

NEVENKA ANDONOVSKA
MIRJANA JONOSKA
MIMOZA RISTOVA

FIZIKA

PËR VITIN III
TË GJIMNAZIT ME ARSIMIM
TË REFORMUAR



Prof. dr. NEVENKA ANDONOVSKA
Prof. dr. MIRJANA JONOSKA
Prof. dr. MIMOZA RISTOVA

FIZIKA

PËR VITIN III
TË GJIMNAZIT ME ARSIMIM
TË REFORMUAR



PROSVETNO DELLO

Redaktor i botimit origjinal:

Vesna DUKOSKA

Redaktor i botimit në gjuhën shqipe:

Dr. GJERGJ GJURAVÇAJ

Recensues:

Prof. dr. ZORA MITRESKA

Fakulteti matematiko natyror, Shkup

Prof. NIKOLLA LLOÇEV

Gjimnazi „Kiril Pejčinović”, Tetovë

Prof. OLGICA KONSTANTINOVA

Gjimnazi „Nikolla Karev”, Shkup

Со решение на министерот за образование и наука на Република Македонија бр. 07-5845/1 од 23. 09. 2003 година, се одобрува употребата на овој учебник.

Me vendim të ministrit të arsimit dhe shkencës të Republikës së Maqedonisë nr. 07-5845/1 të datës 23. 09. 2003, lejohet përdorimi i këtij libri.

PARATHËNIE

Ky libër është shkruar sipas programit më të ri për vitin e tretë të gjimnazit me arsimim të reformuar.

Fizika është shkencë natyrore fundamentale. Ligjet e fizikës janë bazë edhe e shkencave tjera natyrore: kimia, biologjia dhe astronomia. Në teknikë, informatikë, medicinë dhe ekologji zbatohen ligjet themelore të fizikës, kimisë dhe biologjisë. Disa metoda dhe modele themelore fizike shpesh shfrytëzohen edhe në disa shkenca shoqërore. Gërshetimi gjithnjë më i madh i fizikës me shkencat dhe profesionet tjera është karakteristikë themelore e kësaj shkence. Kjo zakonisht ilustrohet me të dhënë vijuese: vetëm fizikanët janë fitues të çmimit Nobel për të gjitha disiplinat tjera-edhe për fizikën, edhe për kiminë, edhe për medicinën, edhe për fiziologjinë, edhe për ekologjinë, bile edhe për paqe.

Fizika është shkencë shumë dinamike. Çdo vit, fizikanët i shpallin rezultatet e hulumtimeve të tyre shkencore në dhjetra miliona faqe në revistat shkencore, në libra ose në rrugë elektronike përmes internetit. Ky dimension i gjërë i fizikës është aq i madh saqë edhe çdo fizikan mund të jetë i drejtuar më thellë në vetëm një pjesë të vogël të saj. Fizika është shkencë mjaftë e rëndë sepse përdorë eksperimente shumë të ndërlikuara, shpeshherë edhe metoda matematikore të ndërlikuara dhe mënyrë të theksuar kreative e të menduarit që shpie kah thjeshtësimi i përshkrimit të natyrës shumë të ndërlikuar, deri te ndërtimi i modeleve përkatëse.

Prandaj, para nxënësve dhe arsimtarëve shtrohet pyetja: *si duhet të mësohet fizika?*

Së pari, të mësuarit e fizikës duhet të jetë i kuptueshëm, tërheqës, të prezentoj diçka dhe të jetë bindëse. Në të gjithë librat modern synohet që të plotësohen këto parime themelore të didaktikës. Me këtë rast është e domosdoshme zgjidhja selektive: **nuk është e domosdoshme të mësosh, por ajo që mësohet duhet mirë të përvetësohet.** Në këtë kuptim, qëllimi i vërtetë i të mësuarit të fizikës në këte nivel është të përvetësohen parimet dhe metodat themelore, me qëllim që gjatë shkollimit të mëtutjeshëm (ose gjatë punës), njerëzit të mundohen pa ndërprerë, sipas nevojave të veta, vet të zbulojnë, të përvetësojnë njohuri të reja të cilët më tutje do t'i shfrytëzojnë në punën e tyre. Pra, qëllimi themelor është aftësimi i nxënësve të fitoj njohuri të reja e të specializuara në të ardhshme. Njëri nga qëllimet e rëndësishme të fizikës është **nxënësi të mësohet që të mësoj**, nxënësi të mësohet të shfrytëzoj libra të rij si burim themelor i diturisë, të mësohet përmes internetit të kërkoj të dhëna themelore dhe njohuri. Faktori kryesor në këtë rast është kultivimi i aftësive të nxënësit për aktivitete të ndryshme: zgjedhja e detyrave të ndryshme, meditimi për një problem të caktuar dhe ajo që është me rëndësi, të kryhet ndonjë eksperiment i thjeshtë. Nuk duhet haruar se e qëndrueshme është njohuria e fituar nga përvoja vetanake.

Autorët e librit janë kujdes që t'i ndjekin këto parime themelore. Kështu, çdo njësi mësimore përveç tekstit themelor ka edhe:

- shembuj të zgjidhur-detyra, të vendosur në tekstin themelor;
- kuptimet themelore, ligje ose madhësi fizike të cilët nxënësi duhet t'i shpjegoj;

- në paragrafin” ? **Pyetje, detyra dhe aktivitete**” shtrohen pyetje të cilave nxënësi duhet të përgjigjet në problemin (pyetje konceptuale dhe detyra), detyra të cilat nxënësi duhet të mundohet vet t’i zgjidh (gati për të gjitha është dhënë përgjigje) dhe te numri më i madh i njësive mësimore nga nxënësi kërkohet, në kushte shtëpiake ose shkollore, të bëj ndonjë eksperiment ose ndonjë matje të thjeshtë. Në aktivitetin e fundit arsimtarët duhet të kenë kujdes të veçantë.

-thuat se çdo leksion mbaron me aktivitete me kompjutor .

Në këtë pjesë nxënësve u propozohen aktivitete të ndryshme: janë cek veb faqe të caktuara ku mund të zgjerohen njohuritë, të vërejnë simulacione përkatëse të dukurive. Në disa vende propozohet shfrytëzimi i interfejsit COACH me ndihmën e të cilit nxënësi duhet të bëj matje të caktuara.

Pjesët e shënuara me **Për 5¹** nuk janë obligative për të gjithë. Ata mundet tu shërbejnë nxënësve, që janë të interesuar për fizikë, t’i zgjerojnë njohuritë e tyre. Ndonjëherë aty janë dhënë zgjedhje më të përkryera të ligjeve të caktuara, të shënuara në tekstin themelor si barazime të gatshme, respektivisht shfrytëzimi i matematikës në fizikë. Dikund në këtë pjesë janë vendos edhe disa dukuri interesante të natyrës. Autorët i porositin të gjithë, që së paku në mënyrë informative ti lexojnë këto pjesë.

Në libër janë vendosur edhe shënime historike me fotografi dhe biografi të shkurtëra të shkencëtarëve të njohur. Emrat e shkencëtarëve në këtë pjesë janë shënuar në origjinal me qëllim që ai që është i interesuar për jetën dhe veprën e shkencëtarit ta gjejë në internet.

Në disa vende janë dhënë shënime të shkurtëra etimologjike, të cilat mund t’u ndihmojnë nxënësve ta kuptojnë thelbin e atij nocionit-shenja .

Disa përmbajtje mësimore, sidomos të kaptinës 3, autorët porositin që të përpunohen në formë të esejeve ose projekteve, me çka do të nxitet puna individuale e nxënësve.

Më mirë është që nxënësit t’i kuptojnë përmbajtjet mësimore, se sa të mundohen të mësojnë numër të madh informacionesh. Në kohën e sotme, informacionet janë të afërta për të gjithë, por kuptimet për dukuritë, mendimet për gjërat duhet të jenë qëllimi themelor i çdo mësimi.

Gjatë formësimit të këtij libri autorët janë kujdesur që ti tejkalojnë dallimet në stil të çdo autori veç e veç. Por, megjithatë pjesë të caktuara kanë autorësi të secilit prej nesh. Kështu **prof. dr. Nevenka Andonovska** i ka shkruar pjesët: 1. 1. Valët; 1. 2. Shpejtësia e valëve. Barazimi i valës; 1. 8. Valët e zërit; 1. 9. Infrazëri, ultrazëri dhe zbatimi; 1. 16. Pasqyrat sferike; 1. 17. Thjerrat optike; 1. 18. Instrumentet optike. Lupa dhe mikroskopi; 1. 19. Rrezatimi infrakuq dhe ultravjollcë; 2. 5. Modelet e atomit; 2. 6. Modeli i Bohrit dhe shpjegimi i spektrave; 2. 7. Rrezet rëntgen; 2. 8. Zbatimi i rrezeve rëntgen; 2. 9. Emisioni spontan dhe i stimuluar; 2. 10. Laserët; 2. 11. Struktura e bërthamës atomike; 2. 12. Energjia e lidhjes në bërthamën atomike; 2. 18. Fuzioni (bashkë me M. Ristova); 2. 19. Doza e absorbuar e rrezatimit (bashkë me M. Ristova); 2. 20. Bashkëveprimet fundamentale (bashkë me M. Jonoska). **Prof. dr. Mirjana Jonoska** i ka shkruar kapitujt vijues: 1. 3. Interferenca e valëve; 1. 4. Parimi i Hajgens-Frenelit; 1. 5. Pasqyrimi dhe përthyerja e valëve; 1. 6. Valët e

qëndrueshme; 1. 7. Difraksioni i valëve; 1. 10. Valët elektromagnetike; 1. 11. Spektri i valëve elektromagnetike; 1. 12. Natyra e dritës dhe shpejtësia e dritës; 1. 13. Polarizimi i dritës; 1. 14. Dispersioni i dritës; 1. 15. Pasqyra e rrafshët; 2. 1. Rrezet katodike; 2. 2. Ligjet e rrezatimit. Kuantet; 2. 3. Fotoefekti; 2. 4. Zbatimi i fotoefektit. Fotolementet; 2. 13. Radioaktiviteti; 2. 14. Ligji i zbërthimit radioaktiv. Zbërthimi artificial i bërthamës; 2. 15. Detektorët e rrezatimit jonizues (bashkë me M. Ristova); 2. 16. Reaktorët bërthamor. Fisioni (bashkë me M. Ristova); 2. 17. Reaktorët bërthamor (bashkë me M. Ristova); 2. 20. Bashkëveprimet fundamentale (bashkë me N. Andonovska). **Prof. dr. Mimoza Ristova** i ka shkruar kapitujt vijues 1. 20. Radiotransmisioni; 1. 21. Televizioni; 2. 15. Detektorët e rrezatimit jonizues (bashkë me M. Jonoska); 2. 16. Reaksionet bërthamore. Fisioni (bashkë me M. Jonoska); 2. 17. Reaktorët bërthamor (bashkë me M. Jonoska); 2. 18. Fuzioni (bashkë me N. Andonovska); 2. 19. Doza e absorbuar e rrezatimit dhe veprimi biologjik i tij. (bashkë me N. Andonovska) dhe tërë kapitulli 3. *Fizika e materialeve* (kapitujt: 3. 1.; 3. 2; 3. 3; 3. 4; 3. 5; 3. 6; 3. 7; 3. 8).

Autorët janë shumë falënderues recenzentëve të: **prof. dr. Zora Mitreska** për kontrollimin detal të dorëshkrimit dhe për rekomandimet për lëshimet e bëra të karakterit profesional, teknik ose gjuhësor; si edhe të **prof. Nikolla Lloçev** të gjimnazit „Kiril Pejçinoviç” - Tetovë dhe **prof. Olgica Konstantinova** të gjimnazit „Nikolla Karev” - Shkup, të cilët si profesor shumëvjeçar të gjimnazit, me vërejtjet e tyre të karakterit profesional dhe metodologjik, shumë na kanë ndihmuar që tekstin ta përshtatim për moshën dhe ta bëj të qartë për nxënësit.

Do të jemi falënderues edhe të gjithë shfrytëzuesve të ardhshëm të librit, të cilët me sugjerimet e tyre qëllimë mira do të na rekomandojnë për çfardo lëshimi në tekst, me qëllim që ata lëshime të shmangen gjatë ribotimit eventual të librit.

Nga autorët

PËRMBAJTJA

1. 1. Dukuritë valore, 1

- Valët transversale dhe longitudinale, 1

1. 2. Shpejtësia e valëve. Barazimi i valës, 5

- Shpejtësia e valëve, 5
- Barazimi i valës së rrafshët, 6

1. 3. Superpozicioni i valëve.

Interferenca e valëve, 9

- Superpozicioni i valëve, 9
- Interferenca e valëve, 9
- Burimet koherente. Valët koherente, 12
- Interferenca e dritës. Eksperimenti i Jungut, 12
- Nxjerrja e barazimit (3), 13

1. 4. Parimi i Hajgens-Frenelit, 14

- Parimi i Hajgensit, 14
- Burimet sekondare janë koherente, 14

1. 5. Pasqyrimi dhe përthyerja e valëve.

Pasqyrimi i plotë, 16

- Pasqyrimi dhe përthyerja e valëve, 16
- Treguesi absolut i përthyerjes, 17
- Pasqyrimi i plotë, 18
- Pasqyrimi dhe përthyerja, 20

1. 6. Valët e qëndrueshme, 22

- Impulsi valor gjatë pasqyrimin, 22
- Vala e qëndrueshme në tel, 22
- Vetitë e valëve të qëndrueshme, 23
- Barazimi i valës së qëndrueshme. Kushti për të fituar bark ose nyje, 24

1. 7. Difraksioni i valëve.

Rrjeta e difraksionit, 27

- Difraksioni i valëve, 27
- Difraksioni i dritës, 27
- Rrjeta e difraksionit, 28
- Fuqia ndarëse e instrumenteve optike, 30

1. 8. Valët e zërit, 33

- Fizika dhe ekologjia, 36
- Rezonanca e zërit, 36
- Fizika dhe biologjia, 38
- Efekti i Doplerit, 38

1. 9. Infrazëri, ultrazëri dhe zbatim, 40

- Infrazëri, 40
- Ultrazëri, 40
- Zbatim i ultrazërit, 41

1. 10. Valët elektromagnetike, 44

- Lidhja ndërmjet fushave magnetike dhe elektrike të ndryshueshme, 44
- Si krijohet dhe përhapet vala elektromagnetike? 44
- Vetitë e valëve elektromagnetike.
- Eksperimentet e Hercit, 46
- Demonstrimi i vetive të valëve elektromagnetike (VEM) me ndihmën e gjeneratorit të valëve centimetrike, 48

1. 11. Spektri i valëve elektromagnetike, 51

- Llojet e valëve elektromagnetike, 51

1. 12. Natyra e dritës. Shpejtësia e dritës, 55

- Çka është drita?, 55
- Shpejtësia e dritës, 56

1. 13. Polarizimi i dritës 58

- Transfersaliteti i valëve të dritës, 58
- Drita natyrore (e papolarizuar). Drita linearisht e polarizuar, 58
- Mënyra tjera për përfitimin e dritës së polarizuar, 59
- Rrotullimi i rrafshit të polarizimit, 61

1. 14. Dispersioni i dritës.

Ngjyra e trupit. Spektret, 63

- Dispersioni i dritës, 63
- Ngjyra e trupit, 64
- Spektret. Llojet. Zbatim, 65
- Ylberi, 66

1. 15. Pasqyra e rrafshët, 68

- Shëmbëllimi në pasqyrën e rrafshët, 68

- Zbatimi i pasqyrës së rrafshët 69
- 1. 16. Pasqyrat sferike, 70**
 - Formimi i shëmbëllimeve të pasqyrat sferike.
 - Barazimi i pasqyrës, 71
- 1. 17. Thjerrrat optike, 75**
 - Barazimi i thjerrës së hollë, 75
 - Ndërtimi i shëmbëllimeve, 77
- 1. 18. Instrumentet optike.**
Lupa dhe mikroskopi, 79
 - Lupa, 79
 - Mikroskopi, 80
 - Fuqia ndarëse, 81
 - Mikroskopi elektronik, 82
- 1. 19. Rrezatimi infrakuq dhe ultravjollc, 83**
 - Rrezatimi infrakuq, 83
 - Rrezatimi ultravjollc, 85
 - Fizika dhe ekologjia, 86
- 1. 20. Radiotransmisioni, 87**
 - Elementet e radioteknikës, 87
 - Radioja, 88
 - Përforsuesi, 90
- 1. 21. Televizioni, 91**
 - Televizioni bardhë-zi, 91
 - Kamera televizive, 91
 - Transmisioni i sinjalit, 92
 - Prauesi televiziv, 92
 - Televizioni me ngjyra, 93
 - Gypi televiziv me ngjyra, 93
 - Telefoni mobil, 94
 - Transmetuesi satelitor i informatave, 95
- 2. 1. Rrezet katodike, 96**
 - Rrezet katodike. Zbulimi i elektronit, 96
 - Disa eksperimente tjera, 97
- 2. 2. Ligjet e rrezatimit të nxehtësisë.**
Kuantet, 99
 - Rrezatimi i nxehtësisë, 99
 - Ligji i Stefan-Bolcmanit, 100
- Ligji i Vinit. 101
- Ideja e Plankut për ekzistimin e kuantëve, 101
- 2. 3. Efekti fotoelektrik, 103**
 - Fotoefekti i jashtëm të metalet, 103
 - Fotonet, 104
 - Barazimi i Ajnshtajnit për fotoefektin, 105
 - Shpjegimi i ligjëshmërisë të fotoefektit, 105
- 2. 4. Zbatimi i fotoefektit.**
Fotoelementet, 107
 - Zbatimi i fotoefektit, 107
 - Fotoefekti i brendshëm, 108
 - Shfrytëzimi i fotovoltuesve-rruga kah mjedisi jetësor i pastër, 110
- 2. 5. Modeli i atomit, 111**
- 2. 6. Modeli i Bohrit për atomin dhe shpjegimi i spektrave, 115**
- 2. 7. Rrezet rentgene, 119**
 - Ligji i rrezatimit rentgen, 120
 - Rrezet karakteristike të rentgenit, 121
- 2. 8. Zbatimi i rrezeve rentgen, 123**
 - Ligji për absorbimin e rrezeve rentgen, 123
 - Difraksioni i rrezeve rentgen, 124
- 2. 9. Bazat e elektronikës kuantike. Emisioni spontan dhe i stimuluar, 127**
- 2. 10. Laserët dhe zbatimi i tyre, 129**
 - Holografia, 131
- 2. 11. Struktura e bërthamës së atomit, 133**
 - Njësia për masë në fizikën bërthamore 134
 - Madhësia e bërthamës së atomit, 134
 - Forca bërthamore, 135
 - Modeli për bërthamat e atomit, 136
- 2. 12. Energjia e lidhjes të bërthamës së atomit, 139**
- 2. 13. Radioaktiviteti, 140**

Përmbajtja

- Radioaktiviteti natyror, 140
- Rregullat e zhvendosjes gjatë zbrërthimit radioaktiv, 141
- 2. 14. Ligji i zbrërthimit radioaktiv. Shndërrimi (transmutacioni) artificial i bërthamës, 144**
 - Ligji i zbrërthimit radioaktiv, 144
 - Shndërrimi artificial i bërthamës, 145
 - Radioaktiviteti artificial, 46
- 2. 15. Detektorët për rrezatimin jonizues, 148**
 - Rregjistrimi i rrezatimit radioaktiv, 148
 - Fotoemulzioni, 148
 - Dhoma e Vilsonit, 148
 - Njehësori i Gajger-Mylerit, 150
 - Llojet tjera të detektorëve, 151
- 2. 16. Reaksionet bërthamore. Fisioni, 158**
 - Reaksionet bërthamore, 158
 - Anihilimi i elektronit dhe pozitronit, 159
 - Fisioni bërthamor, 160
- 2. 17. Reaktorët bërthamor, 162**
 - Reaksioni vargor, 162
 - Reaktorët bërthamor, 163
 - Ekologjia dhe fizika, 164
- 2. 18. Fuzioni bërthamor. Reaksionet termobërthamore, 166**
 - Reaksionet termobërthamore në Diell dhe yje, 167
 - Fuzioni i kontrolluar bërthamor, 167
- 2. 19. Doza e absorbuar e rrezatimit dhe veprimi biologjik i tij, 164**
 - Madhësitë dozimetrike më të rëndësishme, 165
 - Mbrojtja nga burimet e rrezatimit jonizues, 165
 - Vlerat kufitare e dozave të lejuara, 166
 - Interaksioni i rrezatimit jonizues me materien e gjallë, 167
- 2. 20. Bashkëveprimet fundamentale, 170**
 - Karakteristikat themelore e bashkëveprimeve gravitacionale dhe elektromagnetike, 170
 - Bashkëveprimet e forcave bërthamore të fuqishme dhe të dobëta, 171
 - Grimcat themelore elementare, 172
 - Bashkimi i bashkëveprimeve themelore, 3
- 3. 1. Struktura e materies, 175**
 - Modelet e strukturës së substancës, 175
- 3. 2. Lidhjet atomike dhe molekulare, 176**
 - Natyra e lidhjeve kimike, 178
 - Lidhja jonike, 178
 - Lidhja kovalente, 179
 - Lidhja metalike, 179
 - Lidhja e Van der Valsovit, 180
 - Lidhja hidrogjenike, 181
- 3. 3. Materialet kristalore dhe amorfë, 180**
 - Parmaku kristalor, 184
 - Defektet në parmakun bardhë-zi, 185
- 3. 4. Kristalet e lëngëta, 187**
 - Ndarja e kristaleve të lëngëta, 187
 - Si renditen molekulat e kristaleve të lëngëta, 188
 - Kristalet e lëngëta në teknologjinë e displeit LCD-TFT, 189
- 3. 5. Strukturat metalike, 191**
 - Vetitë themelore të metaleve, 191
 - Modeli i „gazit elektronik”, 192
 - Mangësitë e modelit të „gazit elektronik”, 193
 - Legirimi, 194
 - Materjalet e sinteruara, 194
- 3. 6. Polimerët, 195**
 - Plastika rreth nesh, 195
 - Polimerët piezoelektrikë dhe piroelektrikë, 196
 - Polimerët përcjellës, 196
 - Biopolimerët, 197
 - Edhe goma është polimer, 197
- 3. 7. Qelqi dhe qeramika, 200**
 - Qelqi, 200
 - Qeramika, 202
- 3. 8. Materialet ndërtimore, 204**
 - Vetitë fizike të materjaleve të rëndësishme për ndërtimtari, 205
 - Ndërtimi efikas energjetik, 207

Indeksi, 209

1. VALËT

Në këtë kapitull do të mësoni se çka janë valët mekanike dhe si ata përhapen në një mjedis të caktuar. Do të njiheni edhe me zërin, i cili paraqet lloj të veçantë të valës në të cilin është i ndjeshëm veshi ynë. Ç'është ultrazëri dhe çka paraqet infrazëri. Do të njiheni me disa lloje të valëve elektromagnetike.

Do të mësoni për dukuritë shumë interesante të dritës dhe zbatimi i tij. Do të njiheni me rrezatimin infrakuq dhe ultravjollcë dhe mundësitë që ata ofrojnë për zbulimin e një vargu dukurishë në medicinë, gjeofizikë dhe astronomi. Si përhapen dhe pranohen sinjalet e radios dhe televizionit, të cilat gjithashtu janë shpjeguar në këtë kapitull.



PROSVETNO DELO

1. 1. DUKURITË VALORE

Shembuj për lëvizjen valore ka kudo përreth nesh. Nëse në ujën e qetë hudhim një gurë, vendi i cili drejtëpërdrejt është prekur nga guri fillon të lëkundet, ndërsa madje lëkundjet përhapen duke krijuar valë në sipërfaqen e ujit. Zëri poashtu është një lloj lëvizje valore. Pranimi i zërit dhe figurës në pranuesit e radios dhe televizionit realizohen me valët elektromagnetike. Valë elektromagnetike janë edhe valët e dritës, rrezet rëntgen dhe rrezet γ . Edhe mikrogrimcat në lëvizje tregojnë veti valore (valët kuantomekanike të dë Brojlit)

Valët transversale dhe longitudinale

Në varësi nga natyra e procesit valor dhe mjedisit nëpër të cilin bartet ekzistojnë: *valë mekanike, elektromagnetike dhe kuantomekanike.*

Çka është vala? Si krijohet lëvizja valore? Përgjigjet janë të ndryshme për lloje të ndryshme valësh.

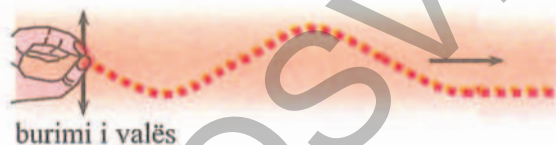


Fig. 1.

Shembulli më i thjeshtë për të treguar lëvizjen valore është nëse marrim një litar të gjatë ose zorë gome dhe me dorë e lëvizim lart-poshtë (fig. 1).

Kur në një mjedis material (i ngurtë, i lëngët ose i gaztë) gjendet burimi i lëkundjeve (ai është *burimi i valës*) ndërmjet burimit dhe grimcave të mjedisit material paraqiten forca elastike bashkëvepruese. Nën veprimin e tyre, grimcat e mjedisit detyrohen të lëkunden me frekuencë të barabartë me frekuencën e burimit të valës.

Procesi i përhapjes së lëkundjeve në hapsirë gjatë kohës quhet *proces valor, lëvizje valore ose valë*.

Gjatë procesit valor grimcat e mjedisit elastik lëkunden rreth pozicionit baraspeshues, ndërsa nga njëra grimcë deri te tjetra në hapsirë bartet vetë deformimi, dhe me këtë edhe energjia e burimit. Në këtë mund të bindemi nëse në ujën e qetë ku gjendet një top ose ndonjë trup i lehtë hudhim një gurë. Me këtë rast topi lëkundet lart-poshtë, duke mbetur gati në të njëjtin vend, pa dallim se vala dukshëm përhapet. Ose, në fushën e grurit nën goditjen e erës krijohen valë, ndërsa çdo fije kashte mbetet në vendin e vet, por luhetet.

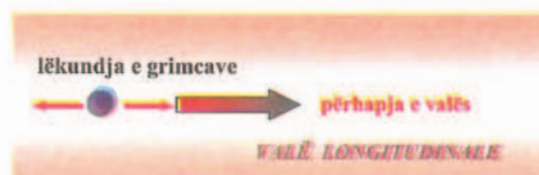
Çfar valësh dallojmë dhe si ata përhapen në një mjedis?

Në varësi nga ajo se si lëkunden grimcat e mjedisit elastik valët mund të jenë:

- *transverzale (tërthore)* – ato janë valë ku grimcat e mjedisit material lëkunden pingul në kahjen e përhapjes së valës. Valët e tilla janë treguar në fig. 1;



- *longitudinale (gjatësore)* – grimcat e mjedisit lëkunden në kahjen e përhapjes së valës.



Si shembull për valën longitudinale është përhapja e valës së zërit në ajër (fig. 2). Kur në piston vepron forca e ndryshuar harmonike, e cila paraqet burimin e valës, për së gjati gypit në mënyrë sinusoidale ndryshohet shtypja, respektivisht dendësia e molekulave të gazit.

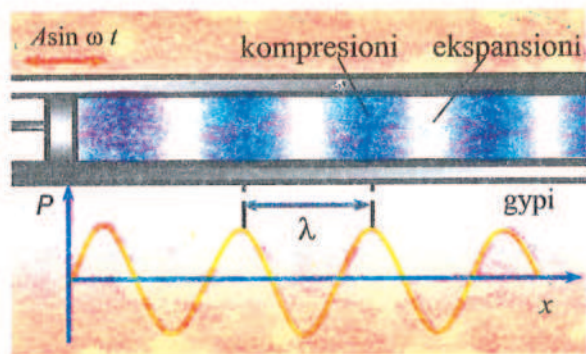


Fig. 2. Vala longitudinale në mjedisin e gaztë.

Përhapja e valëve longitudinale është e kushtëzuar nga deformimi vëllimor i mjedisit elastik, prandaj ato përhapen në mjedise të ngurta, të lëngëta dhe të gazëta. Meqë përhapja e valëve transversale është pasojë e llojit të veçantë të deformimit, që është veti e vetëm trupave të ngurtë, ata përhapen vetëm në mjedise të ngurta.

Përhapja e valës transversale në mjedisin material njëdimensional grafikisht është e ilustruar me një varg grimcash (molekule, atome) në fig. 3.

Në një moment $t=0$, vala që përhapet nga e majta në të djathtë ka arritë deri te grimca 1. Ajo fillon të bëjë lëvizje lëkundëse translatorë duke e tërhequr edhe grimcën 2. Kur grimca 1 e arrinë largësinë maksimale nga pozicioni baraspeshues ($t=T/4$), vala është përhapur deri te grimca 3. Për kohën $t=T/2$, grimca 1 përsëri është në pozicionin baraspeshues, ndërsa grimca 3 duke e tërhequr edhe grimcën 4 e arrinë elongacionin maksimal. Për këtë kohë vala përhapet deri te grimca 5 e cila ende gjendet në pozicionin baraspeshues. Ky proces vazhdon, ashtuqë për kohën $t=3T/4$ grimca e parë është në largësi maksimale nga pozicioni baraspeshues, por në kahje të kundërt nga e para, ndërsa vala është përhap deri te grimca e shtatë. Për $t=T$ grimca e parë do të bëjë një lëkundje të plotë, kurse për atë kohë lëkundjet e grimcave janë përhapur deri te grimca e 9. Ajo e fillon lëkundjen në të njëjtën kohë kur edhe grimca 1 e fillon periodën e dytë, d. t. th. grimca e 9 lëkundet me vonesë kohe prej $t=T$. Ato dy grimca lëkunden në fazë, d. t. th. në mënyrë sinkrone (ndërmjet tyre ekziston ndryshimi fazor 2π).

Rrugën që e kalon deformimi në mjedisin

elastik për kohën e një periode të lëkundjeve të burimit, paraqet *gjatësi valore*. Ajo zakonisht shënohet me λ .

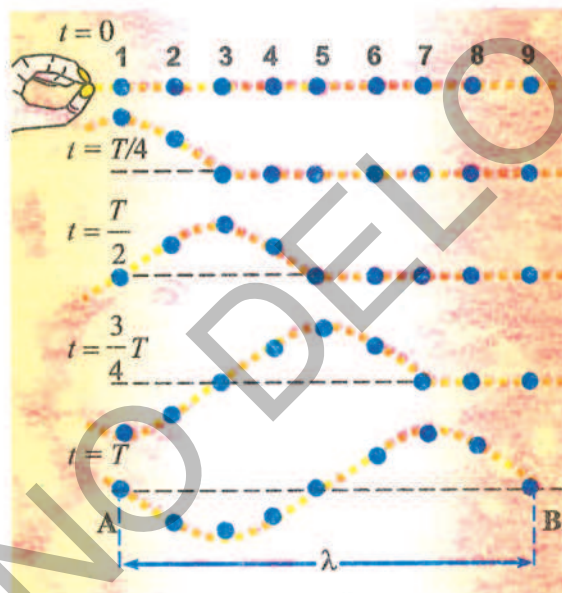


Fig. 3. Përhapja e valës transversale.

Formimi gradual i valës longitudinale prej më tepër grimcave (fig. 4) mund të shpjegohet në mënyrë analoge si edhe formimi i valës transversale. Edhe në këtë rast lëkundja e grimcës së parë bartet në të dytën, ndërsa nëpërmjet saj në të tretën etj. Gjatë lëkundjeve ndryshohen vetëm largësitë reciproke të grimcave. Vala e tillë në mjedisin shkaktën ndërrime periodike të dendësisë (dendësime dhe rallime), të cilat lëvizin në kahjen e përhapjes së valës.

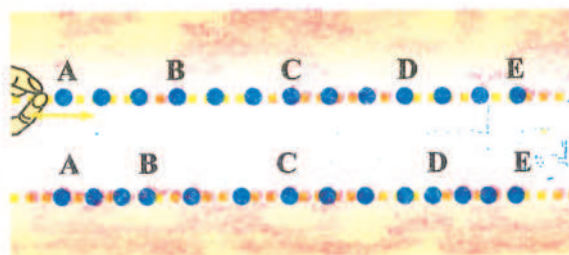


Fig. 4. Përhapja e valës longitudinale.

Pjesa e hapsirës në të cilën të gjitha grimcat marrin pjesë në procesin lëkundës quhet **fishë valore**. Kufiri i cili i ndanë grimcat që lëkunden nga ata të cilat ende nuk kanë filluar të lëkunden, quhet **front i valës** (lat. *frontis* – ballë).

Sipërfaqja valore është vend gjeometrik i pikave, të cilat gjatë procesit valor lëkunden me faza të njëjta.

Sipërfaqja valore mund të ketë formë arbitrare, por në rastet më të thjeshta ajo mund të jetë e rrafshët, sferike ose cilindrike. Prandaj, në një mjedis homogjen dhe izotrop të pakufizuar, ku shpejtësia e përhapjes në të gjitha drejtimet është e njëjtë, vala përhapet në formë të sipërfaqëve koncentrike qendra e të cilëve është në burimin e valës (fig. 5). Valët e tilla janë **valë sferike**, ndërsa **fronti i valës është sipërfaqe sferike**. Dimensionet e burimit të valës së këtillë janë të vogla, prandaj mund të logaritet se burimi i valës së tillë është pikësor.

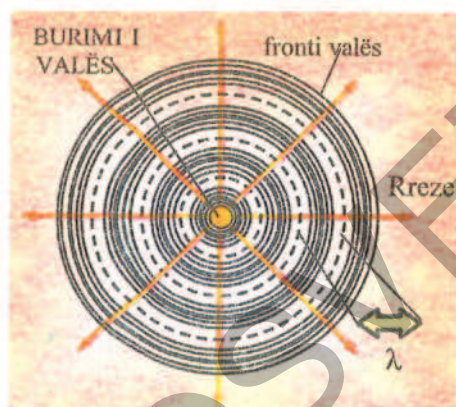


Fig. 5. Sipërfaqja valore dhe fronti i valës sferike (janë treguar në rrafshin e vizatimit)

Nëse sipërfaqet valore janë rrafshet pingul në kahjen e përhapjes së valës, ajo është **valë e rrafshët**. Valë e rrafshët në sipërfaqen e ujit mund të përfitohet gjatë goditjes së ujit me vizore me dimensione shumë më të mëdha nga gjatësia valore e valës (fig 6).

Valët mund të jenë, **hapësinore, sipërfaqë sore dhe lineare (njëdimensionale)**. Nëse lëkundjet e burimit barten në një drejtim më parë të caktuar, në këtë rast bëhet fjalë për përhapjen e valëve lineare. Valët e këtilla përhapen, p. sh, për së gjati një drejtëze (tel, shufër, litar).

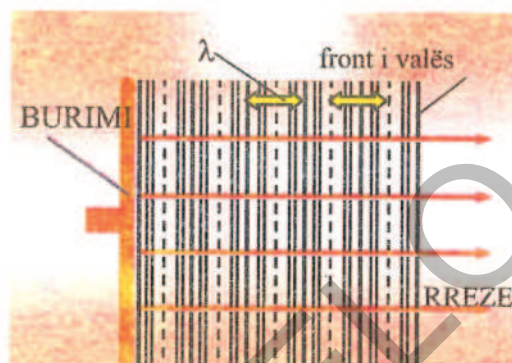


Fig. 6. Valë e rrafshët. Sipërfaqja valore dhe fronti i valës janë rrafshet paralel me burimin.

Për paraqitjen dhe përshkrimin më të thjeshtë të valëve përdoret kuptimi **rreze**. Rrezja është vijë tangjente e të cilës në çdo pikë përputhet me kahjen e përhapjes së valës. Në një mjedis homogjen rrezet janë drejtëza pingul në frontin e valës. Kahja e rrezeve është përcaktuar nga kahja e përhapjes së valës. Më shumë rreze formojnë **tufë**.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|---------------------|----------------------|
| - valë, | - procesi valor, |
| - valë transversale | - valë longitudinale |
| - rreze | - tufë të rrezeve |
| - gjatësia valore | - burim i valës |
| - front i valës | - sipërfaqe valore |
| - valë sferike | - valë e rrafshët |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. A lundron lundra që gjendet në valën e detit bashkë me valën? Pse?
2. Pse nuk mund të fitohen valë mekanike në vakuum? A e dini se cilët valë përhapen në vakuum?
3. Trego disa dukuri të cilat kanë karakter valor.
4. Shpjego mekanizmin e krijimit të valëve transversale dhe longitudinale dhe cili është dallimi ndërmjet tyre?
5. Si janë valët që përhapen në: a) gaze, b) lëngje, c) trupa të ngurtë.

6. Në cilën kahje përhapet lëvizja valore e treguar në fig. 7.

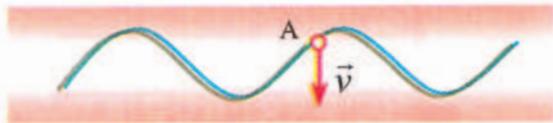


Fig. 7.

7. Në një lug (ulluk) vendosni disa toptha metalik (kushineta) të cilët ndër veti takohen (fig. 8). Merrni një topth të cilit i keni dhënë një goditje të caktuar, ashtuqë me një shpejtësi të caktuar (jo shumë e madhe) godite topthin e parë. Keni me vërejt se të gjithë topthat ngelin në vendet e veta, përveç topthit të fundit i cili shkëputet nga vargu dhe rrokulliset më tutje. Çka tregon kjo? (Energjinë që ia kemi dhënë sistemit të topthave me goditje me impuls, do t'u dorëzohet topthave, me këtë edhe topthit të fundit dhe ai do të zhvendoset).

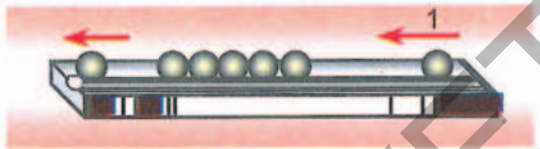


Fig. 8. Kur topthit 1 i jepet impuls (goditet), topthi 2 atë impuls ia dorëzon atij pranë tij etj. Pas njëfar kohe zhvendoset vetëm topthi i fundit, meqë ai nuk ka kujt t'ia dorëzoj energjinë.

8. Eksperimenti me të cilin fitohen valët transversale është treguar në figurën 9. Ate mund t'a realizoni edhe vet me një varg sustash të njëjta jo edhe aq të forta, në skajet e të cilëve ka gur peshoreje me masa të njëjta. Për të fituar valë transversale gurët ndër veti janë të lidhur me susta të dobëta. Veproni ashtu si është treguar në fig. 9 (nxjerre gurpeshoren 1 nga pozita baraspeshuese dhe lëre të lëkundet).

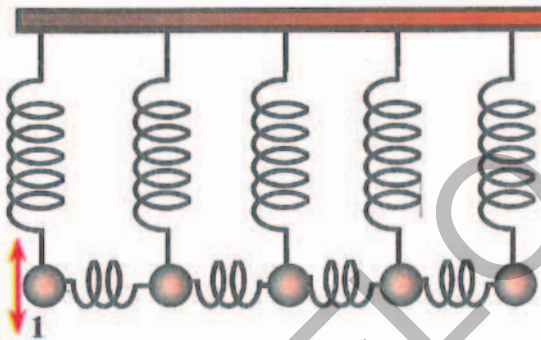


Fig. 9.

9. Eksperimenti me të cilin do të fitoni valë longitudinale, bëre me një sustë elastike në të cilën janë kap më tepër gurpeshoreje (fig. 10).

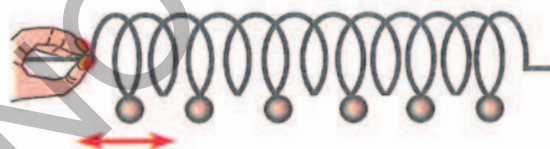


Fig. 10.

Për të mësuar më tepër kërkoni në internet veb faqet vijuese:



1. [Longitudinal and transversal waves -- Theory](http://physics.matl.ru/Physics/English/wav_text.htm)
physics.matl.ru/Physics/English/wav_text.htm - 10K -
Cached - Similar pages

2. [Longitudinal and Transverse Wave Motion](http://www.gmi.edu/~drussell/Demos/waves/wavemotion.html)
www.gmi.edu/~drussell/Demos/waves/wavemotion.html - 5K

edhe linke të tjerë të ngjashëm dhe simuloni proceset e përhapjes së valëve transversale dhe longitudinale

3. Me çekiç aktivizoni një pirun akustik dhe me sensor akustik të interfejsit Coach përcaktoni periodën dhe frekuencën e valës. Krahasojë atë vlerë me atë që është shënuar në pirunin akustik.

1. 2. SHPEJTËSIA E VALËVE. BARAZIMI I VALËS

Shpejtësia e valëve

Në një mjedis homogjen elastik burimi i valës le të bëjë lëkundje harmonike. Çdo grimcë, deri ku arrinë vala, kryen lëkundje të detyrueshme të barabartë me frekuencën e burimit. Për këto shkaqe karakteristikat e burimit: *frekuenca* f , *perioda* T dhe *amplituda* A janë karakteristike edhe të valës që krijohet. Nëse *shpejtësia e valës është* v , për intervalin kohor deri sa burimi bën një lëkundje të plotë (një periode T), vala do të kalojë rrugë vT , respektivisht ajo ka kaluar largësinë λ të barabartë me:

$$\lambda = vT. \quad (1)$$

λ është *gjatësia valore* e valës. Ajo është largësia më e vogël ndërmjet dy grimcave të mjedisit elastik që lëkunden në fazë, në kahjen e përhapjes së valës.

Nga formula për gjatësinë valore (1) përfitohet edhe shpejtësia e valës:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f. \quad (2)$$

Përveç kësaj shprehjeje për shpejtësinë, ekzistojnë edhe formula të veçanta për shpejtësinë e valëve transversale dhe longitudinale. Me ato direkt shprehen vetitë e mjedisit nëpër të cilin kalon vala. Që më parë Njutni ka treguar se shpejtësia e përhapjes së valëve në mjedise të ngurta dhe të lëngëta varet nga vetitë e mjedisit. Shpejtësia e përhapjes së valëve longitudinale është dhënë me formulën:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}; \text{ ose } v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}, \quad (3)$$

Ku ρ është dendësia e mjedisit, E është moduli i Jungut i elasticitetit, i cili është madhësi karakteristike për vetitë e trupave të ngurtë, ndërsa B është koeficient i bymimit vëllimor të mjedisëve të lëngëta. E dhe B shprehen në N/m^2 .

Shpejtësia e përhapjes së valëve mekanike *transverzale* (valët nëpër tel ose peri i tendosur në të dy skajet) varet nga forca e tendosjes F dhe vetitë e mjedisit nëpër të cilin përhapet vala:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}. \quad (4)$$

Me fjalë të tjera, shpejtësia varet nga forca e tendosjes së materialit dhe dendësisë lineare μ ($\mu = m/l$ - masa në njësinë e gjatësisë).

Për shpejtësinë e përhapjes së valëve *longitudinale* në mjedise të gazëta vlenë:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{p}{\rho}}; \text{ respektivisht } v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}, \quad (5)$$

ku ρ është dendësia e gazit; p shtypja e tij; γ është konstanta e Poasonit ose konstanta adiabatike, e cila për gaze njëatomik është 1, 67, për dyatomik 1, 40, ndërsa për gazet me më shumë atome 1, 33; R është konstanta universale e gazeve; T është temperatura absolute; M është masa molare e gazit.

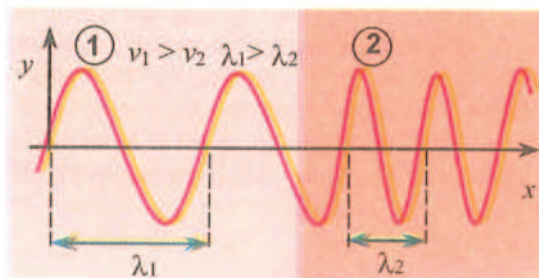


Fig. 1.

Shpejtësia e përhapjes së valës në një mjedis homogjen të caktuar është madhësi konstante.

Kur vala kalon nga njëri mjedis në tjetrin, ajo e ndryshon shpejtësinë e saj, e me këtë edhe

gjatësinë valore, por, frekuenca e saj nuk ndryshohet (fig. 1).

Nëse shpejtësia e përhapjes së valës në mjedisin e parë është më e madhe, do të jetë më e madhe edhe gjatësia valore e valës.

Barazimi i valës së rrafshët

Për ta nxjerrë barazimin e valës së rrafshët do të supozojmë se burimi gjendet në fillimin koordinativ O të sistemit kënddrejt koordinativ dhe kryen lëkundje harmonike. Vala përhapet në drejtim të boshtit x, ndërsa grimcat e mjedisit lëkunden në drejtim të boshtit y (fig. 2). Le ta shënojmë me A amplitudën, me T periodën, ndërsa me $f=1/T$ frekuencën e valës.

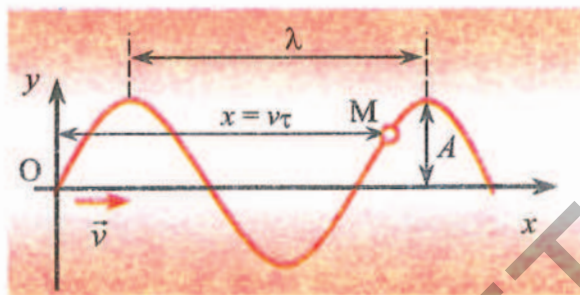


Fig. 2.

Barazimi i burimit të valës mund të jepet me:

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} t. \quad (6)$$

Grimcat të cilat janë më larg nga burimi do të fillojnë të lëkunden me një far vonese në krahasim me burimin, d. t. th vonohen në fazë. Për t'u përhapur vala deri te grimca M, e cila është në largësi x nga burimi i valës, duhet të kalojë një kohë τ . Sipas kësaj barazimi i kësaj grimce është dhënë me:

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} (t - \tau). \quad (7)$$

Nëse shpejtësia e përhapjes së valës në mjedisin material të caktuar është v , kurse koha τ e barabart me $\tau = x/v$, fitohet:

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) \text{ ose}$$

$$y = A \sin \left(\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi}{vT} x \right).$$

Duke ditur se $vT = \lambda$, fitohet:

$$y = A \sin \left(\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi}{\lambda} x \right).$$

Duke zbatuar madhësinë $k=2\pi/\lambda$, e cila quhet **numri valor** dhe $\omega = 2\pi/T$ - **frekuenca rrethore**, barazimi i valës së rrafshët mund të shkruhet edhe në këtë formë:

$$y = A \sin(\omega t - kx) \quad (8)$$

Me kx shprehet ndryshimi fazor ndërmjet lëkundjeve që i kryen pika në largësi x nga burimi i valës dhe lëkundjet e burimit të valës.

Barazimi i valës që përhapet në kahje të kundërt (-x) shprehet:

$$y = A \sin \left(\frac{2\pi}{T} t + kx \right). \quad (9)$$

Intensiteti i valës është energjia që bartet në njësi kohe, nëpër njësinë e sipërfaqes, e cila është vendos pingul në drejtimin e përhapjes së valës. Nëse me E shënohet energjia e valës, e cila për kohën t bartet nëpër sipërfaqen S , atëherë për intensitetin I vlenë barazimi:

$$I = \frac{E}{St}, \text{ njësia është } \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{ s}} = \frac{\text{W}}{\text{m}^2}. \quad (10)$$

Duhet ditur se intensiteti i valës është proporcional me katrorin e amplitudes së valës, ndërsa varet edhe nga frekuenca (shiko librin për vitin dytë *energji e lëkundësit harmonik*).

Përhapja e valës mund të tregohet me ndihmë e aparatit të Pohlit për valët (fig. 3).

Një aparat të tillë nëse nuk e ka kabinetin i fizikës mundeni lehtë ta ndërtoni vet. Me ndihmën e një boshti me dorzë mund të rrotullohet një verë me formë të paraqitur në figurë. Verla është ndërtuar prej dy pllakave rrethore ndërvedi të lidhura me 12 tela më të trashë, të renditur në të

njëjtën largësi nëpër mbështjellësin e cilindrit. Në çdo tel ka nga dy toptha të cilët nëpër telin mund të zhvendosen, por përshak të fërkimit ngelin në vend të njëjtë ku i kemi vendosur. Topthat radhitni në tel ashtuqë rreth boshtit të formojnë një vijë spirale.

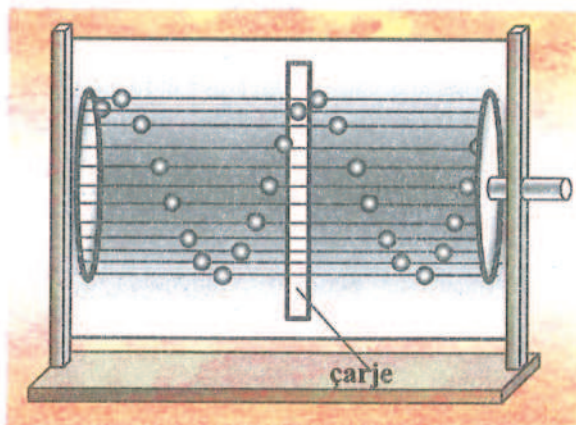


Fig. 3. Aparati i Pohlit për valët

Me ndihmën e burimit të dritës projektoni hijen e topthave, ndërsa madje ngadalë rrotulloje dorëzën. Keni me vërejtur se hija e çdo topthi kryen lëkundje harmonike, por ndërmjet dy hijeve fqinjë ekziston ndryshim fazor. Hijet e topthave qëndrojnë në një sinusoidë e cila lëvizë njësoj sikurse lëviz vala transversale sinusoidale.

Që të bindeni se çdo toptth kryen lëkundje harmonike, me ndihmën e çarjes ndajeni hijen e njërit nga toptthat.

Vizatoni hijen e topthave për kohën për $t=0$; $t=T/8$; $t=T/4$; $t=3T/8$; $t=T/2$; $t=T$. Për të pasur sukses eksperimenti në njërën nga pllakat rrethore me flomaster vendosni shenjat me të cilat pllakën do ta ndani në 8 pjesë të njëjta. Vendosni edhe një tregues të palëvizshëm. Dorëzën rrotulloje ngadalë. Ndalojeni kur do të arrini deri te shenja e parë dhe vizatoni (në ekran prej letre) hijen e topthave. Të njëjtën do ta bëni kur të arrini edhe te shenja e dytë.

SHEMBULLI 1. Nëse një pikë gjendet në largësi x_1 nga burimi i valës, kurse pika tjetër në largësi x_2 , fazat e tyre dallohen për:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(x_1 - x_2) = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x$$

Duke pas parasysh barazimin e fundit shihet se dy pika të larguara në largësi $\Delta x = \lambda$ ndryshimi fazor është $\Delta\varphi = 2\pi$. Për këto dy pika thuhet se lëkundjen në fazë të njëjtë.

SHEMBULLI 2. Barazimi i valës është dhënë me $y = 6 \cos \pi(t + 0,2x)$, ku gjatësia është shpreh në centimetra, ndërsa koha në sekonda. Të përcaktohet: a) amplituda, b) perioda T , c) gjatësia valore.

Zgjidhje: Nëse kemi parasysh barazimin e valës:

$$y = A \sin \left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x \right), \text{ del se}$$

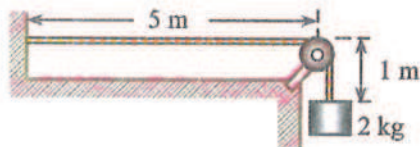
$$\text{a) amplituda është } A = 0,06 \text{ m; b) } \frac{2\pi}{T}t = \pi t$$

$$\text{d. t. th. } T = 2 \text{ s; c) } \frac{2\pi}{\lambda}x = 0,2\pi x, \quad \lambda = \frac{2}{0,2}, \quad \lambda = 10 \text{ m}$$

SHEMBULLI 3. Litari homogjen ka masë prej 0,300 kg dhe gjatësi 6,00 m. Litari është tërhequr me gurpeshore që ka masë 2 kg. Të përcaktohet shpejtësia e përhapjes së valës transversale nëpër litar.

Zgjidhje: Forca F me të cilën është tendosur litari është:

$$F = mg = (2,00 \text{ kg})(9,80 \text{ m/s}^2) = 19,6 \text{ N}$$



Masa në njësinë e gjatësisë së litarit është:

$$\mu = \frac{m}{l} = \frac{0,300 \text{ kg}}{6,00 \text{ m}} = 0,0500 \text{ kg/m}$$

Tash mund të përcaktohet shpejtësia e valës transversale, e cila është:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{19,6 \text{ N}}{0,0500 \text{ kg/m}}}; v = 19,8 \text{ m/s}.$$

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Vizatoni lakoren për varësinë e elongacionit të lëvizjes valore periodat e të cilave qëndrojnë në raport 1: 2.

2. Pse në mjediset me forca elastike më të mëdha shpejtësia e valëve është më e madhe.

3. Me cilat madhësi themelore karakterizohet vala dhe si është lidhja ndërmjet tyre?

4. Sipas të dhënave në figurën 4, përcaktoni shpejtësinë e përhapjes së valëve.

(Përgjigje: 0, 3 m/s)

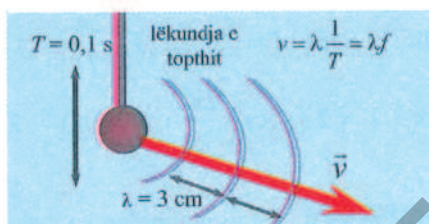


Fig. 4.

5. Gjatë kalimit të valës nga njëri mjedis në tjetrin ndryshohet edhe gjatësia valore, ndërsa frekuenca nuk ndryshohet. Si shpjegohet kjo?

6. Sa është ndryshimi rrugor dhe fazor për dy pika që lëkunden në faza të kundërta.

(Përgjigje: $\Delta x = \lambda/2$; $\Delta \phi = \pi$).

7. Sa është shpejtësia e përhapjes së valës longitudinale nëpër çelik, i cili ka modul të elasticitetit të Jungut $2,05 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$, dhe dendësi $7,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

(Përgjigje: $v=5193 \text{ m/s}$).

8. Sa është shpejtësia e përhapjes së valës longitudinale nëpër ujë, që ka koeficient të bymimit vëllimor $2,1 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ dhe dendësi 10^3 kg/m^3 .

(Përgjigje: $v=1449 \text{ m/s}$).

9. Barazimi i valës është dhënë me $y = 0,1 \cos\left(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{4}x\right)$. Të përcaktohet: a) perioda T , b) frekuenca rrethore ω dhe c) gjatësia valore λ .

(Përgj: $T=16 \text{ s}$, $\omega = \frac{\pi \text{ rad}}{8 \text{ s}}$, $\lambda=0,5 \text{ m}$)

Për 5⁺

Valët transversale mund të paraqiten edhe në sipërfaqen e lëngjeve. Valët e tilla sipërfaqësore nuk janë të kushtëzuara nga vetitë elastike të mjedisit, por nga veprimi i rëndësës së Tokës dhe forcave të tensionit sipërfaqësor.

Grimcat e valës që lëvizin kah bregu kryejnë lëvizje rrethore të njëtrajtshme, ashtu si është treguar në fig 5. Me këtë rast nuk ekziston zhvendosje horizontale (përveç bregut). Kur valët arrijnë te bregu, fërkimi me mbështetësen zmadhohet. Lëvizja rrethore është me rreze më të vogël (ndërrohet perioda), amplituda e valëve zmadhohet. Kjo veti mund të rritet kur diku në oqean do të ndodhin zhvendosje tektonike. Në këtë rast krijohen të ashtuquajtura valë *cunami* dhe ata nuk konstatohen për derisa nuk arrijnë te bregu.



Fig. 5. Krijimi i valëve cunami.

Më vitin 1964 vala cunami e krijuar nga një termet në Alaskë kur ka ardhur te bregu i Kalifornisë, ka shkaktuar valë me lartësi deri 4 metra.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- numri valor
- frekuencë rrethore
- barazimi i valës
- shpejtësia e valëve longitudinale
- shpejtësia e valëve transversale.



Duke shfrytëzuar udhëzimin e programit PEARLS dhe udhëzimin të përpunuar nga anëtarët të Tempus proektit- Shkup, 2001 nga Instituti për fizikë në sektorin *Valët*, mësoni "Valën udhëtuese"

1. 3. SUPERPOZICIONI I VALËVE.

INTERFERENCA E VALËVE

Superpozicioni i valëve

Nëse me dy shufra njëkohësisht e prekim sipërfaqen e ujit, secila nga ata do të krijoj valë rrethore e cila do të “kaloj” nëpër hapsirën e tjetrit, sikur kjo e dyta aspak nuk ekziston (fig. 1).



Fig. 1

Ngjashëm përhapen valët e zërit, valët e radios ose valët e dritës. Të përkujtohem se nëse dy instrumente muzikore tingullojnë, ne të dy i dëgjojmë pavarësisht njëri nga tjetri. Në mënyrë analoge, pavarësisht njëri nga tjetri përhapen radiovalët nga dy ose më tepër radiostacione, ose valët e dritës nga dy ose më tepër burime drite. Pra, *përvoja dhe eksperimentet na tregojnë se valët nga burimet e ndryshme përhapen pavarësisht në hapsirë.*

Megjithatë, valët nuk bashkëveprojnë, atëherë çdo pikë e hapsirës, në të cilën përhapen dy ose më tepër valë do të marrin pjesë në lëkundjet të shkaktuara nga valët veç e veç. Për ta gjetur deformimin resultant, duhet të gjendet deformimi i shkaktuar nga secila valë, madje ato të mbledhen, në raste më të shpeshta në mënyrë vektoriale, meqë ata krijohen në drejtime dhe kahje të ndryshme, ose në mënyrë skalare (algjebrike) nëse valët janë drejtuar sipas një drejtëze. Themi se në hapsirë është bërë **superpozicioni (sipërvendosja) e valëve.**

Duhet të theksojmë se ky parim vlenë vetëm për valët që kanë intensitet të vogël. Nëse valët kanë intensitet shumë të madhë, p. sh, nëpër mjedisin përhapet vala e dritës nga laserët e fuqishëm, parimi nuk vlen. Pjesa e optikës që i studion ndryshimet e këtilla quhet optika jolineare, e cila është zhvilluar në tre dekadat e fundit të shekullit njëzet.

Interferenca e valëve

Gjatë superpozicionit të dy valëve me frekuencë të njëjtë, të cilët kanë gjatësi valore të njëjtë, mund të ndodhin dukuri shumë të rëndësishme me të cilët gjerësisht do të njihemi.

Le të vendosim në një mbajtëse dy shufra të njëjta dhe mbajtësen e vendosim në një mjet i cili do të shkaktojë lëkundje të njëkohësishme të dy thuprave, të cilët goditin sipërfaqen e ujit. Në këtë mënyrë kemi fituar dy valë rrethore të njëjta me gjatësi valore të njëjtë, të cilët përhapen nga burimet. Si rezultat i përbërjes së këtyre valëve, në sipërfaqen e ujit do të ftojmë figurën e dhënë në

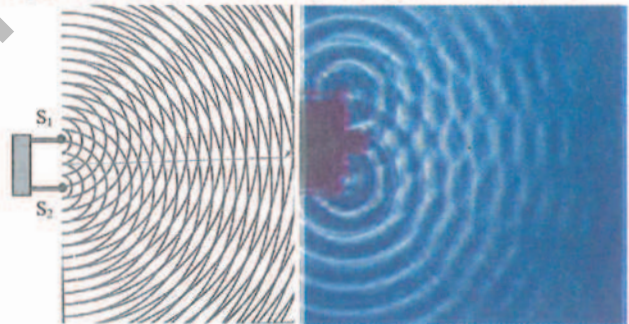


Fig. 2. Vizatimi dhe fotografia e valëve të ujit

vizatimin dhe fotografinë e figurës 2. Sikurse shihet nuk bëhet përforcim i thjeshtë i valëzimit të ujit, por figura është shumë më e ndërlikuar. Në disa vende valëzimi është shumë i përforcuar, ndërsa ekzistojnë edhe vende ku uji është në prehje.

*Dukuria e përbërjes së dy (ose më tepër) valëve gjatë së cilës në çdo pikë të hapsirës, krijohen valë me amplitudë të qëndrueshme kohore quhet **interferencë e valëve.***

Do ta shpjegojmë më detalisht në cilat kushte mund të krijohet interferenca e valëve. Për këtë qëllim do të shërbehemi me vizatimin e figurës 3. Bëhet pyetja: si do të jet amplituda e lëkundjeve në pikën M e cila nga burimet O_1 dhe O_2 gjendet në largësi d_1 dhe d_2 ?

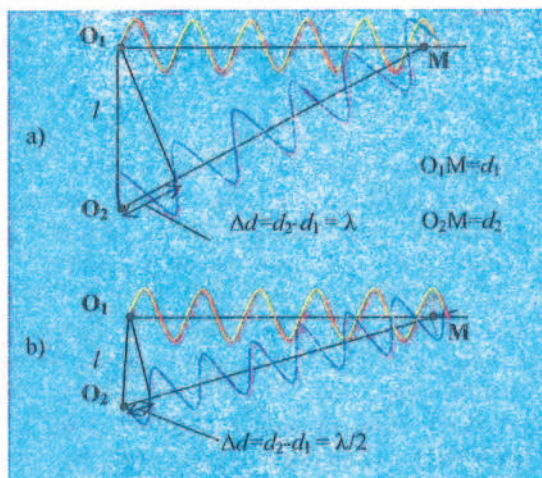


Fig. 3. Të dy burimet gjenden mes vedi në largësi l , e cila është shumë më e vogël nga largësitë d_1 dhe d_2

Rezultati i përbërjes së valëve në pikën M do të varet nga ndryshimi fazor që është shkaktuar nga ndryshimi i rrugëve të rrezeve Δd . Në kushtet kur largësia ndërmjet burimeve është shumë më e vogël nga largësia deri te pika M, $\Delta d = d_2 - d_1$. Nëse kjo largësi është λ , ose 2, 3, 4 herë më e madhe se λ ,

$$\Delta d = k\lambda \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

pika M është e detyruar të lëkundet nga të dy valët te e cila në të njëjtën kohë arrihet elongacion maksimal (amplitudë) ose vlera e saj zero (fig. 3a). Atëherë themi se valët janë në fazë. Në ato vende do të plotësohet kushti për amplitudë maksimale të lëkundjes rezultante.

Amplituda e lëkundjeve të mjedisit në një pikë të caktuar do të jetë maksimale, nëse ndryshimi i rrugëve të rrezeve i të dyja valëve që e shkaktojnë lëkundjen në pikën e caktuar është e barabartë me numër të plotë të gjatësisë valore. Në figurën 4 është dhënë varësia e elongacioneve y_1 dhe y_2 të shkaktuara nga valët për të cilët është plotësuar

kushti (1), si edhe elongacioni rezultat y , i cili sikurse shihet, është rezultat i mbledhjes së elongacioneve y_1 dhe y_2 . Prandaj, barazimi (1) e jep formulimin matematikor për kushtin e maksimumit.

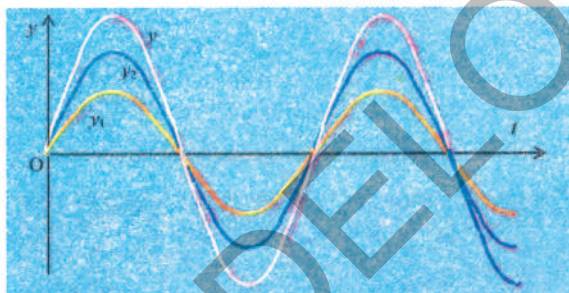


Fig. 4. y_1 (vija e kuqe) dhe y_2 (vija e kaltër) janë zhvendosjet (elongacionet) të shkaktuara nga dy valë ndërmjet të cilave ekziston ndryshimi rrugor $\Delta d = \lambda$. Në këtë rast nuk ekziston ndryshim në fazat dhe zhvendosja rezultante (elongacioni) y (vija vjollcë) është e barabart me shumën e tyre. Arrihet përforsim i lëkundjeve

Nëse largësia Δd është $\lambda/2$, (fig. 3b) ose numër tek $\lambda/2$, atëherë ndërmjet elongacioneve y_1 dhe y_2 në cilindo moment ekziston ndryshim fazor π . Lëkundjet në pikat ku është plotësuar ky kusht kanë elongacion 0, më saktë, atje lëkundje nuk ka (fig. 5). Ky është kushti për minimum:

$$\Delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

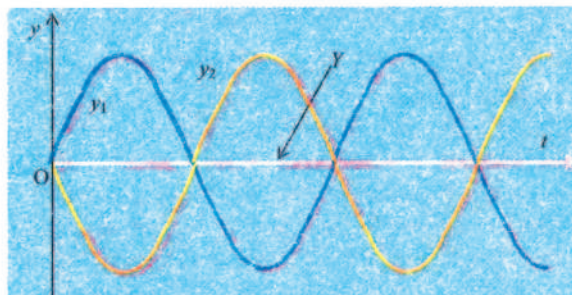


Fig. 5. Ndryshimi i rrugëve të rrezeve $\Delta d = \lambda/2$ ose numër tek gjysmëgjatësie valore. Zhvendosja rezultante y është zero. Lëkundjet janë në kundërfazë

Amplituda e lëkundjeve në një pikë të caktuar do të jetë minimale, nëse ndryshimi i rrugëve i të dyja rrezeve, që i shkaktojnë lëkundjet në atë pikë, është e barbartë me numër tek gjysmëgjatësie valore.

Kuptohet se ekzistojnë edhe pika në të cilat nuk është plotësuar as kushti (1) as kushti (2). Atje amplituda e lëkundjes rezultante ka njëfarë vlere e cila gjendet ndërmjet këtyre dy vlerave. Por, me rëndësi është se amplituda e lëkundjeve në ato pika nuk ndryshohet gjatë kohës. Prandaj, në sipërfaqen e ujit paraqitet shpërndarje e caktuar e amplitudës së lëkundjeve, e cila quhet *figurë interferente* (fig. 2a).

Interferenca si dukuri paraqitet te të gjitha llojet e valëve: valët e zërit, radiovalët dhe valët e dritës.

Burimet koherente. Valët koherente

Për të fituar figurë interferente të qetë dhe stacionare (të qëndrueshme), kusht i domosdoshëm është që burimet e valëve të kenë *frequenca të barabarta dhe fazat e lëkundjeve të tyre të jenë të barabarta, ose nëse dallohen, ndryshimi fazor i tyre të mbetet i pandryshuar gjatë kohës*. Me fjalë të tjera ndryshimi i fazave të lëkundjeve i të dy burimeve duhet mos të ndryshoj gjatë kohës. Burimet e valëve që e plotësojnë këtë kusht quhen *burime koherente*, ndërsa valët të cilat ata i krijojnë quhen *valë koherente*.

Vetëm valët koherente mund të interferojnë.

Nëse ndryshimi fazor i burimeve është i ndryshueshëm gjatë kohës, atëherë në çdo pikë pandërprerë ndërrohet ndryshimi fazor i lëkundjeve të fituar nga ata burime dhe kështu nuk mund të arrihet përfitimi i figurës së qëndrueshme të interferencës.

Duhet të shpjegohet akoma se çka ndodhë me energjinë e dukurisë së interferencës. Vallë, atje ku lëkundjet e mjedisit nuk ekzistojnë (kushti për minimum), a shndërrohet energjia në ndonjë lloj tjetër (p. sh në energji të brendëshme)?

Që t'i përgjigjemi kësaj pyetjeje duhet të përkujtojmë se energjia e valës është në

përpjestim të drejtë me katrorin e amplitudës së sajë. Atëherë del se në vendet ku lëkundjet janë maksimale kemi tepriçë të energjisë. Nga kjo është e qartë se gjatë interferencës së dritës energjia e valëve që interferojnë vetëm shpërndahet.

Interferenca e dritës. Eksperimenti i Jungut

Në fillim të shekullit 19 ende nuk dihej se edhe drita ka natyrë valore. Fizikani anglez Tomas Jung më vitin 1801 tregoi se edhe drita mund të interferoj, kjo d. t. th se edhe ajo sillet si valë.

Në çka ka qenë problemi me dritën?

Le të përpiqemi të fitojmë figurë interferente nga dy burime drite çfardo, p. sh nga dy poça elektrik. Në ekranin në të cilin bie drita nga burimet asnjëherë nuk mund të fitohen shiritat interferent. Kjo shpjegohet me faktin se burimet e rëndomtë të dritës nuk janë koherente. Sot ekzistojnë burime të dritës koherente. Ata janë laserët. Me laserët më vonë do të njihemi.

Jungu ka arritë sukses të fitoj figurë interferente me ndihmën e një burimi të rëndomtë drite me skemën të dhënë në figurën 6. Duhet theksuar se largësia ndërmjet çarjeve të pllakzës së Jungut (Yu) është shumë e vogël në krahasim me largësinë e saj nga ekrani dhe burimi.

Është vërtetuar se largësia Δz ndërmjet shiritave të ndritshëm për dritën me gjatësi valore λ , varet nga largësia L prej pengesës së Jungut Yu deri te ekrani E dhe largësisë ndërmjet dy çarjeve l :

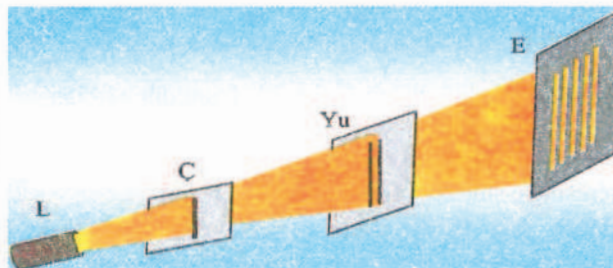


Fig. 6. Skema e eksperimentit të Jungut. Nga llamba e natriumit (burim drite monokromatike) drita bie në një çarje C, madje në pengesën me dy hapje vijëdrejtë paralele Yu. Në ekranin E krijohet figurë interferente, e cila është e përbërë prej shiritave të ndritshëm dhe të errët paralel dhe ekuidistantë

$$\Delta z = \frac{L\lambda}{l} \quad (3)$$

Më vonë është vërtetuar se edhe në raste të tjera kur nga një burim drite krijohen dy, të cilët lindin nga ai i njëjti burim, fitohet interferenca e dritës.

Interferenca e dritës përfitohet edhe gjatë pasqyrimin të dritës nga filmat e hollë me trashësi

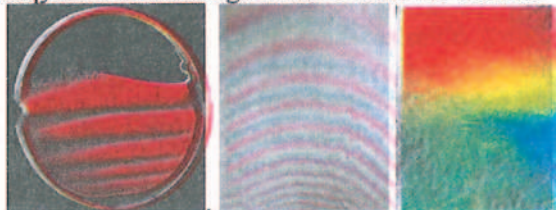


Fig. 7a

Fig. 7b

Fig. 7c

1µm. Një shtresë e hollë yndyre në ujë, fluska e sapunit (fig. 7a), sipërfaqja e hollë e oksiduar i një metali (fig. 7b), ose filmi i hollë metalik në qelq (fig. 7c) për dritën e bardhë japin lakore të ngjyrosura, të cilat janë rezultat i interferencës së dritës. Në dritën monokromatike (njëngjyrëshe) shiritat janë të ndritshëm dhe të errët. Këto shiritat quhen *lakore të trashësisë së barbartë*.

SHENBULLI 1. Përcaktoni largësinë ndërmjet shiritave interferent të eksperimenti i Jungut të realizuar me dritë me gjatësi valore 555 nm, nëse largësia ndërmjet çarjeve është $l = 1$ mm, kurse largësia e në mes pllakës së Jungut dhe ekranit L është 2 m.

Zgjidhje: Është dhënë $L=2$ m ; $l=1$ mm dhe $\lambda=555$ nm.

Nëse zavendësohen vlerat numerike në (3) për gjërësinë e shiritave fitohet $\Delta z=1,11$ mm

Për 5^+

Nxjerrja e barazimit (3)

Me ndihmën e figurës 8 mund të përcaktohen largësitë d_1 dhe d_2 nga burimet koherente deri te pika M në të cilë na intereson rezultati i interferencës

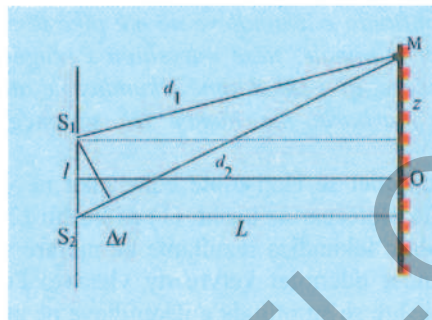


Fig. 8

Nëse me z shënohet largësia e kësaj pike M nga pika O, e cila është në mesin e figurës interferente, shihet se:

$$d_1^2 = L^2 + \left(z - \frac{l}{2}\right)^2 \quad d_2^2 = L^2 + \left(z + \frac{l}{2}\right)^2$$

prej nga:

$$d_2^2 - d_1^2 = (d_2 - d_1)(d_2 + d_1) = 2zl$$

Meqë $L \gg d_1$ dhe $L \gg d_2$ mund të logaritet se $d_1 + d_2 = 2L$, prandaj $d_2 - d_1 = \Delta d$ është:

$$\Delta d = \frac{2zl}{2L} = \frac{zl}{L}$$

Nga kushti (1) në pikën M do të jetë maksimumi i rendit k , kur është:

$$\Delta d = k\lambda \quad ; \quad \frac{z_k l}{L} = k\lambda \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

ndërsa maksimumi i rendit $(k+1)$ për :

$$\Delta d = (k+1)\lambda \quad ; \quad \frac{z_{k+1} l}{L} = (k+1)\lambda \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

Largësia ndërmjet dy maksimumeve do të jetë :

$$\Delta z = z_{k+1} - z_k = \frac{L\lambda}{l}$$

SHENBULLI 2. Ekranin është larguar nga pllaka e Jungut me dy çarje në largësi 1, 3m. Largësia ndërmjet çarjeve të pllakës është 0,03 mm. Maksimumi i rendit të dytë gjendet në largësi $z = 4,5$ cm. Përcaktoni gjatësinë valore të dritës së përdorur. **Zgjidhje:** Do të shërbehemi me barazimin (4). Janë dhënë: $k=2$; $l=0,03$ mm = $3 \cdot 10^{-5}$ m, $z = 4,5$ cm dhe $L = 1,3$ m. Për gjatësinë valore fitohet:

$$\lambda = \frac{zl}{2L} = 560 \text{ nm}$$

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- superpozicioni i valëve
- interferenca e valëve
- kushti për maksimum
- kushti për minimum
- burimet koherente
- valët koherente



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Piruni akustik me frekuencë 2000 Hz rrotullohet me dorë. Zërin që e dëgjojnë njerëzit në afërsi pandërpre e ndryshon intensitetin. Pse?
2. Bëre këtë eksperiment. Në një enë të gjërë të cekët derdhni ujë (fig. 9a). Për këtë qëllim mund të na shërbejë një tavë e zakonshme. Merrni dy thupra, ashtuqë me të parën le ta takoni ujin Ju, ndërsa me të dytën shoku ose shoqja e Juaj. A janë burimet koherente?



Fig. 9

3. Të dy thuprat e njëjta vendosni në një mbajtëse dhe në mënyrë ritmike preke sipërfaqen e ujit (fig. 9 b). Çka konstatojnë?
4. Si duket figura në ekran nëse gjatë realizimit të eksperimentit të Jungut përdoret drita e bardhë?
5. Burimi i dritës emeton dritë me dy gjatësi valore: $\lambda_1 = 430 \text{ nm}$ dhe $\lambda_2 = 510 \text{ nm}$. Burimi është përdorur për eksperimentin e Jungut, me çrast largësia ndërmjet pllakës së Jungut dhe ekranit ka qenë 1,5 m, ndërsa largësia ndërmjet çarjeve të pllakës së Jungut është 0,025 mm. Gjeni largësinë ndërmjet maksimumeve të rendit të tretë të gjatësive valore përkatëse.

(Përgjigje: $z_{3,\lambda_1} - z_{3,\lambda_2} = 1,44 \text{ cm}$)



1. Kërkoni në internet veb faqen:

Young's experiment

www.physicsclassroom.com/class/light/u1211b

dhe simuloni çka ngjanë kur ndërrohet largësia ndërmjet çarjeve në pllakën e Jungut, ose si ndërrohet figura kur ndryshohet gjatësia valore.

2. Duke shfrytëzuar udhëzimin e programit PEARLS dhe udhëzimin e përpunuar nga anëtarët e projektit Tempus-Shkup, 2001 nga Instituti për fizikë në sektorin Valët, mësoni "Përzierja e valëve".

3. Me ndihmën e treguesit laserik nxirre eksperimentin e Jungut, ashtuqë tufën do ta drejtoni direkt në pllakën e Jungut. Në ekran litohej njolla ekuidistante.

Me shfrytëzimin e sensorit të dritës dhe sensorit të zhvendosjes në Coach interfejsin, përcaktoni vendet e maksimumeve në ekran dhe mate largësinë ndërmjet tyre. Nëse parapakisht e keni mat largësinë ndërmjet çarjeve të pllakës dhe largësinë ndërmjet pllakës dhe ekranit, duke shfrytëzuar barazimin (3) mund ta përcaktoni gjatësinë valore të dritës së laserit.

Keni kujdes, largësi ndërmjet pllakës dhe ekranit duhet të jetë mjaftë e madhe. Poashtu keni kujdes sensorin e dritës ta mbani tamam në drejtim të njollës së vendosur.



Thomas Young (1773-1829)

Thomas Young (1773-1829)

është shkencëtarë i njohur britanik.

Është i lindur në Milverton, Angli.

Ka ditur të lexoj kur pasur 2 vjet. Në

moshën 14 vjeçare ka ditur 8 gjuhë.

Ka kryer medicinën dhe ka punuar si mjek

dhe si profesor i shkencave natyrore

Përveç eksperimentit të tij të njohur për interferencën e dritës, ai ka hulumtuar edhe dukuri të tjera optike: dispersionin, përthyerjen e dyfishtë të dritës. Është i njohur edhe nga hulumtimet për vetitë elastike të materialeve. Është interesante se ai ka qenë i pari që ka pas sukses t'i zgjedh mbishkrimet të shkruajtura me hieroglifë



coherens (lat.) = që mbahet bashkarishtë, i lidhur, i ngjitur

1. 4. PARIMI I HAJGENS-FRENELIT

Parimi i Hajgensit

Një varg dukurishë që janë të lidhur me përhapjen e valëve, pasqyrimi, përrhyerja e tyre etj, thjeshtë mund të shpjegohen nëse dihet fronti valor i valës.

Më vitin 1690 fizikani holandez Hajnrih Hajgens ka propozuar një mënyrë të thjeshtë si të përcaktohet fronti i valës në momentin $(t+\Delta t)$, nëse dihet pozita e frontit në momentin t .

Hajgens ka supozuar se çdo pikë e frontit të valës në momentin t paraqet **burim sekondarë** të valës elementare sferike. Fronti i valës në momentin $(t+\Delta t)$ do të jetë anvelopë e përbashkët e këtyre valëve sekondare.

Do ta ilustronim idenë e Hajgensit nëpërmjet përhapjes së valës në mjedisin homogjen.

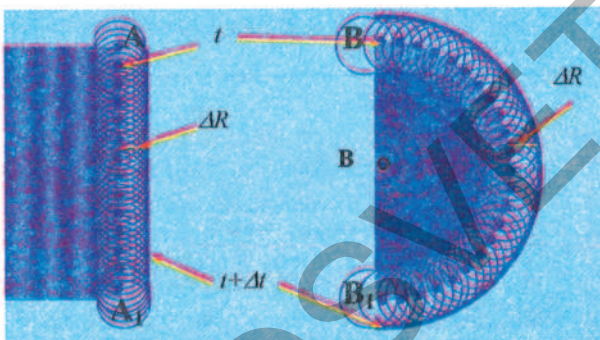


Fig. 1 Proeksioni i valës së rrafshët dhe sferike në rrafsh (rafshi i burimit të valës sferike)

Në figurën 1 majtas është dhënë fronti i valës së rrafshët AA_1 . Në momentin t , ai paraqet rrafsh. Çdo pikë e atij rrafshi është burim i valës sferike elementare, ndërsa anvelopa e përbashkët e këtyre valëve përsëri është rrafsh.

Kjo d. t. th se fronti valor në momentin $(t+\Delta t)$ fitohet në largësi ΔR :

$$\Delta R = v\Delta t \quad (1)$$

Në të njëjtën figurë djathtas është treguar përhapja e valës sferike në rrafshin e burimit B.

Atje fronti i valës në momentin t është sfera BB_1 , meqë çdo pikë e saj paraqet burim të valës sferike elementare, anvelopa e tyre e përbashkët është përsëri sferë-front valor në momentin $(t+\Delta t)$.

Burimet sekondare janë koherente

Hajgens është mbrojtës i madh për natyrën valore të dritës, por idea e tij aspak nuk ka qenë e pranuar deri në paraqitjen e fizikanit frances Frenelit, i cili parimin e Hajgensit e plotësoi dhe e sqaroi. Me fjalë të tjera, Freneli pohon dhe me një varg eksperimentesh edhe e vërteton, se valët elementare sekondare të cilët qëndrojnë në frontin e valës janë koherente. Prandaj, fronti valor në cilën do pikë në çastin pas kalimit të kohës Δt fitohet si rezultat i interferencës së valëve sekondare

Sipas kësaj **parimi i Hajgens-Frenelit** shprehet:

Çdo pikë në hapsirë e goditur nga valëzimi (çdo pikë e frontit të valës) është burim i valës sferike elementare (sekondare), ndërsa interferenca e valëve sekondare e përcakton valëzimin në cilën do pikë deri te e cila arrin vala në momentin pasues.

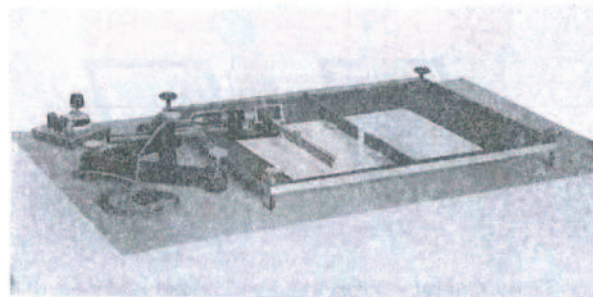


Fig. 2 Aparatura për valët të ujit

Parimi i Hajgens - Frenelit mund të vërtetohet me eksperimente të kryera në valët e ujit. Në një enë të cekët me ujë në njërën skaj montohet një shufër vijëdrejtë e cila me ndihmën e një motori lëkundet lart-posht duke e prekur sipërfaqen e ujit (fig. 2). Kështu në sipërfaqen e ujit fitohet valë e rrafshët frontet valore të të cilëve janë drejtëza paralele.

Në rrugën e kësaj vale të rrafshët, paralel me frontin e valës, është vendosur pengesa me një hapje të vogël (vrinë). Është treguar se kjo vrinë (të cilën mund ta konsiderojmë si pikë) bëhet burim i valëve sferike elementare. Pas pengesës përhapet valë rrethore. Në fotografimin të fig. 3 shihet vala sferike e fituar.

Pjesën e dytë të parimit të Hajgens-Frenelit do ta tregojmë përsëri me ndihmën e valëve në ujë.



Fig. 3.

Në të njëjtën enë me ujë vendoset të lëkundet një mbajtëse me m] shumë shufra (dhëmbëza) (fig. 4), ashtuqë ata ta godasin ujin njëkohësisht. Çdo shufër paraqet burim të valës sferike, meqë ata janë burime koherente, valëzimet e tyre interferojnë. Si rezultat i

interferencës, në një largësi të caktuar fitohet vala e rrafshët (këtu vijëdrejtë), (fig. 5).



Fig. 4



Fig. 5

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- valë sekondare
- parimi i Hajgens-Frenelit



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Bëje eksperimentin e këtij lloji në kushte shtëpiake. Në një ëhë me të gjërë të cekët futni ujë. Për këtë qëllim mund të shërbej edhe një tavë e

zakonshme më e gjërë Në tehet e enës vendosni një pëlhurë që ti iket, së paku pjesërisht, pasqyrimin të valëve nga muret e enës. Në mesin e enës vendosni dy pengesa (fig. 6). Në njërën anë me një thupër të shkurtë preke ujin ritmikisht. Çka vëreni pas pengesës? Vizato si duket vala pas hapjes së pengesës.

2. Në enën e njëjtë Bëje eksperimentin të ngjashëm me atë të dhënë në fig. 5 (fig. 7). Nëse në mënyrë ritmike e lëvizim dorën do të fitoni valë të rrafshët.

3. Çka mendoni, nëse si burim që ritmikisht e prek ujin, përdorni ndonjë trup në formë të lakuar, a do të ndryshoj fronti valor pas pengesës në eksperimentin fig. 6?



fig. 6.

fig. 7

Kërkoni në internet
vëb faqet:
Huygens' principle

1. [The Physics of Light: Huygens' Principle library.thinkquest.org/27356/p_huygens.htm](http://ThePhysicsofLight.HuygensPrinciple.library.thinkquest.org/27356/p_huygens.htm) - 14k -
 2. [Huygens' principle farside.ph.utexas.edu/~rfitz/teaching/3021/lectures/node135.html](http://Huygens.principle.farside.ph.utexas.edu/~rfitz/teaching/3021/lectures/node135.html)
- dhe studioni formimin e frontit të valës me ndihmën e parimit të Hajgens-Frenelit.



H. Hajgens (Hristian Huygens, 1629-1695) është fizikan dhe matematikan holandez i shquar, krijues i teorisë së parë valore për dritën më 1690. Ai i pari e ka dhënë formulën për periodën e lavjerrësit dhe ka ndërtuar orë me lavjerrës.

Punët e tij matematikore kanë të bëjnë me prerjet konike, cikloidën dhe teorinë e gjasave. Me përsosjen e teleskopit ai e zbuloi satelitin e Saturnit të quajtur Titan dhe ka treguar se unaza e Saturnit nuk e prek sipërfaqen e tij.

1.5. PASQYRIMI DHE PËRTHYERJA E VALËVE

PASQYRIMI I PLOTË

Pasqyrimi dhe përthyerja e valëve

Nëse ndonjë valë bie në sipërfaqen kufitare të ndonjë trupi, ai prej tij pjesërisht pasqyrohet (reflektohet). Ky pasqyrim, varësisht nga ajo se a është sipërfaqja e lëmuar ose shumë e vrazhdë, mund të jetë i kahjesuar ose difuz (i shpërhapur).

Do të supozojmë se kemi dy mjedise homogjene të ndara me një sipërfaqe kufitare të rrafshët.

Në këtë sipërfaqe kufitare le të bjerë vala e rrafshët, e cila në atë pjesërisht do të pasqyrohet. Këndi që e mbyll rrezja e valës rrënës dhe pingules AA' (fig. 1 dhe 2) quhet **këndi rrënës** (α). Pas pasqyrimit nga i njëjti mjedis, rrezja e valës së reflektuar me pingulen do të mbyll kënd β , i cili është i barabartë me këndin rrënës:

$$\alpha = \beta \quad (1)$$

Këndi β quhet **kënd i pasqyrimit**.

Ligji i Sneliusit për pasqyrimin shprehet:

Gjatë pasqyrimit nga sipërfaqja kufitare e dhënë, këndi rrënës është i barabartë me këndin e pasqyrimit. Rrezja rrënës e valës së caktuar, pingulja e saj dhe rrezja e pasqyruar qëndrojnë në të njëjtin rrafsh.

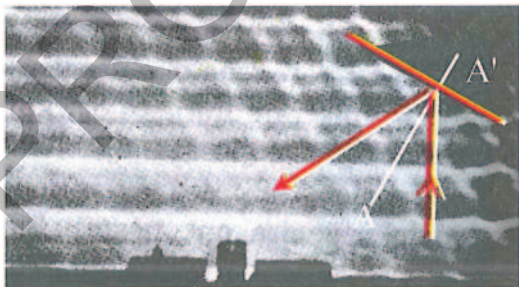


Fig. 1. Fotografia e pasqyrimin të valëve të ujit. Me ngjyrë të kuqe janë shënuar rrezja rrënës dhe e pasqyruar

Kjo veti e valëve, e cila vlenë për të gjitha llojet e valëve (mekanike, të zërit, të dritës, radiovalëve dhe të ngjashme), mund të demonstron thjeshtë me ndihmën e valëve në ujë.

Nëse në kadën për valët në ujë përdoret burim linear, ndërsa në rrugën e valës nën një kënd të caktuar me frontin valor vendoset pengesa vijëdrejtë, fronti valor i reflektuar mbyll të njëjtin kënd ndaj pingules të rrafshit kufitar si edhe fronti valor rrënës (fig. 1)

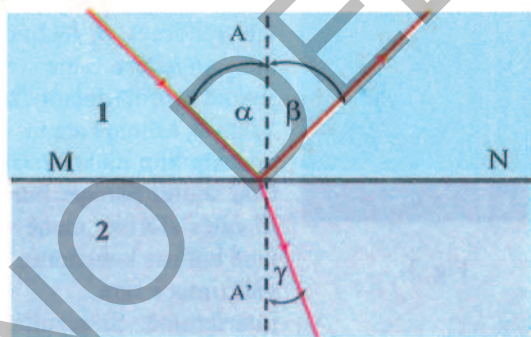


Fig. 2. Sipërfaqja kufitare MN ndërmjet dy mjedisve homogjen 1 dhe 2, pingulja e saj AA' dhe rrezja rrënës dhe e reflektuar (të shënuar me të kuqe) dhe rrezja e përthyer (e shënuar me vjollcë)

Por, në kufirin e dy mjedisve në të cilët valët lëvizin me shpejtësi të ndryshme, përveç pasqyrimin, bëhet edhe përthyerja e valës (fig. 2).

Këndi i përthyerjes γ është këndi ndërmjet pingules dhe rrezes së përthyer, ndërsa madhësia e tij varet nga ajo se si është raporti ndërmjet shpejtësisë së përhapjes në mjedisin rrënës v_1 dhe shpejtësisë në mjedisin në të cilin përthehet rrezja v_2 :

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21} \quad (2)$$

Raporti ndërmjet shpejtësive në mjediset 1 dhe 2, n_{21} quhet **tregues (indeks) relativ i përthyerjes** të mjedisit të dytë në raport me të parin

Edhe dukuria e përthyerjes së dritës mund të tregohet me ndihmën e valëve në ujë. Shpejtësia e

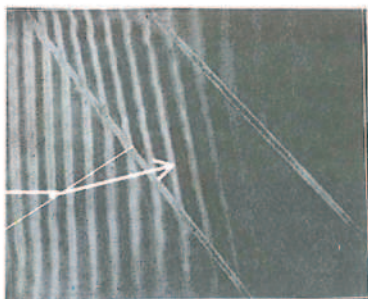


Fig. 3 Përthyerja e valëve të ujit. Rrezja rrënëse dhe e përthyer janë shënuar me ngjyrë të kuqe

këtyre valëve varet nga thellësia e ujit. Sa më e madhe të jetë thellësia e ujit, më e madhe është edhe shpejtësia e valës. Kështu, nëse në rrugën e përhapjes së valës së rrafshët të ujit vendoset pllakë e qelqit, por ashtuqë mbi të ketë ujë, shpejtësia e përhapjes së valës në atë pjesë do të jetë më e vogël. Nëse tehu i pllakës së qelqit mbyll njëfarë këndi në raport me frontin valor, këto valë në atë pjesë do të përthchen (Fig. 3)

Për përthyerjen e valëve vlenë ligji i Sneliusit: *Gjatë përthyerjes së valëve, rrezja rrënëse, pingulja dhe rrezja e valës së përthyer qëndrojnë në rrafsh të njëjtë. Raporti i sinusit të këndit rrënës dhe sinusit të këndit të përthyerjes është i barabartë me raportin e shpejtësive të përhapjes së valës në mjedisin nga i cili rrezja bie dhe shpejtësia e valës në mjedisin në të cilin vala bën përthyerje. Ky raport quhet tregues relativ i përthyerje së mjedisit të 2 në raport me mjedisin 1.*

Treguesi absolut i përthyerjes

Ligjet e Sneliusit vlejnë për të gjitha llojet e valëve. Ekzistojnë valë të cilat përhapen edhe pa ekzistencën e substancës nëpër të cilat do të përhapej ajo, p. sh. në vakuum. Të tillë janë valët e dritës, radiovalët dhe të gjitha llojet tjera të valëve elektromagnetike, për të cilat më gjerësisht do të mësosh më vonë. Te këto valë futet kuptimi **tregues absolut i përthyerjes**. Ai paraqet raportin ndërmjet shpejtësisë së përhapjes së valës në vakuum (c) dhe shpejtësisë së përhapjes në

mjedisin e caktuar (v). Pra, treguesi absolut i përthyerjes për një mjedis është:

$$n = \frac{c}{v} \quad (3)$$

Ai është numër pa dimensionë dhe gjithmonë është më i madh se njëshi, sepse shpejtësia e përhapjes së valëve elektromagnetike në vakuum është shpejtësia e mundshme maksimale. Në çdo mjedis tjetër shpejtësia e tyre është më e vogël.

Shpesh herë me tregues të përthyerjes të një mjedisi të caktuar nënkuptohet treguesi absolut i përthyerjes. Në optikë kjo madhësi paraqet veti kryesore optike të materialit. Ajo është madhësi e cila varet nga gjatësia valore e valës që bie. Në tabelën I janë dhënë vlerat e treguesit absolut të përthyerjes të disa materialeve të tejdrukshme.

Tabela I

Materiali	n
ajri	1,0029
uji	1,333
glicerini	1,47
akulli	1,31
qelqi (kron)	1,57
qelqi (flint)	1,80
rubini	1,76
diamanti	2,42

Sikurse mund të shihet, treguesi i përthyerjes së ajrit është afërsisht i barabartë me 1. Prandaj me tregues absolut të përthyerjes shpesh nënkuptohet treguesi i përthyerjes së një mjedisi të caktuar në raport me ajrin.

Mjediset të cilat kanë tregues absolut të përthyerjes më të vogël (d. t. th v të madhe), quhen **optikisht të rallë**, ndërsa mjediset me tregues të përthyerjes më të madh (d. t. th v më e vogël) i quajmë **optikisht më të dendura**.

Ligji i Sneliusit për përthyerjen ndërmjet dy mjedisëve 1 dhe 2, mund të tregohet edhe nëpërmjet treguesve absolut të përthyerjes n_1 i n_2 :

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\frac{c}{n_1}}{\frac{c}{n_2}} \quad \text{ose} \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} \quad (4)$$

Gjatë kalimit të dritës nga mjedisi optikisht më i rrallë në atë më të dendur, rrezja përtshet kah pingulja, ndërsa nëse rrezja kalon nga mjedisi optikisht më i dendur në atë optikisht më të rrallë përtsherja bëhet nga pingulja (fig. 4).

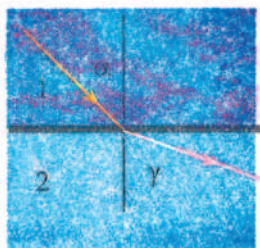


Fig. 4. Përtsherja nga mjedisi më i dendur në atë më të rrallë

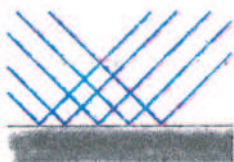


Fig. 5a

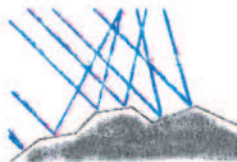


Fig. 5b

Drita që bie pingul në sipërfaqen kufitare nuk e ndërton drejtimin.

Në sipërfaqen kufitare ndërmjet dy mjedisve drita pjesërisht pasqyrohet dhe pjesërisht përtshet. Me këtë rast gjatë rrënies nën një kënd në sipërfaqen kufitare të lëmuar, pasqyrimi, respektivisht përtsherja është e kahjesuar (fig. 5a); por nëse sipërfaqja kufitare është e vrazhdë, pasqyrimi dhe përtsherja janë difuze (fig. 5b). Çdo pjesë e vogël e sipërfaqes së vrazhdë mund të logaritet si rrafshë i vogël me drejtime të ndryshme dhe prandaj nuk është e mundur kahjesimi i të gjitha rrezeve të pasqyruara.

Pasqyrimi i plotë (reflektimi total)

Në një kadë më të thellë futet ujë me një sasi të vogël pudër të lëngët ose qumsht. Si burim të dritës përdoren një tregues laseril L (fig. 6). Grimcat e imëta të pudrës e pasqyrojnë dritën dhe kështu tufa e dritës së laserit shihet. Mbi kadë gjendet ajri dhe për tu shikuar tufa edhe atje duhet që në ajër të gjenden grimca të imëta pluhuri ose tym i cigares. Mbi kadën është vendosur pllakë qelqi që të ruhet tymi.

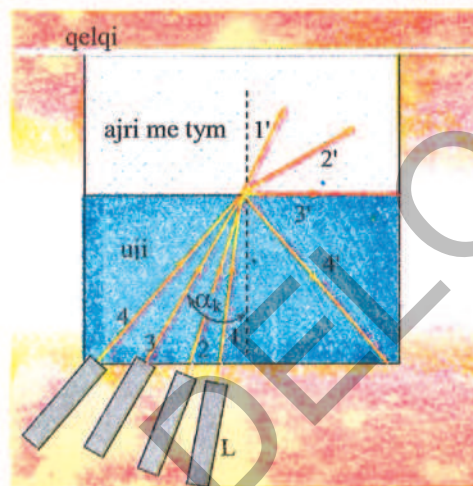


Fig. 6 Rrezet 1 dhe 2 bien me kënde më të vogla nga këndi kufitar dhe ata përtshen. Rrezja 3 bie nën kënd kufitar (α_k), ndërsa rrezja 4 plotësisht pasqyrohet

Nëse drita e laserit L drejtohet të bjerë nga uji në sipërfaqen ujë-ajër dhe këndi rrënës gradualisht zmadhohet, për një kënd të caktuar drita do të fillojë të rrëshqas nëpër sipërfaqen ujë-ajër, d. t. th këndi i përtsherjes do të jetë 90° . Ky kënd rrënës quhet **kënd kufitar i pasqyrimin të plotë** (α_k), sepse nëse drita bie nën një kënd më të madh nga ai kufitar ajo më nuk përtshet, por do të bëjë pasqyrim të plotë (rrezja. 4); rrezja plotësisht e pasqyruar është rrezja 4'.

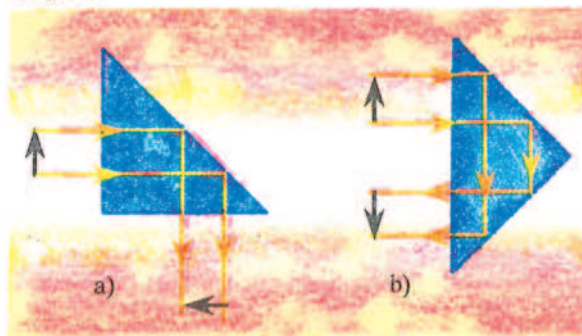


Fig. 7. Pasqyrimi i plotë (i brendshëm) në prizëm. Në prizmin a) drita e ndërton drejtimin dhe kahjen për 90° ndërsa në prizmin b) për 180°

Sipas ligjit të Snelliusit për përrhyerje barazimi (4), kur në sipërfaqen kufitare bie rrezja nën kënd kufitar α_k (atëherë këndi i përrhyerjes është $\gamma = 90^\circ$), për këndin kufitar të pasqyrimin të plotë fitohet barazimi që vijon:

$$\frac{\sin \alpha_k}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} \Rightarrow \sin \alpha_k = n_{21} \quad (5)$$

Kështu, për, qelqin $\alpha_k \sim 43^\circ$, varësisht nga tipi i qelqit, për diamantin, $\alpha_k \sim 24,5^\circ$, i cili është më e vogël se cila do substancë tjetër. Kjo d. t. th se drita që bie në qelq nën kënd më të madh se 43° totalisht do të pasqyrohet.

Përderisa, p. sh, pasqyrat të lyera në pjesën e pasme me argjend ose alumin reflektojnë vetëm 90%- nga drita rrënëse, prizmat të ndërtuara prej qelqi të dhëna në figurën 7, totalisht e reflektojnë dritën rrënëse.

Prizmat e tilla për pasqyrim të plotë kanë gjetur zbatim të më tepër mjete optike, si p. sh te dylbia, periskopi etj.

Pasqyrimi i plotë zbatim më të madh gjenë te fiber-fijet. Ata janë fije të holla të tejdukshme prej qelqi ose ndonjë material tjetër të tejdukshëm në të cilin drita bartet në rrugë të pasqyrimin të plotë të brendshëm (fig. 8).

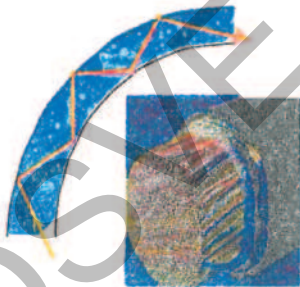


Fig. 8.

Fiber-fijet sot janë pjesë përbërse e një seri mjeteve medicinale me të cilat bëhet kontrolli e organeve të brendshme të pacientëve. Të tillë janë endoskopët, bronhoskopët etj.

Por, fiber – optika zbatim më të madh ka në teknikë gjatë transmetimit të informatave. Nëpërmjet transmetimit optik është e mundur transmetimi i një numri të madh informatash, prandaj ata janë pjesë përbërse të kabllave optik (fig. 8) të cilët shfrytëzohen jo vetëm te kompjutorët por edhe te sistemet transmetuese të jashtme.

SHENIMILLI 1. Të tregohet se drita gjatë kalimit nëpër pllakën planparalele nuk e ndërron drejtimin dhe kahjen.

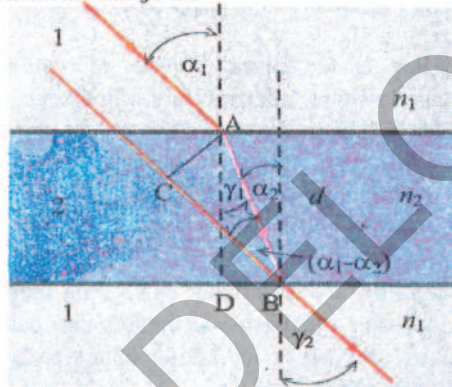


Fig. 9

Zgjidhje. Nga fig. 9 shihet se $\gamma_1 = \alpha_2$. Sipas ligjit të Snelliusit për përrhyerje:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} \quad \text{dhe} \quad \frac{\sin \alpha_2}{\sin \gamma_2} = \frac{n_1}{n_2} = n_{12}.$$

Nga këtu nga të dy barazimet e përcaktojmë raportin $\frac{n_2}{n_1}$ dhe i barazojmë, fitohet:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = \frac{\sin \gamma_2}{\sin \alpha_2}, \text{ meqë këndet } \gamma_1 \text{ dhe } \alpha_2 \text{ janë të}$$

barabartë, fitohet: $\alpha_1 = \gamma_2$ me çka kemi dëshmuar se drejtimi dhe kahja e rrezes nuk janë ndryshuar. Gjatë kalimit nëpër pllakën planparalele rrezja e dritës vetëm zhvendoset.

SHENIMILLI 2. Mbi pllakën e qelqit me tregues të përrhyerjes $n_1 = 1,55$ gjendet uji me tregues të përrhyerjes $n_2 = 1,33$. Rrezja e dritës bie nga mjedisi i qelqit në sipërfaqen kufitare qelq-uje. Në cilin kënd ajo duhet të bjerë në këtë sipërfaqe kufitare për të bërë pasqyrimin të plotë?

Zgjidhje: Këndi kufitar i pasqyrimin të plotë është dhënë në barazimin (5):

$$\alpha_k = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,33}{1,55} \Rightarrow \alpha_k \cong 59^\circ.$$

D. t. th këndi rrënës duhet të jet më i madh se 59° .

Për 5⁺ Pasqyrimi dhe përrhyerja dhe parimi i Hajgens-Frenelit

Sjellja e të gjitha llojeve të valëve në sipërfaqen kufitare ndërmjet dy mjedisve në të cilët valët përhapen me shpejtësi të ndryshme dhe ligjet e Sneliusit mund të shpjegohen përmes parimit të Hajgens-Frenelit. Për këtë qëllim do të na shërbej vizatimi në fig. 10.

Supozojmë se tufa e valës së rrafshët bie në sipërfaqen kufitare të rrafshët MN. Vala pjesërisht pasqyrohet dhe pjesërisht përthëhet. Pse paraqitet kjo dukuri dhe nën cilët kënde bëhet pasqyrimi, respektivisht përrhyerja?

Fronti valor i valës rrënoe e shënuar me AA₁, kur rrezet e tij bien nën kënd α , nuk arrijnë njëkohësisht në sipërfaqen kufitare, por në momentin kur rrezja 1 është në pikën A, rrezja 2 është në pikën A₁. Gjatë intervalit kohor për të cilin rrezja 2 do të arrijë nga pika A₁ deri të pika B, me të gjitha pikat e sipërfaqes kufitare të segmentit AB gradualisht arrijnë vala dhe ata sipas parimit të Hajgens-Frenelit bëhen burime të valëve sferike elementare. Këto valë përhapen me shpejtësi të ndryshme në mjediset 1 dhe 2, prandaj edhe rrezet e tyre në këto mjedisje janë të ndryshëm. Me të kuqe janë shënuar valët në mjedisin 1, kurse me ngjyrë vjollcë valët në mjedisin 2.

Në momentin kur rrezja 2 arrijnë në pikën B të sipërfaqes kufitare, si rezultat i interferencës së valëve sekondare krijohen fronte valore në mjedisin 1, BB₁, ndërsa në mjedisin 2 fronti valor BB₂. Nga figura shihet se të dy trekëndshat $\triangle AA_1B$ dhe $\triangle AB_1B$ janë të përputhshëm (ata janë kënddrejt dhe kanë hipotenuzë të përbashkët ndërsa AB₁=BA₁, sepse ata janë rrugët e kaluar të valës në mjedisin rrënoe për kohën Δt për të cilën rrezja 2 ka kaluar rrugë nga A₁ deri të B). Nga figura shihet se :

$\angle B_1BA = \beta$ dhe $\angle A_1AB = \alpha$ si kënde me krahë pingul. Meqë këto kënde janë të barabartë, përshkak të ngjashmërisë së trekëndshave del se:

$$\alpha = \beta$$

me çka është vërtetuar barazimi (1) për pasqyrimin e valëve.

Për të vërtetuar barazimin 2 duhet ti analizojmë trekëndshat $\triangle AB_1B$ dhe $\triangle ABB_2$. Ato janë

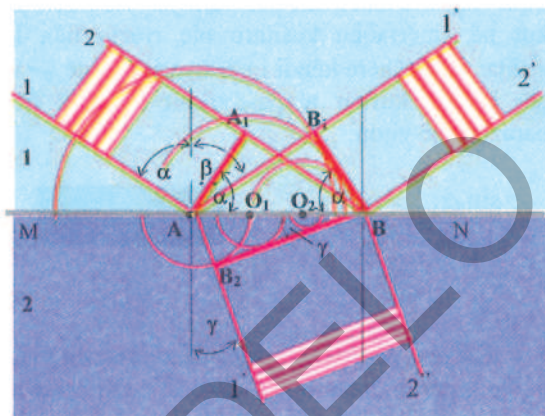


Fig. 10

trekëndsha kënddrejt. Kateta AB₁ e $\triangle AB_1B$ paraqet rrugën e kaluar të rrezes 1 në mjedisin 1 gjatë intervalit kohor Δt për të cilën rrezja 2 ka kaluar nga pika A₁ në pikën B. Për intervalin e njëjtë kohor rrezja e përrhyer 1 në mjedisin e dytë e kalon rrugën AB₂. Kështu:

$$AB_1 = v_1 \Delta t \quad \text{dhe} \quad AB_2 = v_2 \Delta t. \quad (6)$$

Meqë këndi $\angle ABB_2 = \gamma$, si kënde me krahë pingul, nga figura shihet se:

$$\frac{AB_1}{AB} = \sin \alpha \quad (7)$$

$$\text{dhe} \quad \frac{AB_2}{AB} = \sin \gamma \quad (8)$$

me zëvendësimin e barazime (6) në (7) dhe (8) fitohet:

$$\frac{v_1 \Delta t}{AB} = \sin \alpha \quad \text{dhe} \quad \frac{v_2 \Delta t}{AB} = \sin \gamma.$$

Nëse barazimin e majtë e pjestojmë me barazimin e djathtë do të fitohet:

$$\frac{\frac{v_1 \Delta t}{AB}}{\frac{v_2 \Delta t}{AB}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} \quad \text{ose} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} \quad (9)$$

Me çka sqarohet barazimi (2) për përrhyerjen e valëve.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- këndi rrënës
- këndi i pasqyrimt (reflektimit)
- këndi i përrhyerjes
- treguesi relativ i përrhyerjes
- treguesi absolut i përrhyerjes
- mjeçdisi optikisht më i rrallë dhe më i dendur
- këndi kufitar i pasqyrimt të plotë
- fiber-fijet

**Pyetje, detyra dhe aktivitete**

1. Pasqyrimi dhe përrhyerja janë karakteristike për të gjitha llojet e valëve. Tregoni shembuj se ku ata vijnë në shprehje të valët e zërit, valët e ujit ose të valët e dritës.

2. Si pasqyrohet drita nga faqja e librit që e lexojmë, në mënyrë difuze apo të kahjesuar?

Shpjegoni përgjigjen.

3. Përrhruaje dukurinë të dhënë në figurën 11. Në cilin vend fëmija e sheh peshkun?

4. Në një bazen zhyteni dhe e shikoni Diellin a do të duket Dielli më lartë apo më ulët se qielli?



Fig. 11

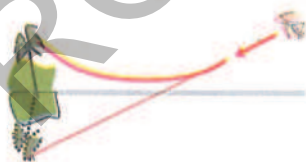


Fig. 12

5. Dukuria fatamorgana shpjegohet me ndihmën e pasqyrimt të plot (fig. 12). Përpuni ta shpjegoni duke e shikuar figurën, dhe duke pasqyrysh se në shkretirat ajri në afërsi të sipërfaqes së Tokës është më i nxehur. Pse vrojtuesi e sheh drurin të pëmbysur?

6. Pas enës me ujë gjendet një qiri i ndezur. Ena ka formë kuadri. Si është shembëllimi i qiririt që e sheh vrojtuesi, nëse syri është vendosur ashtuqë e sheh qiririn nën kënd i cili është më i madh se këndi kufitar të pasqyrimt të plotë (fig. 13)?

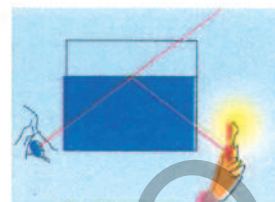


Fig. 13

7. Diamanti ka tregues absolut të madh të përrhyerjes (shikoe tabelën). Përcaktoni shpjëtësinë e dritës në diamant.

8. Figura 14 e sqaron ndriçimin e diamantit në ajër. Çka mendoni a do të ndriçoj ai njësoj intensivisht nëse futet në ujë?

9. Sa është treguesi relativ i përrhyerjes diamant-ujë?

10. Në shtëpi bëre këtë eksperiment. Me qiri tymose një lugë dhe fute ate në ujë. Luga në ujë nuk do të duket e tymosur. Ajo në ujë do të ndriçojë me shkëlqim të plotë.

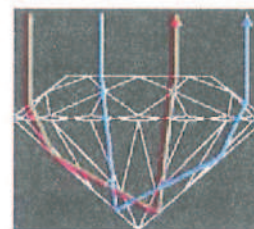


Fig. 14

Shpjegoe eksperimentin.

Keni parasysh se në grimcat e tymit ka shumë fluska të ajrit.

Provoni në internet veb faqet:**1. Huygens's principle**

www.physics.hk.com/ALPhysics/wave/reflection/huygen.htm - 2k -;

wave propagation reflection/refraction

www.phy.ntnu.edu.tw/java/propagation/propagation.html - 6k -

dhe linka të tjerë të ngjashëm dhe simuloni proceset

2. Duke shfrytëzuar udhëzimin e programit PEARLS dhe udhëzimin e përpunuar nga anëtarët e projektit Tempus_Shkup, 2001 nga Instituti për fizikë të sektorit Optika, mësoni "Përrhyerja e dritës"

3. Provoni përrmbajtjen përkatse edhe në programin "OPTICS PHENOMENA".



fibre (lat. fr.) = qime, fije

1. 6 VALËT E QËNDRUESHME

Impulsi valor gjatë pasqyrit

Le të marrim një zorë gome dhe me dorë le të prodhojmë vetëm një impuls valor (fig. 1). Skaji i zorës le të jetë i përforcuar për një mur (mjedis me dendësi më të madhe) (fig. 1a). Kur impulsi valor do të arrijë te muri ai do të pasqyrohet. Gjatë këtij pasqyrimi muri vepron në zorën e gomës, ashtu që impulsi i pasqyruar do ta ndërroj kahjen e deformimit (fig. 1b). Themi se:

Gjatë pasqyrit të valës nga mjedisi më i dendur është bërë ndërrimi i fazës së valës për $\varphi = \pi$.

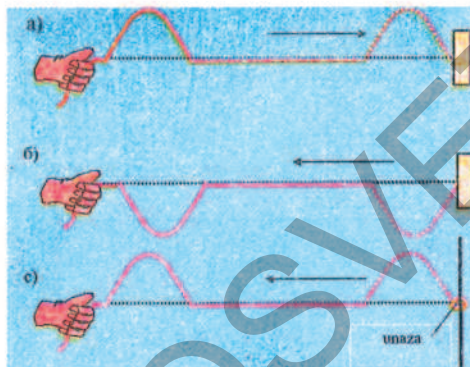


Fig. 1. Pasqyrimi i impulsit valor; a) impulsi arrinë deri te mjedisi i fiksuar; b) impulsi i pasqyruar nga skaji i fiksuar këthehet prapa, por gjatë pasqyrit bëhet humbja në fazë për π ; c) pasqyrimi i impulsit në rastin e skajit të lirë të zorës-nuk ndërrohet faza e valës së pasqyruar.

Si rrjedhim i këtij ndërrimit të fazës, nëse vala e caktuar pasqyrohet nga mjedisi më i dendur çdo pikë e zorës është e detyruar të lëkundet nën veprimin e të dyja valëve: asaj rrënëse dhe të pasqyruar.

Këto dy valë janë koherente dhe ata interferojnë. Ata janë në kahje të kundërta dhe të zhvendosur në fazë.

Vala e qëndrueshme në tel

Karakteristikat e interferencës së fituar gjatë pasqyrit nga mjedisi më i dendur bukur mund të vërehen nëse bëhet eksperimenti që vijon.

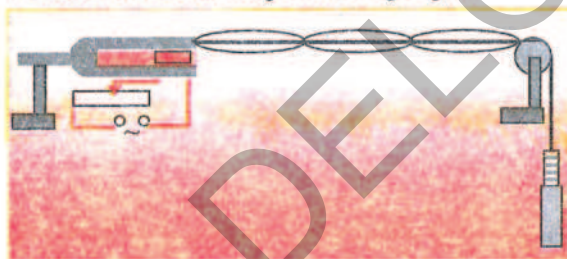


Fig. 2.

Në njërin skaj të perit të ngrehur vendosim pirun akustik i cili detyrimisht lëkundet nën veprimin e elektromagnetit (fig. 2). Skaji tjetër i perit hidhet nëpër një rrotull të palëvizshme dhe ngrehet me një gurpeshimi ose dinamometër. Frekuenca e këtij piruni elektromagnetik është 100 Hz.

Meqë peri në të dy anët fort është i lidhur, këtu bëhet pasqyrimi i valës dhe si rezultat i interferencës së valës së pasqyruar dhe valës rrënëse krijohet **valë e qëndrueshme**. Vala e qëndrueshme i ka qartë të shprehur **barqet-vende** ku peri lëkundet me amplituda maksimale, dhe **nyjet-vende** ku nuk ka kurrfar lëkundjesh. *Vend pozicioni i barqeve dhe nyjeve nuk ndërrohet gjatë kohës, ata nuk lëvizin për së gjati perit, prandaj valët e tilla quhen valë të qëndrueshme.*

Fotografia e valëve të qëndrueshme të fituara në këtë mënyrë është dhënë në figurën 3.



Fig. 3. Barqet dhe nyjet te lëkundjet e telit

Eksperimenti tregon se numri i barqeve dhe nyjeve varet nga frekuenca f e lëkundjeve, por edhe nga masa e perit në njësinë e gjatësisë μ , si edhe

nga impulsi i forcës së ngrehjes ose tendosjes F .

Kjo varësi është dhënë me barazimin:

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (1)$$

Këtu l paraqet largësinë ndërmjet dy nyjeve ose dy barqeve. Do të tregojmë se kjo largësi i përgjigjet një gjysmë gjatësie valore, prandaj ky barazim mund të shkruhet edhe në një formë tjetër:

$$v = f\lambda = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (1a)$$

Ku v është shpejtësia e përhapjes së valës. Ky barazim është i njohur (shiko nënkapitullin 1. 2.)

Vetitë e valëve të qëndrueshme

Pamë se vendpozicionet e nyjeve dhe barqeve nuk ndërrohet gjatë kohës. Ajo është ashtu meqë ndryshimi në fazë i lëkundjeve në vendet e barqeve dhe nyjeve (por edhe në cilën do pikë tjetër) nuk ndërrohet gjatë kohës. Ajo varet vetëm nga vendpozicioni i pikave të perit.

Për ta kuptuar këtë do të shërbehemi me figurën 4, me të cilën janë treguar elongacionet e valës rrënëse (të shënuar me vijë të kuqe) dhe valës së pasqyruar (të shënuar me vijë të kaltër) në momente të ndryshme të lëkundjeve. Ata dy valë interferojnë dhe krijojnë valë të qëndrueshme të shënuar me të gjelbër.

Nga figura shihet se largësia ndërmjet dy nyjeve ose dy barqeve është $\lambda/2$.

Nga kjo figurë poashtu shihet se *të gjitha pikat ndërmjet dy nyjeve lëkunden në fazë*, ata njëkohësisht arrijnë vlera maksimale në njërën ose tjetrën anë. Poashtu *të gjitha pikat djathtas dhe*

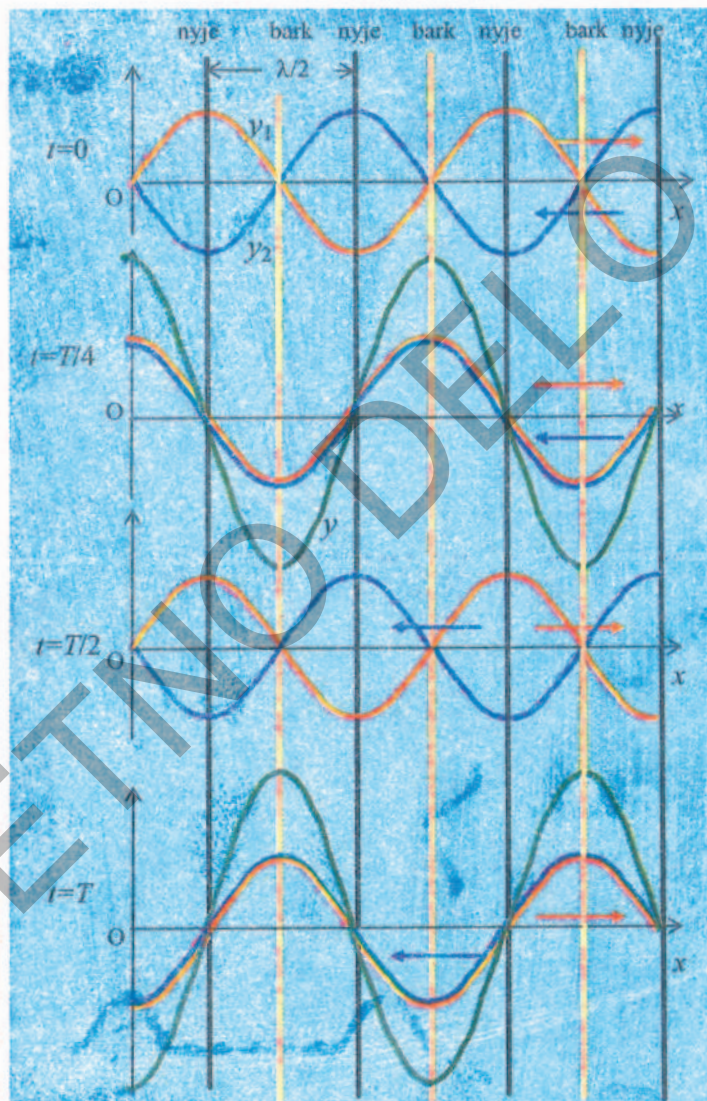


Fig. 4. Lëkundje në vende të ndryshme të telit për kohë të ndryshme. Shihet se në vendet e nyjeve vala rrënëse dhe e pasqyruar janë gjithmonë në kundërfazë. Atje nuk ka lëkundje. Barqet janë vende me amplitudë maksimale

majtas nga nyja lëkunden në faza të kundërta. Themi se ata në fazë janë të zhvendosur për π .

Duhet të theksojmë se valët e qëndrueshme nuk mund të krijohen për cilën do frekuencë, por vetëm për disa frekuenca të caktuara.

Nëse e kemi rastin e lëkundjeve të telit i cili në të dy anët është i përforcuar, atëherë në dy skajet domosdo do të krijohen nyje, ndërsa në mes tyre ose një, ose disa barqe (fig. 5). Largësia ndërmjet dy nyjeve është $\lambda/2$. D. t. th në gjatësinë e telit L mund të krijohen vetëm numër i plotë gjysmëgjatësie valore:

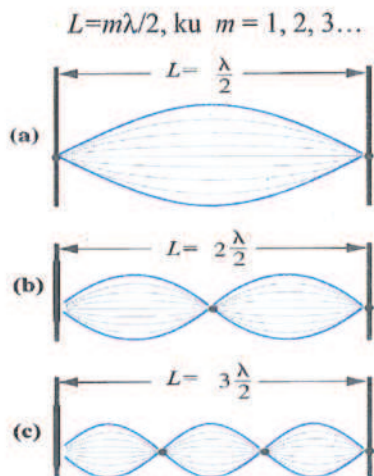


Fig. 5

Le ta shprehim gjatësinë valore nëpërmjet shpejtësisë v dhe frekuencës f : $\lambda = \frac{v}{f}$, fitohet:

$$f = m \frac{v}{2L} \quad (m = 1, 2, 3 \dots) \quad (2)$$

Kështu fitojmë barazimin për të ashtuquajtura frekuenca vetiake, ajo themelore (për $m=1$) dhe frekuencat e larta-harmonikët.

Te valët e qëndrueshme, për dallim nga ato që lëvizin, nuk bëhet transmetimi i energjisë. Të dyja valët që lëvizin në kahje të kundërta bartin vlerat e njëjta të energjisë, kështuqë, bashkërisht me lëvizjen e tyre bëhet bartja e energjisë në kahje të kundërta. Energjia e lëkundjeve e të gjitha pikave ndërmjet dy nyjeve ngelën e pandryshuar. Te vala e qëndrueshme ideale bëhet vetëm shndërrimi i energjisë kinetike në ate potenciale dhe anasjelltas.

Valët e qëndrueshme mund të krijohen te të gjitha llojet e valëve: te valët në ujë, te valët e zërit,

te burimet e radiovalëve-antenave etj. Te valët e dritës si rezultat i valëve të qëndrueshme fitohen të ashtuquajturit holograme shtresëtrashë (figura tredimensionale të trupave të cilët mund të shihen edhe me burimet e dritës së bardhë).

Lëkundjet e telit te instrumentat me tela kanë formë të valëve të qëndrueshme. Me këtë rast përveç frekuencës themelore, madhësia e së cilës është e përcaktuar me barazimin (1), gjatë lëkundjeve teli krijon edhe frekuenca të cilat janë numër i plotë herë më të larta, të cilët quhen **harmonikë-obertone**. Kështu, vibracionet e një instrumenti të caktuar nuk janë lakore sinusoidale, por lakore lëkundëse shumë të ndërlikuara. Por, është treguar se ato lakore mund të paraqiten si rezultat i përbërjes së lëkundjeve që kanë formë sinusoidale.

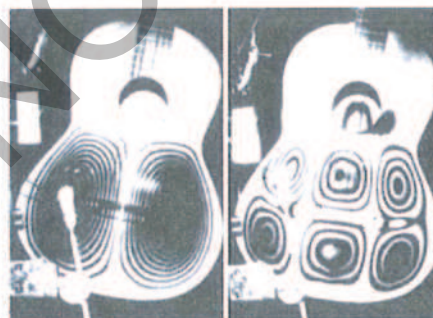


Fig. 6 Valë të qëndrueshme në kutinë e drurit të kitara

Duhet të theksojmë se gjatë përfitimit të valëve të zërit te instrumentet rol kryesor ka edhe kutia rezonante, me të cilën krijohen **valë të qëndrueshme ajrore**, por edhe kutia e drurit në të cilën poashtu krijohet valë e qëndrueshme. (Fig. 6)

Për 5⁺

Barazimi i valës së qëndrueshme.

Kushti për të fituar bark ose nyje

Nëse në kahjen e përhapjes së valës e vedosim boshtin e abshisës x , ndërsa me y i shënojmë eleongacionet e valës, atëherë vala rrënëse (y_1) dhe e reflektuar (y_2) mund të tregohen me barazimet vijuese:

$$y_1 = A \sin(\omega t - kx) \quad (3)$$

dhe $y_2 = A \sin(\omega t + kx + \varphi) \quad (4)$

Këto janë lëkundjet në largësi x nga burimi i lëkundjeve që ka frekuencë rrethore $\omega = 2\pi f$, kurse $k = 2\pi/\lambda$ është numri valorë. Barazimi (4) ka të bëjë me valën e pasqyruar, e cila përhapet në kahje të kundërt, prandaj para x në barazimin (3) duhet të qëndroj shenja “-“. Poashtu, meqë bëhet fjalë për pasqyrimin këtu krijohet ndryshim fazor plotësues φ . Nëse supozojmë se vala pasqyrohet nga mjedisi më i dendur, atëherë $\varphi = \pi$, prandaj për barazimin e valës rezultante fitohet:

$$y = y_1 + y_2 = A \sin(\omega t - kx) + A \sin(\omega t + kx + \pi).$$

Nëse zbatohet barazimi themelor trigonometrik për shumën e sinusit të dy këndeve:

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

për barazimin e valës së qëndrueshme fitohet:

$$y = 2A \cos\left(kx + \frac{\pi}{2}\right) \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 2A \sin kx \cos \omega t \quad (5)$$

e cila mund të të shkruhet si:

$$y = B \cos \omega t$$

ku

$$B = 2A \sin kx \quad (6)$$

është amplituda e valës së qëndrueshme. Sikurse shihet ajo varet nga koordinata x .

Vendet e nyjeve i gjejmë kur $B=0$. Nga barazimi (6) ato janë vendet për të cilat: $kx = m\pi$, ku $m = 0, 1, 2, \dots$ duke patur parasysh se $k = 2\pi/\lambda$, për koordinatat e nyjeve fitohet:

$$x_{nyje} = m \frac{\lambda}{2} = 2m \frac{\lambda}{4} \quad m = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

Vendet e barqeve fitohen atje ku $B = \pm 2A$; shenja negative të amplituda tregon se gjatë kalimit nëpër nyje, faza e valës së qëndrueshme ndërrohet në kundërfazë. Meqenëse, sipas (6)

$$\sin kx = \pm 1, \quad \text{del} \quad \text{se} \quad kx = (2m+1) \frac{\pi}{2},$$

respektivisht:

$$x_{barq} = (2m+1) \frac{\lambda}{4} \quad m = 0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

Nga barazimet (7) dhe (8) shihet se largësia ndërmjet dy nyjeve ose dy barqeve është sakt $\lambda/2$.

SHEMBULLI 1. Të përcaktohet kushti për maksimum të filmi i hollë me trashësi d , dhe tregues të përhyerjes n kur në të bie drita me gjatësi valore λ .

Zgjidhje. Do të shërbejemi me figurën 7.

Në pasqyrim interferojnë rrezet 1 dhe 1', ndërsa në dritën lëshuese 2 dhe 2'. Rrezja numër 1 direkt pasqyrohet nga sipërfaqja kufitare e sipërme, ndërsa rrezja 1' ka kaluar në mjedisin e dytë me trashësi d dhe pas pasqyrimit nga sipërfaqja e posht-

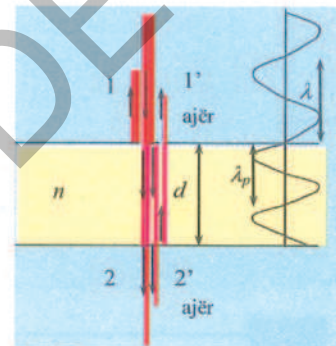


Fig. 7

me del në ajër. Këto dy rreze janë koherente dhe ata mund të interferojnë. Kushti i interferencës do të varet nga ndryshimi optik i rrugëve $2dn$, e cila ndryshon nga ndryshimi rrugor gjeometrik $2d$. Pse? Sepse rrezet e dritës kanë gjatësi valore λ në ajër, ndërsa në mjedisin e filmi, përshkak të ndërrimit të shpejtësisë së përhapjes së dritës, do të ndërrohet edhe gjatësia valore e dritës dhe do të jetë λ_p . Pra:

$$\frac{c}{v} = \frac{\lambda f}{\lambda_p f} = \frac{\lambda}{\lambda_p}, \quad v \text{ është shpejtësi e dritës në film,}$$

ndërsa f është frekuenca e dritës e cila gjatë përhyerjes nuk ndërrohet.

Meqë $c/v = n$, atëherë

$$\frac{\lambda}{\lambda_p} = n \Rightarrow \lambda_p = \frac{\lambda}{n}, \text{ meqenëse } n \text{ është numër}$$

më i madh se njëshi, del se shpejtësia e valës në pllakë λ_p zvoglohet (fig. 7 djathtas) Prandaj ndryshimi i ecurisë së rrezeve 1 dhe 1' nuk është $2d$, por $2nd$. Por, rrezja 1 pasqyrohet nga mjedisi

më i dendur dhe në këtë rast humbet në rrugë për $\lambda/2$. Kjo d. t. th se kushti për maksimum është:

$$2nd - \lambda/2 = 2m \lambda/2 \Rightarrow 2nd = (2m+1) \lambda/2$$

$$m=0, 1, 2.$$

ndërsa kushti për minimum është

$$2nd - \lambda/2 = (2m-1) \lambda/2 \Rightarrow 2nd = 2m \lambda/2 = k\lambda,$$

Nga analiza e ecurisë së rrezeve 2 dhe 2' në dritën e e lëshuar fitohet se në të kushtet janë të kundërta. Mundohuni që vet ti nxjerrni.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| - valë e qëndrueshme | - harmonikë |
| - nyje | - (obertone) |
| - bark | - valë të qëndrueshme ajrore |
| - frekuenca vetiake | - frekuenca themelore |
| - barazimi i valës së qëndrueshme | |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Sa duhet të jetë forca e tendosjes së telit e përforcuar në të dyja anët, nëse ai është ngacmuar me pirun elektromagnetik (100 Hz) që të fitohet vetëm një bark? Teli është i ndërtuar prej materiali me dendësi 7 g/cm^3 , me seksion 1 mm^2 dhe gjatësi 1 m. (Përgjigje: 280N)

2. Sa është gjatësia valore dhe shpejtësia e përhapjes së valës në telin e detyrës paraprake? (Përgj: $\lambda = 2 \text{ m}$; $v = 200 \text{ m/s}$).

3. Largësia ndërmjet nyjeve të valës së qëndrueshme që është krijuar nga piruni akustik në ajër është 40 cm. Sa është frekuenca e pirunit nëse dihet se shpejtësia e zërit është $v = 340 \text{ m/s}$? (Përgjigje: 425 Hz)

4. A keni vërejtë se si i akordojnë violinistët violinat e tyre? Shpjegoni!

5. Nëse kitarra sjellet në mjedis me temperaturë tjetër, ajo duhet të akordohet. Pse?

Kërkoni në internet veb faqet:
Standing Waves

1. Formation of Standing Waves

www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/waves/u10l4b.html i

[www.cord.edu/dept/physics/pl28/lecture99_35.html - 16k - 17 Mar 2003

dhe vëreni simulimin e valëve të qëndrueshme



E. Hladni (Ernst Chladni, 1756-1827)

Më vitin 1787 i pari e konstatoj ekzistimin e valëve të qëndrueshme në pllaka me forma të ndryshme (figurat e Hladnit). Vibracionet e pllakave i ka shkaktuar me harkë të violinës.

Varësisht nga ajo se ku është e përforcuar pllaka e tillë, në të gjatë lëkundjeve krijohen lakore nyjore. Për të mundur që këto lakore të shihen, mbi pllakë vendoset rrërë e imët kuarci. Në vendet ku pllaka lëkundet me amplituda maksimale grimcat e rrërës aty nuk do t'i kemi. Rrëra mbledhet në vendet ku janë nyjet e lëkundjes së pllakës.



Kjo metodë për hulumtimin e valëve të qëndrueshme në trupat me forma të ndryshme shfrytëzohet edhe sot, vetëm se ngacmimet e lëkundjeve bëhen me lëkundës modern.



G. Lipman (Gabriel Lippmann, 1845-1921), Është fizikan francez anëtarë i akademisë së shkencave të Francës. E ka fituar çmimin Nobel.

Për shpikjen e tij në kolor fotografinë më vitin 1891, e cila bazohet në parimin e krijimit të valëve të qëndrueshme të dritës.

Kjo shpikje e tij ka luajtur rol të rëndësishëm në holografinë shtresëtrashë reflektuese e cila poashtu e shfrytëzon dukurinë e valëve të qëndrueshme. Hologramet shtresëtrashë vrotohen në dritën e bardhë, ndërsa ata i ka zbuluar shkencëtari sovjetik Denisjuk.

1. 7 DIFRAKSIONI I VALËVE. RRJETA E DIFRAKSIONIT

Difraksioni i valëve

Le ta bëjmë eksperimentin si vijon: me ndihmën e pllakës vijëdrejtë dhe ektomotorit të krijojmë valë të rrafshëta në ujë (si në fig 1 të nënkapitullit 1. 4) dhe në rrugën e tyre le të vendosim pengesë me hapje, dimensionet e së cilës i ndryshojmë. Nëse hapja është me dimensione më të vogla se gjatësia valore e valës rrëno, pas pengesës do të fitohet valë rrethore. Por, nëse hapjen e pengesës e zmadhojmë do të vërejmë se deri te lakimi i frontit valor do të arrihet vetëm në skajet e hapjes, ndërsa pjesa më e madhe e frontit valor do të jetë vijë e drejtë (fig1).



a)



b)

Fig. 1

ketë valëzime pas pengesës, por vetëm në tehet do të arrihet lakimi i frontit valor.

Edhe te pengesat vërehet dukuria e lakimit të frontit valor. Nëse në rrugën e valëve të ujit vendoset pengesë e vogël, dimensionet e së cilës janë të krahasueshme me gjatësinë valore të valës, fronti valor do të deformohet, por jo edhe aq e theksuar, por, fill pas pengesës, si rezultat i interferencës së valëve në tehet e pengesës do të vendoset forma e mëparshme e frontit valor. Nëse pengesa është me dimensione të mëdha, nuk do të

Dukuria e lakimit të frontit valor gjatë kalimit nëpër hapje ose tehe me dimensione të vogla, që janë të krahasueshme me gjatësinë valore të valës, quhet difraksion i valës. Themi se gjatë difraksionit rrezja nuk përhapet drejtëvizorisht, por bëhet lakimi i saj. Dukuria e difraksionit të valëve shpjegohet me parimin e Hajgens-Frenelit. Valët sekundare në hapjen e ngushtë të figurës 1a interferojnë, numri i tyre është i vogël prandaj rezultati i interferencës është krijimi i valës ngjashëm me atë sferike (këtu rrethore).

Difraksioni i valëve pas pengesave paraqitet edhe te zëri. Por, kusht themelor që të vërehet ky fenomen është që hapja, ose pengesa në të cilën has vala, duhet të jetë e krahasueshme me gjatësinë valore të valës, ose më e vogël se ajo.

Difraksioni i dritës

Treguam se drita ka natyrë valore. Dukuria e difraksionit të dritës më vështirë mund të vërehet në natyrë. Të gjithëve mirë na është e njohur se valët e dritës përhapen drejtëvizorisht dhe si pasojë e kësaj pas cilit do trup në afërsi direkte të burimit të dritës vërehet hije. Kjo shpjegohet në atë se gjatësia valore e dritës është shumë e vogël. Në pjesën e dukshme të spektrit gjatësia valore e dritës ka madhësi ndërmjet 400 dhe 760 nm.

Megjithëse dukuria e difraksionit të dritës mund të vërehet edhe në rastet kur dimensionet e pengesës, respektivisht të hapjes, janë mjaft më të mëdha se gjatësia valore e dritës. Për të mundur kjo të realizohet duhet që rezultati i difraksionit të vërehet në largësi shumë të mëdha. Gjatë këtyre kushteve nëse në një pengesë të caktuar bie drita monokromatike, në tehet e hijes së saj vërehen shirita të ndritshëm dhe të errët të cilët janë rezultat i difraksionit të dritës (fig. 2).

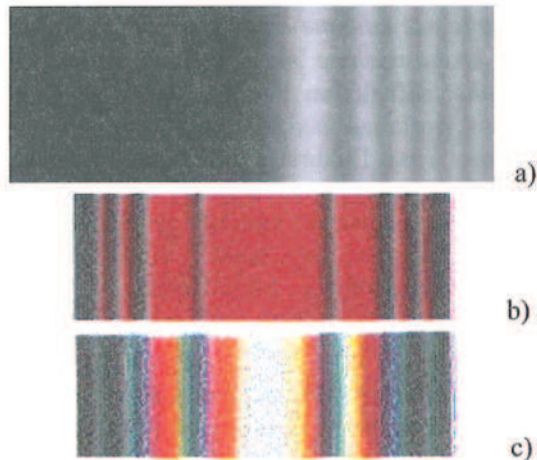


Fig. 2. Difraksioni në tehun e mpreht (a) dhe difraksioni në çarje me dritë monokromatike (b) dhe me dritë të bardhë (c)

Shkencëtari italian Françesko Grimaldi i pari e ka vërejt difraksionin i dritës, ndërsa shpjegim teorik të mirëfilltë për këtë dukuri ka dhënë Ogist Frenel më vitin 1816. Nga ajo kohë daton eksperimenti i njohur i paraqitjes së njollës së ndritshme në hijen e pengesës me formë rrethore (fig. 3).

Dukuria shpjegohet me parimin e Hajgens-Frenelit. Të gjitha pikat e pjesës së lirë të hapjes ose pengesës paraqesin burime drite sekundare të cilët janë koherente. Figura që fitohet në ekran, i vendosur në njëfar largësie nga pengesa (hapja), e quajmë **difraktogram**. Kjo figurë është rezultat i interferencës së burimeve sekundar të pjesës së fronti valor e cila është e lirë për dritën.

Është e zakonshme dukuritë e difraksionit të grupohen në dy grupe: dukuritë e difraksionit Frenel dhe dukuritë e difraksionit Fraunhofer. **Difraksioni i tipit Frenel** janë ata raste të paraqitjes kur burimi i dritës dhe ekrani, në të cilin vërohet rezultati i difraksionit të një pengese të dhënë, gjenden në largësi të caktuar.

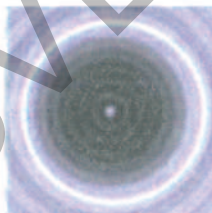


Fig. 3
Eksperimenti Frenel- Puason-Aragoit. Në hijen e tophit fitohet njollë e ndritshme

Në këtë rast rrezet e dritës janë divergjente, ndërsa frontet valore janë sipërfaqe të lakuara.

Nëse largësia e burimit dhe largësia e ekranit deri te pengesa që e shkakton difraksionin janë pambarimisht të mëdha, themi se bëhet fjalë për **difraksionin e tipit Fraunhofer**. Kushti i kështillë arrihet duke vendosur burim drite pikësor në fokusin e thjerrës përmbledhëse, ashtuqë fitohet valë drite e rrafshët, rrezet e së cilës janë paralele, kjo d. t. th. se burimi është pambarimisht larg. Poashtu edhe vërtetimi bëhet në rrafshin fokal e një thjerre tjetër e vendosur pas pengesës me çka arrihet që ekrani të jetë pambarimisht larg. Domsdo, duhet nënvizuar se ndryshim thelbësor në shpjegimin e dukurive të këtyre dy tipave të difraksionit nuk ka. Dallimi qëndron vetëm në mënyrën e zgjidhjes matematikore teorike të fenomenit. Dukuritë e difraksionit të tipit Fraunhofer zgjidhen më thjeshtë, prandaj ata kanë gjetur zbatim më të madh. Poashtu, nëse ekrani në kushtet e difraksionit Frenel e largojmë, tipi i parë i difraksionit kalon në të dytin.

Rrjeta e difraksionit

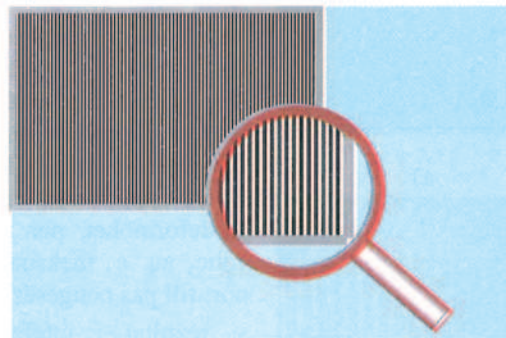


Fig. 4

Rrjeta optike e difraksionit është element optik e cila përbëhet nga një numër i madh N çarjesh të tejdukshme shumë të ngushta, ndërmjet të cilave gjenden pjesë jolëshuese (fig. 4). Rrjetat difraktive të mira fitohen me makina gdhendëse speciale, në të cilën në qelq bëhen gdhendje. Atje ku qelqi është gdhendur drita nuk kalon. Sot rrjeta difraksioni shumë të mira fitohen në mënyrë holografike si interferograme të dy valëve të

rrafshëta. Numri i çarjeve mund të jetë disa mijëra çarje në një milimetër largësi. Ekzistojnë edhe rrjeta difraksioni pasqyruese (zakonisht të metalt), të cilat shiritat vijëdrejtë e pasqyrojnë dritën, ndërsa „jolëshues“ e shpërndajnë dritën. Teknika e rrjetave, kështu të fituara me zhvillimin e teknologjisë laserike është shumë e përparuar.

Nëse gjerësia e shiritave të tejdukshëm (ose pasqyruese) është a , ndërsa gjerësia e pjesëve jolëshuese b , me konstantë të rrjetës d nënkuptojmë:

$$d = a + b. \quad (1)$$

Për të dhënë bazat e teorisë elementare të difraksionit të rrjetës optike do të supozojmë se në të bie valë drite e rrafshët me gjatësi valore të caktuar λ . Shpjegojmë se për të fituar valë të rrafshët, burimi pikësor i dritës B duhet të vendoset në fokusin F të një thjerrre përmbljedhëse të hollë L_1 (fig. 5).

Burimet sekundare nga pikat e hapjes lindin valë drite të cilat përhapen në kënde të ndryshme në raport me rrezet rrënëse. Valët të cilat ndërvedi janë paralele dhe shmangen për të njëjtin kënd φ me ndihmën e thjerrës tjetër L_2 , superponohen (mbivendosen) në një pikë M dhe atje si rezultat i interferencës së tyre do të paraqitet intensitet i caktuar.

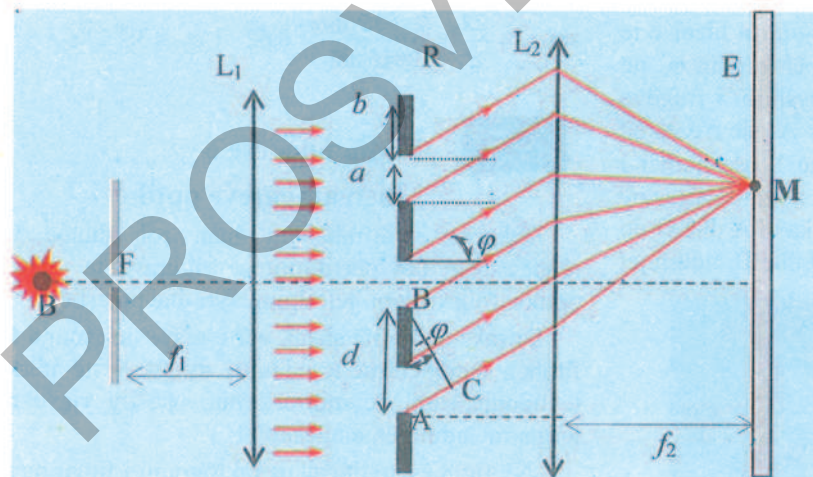


Fig. 5

Le ta gjejmë kushtin për të cilin valët në pikën M do të japin intensitet maksimal. Ndryshimi i rrugës së rrezeve ndërmjet rrezeve të skajshme të çdo hapjeje, p. sh. rrezet që bien në pikat A dhe B,

është dhënë me segmentin AC. Nëse kjo largësi është numër i plotë herë më i madh nga gjatësia valore e dritës rrënëse, atëherë jo vetëm këto, por edhe të gjitha rrezet tjera të hapjeve në pikën M do të shkaktojnë lëkundje në fazë, prandaj këtu valëzimet e dritës do të përforcohen. Nga trekëndëshi ABC mund të gjendet se:

$$|AC| = |AB| \sin \varphi = d \sin \varphi. \quad (2)$$

Maksimumi do të vërohet nën këndin φ , i përcaktuar me:

$$d \sin \varphi = k\lambda \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots) \quad (3)$$

Këto maksimume quhen **maksimume kryesor**.

Duhet theksuar se kur kushti i dhënë me barazimin (3) është i plotësuar për pikat A dhe B të cilat gjenden në pjesët më të ulta të hapjeve, ai kusht atëherë është i plotësuar edhe për të gjitha pikat e hapjes. Çdo pike të hapjes së parë i përgjigjet pika përkatëse e hapjes së dytë, që gjendet në largësi d .

Kushti (3) tregon se pozita e maksimumeve për të gjitha vlerat k , përveç maksimumit qendror $k=0$, varet nga gjatësia valore e dritës. Sa më e madhe është gjatësia valore e dritës aq më i madh është këndi i shmangies të dritës së këtyllë. Kjo tregon se nëse në rrjetën e difraksionit bie drita e bardhë, ajo do të krijojë shembëllime të ngjyrosura të çarjes, meqë ngjyrat e ndryshme do të shmangen ndryshe. Kështu fitohet spektri.

Zbatimi themelor i rrjetës optike e shfrytëzon pikërisht këtë veti të saj. Ajo paraqet mjet për hulumtimin e spektrave të dritës që bie në të. Në

këtë rast për çdo vlerë të numrit k , i përgjigjet rendi përkatës i spektrit. Në fotografinë e figurës 6 në pjesën e sipërme është dhënë figura e difraksionit të dritës monokromatike të laserit, ndërsa në

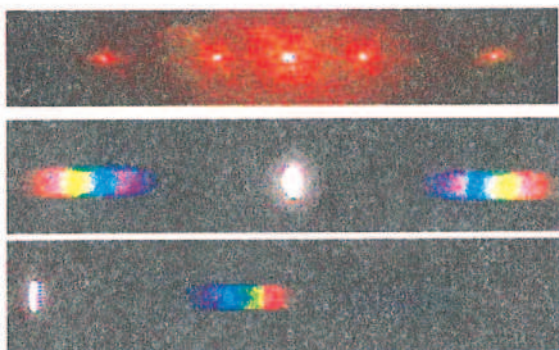


Fig. 6. Difraktogrami i fituar me rrjetë optike: me dritë monokromatike (pjesa e sipërme); hapje rrethore e bardhë, në mes dhe poshtë, ku është dhënë vetëm njëra anë për të shikuar edhe spektrin e rendit të dytë i cili është më pak intensiv por më i gjërë

fotografitë më poshtë janë spektret e fituar të dritës së bardhë.

SHËMBULLI 1. Të përcaktohet kushti për përfitimin e minimumeve gjatë difraksionit të tipi Fraunhofer në një çarje.

Zgjidhje. Pas çarjes (fig. 7) rrezet e dritës shmangen dhe rezultati i interferencës në pikën M do të varet nga ajo se si është ndryshimi fazor e të gjitha rrezeve që janë shumangur për këndin φ në raport me boshtin optik. Nëse ndryshimi i rrugëve AC ndërmjet rrezes që kalon nëpër A dhe rrezes që kalon nëpër B është e barabart me λ ose numër i plotë herë më i madh, atëherë për së gjati çarjes në largësi a për çdo rreze ndërmjet pikave A dhe O do të ketë rreze përkatëse ndërmjet O dhe B, ndërmjet

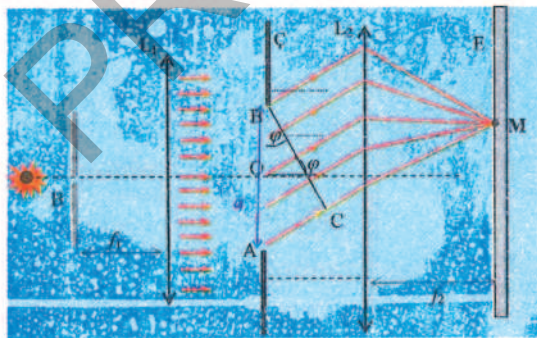


Fig. 7

të cilëve ekziston ndryshimi rrugor $\lambda/2$ ose numër tek $(2k + 1) \lambda/2$, prandaj ata rreze janë në kundërfazë dhe zhduken. Sipas asaj, kushti:

$$|AC| = a \sin \varphi = k\lambda \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

është kusht për ekzistimin e minimumit

SHËMBULLI 2. Rrjeta difraktive ka $1, 26 \cdot 10^4$ çarje të shpërndara njëtrajtësisht në pllakën me gjerësi prej 25,4 mm. Ajo është ndriçuar së pari me dritë njëngjyrëshe me gjatësi valore 450 nm (kaltër), kurse pastaj me dritë të kuqe me gjatësi valore 625 nm. Në cilët kënde do të paraqiten maksimumet e rendit të dytë për këto gjatësi valore?

Zgjidhje: Konstantën e rrjetës d e fitojmë si raport:

$$d = \frac{L}{N} = \frac{25,4 \cdot 10^{-3}}{1,26 \cdot 10^4} = 2,016 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2016 \text{ nm}$$

Maksimumi i rendit të dytë është përcaktuar me $k=2$.

D. t. th sipas (3),

$$\sin \varphi_1 = \frac{2\lambda}{d} = \frac{2 \cdot 450 \text{ nm}}{2016 \text{ nm}} = 0,446; \quad \varphi_1 \cong 26^\circ 30'$$

kurse

$$\sin \varphi_2 = \frac{2\lambda}{d} = \frac{2 \cdot 625 \text{ nm}}{2016 \text{ nm}} = 0,62; \quad \varphi_2 \cong 38^\circ 20'.$$



Fuqia ndarëse e

instrumenteve optike

Dukuria e difraksionit luan rol shumë të rëndësishëm për përfitimin e figurave të mjetet optike: mikroskopi, teleskopi, syri dhe ngjashëm.

Difraksioni është shkak për ç'arsye nuk mund të fitohen shembëllime të ndara të dy pikave të afërta të ndonjë trupi në mikroskopin, ose dy yjeve të largta me ndihmën e teleskopit

Në fig 8 është dhënë difraktogrami i fituar nga hapja rrethore me diametër D . Ai është maksimum i ndritshëm rrethor **disk i Erievit** (Airy) me shirita të ndritshëm dhe të errët rrethor rreth tij. Në fig 8a është dhënë grafikoni i varësisë së intensitetit nga largësia, ndërsa në 8b fotografia e saj.

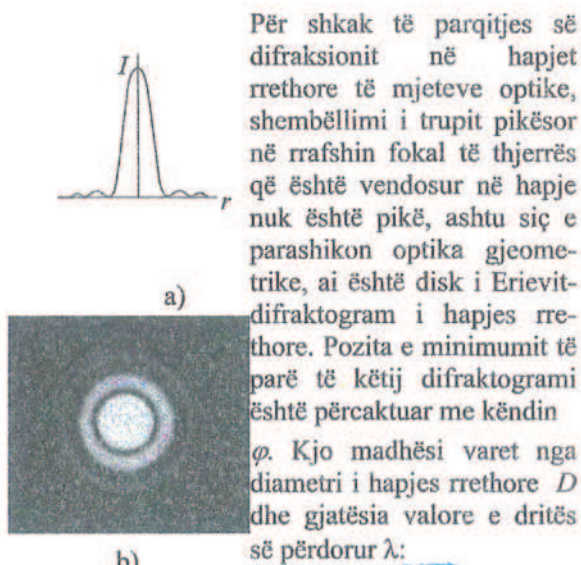


Fig. 8

Për shkak të parqitjes së difraksionit në hapjet rrethore të mjeteve optike, shembëllimi i trupit pikësor në rrafshin fokal të thjerrës që është vendosur në hapje nuk është pikë, ashtu siç e parashikon optika gjeometrike, ai është disk i Erievit-difraktogram i hapjes rrethore. Pozita e minimumit të parë të këtij difraktogrami është përcaktuar me këndin φ . Kjo madhësi varet nga diametri i hapjes rrethore D dhe gjatësia valore e dritës së përdorur λ :

$$\sin \varphi = 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad (4)$$

Në barazimin paraqitet edhe faktori 1, 22 i cili fitohet me zgjidhjen detalisht të problemit me ç'rast shfrytëzohen funksione matematikore speciale.

Që të mundën shembëllimet e dy pikave të afërta (dy objekte, dy yje) të shihen veç e veç (fig. 9), duhet që difraktogramet e tyre ta plotësojnë kushtin vijues: *maksimumi qendror i difraktogramit të njërit shembëllim të përputhet me minimumin e parë të difraktogramit të dytë*. Ky kusht është i njohur si **kriteri i Rejlit**.

Fuqia ndarëse është përcaktuar me barazimin (4). Sa më i vogël është këndi ndarës φ , aq më e madhe është fuqia ndarëse e instrumentit optik. Kjo d. t. th për t'u zmadhuar fuqia ndarëse e ndonjë mjeti duhet të zvogëlohet këndi i ndarjes.

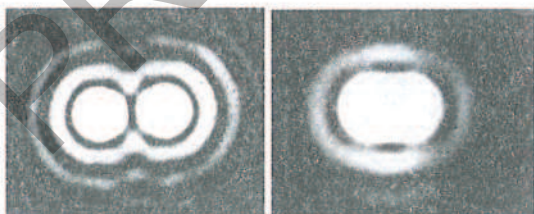


Fig. 9. Kur rrezja e maksimumit qendror e shembëllimit të parë është më i madh se rrezja e minimumit të parë të shembëllimit të dytë, të dy objektet nuk do të shikohen ndaras (figura djathtas)

Sikurse tregon (4), kjo mundet të arrihet ose me zvogëlimin e gjatësisë valore të dritës ose me zmadhimin e rrezes së hapjes rrethore në të cilën vendoset thjerra.

Te mikroskopët shfrytëzohet zvogëlimi i gjatësisë valore, ndërsa te teleskopët zmadhimi i diametrit të mjeteve –thjerrave ose pasqyrave.

SHEMBULLI 3. Nga cila largësi maksimale njeriu mund ti shoh të ndara dy fara të automobilët, nëse largësia ndërmjet farave është $d=1,5\text{ m}$, ndërsa diametri i bebzës së syrit është 5 mm . Për dritën të merret gjatësia valore mesatare 555 nm . Syrin e njeriut e trajtojm si mjet optik, në të cilin në efektet e difraksionit vjen në shprehje hapja e bebes së syrit.

Zgjidhje. Sipas barazimit (4), meqë gjatësia valore e dritës është shumë herë ma e vogël se madhësia D , mund të merret $\sin \varphi \approx \varphi$, prandaj këndi i ndarjes është $\varphi = 1,22 \frac{\lambda}{D}$. Këndi nën të cilin shihen

farat α është poashtu i vogël dhe i dhënë me, $\alpha = \frac{d}{x}$ ku x është largësia e panjohur. Për tu

shikuar të dy farat duhet $\alpha \geq \varphi$, d. t. th

$\frac{d}{x} = 1,22 \frac{\lambda}{D}$, prandaj del se:

$$x = \frac{dD}{1,22\lambda} = \frac{1,5 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{1,22 \cdot 555 \cdot 10^{-9}} = 11,1 \cdot 10^3 \text{ m} = 11,1 \text{ km}$$

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| - difraksioni i valës | - konstanta e rjetës |
| - difraktogrami | - disku i Erievit |
| - difraksioni i tipit Frenel | - kriteri i Rejlit |
| - difraksioni i tipit Fraunhofer | - këndi i ndarjes |
| | - fuqia ndarëse |
| - rrjeta e difraksionit | |
| - (optike) | |



diffractus (lat.) = i thyer
diffractio (n. lat.) = që mbështjelllet



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Shpjegoni pse në spektrin e rendit 0 të rrjetat optike nuk ka ngjyra.
2. Është treguar se difraksioni në hapjen rrethore, respektivisht pengesë rrethore kanë formë të njëjtë. Duke pasqyruar këtë fakt mendoni kur në kushte natyrore keni vërejtur disqe të Erveit?
3. Nëse pacienti ankohet se në ajër të pastër përreth burimeve të dritës vëren rrethe të ngjyrosura, për mjekun ajo është shenjë për dukurinë e katarakteve, pse?
4. Në rrjetën difraktive me konstantë $10 \mu\text{m}$ bie tufë paralele e dritës së gjelbër. Me ndihmën e apartit spektror është mat se maksimumi i rendit të parë (shiriti i parë) shihet nën kënd $\varphi_1 = 3^\circ 7'$ në raport me shiritin e rendit zero. Sa është gjatësia valore e kësaj drite?

(Përgjigje: 550 nm)

5. Çdo kompakt disk paraqet njëloj rrjetë pasqyruese të difraksionit (fig. 10).

Me tregues laserik, gjatësinë valore të cilën e keni përcaktuar duke eksperimentuar me COACH interfejsin, shiko nënkaptullin (1. 3), çdo njëri prej jush mund ta përcaktojë largësinë mesatare ndërmjet çarjeve të diskut. Për këtë qëllim bëni një skemë eksperimentale si në figurën 11. Në ekranin E gjatë pasqyrimin të dritës nga kompakt disku CD

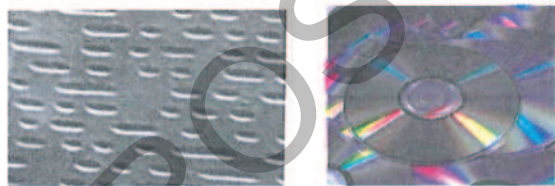


Fig. 10 Kompakt disku. Majtas është figura mikroskopike e çarjeve të cilët parqesin rrjetë

të vendosur si në figurë, fitohet maksimumi zero dhe plus dhe minus maksimumin e parë të difraksionit. Duke matur largësinë ndërmjet CD dhe ekranit (rreth 3 cm) si edhe largësinë ndërmjet maksimumit zero dhe të parë, do ta përcaktoni këndin α , ndërsa duke shfrytëzuar barazimin (3) edhe konstantën d .

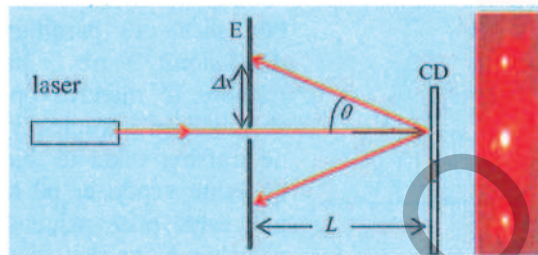


Fig. 11

1. Provoni në internet veb faqet: Diffraction; diffraction grating

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/phyopt/c1>

dhe simuloni çka bëhet kur do të ndërrohet konstanta e rrjetës, ose si ndërrohet figura kur do të ndërrohet gjatësia valore

2. Me orientim direkt të treguesit laserik në rrjetën optike me konstantë të njohur ta fitoni figurën e difraksionit në një ekran. Në ekran fitohen njolla ekuidistante.

Duke shfrytëzuar sensorin e dritës dhe sensorin e zhvendosjes të Coach interfejsit, të maten largësitë ndërmjet maksimumeve të figurës së difraksionit.

Nëse paraprakisht e keni matur largësinë ndërmjet ekranit dhe rrjetës duke shfrytëzuar barazimin (3), mund ta përcaktoni gjatësinë valore të dritës laserike.

Vërejtje: Nëse në shkollë nuk keni rrjetë optike, atë mund ta ndërtoni. Vizatoni me kompjutor një vizatim me shirita ekuidistantë dhe madje atë e fotokopjoni në foli shumë herë të zvogluar.

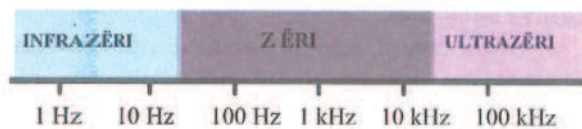


A. Fresnel (Augustin Fresnel, 1788-1827) është fizikan i shquar francez. Fresnel i vendosi bazat e optikës valore bashkëkohore. Duke e plotësuar parimin e Hajgensit me idenë se valët sekondare interferojnë; ai e dha edhe teorinë matematikore për

difraksionin e dritës. Edhe transversaliteti i valëve të dritës së pari është dëshmuar nga ai. Formulatat e Fresnelit për amplitudën dhe fazën e dritës së pasqyruar dhe të përthyer nuk e kanë humb rëndësinë e vet edhe sot.

1. 8. VALËT E ZËRIT

Fusha e zëshme (tingullore), respektivisht krijimi, përhapja dhe mënyra sipas të cilit pranohet zëri, studjohet në një lëmi të veçantë të fizikës-*akustikë*.



Valët e zërit janë valë mekanike me frekuencë nga 16 deri 20000 Hz. Konstruksioni fiziologjik i veshit të njeriut është i tillë që nuk është i aftë t'i regjistroj zërat me frekuencë $f < 16$ Hz, d. t. th. *infrazërin* dhe zërat me $f > 20000$ Hz – *ultrazërin*. Por, ekzistojnë gjallesa të cilat e dëgjojnë ultrazërin dhe infrazërin.

Në përgjithësi, çdo trup i cili është i aftë të lëkundet në intervalin frekuencial të përmendur, mund të jetë burim i zërit.

Në tabelën 1 janë treguar frekuenat të cilat i dëgjon njeriu dhe disa gjallesa.

Tabela 1

	f (Hz)
krokodili	20 – 6 000
lakuriqi	1000 – 120000
bretkoca e gjelbër	50 – 10 000
qeni	15 – 50 000
njeriu	20 – 20 000

Ekzistimi i valëve të zërit më së lehti mund të vëretetohet me veshin tonë. Ajo është më e lehtë kur ekziston rezonancë e valëve të zërit. Për këtë qëllim bëre eksperimentin vijues:

Merrni dy piruna akustik A dhe B të cilët lëkunden me frekuenca të barabarta (fig 1). Kutitja rezonante të tyre vendosni njëra kah tjetra, ndërsa largësia ndërmjet tyre le të jetë rreth gjysmë metër. Një topth të vogël vendosni ashtuqë lehtë ta takoj njërin krah të pirunit B. Me çekiç gome godite pirunit A.

Konstatoni se topthi i lavjerrësit fillon dukshëm të kërcej.

Ndonëse pirunit B nuk e kemi goditur, ai megjithatë fillon të lëkundet. Lëkundjet e zërit të pirunit A krijojnë ndërrime periodike të shtypjes dhe dendësisë së ajrit të cilat arrijnë deri te piruni B dhe e detyrojnë të lëkundet. Themi se ndërmjet dy pirunave shfaqet *rezonancë e zërit (tingullore)*. Por, nëse në njërin krah të njërit nga pirunat i vendoset një copë metali, me çka do të ndërrohet frekuenca, kushtet për rezonancën nuk do të plotësohen. Lëkundjet e pirunit të dytë janë të dobëta, ashtuqë praktikisht nuk dëgjohet zëri (toni).

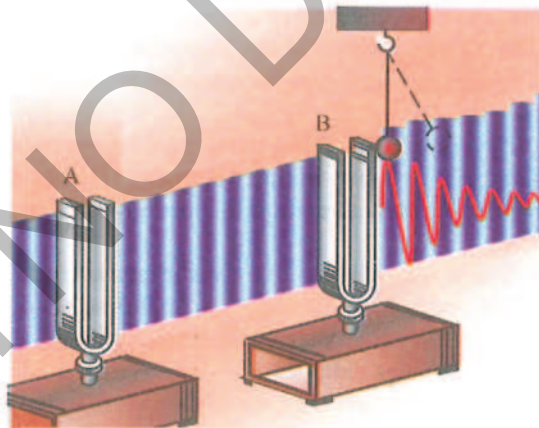


Fig. 1.

Këto ndërrime lëkundëse të shtypjes dhe dendësisë në mjedisin material bëhen sipas rregullave që vlejnë për valët mekanike.

Në lëngjet dhe gazet zëri përhapet vetëm si valë longitudinale. Në mjedise të ngurta elastike zëri mund të përhapet edhe si valë longitudinale edhe si valë transversale. *Në vakuum nuk ekzistojnë kushte për përhapjen e valëve akustike*

Zërat të cilët i dëgjojmë çdo ditë janë të llojllojshëm. Ndërmjet tyre mjaft qartë dallohen *tonet muzikore nga zhurmat*. Në çka dallohen tonet muzikore prej zhurmave dhe çka është ajo që e shkakton llojllojshmërinë, që ekziston ndërmjet toneve muzikor të ndryshëm? *Zërin që e prodhon burimi i cili kryen lëkundje harmonike quhet ton i pastër ose vetëm ton*. Karakteristikat themelore fizike të valëve të zërit janë *lartësia, ngjyra e tonit dhe intensiteti*.

Lartësia e tonit është e përcaktuar me frekuencën. Të ngacmuar në lëkundje, pirunat me frekuencë të ndryshme japin tone me lartësi të ndryshme. Sa më e madhe është frekuenca aq më e madhe është edhe lartësia e tonit. Për çdo ton të shkallës muzikore i përgjigjet tamam një frekuencë e caktuar. Kështu, p. sh, toni A (la) ka frekuencë 440 Hz. Frekuenca e tonit që është për një oktavë më e lartë, është dyfish më i lartë se frekuenca e tonit parë, dhe është 880 Hz.

Instrumentet muzikore ose telat zanor krijojnë tone të përbërë të cilët mund të paraqiten si shumë e lëkundjeve harmonike, frekuencat e të cilëve janë numra të plotë nga frekuenca më e ulët. Zëri në këtë frekuencë më të ulët (gjatësi valore më të madhe) është i njohur si **ton themelor**, ndërsa të gjithë tonet tjera janë **tone harmonike më të larta (obertone)**.

Ngjyra e tonit është karakteristikë speciale sipas së cilës dallohen burimet e toneve. Ngjyra e tonit varet nga lloji dhe numri i toneve më të larta harmonik.

Tonet muzikore të instrumenteve të ndryshëm nuk tingëllojnë njësoj, ndonëse kanë frekuenca të njëjta. P. sh, tonet e njëjta në lartësi të violinës dhe pianos dallohen.

Zhurmat janë rezultat i përbërjes së shumë lëkundjeve joperiodike edhe sipas amplitudës edhe sipas frekuencës. Zhurmat nuk mund të zbërthehen në komponente të thjeshta harmonike.

Zhurma e fortë dhe kohëshkurt është e njohur si **krismë (ushitimë)**. Të tillë janë, p. sh, eksplozimet e ndryshme, thyerja e qelqit etj.

Intensiteti I i valës së zërit definohet në të njëjtën mënyrë sikurse intensiteti i çdo vale. Ajo është energjia E e valës së zërit që bartet në njësinë e kohës t , nëpër njësinë e sipërfaqes S e vendsour pingul në drejtimin e përhapjes së valës.

$$I = \frac{E}{St} = \frac{I \cdot S \cdot W}{m^2 \cdot s \cdot m^2} \quad (1)$$

Intensiteti i zërit si karakteristikë energjetike është në përpjestim të drejtë me katrorin e amplitudës të shtypjes që e krijon.

Zëri intensiteti i të cilit është marrë se është një njësi, $I_{\max} = 1 \text{ W/m}^2$, shkakton dhembje.

P. sh, zëra të tillë dëgjojmë nga motori i aeroplanit reaktiv në largësi 5 m. Zërin me intensitet hjetëherë më të madh (10 W/m^2) nuk e dëgjojmë, por kemi vetëm ndjeshmëri dhembje.

Intensiteti maksimal i zërit të cilin e regjistron veshi me ndjeshmëri të dhembjes quhet **kufiri i dhembjes ose kufiri i lart i dëgjueshmërisë**.

Vlera minimale e intensitetit të valës së zërit që shkakton ndjeshmëri të ndëgjimit për një frekuencë të dhënë quhet **prak i dëgjueshmërisë**. Ky prak për frekuenca të ndryshme është i ndryshëm. P. sh, për frekuencën prej $f=1000 \text{ Hz}$ është $I_{\min} = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

Gjatë vlerësimit subjektiv të intensitetit me organet e të dëgjuarit në vend të intensitetit futet **niveli i zëshmërisë** ose vetëm **zëshmëri**. Kështu niveli i zëshmërisë L për një intensitet arbitrar I përcaktohet me barazimin:

$$L = k \log \frac{I}{I_{\min}}, \quad (2)$$

ku k është konstantë; I është intensiteti i zërit; $I_{\min} = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ është intensitet i zërit frekuencial-prak i dëgjueshmërisë për frekuencën $f=1000 \text{ Hz}$.

Kur konstanta merret $k=1$ niveli i zëshmërisë shprehet me njësinë **bel (B)**, ndërsa kur $k=10$, ky nivel shprehet me njësi dhjetë herë më të vogël - **decibel (dB)**.

Në këto njësi zëri më i ulët, praku i dëgjueshmërisë, ka zëshmëri:

$$L = \log \frac{10^{-12}}{10^{-12}} = \log 1 = 0 \text{ B}.$$

Për intensitetin e zërit që shkakton ndjeshmëri të dhembjes niveli maksimal i zëshmërisë është:

$$L = \log \frac{1}{10^{-12}} = \log 10^{12} = 12 \text{ B} = 120 \text{ dB}.$$

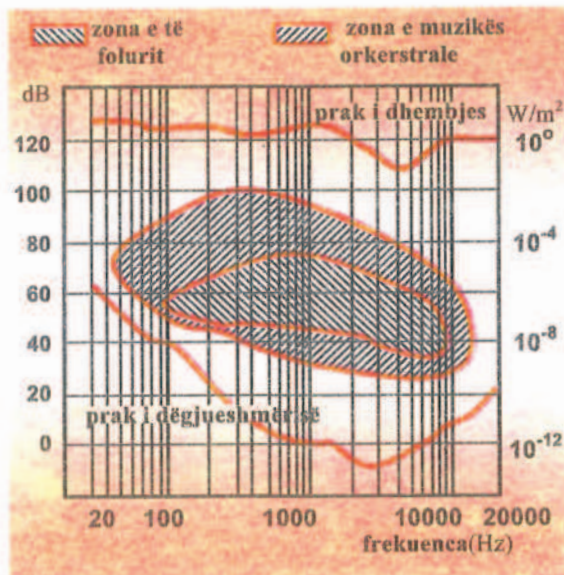


Fig. 2. Lakoret e Veber-Fehnerit

Në fig. 2 janë paraqitur lakoret e Veber-Fehnerit të cilat tregojnë se praku i dëgjueshmërisë shumë më tepër ndërrohet me ndryshimin e frekuencës, kurse kufiri i dhembjes më dobët. Sipërfaqja ndërmjet praktik të dëgjueshmërisë dhe kufirit të dhembjes quhet *fushë e ndëgjimit*. Nga grafiku fig. 2 shihet se ndërmjet 1 dhe 4 kHz veshi është më i ndijshëm, kurse gjatë frekuencave më të larta dhe më të ulta ndijshmëria është më e vogël. P. sh. për 100 Hz praku i dëgjueshmërisë është rreth 10^{-8} W/m^2 , i cili është 10^4 herë më i madh intensitet nga intensiteti për frekuencën 1000 Hz.

Intensiteti i zërit dhe zëshmëria e shkaktarëve të ndryshëm të ushtimës janë treguar në tabelën 2.

Tabela 2.

BURIMET E ZËRIT	L (dB)	I (Wm^{-2})
Prak i ndëgjimit (larg. 1 m)	0	10^{-12}
përshpëritje (larg. 1 m)	20	10^{-10}
bisedë e rëndomtë	40	10^{-8}
rrugë e frekuencës mesatare	60	10^{-6}
biseda e zëshme, komunikacioni	70	10^{-5}
rrugë frekuenciale	90	10^{-3}
sirena e automobilave	100	10^{-2}
aeroplan reaktiv (larg. 10 m)	120	1

Edhe për valët e zërit si edhe valët mekanike vlejnë ligjet për pasqyrim, përthyerje, difraksion dhe interferencë.

Që ta vrojtojmë interferencën e valëve të zërit merre në dorë një pirun akustik të vendosur në kutinë e rezonancës dhe ngacmoe të lëkundet. Me dorë kryeni lëvizje rrethore. Çka konstaton?

Rast special e interferencës fitohet kur dy piruna akustik kanë frekuenca të cilat pak dallohen. Atë do ta bëjmë ashtuqë do të marrim dy piruna me frekuenca të njëjta, por njëri i vendosim një copë metali. Vendosni kutitë rezonante njëra kundrejt tjetrës dhe të dyja ngacmoni të lëkunden.

Çka konstaton? Intensiteti i zërit ndryshohet periodikisht (shiko në klasën e dytë: superpozicioni i lëkundjeve me frekuenca që pak dallohen).

Pse valët e zërit dëgjohen ndonëse keni izolim të mire, ndërsa dera është pak e hapur? Sa duhet të jenë mumbrojtësit e zërit ose ekranet të cilët shfrytëzohen si mbrojtës nga valët e zërit? Këtyre pyetjeve do tu përgjigjeni nëse dini kur ndodh difraksioni dhe sa është gjatësia valore e valëve të zërit.

A keni pyetur pse muret e sallës së operës janë mbështjellur me pëlhurë, ose si është hapsira në të cilën është vendosur bina? Nëse absorbimi i zërit nuk është i madh, pasqyrimi i zërit në hapsira të mbyllura mund të jetë shumëfishë. Kjo dukuri quhet *reverberacion*. Prandaj, gjatë ndërtimit të sallave për koncerte, teatrove, auditoriumeve etj, duhet të plotësohen kushtet për të fituar kohë optimale për reverberacion-paszëshëm.

Shpejtësia e zërit varet si nga vetitë e mjedisit nëpër të cilin kalon, ashtu edhe nga temperatura.

Edhe për valët e zërit vlejnë formulat për shpejtësinë e valëve transversale dhe longitudinale (shiko nënkapitullin 1. 2, barazimet 4 dhe 5).

Shpejtësia e zërit gjatë përhapjes në mjediset të gazëta, me zmadhimin e temperaturës ajo zmadhohet. Shpejtësia e zërit në ajër në 0°C është 331, 5 m/s, në ujë në 20°C është 1493, 2 m/s, e në granit është 6000 m/s.

SHEMBULLI 1. Të përcaktohet shpejtësia e zërit nëpër alumin, nëse moduli i Jungut i elasticitetit është $E = 7 \cdot 10^{10} \text{ N m}^{-2}$, ndërsa dendësia $\rho = 2.7 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Zgjidhje: Shpejtësia e zërit mund të përcaktohet

me barazimin: $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$,

ajo është: $v = \sqrt{\frac{7.0 \cdot 10^{10}}{2.7 \cdot 10^3}} \approx 5.1 \text{ km/s}$.

FIZIKA DHE EKOLOGJIA

Valët e zërit me intensitet të madh të cilat i kanë të gjitha frekuencat e mundshme në zonën e dëgjueshmërisë, quhen **buçitje (gjëmim)**. Niveli i lejuar i zëshmërisë për frekuencat e larta është 70-80 dB, kurse për frekuencat e ulta 90-100 dB. Për vendet caktuara është rregulluar edhe zëshmëri më e vogël e zërit. P. sh, në spitalet është 15 dB, kurse në biblioteka deri 20 dB, në dhomat e fjetjes 20 dB deri 30 dB.

Buçitja intensive dhe kohëgjatë vepron dëmshëm në organizmin e njeriut: e dobëson të dëgjuarit, e zvoglon aftësinë punuese, shkakton çregullime nervore dhe tendosje të muskujve. P. sh, njerëzit që ndërtojnë kazane, zakonisht bëhen pjesërisht të shurdhër për zonën e frekuencave të zërit e cila i përgjigjet buçitjes të krijuar nga goditjet e çekicët në muret e kazanit. Për mbrojtjen e mjedisit njerëzor nga buçitja, janë të domosdoshme matjet e buçitjes të cilët bëhen me mjete akustike që quhen **fonometra**, respektivisht **sonometra**. Gjatë mbrojtjes nga buçitja duhet pas parasysh se veti më të mira izoluese për zërin kanë materialet poroze.

Intensiteti i zërit eksponencialisht bie me trashësinë e materialit. Por, intensiteti i zërit në hapsira të mbyllura varet nga koeficienti i absorbimit. Kështu, p. sh. malteri (llaçi) ka koeficient të absorbimit 0,02, kurse perdet 0,23.

Për 5⁺

Rezonanca e zërit

Burimet e zërit, si lëkundës mekanik, mund të bëjnë lëkundje të detyrueshme dhe të sillen në gjendje të rezonacës.

Rezonanca te burimi i zërit, përveç në shembullin në fig. 1, mund të tregohet edhe me eksperimentin si në fig. 3. Në një enë më të gjërë me ujë është fut një gyp qelqi i cili është hapur në të dy anët. (Ju mund ta bëni ate edhe me një menzurë më të madhe në të cilën duhet të futni ujë).

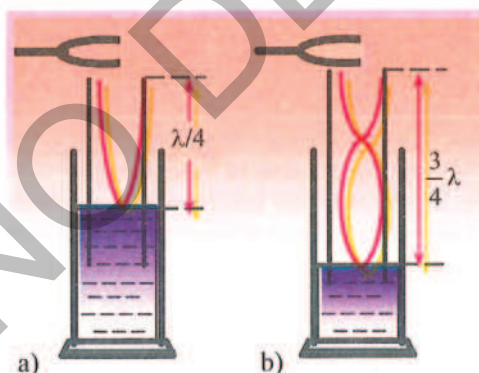


Fig. 3. Eksperiment për rezonancën e zërit

Kur në hapjen e gypit sjellet piruni akustik i cili lëkundet, shtylla ajrore në gypin do të bëjë lëkundje të detyrueshme. Duke e ndryshuar gjatësinë e shtyllës ajrore (me ngritjen dhe lëshimin e gypit) për një lartësi të caktuar, zëri dëgjohet më fortë. Zëri përforcohet d. t. th shkaktohet rezonancë kur gjatësia e shtyllës ajrore ka frekuencë vetiake e cila përputhet me frekuencën e pirunit akustik, ose kur njëra frekuencë është numër i plotë herë më e madhe. Në hapjen e gypit krijohet valë e qëndrueshme (e tillë është edhe kutia rezonante në të cilën është vendos piruni akustik).

Frekuenca vetiake e shtyllës ajrore varet nga gjatësia e saj L :

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{(2n+1)}{4L} v ; n=1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

ku n është numër i plotë çfardo, v është shpejtësia e zërit në ajër. Rasti i treguar në fig. 3a është për gjatësinë e shtyllës ajrore $L=\lambda/4$, kurse 3b për

$L=3\lambda/4$). Përveç asaj rezonanca mund të krijohet për cilin do numër tek i çerekut të gjatësisë valore të valës së qëndrueshme të formuar në shtyllën ajrore të mbyllur në njërin skaj, d. t. th nëse gjatësia është

$$L = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}.$$

Në shtyllat ajrore të hapura në të dy anët fitohen valë të qëndrueshme longitudinale me barqe në të dy anët. Në shtyllën ajrore ka numër të plotë gjysmëgjatësie valore. Shtylla ajrore do të hyjë në rezonancë me zërin me frekuencë

$$f = \frac{n}{2L} v; \quad n = 2, 3, 4 \dots \quad (4)$$

Rezonanca e zërit shfrytëzohet te instrumentet me frymë (fig. 4 dhe fig. 5). Disa instrumente (kitara, violina) për të dhënë intensitet më të madh shfrytëzojnë tela me të cilët mund të shkatohet rezonanca. Trupat e këtyllë quhen **rezonatorë**, p. sh piruni akustik është vendosur në kufinë rezonante.

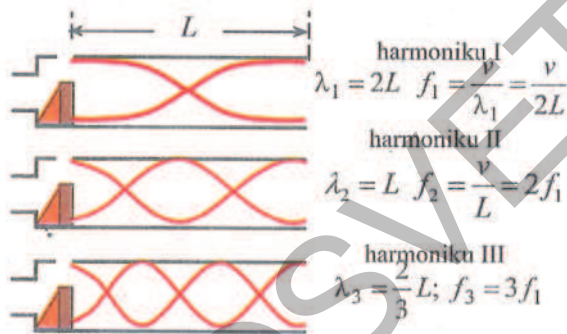


Fig. 4. Instrumente me frymë të hapur

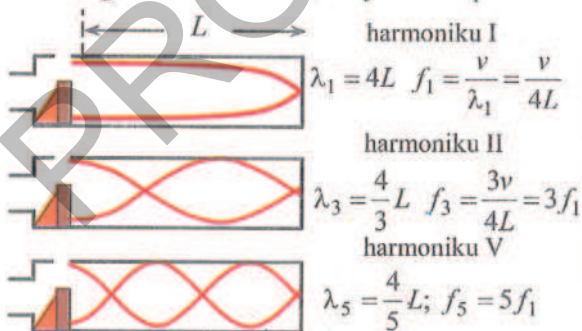


Fig. 5. Instrumente me frymë të mbyllur
Instrumenti me frymë jep ton themelor kur ka vetëm një nyje. Te instrumentet me frymë të

hapur në të dy skajet nyja krijohet në mesin e shtyllës (fig. 4), kurse te ata të mbyllur në skajin e gypit ku gypi është i mbyllur (fig. 5).

Gjatësia valore e tonit te instrumentet me frymë të mbyllur është dy herë më e madhe se te ata të hapur, frekuenca (lartësia e tonit) është dy herë më e ulët.

Dukuria e rezonancës shfrytëzohet për matjen e shpejtësisë së valëve të zërit.

Me dukurinë e rezonancës shpjegohet ngjarja kur me anë të borive (trubave) janë shkatruar mure të mëdha të qytetit biblik Jerihon.



Fig. 6 Gota është thyer nga zëri i njeriut si rezultat i rezonancës

SHEMBULLI 2. Dy gypa prej të cilëve njëri është e hapur në të dy skajet, tjetri i mbyllur në njërin skaj, kanë gjatësi të barabarta. Sa është ndryshimi i toneve themelor të cilët i japin ato dy gypa?

Zgjidhje. Frekuenca e tonit themelor për gypin e mbyllur në njërin skaj përcaktohet me $f = \frac{v}{4L}$,

kurse për ate të hapur $f' = \frac{v}{2L}$.

Nëse i pjestojmë të dy barazimet fitohet:

$$\frac{f}{f'} = \frac{1}{2}.$$

Frekuenca e tonit themelor në gypin e hapur është dy herë më e madhe (për një oktavë më e lartë).

SHEMBULLI 3. Piruni akustik me frekuencë $f=735$ Hz është vendos mbi shtyllën ajrore të një kutie të mbyllur në njërin skaj. Tingulli më intensiv më së pari do të ndëgjoni kur shtylla ajrore ka gjatësi a) 11.3 cm, kurse madje b) 33.5 cm. Të përcaktohet shpejtësia e zërit në ajër.

Zgjidhje. Duke pas parasysh barazimin (3)

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{(2n+1)}{4L} v, \text{ për shpejtësinë fitohet:}$$

$$v = \frac{4Lf}{(2n+1)} \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

a) Duke zavendësuar vlerat numerike në këtë barazim gjatë $n=0$, për shtyllëna ajrore me gjatësi $L=11.3$ cm, për shpejtësinë fitohet:

$$v = 4Lf, \text{ respektivisht } v_1 = 332 \text{ m/s}$$

b) Për shtyllën ajrore me gjatësi $L=33.5$ cm, duhet $n=1$. Shpejtësia është:

$$v = \frac{4Lf}{3}, \text{ respektivisht } v_2 = 328 \text{ m/s}$$

Shpejtësinë e zërit do ta fitojmë nga vlera mesatare v_1 dhe v_2 .

SHEMBULLI 4. Me çfar force duhet ngrehur teli i çelikut me gjatësi $L=0.25$ m dhe seksion $S=3.14 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$, ashtuqë frekuenca themelore gjatë lëkundjeve të saja të jetë $f_0=435$ Hz. Të merret se dendësia e çelikut është $\rho=7800 \text{ kg/m}^3$.

Zgjidhje. Shpejtësia e zërit nëpër telin e ngrehur është dhënë me barazimin:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}, \quad (1)$$

ku μ është masa e njësisë së gjatësisë, ajo përcaktohet nga:

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{\rho V}{L} = \frac{\rho S l}{L} = \rho S \quad (2)$$

Nga barazimi (1) fitohet:

$$F = v^2 \mu \quad (4)$$

Frekuenca themelore e telit të ngrehur është (shiko valët e qëndrueshme):

$$v = 2Lf_0; \quad (5)$$

Nëse barazimet (5) dhe (2) zavendësohen në (4)

fitohet: $F = 4L^2 f_0^2 \rho S$ respektivisht, $F = 11.59 \text{ N}$.

FIZIKA DHE BIOLOGJIA

Pse veshi i njeriut është më i ndijshëm për frekuencat ndërmjet 3 000 Hz dhe 4 000 Hz.

Përgjigjen e kësaj pyetjeje do ta fitoni kur do ta njehsoni gjatësinë e kanalit të veshit. Ajri në kanalën e veshit, si shtyllë ajrore e mbyllur në një anë, mund të lëkundet me frekuencë rezonante, ashtuqë intensiteti zmadhohet 2 deri 3 herë. Dihet se rezonanca në parim krijohet kur gjatësia e gypit të hapur në njërin anë (në këtë rast kanali i veshit) është numër tek $\lambda/4$. P. sh, për frekuencën 3000 Hz, për të cilën veshi është më i ndijshëm, i përgjigjet gjatësia valore:

$$\lambda = v/f = 340 \text{ ms}^{-1} / 3000 \text{ s}^{-1} = 0.11 \text{ m},$$

respektivisht, $\lambda/4 = 0.0275 \text{ m}$,

ku $v = 340 \text{ ms}^{-1}$ është shpejtësia e zërit në ajër. Gjatësia $\lambda/4 = 0.0275 \text{ m}$ pikërisht i përgjigjet gjatësisë së kanalit të veshit të njeriut. Sipas kësaj qartë është se kanali i veshit luan rolin e rezonatorit të ajrit.

Për 5⁺

EFEKTI DOPLER

Efekti Dopler është dukuri karakteristike për të gjitha lëvizjet valore-valët e ujit, valët e zërit dhe ultrazërit, por edhe gjatë përhapjes së valëve të dritës, radiovalëve dhe valëve tjera elektromagnetike. P. sh, kur lundra lëviz në kahje të kundërt të ujit të valëzuar, frekuenca me të cilën valët goditin lundrën do të jetë më e madhe se sa kur lundra është në prehje ose lëviz në kahjen e përhapjes së valës. Dukuria e tillë ekziston edhe te zëri. Kur burimi i zërit lëviz kah vrojtesit, ndërsa mjedisi është i qetë, vrojtesit dëgjon ton me lartësi më të madhe nga ajo që e jep burimi. Në rastin e kundërt, kur burimi i valës largohet, vrojtesit ndëgjon ton me lartësi më të vogël. Ky efekt vërehet kur lokomotiva ose automobili japin sinjale zëri dhe kalojnë shpejt pranë vrojtesit.

Ndryshimi i frekuencës është dhënë me barazimin:

$$\Delta f = \frac{v}{v_0} f$$

ku f është frekuenca e burimit që lëviz me shpejtësi v , f' është frekuenca të cilën e përcepton vërtuesi, $\Delta f = f - f'$, v_0 është shpejtësia e zërit.



Fig. 7.

Kur është e njohur frekuenca e burimit, mund të përcaktohet shpejtësia e lëvizjes së objekteve (në medicinë me ultrazërin përcaktohet shpejtësia e gjakut). Efekti Dopler shfrytëzohet edhe në astronomi për përcaktimin e shpejtësisë relative të yjeve në raport me Tokën.



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Sirena e automobilit jep tingull me intensitet 10^{-3} W/m^2 ose zëshmëri prej 90 dB; dhjetë sirena të tilla japin intensitet 10^{-2} W/m^2 ose zëshmëri prej 100 dB; nga ana tjetër dy sirena japin 93 dB. Pse?
2. Për sa decibela do të ndryshohet zëshmëria e zërit nëse intensiteti zmadhohet dy herë.
(Përgjigje: 3 dB)
3. Të përcaktohet frekuenca e burimit të zërit, nëse valët e zërit kanë gjatësi valore 0, 68m, ndërsa përhapen me shpejtësi 340 m/s
(Përgjigje: $f = 500 \text{ Hz}$)
4. Gypi metalik me gjatësi 931 m është goditur me çekiç për së gjati. Në skajin tjetër me ndryshim kohor $t=2, 5 \text{ s}$ do të ndëgjohen dy zëra. Shpjegoni në çka ka të bëjë dukuria. Të përcaktohet shpejtësia e zërit në metal, nëse shpejtësia e zërit në ajër është 340 m/s.
(Përgjigje: 3900 m/s)

5. Sa energji bart vala e zërit për një minutë nëpër sipërfaqen 1 m^2 , nëse ka intensitet 10 W/m^2 .

(Përgjigje: 600 J)

6. A vlenë parimi i superpozicionit për valët e zërit? Pse zëri në sallën e zbrazët dëgjohej më fortë se sa kur në sallë ka publik?

7. Nën zilen e qelqit është vendosur zile elektrike. Nëse nga zilja e qelqit me ndihmën e pompës vakuum nxirret ajri, a do të dëgjoni cingërrimën e ziles.

8. Pse kosmonauti në Hënë kur do të godas me çekiç nuk dëgjon zërin?

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| - toni | - lartësia e tonit |
| - ngjyra e tonit | - praktik i dëgjueshmërisë |
| - intensiteti i zërit | - bel |
| - zëshmëria | - decibel |
| - reverberacion | - rezonanca |
| - interferencë | - Lakoret Weber- Fehner |
| - difraksioni | |
| - absorbimi i zërit | - buçitja |
| - fonometri | - sonometri |



1. Me ndihmën e sensorit tingullor të interfejsit COACH përcaktoni frekuencën themelore të tonit të fituar nga piruni akustik i dhënë. Krahasoni intensitetet e valëzimeve kur piruni lëkundet me rezonator dhe pa të.

Inçizoni ndonjë ton të kënduar nga një shok ose shoqe. Me shfrytëzimin e sensorit të largësive të njëjtë nga ata, përcaktoni afërsisht frekuencën themelore të sinjalit që e fitoni. Çka përfundoni?

Inçizoni ndonjë zhurmë. P. sh, goditje me çekiç në sipërfaqen e metalt, a ka aty ndonjë periodicitet. Madje dy nxënës le të këndojnë tone të njëjta. a do të dallohen ata? Në çka ka të bëjë ai dallim?

2. Përdorni dy piruna të njëjtë akustik dhe aktivizoni ata. Me ndihmën e sensorit tingullor dhe sensorit të zhvendosjes të lidhur bashkarisht, vëreni se diku sinjali i zërit është maksimal, ndërsa diku thuaj se nuk e kemi. Për cilën dukuri bëhet fjalë?

3. Në njërën nga dy pirunat akustik vendosni një foli të vogël alumini dhe ngjite me selotip. Me sinjalin e zërit fitohen goditje. Përcaktoni periodën e goditjeve. Madje zhvendose masën diçka më posht dhe përsërite eksperimentin. Çka përfundoni?

1.9. INFRAZËRI, ULTRAZËRI DHE ZBATIMI

Infrazëri

Valët mekanike me frekuencë më të vogël se 20 Hz i takojnë regjionit të infrazërit. Burim të infrazërit, në parim mund të jetë çdo trup i cili lëkundet në një interval të caktuar frekuencial. Të tillë mund të jenë, p.sh, makinat e mëdha dobët të centruara të cilat punojnë me numër të vogël rotullimesh, kamionët transportues të rëndë, sharrat për prerjen e drurit, lëkundjet e konstruksioneve të mëdha ndërtimore. Burimet natyrore të infrazërit janë shkarkesat elektrike në atmosferë, stuhitë, termetet, vullkanet, ujëvaret, valët e detit. Infrazëre krijohen, p.sh, edhe gjatë kërsitjeve të mjeteve të rënda artilerike, shpërthimet e granatave, minave etj. Në të gjithat shembujt përveç komponentës që dëgjohet, krijohen edhe ultrazëret.

Këto valë me frekuencë të ulët, duke vepruar në mënyrë rezonante në organet e njeriut mund të shkaktojnë dëmtime të ndryshme: mundime, lodhje, kokëdhembje, çregullime. Nga ata vështirë mund të mbrohem sepse infrazëret nuk pranojnë nga shqisa e të dëgjuarit, por nëpër tërë trupin. Lëkundjet barten nëpër muret, dyshemet, etj.

Gjatësia valore e madhe (frekuencës 10 deri 20 Hz në ajër i përgjigjet gjatësisë valore nga 17 deri 34 m) mundëson që infrazëri lehtë t'i përballojë pengesat. Ai thjeshtë i mbështjell ata. Ata karakterizohen me aftësi të vogël absorbuese gjë që mundëson cak të madh, veçanërisht kur përhapen në ujë.

Veçanërisht janë të ndjeshëm në infrazëret disa gjallesa detare. Meduzet ikin nga bregu, ndërsa disa peshqi që jetojnë në thellësi dalin në sipërfaqe të ujit dhe në këtë mënyrë sinjalizojnë se do të paraqitet uragani, valët cunami. Në Japoni kultivohen peshqi të cilët disa orë para termeteve e ndryshojnë sjelljen e zakonshme në akuarium

Infrazëret veçanërisht zbatohen te vëzhgimet ushtarake për zbulimin e trupave të maskuar të cilët nuk është e mundur të zbulohen në mënyrë vizuale.

Lëkundjet në frekuencë të infrazërit, të cilët përfitohen me mjete të posaçme shfrytëzohen për mjekim dhe masazh.

Ultrazëri

Me ultrazëre nënkuptojmë vale mekanike me frekuencë më të mëdha nga kufiri i dëgjueshmërisë. Valët e ultrazërit kanë frekuencë nga $2 \cdot 10^4$ deri 10^9 Hz. Zëri me frekuencë më të mëdha se 10^9 Hz quhet *hiperzëre*. Veshi i njeriut nuk mund t'i pranojë këto valë të zërit. Për shkak të frekuencës së madhe, del se ultrazëri ka gjatësi valore shumë të vogël. P.sh, për kufirin e lartë të ultrazërit d. t. th për frekuencën 10^9 Hz, në ajër gjatësia valore është $3,4 \cdot 10^{-7}$ m, që është rëndësi e madhe nëse si edhe gjatësia valore e dritës.

Burimet e ultrazërit. Për përfitim të ultrazërit shfrytëzohen gjenerator mekanik dhe elektromekanik. Gjeneratorët mekanik paraqesin një lloj sirenash dhe fyjesh special të ndërtuar (fyll i Galtonit). Me ta fitohet ultrazëri me frekuencë të vogla (20-200 kHz) dhe me fuqi të vogël.

Te gjeneratorët elektromekanik shfrytëzohet *efekti piezoelektrik invers dhe efekti i magnetostricionit*. Të dy efektet janë reverzibil (të kthyeshëm), për shkak se shndërruesit e ultrazërit mund të shfrytëzohen, jo vetëm si gjenerator ultrazëri por edhe si pranues të ultrazërit.

Efekti piezoelektrik qëndron në sa vijon: Nën veprimin e deformimit elastik të disa kristale dielektrike krijohet polarizimi elektrik. Me fjalë të tjera, në anët e pllakës kristalore (të prera në mënyrë të posaçme) ku vepron forca, njëra anë elektrizohet me ngarkesa elektrike pozitive, ndërsa ana tjetër me ato negative. Kjo konstatohet nga shmangëja e galvanometrit të lidhur me pllakën (fig. 1). Polarizimi i dielektrikut të tillë është më i madh nëse shtrëngimi i kristalit është në kahjen e boshtit kristalografik. Me ndërrimin e kahjes së deformimit (p.sh, në vend të ngjeshjes bëhet zgjatje) bëhet polarizim me kahje të kundërt. Vetitë e tilla kanë *kuarci, turmalina, titanati i bariumit, kripa e senjetit, disa polarimetra etj*

Efektin piezoelektrik e kanë studjuar vllazërit Kyri më vitin 1856.

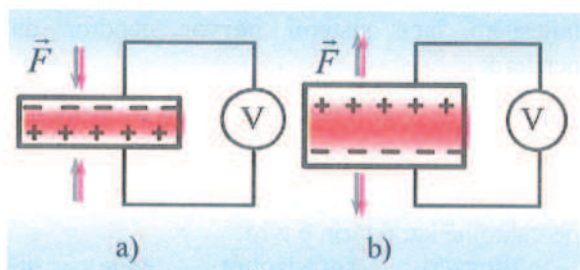


Fig. 1. Efekti piezoelektrik

Efekt i piezoelektrik invers. Nëse në pllakën e kuarcit (fig. 2) vendosen shtresa metalike (filma të hollë prej ari ose argjendi) dhe ajo i nënshtrohet fushës elektrike të ndryshueshme periodike, dipolet e saj do të synojnë të orientohen në kahjen e fushës, gjë që shpie deri te shtrëngimi mekanik i kristalit. Me këtë rast pllaka e kuarcit zgjatet gjatë një kahje të fushës, dhe shkurtohet kur fusha e ka kahjen e kundërt. Në këtë mënyrë pllaka kryen lëkundje të detyrueshme të cilat barten edhe në grimcat e mjedisit që e rrethon në formë të valëve të ultrazërit.



Fig. 2. Efekt i piezoelektrik invers

Lëkundjet mekanike të krijuara në kristalin do të kenë amplitudë maksimale nëse ndërmjet fushës elektrike të ndryshueshme dhe pllakës kristalore arrihet rezonanca, d. t. th kur frekuenca e fushës barazohet me frekuencën vetiakte të pllakës. Pllaka atëherë lëkundet me amplituda maksimale të mundshme. Me zgjidhje të përshtatshme të trashësisë së pllakës dhe mënyrës se si është gëdhend ajo, mund të fitohen valë ultrazëri me frekuencë prej 50 do 100 MHz.

Përshkak të reverzibilitetit të efektit-e njëjta pllakë mund të shfrytëzohet edhe për detektimin e ultrazërit. Kështu, nëse në pllakën e kuarcit bie valë ultrazëri, atëherë krijohen impulse elektrike të cilët mund të detektohen me instrument përkatës.

Efekt magnetostriktiv tregojnë disa substanca feromagnetike (hekuri, legura të hekurit dhe nikli). Nën veprimin e fushës magnetike të ndryshueshme, trupat e ndërtuar nga ata substanca në mënyrë lëkundëse e ndryshojnë gjatësinë e tyre dhe bëhen burime të ultrazërit.

Zbatimi i ultrazërit

Karakteristikat themelore fizike dhe ligjet e përhapjes së zërit vlejnë edhe për ultrazërin. Por, ultrazëri posedon një varg vetishë speciale, të cilët mundësojnë zbatim të madh në shkencë, teknikë dhe medicinë. Ata veti janë si vijon.

1. Valët e ultrazërit, përshak të gjatësisë valore të vogël (frekuencë të madhe) përhapen, afërsisht drejtvizorisht, gjë që mundëson që me pasqyra akustike të posaçme ata të kahjesohen.

2. Vala e ultrazërit bart më shumë energji se vala e zërit, kjo d. t. th se ka intensitet të madh ($I \propto \omega^2$ - intensiteti I është proporcional me frekuencën), ashtuqë, kur do të fokusohet në sipërfaqe të vogël mund të shkaktojë: *efekte mekanike, nxehtësie, fiziko-kimike dhe fiziologjike.*

3. Amplituda e grimcave dhe amplituda e shtypjes në mjedisin material nëpër të cilin kalon ultrazëri është e madhe dhe mund të shkaktojë shtrëngime të mëdha dhe deformime të përhershme.

Përhapja drejtvizore e valëve të ultrazërit shfrytëzohet te *defektoskopia e ultrazëshme* për hulumtimin e homogjenitetit të mostrave dhe zbulimin e defekteve të ndryshme në të (çarjeve, johomogjeniteti). Kjo bazohet në pasqyrimin e ultrazërit nga defektet e përmendur të mostrave. Sipas madhësisë së sinjalit bëhet lokacioni i vendit dhe formës së defektit.

Fokusimi në sipërfaqe të vogla mundëson *përpunim mekanik të materialeve* (saldimi i ftohtë i materialeve që vështirë shkrihen, shpuarje, përpunim i mirë). Ultrazëri

shfrytëzohet edhe për *osteosintezën e ultrazëshme* ("ngjitja" e eshtrave). Në kirurgji me të mund të pritët jovetëm indi i butë, por edhe indi i ashtit. Në stomatologji shfrytëzohet për të shmangur gurin e dhëmbit.

Me zbatimin e valëve intensive të ultrazërit në sistemet e lëngëta, në vendet ku intensiteti është më i madh mund të krijohet "zbrastirë" dhe të arrihet deri te shkëputja e saj, d. t. th deri te *kavitacioni*. Me ndihmën e kavitacionit disa sisteme të lëngëta ose të ngurta mund të lirohen nga molekulat e gazta si edhe nga papastërtitë të cilët i përmbajnë.

Aftësia e ultrazërit që t'i imtësojë trupat dhe të formoj emulzione nga lëngjet të cilët nuk përzihen, shfrytëzohet në industrinë farmaceutike për prodhimin e ilaçeve, në industrinë kozmetike dhe kimike.

Nën veprimin e ultrazërit shumë komponime kimike zbërthehen. Me ndihmën e ultrazërit nxitohen reaksionet kimike, difuzioni, tretja. Në përgjithësi efektet nën veprimin e ultrazërit, janë të përcjellura me nxehjen e mjedist.

Ultrazëri vepron në mënyrë stimulative në zhvillimin e llojeve të ndryshme të farërave, d. t. th i stimulon proceset oksiduese në qelizë. Efektet biologjike janë rezultat i veprimeve mekanike të ultrazërit në qelizë. Me ultrazërin mund të zhduken, viruse, bakterie, prandaj shfrytëzohet për *sterilizim*.

Ultrazëri shfrytëzohet në medicinë për diagnostikë dhe terapi. Meqë indi i shëndoshë dhe i sëmurë ka veti të ndryshme akustike, ultrazëri, duke kaluar nëpër to pasqyrohet ndryshe ose absorbohet dhe në këtë mënyrë jep informacione diagnostike. Ultrazëri shfrytëzohet në fizioterapi për ngrohje.

Valët e ultrazërit kanë veti sikurse edhe valët tjera, gjatë pasqyrimin nga pengesa e lëvizshme e ndryshojnë frekuencën. Ndryshimi i frekuencës varet nga shpejtësia e lëvizjes së pengesës dhe nga ajo se a afrohet apo largohet nga pranuesi (efekti Dopler). Me ndihmën e aparateve të këtilla mund të hulumtohet shpejtësia e disa trupave që gjenden në brendinë

e një sistemi që është në prehje (p.sh, shpejtësia e trupthave të gjakut në enët e gjakut).

Ndonëse mund të thuhet se ultrazëri nuk është i dëmshëm, gjatë zbatimit për kohë të gjatë të ultrazërit me intensitet të madh, më të ndjeshëm janë sistemi nervor qendror dhe periferik.

Duke i falenderuar lokacionit me ultrazëri, me ndihmën e mjetit portabël "*orientues*", personat e verbët mund të bëjnë lokacionin e trupave në largësi prej 10 m, dhe njëherit dhe ta përcaktojnë karakterin e tyre.

Ultrazëri shfrytëzohet edhe për hidrolokacion-eholokator të shkëmbijve nënujorë, grumbull peshqish, nëndetset etj. Në bazë të kohës së matur që ka kaluar nga dërgimi deri te kthimi i sinjalit të ultrazërit mund të përcaktohet thellësia e fundit të detit.

Ultrazërin e shfrytëzojnë edhe disa gjallesa p.sh lakuriqi orientohet në hapsirë dhe e gjuan gjahun në bazë të pasqyrimin të ultrazërit. Ultrazërin për orientim e shfrytëzojnë delfinët, balenat dhe disa gjallesa tjera në det.

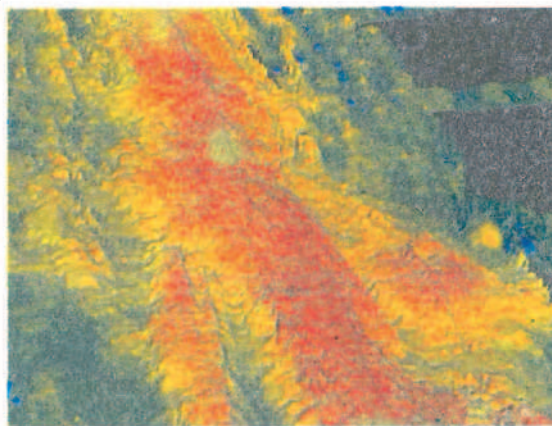


Fig. 3 Fotografia e ultrazërit në fund të detit

SHEMBULLI 1. Peshkatari duke zbatuar eholokatorin ka vërejtë se sinjalet e reflektuar të ultrazërit kthehen pas 0, 15 s dhe 0, 20 s.

Nëse shpejtësia e zërit në ujë është 1450 ms^{-1} , të përcaktohet thellësia në të cilën është bërë pasqyrimi (fig. 4).

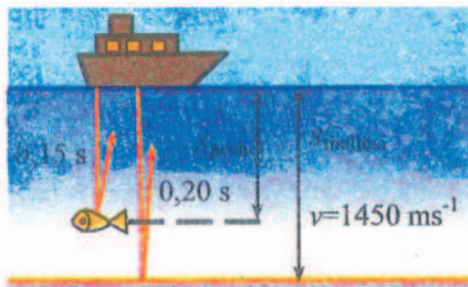


Fig. 4.

Zgjidhje. Gjatë supozimit se pasqyrimi është bërë nga fundi i detit dhe nga grumbulli i peshqëve, kohë më të gjatë i përgjigjet sinjalit të reflektuar nga fundi i detit, ndërsa më shkurtë kohë nga grumbulli i peshqëve.

Është dhënë $v = 1450 \text{ ms}^{-1}$

$$(1) t = 0,15 \text{ s}$$

$$S_{\text{peshq}} = ?$$

$$v = \frac{2s}{t}$$

$$2S_{\text{peshq}} = vt$$

$$= 1450 \times 0,15$$

$$= 217,5 \text{ m}$$

$$S_{\text{peshq}} \approx 109 \text{ m}$$

$$(2) t = 0,20 \text{ s}$$

$$S_{\text{fund}} = ?$$

$$2S_{\text{fund}} = vt$$

$$= 1450 \times 0,20$$

$$= 290 \text{ m}$$

$$S_{\text{fund}} = 145 \text{ m}$$



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Gjatë fluturimit lakuriqi orientohet, ashtuqë emeton sinjal ultrazëri, dhe madje e detekton zërin që pasqyrohet nga trupi, frekuenca e zërit është 50 kHz, ndërsa sinjali i zërit zgjat 2,0 ms. Nëse shpejtësia e zërit është 340 m/s, sa kohë udhëton sinjali nga lakuriqi deri te trupi, nëse trupi nga lakuriqi është i larguar: (a) 1,0 m dhe (b) 0, 2 m?

Shpjegoni pse lakuriqi e zvoglon kohëzgjatjen e sinjalit të zërit kur i afrohet trupit? .

(Përgjigje: a) 5, 8 ms; b) 1, 2 ms)

2. Gjeneratori punon me frekuencë 60 kHz, dhe jep sinjal ultrazëri me kohëzgjatje $t = 1/600 \text{ s}$. Sa gjatësi valore përmbahen në atë sinjal? (Përgjigje: 100)

3. Të përcaktohet thellësia e fundit të detit nëse koha nga dërgimi deri te pranimi i sinjalit të ultrazërit nga eholokatori është $t = 0,6 \text{ s}$. Shpejtësia e valëve të ultrazërit në ujë është 1400 m/s.

(Përgjigje: 420 m)

4. A dini disa shembuj për zbatimin e ultrazërit, të cilët nuk janë shënuar në librin?

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- valët e infrazërit
- valët e ultrazërit
- burimet e ultrazërit
- efekti piezoelektrik dhe magnetostriktiv
- efekti piezoelektrik invers
- eholokatori



Për të mësuar më tepër kërkoni në internet veb faqet

1. Ultrasound: How does it work? | Multimedia Activities

Activity: **Ultrasound: How does it work?** This simulation explores **ultrasound** imaging as a technique used to see inside an object (such as the human body)....

[Kids and Teens > School Time > Science > Physics > Sound](#)

www.explorescience.com/activities/Activity_page.cfm?ActivityID=43 - 7k

2. Ultrasound physics

www.indyrad.iupui.edu/public/lectures/physics/10ultras/ - 3k - Cached - Similar pages

edhe tjera linke të ngjashme, simuloni disa procese dhe zgjeroni dituritë tuaja

1. 10. VALËT ELEKTROMAGNETIKE

Lidhja ndërmjet fushës magnetike të ndryshueshme dhe fushës elektrike të ndryshueshme

Në klasën e dytë gjatë të mësuarit të dukurisë së induksionit elektromagnetik, nënkapitulli „rryma shtjellore”, është treguar se *çdo ndryshim kohor i fushës magnetike shpie deri te indukimi i fushës elektrike të ndryshueshme shtjellore*. D.m.th. gjatë ndryshimit kohor të induksionit magnetik $\vec{B}$ paraqitet fushë elektrike, vijat e forcave të së cilës i mbështjellin vijat e induksionit magnetik (shiko fig. 1a). Sa më i shpejt është ndryshimi i induksionit magnetik, aq më intensive është rryma shtjellore, e cila është rrjedhim e *fushës shtjellore* elektrike të ndryshueshme. Në pajtim me rregullën e Lencit gjatë zmadhimit të induksionit magnetik rrymat shtjellore i kundërshtojnë zmadhimit, kjo d.m.th. se fusha elektrike shtjellore do të ketë kahje të kundërt nga rregulla që vlenë për fletën magnetike (rregulla e dorës së djathtë me gishtërinjë të mbyllur) dhe do të thirret në rregullën e dorës së majtë me gishtërinjë të mbyllur në raport me $\vec{B}$.

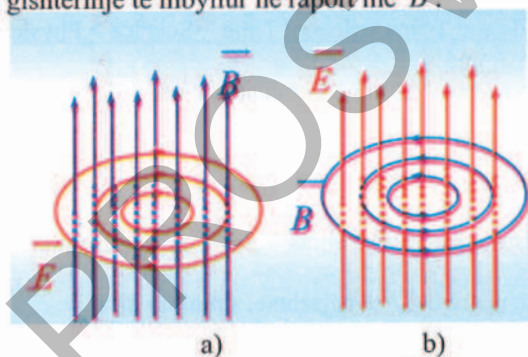


Fig. 1. a) Induksioni magnetik $\vec{B}$ zmadhohet
b) Intensiteti i fushës elektrike $\vec{E}$ zmadhohet

Kuptimet e Majkl Faradejit, në vitet e 60- ta të shekullit XIX i zgjeroj Xhems Klark Maksveli. Me fjalë të tjera, Maksveli supozoj se *në të gjitha rastet*

kur fusha elektrike ndryshohet gjatë kohës, ajo rreth veti krijon fushë magnetike. Vijat e forcave magnetike të asaj fushe i mbështjellin vijat e forcave të fushës elektrike (fig. 1b). Kahja e vijave të induksionit magnetik gjatë zmadhimit të fushës elektrike thirret në rregullën e vidës së djathtë, në raport me vektorin $\vec{E}$. Këte ide, e cila rrjedhë nga bindshmëria e unitetit të natyrës, dhe harmonia e ligjeve natyrore e bën bazën e teorisë së Maksvelit.

Në pajtim me hipotezën e Maksvelit, nëse kemi fushë elektrike të ndryshueshme ndërmjet pllakave të një kondensatori, atëherë ajo fushë elektrike sillet si një lloj rryme të cilën ai e quajti të *lëvizëshme*. Ajo krijon fushë magnetike njësoj sikurse ndodhë në përçuesin me rrymë (fig. 2).

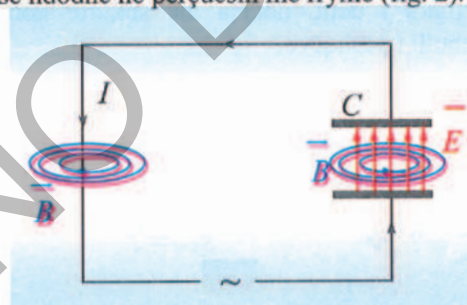


Fig. 2. Fusha elektrike e ndryshueshme sillet njësoj sikurse ndërmjet pllakave të kondensatorit të rrjedh rrymë me të njëjtin intensitet si edhe nëpër përçuesin.

Teoria e Maksvelit është dëshmuar me përfitim të eksperimental të valëve elektromagnetike. Valët elektromagnetike krijohen pikërisht për shkak se fusha magnetike e ndryshueshme krijon fushë elektrike të ndryshueshme, e cila mandej krijon fushë magnetike të ndryshueshme. Kjo d.m.th. se ndërmjet fushës elektrike dhe magnetike të ndryshueshme ekziston lidhje e pandarë dhe se ata nuk mund të ekzistojnë njëra pa tjetrën. Këte fushë të përbashkët e quajm **fushë elektromagnetike**.

Si krijohet dhe përhapet vala elektromagnetike?

Le të përkujtojmë se **qarku lëkundës ideal** paraqet një kondensator me kapacitet C të mbushur i cili shkarkohet nëpër bobinën me induktivitet L (fig. 3). Në këtë qark, në të cilin nuk përfillet rezistenca omike, bëhet shndërrimi alternativ i

energjisë së fushës elektrike, të përqëndruar kryesisht ndërmjet pllakave të kondensatorit, në energji të fushës magnetike e cila krijohet në bobinë

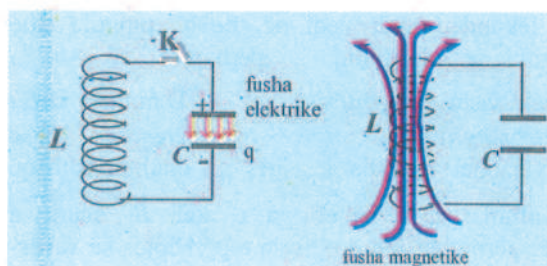


Fig. 3

Rryma e cila nëpër këtë qark rrjedh ndryshohet në mënyrë lëkundëse harmonike me frekuencë të dhënë me barazimin.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

Barazimi (1) është i njohur si barazimi i Tomsonit për frekuencën f , respektivisht perioda e lëkundjeve $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Frekuenca e qarkut lëkundës zmadhohet me zvoglimin e induktivitetit dhe kapacitetit të qarkut (fig. 4). Në këtë figurë është treguar se si nga qarku lëkundës i dhënë në figurën majtas mundet gradualisht të arrihet deri te një pëçues i drejtë-antenë, në të cilën krijohen lëkundje elektrike. Nga qarku elektrik i mbyllur fitohet qarku lëkundës i hapur-antenë.

Përmendëm se lëkundjet në qarqet në figurën 3 dhe 4 janë të pashuara, të idealizuara. Në qarqet

lëkundëse reale arrihet deri te shuarja, dhe lëkundjet gradualisht i zvoglojnë amplitudat. Humbjet e energjisë përshkak të ekzistimit të rezistencës omike plotësohen duke shfrytëzuar qarqe vetlëkundës. Në këto qarqe lidhen burime të energjisë të cilët me elemente të posaçëm të quajtur lidhja kthyesë i plotësojnë humbjet e energjisë. Në qarqet e tillë ruhet energjia e lëkundjeve në qark dhe lëkundjet janë sinusoidale harmonike.

Nëse në afërsi të sistemit të tillë vetlëkundës silltet sistemi lëkundës i hapur (antena) me frekuencë të njëjtë, ose përafërsisht e njëjtë, sikurse dimë, ndodh dukuria e rezonancës dhe në antenë ngacmohen rryma sinusoidale harmonike.

Antena paraqet burim të valëve elektromagnetike.

Do ta përshkruajmë si arrihet deri te përhapja e valës në hapsirë. Në vendin të shënuar me 0 (fig. 5) le të supozojmë se është vendosur antenna, në të cilën përshkak të tensionit të ndryshueshëm krijohet fushë elektrike $\vec{E}$ e cila në një moment të caktuar zmadhohet. Kjo fushë krijon rreth vetes fushë magnetike $\vec{B}$, e cila poashtu zmadhohet.

Por, sipas rregullës së Lencit në hapsirën në të cilën fusha zmadhohet krijohet fushë e indukuar shtjellore $\vec{E}_1$ e cila i kundërshton zmadhimin të fushës magnetike, prandaj vijat e forcës në vendin 0 do të kenë shenjë të kundërt, fusha në vendin 0 nuk do të ekzistojë, por do të paraqitet fushë elektrike e cila zmadhohet në vendin 1. Tash kjo fushë $\vec{E}_1$ krijon rreth vetes fushë magnetike $\vec{B}_1$ e cila zmadhohet. Kjo fushë indukon fushë elektrike shtjellore $\vec{E}_2$ e cila i kundërshton zmadhimin dhe e

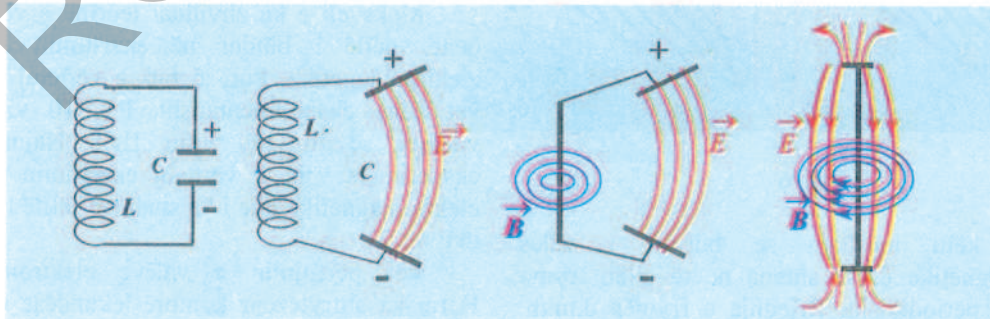


Fig. 4. Me zvoglimin e numrit të spirave në bobinë zvoglohet induktiviteti, ndërsa duke i larguar pllakat e kondensatorit dhe zvogluar sipërfaqen e tyre zvoglohet kapaciteti

cila e zhduk lëkundjen në pozitën 1, ndërsa paraqitet në vendin 2.

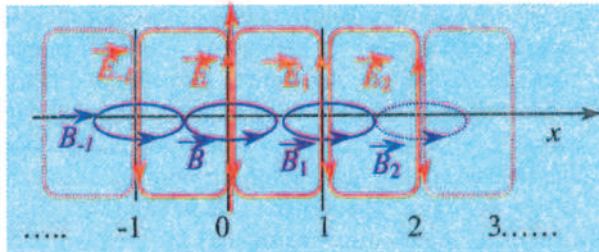


Fig. 5

Kështu matutje në kahjen 0 kah x arrihet deri te përhapja e valës e cila është një tërësi e lëkundjeve elektrike dhe magnetike, të quajtur valë elektromagnetike. Në të njëjtën mënyrë vala përhapet edhe në kahjen e kundërt, më saktë në të gjitha drejtimet e mundshme. Vendpozitat e pikave 0, 1, 2, 3 ... janë shumë afër, ashtuqë nëpër hapsirë nga burimi i lëkundjeve (antena) bartet valë elektromagnetike, „pamja momentale” e të cilës është dhënë në figurën 6. Në çdo pikë të hapsirës fusha elektrike dhe magnetike ndryshohen periodikisht dhe harmonikisht në varësi nga koha. Sa ma larg është pika nga burimi aq më vonë fillon lëkundja e fushës elektrike dhe magnetike. Kjo tregon se në pikat e ndryshme të hapsirës lëkundjet janë me faza të ndryshme.

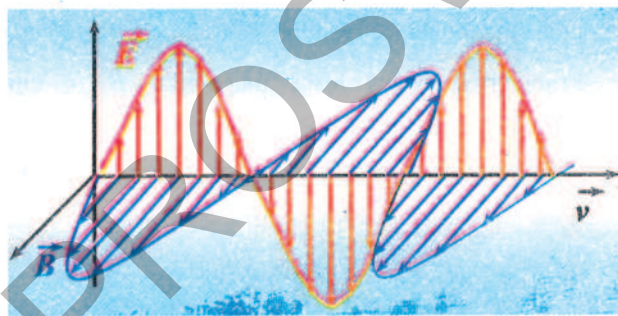


Fig. 6

Në këtu mësuam se burimi i valës elektromagnetike është antenna në të cilën rryma ndërrohet periodikisht. Rrjedhja e rrymës d.m.th. lëvizja e ngarkesave elektrike. Kjo lëvizje është periodike, e përcjellur me ndërrime të përhershme të shpejtësisë së ngarkesave.

Kusht kryesor për krijimin e valës elektromagnetike është ekzistimi i ngarkesave të nxituara (përsheptuara).

Sikurse shihet nga figurat 6 vektorët $\vec{E}$ dhe $\vec{B}$ lëkunden ndër vedi në rrafshet pingule dhe pingul në drejtimin e përhapjes së valës, respektivisht shpejtësisë $\vec{v}$. D.m.th. **valët elektromagnetike janë transversale.** Nëse shfrytëzohet rregulla e vidës së djathtë ashtuqë rrotullimi i saj të bëhet nga $\vec{E}$ kah $\vec{B}$, ecuria e vidës përputhet me drejtimin e përhapjes së valës-vektori të shpejtësisë $\vec{v}$.

Shumë nga rrjedhimet e teorisë së Maksvelit për valët elektromagnetike janë shumë të rëndësishme dhe për ata do flasim gjerësisht. Por, me rëndësi të veçantë të kësaj teorie është si vijon:

– valët elektromagnetike përhapen edhe në vakuum edhe në mjedisë materiale. Shpejtësia me të cilën ata përhapen është e kufizuar dhe në vakuum është e barabart me shpejtësinë e dritës c :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (4)$$

ku ϵ_0 është konstantë elektrike, ndërsa μ_0 konstantë magnetike, të njohura si konstantë dielektrike dhe permeabilitet magnetik në vakuum.

Vetitë e valëve elektromagnetike. Eksperimentet e Hercit.

Maksveli e ka zhvilluar teorinë e vet dhe ka qenë thellë i bindur në ekzistimin e valëve elektromagnetike. Por, ai nuk e vërtetoi teorinë e vet edhe eksperimentalisht. Pas 10 viteve pas vdekjes së tij, më vitin 1888 Hajnrih Herc eksperimentalisht e vërtetoi ekzistimin e valëve elektromagnetike dhe i ka studjuar vetitë themelore të tyre.

Për përfitimin e valëve elektromagnetike Herci ka shfrytëzuar konturë lëkundëse të hapur-antenë.

Antenën e ka prerë për gjysmë, ashtuqë ndërmjet dy gjysmave ka ndërhapirë të vogël ajri

(fig. 7). Kur të dyja pjesët e antenës lidhen me burim të tensionit të lartë, për një vlerë të caktuar të tensionit ndërmjet dy gjysmave do të kërcej shkëndijë (xixë). Atëherë qarku lëkundës mbyllet dhe në hapsirë rreth vibratorit përhapen valë elektromagnetike. Këto valë elektromagnetike të fituara janë të shuara, dhe ajo nga dy shkaqe:

- e para, për shkak të ekzistimit të rezistencës omike në qarkun lëkundës, dhe

- e dyta, për shkak se lëkundësi (oshilatori) rezaton valë elektromagnetike, prandaj energjia zvoglohet. Kur energjia krejtësishtë do të zvoglohet, shkëndija ndërpritet. Por, të dy përçuesit rishtazi elektrizohen deri në tension të lartë për të kërçyer shkëndija, dhe e gjithë kjo përsëritet prej fillimi. Vala elektromagnetike që krijohet përhapet ashtuqë, fusha elektrike lëkundet në rrafshin e antenës, kurse ajo magnetike në rrafshin pingul të saj. Rrezatimi është më intensiv në drejtimin që është pingul në antenën, ndërsa në drejtimin e vet antenës nuk krijohen valë.

Sot, sikurse thamë, antenat rrezatojnë valë elektromagnetike, ashtuqë nëpërmjet rezonancës fitojnë energji nga qarqet vetlëkundës të mbyllur.

Si regjistruar për ekzistimin e valëve elektromagnetike, Herci ka ndërtuar një vibrator pranues i cili ka të njëjtin konstruksion si edhe emetuesi. Kur në vibratorin e tillë do të arrijë vala elektromagnetike, nën veprimin e fushës elektrike në përçues do të paraqitet rrymë. Nëse rregullohet frekuenca vetiake e antenës pranuese të jetë e barabartë me frekuencën e emetuesit, lëkundjet e ngacmuara do të jenë me amplitudë të madhe. Herci këtë fakt e ka vëzhguar duke fituar shkëndijë në ndërhapsirën e antenës pranuese.

Përveç asaj që i përfitoj valët elektromagnetike, Herci tregoj se ata i kanë vetitë e njëjta si edhe llojet tjera të valëve. Ai tregoj se valët elektromagnetike nuk përhapen nëpër mjedise përçuese, por nga ata pasqyrohen dhe ajo sipas ligjit të pasqyrimit të dritës. Nëpër dielektrikët valët elektromagnetike përhapen, ndërsa gjatë rrënies nën një kënd në raport me sipërfaqen e dielektrikut bëjnë përthyerje sipas ligjeve të optikës gjeometrike.

Janë dëshmuar edhe dukuritë e interferencës dhe difraksionit të valëve elektromagnetike. Gjatë pasqyrimit të valës elektromagnetike nga një mjedis i metalt, paraqiten valë elektromagnetike të qëndrueshme, ndërsa duke matur largësinë ndërmjet dy nyjeve, ai arriti sukses ta mat gjatësinë valore të valës.

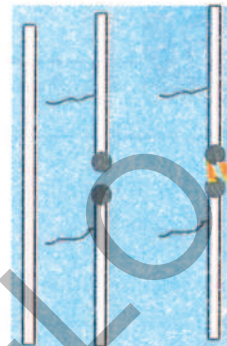


Fig. 7

Gjatësia valore e valëve të Hercit është disa centimetra. Duke e ditur frekuencën vetiake të lëkundësit, Herci tregoj se shpejtësia e përhapjes së valëve elektromagnetike është $c = 300000$ km/s, aq sa është edhe shpejtësia e përhapjes së dritës në vakuum. Shpejtësia e përhapjes së tyre në cilin do mjedis tjetër dielektrik, varet nga vetitë e tij dhe është më e vogël nga ajo në vakuum, dhe është:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} = \frac{c}{n}$$

ose
$$v \approx \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \Rightarrow n = \sqrt{\epsilon_r} \quad (5)$$

ϵ_r -konstanta dielektrike relative,

μ_r -permeabiliteti magnetik relativ

n -është shënuar **indeksi i përthyerjes** për një mjedis dielektrik të caktuar

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- fushë elektrike shtjellore - antena
- rryma të lëvizëshme -qarku lëkundës i mbyllur
- valë elektromagnetike
- barazimi i Tomsonit - qarku vetlëkundës
- qarku lëkundës i hapur - shpejtësia e valës elektromagnetike
- indeksi i përthyerjes



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Si mund të paraqitet në hapsirë fusha magnetike?
2. Elektroni që lëviz nëpër rreth a paraqet burim të valëve elektromagnetike?
3. Nëse thuprën e elektrizuar e lëvizim djathtas-majtas, a është ajo burim i valës elektromagnetike?

Provoni në internet veb faqet:

Propagation of Electromagnetic Wave

www.phy.ntnu.edu.tw/~hwang/cmWave/cmWave.html - 4k

edhe linka të tjerë të ngjashëm, me simulim dhe animacioni



Për 5⁺ Demonstrim i vetive të valëve elektromagnetike (VEM) me ndihmën e gjeneratorit për valë centimetrike

Sot studimi i vetive të valëve elektromagnetike bëhet me ndihmën e klisotron gjeneratorit të valëve centimetrike ($\lambda=3$ cm). Mjeti (fig. 8) është i përbërë prej emetuesit me antenë emetuese E, pranues me antenë pranuese dipolare P, oshilograf katodik, ose përforcues i frekuencave të ulëta dhe mikrofoni, ndërsa për disa eksperimente mund të na shërbej edhe instrumenti elektrik-voltmetër.

Përveç kësaj, pjesë shoqëruese të mjetit janë: drejtues special VUP-2, një trup në formë kuadri prej dielektriku, prizmi dielektrik, thjerrë dielektrike, ekran alumini, rrjetë e cila mund të vendoset në drejtim të vektorit elektrik (kahja e vibratorit emetues) ose pingul në të. Për disa eksperimente mund të shfrytëzohet edhe diodë gjysmëpërçuese (fig. 8a).

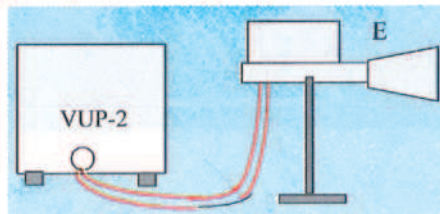


Fig. 8

Gjeneratori i valëve centimetrike është i ndërtuar në parimin e punës së klisotronit (ai është special vakuum-mjet i cili i gjeneron lëkundjet në regjionin e frekuencave të larta). Frekuenca e lartë e klisotronit, modulohet në amplitudë nga multivibratori me llambë (e gjithë kjo është e mbyllur në trupin e emetuesit E). Gjeneratori i tillë emeton valë elektromagnetike me frekuencë rreth 500 Hz. Gjeneratori i klisotronit dhe multivibratori janë vendosur në njërin skaj të valëpërçuesit kënddrejtë, në skajin tjetër të tij është vendosur antena emetuese që rrezaton valë të kahjesuara.

Gjeneratori ushqehet me drejtues special, me ndihmën e një kontakti special. Keni kujdes gjatë lidhjes së këtij kontakti! Duhet të lidhen shenjat përkatëse në kontakt prizën.

Antena pranuese P, poashtu është vendosur në një mbështjellës piramidale. Ajo paraqet detektor, e tillë është dioda kualitative, e lidhur me valëpërçues përkatës dhe kabëll për lidhje, ose me përforcues dhe mikrofoni, ose me pllakat për shmangie të oshilograf katodik.

Në disa nga eksperimentet është e përshtatshme të shfrytëzohet dioda pranuese e dhënë në figurën 8a.

VEM nëpër mjedise përçuese dhe dielektrike

Veti e parë e valëve elektromagnetike është ajo se ata nuk kalojnë nëpër mjedise përçuese.

Për këtë qëllim, ndërmjet antenës emetuese dhe pranuese, të vendosur njëra përballë tjetrës, vendoset pllakë metali. Sinjali i regjistruar ose në oshilograf katodik ose me altoparant nëpërmjet përforcuesit, do të mungoj.

Nëse eksperimentin paraprak e përsërisim, por ashtu që në vend të pllakës metalike përdorim dielektrik, do të shihet se valët elektromagnetike kalojnë nëpër të, por bëhet zvoglimi i intensitetit të tyre. Ata shuhën. Këtu e regjistrosh oshilografi katodik me amplitudë të zvogluar, ndërsa nëse si regjistruesh e shfrytëzojmë altoparantin, atëherë intensiteti i zërit zvoglohet.

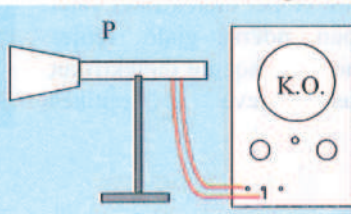
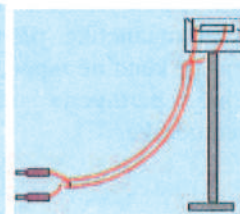


Fig. 8a



Madje demonstrohen veti tjera të valëve elektromagnetike.

Reflektimi i VEM

Valët elektromagnetike pasqyrohen sipas ligjeve për pasqyrimin e dritës.

Që të mundemi këtë ta demonstrojmë, e vendosim antenën emetuese (dhënëse) dhe pranuese (marrëse) nën një kënd (fig. 9).

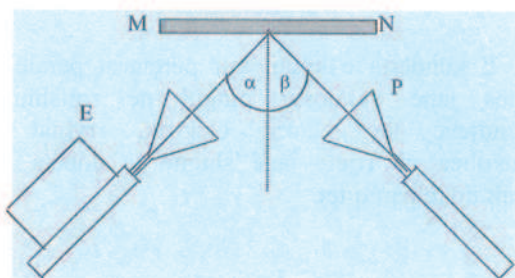


Fig. 9.

Në rrugën e rrezeve e vendosim pllakën metalike MN. Meqenëse drejtimi i dy antenave nuk është i njëjtë, antenna pranuese nuk do të pranojë sinjal. Në kushtet kur e rregullojmë që këndi rënës α të bëhet i barabart me këndin e pasqyrimin β , atëherë sinjali do të paraqitet në pranuesin.

Përthyerja e VEM

E vendosim antenën pranuese dhe emetuese nën një kënd njëra në raport me tjetrën, si edhe në eksperimentin paraprak. Sinjali nuk do të paraqitet. Nëse në rrugën e rrezes së antenës emetuese vendoset prizmi Pr prej dielektriku, atëherë, pas përthyerjes nëpër prizmin, sinjali përsëri do të paraqitet (fig. 10).

Mund të tregohet edhe përthyerja e valëve nëpër pllakën dielektrike planparalele. Pllaka dielektrike planparalele vendoset pjertazi ndërmjet antenës emetuese dhe pranuese.

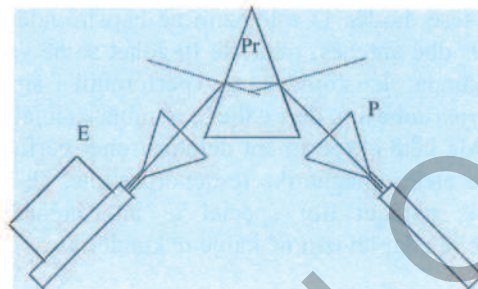


Fig. 10

Sinjali fitohet atëherë, kur rrezet kalojnë rrugë që i përgjigjet përthyerjes së rrezeve të dritës nëpër pllakën planparalele.

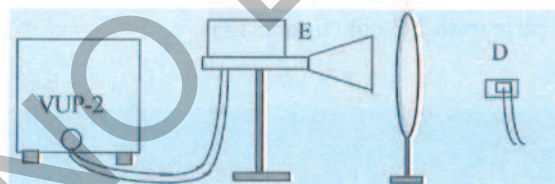


Fig. 11

Thjerra e ndërtuar nga dielektriku vendoset para antenës emetuese (fig. 11). Ajo i fokuson valët elektromagnetike në një pikë. Nëse në atë pikë vendoset dioda, të dhënë në figurën 8a, do të fitohet sinjal i përforcuar.

Interferenca e VEM

Nëse në largësi prej 1 deri 1, 5 m vendoset pllakë metalike, valët elektromagnetike të emetuara nga antenna emetuese pasqyrohen nga ajo dhe interferojnë, duke krijuar valë të qëndrueshme (fig. 12).

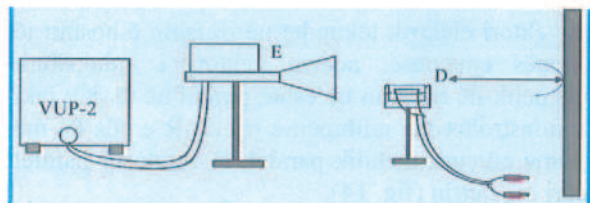


Fig. 12

Nëse diodën D e lëvizim në hapsirë ndërmjet pllakës dhe antenës, mund të tregohet se në vendet të caktuara ekzistojnë barqe (përforcimi i sinjalit) ose nyje (dobësim, deri edhe te humbja e sinjalit).

Me këtë eksperiment demonstronhet përfitimi i valëve elektromagnetike të qëndrueshme, që në të vërtetë, paraqet lloj special të interferencës së valëve të cilat lëvizin në kahje të kundërta.

Difraksioni i VEM

Edhe dukuria e difraksionit të valëve elektromagnetike mund të demonstronhet me këtë aparaturë. Për këtë qëllim ndërmjet antenës emetuese dhe pranuese vendoset pllakë metalike me çarje rreth 2-3 cm (figura. 13).

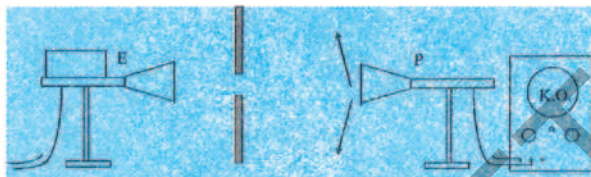


Fig. 13

Është dëshmuar se djathtas dhe majtas nga çarja krijohen maksimume të rrezatimit.

Vini re! Boshti i antenës emetuese duhet të vendoset në drejtim të rrethit të rrethit me qendër në mesin e çarjes!

Valët elektromagnetike janë të polarizuara

Sikurse thamë më parë, valët elektromagnetike janë pikërisht valë transversale, të polarizuara ashtu që vektori elektrik lëkundet në rrafshin e boshtit të antenës emetuese, ndërsa vektori i induksionit magnetik në rrafshin që është pingul në të. Ky fakt demonstronhet me ndihmën e rrjetës R e cila ka më shumë përçues metalik paralel, të vendosur paralel njëri me tjetrin (fig. 14).

Kur përçuesit e rrjetës janë vendosur paralel me vektorin e intensitetit të fushë elektrike, atëherë

në ata indukohen rryma, dhe energjia e valës elektromagnetike shndërrohet në energji nxehtësie të përçuesve. Në këtë rast antena pranuese nuk do të pranojë sinjal.

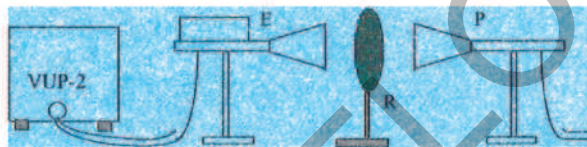


Fig. 14

E kundërta e kësaj, kur përçuesit paralel të rrjetës janë vendosur pingul në rrafshin e lëkundjeve të vektorit elektrik, rrymat që indukohen në rrjetë janë shumë të dobëta dhe sinjali do të paraqitet.



X. Maksvel (James Clerk Maxwell, 1831-1879) Është fizikan më i madh teorik i shekullit XIX. Është lindur në Edinburg dhe shumë herët, në moshën 15 vjeçare, i filloj studimet në universitetin në vendlindje. Ai shumë i ri i ka treguar aftësitë e tij matematikore

Teoria e Maksvelit për dukuritë elektrike dhe magnetike, të paraqitura nëpërmjet 4 barazimeve të tij të njohura, paraqesin bazë për teorinë e elektrodinamikës. Ai me teorinë e tij i paralajmëroj valët elektromagnetike.

Përveç në elektrodinamikë, Maksveli ka dhënë kontribut të madh edhe në teorinë molekulare-kinetike, ku e ka dhënë barazimin për shpërndarjen e molekulave sipas shpejtësive të tyre. Maksveli ka vdekur nga kanceri para se ti mbush 50 vjet.



H. Herc (Hertz Heinrich, 1857-1894) është fizikan gjerman i shquar, i cili e eksperimentalisht e tregoi ekzistimin e valëve elektromagnetike. Përveç asaj ai pa dyshim tregoi se ky lloj i valëve i ka të gjitha

vetitë e valëve sikurse edhe drita. Njësia për frekuencën në SI e ka emrin e tij (Herc)

1. 11. SPEKTRI I VALËVE ELEKTROMAGNETIKE

Llojet e valëve elektromagnetike

Valët Elektromagnetike janë valë të cilat çdo ditë i hasim. Dritën që e shohim është vetëm një pjesë e vogël nga diapazoni i gjërë i valëve elektromagnetike.

Kur dëgjojmë radio, shohim televizion, e ngrohim ushqimin me furrë mikrovalore ose flasim me telefon mobil na i shfrytëzojmë valët elektromagnetike. Ndoshta duket e çuditshme, por edhe kur në dimër gjendemi direkt pranë koforit për t'u ngrohur poashtu shfrytëzojmë valë elektromagnetike.

Cili është dallimi ndërmjet të gjithë këtyre valëve?

Dallimi ndërmjet llojeve të ndryshme të valëve ka të bëjë me gjatësinë e valëve të tyre. Gjatësia e valëve të rrezatimit elektromagnetik ndryshon shumë, nga madhësitë afërsisht të barabarta me lartësitë e maleve, dhe deri në madhësitë të barabarta me dimensionet e bërthamës së atomit sikurse është gjatësia e valëve të rrezatimit gama. Në figurën 1 është dhënë paraqitja vizuale e diapazonit të rrezatimit të valëve elektromagnetike dhe gjatësitë e valëve të tyre përkatëse.

Nëse vlera e gjatësisë së valëve të caktuar asaj i përgjigjet frekuencës f të caktuar me:

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad (1)$$

ku v është shpejtësia e përhapjes së valëve në një mjedis të caktuar. Për vakuumin ky barazim është:

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (2)$$

ku shpejtësia e cilit do lloj rrezatimi elektromagnetik është e barabartë me shpejtësinë e dritës c .

Për ta ilustruar detajisht shfrytëzimin e rrezatimit elektromagnetik shkurtimisht do të ndalemi për zona të veçanta të spektrit.

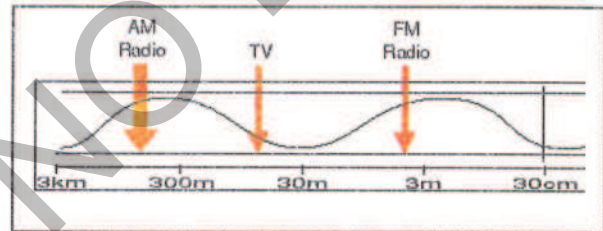


Fig. 2. Diapazoni i radiovalëve.

Radiovalët janë valë elektromagnetike me gjatësi valore më të gjata. Gjatësia e tyre valore është ndërmjet 3 km dhe 30 cm (fig. 2).

Një numër i madh mjeteesh që na rrethojnë i shfrytëzojnë radiovalët (fig. 3).

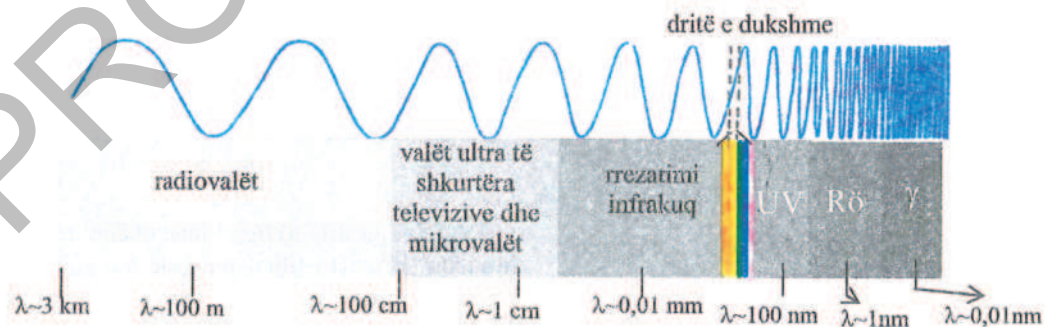


Fig. 1. Diapazoni i valëve elektromagnetike: nga radiovalët me gjatësi valore të gjata, mikrovalët, rrezatimi infrakuq, drita e dukshme, rrezatimi ultravjollcë (UV), rrezatimi rëntgen (Ro); e deri te rrezatimi γ



Fig. 3. Radioni, televizioni dhe telefonat mobil janë mjete ku shfrytëzohen radiovalët.

Objektet në gjithësi, planetet dhe kometet, mjegullirat gjigante prej gazi dhe pluhuri, yjet dhe galaktikat emetojnë valë elektromagnetike me gjatësi valore të ndryshme. Disa prej tyre kanë gjatësi valore me kilometra. Me radioteleskop astronomik hulumtohen këto objekte të gjithësisë. Meqë gjatësia valore e këtyre valëve është shumë e madhe, radioteleskopët paraqesin pasqyra të mëdha metalike me diametër me madhësi disa dhjetra metra, të cilët i pasqyrojnë radiovalët në fokusin e teleskopit të këtyrës.

Për të fituar figurë më qartë shpeshherë radio astronomët shfrytëzojnë kombinime të disa pasqyrave reflektuese. Ata bashkërisht funksionojnë si një sipërfaqe, syprina e të cilëve është e barabartë me shumën e të gjithëve (fig. 4).

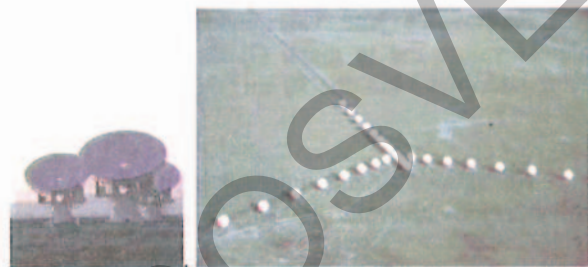


Fig. 4. Majtas disa antena; djathtas është radio-opservatori në Meksikën e Re (Very Large Array), e cila është e përbërë prej 27 antenave të vendosur si në figurë me dimensione prej 36 km për çdo brinjë. Në të vërtetë VLA është interferometër.

Shumë objekte astronomike emetojnë radiovalë, por atë fakt astrofizikanët e kanë zbuluar që në vitin 1932, prej të cilës kohë edhe filloj të zhvillohet radioastronomia. Radioastronomia ka përparësi sepse në hulumtimet e saja nuk ndikojnë kushtet kohore.

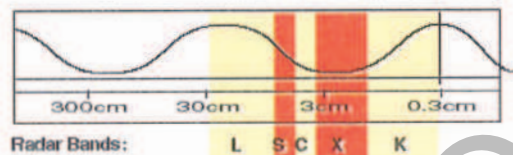


Fig. 5. Zona mikrovalore

Mikrovalët kanë gjatësi valore nga rendi i madhësisë disa centimetra (fig. 5).

Këto valë përveç të fura mikrovalore, shfrytëzohen edhe te radari (fig. 6).



Fig. 6. majtas-furë mikrovalore; djathtas-antenë radari

Radari krijon figurë nëpërmjet pasqyrimin të mikrovalës nga një objekt.

Mikrovalët janë të përshtatshme për bartjen e informatave nga një vend në tjetrin (biseda telefonike, të dhënat kompjuterike etj), meqenëse nuk e humbin energjinë në mjegull, borë, rretë. Për këtë arsye ata shfrytëzohen për fotografimin e Tokës nga sateliti.

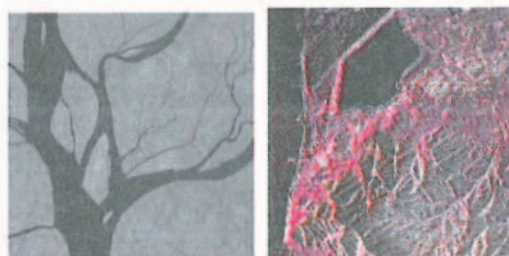


Fig. 7.

Në fotografitë të fig. 7 janë dhënë: majtas lumi Amazon (Brazil) i fituar me valë me gjatësi valore $\lambda = 20$ cm nga sateliti, dhe figura e radarit i disa maleve në afërsi të Salt Leik Siti (djathtas) të fituara nga Space Shuttle.

Do të përmendim poashtu se në vitet 60 të shekullit të kaluar ishte zbuluar rrezatimi

mikrovalor që ekziston në gjithë kozmosin si fon kozmik. Për astrofizikanët ajo ishte e një rëndësie të madhe për të vërtetuar teorinë e njohur Big Beng për zanafillën e gjithësisë.

Rrezatimi infrakuq, diapazoni i gjatësive valore të të cilit është dhënë në fig. 8, shfrytëzohet për fotografi infrakuqe dhe terapi medicinale. E rrezojnë të gjithë trupat. Kështu, njeriu emeton rrezatim infrakuq me gjatësi valore rreth $10\mu\text{m}$. Në atë rrezatim janë të ndjeshëm disa gjallesa, p. sh gjarpërinjtë.

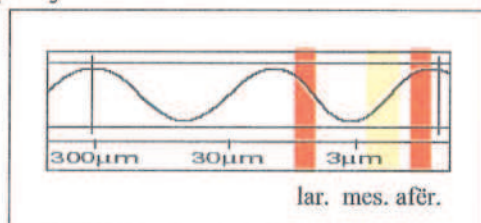


Fig. 8. Rrezatimi infrakuq i largët (lar), i mesëm (mes) dhe i afërt (afër)

Në fig. 9 është dhënë fotografia infrakuqe e macës. Vendet më të ngrohta janë shënuar me



Fig. 9.

ngjyrë portokalli, ndërsa më të ftohta me ngjyrë bardhë-kaltër.

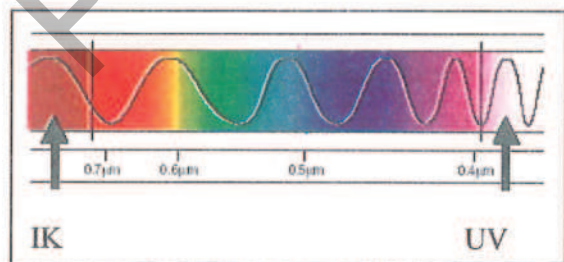


Fig. 10. Zonë e dukshme

Rrezatimi elektromagnetik i dukshëm për ne është zonë me e rëndësishme, meqë vetëm në atë pjesë është i ndjeshëm syri ynë. Diapazoni i gjatësive valore të dritës së dukshme është i vogël, edhe ai prej 400 deri 770 nm (Fig. 10)

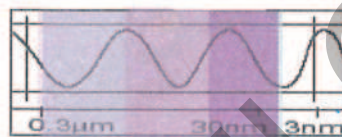


Fig. 11 Zona ultravjollcë e afërt, e mesme dhe e largët

Rrezatimi ultravjollcë (fig. 11) shfrytëzohet për sterilizimin e instrumenteve dhe për identifikimin e materialeve fluoreshente.

Syri i njeriut nuk e regjistron atë, por ekzistojnë gjallesa të ndjeshme në këtë rrezatim. I tillë është p. sh brumbulli.

Gjatë kohës së stuhive diellore, Dielli emeton sasi më të mëdha të këtij rrezatimi. Pjesa më e madhe e këtij rrezatimi absorbohet në atmosferë. Në fig. 12 është dhënë fotografia e Diellit të aktivizuar.

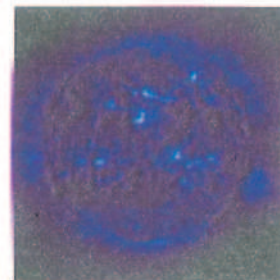


Fig. 12.

Rrezatimi röntgen (ose X-rreze) ka gjetur zbatim më të madh në diagnostikën medicinale. Por, poashtu shfrytëzohet edhe për qëllime terapeutike kundër sëmundjeve të dëmshme (malignus). Për qëllime shkencore shfrytëzohen metodat e difraksionit röntgen. Gjejnë zbatim edhe në industri.

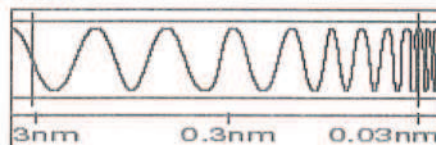


Fig. 13 Diapazoni i rrezatimit röntgen

Shumë trupa qiellor rrezatojnë rreze röntgen. Të tillë janë vrimat e zeza, yjet neutronike, yjet binarë, Dielli, bile edhe disa komete.

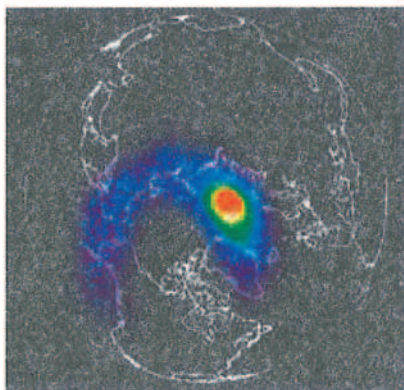


Fig. 14.

Në figurën 14 është dhënë rëntgen fotografia e dritës polare (aurora Tokësore), e inçizuar në mars të vitit 1996. Rrezatimi X është fituar me frenimin e grimcave të elektrizuara gjatë ardhjes nga kozmosi në Tokë. Me këtë rast ata shmanjen nga fusha magnetike e Tokës. Rrezatimi rëntgen më intensiv është shënuar me gjyrë të kuqe.

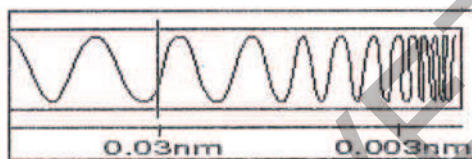


Fig. 15. Zona e rrezeve gama

Rrezet gama kanë frekuencë më të madhe (shih fig. 15). Emetohen nga bërthamat atomike radioaktive edhe në rastet e eksplodimeve bërthamore (nukleare). Rrezatimi gama mund t'i zhduk qelizat e gjalla të organizmave, për ç'arsye është shfrytëzuar në medicinë për shmangien e qelizave kancerogjene.

Rrezet gama arrijnë nga largësitë e mëdha edhe nga gjithësia, por pjesa më e madhe e tyre absorbohet nga atmosfera.

Nga gjithësia rrezatimi gama, i cili është rrezatim me energji më të madhe, arrinë nga pjesët e saj më të nxehta. Meqë nuk mund të pasqyrohen nga pasqyrat e teleskopëve, për rrezatimin gama shfrytëzohet i ashtuquajti efekti Kompton, ku rrezet gama, të cilat shumë ma tepër sillen si grimca gama (kuante gama), gjatë goditjes me

elektronin humbin një pjesë të energjisë së tyre, të cilën ja dorzojnë elektroneve.

Gama-astrofizika bazohet me hulumtimin e pulsarëve, yjet neutronike. Ndër zbulimet më spektakulare të gama astronomisë është zbulimi i ashtuquajtur gama eksplodim (detonim) deri te i cili shkencëtarët kanë ardhur në fund të viteve 60 dhe fillim të viteve 70 të shekullit XX. Ai gama eksplodim është akoma misterioze dhe e sigurt është se studimi i tij do të shpie për njohuri të reja për lindjen e universit dhe dimensionet e tij.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- valë elektromagnetike
- dritë e dukshme
- rrezatimi ultravjollcë
- radiovalët
- mikrovalët
- rrezatimi rëntgen
- rrezatimi infrakuq
- rrezatimi gama



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Njehsoni frekuencat e rrezeve gama më të shkurtëra dhe radiovalëve më të gjata (fig. 15 dhe fig. 2).
2. A mund të thuhet se radiovalët janë valë drite?
3. Meqë kusht themelor për t'u emetuar valë elektromagnetike është të ekzistoj lëvizja e nxituar e një grimce të elektrizuar, mendoni si dhe pse molekulat dhe atomet rrezatojnë dritë infrakuqe, të dukshme dhe ultravjollcë (sipas kuptimeve që i keni për ndërtimin e këtyre grimcave)?
4. Cilët përparësi i ka radiofizika në raport me astrofizikën optike?
5. Kërkoni në bibliotekë literaturë se çfarë observatorësh astronomik ekzistojnë dhe zgjeroni dituritë tuaja për zbatimin e llojeve të ndryshme të rrezatimit elektromagnetik në astronomi.



mikro (greq.) - i vogël, i imët.
infra (infra, fr) - nën, më ulët
ultra (ultra, lat) - mbi

1. 12. PËR NATYRËN E DITËS. SHPEJTËSIA E DITËS

Ç'është drita?

Nga ajo që mësuam deri tani dimë se drita ka natyrë valore. Treguam se ajo pasqyrohet, përthehet, interferon si edhe të gjitha llojet tjera të valëve. Maksveli dhe Herci treguan se drita ka natyrë elektromagnetike Kjo d. t. th se ajo paraqet valë e elektromagnetike dhe se mund të përhapet edhe në vakuum.

Por, kjo ide për dritën nuk ka qenë e pranuar gjithëmonë si e vërtetë shkencore.

Gjatë zhvillimit të kuptimit optik për natyrën e dritës janë paraqitur dy teori themelore:

- teoria korpuskulare dhe
- teoria valore.

Teoria korpuskulare supozon se drita paraqet tufë të një numri të madh grimcash të imëta, të cilat sillen si toptha elastik. Duke shfrytëzuar këtë teori që në vitin 1630 Rene Dekart, matematikan i njohur, i shpjegoi dukuritë e pasqyrimin dhe përthyerjes së dritës. Mbrojtës i madh i kësaj teorie ka qenë edhe Isak Njutni, dhe përshkak të autoritetit të madh të tij, shkencëtarët-mbrojtës të kuptimeve tjetërfare gjatë kohë nuk kanë mund të imponojnë idetë e tyre.

Teoria valore për natyrën e dritës fillon me punët e Hajgensit, ndërsa është vërtetuar me zbulimin dhe shpjegimin e interferencës dhe difraksionit të dritës të bëra nga Jungu dhe të shpjeguara detajisht nga Freneli. Në fillim të shekullit XIX një numër i madh shkencëtarësh e kanë përkrahur idenë për natyrën valore të dritës. Pyetja ka qenë vetëm të shpjegohet se si është mjedisi nëpër të cilin përhapet drita. Për të shpjeguar dukuritë përkrahësit të teorisë valore të dritës kanë supozuar se e tërë hapsira është e mbushur me një substancë pa masë, të cilën e quajtën *eter*. Idea për eterin hipotetik mbeti e gjallë thuaj se një shekull. Problemi në lidhje me

këte substancë të paramenduar është paraqit herët, me zbulimin e polarizimit të dritës (për atë do të flasim më vonë) me të cilën është dëshmuar se drita paraqet valë transversale. Fakti se vala transversale mund të përhapet vetëm nëpër trupa të ngurtë, shumë e kanë ndërlikuar kuptimin për eterin si substancë e cila është e ngurtë, ndërsa e mbush tërë hapsirën.

Teoria elektromagnetike për dritën, e zhvilluar nga Maksveli, është poashtu teori valore. Sipas asaj drita në cilën do pikë paraqet lëkundje të njëkohëshme të intensitetit të fushës elektrike $\vec{E}$ dhe induksionit magnetik $\vec{B}$. Te vala e rrafshët e dritës monokromatike këto dy vektorë lëkunden në rrafsh reciprokisht pingul të cilët janë pingul edhe në drejtimin e përhapjes. Kjo teori ka qenë e vërtetuar eksperimentalisht. Kështu, p. sh, dukuria e dispersionit të dritës ka qenë shpjeguar përmes bashkëveprimit të fushës elektrike të dritës me ngarkesat e grimcave të substancës. Poashtu, drita gjatë rrënies në një sipërfaqe të caktuar bënë shtypje në të. Shtypja e dritës, e paraparë edhe me teorinë elektromagnetike ka qenë e matur eksperimentalisht.

Ekzistimi i eterit, si mjedisi, aspak nuk përputhet me teorinë e Maksvelit për natyrën elektromagnetike të dritës. Më vonë është vërtetuar se eteri nuk ekziston (eksperimenti i njohur i (Majkelsonit dhe Morlit).

Teoria korpuskulare-valore. Gjatë zhvillimit të fizikës të dy teoritë për natyrën e dritës (valore dhe korpuskulare) pandërprerë kanë qenë të përkrahur dhe gjithëmonë kanë pas përfaqësues të vet

Çka dimë sot për natyrën e dritës?

Te disa veti të dritës, veçanërisht ata që kanë të bëjnë me bashkëveprimin e saj me substancën (emisioni, absorbimi, efekti fotelektrik etj) drita e manifeston karakterin e saj korpuskular. Nga ana tjetër dukuritë interferenca, difraksioni dhe polarizimi i dritës tregojnë natyrën valore të saj.

Sipas njohurive të sotme, duke pasur parasysh natyrën kuantike të dritës (për të cilën do të

flasim më vonë), drita ka **natyrë duale**. Teoria që bazohet në këte ide quhet **korpuskulare-valore**.

Kjo teori është vetëm një pjesë e teorisë **kuanto-mekanike**, sipas së cilës ndryshohet edhe kuptimi për grimcat (për të cilat më vonë do të mësojmë). Në teorinë kuantike edhe grimcat që janë në lëvizje me shpejtësi të madhe tregojnë natyrë valore. D. t. th edhe ata kanë natyrë duale.

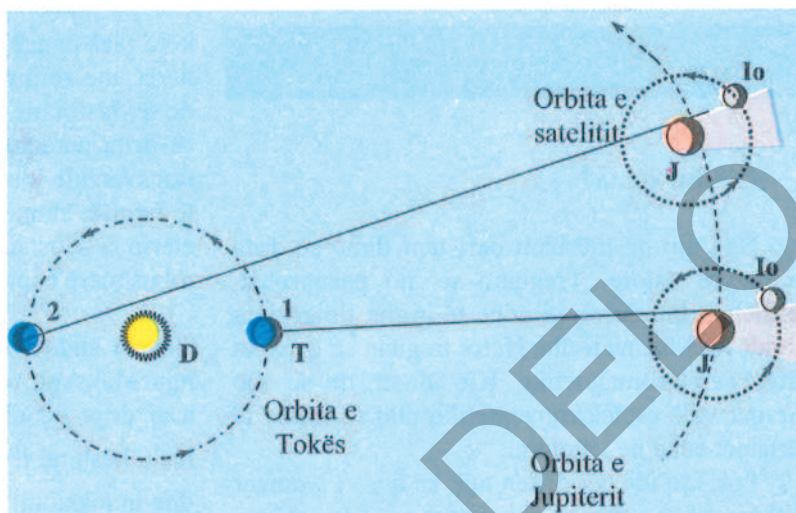


Fig. 1

Shpejtësia e dritës

Gjatë kohë është logaritur se shpejtësia e dritës është pafundësisht e madhe. Për këtë tregon përvoja e përditshme. Nëse në dhomë ndezim një llambë përnjëherë të gjithë trupat do të ndriçohen.

Njerëzit janë përpjekur me ndihmën e orëve precize ta matin shpejtësinë e dritës duke shfrytëzuar sinjale drite në largësi të mëdha deri disa kilometra. Të gjithë provat e tilla nuk kanë dhënë sukses. Na duket se është shumë me gjasa se impulsi i dritës nga burimi në të njëjtin moment arrijnë te pranuesi-syri ynë. Megjithatë, është dëshmuar se kjo është sa për dukje. Që në shekullin XVII ka qenë e matur shpejtësia e dritës.

Astronomi danez O. Remer më vitin 1676 i pari e ka matur shpejtësinë e dritës duke ndjekur lëvizjen e satelitve të Jupiterit. Dihet se Jupiteri është planet i sistemit Diellor. Ai lëviz rreth Diellit në largësi e cila është rreth 5 herë më e madhe nga largësia mesatare Tokë-Diell. Jupiteri ka 14 satelit.

Remeri e ka vëzhguar satelitin më të afërt të shënuar me Io në fig. 1. Ky satelit duke u rrotulluar rreth Jupiterit, shikuar nga Toka kalon para planetit Jupiter madje fshihet në hijen e tij dhe përsëri paraqitet. D. t. th bëhet errësimi. Duke vëzhguar errësimin, Remeri e mati

periodën e rrotullimit të këtij sateliti-kohëzgjatjen ndërmjet dy paraqitjeve të tij nga hija e Jupiterit. Matjet së pari i ka bërë në kohën kur Toka (T) gjendet më afër planetit Jupiter (pozita 1). Madje matjet i ka përsëritur më vonë kur Toka gjendet në vendin më të largët nga planeti i Jupiterit (pozita 2). Këto matje papritmas kanë treguar se sateliti Io, "vonohet" me paraqitjen e tij rreth 1000 s, në krahasim me rezultatin kur Toka është më afër planetit Jupiter. Vonesa në këtë rast bëhet për shkak se dritës i duhen 1000 s për ta kaluar rrugën nga pozita më e afërt 1 deri në pozitën më të largët 2 (fig. 1). Nëse diametri mesatar i orbitës së Tokës rreth Diellit është afërsisht 300 000 000 km dhe koha që i duhet dritës të kalojë atë largësi afër 1000 s, Remeri për herë të parë në histori e ka mat shpejtësinë e dritës dhe ka fituar vlerë të afërt me atë që sot është përcaktuar, ajo është 300 000 km/s.

U bë e qartë se pse me ndihmën e matjeve direkte të kohës dhe largësisë në kushte Tokësore nuk është e mundur të matet shpejtësia e dritës. Drita për vetëm një sekondë kalon 7, 5 herë largësi më të madhe në krahasim me ekvatorin e Tokës.

Gjatë shekullit XIX kanë qenë të përpunuara më tepër metoda laboratorike për matjen e

shpejtësisë së dritës, ndër ata është metoda e njohur Fizos në vitin 1849 me dhëmbzorë rrotullues, dhe metoda e Majkelsonit me pasqyrë rrotulluese.

Në atë periudhë janë matur edhe shpejtësitë e dritës të më shumë substanca. Kështu p. sh më vitin 1856 ka qenë e matur shpejtësia e dritës në ujë dhe është treguar se ajo është për 3/4 herë më e vogël se shpejtësia e saj në vakuum.

Përcaktimi i shpejtësisë së dritës ka luajtur rol shumë të madh në shkencë. Ndër të tjera ajo ka luajtur rol të madh edhe në vërtetimin e natyrës së dritës.

Me rëndësi të veçantë është fakti se shpejtësia e dritës në vakuum, sipas kuptimeve të sotme, është një prej konstanteve univerzale. Ajo është shpejtësia më e madhe e mundshme. Asnjë trup nuk mund ta arrijë atë shpejtësi. Vlera e sotme e sakt për shpejtësinë e dritës në vakuum është:

$$C = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$$

Është treguar se kjo shpejtësi nuk është vetëm shpejtësi e përhapjes së valëve elektromagnetike në vakuum, por ajo, sipas parashikimeve moderne është shpejtësi e bashkëveprimit. Sipas Maksvelit ajo shprehet edhe me barazimin:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (1)$$

ku ϵ_0 është konstanta dielektrike në vakuum dhe μ_0 është permeabiliteti magnetik në vakuum. Vlera konstante e shpejtësisë së dritës është një prej postulateve më të rëndësishme të Ajnshtajnit në teorinë speciale të relativitetit.

Shpejtësia e dritës v në ndonjë mjedis është dhënë me barazimin:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \cong \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{c}{n}$$

ku $n = \sqrt{\epsilon_r} = \frac{c}{v}$ (2)

ϵ_r është konstantë dielektrike relative e mjedisit, μ_r permeabiliteti magnetik relativ i mjedisit, e cila për të gjitha substancat (përveç feromagnetikve), është numër shumë afër 1, ndërsa n është treguesi absolut i përthyerjes. Me këtë konstante jeni njohur vitin e kaluar.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| - teoria korpuskulare | - teoria korpuskulare-
valore |
| - teoria valore | - shpejtësia e dritës në
vakuum |
| - natyra duale | |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Largësitë astronomike maten me vite drite. Njehsoni sa metra është një vit drite.
2. Nëse largësia ndërmjet Tokës dhe Diellit mesatarisht është 149, 5 · 10⁶ km, sa kohë drita udhëton nga Dielli deri në Tokë?
3. Sot metri përkufizohet nëpërmjet shpejtësisë së dritës, akeni menduar pse ajo është ashtu?

Gjeni në internet veb faqet:



a) Nature of light

www.nobel.se/physics/articles/ekspong/ - 58k - 18 Apr 2003

b) Speed of light

1. www.what-is-the-speed-of-light.com/ - 5k -;
 2. galileoandeinstein.physics.virginia.edu/lectures/spedlite.html - 17k
- dhe linke të tjerë të ngjashëm.



O. Remer (Olaf Roemer, 1640-1710) është astronom dhe matematikan i njohur danez. I pari ka arritë sukses ta mat shpejtësinë e dritës.



A. Majkelson (Albert Abraham Michelson, 1852-1931) fizikani amerikan i njohur me eksperimentet e tij për matjen e shpejtësisë së Tokës në raport me eterin, që e bëri në laboratorin e Helmholtz, bashkë me Edward Morly. Rezultati negativ i matjeve ka treguar se eteri nuk ekziston. I pari e ka matur gjatësinë e metrit

nëpërmjet gjatësisë valore të dritës së kadmiut, për të cilën gjë më vitin 1907 e fitoi çmimin Nobel.

1. 13. POLARIZIMI I DRITËS

Transverzaliteti i valëve të dritës

Gjatë kohë përkrahësit më të mëdhenjë të natyrës valore të dritës Jung dhe Freneli, kanë logaritur se drita është valë, të ngjashme me valët e zërit, d. t. th longitudinale. Ky mendim ka qenë mbështetur edhe me supozimin se valët e dritës përhapen edhe nëpër substancën eter, e cila e mbush tërë hapësirën dhe depërton nëpër të gjithë trupat.

Megjithatë, shumë eksperimente tregojnë se drita paraqet valë transverzale, ashtu që Freneli më në fund e pranoi faktin për transverzalitetin e valëve dhe logaritet se ai është i pari që ate e vërtetoi.

Me teorinë e Maksvelit për natyrën elektromagnetike të dritës vërtetohet se valët e dritës janë transverzale. Drita paraqet valë e cila mundëson bartjen e impulseve elektromagnetik në hapësirë ashtu sikurse e shpjegojmë në nënkapitullin 1. 10. Kjo d. t. th se vektori i fushës elektrike lëkundet vetëm në një rrafsh, në atë në të cilën qëndron antena, ndërsa vektori i fushës magnetike lëkundet poashtu në një rrafsh, i cili është pingul në rrafshin e lëkundjeve të vektorit elektrik, ashtu sikurse është treguar në figurën 5 të nënkapitullit 1. 10. Kahja e përhapjes së valës është pingul në intensitetin e fushës elektrike dhe fushës magnetike.

Por, është vërtetuar se drita e emetuar nga cili do burim nuk është e polarizuar.

Si ta shpjegojmë atë?

Drita natyrore (e papolarizuar).

Drita linearisht e polarizuar

Burimet e dritës janë vende ku bëhet ngacmimi i një numri shumë të madh të atomeve të burimit. Çdo atom, i cili emeton valë, gjithësesi paraqet njëfar "antene" për valën elektromagnetike, e cila i ka të gjitha vetitë si edhe vala e emetuar nga antena e radiovalëve. Por, në burimin numri i atomeve të ngacmuar është shumë i madh, ata

lëkundet plotësisht pavarësisht dhe në rrafsh krejtësisht të rastësishëm. D. t. th nëse vërehet një rreze drite në rrafshin π , pingul në përhapjen e tij, vektori i intensitetit të fushës elektrike në rrafsh lëkundet në të gjitha drejtimet e mundshme (fig. 1). Kjo tregon se lëkundjet e këtij vektori bëhen në të gjitha rrafshet e mundshme.

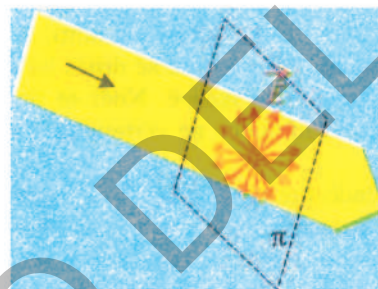


Fig. 1

Kuptohet se edhe vektori i induksionit magnetik gjithashtu lëkundet në më shumë rrafshet, por rrafshet të cilët janë pingul në ato që lëkundet fusha elektrike. Themi se drita e tillë është e papolarizuar ose natyrore.

Nëse në cilën do mënyrë arrijmë që rrezja e dritës të jetë e tillë që vektori elektrik të lëkundet vetëm në një rrafsh, dritën e tillë e quajmë dritë linearisht të polarizuar. (fig. 2).

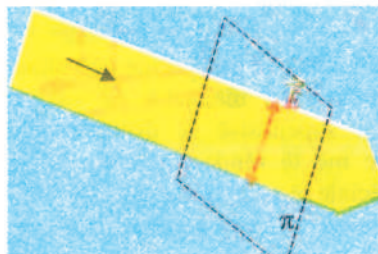


Fig. 2

Disa trupa kristalor, si p. sh, turmalini ka veti të tilla që ti lëshoj lëkundjet e intensitetit të fushës elektrike $\vec{E}$ vetëm në një rrafsh. Lëkundjet e dritës në rrafshet tjera absorbohen, ose plotësisht ose pjesërisht. Prandaj, dallojmë dritë plotësisht linearisht të polarizuar ose, pjesërisht të polarizuar

Turmalini është kristal njëboshtor. Ai ka një bosht të simetrisë. Nëse merret një pllakë kënddrejtë nga ai kristal, e cila është gdhendë ashtu që faqet e saja të përputhen me boshtin e kristalit OO' , dhe nëse drita e një llambe lëshohet të bjerrë pingul në këtë pllakë, drita pas pllakës do të jetë e polarizuar. Vektori elektrik i tij $\vec{E}$ do të lëkundet në rrafshin në të cilin qëndron boshti i kristalit (fig. 3).

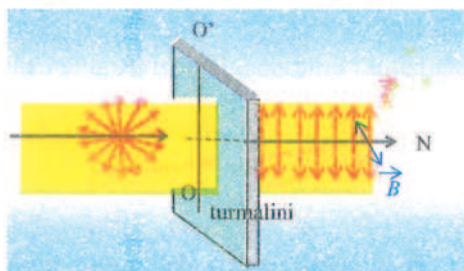


Fig. 3 Vektori $\vec{E}$ lëkundet në një rrafsh, ndërsa normal në të lëkundet $\vec{B}$

Si do të tregojmë se ajo është ashtu?

Nëse në pikën N gjendet syri ynë, drita që kalon nëpër pllakën e turmalinit do të na duket e njëjtë si ajo natyrore. Ajo pak do të jetë e ngjyrosur gjelbër dhe pjesërisht e absorbuar, por nëse pllakën e turmalinës e rrotullojmë, pandërprerë nëpër te do të vërejmë të njëjtin intensitet. Do të përfundonim se drita e polarizuar nuk dallohet nga ajo natyrore. Por, ky përfundim është i gabuar.

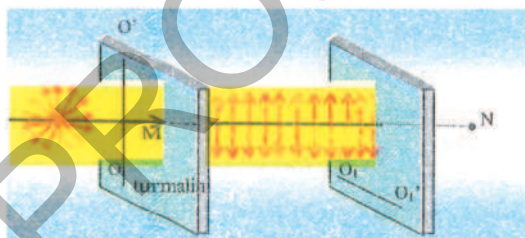


Fig. 4

Nëse në rrugën e dritës që është e polarizuar vendoset tjetër pllakë turmalini dhe fillojmë atë ta rrotullojmë, intensiteti i dritës do të zvoglohet. Kur boshti optik i pllakës së dytë O_1O_1' do të vendoset pingul në OO' , nëpër pllakën aspak nuk do të vërehet dritë (fig. 4).

Në këtë rast themi se të dyjat pllakat e turmalinës janë në **pozitë të kryqëzuar**. Këto pllaka turmalini i quajmë **polarizatorë**, nëse përdoren dy pllaka të tilla, zakonisht të dytën e quajmë **analizator**. Drejtimi i lëkundjeve të vektorit elektrik (i cili ndonjëherë quhet i dritës) zakonisht është i shënuar në polarizatorët.

Mund të tregohet se intensiteti i dritës që ka kaluar nëpër të dy polarizatorët varet nga ajo se sa është këndi ndërmjet boshteve optik të tyre. Nëse boshtet optike janë paralel, këndi është 0° , dritës nuk i zvoglohet intensiteti, ndërsa nëse ai kënd është 90° , intensiteti është i barabartë me zero (fig. 4). Në përgjithësi, drita që kalon nëpër të dy polarizatorët, ka dal nga analizatori dhe ka intensitet I :

$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (1)$$

ku I_0 është intensiteti që bie në polarizator, ndërsa α është këndi në mes polarizatorit dhe analizorit. Ky barazim është i njohur si **ligji i Malys (Malus)**.

Përveç turmalinit ekzistojnë edhe substanca tjera nga të cilët ndërtohen polarizatorët. Vetë të tilla ka edhe **polaroidi**. Është zbuluar nga Lend (E. H. Land) më vitin 1938. Ai paraqet një shtresë të hollë ($0,1 \text{ mm}$) nga një substancë organike molekulat e të cilave janë të renditura në zinxhirë të gjatë. Shtresa e kështillë bartet mbi pllakën e qelqit ose celuloidit. Polarizatorët e tillë mund të bëhen me dimensione mjaftë të mëdha dhe kanë përdorim të gjërë.

Mënyra tjera për përfitim e dritës së polarizuar

Drita e polarizuar mund të përfitohet edhe gjatë kalimit të dritës nga njëri mjedis optik në tjetrin..

Dimë se në sipërfaqen kufitare të këtyre dy mjediseve drita pjesërisht pasqyrohet dhe pjesërisht përthehet. Nëse analizohet drita e pasqyruar dhe ajo e përthyer mund të konstatohet se drita është e polarizuar.

Në rast të përgjithshëm drita është pjesërisht e polarizuar, ashtu që, te drita e pasqyruar dominon drita e cila është e polarizuar pingul në rrafshin

rrënës. Drita që është përthyer është pjesërisht e polarizuar, por në rrafshin rrënës.

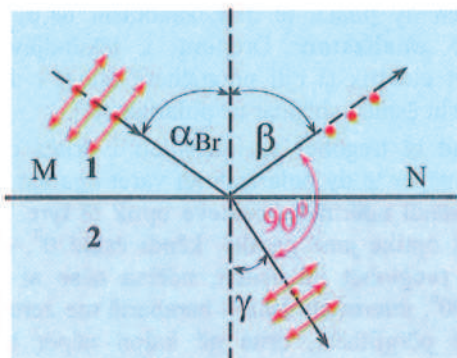


Fig. 5. Polarizimi gjatë pasqyrimin dhe përthyerjes në kënd të Brusterit. Drita e pasqyruar është plotësisht e polarizuar, ndërsa ajo e përthyer pjesërisht

Brusteri ka treguar se është e mundur përfitimi i dritës plotësisht linearisht të polarizuar. E tillë është drita e pasqyruar për të cilën është plotësuar kushti: këndi ndërmjet rrezes së pasqyruar dhe rrezes së përthyer të jetë 90° (fig. 5). Këndi rrënës atëherë quhet **këndi i Brusterit**, dhe ai varet nga treguesi relativ i përthyerjes. Me fjalë të tjera, nëse këndi ndërmjet rrezes së pasqyruar dhe rrezes së përthyer është i barbart me 90° , atëherë nga ligjet e Sneliusit del se:

$$\beta + \gamma = 90^\circ \quad ; \quad \alpha + \gamma = 90^\circ \quad ; \quad \gamma = 90^\circ - \alpha \quad ; \quad \text{ose}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{\sin \alpha}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = n_{21}$$

pra,

$$\tan \alpha = n_{21} \quad (2)$$

Ky është barazimi sipas të cilit përcaktohet këndi i Brusterit. P. sh, për qelqin, i cili në raport me ajrin ka indeks të përthyerjes 1, 54, këndi i Brusterit është 57° . Kjo d. t. th, nëse drita bie nën kënd të Brusterit, atëherë drita e pasqyruar është linearisht e polarizuar dhe ajo në rrafshin që është pingul në rrafshin rrënës. Drita e përthyer gjithmonë është pjesërisht e polarizuar, por për këndin e Brusterit shkalla e polarizimit të saj është më e madhe se ajo në rrafshin e rënies.

Drita e polarizuar përfitohet edhe gjatë shpërndarjes nga grimcat e imëta.

Por, polarizatorët më të mirë përfitohen me ndihmën e dukurisë **përthyerja dyfishe e dritës**. Ajo ndodhë te disa lloje të veçanta të trupave kristalor (p. sh, kalciti islandez), te i cili gjatë përthyerjes në vend të një rrezeje përfitohen dy rreze që janë të polarizuara. Me përpunim të posaçëm të trupave kristalor të tillë mund të përfitohen polarizator jashtëzakonisht të kualitetshëm.

Polarizimi i dritës ka gjetur zbatim të madh në teknologjinë e sotme të displejve në kalkulatorët ose LCD – ekranet te kompjuterët laptop. Për këtë do të mësojmë më detalisht në këtë libër.

SHEMBULLI 1. Sa është raporti i intensitetit të dritës e cila kalon nëpër dy polarizatorë, boshtet e të cilëve janë vendos nën kënd α , dhe intensiteti i dritës rrënës është I_0 , nëse a) $\alpha = 45^\circ$ b) $\alpha = 60^\circ$

Zgjidhje. Sipas ligjit të Malys barazimi (1):

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

d. t. th në rastin a)

$$I = I_0 \cos^2 45^\circ = I_0 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 = \frac{I_0}{2} \Rightarrow \frac{I}{I_0} = \frac{1}{2}$$

në rastin b) në të njëjtën mënyrë sikurse nën a) vetëm se këtu $\cos 60^\circ = 1/2$, për I/I_0 fitohet $1/4$.

SHEMBULLI 2. Nën cilin kënd në krahasim me horizontin duhet të bijnë rrezet e dritës ashtu që drita e pasqyruar nga uji i liqenit të jetë plotësisht e polarizuar?

Zgjidhje. Sipas ligjit të Brusterit (barazimi 2) nëse drita bie nën kënd α_{Br} , për të cilin vlenë barazimi $\tan \alpha_{Br} = n_{21}$, këtu është $\tan \alpha_{Br} = n$, ku n është tregues absolut i përthyerjes së ujit. Meqë drita bie nga ajri, do të jetë:

$$\tan \alpha_{Br} = n = 1.33 \Rightarrow \alpha_{Br} \cong 53^\circ, \text{ ndërsa këndi i kërkuar atëherë është } \varphi = 90^\circ - \alpha_{Br} = 37^\circ.$$

Për 5⁺ Rrotullimi i rrafshit të polarizimit

Ekzistojnë substanca të cilat tregojnë veti interesante të cilët kanë të bëjnë me polarizimin e dritës. Kur në ato bie drita e polarizuar, nëpër substancat bëhet rrotullimi i rrafshit të polarizimit të dritës.

Substancat të cilët e rrotullojnë rrafshin e polarizimit të dritës quhen *substanca optikisht aktive*. Të tilla janë. p. sh pllaka e kuarcit ose tretja e sheqerit.

Demonstrimi eksperimental i dukurisë kryhet në mënyrën vijuese:

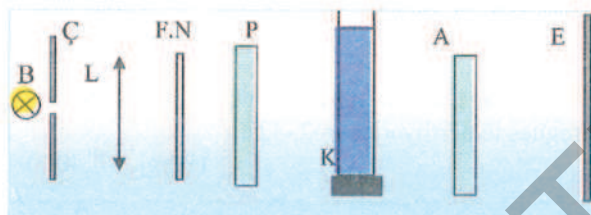


Fig. 6

Vendoset skema si në fig. 6. Drita nga një llambë B (llambë harkore ose llambë laboratorike) intensivisht e ndriçon një çarje Ç. Pas çarjes është vendos thjerrë L, filtër ngrohës F. N (me të cilin mbrohet polarizatori), polarizatori P edhe analizatori A. Me thjerrën L rregullohet që të bjerë shembëllimi i mprehtë i kësaj çarjeje në ekranin E, i vendosur në një fër largësie pas analizatorit. Në këtë rast polarizatori dhe analizatori janë vendosur ashtu që rrafshet e lëkundjeve të vektorit elektrik të jenë paralel. Pastaj veprojmë kështu: polarizatorin dhe analizatorin i vendosim në pozitë të kryqëzuar. Shembëllimi në ekran zhduket. Nëse tani ndërmjet polarizatorit dhe analizatorit vendosim një enë me tretje sheqeri K, rrafshi i polarizimit të dritës që vjen nga polarizatori do të rrotullohet për një kënd. Prandaj, drita nga polarizatori (edhe

ena me tretje) nuk është në pozitë të kryqëzuar në raport me analizatorin. Në ekran do të paraqitet dritë. Nëse dëshirojmë që ta matim këndin për të cilin është bërë rrotullimi i rrafshit të polarizimit, do të duhet që rrafshin e lëkundjeve të analizatorit ta rrotullojmë për njëfar këndi ashtu që përsëri të zhduket shembëllimi i çarjes Ç.

Te tretjet optikisht aktive këndi i rrotullimit të rrafshit të polarizimit α varet nga përqëndrimi i tretjes c, dhe gjatësia e shtresës së tretjes l. Ligji shkruhet në këtë mënyrë:

$$\alpha = [\alpha_0]cl, \quad (3)$$

ku α_0 është këndi specifik i rrotullimit të rrafshit të polarizimit. Ky varet nga natyra e substancës së tretur optikisht aktive dhe nga gjatësia valore e dritës së përdorur. Ky kënd është definuar me *madhësinë e këndit të rrotullimit të rrafshit të polarizimit të tretjes me 100% përqëndrim, nëse gjatësia e tretjes është 1 dm.*

Pikërisht kjo ka gjetur zbatim të madh te të ashtuquajturit **polarimetra**. Instrumenti i tillë më i njohur quhet **saharimetër**, ku nëpërmjet këndit të rrotullimit të rrafshit të polarizimit përcaktohet përqëndrimi i sheqerit në një tretje të caktuar.

Rrotullimi i rrafshit të polarizimit të dritës varet nga gjatësia valore e dritës. Prandaj, për ta bërë eksperimentin më së miri është që të shfrytëzohet drita monokromatike

SHEMBULLI 3. Përcaktoni (α_0) për sheqerin nëse është matur se 10% tretje të sheqerit me gjatësi 5 cm e rrotullon rrafshin e polarizimit të dritës monokromatike për këndin $\alpha = 3,3^\circ$.

Zgjidhje. Sipas barazimit (3)

$$\alpha = [\alpha_0]cl ; [\alpha_0] = \frac{\alpha}{\frac{c}{100}l} = \frac{100 \cdot 3,3}{10 \cdot 0,5} = 66^\circ.$$

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| - dritë natyrore
(e papolarizuar) | - analizatori |
| - dritë linearisht
e polarizuar | - pozitë e kryqëzuar |
| - dritë plotësisht e-
polarizuar | - ligji i Malys |
| - dritë pjesërisht-
e polarizuar | - këndi i Brusterit |
| - polarizatori | - përthyerja dyfishe
e dritës |
| - polarimetri | - substancat optikisht
aktive |
| | -këndi specifik
i rrotullimit të rrafshit
të polarizimit |
| | -saharimetri |

**Pyetje, detyra dhe aktivitete**

1. Disa peshkatarë shfrytëzojnë syze polarizuese për diell. Pse?

2. Si duhet të jetë drejtimi i lëkundjeve në syzet e peshkatarit që mos ti pengoj drita e pasqyruar?

3. Si analizator për dritën e polarizuar shpesh shfrytëzohet piramida e Grimzelit (fig. 7). Ajo është piramidë katërfaqësore e ndërtuar prej qelqi me ngjyrë të errët për ta reflektuar më tepër dritën rrënëse. Nëse drita bie paralel në boshtin e prizmit, ajo në faqet e prizmit bie nën kënd të Brusterit. Mendoni, si do të pasqyrohet drita rrënëse nëse është:

- a) e papolarizuar,
b) e polarizuar ashtu që rrafshi i lëkundjeve të vektorit të dritës të jetë paralel me faqet e piramidës, të cilët në bazën janë vertikale.

5. A mundeni në kushte shtëpiake të përfitonit dritë të polarizuar? Si do të konstatoni se ajo është e polarizuar? Në disponim i keni dy pllaka qelqi të rrafshta me indeks të përthyerjes të cilin e dini.

4. Ndërmjet analizatorit dhe polarizatorit vendoset substancë optikisht aktive-pllakë prej

kuarci. Në sistemin bie drita e bardhë. Nëse analizatorin e rrotullojmë, fitohet shembëllim i burimit i cili gjithmonë është i ngjyrosur me ngjyra të ndryshme.

Dukuria quhet "dispersion rrotullues". A mundeni ta shpjegoni dukurinë?

5. Mendoni si mund të përcaktohet indeksi i përthyerjes në një dielektrik, i cili nuk është i tejdukshëm..

6. Sa është këndi i Brusterit të qelqit me tregues të përthyerjes $n=1,7$?

(Përgj. $59^{\circ} 30'$).

7. Sa është këndi i Brusterit për diamantin me tregues të përthyerjes $n=2,42$?

(Përgj. $67^{\circ} 40'$)



Fig. 7

Kërkoni në internet veb faqet:**Polarization of light**

<http://www.colorado.edu/physics/2000/polarization/>

lexoni më tepër për këtë dukuri dhe vëzhgoni simulimet e fenomenit.



- Në histori vërtetohet se Vikinzët të parët e kanë vërejtë përthyerjen e dyfishtë në kalcitin islandez (rreth vitit 700)
- Më vitin 1669 matematikani danez **Bartolinus (Erasmus Bartholinus)** ka shkruar libër për vetitë e kalcitit islandez.
- Më vitin 1808 **Etienne Louis Malus** ka treguar se drita e polarizuar nëpër një polarizator të ri e zvoglon intensitetin dhe gjatë pozitave të kryqëzuara mundet plotësisht të fiket.
- Më vitin 1815 **D. Bruster (Sir David Brewster)** e jep ligjin e tij për polarizimin e plotë të dritës së pasqyruar

1. 14 DISPERSIONI I DRITËS. NGJYRA E TRUPIT. SPEKTRAT

Dispersioni i dritës

Në kufirin ndërmjet dy mjedisëve arrihet të dukuria e përrhyerjes së dritës. Si është përrhyerja në kufirin varet nga raporti i indeksave absolut të përrhyerjes. Të përkujtojmë se treguesi absolut i përrhyerjes n për një substancë të caktuar është:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Që më parë Njutni ka konstatuar se indeksi i përrhyerjes nuk varet nga këndi nën të cilin bie drita në sipërfaqen kufitare, por nga ngjyra e dritës. *Varësia e treguesit të përrhyerjes së dritës nga ngjyra e saj (më sakt nga gjatësia valore e saj) quhet dispersion i dritës.* Njutni këtë e ka vërtetuar me eksperimentin e njohur të përrhyerjes së dritës

së bardhë (të Diellit) nëpër prizmin e qelqit. Njutni tregoi se drita e diellit ka karakter të përbërë. Më vonë u vërtetua se drita e bardhë e fituar nga llojet e ndryshme të llambave, gjithashtu është e përbërë.

Do ta përshkruajmë eksperimentin të ngjashëm me atë të Njutnit. Para një llambe vendoset vertikalisht një çarje Ç dhe thjerra L. Në ekranin E kërkohet shembëllimi i mprehtë i çarjes (fig. 1).

Pasi ajo të arrihet, në rrugën e rrezeve vendoset prizmi Pr. Në prizmin drita dy herë përrhehet, prandaj ajo do të shpanget kah pjesa më e gjërë e prizmit. Por, në vend që shembëllimi i fituar të jetë përsëri i bardhë, në ekranin E₁ fitojmë shembëllim të ngjyrosur.

Fitohet spektër, i cili në të vërtetë paraqet tërësinë e një numri të madh shembëlimesh të çarjes, por me gjatësi valore të ndryshme. Drita vjollcë ka gjatësi valore më të shkurtër, ajo më së shumti përrhehet nëpër prizëm, kjo d. t. th se kjo dritë më shumë e ndryshon shpejtësinë e saj. Më së paku përrhehet drita e kuqe, që d. t. th më pak e ndryshon shpejtësinë.

Me kënd të devijimit δ të prizmi nënkuptohet këndi ndërmjet rrezeve të dritës rrënëse dhe dritës dalëse. Devijimi për gjatësi valore të ndryshme

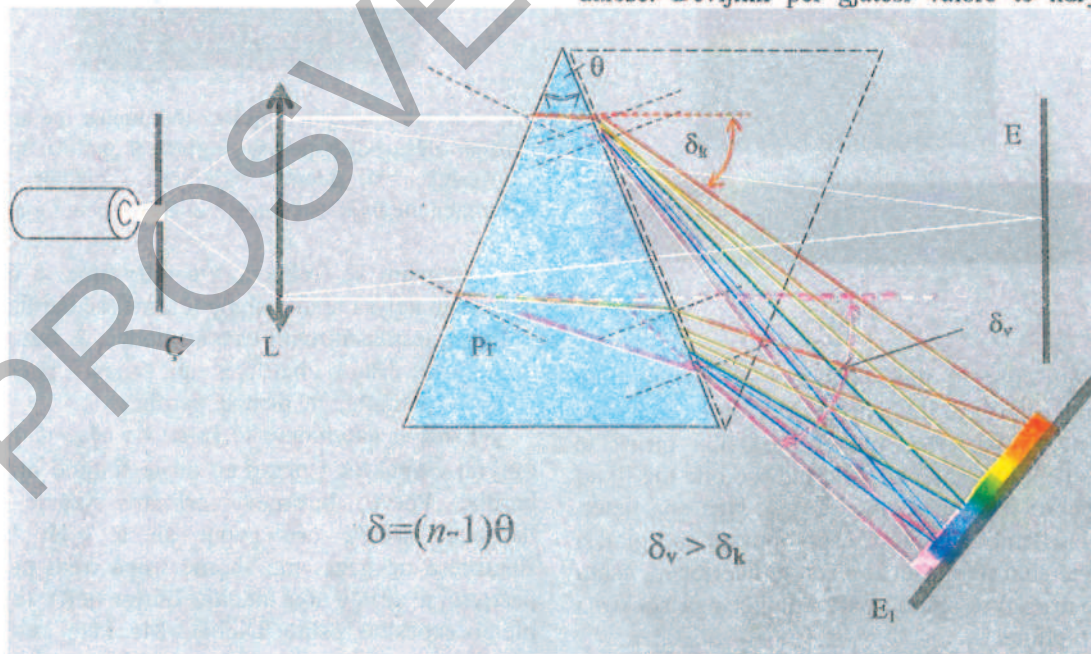


Fig. 1

është e ndryshme. Te prizmi me kënd të vogël në maje θ , nëse ai gjendet në ajër, këndi i devijimit δ është përcaktuar me barazimin:

$$\delta = (n-1)\theta \quad (2)$$

n është treguesi i përrhyerjes së qelqit.

Meqenëse gjatë kalimit ajër-qelq ndryshim më të madh në shpejtësi bëhet te drita vjollcë, ajo ka tregues më të madh të përrhyerjes, për këtë arsye edhe këndi i devijimit është më i madh.

Drita e bardhë e llambës laboratorike ose e Diellit jep spektër kontinual (fig. 2). Te ai nuk ekziston kufi i mprehtë ndërmjet ngjyrave.

Me rrotullimin e prizmit rregullohet kushti i devijimit minimal. Ai është momenti kur spektri fillon të kthehet; në atë moment spektri është më i mprehtë.

Nëse në rrugën e rrezeve vendoset edhe një prizëm i përmbysur, plotësisht i njëjtë si i pari, në pozitën e dhënë në figurën 1, spektri do të zhduket, ndërsa shembëllimi i bardhë i çarjes fitohet në ekranin E në të njëjtin drejtim në të cilën bie tufa e dritës në prizmin.



Fig. 2

Këtu duhet të theksohet se spektrat kontinual (të pandërprerë) të llambave të ndryshme nuk janë të njëjtë. P. sh. nëse fitohet spektër i qiririt të zakonshëm, ky është më i verdhë ose bile më i kuq nga spektri i llambës laboratorike. Nga ana tjetër, spektri i llambës harkore është i pasur me gjatësi valore të shkurtëra. Poçat e sotëm ndërtohen, ashtu që spektri i tyre shumë pak dallohet nga spektri i dritës diellore.

Ngjyra e trupave

Trandafili është i kuq, pula e bardhë, ndërsa irida e kaltër. Të gjitha trupat që na rrethojnë themi se kanë ngjyrë të ndryshme. Por, duhet të pyetemi a është ngjyra e trupit karakteristike e trupit të caktuar. Ngjyrat që ne i shohim varen nga frekuenca e dritës me të cilën janë ndriçuar (fig. 3).



Fig. 3. Speci i kuq dhe i gjelbër të ndriçuar me dritë të bardhë. Nëse ndriçohen me ngjyrë të gjelbër speci i kuq është i zi, ndërsa i gjelbërti i gjelbër. Nëse ndriçohen me ngjyrë të kuqe, i zi është speci i gjelbër

Treguam se frekuenca të ndryshme të dritës paraqesin ngjyra të ndryshme të dritës së bardhë.

Kur e përshkruam eksperimentin të figurës 1 treguam se drita e zbërthyer nga prizmi i parë, me të dytin bashkohet në dritë të bardhë.

Është e natyrshme të pritet se nëse të gjitha ngjyrat e spektrit i përzijmë do të fitojmë dritë të bardhë. Përveç burimeve primare sikurse janë llambat, laserët, ose gypat në të cilët bëhet shkarkesë në gaze, më shumë trupa rreth nesh e pasqyrojnë dritën nga ndonjë burim tjetër (burim më i shpeshtë është Dielli). Me këtë rast ata pasqyrojnë vetëm një pjesë të dritës së bardhë, pjesën e cila e përcakton ngjyrën e tyre. Kështu,

trandafili nuk emeton dritë, por reflekton. Nëse e vendosim trandafilin në vend të spektrit të fituar me prizëm, ai do të duket çdo kund ngjyrë gështenje (braun), ose i zi përveç në pjesën e kuqe të spektrit. Nga ana tjetër, nëse në pjesën e kuqe të spektrit e shikojmë fletën e gjelbër të trandafilat atë do ta shikojmë të zezë. Në trupat rreth nesh bien të gjitha ferkuenat e spektrit të dritës së bardhë. Një pjesë e atyre frekuencave çdo trup e absorbon, ndërsa një pjesë e pasqyron.

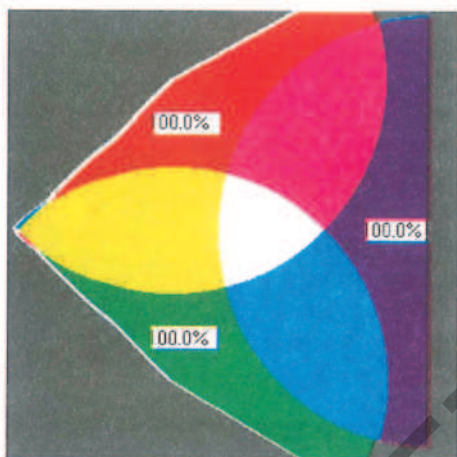


Fig. 4. Tre ngjyrat themelore. Me përzierjen 100% të tyre fitohet ngjyra e bardhë

Ngjyra e trupave varet nga ajo se cilat frekuenca të spektrit të dritës së bardhë ata e pasqyrojnë. Meqenëse trupat mund të pasqyrojnë më tepër frekuenca, ata kanë ngjyrë e cila është rezultat i përzierjes së atyre frekuencave. Prej këtu është e qartë pse trupat kanë aq shumë ngjyra të ndryshme. Nëse një trup i pasqyron të gjitha ngjyrat njësoj, themi se ai është i bardhë. Trupi i zi i absorbon të gjitha ngjyrat. Është treguar se ngjyrat e trupave përfitohen me pjesëmarrje përkatëse i tre ngjyrave themelore (fig. 4).

Nëse trupat e lëshojnë dritën, atëherë ngjyra e trupit varet vetëm nga frekuenca e dritës të cilën ata e lëshojnë.

Spektrat. Llojet. Zbatimi

Emetimi i dritës është i lidhur ngushtë me proceset të cilat ndodhin në atomet dhe molekulat e

substancës. Hulumtimet e emisionit të dritës paraqesin një lëmi shumë të rëndësishme të fizikës, nëpërmjet të së cilës mësohet ndërtimi i atomeve, respektivisht molekulave. Në shkencë ekziston një lëmi e tërë e cila quhet **spektroskopi**.

Për të përfituar spektrat në aparatet që quhen **spektrometra** mund të shfrytëzohet prizmi si pjesë kryesore, i cili mundëson dispersionin e dritës, ose rrjeta optike e difraksionit. Në të dy rastet si spektër fitohet tërësia e shembëllimeve të burimit nga të gjitha gjatësitë valore që burimi i dhënë i emeton. Këto spektra i quajmë **emetues**. Te burimet e dritës (p. sh. Dielli ose llamba laboratorike), spektri që fitohet është i përbërë prej një numri të madh shembëllimesh të fituar nga drita me gjatësi valore të ndryshme nga pjesa e dukshme e spektrit. Te spektri i tillë nuk ekziston kufi i mprehtë ndërmjet ngjyrave, dhe ai është **spektri kontinual**.

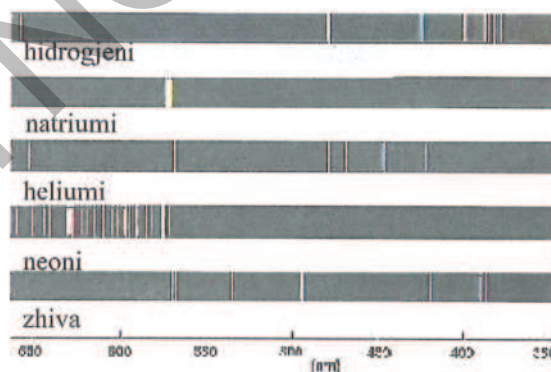


Fig. 5. Spektri atomik: i hidrogjenit, natriumit, heliumit, neonit dhe zhivës në zonën e dukshme

Spektër tjetër fitohet nëse si burim përdoret një gaz i caktuar që ndriçon. Pamja e spektrit atëherë është një seri prej vijave ndërmjet të cilëve ka zona të errëta (fig. 5). Kjo d. t. th, se çdo gaz emeton dritë me gjatësi valore të caktuara. Në pjesën e dukshme të spektrit, sikurse shihet, ata janë vetëm disa vija për hidrogjenin, heliumin, neonin dhe zhivën, ose vetëm dy vija të afërta ngjyrë verdhë për natriumin.

Çdo element ka **spektrin linear (atomik)** të vetin.

Molekulat emetojnë spektra në formë të shiritave. Prandaj ata spektra quhen **spektra me shirita**.

Ekzistojnë edhe **spektra absorbues**. Te ata është shfrytëzuar vetia e substancave të absorbojnë atë dritë të cilën gjatë ngacimit do ta emetonin. Me skemën të dhënë në figurën 1 mund të fitohet edhe spektër absorbues i një substance të caktuar.

Eksperimenti bëhet ashtu që direkt pranë çarjes Ç vendoset një enë me avujt e substancës që hulumtojmë (le të jenë ato avujt e zhivës). Në ekran, në spektrin kontinual në vende të caktuara paraqiten vija të zeza. Nëse krahasohet ky spektër me ate emetues për të njëjtën substancë do të shihet se vijat e zeza të spektrit absorbues i përgjigjen vijave të ndritshme të spektrit emetues të substancës (fig. 6).

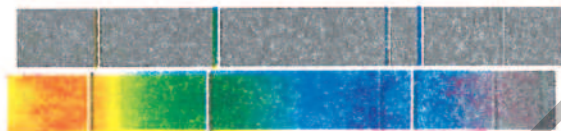


Fig. 6. Spektri emetues dhe absorbues

Fraunhoferi që në fillim të shekullit XIX, duke studjuar spetrin e Diellit me ndihmën e rrjetës së difraksionit ka konstatuar se në spektrin kontinual të Diellit në më tepër vende ka vija të errëta. Këto quhen **vija të Fraunhoferit**. Sot është e qartë se këto vija kanë të bëjnë në absorbimin që e bëjnë substancat të cilët gjenden ndërmjet burimit të spektrit kontinual (sipërfaqja shkëlqyese e Diellit) dhe aparatit spektral. Kështu janë hulumtuar avujt në atmosferën e Diellit. Këto spektra absorbues të Diellit dhe yjeve të tjerë mundsojnë të hulumtohen përbërjet e avujve që gjenden në afërsi të yjeve.

Zbatimi i spektrave është shumë i madh. Me metodat e analizës spektrale është bërë e mundur të gjendet përbërja kimike e një materiali të caktuar. Kështu, me metodat e analizës spektrale është e mundur që në përbërjen e disa materialeve të përbëra të zbulohet prania e një elementi, bile edhe kur masa e atij elementi është rend i madhësisë 10^{-10} g. Me shfrytëzimin e metodave të analizës spektrale janë zbuluar një numër i madh elementesh: rubidiumi, ceziumi etj. Me këte metodë shumë të saktë është zbuluar

përbërja e Diellit, si edhe yjeve të tjerë të largët. Është treguar se në gjithësi ekzistojnë të gjithë elementet që i ka edhe Toka.

Metoda relativisht e thjeshtë e analizës spektrale gjenë edhe zbatime të tjera. Shfrytëzohet në metalurgji, makineri, industri atomike, xehtari dhe në shumë lëmi tjera.

Për 5⁺ Ylberi

Dukuria e spektrit kontinual natyror është **ylberi**. Ai paraqitet në kushtet kur në një anë të qiellit ndërmjet rreve të shkëputura ndriçon Dielli, ndërsa në anën e kundër bie shi. Kështu pikat e imëta të shiut janë të ndriçuara nga rrezet e Diellit.



Fig. 7

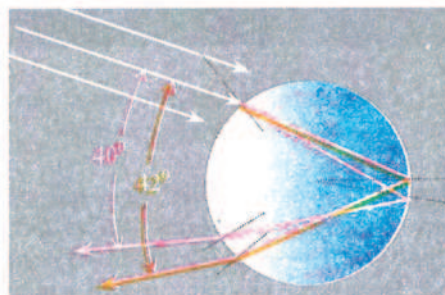


Fig. 8

Ngjyrat e bukura të ylberit (fig. 7) janë fituar me dispersion në mijëra pika ujore të imëta sferike që sillen si prizmi. Në figurën 8 është dhënë rruga e rrezeve nëpër një pikë dhe ajo vetëm ngjyrave të skajshme të spektrit. Drita e Diellit bie në pikën. Në anën e përparme të pikës drita e bardhë e Diellit pjesërisht pasqyrohet (ajo nuk është treguar në figurë), dhe pjesërisht përthehet, me këtë rast, përshkak të shpejtësive të ndryshme arrihet deri te ndarja i ngjyrave-drita vjollcë përthehet më shumë se ajo e kuqe. Në anën e prapme të pikës rrezet e dritës plotësisht (totalisht) pasqyrohen. Rrezet e pasqyruara kthehen kah pjesa e përparme, ku përsëri bëhet pasqyrim i pjesërishtëm (ajo nuk është

treguar në figurë) dhe përrhyerje. Gjatë përrhyerjes së dytë arrihet deri te ndarja e mëtujueshme e ngjyrave. Rrezja e dritës vjollcë gjatë daljes mbyll kënd prej 40° në raport me rrezën rrënësë të bardhë, ndërsa drita e kuqe mbyll kënd prej 42° .

Ndonëse çdo pikë e zbërthen dritën duke krijuar spektër të plotë, ne si vëzhgues nga një pikë ujë vëzhgojmë vetëm një ngjyrë, ndërsa nga ndonjë pikë tjetër uji e afërt shikojmë ngjyrë tjetër (fig. 9).

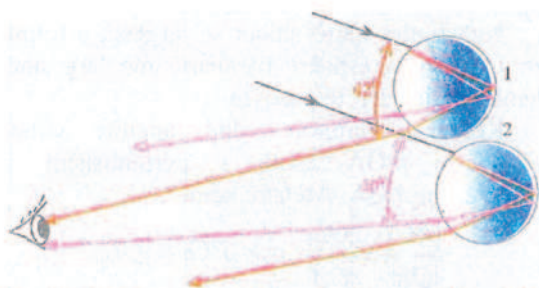


Fig. 9. Deri te syri arrihë rrezja e kuqe e pikës 1 dhe ngjyra vjollcë e pikës 2.

Për ta parë ngjyrën e kuqe vëzhguesi duhet të shikoj më lartë në qiell, se sa ngjyrën vjollcë. Syri do ta shikoj dritën e kuqe nga të gjitha pikat të cilët dritën e kanë shpërndar në kënd prej 42° në raport me rrezet rrënësë të Diellit. Dritën vjollcë do ta sheh atje ku këndi ndërmjet dritës së shpërndar dhe rrezeve të Diellit është 40° . Këto kushte janë shfrytëzuar për të gjitha pikat që qëndrojnë në harkun që i mbyll ata kënde (fig. 10). Ndërmjet këtyre skajeve të harqeve gjenden harqet e ngjyrave tjera të spektrit të dritës së bardhë diellore.

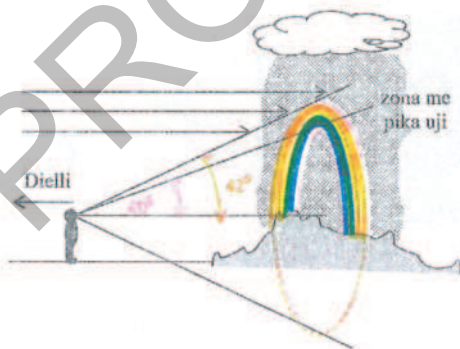


Fig. 10

Shpesh gjatë paraqitjes së ylberit praqitet edhe një hark i dytë te i cili renditja e ngjyrave është e kundërt. Te ai më lart është harku i dritës vjollcë. Ky ylber sekundar përfitohet për shkak të pasqyrimin të sërishëm, të cilin e përmendëm, në anën e përparme të pikës. Rrezet e tilla pësojnë dy pasqyrime dhe dy përrhyerje. Prandaj, intensiteti i ylberit sekundar është mjaft më i vogël.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| - dispersioni i dritës | - spektër linear |
| - spektër | (atomik) |
| - këndi i devijimit | - ylberi |
| - ylberi sekundar | - spektër emetues |
| - ngjyra e trupit | - spektër absorbues |
| - spektrometër | - vijat e Fraunhoferit |
| - spektra me shiritat | - analiza spektrale |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Spektër mund të fitohet edhe në kushte shtëpiake, me të ashtuquajturën "prizmi uhor". Në një enë me faqe paralele futni ujë dhe mandej përkule në një anë (fig. 11).
2. Provoni vet të vizatoni ecurinë e rrezeve në rastin e ylberit sekundar.
3. Cila është gjatësia valore e vijës absorbuese të errët në spektrin e natriumit? Shërbehuni me figurën 5 për ta vlerësuar.



dispersio (lat) = shpërndarje



Provoni në internet veb faqet:

1. Light Dispersion

www.vjce.mae.edu.sg/academics/dept/physics/applied/disprizm/disprizm.htm - 2k i www.physics.abc.ca/~nieger/SpecialtyLecture/sld015.htm - 3k i drugi sli-ni, kako i

2. The physics of a rainbow

www.phy.ntnu.edu.tw/java/Rainbow/rainbow.html - 6k i dhe zgjeroni dituritë tuaja.

1. 15. PASQYRA E RRAFSHËT

Shembëllimi në pasqyrën e rrafshët

Prej numrit më të madh elementesh optike të cilat kanë gjetur zbatim shumë të gjërë në jetën e përditshme dhe në shkencë, më e thjeshtë është pasqyra e rrafshët.

Pasqyra e rrafshët paraqet sipërfaqe ideale të rrafshët të disa metaleve. (argjendit, aluminit, kromi ose nikli), e cila pjesën më të madhe të dritës rrënoëse e pasqyron (deri 96%). Kjo realizohet edhe duke bartur një shtresë të hollë të metaleve të sipër përmendur në pllakat e rrafshëta të qelqit, gjë që është rast më i shpeshtë gjatë fabrikimit të pasqyarve të rrafshëta..

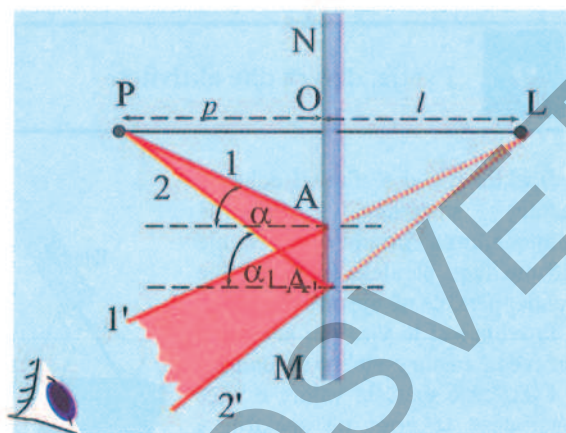


Fig. 1

Të supozojmë se sipërfaqja MN paraqet pasqyrë të rrafshët (fig. 1). Para pasqyrës së rrafshët le të gjendet një burim pikësor i dritës (trupi) i shënuar me P nga i cili bien më shumë rreze në pasqyrë. Ndajmë një tufë radiale drite ku rrezet kufitare të dritës i shënojmë me 1 dhe 2. Çdo rreze e tufës gjatë rrënies në sipërfaqen e pasqyrës pasqyrohet sipas ligjit të pasqyimit. Lehtë mund të vërehet se edhe tufa e pasqyruar, e cila kufizohet me rrezet 1' dhe 2', poashtu është radial dhe ajo sikur ka dal nga pika L, e cila gjendet pas pasqyrës. Kjo pikë në të cilën priten vazhdimet e rrezeve të

pasqyruara quhet **shembëllim i trupit P**. Shembëllimi L nuk mund të kapet në ekran, sepse është fituar me vazhdimin e rrezeve të pasqyruara reale. Shembëllimi i fituar në këtë mënyrë është *imaginar* (virtual).

Po theksojmë se në vizatim kemi vizatuar vetëm një pjesë të rrezeve që nisin nga burimi pikësor P. Kuptohet se nga ai në pasqyrë bijnë pafund numër rrezesh. Për përfitimin e shembëllimit të trupit pikësorë, mjafton të vizatohet rruga e vetëm dy rrezeve.

Nga figura qartë shihet se largësia e trupit p deri te pasqyra është e barabartë me largësinë e shembëllimit l deri te pasqyra.

Këtë e vërteton edhe analiza vijuese: trekëndëshi POA është i përputhshëm me trekëndëshin LOA. Atëherë kemi

$$\frac{|PO|}{|OA|} = \frac{|OL|}{|OA|} \text{ ose } |PO| = |OL|$$

që dëshmon se

$$p = l. \quad (1)$$

Nëse dimë si fitohet shembëllimi i një pike, lehtë mund të ndërtohet edhe shembëllimi i një trupi më të komplikuar. Te trupat e rregullt gjeometrik mjafton të përcaktohen shembëllimet e pikave karakteristike të trupit. Për këtë gjë shfrytëzohet fakti se largësia e shembëllimit të cilës do pikë nga pasqyra është e barabart me largësinë e tij nga pasqyra. Një shembull të shembëllimit kështu të fituar është dhënë në figurën 2.

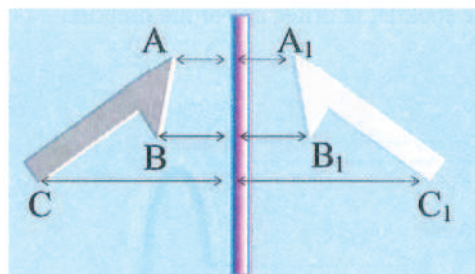


Fig. 2

Sipas këtij, dhe shumë shembujve të tjerë, mund të përfundohet se *madhësia e shembëllimit të pasqyra e rrafshët është e barabartë me madhësinë e trupit*.

Shembull të pasqyrës së rrafshët paraqet edhe sipërfaqja e qetë e ujit (fig. 3).



Fig. 3

Shembëllimi në pasqyrën e rrafshët dallohet nga trupi vetëm në një veçori: Ana e djathtë e trupit bëhet anë e majtë e shembëllimit. Kjo bukur shihet kur dikush qëndron para pasqyrës dhe do ta ngrit dorën, (dora e djathtë e trupit është e majtë në pasqyrë). Kjo veti e shembëllimit të pasqyrës quhet **simetri pasqyruese**.

Është interesant se në ndërtimin e disa molekulave biologjike në organizmat e gjalla mund të gjendet simetri pasqyruese.

Këtë fakt shkencëtarët ende nuk e ka sqaruar.

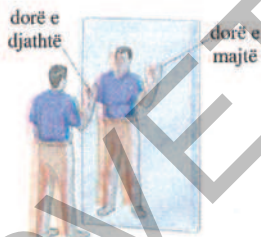


Fig. 4

Zbatimi i pasqyrës së rrafshët

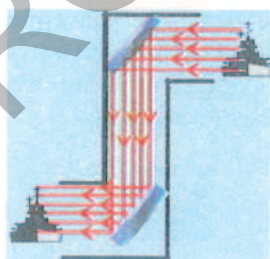


Fig. 5 Periskopi

Përveç zbatimit shtëpiak të zakonshëm, pasqyra e rrafshët gjen zbatim të madh te një varg mjeteesh

optike. Zbatohet çdo kund ku me ndihmën e pasqyrimit duhet të rrotullohet tufa e dritës për një kënd të caktuar. Njëri nga mjetet e tilla është edhe periskopi (fig. 5).

Pasqyrat e rrafshëta shfrytëzohen edhe te mjetet ku duhet të maten kënde të vegjël. Të tillë janë p. sh. galvanometrat me pasyra ose peshoret e torzionit për matje precize të forcave. Gjatë matjes së këndeve të vegjël shfrytëzohet rreze drite e cila lëshohet të bjerr në pasqyrë. Rrezja pas pasqyrimit shihet në largësi të mëdha. Gjatë rrotullimit të vogël të pasqyrës tufa e pasqyruar dhe e kahjesuar në ekran bën zhvendosje të mëdha. Këtu vjen në shprehje edhe fakti se kur pasqyra rrotullohet për një kënd të caktuar φ , këndi i pasqyrimit është 2φ . D. t. th *këndi i rrotullimit të rrezes së pasqyruar dy herë është më i madh se këndi i rrotullimit të pasqyrës*.



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Ktheje një faqe të ndonjë libri kah pasqyra e rrafshët, a mund ta lexoni tekstin?
2. Shpjegoni pse këndi i rrotullimit të rrezes së pasqyruar është dy herë më i madh nga këndi i rrotullimit të pasqyrës.
3. Ju dëshironi të bëni fotografi deri sa qëndroni para pasqyrës së rrafshët. Në cilën largësi duhet ta rregulloni mprehtësinë e fotoapararit tuaj për të fituar figurë të mirë?
4. Vendosni dy pasqyra të rrafshëta në kënd të drejt, ndërsa ndërmjet tyre vendosni një qiri. Sa shembëllime fitoni? Sa shembëllime të qiririt do të fitoni nëse të dyja pasqyrat janë paralele, ndërsa qiriri është ndërmjet tyre?
5. Nëse fëmija afrohet te pasqyra me shpejtësi 0, 5 m/s, sa është shpejtësia e shembëllimit të tij: a) në raport me pasqyrën; b) në raport me fëmijën?
6. Kërkoni në ndonjë libër ose në internet dhe ndërtoni kaleidoskopin. Synoni që vet ta shpjegoni se si me të mund të fitohen lara të bukura.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| -pasqyrë e rrafshët | - simetria pasqyruese |
| -shembëllimi në pasqyrën e rrafshët | - periskopi |

1. 16. PASQYRAT SFERIKE

Pasqyrat sferike janë pjesë të sipërfaqeve sferike të cilat me përpikëri i pasqyrojnë rrezet e dritës. Sipas formës së sipërfaqes sferike nga e cila pasqyrohen rrezet, pasqyrat mund të jenë të lugëta (konkave) dhe të mysta (konvekse).

Në çdo pasqyrë sferike (fig. 1) dallohen: **qendra optike e pasqyrës** C-ajo është qendër e sferës nga e cila është përfituar pasqyra; **hapja e pasqyrës** –ajo është tetiva AB; **kulmi i pasqyrës** O-ajo është pika më e lugët, respektivisht më e mystë e sipërfaqes sferike (ajo është mesi i pasqyrës); **boshti optik kryesor**-ajo është drejtëza që kalon nëpër qendrën optike dhe kulmin e pasqyrës.

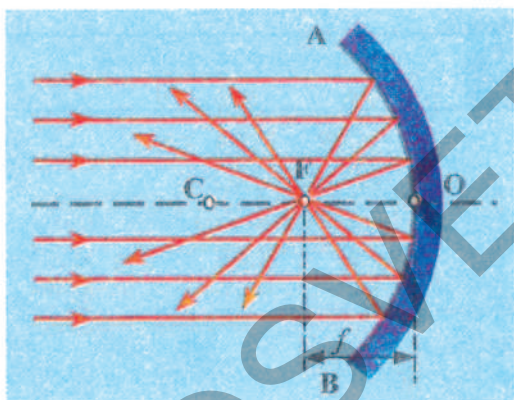


Fig. 1. Pasqyra e lugët (konkave)

Nëse në pasqyrën e *lugët* bie tufë e rrezeve paralele me boshtin optik, ata pasqyrohen ashtu që kalojnë nëpër pikën F. Kjo pikë gjendet në boshtin optik dhe paraqet **fokus (vatër) F** të pasqyrës.

Largësia $f = \overline{FO}$ është **largësia fokale (ose largësi vatërore)** e pasqyrës.

Te pasqyrat e *mysta* fokusi është pika në të cilën priten vazhdimet geometrike të rrezeve të pasqyruara. Me fjalë të tjera tufa e rrezeve paralele me boshtin optik, pas pasqyrimit nga pasqyra e mystë divergojnë. Vazhdimet e të gjitha rrezeve të

tufës divergjente priten në fokusin i cili gjendet pas pasqyrës së mystë (fig. 2).

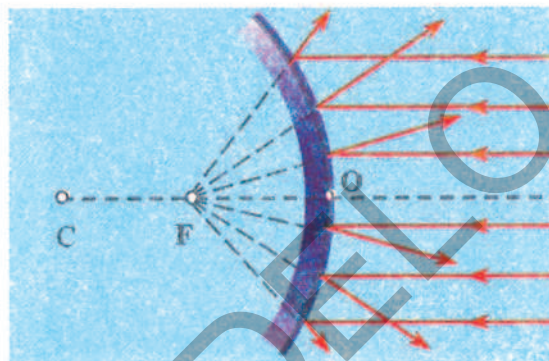


Fig. 2. Pasqyra e mystë (konvekse)

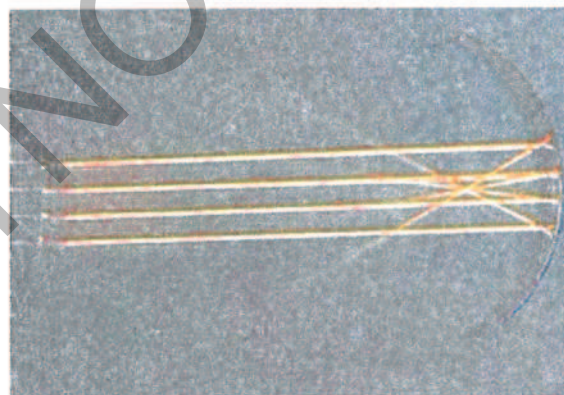


Fig. 3. Figura e tufës paralele të rrezeve që priten në fokus.

Pllaka e Hartlit mund të shfrytëzohet për të fituar tufë divergjente ose konvergjente të rrezeve të dritës me ndihmën e pasqyrave sferike.

Për pasqyrat sferike, kur rrezet bijnë afër kulmit O, largësia fokale është:

$$f = \frac{R}{2}, \quad (1)$$

respektivisht fokusi është në mesin ndërmjet kulmit dhe qendrës së lagesës të pasqyrës.

Formimi i shembëllimeve të pasqyra sferike. Barazimi i pasqyrës

Gjatë ndërtimit (konstruksionit) të shembëllimeve me ndihmën e pasqyrës sferike, më së shpeshti janë të mjaftueshme dy rreze me rrugë të njohur të cilat kalojnë nëpër pikën e njëjtë. Shembëllimi i asaj pike përfitohet në pikëprerjen e atyre dy rrezeve. Nëse shembëllimi fitohet gjatë prerjes së rrezeve të reflektuara, atëherë ai është real, ndërsa kur fitohet si vazhdim gjeometrik i rrezeve të reflektuara, shembëllimi është imagjinar.

Gjithëmonë është e njohur rruga e rrezeve karakteristike vijuese (shiko fig. 4).

1. Rrezja që bie kah pasqyra paralel me boshtin optik pas pasqyrimit kalon nëpër fokus.
2. Rrezja që bie nën kënd α në kulmin O të pasqyrës pasqyrohet me të njëjtin kënd.
3. Rrezja që kalon nëpër fokusin pas pasqyrimit është paralel me boshtin optik.
4. Rrezja që kalon nëpër qendrën optike C , meqë është pingul në sipërfaqen e sferës, pas pasqyrimit kthehet nëpër të njëjtën rrugë.

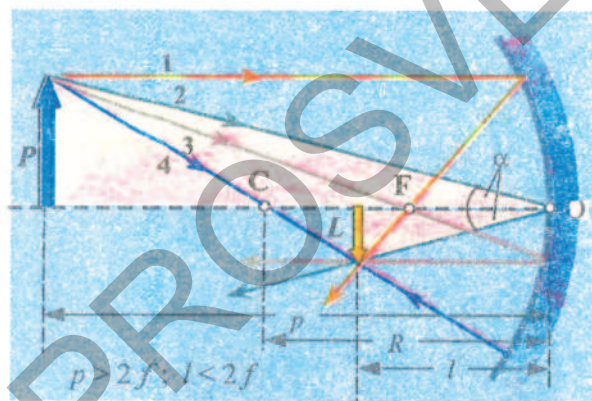


Fig. 4.

Zmadhimi linear M i pasqyrës fitohet si marrdhënie të dimensioneve lineare të shembëllimit L dhe dimensioneve lineare të trupit P . Nga ngjashmëria e trekëndshave të ngjyrosur në fig. 4 del se:

$$M = \frac{L}{P} = \left| \frac{l}{p} \right|, \quad (2)$$

ku l dhe p janë respektivisht largësia e shembëllimit dhe trupit nga kulmi i pasqyrës.

Lidhja ndërmjet largësisë fokale f , largësisë së trupit p dhe shembëllimit l nga pasqyra është dhënë me **barazimin e pasqyrës**. Për ta fituar shprehjen analitike të barazimit të pasqyrës, do të shërbelemi me fig. 5.

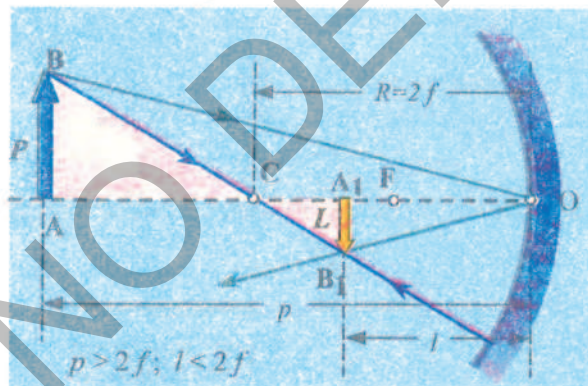


Fig. 5. Përfitimi i shembëllimit real me pasqyrë të lugët

Nga ngjashmëria e trekëndshave $\triangle OAB$ dhe $\triangle OA_1B_1$, del:

$$\frac{L}{P} = \frac{l}{p}, \quad (3)$$

ndërsa nga ngjashmëria e trekëndshave $\triangle CAB$ dhe $\triangle A_1B_1C$, del:

$$\frac{L}{P} = \frac{2f - l}{p - 2f}. \quad (4)$$

Me barazimin e anëve të djathta të barazimit (3) dhe (4) dhe pas rregullimit fitohet:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}, \quad (5)$$

ose duke pas parasysh barazimin (1) fitohet:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{2}{R}. \quad (6)$$

Me formulat (5) dhe (6) është treguar barazimi i pasqyrës sferike.

Te pasqyrat sferike me marrëveshje do të marrim:

- p është **pozitive** (+), trupi është para pasqyrës (trup real)
- l është **pozitive** (+), shembëllimi është para pasqyrës (figurë reale);
- l është **negative** (-), shembëllimi është pas pasqyrës (figurë imagjinare):
- f dhe R janë **pozitive** (+), qendra e lagesës është para sipërfaqes së pasqyrës (pasqyrë e lugët)
- f dhe R janë **negative** (-), qendra e lagesës është pas sipërfaqes së pasqyrës (pasqyrë e mystë).

Duke e analizuar largësinë p dhe l , fitohen përfundimet vijuese:

1. Trupi është në largësi më të madhe se R , respektivisht $2f$. Nga barazimi (5) del: meqë $p > 2f$, domosdo edhe $l < 2f$. Në këtë rast, paraqitja skematike në fig. 5, shembëllimi është real, i përmbysur dhe i zvogëluar dhe në largësinë më të vogël nga pasqyra në raport me trupin

2. Trupi është në qendrën e pasqyrës ($p = 2f$). Nga barazimi (5) del se edhe $l = 2f$. Shembëllimi në raport me trupin është real, i përmbysur me madhësi të njëjtë (zmadhimi linear është $M=1$) (Fig. 7).

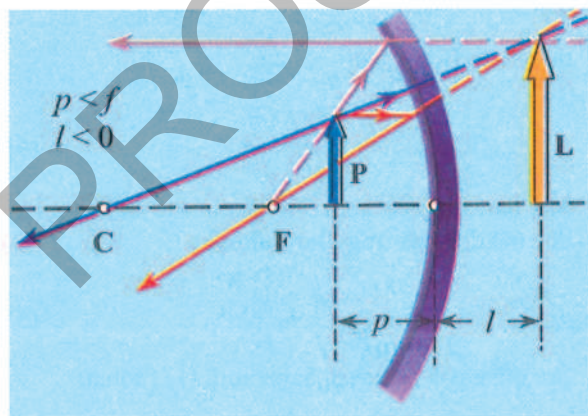


Fig. 6. Përfitimi i shembëllimit të zmadhuar të trupit në pasqyrën e lugët (konkave)

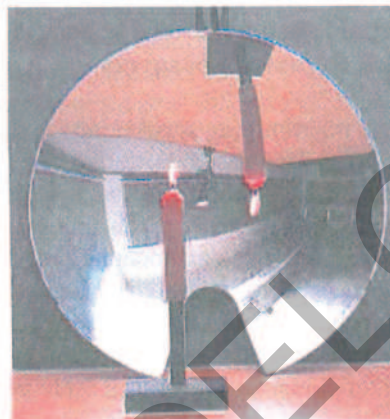


Fig. 7.

3. Nëse $p < 2f$ nga barazimi (5), del se $l > 2f$, e me këtë edhe $M > 1$. Në këtë rast shembëllimi është i zmadhuar, real dhe i përmbysur.

4. Trupi është në fokus ($p = f$). Nga barazimet (5) dhe (2) fitohet $l = \infty$ dhe $M = \infty$. Nga këto të dhëna përfundohet se, kur trupi është në fokusin e pasqyrës, shembëllimi është në pafundësi larg, që d. t. th nuk fitohet shembëllim.

5. Trupi gjendet ndërmjet fokusit dhe kulmit të pasqyrës, $p < f$ (kështu stomatologu do ta vendos pasqyrën me të cilën i kontrollon dhëmbët). Nga barazimi (5) del se l ka parashenjë negative, që d. t. th se shembëllimi është në anën e kundërt të pasqyrës në raport me trupin. Nga figura 6 dhe paraqitja skematike shihet se në këtë rast shembëllimi është i zmadhuar dhe imagjinar.



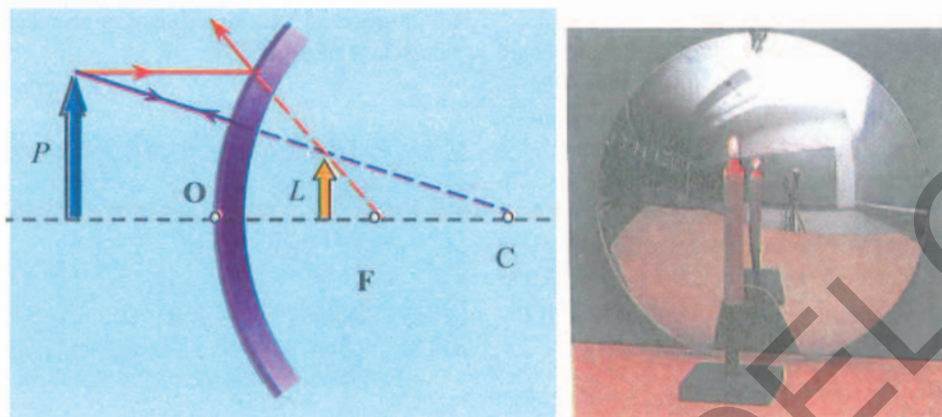


Fig. 8. Përfitimi i shembëllimit të zvogluar të trupit me pasqyrë të mystë (konvekse)

6. Në figurën 8 është treguar ndërrimi i shembëllimit imagjinar të trupit, të fituar me pasqyrë të mystë. Te këto pasqyra, kur trupi është para pasqyrës, pavarsisht nga ajo ku është vendosur, shembëllimi gjithmonë është imagjinar, i drejtë, i zvogluar dhe gjendet ndërmjet fokusit dhe kulmit të pasqyrës së mystë.

Pasqyrat sferike shfrytëzohen te mjetet për ndriçim, si p. sh. te mikroskopi, në medicinë për të shikuar fytin, hundën, veshin dhe syrin. Për ndërtimin e instrumenteve optike. Te reflektorët dhe farat për të fituar tufë paralele drite. Meqë në sipërfaqe të vogël të pasqyrës së mystë mundet njëkohësisht të shihen shembëllime të zvogluara të një numri të madh të trupave, ata vendosen në kthesa të komunikacionit, te automobilat dhe mjeteve tjera transportuese për të arritur siguri më e sigurt në komunikacion.

SHEMBULLI 1. Pasqyra e lugët ka largësi fokale 10 cm. Ku do të gjendet shembëllimi i trupit, i cili nga kulmi i pasqyrës është vendosur:: (a) 25 cm, (b) 10 cm, (c) 5 cm.

Të përcaktohet zmadhimi linear i pasqyrës.

Zgjidhje. a) Sipas kushtit $f=10$ cm dhe $p=25$ cm nga barazimi i pasqyrës sferike $\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}$,

fitohet:
$$\frac{1}{25,0} + \frac{1}{l} = \frac{1}{10,0}$$

$$l = 16,7 \text{ cm}.$$

Zmadhimi linear sipas (2) është:

$$M = \frac{l}{p} = \frac{16,7}{25,0} = 0,668.$$

Shembëllimi është i zvogluar dhe i përmbysur në raport me trupin.

b) Sipas kushtit $f=10$ cm dhe $p=25$ cm nga barazimi i pasqyrës sferike (5), fitohet:

$$\frac{1}{10,0} + \frac{1}{l} = \frac{1}{10,0}$$

$$l = \infty$$

c)

$$\frac{1}{5,0 \text{ cm}} + \frac{1}{l} = \frac{1}{10,0 \text{ cm}}$$

$$l = -10,7 \text{ cm}.$$

Shenja minus tregon se shembëllimi është imagjinar dhe gjendet në të njëjtën anë me trupin. Zmadhimi linear është:

$$M = \frac{l}{p} = \left| \frac{-10,0}{5,0} \right| = 2$$

M tregon se shembëllimi është dy herë më i madh se trupi.

SHEMBULLI 2. Trupi me lartësi 3 cm është vendosur në largësi 8 cm nga kulmi i pasqyrës së mystë. Të përcaktohet: a) ku do të gjendet shembëllimi imagjinar; b) zmadhimi linear dhe madhësia e shembëllimit. Largësia fokale është 20 cm.

Zgjidhje. Meqenëse pasyra është e mystë, largësia fokale është negative $f = -20$ cm. Për ta përcaktuar ku do të gjendet shembëllimi do të shërbelemi me

$$\text{barazimin: } \frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}.$$

$$\text{a) } \frac{1}{l} = -\frac{1}{8,00} - \frac{1}{20,0} \quad l = -5,71 \text{ cm}.$$

Shenja minus tregon se shembëllimi është imagjinar dhe është në të njëjtën anë me trupin.

b) Zmadhimi linear M është:

$$M = \frac{L}{P} = \frac{|l|}{p} = \frac{|-5,71|}{20,0} = 0,286.$$

Shembëllimi që fitohet me pasqyrën e mystë është i drejtë dhe i zvogluar. Madhësia e shembëllimit sipas kushtit të detyrës është:

$$L = 3 \cdot M = 3 \cdot 0,286 = 0,858 \text{ cm}$$

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Si trup merri një kator dhe vendoseni ndërmjet fokusit dhe qendrës optike. A do të fitoni përsëri kator. (kjo tregon pse shembëllimet e figurave 4, 5, 6 janë të deformuara).

2. Qiriri gjendet 60 cm nga kulmi i pasqyrës sferike të lugët. Kur qiriri zhvendoset për 20 cm kah pasqyra, largësia e shembëllimit deri te pasqyra do të zmadhohet për 10 cm. Të përcaktohet largësia fokale dhe rrezja e lavesës së pasqyrës R .

(Përgjigje: $f=20$ cm, $R=20$ cm)

3. Tufa e dritës së Diellit bie në pasqyrën e lugët dhe duke u pasqyruar mbledhet në pikën e cila është

në largësi 35 cm nga pasqyra. Sa është rrezja e lavesës së pasqyrës?

(Përgjigje: 70 cm)

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- qendër optike
- kulmi i pasqyrës
- fokusi
- boshti kryesor optik
- intensiteti optik i pasqyrës
- zmadhimi linear i pasqyrës

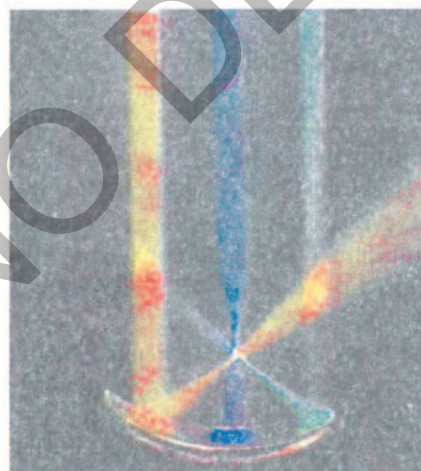


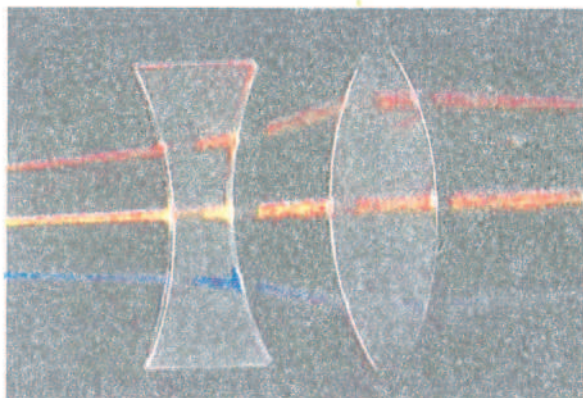
Fig. 9. Tufë paralele e rrezeve të dritës së kuqe, të gjelbër dhe vjollcë në fokusin e pasqyrës japin pikë të bardhë.



1. Me shfrytëzimin e udhëzimit të programit PEARLS dhe udhëzimit të përpunuar nga anëtarët e projektit tempus-Shkup, 2001 të Institutit për fizikë të sektorit Optika, mësoni "Pasqyrat sferike".

2. Kërkoni përmbajtjet përkatëse edhe në programin "OPTICS PHENOMENA"

1. 17. THJERRAT OPTIKE



Barazimi i thjerrës së hollë

Thjerrrat optike janë trupa homogjen të tejdukshme me tregues të caktuar të përthyerjes, të kufizuara me dy sipërfaqe sferike ose njëra nga dy sipërfaqet është sferike ose cilindrike, ndërsa e dyta e rrafshët. Sipas vetive optike, thjerrrat ndahen në *përmbledhëse dhe shpërndarëse*. Sipas formës së jashtme thjerrrat mund të jenë: 1) bikonvekse (dymyst), 2) konvenkse-konkave (mystë-lugët), 3) plan

-konvekse (rrafshët-mystë), 4) bikonkave (dylugët), 5) plankonkave (rrafshët-lugët), (6) konkave-konvekse (lugët-mystë). Thjerrrat 1, 2, 3 janë përmbledhëse, ndërsa 4, 5, 6 janë shpërndarëse, (fig. 1)



Fig. 1. Llojet e thjerrave përmbledhëse dhe shpërndarëse

Nëse trashësia e thjerrës është shumë më e vogël në krahasim me rrezet e lavesës të sipërfaqeve të cilat e kufizojnë, ajo paraqet model për *thjerrrën e hollë*. Drejtëza e paramenduar që i lidhë qendrat e lavesës së thjerrrave quhet *bosht kryesor optik*

(C_1OC_2). Për çdo thjerrrë të hollë ekziston *qendër optike e thjerrrës* O (fig. 2). Ajo është pika e cila qëndron në boshtin kryesor optik, dhe nëpër të rrezet e dritës kalojnë pa u përthyer.

Çdo thjerrrë mund të shqyrtohet sikur është ndërtuar nga një numër i madh prizmesh. Në figurën 2 është treguar ecuria e rrezeve të dritës. Rrezja e dritës që del nga pika P, e cila qëndron në boshtin optik, pas përthyerjes nga të dyja sipërfaqet e thjerrrës krijon shembëllim P' të pikës P. Në pikat T dhe T_1 janë tërhequr tangentat ashtu që thjerrra është zëvendësuar me prizëm që ka kënd në maje θ . Ndërmjet këndit δ për të cilin rrezja PT shmanget nga drejtimi i mëparshëm dhe këndit në maje të prizmit të hollë θ , vlen barazimi:

$$\delta = (n-1)\theta. \quad (1)$$

ku n është treguesi i përthyerjes së thjerrrës

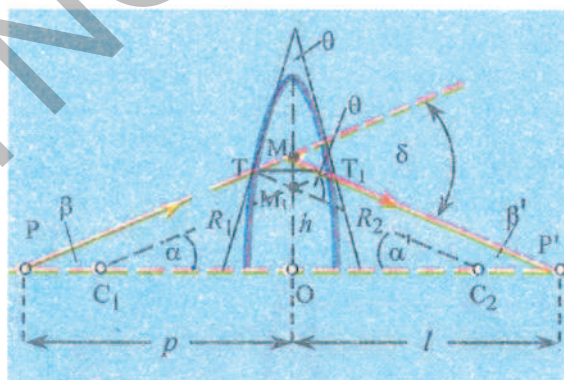


Fig. 2.

Me p dhe l respektivisht është shënuar largësia e trupit dhe deri te qendra optike e thjerrës dhe e shembëllimit deri te qendra optike; R_1 dhe R_2 janë rrezet e lavesës të sipërfaqes sferike të përparme dhe pasme të thjerrrës; C_1 dhe C_2 janë qendrat e lavesës të sipërfaqes sferike kufitare të thjerrrës. Le ta shqyrtojmë trekëndëshin $\Delta PP'M$. Nga rregulla për këndet e jashtëm të këtij trekëndëshi fitohet:

$$\delta = \beta + \beta'. \quad (2)$$

Nëse θ është i barabart me këndin e jashtëm të $\Delta C_1C_2M_1$ (kënde me krah pingul), kemi:

$$\theta = \alpha + \alpha'. \quad (3)$$

Për rrezet paraksiale (pranboshtor), të cilët me boshtin optik mbyllin kënde të vegjël,

tangjentat e këndeve mund të zëvendësohen me vet këndet

($\text{tg } \alpha \approx \alpha$, $\text{tg } \beta \approx \beta$). Për thjerrrën e hollë pikat M dhe M_1 janë të afërta ashtu që $OM \approx OM_1 = h$, prandaj fitohen barazimet:

$$\beta \approx \text{tg } \beta = \frac{h}{p}; \quad \beta' \approx \text{tg } \beta' = \frac{h}{l} \quad (4)$$

$$\alpha \approx \sin \alpha = \frac{h}{R_1}, \quad \alpha' \approx \sin \alpha' = \frac{h}{R_2}.$$

Nga barazimet (1), (2), (3) dhe (4), fitohet:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right). \quad (5)$$

Nga barazimi mund të përfundohet se largësia fokale varet nga treguesi relativ i përrhyerjes së thjerrrës, si edhe nga rrezet e lakesës së sipërfaqeve të tyre sferike. Barazimi (5) ka të bëjë për rastet kur thjerrra me tregues të përrhyerjes n është e rrethuar me vakuum ose ajër. Nëse thjerrra është e rrethuar me një mjedis që ka tregues të përrhyerjes më të madh nga treguesi i përrhyerjes së thjerrrës, largësia fokale mund të fitoj edhe vlerë negative.

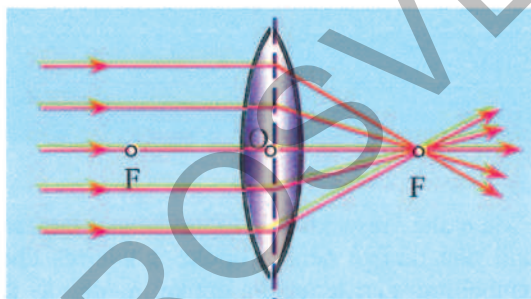


Fig. 3.

Nëse merret se burimi është pafundësisht larg, rrezet bien paralelisht në boshtin optik të thjerrrës dhe pas thjerrrës priten në një pikë ($p = \infty$, $l = f$). Në këtë rast largësia $OF = f$ se quhet **largësi fokale e thjerrrës** (fig. 3). Pikat që qëndrojnë në të dy anët e thjerrrës, në largësi të barabartë me largësinë fokale, quhen **fokuse të thjerrrës**. Nëse burimi është në fokus, pas thjerrrës rrezet janë paralele, shembëllimi gjendet në pafundësi ($p = OF = f$ dhe $l =$

∞). Duke marrë parasysh barazimin (5) fitohet:

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Meqë anët e djathta të barazimit (5) dhe (6) janë të barabarta, **barazimi i thjerrrës së hollë** shprehet:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}. \quad (7)$$

Te thjerrrat si edhe te pasqyrat sferike me marrëveshje do të marrim:

p është pozitive (+), nëse trupi është para thjerrrës;

l është pozitive (+), shembëllimi është real dhe gjendet pas thjerrrës

l është negative (-), shembëllimi është në të njëjtën anë me trupin.

Nga ngjashmëria e trekëndëshave ABO dhe A'B'O (fig. 5), del se:

$$M = \frac{L}{P} = \frac{|l|}{p}. \quad (8)$$

Herësi i dimensioneve lineare L dhe dimensioneve lineare të trupit P quhet **madhim linear i thjerrrës M** .

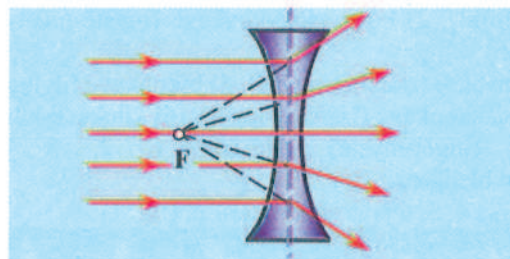


Fig. 4.

Tufa e rrezeve paralele që janë paralele me boshtin optik, pasi të kalojnë nëpër thjerrrën shpërndarëse divergjojnë (fig. 4). Në vazhdimet e rrezeve të tufës divergjente fitohet pikëprerja F e cila qëndron në boshtin optik. Kjo pikë e përkufizon fokusin imagjinar (joreal) të thjerrrës shpërndarëse. **Thjerrrat shpërndarëse kanë largësi fokale negative.**

SHEMBULLI 1. Sa është largësia fokale e thjerrrës plankonvekse me $n = 1,5$ e cila gjendet në ajër.

Zgjidhje. Te thjerrra plankonvekse njëra anë është e

rrafshët, ndërsa rrezja e lakesës e asaj ane është $R=\infty$. Për largësinë fokale të thjerrës së hollë fitohet:

$$\frac{1}{f} = (1,5 - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{\infty} \right) = \frac{1}{2R_1},$$

ose $f = 2R_1$. Kjo d. t. th ndërmejt f dhe R nuk ka raport të qëndrueshëm, që nuk është rast edhe te pasqyrat.

Pa dallim se a janë të barabartë rrezet e lakesës ose jo, të dyjat largësitë fokale njësoj janë të larguara nga thjerra. Por, nëse thjerra është e rrethuar me dy mjedise të ndryshme, p. sh njëra sipërfaqe sferike kufizohet me ajër, ndërsa tjetra me ujë, atëherë largësitë fokale të thjerrës janë të ndryshme. Largësia fokale më e vogël i përgjigjet anës me të cilën thjerra kufizohet me ajërin. I tillë është shembulli i thjerrës së syrit tonë.

Përveç largësisë fokale, madhësi karakteristike e çdo thjerre është **intensiteti optik i thjerrës**. Ai është dhënë me barazimin:

$$(n_2 - n_1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{f} = J. \quad (9)$$

Njësia për intensitetin optik të thjerrës quhet **dioptri D**. Intensitetin optik prej një dioptri e ka thjerra që ka largësi fokale një metër: $1D = m^{-1}$. Thjerra që ka intensitet optik pozitiv ($J > 0$) është përmbledhëse, ndërsa thjerra shpërndarëse ka intensitet negativ ($J < 0$).

Te instrumentet optike të ndërlukuara, siç janë: dylbia, mikroskopi, aparati fotografik etj me qëllim që tu iket të metave (aberracioneve), kombinohen dy ose më tepër thjerra bashkarisht.

Te sistemet të përbëra prej më tepër thjerrave përmbledhëse dhe shpërndarëse, intensiteti optik shprehet me shumën e intensiteteve të thjerrave veç e veç $J_1, J_2, J_3 \dots J_n$

$$J = J_1 + J_2 + J_3 + \dots + J_n. \quad (10)$$

Ky barazim mund të shfrytëzohet vetëm kur largësia ndërmjet thjerrave nuk është e madhe në krahasim me largësitë fokale të tyre. Por, më mirë është kur thjerrat janë të ngjitura.

Ndërtimi (konstruktimi) i shembëllimeve

Rrezja e dritës që kalon nëpër thjerrën, sipas ligjeve të përthyerjes, bën përthyerje në të dyja

sipërfaqet kufitare. Por, nëse thjerra është e hollë, gjatë konstruktimit të shembëllimeve është e lejueshme thjeshtësimi. Me fjalë të tjera përthyerja në të dyja sipërfaqet kufitare është zëvendësuar me përthyerjen në një rrafshë i cili kalon nëpër qendrën optike të thjerrës, dhe është pingul në boshtin optik kryesor. Ky rrafsh quhet **rrafsh kryesor i përthyerjes** (GG' në fig. 5). Largësia e trupit dhe shembëllimit, si dhe largësia fokale, maten nga ky rrafsh.

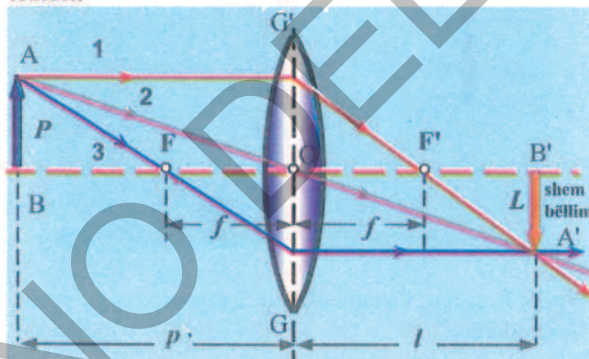


Fig. 5. Formimi i shembëllimeve në thjerrën përmbledhëse.

Me qëllim që të përcaktohet pozita dhe natyra e shembëllimit, më thjeshtë është të shfrytëzohen rrezet vijuese (fig. 5):

1. rrezja që është paralel me boshtin kryesor optik, pas përthyerjes nëpër thjerrë kalon nëpër fokusin e dytë të thjerrës;
2. rrezja që kalon nëpër qendrën optike O, nuk përthet;
3. rrezja që kalon nëpër fokusin e parë, pas përthyerjes nëpër thjerrë shkon paralel me boshtin kryesor optik.

Duke analizuar largësinë p dhe l , si dhe zmadhimin përkatës, për thjerrën përmbledhëse fitohen përfundimet vijuese:

1. Nëse trupi gjendet në largësi më të madhe nga $2f$, atëherë shembëllimi gjendet ndërmjet $2f$ dhe f në anën tjetër të thjerrës. Shembëllimi është real i pëmbysur dhe i zvogluar.
2. Trupi është në largësi ndërmjet $2f$ dhe f , shembëllimi formohet në largësi më të madhe nga $2f$. Shembëllimi është real, i pëmbysur dhe i zmadhuar.
3. Trupi është në largësi $2f$, shembëllimi është në largësi poashtu $2f$. Shembëllimi është real, i pëmbysur dhe me madhësi të njëjtë me trupin.
4. Nëse trupi është në fokus, shembëllimi është në

pafundësi. Nuk fitohet shembëllim, rrezet janë paralele.

5. Trupi gjendet ndërmjet fokusit dhe thjerrës ($p < f$), shembëllimi formohet në të njëjtën anë të thjerrës me trupin. Ai është imagjinar, i drejtë dhe i zmadhuar (shiko lupa). Shembëllimi imagjinar nuk mund të fitohet në ekran, por mund të shihet me sy.

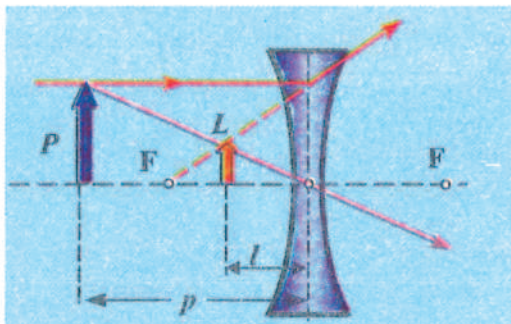


Fig. 6. Formimi i shembëllimit të thjerrra shpërndarëse.

Pavarësisht nga pozita e trupit të gjithë shembëllimet që formohen me thjerrën shpërndarëse, janë imagjinare, të drejtuara dhe ndodhen në të njëjtën anë në të cilën gjendet edhe trupi dhe ajo ndërmjet fokusit dhe thjerrës (fig. 6).

SHEMBULLI 2. Trupi është vendosur 10 cm para thjerrës përmbledhëse me largësi fokale 15 cm. Përcaktoni ku gjendet shembëllimi dhe sa është zmadhimi linear i thjerrës? Zgjidhje. Nga barazimi (7), nëse në të është $p=10$ cm dhe $f=15$ cm, fitohet:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}; \frac{1}{15} = \frac{1}{10} + \frac{1}{l} \Rightarrow \frac{1}{l} = \frac{1}{15} - \frac{1}{10} = -\frac{1}{30}, l = -30 \text{ cm};$$

Shenja negative tregon se shembëllimi është në të njëjtën anë me trupin dhe është imagjinar. Zmadhimi linear është:

$$M = \left| \frac{l}{p} \right| = \left| \frac{-30}{10} \right| = 3,0.$$

M tregon se shembëllimi është 3 herë i zmadhuar.

SHEMBULLI 3. Thjerrra shpërndarëse ka largësi fokale -20 cm. Trupi ka madhësi 2,00 cm dhe është vendosur 30 cm para thjerrës. Përcaktoni ku gjendet shembëllimi. Sa është zmadhimi linear dhe madhësia e shembëllimit?

Zgjidhje. Le ta marrim barazimin (7) dhe në të

zëvendsojmë $p = 30$ cm; $f = -20$ cm

$$-\frac{1}{20 \text{ cm}} = \frac{1}{30,0 \text{ cm}} + \frac{1}{l} \Rightarrow l = -12,0 \text{ cm};$$

Shenja minus tregon se shembëllimi është në të njëjtën anë me trupin. Ai është i drejtuar dhe imagjinar (shiko fig. 6). M tregon se shembëllimi është i zvogëluar.

$$M = \frac{L}{P} = \left| \frac{l}{p} \right| = \left| \frac{-12}{30} \right| = 0,4; L = 0,80 \text{ cm}.$$

Shpjegoni kuptimet vijuese

- thjerrë përmbledhëse
- thjerrë shpërndarëse
- qendër optike
- bosht optik kryesor
- fokus
- largësi fokale të thjerrra
- shembëllime në thjerrra
- barazimi i thjerrës
- shembëllime
- dioptri
- intensitet optik
- zmadhimi linear i thjerrës



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Para thjerrës përmbledhëse me largësi fokale 10 cm është vendosur trupi me largësi: a) 30,0 cm, b) 10,0 cm, c) 5,0 cm prej thjerrës. Të përcaktohet për secilin shembull në çfarë largësie nga thjerrra është shembëllimi dhe zmadhimi linear të tyre.

(Përgj.: a) $l = 15,0$ cm; $M = 0,5$; b) shembëllimi është në pafundësi; c) $l = -10,0$ cm; $M = 2,0$

2. Thjerrra plankonvekse ka tregues të përrhyerjes 1,6. Rrezja e sipërfaqes konvekse është 30 cm. Nëse shembëllimi është në largësi 1 m, sa është largësia fokale dhe zmadhimi linear i thjerrës? (Përgjigje: $f=0,2$ m; $M=4$)



1. Me shfrytëzimin e udhëzimit të programit PEARLS dhe udhëzimit të përpunuar nga anëtarët e projektit tempus-Shkup, 2001 nga Instituti për fizikë në sektorin Optika, mësoni "Thjerrrat e holla"

2. Kërkoni përmbajtjet përkatëse edhe në programin "OPTICS PHENOMENA".

1. 18. INSTRUMENTET OPTIKE. LUPA DHE MIKROSKOPI

Lupa (qelqi zmadhues)

Si lupë mund të shfrytëzohet çdo thjerrë përmbledhëse ose sistem i më tepër thjerrave me largësi fokale të vogël.

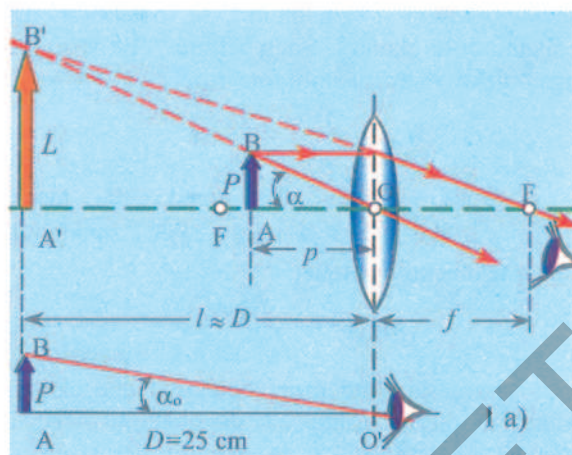


Fig 1.

Kur trupi shikohet me sy, madhësia e figurës që formohet në retinën e syrit varet nga këndi nën të cilin shihet trupi. Kur trupi afrohet kah syri, këndi nën të cilin shihet trupi zmadhohet dhe në retinë krijohet figurë më e madhe. Këndi arrinë vlerën maksimale α_0 kur trupi nga syri është në largësinë e të pamurit qartë. Ajo është $D=25$ cm. Nëse trupi është në largësi më të vogël se kjo, syri nuk mund të fokusohet. Por, kur para syrit vendoset lupa, trupi mund të afrohet më tepër dhe këndi nën të cilin shihet do të jetë më i madh se α_0 .

Nëse trupi është ndërmjet fokusit dhe lupës, por më afër fokusit F , fitohet shembëllim i zmadhuar i drejtë dhe imagjinar në të njëjtën anë me trupin (fig. 1). Gjatë zhvendosjes së trupit nga fokusi F kah lupa, shembëllimi imagjinar poashtu afrohet kah thjerra. Këndi α është maksimal kur shembëllimi imagjinar gjendet në largësinë e të pamurit qartë. Trupi dhe shembëllimi imagjinar i tij më tepër nuk mund të afrohen, sepse syri nuk mund të fokusohet.

Zmadhimi këndor m i lupës definohet si herës i këndit α nën të cilin shihet trupi me lupë dhe këndit të të pamurit α_0 nën të cilin trupi i vendosur në largësinë e të pamurit qartë D shihet me sy

$$m = \frac{\alpha}{\alpha_0} \quad (1)$$

Me këtë rast këndet α_0 dhe α , meqë janë të vegjël dhe të kufizuar në zonën paraksiale, mund të merret se $\text{tg } \alpha \approx \alpha$ dhe $\text{tg } \alpha_0 \approx \alpha_0$. Nga trekëndëshi kënddrejt $AO'B$ në fig. 1a, del se:

$$\text{tg } \alpha_0 \approx \alpha_0 = \frac{AB}{D} \quad (2)$$

Nga trekëndëshi AOB , për këndin nën të cilin shihet trupi me lupë (shembëllimi), fitohet:

$$\text{tg } \alpha \approx \alpha = \frac{AB}{p} \quad (3)$$

Duke marrë parasysh se shembëllimi dhe trupi janë në të njëjtën anë të thjerrës, vlenë:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{-l} = \frac{1}{f}, \quad (4)$$

f është largësia fokale e lupës. Kur largësia $l \approx D \approx 25$ cm, mund të shkruhet:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{-D} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{D+f}{Df} \quad (5)$$

Nga barazimet (1), (2), (3) dhe (5) fitohet:

$$m = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{AB/p}{AB/D} = \frac{D}{p}; \quad (6)$$

$$m = \frac{D}{p} = \frac{D+f}{f} = 1 + \frac{D}{f} \quad (7)$$

Kur shembëllimi imagjinar është në largësi e të pamurit qartë, **zmadhimi është maksimal**.

Syri i shëndoshë mund ta fokusoj shembëllimin kur ai gjendet në largësinë e të pamurit qartë bile deri në pafundësi. Kur trupi është afër fokusit ($p \approx f$), shembëllimi është në pafundësi, prandaj syri nuk shtrëngohet:

$$\alpha_0 \approx \frac{AB}{D}; \quad \alpha \approx \frac{AB}{f}; \quad m = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{D}{f} \quad (8)$$

Meqenëse shembëllimi mund të shikohet

ndërmjet largësisë së të pamurit qartë dhe pafundësisë, zmadhimi i lupës lëviz në kufi të përcaktuar me barazimet (7) dhe (8).

SHEMBULLI 1. Sa është zmadhimi maksimal i lupës me largësi fokale $f=10$ cm, ndërsa sa është zmadhimi i kësaj lupe kur syri është i pashtrenguar?

Zgjidhje. Zmadhimi i lupës kur $f=10$ cm, është:

$$m = 1 + \frac{25}{f} = 1 + \frac{25}{10} = 3,5.$$

Nëse syri është i pashtrenguar figura është në pafundësi dhe vlenë barazimi (8):

$$m = \frac{25}{f} = \frac{25}{10} = 2,5.$$

Zmadhimi i kësaj lupe lëviz në kufijtë ndërmjet 3, 5 dhe 2, 5 herë.

2. Mikroskopi

Për të përfutur zmadhim më të madh se ajo me lupë shfrytëzohet mikroskopi optik. Pjesët optike të mikroskopit janë okulari, objektivi dhe sistem për ta ndriçuar trupin.

Objektivi (thjerrë afër trupit) ka largësi të vogël fokale f_{ob} , ndërsa okulari (thjerrë afër syrit) ka largësi fokale më të madhe f_{ok} . Të dyjat thjerrat kanë bosht optik të përbashkët dhe janë të vendosura në largësi d .

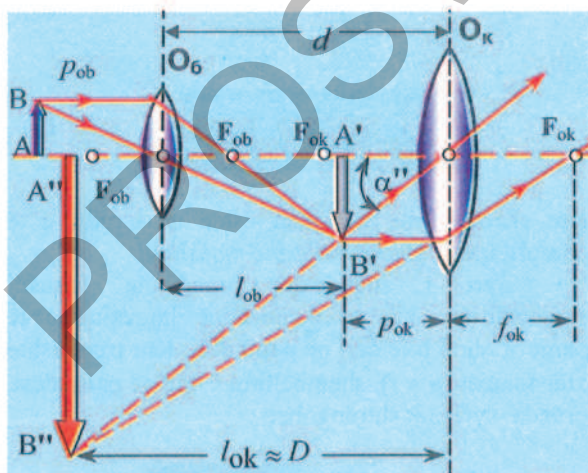


Fig. 2. Përfitim i figurës me mikroskop optik
Parimi i formimit të shembëllimit të zmadhuar të mikroskopit, i treguar në (fig. 2), është

si vijon: trupi i vëzhguar AB është vendosur në largësi pak më të madhe nga largësia fokale e objektivit dhe me këtë rast formohet shembëllim A'B' i zmadhuar real dhe i përmbysur i trupit. Ky shembëllim shërben si trup për okularin, i cili shfrytëzohet si lupë. Shembëllimi A'B' duhet të formohet ndërmjet okularit dhe fokusit të tij dhe ajo më afër fokusit F_{ok} . Me këtë rast formohet shembëllim A''B'' imagjinari, i zmadhuar dhe i përmbysur në raport me trupin AB.

Mund të tregohet se **zmadhimi i mikroskopit** është prodhim i zmadhimit të objektivit dhe zmadhimit të okularit. Shembëllimi A'B' që fitohet nga objektivi ka zmadhim linear:

$$M_{ob} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{l_{ob}}{p_{ob}}.$$

Sipas figurës 2 mund të merret $p_{ob} \approx f_{ob}$ dhe $l_{ob} \approx d - f_{ok}$. Për zmadhimin linear të objektivit fitohet:

$$M_{ob} = \frac{d - f_{ok}}{f_{ob}}. \quad (9)$$

Largësia d ndërmjet objektivit dhe okularit mund të merret ashtu që shembëllimi A''B'' të gjendet në largësinë e të pamurit qartë ose në pafundësi (sikurse edhe te lupa). Kur A''B'' është në pafundësi, okulari punon si lupë me zmadhim këndor të definuar me (8), d. t. th. $m_{ok} = \frac{D}{f_{ok}}$, ku

D është largësia e të pamurit të qartë. Prandaj për zmadhimin e përgjithshëm të mikroskopit fitohet:

$$M = M_{ob} m_{ok} = \frac{d - f_{ok}}{f_{ob}} \frac{D}{f_{ok}}. \quad (10)$$

Kur largësitë fokale të mikroskopit janë shumë më të vogla në krahasim me largësinë d ndërmjet objektivit dhe okularit, mund të merret:

$$M \approx \frac{d}{f_{ob}} \frac{D}{f_{ok}}. \quad (11)$$

Zmadhimi i përgjithshëm i mikroskopit M , kur syri është i pashtrenguar, është prodhim i zmadhimit linear të objektivit dhe zmadhimit këndor të okularit.

Nga barazimi (11) mund të përfundohet se sa më të vogla janë largësitë fokale të objektivit dhe okularit, edhe gjatësia d është më e madhe, zmadhimi i mikroskopit është më i madh.

Vlera e zmadhimit të okularit dhe objektivit është shënuar në to. Zmadhimi lëviz në kufijtë nga 4 deri 100 herë për objektivin dhe nga 4 deri 25 herë për okularin. Por, zmadhimi i madh është i padobishëm nëse fuqia ndarëse e mikroskopit është jo adekuat.

Kur elementet strukturale të objektit (trupit) që vëzhgohet dhe apertura e objektivit (rreze e hapjes së thjerrës) janë të krahasueshme me gjatësinë valore të dritës që shfrytëzohet, atëherë vjen në shprehje natyra valore e dritës. Nëse dy pika të ndritshme janë shumë afër njëra tjetrës, figurat përkatëse të difraksionit mbimbuloen, prandaj figura është e paqartë (shih difraksioni).

Aftësia e çdo instrumenti optik që ti tregoj qartë detajet e trupit e tregon **fuqinë ndarëse**.

Për të zmadhuar fuqinë ndarëse të mikroskopit është e nevojshme të shfrytëzohet dritë me gjatësi valore më të vogël, ose të shfrytëzohen mikroskopët me imerzione dhe elektronikë.

Për 5⁺

Fuqia ndarëse

Ti shqyrtojmë pikat A dhe B të preparatit të cilat gjenden në largësi reciproke S_r , dhe janë të ndara (fig. 3). Këndi ndarës φ është dhënë me barazimin

$\varphi = 1,22 \frac{\lambda}{D}$, ku D është diametri i hapjes së

objektivit. Kur ndërmjet objektit dhe objektivit të mikroskopit kemi mjedis me tregues të përthyerjes n , logaritjet teorike për largësinë ndarëse S_r (largësi në të cilën dy pika akoma shihen si dy) e jep shprehja:

$$S_r = 1,22 \frac{\lambda}{2n \sin u}, \quad (12)$$

($\operatorname{tg} u \approx \sin u \Rightarrow D \approx 2d \sin u$; $\operatorname{tg} \varphi \approx \varphi = S_r / d$)

ku me u është shënuar këndi që mbyll boshti optik i mikroskopit me rrezet e skajshme të tufës konike të dritës që hyjnë në objektiv, respektivisht, ai është gjysma e këndit të hapjes së objektivit, d është largësia ndërmjet objektivit dhe objektit.

Prodhimi $n \sin u = A$ quhet **apertura numerike e objektivit** të mikroskopit.

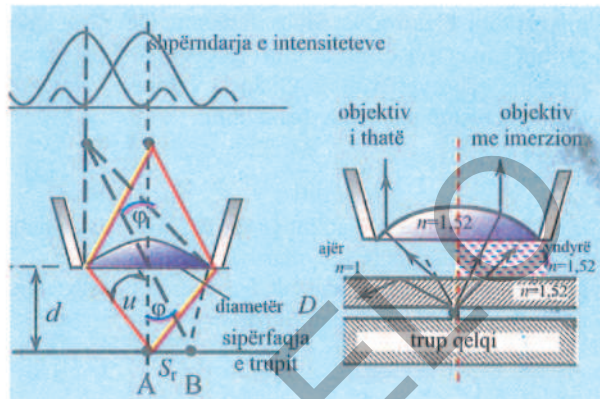


Fig. 3

Nga barazimi (12) del se fuqia ndarëse e mikroskopit zmadhohet (S_r është më e vogël) me zvogëlimin e gjatësisë valore λ të dritës, ose me zmadhimin e aperturës numerike të objektivit A .

SHEMBULLI 2. Të përcaktohet largësia më e vogël ndërmjet dy pikave të cilët mund të shihen të ndara me objektiv i cili ka aperturë numerike $A=0,6$ dhe shfrytëzohet gjatësia valore $\lambda=546$ nm.

Zgjidhje. Nga barazimi (12), fitohet:

$$S_r = 1,22 \frac{\lambda}{2n \sin u} = 0,61 \frac{\lambda}{A}$$

$$S_r = \frac{0,61 \cdot 546 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{0,6} = 560 \text{ nm}$$

Apertura numerike mund të zmadhohet ose me zmadhimin e këndit u ose me zmadhimin e treguesit të përthyerjes n . Meqë vlera e $\sin u$ mund të jetë maksimale 1, 0, apertura numerike më lehtë do të zmadhohet nëse ndërmjet objektivit dhe preparatit në vend të ajrit ka ndonjë lëngë. Objektivat e këtillë quhen **objektiva me imerzione**.

MIKROSKOPI ELEKTRONIK

Pamë se për t'u zmadhuar fuqia ndarëse e mikroskopit është e domosdoshme të shfrytëzohet dritë me gjatësi valore më të vogël, Për fat të keq, rrezatimi rëntgen dhe γ nuk mund të fokusohen me thjerra optike. Por, ka zgjidhje. Njëra prej tyre është

mikroskopi elektronik. Sipas fizikanit Dë Broli çdo grimcë me masë m e cila lëviz me shpejtësi v posedon edhe veti valore. Gjatësia valore e valëve të Dë Brolit është dhënë me barazimin:

$$\lambda = \frac{h}{mv}, \quad (13)$$

h është konstantë e Plankut ($h=6,625 \cdot 10^{-34}$ Js). Gjatë kalimit të elektronit me masë m_e dhe ngarkesë e nëpër ndryshimin potencial U , energjia potenciale ndërrohet për eU . Prandaj vlenë:

$$\frac{m_e v^2}{2} = eU.$$

Nga këtu për shpejtësinë e elektronit fitohet

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}, \quad (14)$$

respektivisht, kur barazimi (13) zavendësohet në (14), për gjatësinë valore të elektronit fitohet:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}} \quad (15)$$

Me zavendësimin e konstanteve në barazimin e fundit, gjatësia valore e elektronit është:

$$\lambda = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 9,11 \cdot 10^{-31}}} \frac{1}{\sqrt{U}} = \frac{1,22 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{U}} \text{ m}$$

Sipas kësaj, për elektronin që kalon nëpër ndryshimin potencial prej 50 KV fitohet valë, e cila ka gjatësi valore $\lambda=0,0056$ nm, që është rreth 100 000më e vogël nga gjatësia valore e dritës së dukshme. Kështu tufa e elktroveve paraqitet si zavendsim për dritën e dukshme. Meqenëse gjatësia valore e elektronit është shumë më e vogël se gjatësia valore e dritës së dukshme mund të arrihet fuqi ndarëse shumë më e mirë me mikroskopin.

Për fokusimin e tufës elektronike nuk shfrytëzohen thjerra optike, por fusha elektrike dhe magnetike. Të parat janë thjerra elektrostatische, ndërsa të dytat thjerra magnetike. Fokusi i thjerrave rregullohet me ndryshimin e fushës elektrike ose magnetike.

SHEMBULLI 3. Të përcaktohet fuqia ndarëse e mikroskopit elektronik në të cilin elektronet kalojnë nëpër ndryshim potencial prej 100 kV. Apertura numerike e mikroskopit elektronik është $A=1 \cdot 10^{-2}$. **Zgjidhje.** Nëse $U=100$ kV, nga barazimi

$$\lambda = \frac{1,227 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{U}} \text{ m},$$

për gjatësinë valore fitohet $\lambda=0,0038$ nm.

Largësia ndarëse do të përcaktohet sipas barazimit:

$$S_r = 1,22 \frac{\lambda}{2A}$$

$$S_r = \frac{0,61 \cdot 0,0038 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1 \cdot 10^{-2}} = 0,23 \text{ nm}$$

Ajo është rreth 2000 herë më e vogël se sa me mikroskopin optik (shiko shembullin. 2).



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Sa zmadhim më të madh mund të fitohet me lupë që ka intensitet 20 D?

(Përgjigje: 6 herë)

2. Sa është zmadhimi i mikroskopit optik i cili ka zmadhim të okularit 5, kurse të objektivit 20? (Përgjigje: 100 herë)

3. (Për 5⁺). Sa është detaji më i vogël i një preparati i cili mund të shihet me mikroskop, i cili ka aperturë numerike $A=0,4$, ndërsa shfrytëzohet dritë me gjatësi valore $\lambda=600$ nm. (Përgjigje: 915 nm)

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- largësia e të pamurit qartë
- lupa
- zmadhimi me lupë
- mikroskopi
- zmadhimi i mikroskopit
- fuqia ndarëse e mikroskopit



tepër informata për instrumentet optike kërkon në internet adresën:

<http://mikro.magnet.fsu.edu?optics/index.html>

1. 19. RREZATIMI INFRAKUO DHE ULTRAVJOLLCË

Rrezatimi infrakuq

Në spektrin elektromagnetik rrezatimi infrakuq gjendet ndërmjet kufirit të kuq të dritës së dukshme (me gjatësi valore 760 nm ose 0,7 μm) dhe mikrovalëve rreth (350 μm). Rrezet infrakuqe janë të padukshme për syrin e njeriut, sepse nuk kanë mjaftë energji të arrijnë deri te retina e syrit dhe të shkaktojnë përshtypje drite.

Rrezatimi infrakuq ka veprim të fortë termik.

Ekzistojnë burime të ndryshme të rrezatimit infrakuq. Rreth 50% të spektrit elektromagnetik të Diellit gjendet në këtë regjion. Një prej burimeve më të shpeshta që shfrytëzohet është teli inkadeshent i volframit. Rrezet infrakuqe përfitohen edhe nga harku elektrik.

Praktikisht të gjitha trupat, pa dallim nga natyra e tyre, në temperaturë më të lartë se zeroja absolute tërësisht rrezatojnë në regjionin infrakuq. Është e qartë se, në temperatura më të ulta rrezatimi ka gjatësi valore më të mëdha se sa në temperatura më të larta.

Disa substanca shumë e absorbojnë rrezatimin infrakuq, ndërsa disa janë plotësisht të tejdukshme për këtë rrezatim. P. sh. uji i cili është i tejdukshëm për pjesën e dukshme të spektrit si edhe për rrezet ultravjollcë, gati tërësisht e absorbon rrezatimin infrakuq. Kuarsi i absorbon këto rreze me gjatësi valore mbi 3000 nm, ndërsa kripa i lëshon deri 15000 nm. Plotësisht të tejdukshëm për këtë rrezatim janë germaniumi dhe siliciumi.

Për jetën në Tokë me rëndësi të madhe është aftësia e rrezeve infrakuqe të kalojnë nëpër atmosferë. Duke kaluar nëpër atmosferë, për shkak të procesit të shpërndarjes dhe absorbimit, rrezatimi infrakuq dobësohet. Kjo në masë të madhe varet edhe nga papastërtitë në atmosferë. Vetëm një pjesë e vogël e rrezatimit infrakuq që e rrezaton Toka e lëshon atmosfera, sepse bëhet absorbimi i tyre nga avulli i ujit. Në këtë mënyrë atmosfera luan rolin e izoluesit termik, e cila nuk lejon që Toka natën shpejt të ftohet.

Rrezet infrakuqe u nënshtrohen ligjeve që vlejnë edhe për rrezet e dritës (pasqyrohen, përthe hen, interferojnë, pësojnë difraksion nga pengesat përkatëse). Kjo d. t. th, rrezet infrakuqe mund të fokusohen me pasqyra ose thjerra të përpunuara në materialet përkatëse. Prandaj, spiralet e ngrohseve elektrik janë vendosur në fokusin e pasqyrave parabolike nga llamarinat e polituara.

Eksperimenti klasik, i cili i vërteton vetitë e rrezeve infrakuqe, si edhe ajo se mjediset që janë të patejdukshme për rrezet e dukshme mund të jenë të tejdukshme për rrezet infrakuqe, është eksperimenti i Tindalit, fig. 1.



Fig. 1. Eksperimenti i Tindalit.

Ena e qelqit është mbushur me tretje të jodit në disulfid karboni. Kjo tretje është plotësisht e zezë dhe e patejdukshme për dritën e dukshme, por, e lëshon rrezatimin infrakuq në interval të gjërë. Kur ena është vendosur në rrugën e rrezeve paralele të dritës, të fituar nga llamba harkore, pas enës në vendin F ku fokusohen rrezet infrakuqe një copë letër e zezë shumë lehtë do të ndizet. Në këtë eksperiment ena e qelqit vepron si thjerrë përmbledhëse, në fokusin e të cilës sipas ligjeve të optikës gjeometrike duhet të gjendet letra e zezë për tu ndezur.

Rrezatimi infrakuq shfrytëzohet për hulumtimin e strukturës së atomeve dhe molekulave. Spektrat absorbues infrakuq shfrytëzohen për identifikimin e substancave, hulumtimin e molekulave si edhe për studimin e bashkëveprimeve të ndryshme të molekulave. Në rend të parë ato janë molekula që kanë natyrë organike. Gjatë spektroskopisë infrakuqe uji nuk mund të shfrytëzohet si tretës sepse e absorbon këtë rrezatim.



Fig. 2. Fotografia infrakuqe të pjesës qendrore të galaktikës tonë e bërë nga sateliti IRAS.

Rrezet infrakuqe kanë gjetur zbatim të gjërë në teknikën fotografike infrakuqe. Me ata mund të fitohen fotografi me më shumë kontraste të objekteve të cilët gjenden në largësi të mëdha. Prandaj ata shfrytëzohen gjatë studimit të planeteve, yjeve, mjegullirave.



Fig. 3. Fotografia infrakuqe e atmosferës së Tokës. Rretë më të errëta janë më të ngrohta nga ata më të ndritshme.

Këto veti shfrytëzohen edhe në medicinë, kriminalistikë, astronomi, teknikë, për qëllime ushtarake etj. Fotografitë me një teknikë speciale mund të bëhen në errësirë të plotë (shikim nate).

Për zhvillimin e detektimit të rrezatimit, kontribuojnë edhe organizatat ushtarake, të cilat

rrezatimin infrakuq e shfrytëzojnë për lokacionin e objekteve për qëllime ushtarake (tanksa, fluturake), për orientimin e raketave dhe projektalave. Laserët infrakuq shfrytëzohen për lidhje komunikative në Tokë dhe në kozmos.

Rrezet infrakuqe zbatohen në teknikën për tharjen e ngjyrave, qeramikës dhe trupa të tjerë; në industrinë ushqimore për tharjen e prodhimeve bujqësore.

Në medicinë rrezet infrakuqe shfrytëzohen në diagnostikë dhe terapi. Për qëllime terapeutike shfrytëzohet rrezatimi prej 770 deri 5000 nm. Gjatësitë valore më të mëdha e ngacmojnë dhe dëmtojnë lëkurën.

Si detektor të rrezatimit infrakuq nuk shfrytëzohen filme (ata janë të ndjeshëm për $\lambda < 900$ nm), por termistorët, gjysmëpërçuesit rezistenca e të cilëve shumë zvoglohet me zmadhimin e temperaturës, fotodiodat, termoelementet etj. Për fotodiodat zakonisht shfrytëzohet InSb ose HgCdTe.

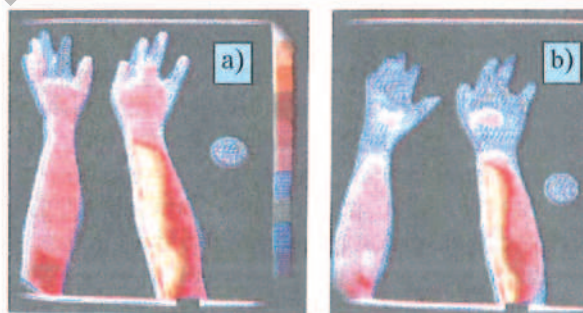


Fig. 4. Termogram i duarve. a) para pirjes së duhanit, b) pas pirjes së duhanit. Pas pirjes së duhanit shihet se duart janë më të ftohta

Trupi i njeriut rrezaton në zonën infrakuqe. Kur mjedisi ka temperaturë të njëjtë me trupin, ai rrezaton aq sa edhe absorbon, prandaj nuk vërehet ndryshim në temperaturë. Por, kur temperatura e trupit është më e madhe nga temperatura e mjedisit, trupi rrezaton më tepër se sa absorbon, prandaj ai rrezatim mund të regjistrohet (për ligjet e rrezatimit gjerësisht do të mësoni në kapitullin 2. 2).

Regjistrimi i temperaturës të një objekti të caktuar në bazë të detektimit preciz të rrezatimit infrakuq quhet *termografi*. Me këtë rast fitohet figurë e quajtur *termogram*. Ajo mund të jetë fotografi ose figurë e përpunuar me kompjutor. Në termogramin regjionet me temperaturë të ndryshme janë të ngjyrosur ashtu që ngjyra më errët tregon temperaturë më të lartë. Sipas kësaj regjistrohen ndryshime temperature prej 0, 1 K.

Rrezatimi ultravjollcë

Në spektrin elektromagnetik në anën kah gjatësitë valore më të vogla prej 400 nm, deri 10 nm është rrezatimi ultravjollcë.



Fig 5. Figura ultravjollcë e sipërfaqes së Tokës.

Syri e absorbon këtë rrezatim, i cili ndonëse ka energji më të madhe nga rrezatimi infrakuq, nuk mund të arrijë deri te retina dhe të shkaktojë përshtypje drite. Bile pjesa ultravjollcë e afërt është e padukshme për një numër të madh njerëzish. Ky regjion mund të regjistrohet me ndihmën e ekranit fluoreshent (nga zink sulfidi). Ekranit edhe pas pjesës ngjyrë vjollcë ndriçon me ngjyrë gjelbër-kaltër.

Burimet e rrezatimit ultravjollcë janë llambat harkore, metalet shumë të nxehura gjatë ndriçimit të bardhë, ndërsa ekzistonë edhe rrezatim laserik në këtë regjion. Poashtu, pjesa më e madhe e spektrit të zhivës gjendet në këtë regjion, prandaj llambat e

zhivës shfrytëzohen në medicinë për dezinfektimet e hapsirave.

Qelqi i thjeshtë e absorbon rrezatimin ultravjollcë me gjatësi valore nën 315 nm, ndërsa qelqi i kuarcit e lëshon deri 180 nm. Nën veprimin e rrezatimit ultravjollcë fluoreshcini dhe qelqi i uranimit fluoreshojnë me ngjyrë karakteristike të gjelbër. Tretja e kinin sulfatit dhe petroleji fluoreshojnë me ngjyrë të kaltër. Prandaj, ata shfrytëzohen në mikroskopinë fluoreshente. Rrezatimi ultravjollcë shfrytëzohet në kriminalogji, për të vërtetuar banknotat e rrejshme, në arkeologji (tekstet që dobët shihen, të lyera me material lumineshent, kur ndriçohen me këtë rrezatim lexohen). Rrezatimi ultravjollcë shfrytëzohet te llambat lumineshente me të cilat fitohet "dritë e ditës". Me analizë lumineshente përcaktohet përbërja e disa substancave.

Gjatë studimit spektroskopik me rrezatimin ultravjollcë, meqë ajo absorbohet nga ajri dhe qelqi, shfrytëzohen vakuum spektrografe me prizma nga fluoriti ose rrjeta difraktive.

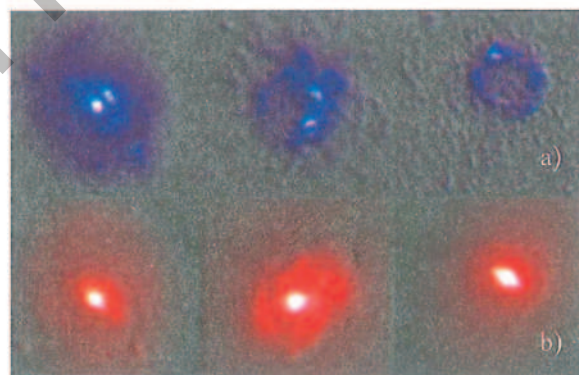


Fig. 6. Figura të disa galaktikave në: a) rrezatim ultravjollcë; b) dritë e dukshme.

Ligjet e absorbimit vlejné edhe për rrezet ultravjollcë. Nëpërmjet spetrave ultravjollcë të atomeve dhe molekulave fitohen njohuri për ndërtimin e shtresave të jashtme elektronike të atomeve, si edhe njohuri për lidhjet kimike të molekulave dhe struktura e tyre. Spektroskopia ultravjollcë e absorbimit në medicinë dhe biologji shfrytëzohen shpesh sepse është e shpejtë dhe precize. Në këtë mënyrë është zbuluar pigmenti citokrom.

Rrezatimi ultravjollcë ka veprim fotokimik, mund të shkaktojë ndryshime të mëdha në emulzionin e fotografisë. Prandaj, rrezet ultravjollcë shfrytëzohen për sterilizim. Gjatë absorbimit të këtij rrezatimi të molekula e DNK bëhet shkëputja e lidhjeve të hidrogenit dhe coptimi i spirales dyfishe. Prandaj, nën veprimin intensiv të rrezatimit ultravjollcë mund të arrihet deri të shkatrimi i qelizës (celulës). Por, dozat e vogla e rrezatimit ultravjollcë të afërt shkaktojnë vetëm pigmentimin e lëkurës dhe janë të shfrytëzueshme. Kështu, mjekimi i smundjeve të rakisit me këtë rrezatim është rezultat i krijimit të vitaminës D. Duhet të dimë se më e përshtatshme kohë për rrezitje është kur atmosfera nuk është e tejnxeur dhe e tejngopur me avuj uji.

FIZIKA DHE EKOLOGJIA

Për botën e gjallë burim kryesor i rrezatimit ultravjollcë është Dielli. Nga Dielli në sipërfaqen e Tokës arrijnë rrezatim ultravjollcë me gjatësi valore $\lambda > 290$ nm, ndërsa gjatësitë valore më të vogla absorbohen nga atmosfera. Prandaj ky rrezatim është më i madh në malet e larta.

Gjatë bashkëveprimit të rrezatimit ultravjollcë me oksigjenin e shtresave të larta të atmosferës (stratosfera) krijohet ozon (O_3). Ozoni shumë e absorbon rrezatimin ultravjollcë të dëmshëm dhe e shndërron në nxehtësi. Vitet e fundit si rezultat i shfrytëzimit të tepër të freonit (gaz që shfrytëzohet në mjetet ftohëse edhe për disa spreje) jo vetëm që e zvoglon trashësinë e shtresës së ozonit, por krijon edhe "vrina ozonike" (veçanërisht mbi Antartikun).

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- rrezatim ultravjollcë
- rrezatim infrakuq
- termografi
- "vrina ozonike"



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Pse ndërmjet temperaturës së ditës dhe natës në Hënë ekziston ndryshim i madh?
2. Cili është dallimi ndërmjet rrezatimit ultravjollcë dhe infrakuq?
3. A u nënshtrohen rrezet infrakuqe dhe ultravjollcë ligjeve të optikës gjeometrike, të cilët vlejnë edhe për rrezet e dritës? Përmendi disa shembuj.
4. Pse nuk mund të nxiheni nëse rrezatoheni pas qelqit të dritares?
5. Pse syri i njeriut nuk mund ta shohë rrezatimin infrakuq dhe ultravjollcë?
6. Përcaktoni frekuencat e rrezatimit infrakuq dhe ultravjollcë sipas shënimeve që janë dhënë në tekst.
7. A mundet me prizëm të qelqit të zbërthehet në spektër rrezatimi infrakuq ose ultravjollcë. A me rrjetë difraktive?
8. Ku është më i madh intensiteti i rrezeve ultravjollcë të rrezatimit të Diellit: në sipërfaqen e detit, në maje të bjeshkëve, në kozmos?

❖ Rrezatimi infrakuq është zbuluar më vitin 1800 nga fizikani dhe astronomi, anglez Viliam Hershel, i cili duke bërë hulumtime me termometër të ndjeshëm konstatoj se edhe pas dritës së kuqe ekziston rrezatim.

❖ Rrezatimi ultravjollcë është zbuluar më 1801 nga shkencëtari gjerman Johan Volaston dhe shkencëtari anglez Johan Riter. Ata kanë konstatuar se pllaka fotografike nxihet edhe pas dritës vjollcë të spektrit diellor.

❖ Më vitin 1959, me termogram për së pari herë është konstatuar temperatura e zmadhuar nga tomori i gjive. Ndryshimet në temperaturën e lëkurës, japin ndryshime në qarkullimin e gjakut dhe indeve nën lëkurë, të cilët ofojnë informata diagnostike.

1. 20. RADIOTRANSMISIONI



Nga studioja televizive lajmet barten drejtpërdrejt dhe njëkohësisht mund ti shohin shikuesit nga i tërë rruzulli i Tokës. E sotmja më nuk mund të mendohet pa telekomunikimet në nivelin e zhvillimit të sotëm: radioja, televizioni, transmetimi i informatave satelitore, interneti, telefonat mobil si dhe GPS (sistemi pozicionues global).

Zhvillimi i telekomunikimeve siguron afrimin e njeriut me njeriun, zmadhimin e informimit për ngjarjet në botë, afrueshmëri të informimeve nga tërë bota, afrueshmëri të literaturës botërore dhe njohuritë nëpërmjet internetit në shtëpitë tona. Telekomunikimet janë ata që gradualisht e shndërrojnë botën në një "fshat global".

Telekomunikimet, në përgjithësi, paraqesin bartjen e informatave (figurën ose zërin) në largësi në rrugë me tela ose pa tela (me ndihmën e valëve elektromagnetike).

Elementet e radioteknikës

Shfrytëzimi i radiovalëve për bartjen e informatave nëpërmjet rrugës pa tela ka filluar në

fillim të shekullit XX, prej kur Flemingu shpiku vakuum diodën dhe, më vonë, Li De Forest e shpiku triodën. Zhvillimi i kësaj disipline teknike deri më sot është intensive dhe kryesisht është kushtëzuar nga përparimi i fizikës së gjysmëpërçuesve dhe mikroelektronikës.

Radioteknika bazohet në prodhimin, emetimin dhe pranimin e radiovalëve. Është e domosdoshme studimi edhe i kushteve dhe mënyrës së përhapjes së radiovalëve.

Emrat e zbuluesve që kanë të bëjnë me radiotelegrafinë: Markoni, Tesla dhe Popovi janë të lidhur me zbatimin e parë të suksesshëm të valëve elektromagnetike për bartjen e informatave. Kontribut shumë të madh ka dhënë edhe shkencëtari Nikolla Tesla.

Për realizimin e radiolidhjeve është e domosdoshme ekzistimi i dhënësit dhe marrësit. Dhënësi është i përbërë nga një pajisje që prodhon lëkundje elektromagnetike sinusoidale

(oshillator), modulator, përforcues dhe antenë dhënëse. Antena paraqet përçues metalik që është e lidhur në përforcuesin në të cilin ngacmohen lëkundje elektrike me fuqi të madhe. Gjatë kësaj krijohen lëkundje elektromagnetike të cilat përhapen në hapsirë në formë të valëve elektromagnetike (radio).

Pranuesi i këtyre valëve poashtu duhet të ketë antenë, përforcues, demodulator, përforcues me frekuencë të ulët dhe shndërrues (altoparlanti).

Lëkundjet elektromagnetike të emetuara, në antenën pranuese (fig. 3) indukojnë lëkundje elektrike me frekuencë të lartë dhe me fuqi shumë të vogël. Këto lëkundje të dobëta, madje me ndihmën e përforcuesit me frekuencë të lartë përforcohen, demodulohen (sinjali shkëputet nga vala bartëse), rishtazi përforcohen me përforcues me frekuencë të ulët dhe në fund në altoparlantin shndërrohen në tingull.

Në mjedis homogjen valët elektromagnetike përhapen drejtvizorisht. Largësia deri ku mund të arrijnë, përshkak të lakueshmërisë së Tokës, është relativisht e vogël (disa dhjeta kilometra).

Por, qysh nga eksperimentet e para të Markonit radiovalët e emetuara nga Evropa, janë pranuar edhe në Amerikën Veriore. Shpjegimi ka ardhur diçka më vonë nga Hevisajdi, i cili e ka shpjeguar pranimin nëpërmjet pasqyrimin të valëve

elektromagnetike nga shtresat e jonizuara të atmosferës kah Toka (fig. 1)

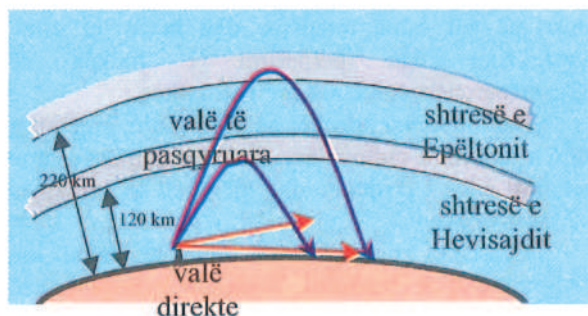


Fig. 1. Pasqyrimi i radiovalëve nga jonosfera.

Më vonë Epërltoni tregoi se ekzistojnë më tepër kësisoj shtresa jonizuese të atmosferës, që e krijojnë jonosferën në lartësi nga 60 deri 300 kilometra. Jonizimi i këtyre shtresave ajrore krijohet nga rrezatimi kozmik dhe rrezet e Diellit. Duke falenderuar pasqyrimin të radiovalëve nga këto shtresa është mundësuar përhapja dhe pranimi i tyre në lartësi disa mijëra kilometra nga emetuesi.

Radioja

Zona frekuenciale e zërit shtrihet nga rreth 20 deri rreth 20 000 Hz. Për bartjen e informtave të zërit në largësi të mëdha është e nevojshme shndërrimi i zërit, i cili paraqet lëkundje mekanike, në lëkundje elektrike dhe madje në valë elektromagnetike. Në mikrofoni lëkundjet e zërit shndërrohen në lëkundje elektrike sinkrone të rrymës. Sinjali i zërit shndërrohet në sinjal elektrik. Me këtë rast fitohen lëkundje elektrike, të cilët do të mundën të përhapen në largësi në formë të valëve elektromagnetike. Por, valët elektromagnetike me këso frekuenca të ulta nuk janë të përshtatshme për mbajtjen e radiolidhjes..

Ky problem është zgjidhur ashtu që, lëkundjet me frekuencë të lartë (me madhësi 1 000 000 Hz) shfrytëzohen si **valë bartëse**, ndërsa në këto futen lëkundjet me frekuencë të zërit (sinjalit). Ky proces është i njohur si **modulim** dhe ngjanë në pjesën e **radiodhënësit**, i cili quhet

modulator. Me këtë rast përfitohen lëkundje me frekuencë të lartë të moduluara, amplituda e të cilës gjatë kohës ndërrohet në mënyrë sinkrone me ndryshimet e sinjalit të zërit (fig. 2). Pas përforcimit, sinjali i moduar me frekuencë të lartë përcillet në **antenën dhënëse**, e cila rrezaton valë elektromagnetike të moduluara (fig. 2).

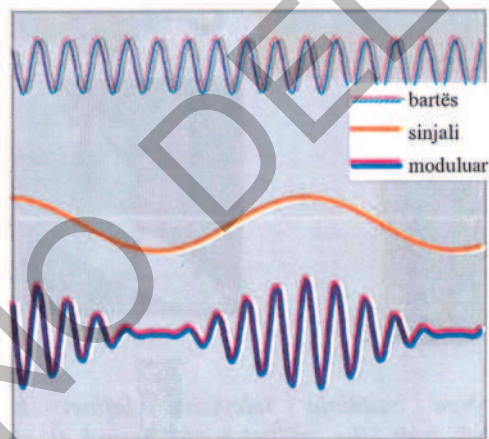


Fig. 2. Modulimi në amplitudë: valë bartëse, sinjali dhe vala e moduar. Sinjali është një ton i valës së zërit

Në **antenën pranuese** këto radiovalë me ndihmën e qarkut rezonant kapen (pranohen) dhe në këtë rast të rezonancës induktohet forcë elektromotore maksimale. Kështu do të rrjedh rrymë e cila ka të njëjtën formë (amplitudë dhe frekuencë) si edhe vala e moduar (fig. 3) Meqenëse rryma ka frekuencë të lartë, ajo nuk mund të ngacmojë lëkundje në membranën e altoparlantit ose dëgjueseve, prandaj është e nevojshme komponenta e zërit (sinjali) që ishte futur (moduluar) në valën bartëse të ndahet, dhe vetëm sinjali të lëshohet nëpër altoparlantin për ta lëvizur membranën.

Procesi i shkëputjes së sinjalit të zërit nga vala bartëse është i njohur si **demodulim**, i cili mund të arrihet me një diodë drejtuese gjysmëpërçuese ose vakuum diodë (fig. 4)

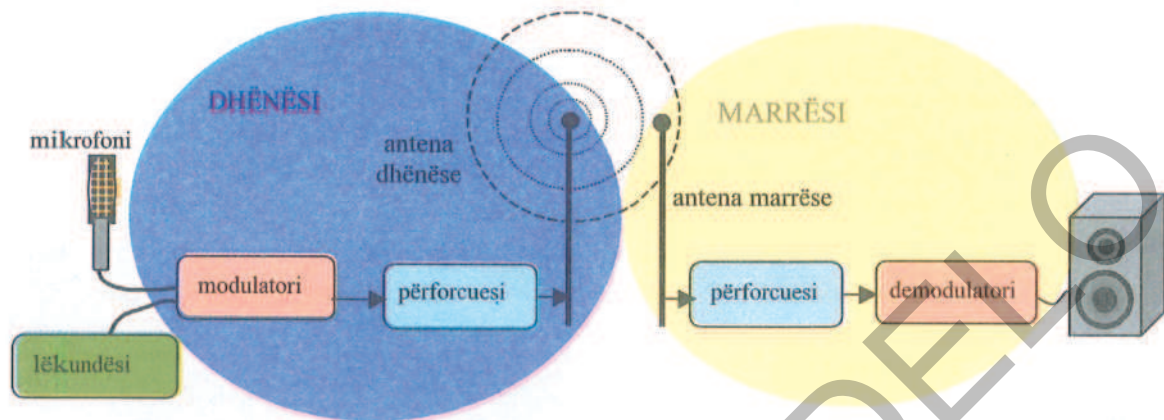


Fig. 3. Bartja e zërit në largësi. Parimi i radios.

Në këtë mënyrë nëpër dëgjueset vjen vetëm komponenta e drejtuar.

Komponenta me frekuencë të lartë amortizohet me ndihmën e induktivitetit që e kanë dëgjueset (kujtohu se rezistenca induktive është proporcionale me frekuencën dhe induktivitetin, $R_L = \omega L$), prandaj për induktivitet të madh dhe frekuencë të lartë, vala bartëse amortizohet. Në këtë mënyrë kalon vetëm komponenta e demoduluar me frekuencë të ulët. Membrana e altoparlantit fillon të lëkundet me atë frekuencë dhe prodhon zërin.

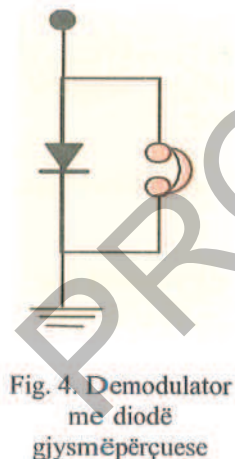


Fig. 4. Demodulator me diodë gjysmëpërçuese

Zëri kështu i pranuar duket krejtësisht i thjeshtë, por mund të ekzistoj vetëm kur fuqia e sinjalit të cilën e pranon antena është mjaftë e madhe dhe kur ekziston vetëm një burim i lëkundjeve elektromagnetike. Nëse njëkohësisht ekzistojnë shumë valë të këtilla në hapësirë me frekuencë të ndryshme bartëse, atëherë si do të ndahet ajo që dëshirojmë ta pranojmë? Shkëputja e këtillë bëhet me rregullim të marrësit (pranuesit), në një gjatësi valore të caktuar. Rregullimi arrihet në atë mënyrë që sinjali nga antena bartet në qarkun lëkundës të marrësit (fig. 5).

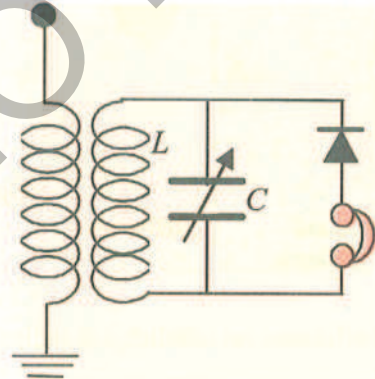


Fig. 5. Selektimi i frekuencës së dëshiruar. Nëse dëshironi ta dëgjoni programin e parë të radio Shkupit duhet ta rregulloni marrësin në 820 kHz.

Qarku lëkundës është i përbërë prej bobinës me induktivitet (L) dhe kondenzator me kapacitet të ndryshueshëm (C). Kështu frekuenca vetiake e qarkut është:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

Duke ndryshuar kapacitetin C (barazimi 1) rregullohet frekuenca vetiake e lëkundësit të barazohet me frekuencën e radiovalëve, që d. t. th arrihet rezonancë, prandaj në këtë rast tensioni i indukuar është maksimal. Për këtë arsye rryma

me frekuencë të lartë do të bëhet më e madhe. Nga këtu edhe rryma e demoduluar nëpër altoparantit (ose dëgjuesen) do të jetë më e madhe. Njëkohësisht, për të gjitha frekuencat tjera që arrijnë deri te antena marrëse tensioni i indukuar do të jetë i vogël dhe ata nuk do të shkaktojnë lëkundje të membranës dhe nuk do të dëgjohen.

Përforcuesi

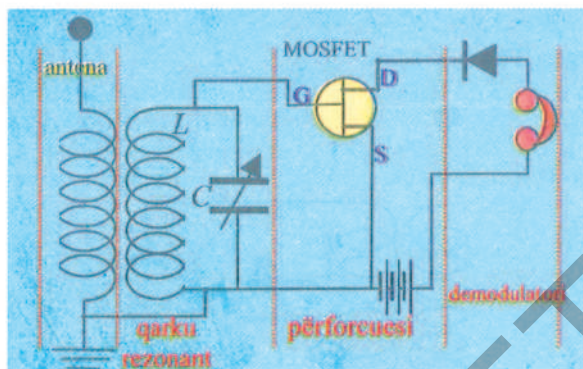


Fig. 6. Përforcues me ndërlidhje të radiomarrësit.

Intensiteti i rrymës pasi është bërë demodulimi shpesh herë është i dobët dhe nuk mund të lëviz membranën e altoparantit, prandaj është e nevojshme që sinjali të përforcohet. Përforcimi, më parë, është bërë me llamba elektronike, ndërsa sot edhe me tranzistorët. Një *përforcues* i tillë i thjeshtë i fuqisë me MOSFET tranzistor që gjendet në ndërlidhjen e një radiomarrësi është dhënë në skemën e fig. 6.

Vala e selektuar e moduluar sillet në hyrje të një përforcuesi me tranzistor ndërmjet emetuesit dhe bazës. Dalja i këtij përforcuesi merret ndërmjet emetuesit, i cili është i përbashkët edhe për hyrjen edhe për daljen, dhe kolektorit si rrymë e përforcuar në skajet e një rezistori R . Rryma që rrjedhë nëpër rezistorin ndërrohet në ritmin e rrymës që sjellet në hyrjen e përforcuesit me tranzistor, por është disa herë e përforcuar.

Kështu e përforcuar ajo madje demodulohet nëpër demodulatorin (diodën dhe elementin induktiv të dëgjuesve). Lëvizja e membranës së altoparantit (ose dëgjueseve) shkakton vetëm komponentë të demoduluar e cila ndërrohet në ritmin e frekuencës së zërit..

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- telekomunikime
- dhënëse
- marrës
- modulator
- përforcuesi
- demodulator



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Si do ta shpjegoni dukurinë në vendet ku nuk dëgjohen radiovalët e shkurtëra?
2. Pse nuk dëgjohet, ose pak dëgjohet, radioja në tunel?
3. Si duhet të ndryshohet kapaciteti i kondenzatorit të qarku pranues, nëse dëshirojmë të dëgjojmë radiostacion me gjatësi valore të mëdha?
4. Si e shpjegoni pasqyrimin e radiovalëve nga jonosfera?
5. Gjeni cila është frekuenca e radiostacionit lokal më të afërt. Kyçeni radion tuaj.
6. Organizoni një vizitë të ndonj radiostacioni në afërsi të shkollës tuaj.
7. Në historinë e radiotransmisionit rol të madh ka pasur edhe Nikolla Tesla. Kërkoni në bibliotekë libra, ose në internet veb faqe përkatse dhe lexoni gjerësisht për eksperimentet e tij për radiovalët.

1.21. TELEVISIONI-figura të lëvizshme



Fig. 1. Pajisjet në një studio televizive..

Kur shikoni televizion ju në ekran në të vërtetë shikoni shembëllime, ngjarje dhe veprime të cilat ndodhin në ndonjë vend tjetër, në të njëjtin moment ose në ndonjë kohë të kaluar. Mënyra se si formohet figura te televizioni mund të kuptohet nëse zmadhohet një figurë e ndonjë gazete të botuar. Në figurë do të vëreni pika, nga të cilët disa janë më të vogla e tjerat më të mëdha.

E njëjta është edhe te ekrani bardhë-zi. Në largësi pingule në të cilën shihet televizioni, largësia ndërmjet pikave nuk shihet, prandaj njeriu sheh figurë të pastër të shembëllimeve. Nëse janë të inçizuar lëvizjet, figurat ndërrohen ashtu që në çdo sekondë projektohen nga 25 figura. Syri këto figura i sheh si figurë të lëvizshme. Emetimi dhe pranimi i figurave të lëvizshme në largësi me ndihmën e valëve elektromagnetike quhet **televizion**.

Që të realizohet transmetimi televiziv, njësoj sikurse edhe te radiotransmetimi, duhet të ekzistoj dhënës televiziv dhe pranues televiziv.

Televizioni bardhë-zi

Në dhënësin sigurohet përfitimi i valës elektromagnetike që e bart informatën për figurën dhe zërin e inçizuar.

Figura mund të bartet prej se paraprakisht shembëllimi optik do të shndërrohet në shënim elektrik, ndërsa atë e mundësojnë shndërruesit elektrooptik ose kamerat televizive.

Parimi i bartjes së figurës në largësi është identik me bartjen e zërit. Te televizioni ekziston nevojë e bartjes së njëkohësishme të zërit dhe figurës. Ajo arrihet ashtu që figura futet në valën bartëse si modulim në amplitudë (MA). Zëri, nga ana tjetër, futet si modulim në frekuencë (MF). Në figurën 2 është treguar skema parimore e MA dhe MF.

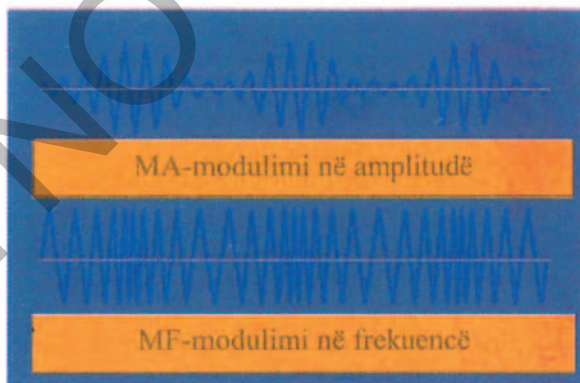


Fig. 2. Modulimi: MA dhe MF.

Kamera televizive

Një nga pjesët themelore të emetuesit televiziv është kamera televizive, me të cilën figura shndërrohet në sinjal elektrik.

Parimi që është shfrytëzuar te tipi më i thjesht i kamerave është ndryshimi i rezistencës te një gjysmëpërçues, kur në të bie drita (fotorezistor). Në figurën 3 është dhënë parimi i formimit të shembëllimit të thjerrra përmbledhëse. Tash ekranin fluoreshent me paramendim e zavendojmë me pllakë gjysmëpërçuese e vendosur në gypin katodik të përpunuar në mënyrë speciale.

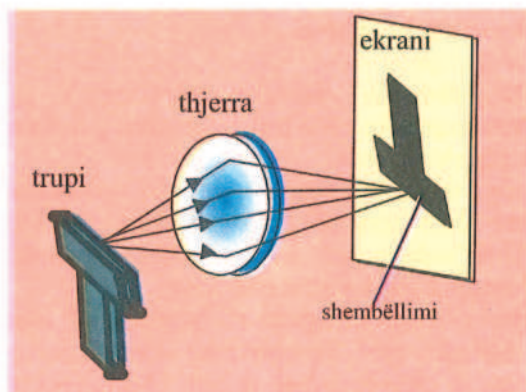


Fig. 3. Dritën që e lëshon trupi, me ndihmën e thjerrës së qelqit, fokusohet në ekranin fluoreshent dhe formon shembëllim.

Në anën nga e cila arrijnë drita në pllakën gjysmëpërçuese është bartur një shtresë e hollë e tejdukshme përçuese, e cila është lidhur me përçues me qarkun elektrik të jashtëm (fig. 4).

Nga figura mund të shihet se qarku elektrik vendoset ndërmjet përçuesve, rezistencës dalëse R dhe gjysmëpërçuesit, kur pushka elektronike prodhon tufë elektronesh të cilët bien në pllakën gjysmëpërçuese. Kur në kamerë nuk bie dritë (krejtësisht është errët), atëherë rezistenca e gjysmëpërçuesit është shumë e madhe, prandaj rryma që do të rrjedhë nëpër qark do të jetë e dobët. Por, kur drita bie në gjysmëpërçuesin atëherë rezistenca e tij shumë zvogëlohet, prandaj nëpër qark rrjedhë rrymë më e fortë, prandaj sinjali dalës, i cili paraqet rënie të tensionit në rezistorin R , është më i fortë. Kjo d. t. th se sa më e fortë është drita që

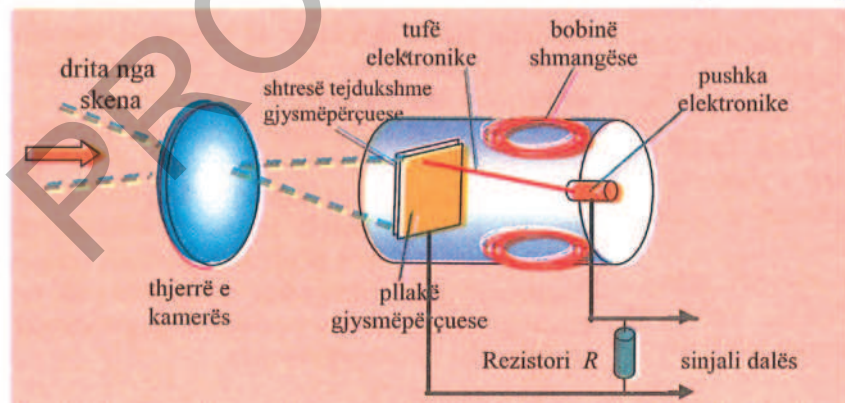


Fig. 4. Skema parimore e kamerës televizive. Në të sinjali i dritës shndërrohet në sinjal elektrik

e ndriçon elementin gjysmëpërçues (fotogjysmëpërçues), aq më i madh është tensioni dalës.

Nëse tash marrim se sistemi i thjerrave krijon shembëllim në fotogjysmëpërçues, dhe nëse njëkohësisht tufa e elektroneve lëvizën nëpër të dhe e skenon rend pas rendi, atëherë tensioni dalës do të ndryshoj nga ndriçueshmëria e pjesës së pllakës që në momentin e dhënë skenohet.

Transmisioni i sinjalit

Sinjali që fitohet nga kamera futet në valën bartëse (modulohet) - UHF (frekuencë ultra e lartë) dhe si i tillë emetohet në hapsirë nga dhënësi televiziv. Nga antena dhënëse rrezatohet valë elektromagnetike që e bartin informatën për figurën në të gjitha drejtimet. Transmetimi televiziv është i mundur vetëm me ndihmën e valëve në zonën valore ultra të shkurtëra. Valët e tilla përhapen drejtvizorisht. Prandaj është e domosdoshme të vendosen antena televizive, të cilët i pranojnë dhe i bartin valët në largësi të mëdha. Në vendin tonë ka më tepër antena relej, prej nga mund të pranohen sinjalet nga më tepër emetues televiziv.

Pranuesi televiziv

Risiveri (pranuesi) i TV aparatit i mbledh nga antena valët elektromagnetike. Sinjali që e bart figurën shkëputet nga vala bartëse dhe shndërrohet në rrymë të ndryshueshme (vetëm sinjal). Kjo

rrymë madje dërgohet deri te pjesa e gypit katodik, i cili e kontrollon intensitetin e rrymës të tufës së elektroneve në gypin katodik televiziv.

Është bërë ashtu që tufa elektronike të kalojë në ekranin televiziv njëkohësisht, sikurse ate e ka bërë tufa e elektroneve te kamera.

Kështu figura që ka qenë e inçizuar dhe e emetuar besnikrisht riprodhohet.

Ana e brendshme e ekranit televiziv është lyer me një

shtresë që ka numër të madh kokërrzash të vogla të shpërndara në 625 vija (fig. 5), të cilët janë nga materiali fosforeshent (materie që është e aftë të emetojë dritë kur goditet nga elektronet). Përndryshe, koha për të cilën skenohet një figurë e tërë është rreth 0,04 s.



Fig. 5. Në TV ekranin sinjali elektrik shndërrohet në figurë.

Televizioni me ngjyra

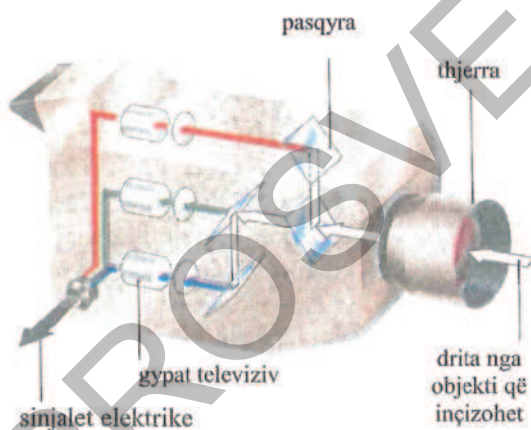


Fig. 6. Kamera. TV

Kamera televizive me ngjyra në të vërtetë sikur është e përbërë nga tre kamera në një. Drita nga trupi (objekti) që inçizohet hynë në kamerë, ku ka sistem të thjerrave optike, pasqyra dhe filtra, e ndanë dritën në tre ngjyra primare: e kuqe, e gjelbër dhe e kaltër (fig. 6). Çdo ngjyrë drite e ndarë përcjellet deri te gypat

(ngjashëm me atë të kamerës bardhë-zi), të cilët e shndërrojnë në sinjal elektrik. Në këtë mënyrë fitohen tre sinjale elektrike të cilët futen në valën bartëse. Para transmissiionit, sinjalet elektrike kodohen për ta treguar ngjyrën dhe ndriçimin e çdo kokërrze të njëpasnjëshme në rreshtet.

Gypi televiziv me ngjyra

Antena dhe pranuesi (resiveri) i televizorit e kapin valën e moduluar që i përmban informatat e koduara për ngjyrë, ndriçim dhe zërin. Sinjali që e bart informatën për ngjyrën e kuqe bartet në tufën elektronike që është përgjegjëse për krijimin e ngjyrës së kuqe në ekran. Ngjashëm bëhet edhe me sinjalet e ngjyrës së kaltër dhe të gjelbër (fig. 7).

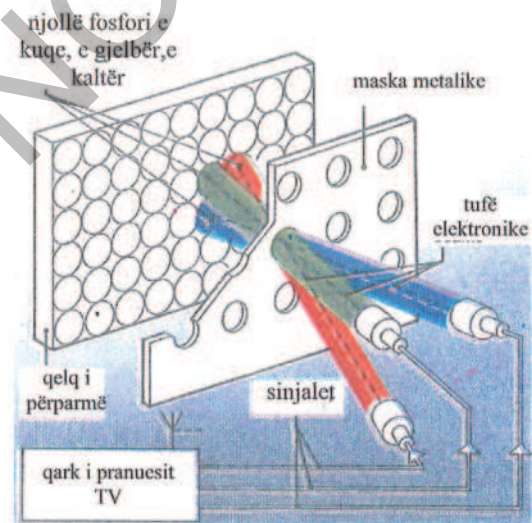


Fig. 7. Përfitimi i figurës të TV kolor.

Ana e brendshme e ekranit TV është lyer me një numër të madh kokërrzash të cilët mund të ndriçojnë me njërën nga këto ngjyra: e kuqe, e gjelbër ose e kaltër. Në këtë mënyrë është mundur të prodhohet spektri i gjërë i ngjyrave dhe nuancave. Afër ekranit është montuar maskë e shpuar, ashtu që, çdo tufë elektronike të mund të kalojë nëpër një vrimë dhe të godas vetëm kokërrza të caktuara. Çdo tufë elektronike bën goditje të vetëm një tipi kokërrze fluoreshente, e cila ndriçon me dritë të ngjyrosur. Ngjyra e fundit e një pjese të

vogël të ekranit fitohet nga ndriçimi i të tre kokërrzave veç e veç (fig. 8).

Për të përfituar figurë të ngjyrosur në ekran, është e nevojshme që tufat elektronike të skenohen për së gjati vijave dhe rendeve dhe të bëhen që të gjithë kokërrzat të ndriçojnë, deri sa nuk mbulohet i tërë ekran.

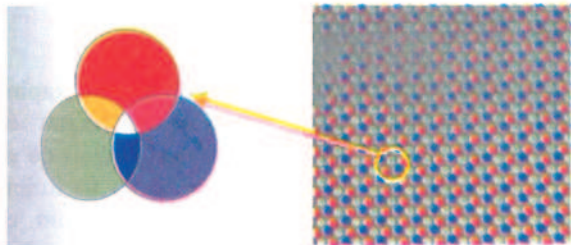


Fig. 8. Të tre kokërrzat fosforeshente te TV kolor.

Skenimi i tërë ekranit përsëritet 25 herë në sekondë, dhe kjo është shpjeguesi i mjaftueshme, që syri i njeriut figurat të mos mund ti vëzhgojë si figura të veçuara por si lëvizje kontinuale.

Telefonat mobil

Telefoni mobil nuk është asgjë tjetër, përveç radio dykahëshe në miniaturë e sofistikuar. Parimi i telefonisë mobile qëndron në atë se një tërësi teritoriale (p. sh shtet) ndahet në celula (cells), prandaj nga kjo rrjedhë popullariteti i emrit për telefonat mobil në SHBA (cell phones).

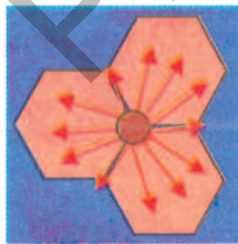


Fig. 9. Tre celula në një kullë të antenave.

Për këtë qëllim regjioni ndahet në celula me formë gjashtëkëndëshe të rregullt me sipërfaqe 26 kilometra katror (fig. 9). Çdo celulë ka stacion bazë, e cila është e përbërë nga një kullë e antenave (fig. 10) dhe një ndërtesë e vogël në të cilën është vendosur pajisja elektronike.

Në një qytet të madh mund të ketë edhe me qindra kulla të antenave. Të gjitha celulat janë në komunikim me zyrën qendrore të provajderit.

Thirrja nga telefoni mobil i juaj shfrytëzon frekuencë bartëse të zgjedhur dhe atë e pranon antena më e afërt në rrethinën e celulës në të cilën gjendeni.

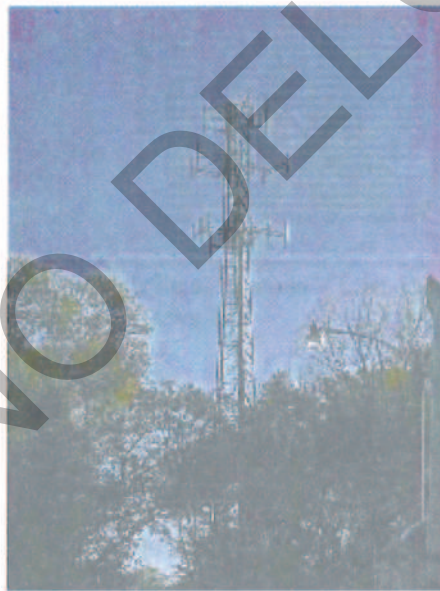


Fig. 10. Kullë antene për telefoninë mobile

Elektronika, ngjashëm sikurse edhe te radiostacionet, e përforcon sinjalin dhe e përcjell përreth. Madje e kërkon bazën, dhe e lokalizon telefonin që e kërkon. Njëkohësisht, antena më e afërt e regjistron apartin e telefonit të bashkfolësit që e kërkon. Automatikisht zgjidhet frekuenca e përshtatshme dhe e lirë dhe thirrja vendoset. Tash telefoni mobil punon si radio dykahëshe: njëkohës

isht punon edhe si marrës edhe si dhënës. Për ndryshim nga voki-toki ose radiostacionet e zakonshme, te të cilët për dy kahjet shfrytëzohet vetëm një frekuencë e njëjtë, telefonat mobil njëkohësisht shfrytëzojnë dy frekuenca: njëra për biseda, ndërsa tjetra për ndëgjim, që d. t. th se të dy shfrytëzuesit mund të flasin në të njëjtën kohë. Në tabelën e mëposhtme është bërë

krahasimi në mundësitë për shfrytëzimin e kanaleve të ndryshme frekuenciale dhe caku të radio-pajisjet të cekura.

	Toki-voki	Radio-stacioni	Mobili
numri i kanaleve	1	< 40	1664
caku	1.5 km (0.75W)	2 km (5W)	kudo ku ka celula

Bartja satelitore e informatave

Meqenëse Toka është sferike, ndërsa valët elektromagnetike përhapen drejtvizorisht, atëherë shtrohet pyetja si një informatë nga një hemisferë do të bartet në tjetrën në rrugë pa tela?

Zgjidhja e këtij problemi është gjetur me zbatimin e satelitëve telekomunikativ (gjeostacionar). Kështu, problemi i mbulimit i tërë Tokës me mundësi të pranimit elektromagnetik të informatave të zgjidhet me më së paku tre satelit të cilët janë në komunikim të ndërsjellë. Ata dorëzojnë informatat prej njërit në tjetrin dhe e distribuojnë secili në zonën hapsinore të vet në sipërfaqen e Tokës (fig. 11).



Fig. 11. Telekomunikime satelitore.

Zbatimi i valëve elektromagnetike në radiofizikën e sotme është shumë i madh. Do t'i përmendim vetëm edhe radiolokacionin, me ndihmën e të cilit përcaktohet vendi i ndonjë objekti. Pajisja themelore për radiolokacionin është **radari**. Kosmonautika e sotme nuk mund të mendohet pa radionavigacionin, drejtimi automatik i fluturakeve kozmike, ndërsa një pjesë e madhe e teknikës shfrytëzon radioautomatikën, ku udhëheq me pajisje teknike të caktuara nëpërmjet të bartjes së sinjaleve radiodrejtuese.

Nga jehoni, kuptimet vifutese	
-televizioni	-marrësi televiziv
-emetuesi televiziv	-TV me ngjyra
-kamera televizive	-telefonat mobil
-televizioni bardhë-zi	-satelitet telekomunikacioni

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Sinjali bartës të televizionit është me frekuencë shumë më të lartë, a mund të përgjigjeni pse ai është ashtu?
2. Pse për transmetimin televiziv janë të nevojshme antenat relej televizive?
3. Përmendni disa stacione relej në Maqedoni. Pse ata janë të vendosur në majet e larta të maleve?



Telekomunikacione (gr. ~) + comunicatio (lat. ~) = lajmërim në largësi

fotorezistor = (gr. ~) + resistere (lat. ~) = rezistencë e varur nga drita

Rezultatet e para për transmetim të sinjaleve janë fituar me ndihmën e mjetit të përsosur të Hercit, i cili emeton rrezatim josinusoidal të ndërprerë. Sinjalet nga ky mjet janë detektuar në largësi të vogël (rreth 250 m). Më vonë, me ndihmën e triodës është ndërtuar burimi i parë i radiovalëve të pashuara sinusoidale, me çrast është trasuar rruga kah radiotelegrafia, d. t. th mundësia për të përcjell porosi të koduara me ndihmën e të ashtuquajturës alfabet i Morzeut

Zhvillimi i mëtejshëm ka mundësuar transmetimin e zërit, ndërsa në tredhjet vitet të shekullit XX edhe transmetim i figurës.

PROSVETNO DELO

2. FIZIKA MODERNE

Fizika e shekullit XX përjetojë një zhvillim të hovshëm. Në këtë shekull është zbuluar ndërtimi i atomit dhe bërthamës së atomit.

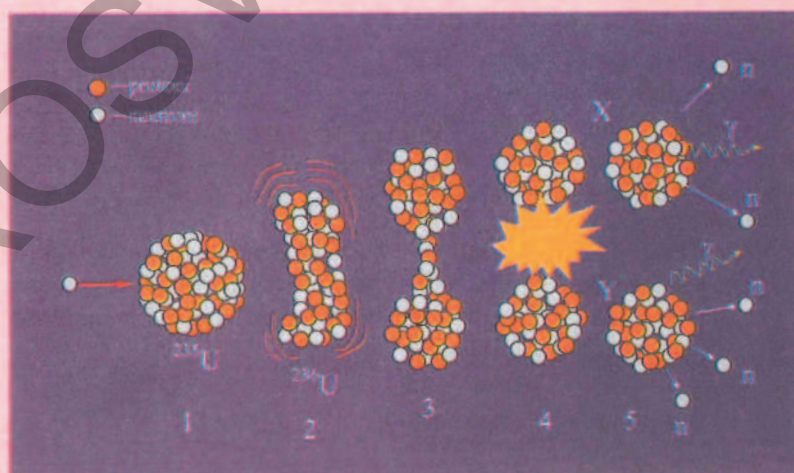
Janë shpjeguar emisionet e rrezatimit të atomit dhe të bërthamës së atomit.

Është dëshmuar se atomet rrezatojnë kuante të energjisë.

Në mesin e shekullit që kaloj u zbuluan zbërthimet e bërthamave atomike dhe mundësitë për përfitimin e energjisë nëpërmjet proceseve të fisionit dhe fuzionit.

Si realizohen këto procese, si të arihet te përdorimi i kontrolluar i tyre, këto gjithashtu janë pyetje me të cilat do të hasni në këtë kapitull.

Do të njiheni me fotoefektin dhe fotoelementet si edhe me laserët dhe mundësitë e përdorimeve të tyre. Si t'i shpjegojmë dukuritë në mikrobotën, si të depërtojmë më thellë në fshëhtësitë e tyre. Një pjesë e të gjitha këtyre pyetjeve do të dini t'u përgjigjeni pasi ta mësoni këtë kapitull.



2. 1. RREZET KATODIKE

Rrezet katodike. Zbulimi i elektronit

Këtu do t'u kthehemi disa fakteve eksperimentale të rëndësishme të cilët kontribuan që zhvillimi i fizikës së shekullit XX të fitoj hov të madh.

Hulumtimet e shkarkesës elektrike nëpër gaze nën shtypje të ulët kah fundi i shekullit XX ka qenë një prej preokupimeve të mëdha të fizikanëve të atëhershëm. Kjo shkarkesë është e njohur si shkarkesë e qetë, e cila karakterizohet me ndriçimin e gazit të vendosur në gyp me shtypje të ulët ndërmjet dy elektrodave në të cilat është sjellë tension shumë i lartë. Me përsosjen e pandërprerë të vakuum teknikës dhe me zvoglimin e shtypjes së gazit, më tepër shkencëtarë (Plika - Julius Plucker, Hitorf- Wilhelm Hittorf dhe Goldtshtajn - Eugen Goldstein) treguan se gjatë shtypjes së caktuar të ulët (më e vogël se 10 Pa) shkrakesa në gaze ndryshohet, ndriçimi i qetë në gazin ndërpritet, ndërsa paraqitet dritë e gjelbër në gypin e qelqit. Ndriçimi është shkaktuar nga i ashtuquajtur i emision i flohtë i rrezeve që dalin nga katoda. Për këtë arsye Goldshtajn i quajti *rreze katodike*.

Janë bërë një numër i madh eksperimentesh për ta zbuluar natyrën e rrezeve katodike. Të rëndësishme janë shumë hulumtime detale të Kruksit (William Crooks), i cili, si edhe disa shkencëtarë të tjerë ka logaritur se rrezet katodike kanë natyrë grimcore. Ka pasur ide se rrezet katodike paraqesin dritë me gjatësi valore shumë të shkurtër (Videman). Zhan Peren (Jean Perrin) ka treguar se ata, me gjasa paraqesin grimca me ngarkesë negative.

Në të gjitha këto hulumtime është shfrytëzuar e njëjta teknikë: në një gyp qelqi të lidhur me vakuum pompën janë të vendosura dy elektroda platini, në të cilat është sjellë tension shumë i lartë. madje shkarkesa është hulumtuar në varësi nga shtypja e gazit, natyra e tij dhe ndryshimi potencial (fig. 1)

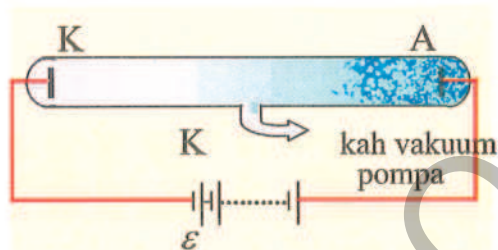


Fig. 1

Është vërtetuar se rrezet katodike i kanë këto veti:

- shaktojnë fluoreshencën e qelqit ose disa substancave tjera;
- nuk janë të dukshme;
- lëvizin nga katoda drejtvizorisht, e cila mund të vërehet duke krijuar hije në qelqin e gjelbër, kur ndonjë trup është vendosur në rrugën e tyre (fig. 2a);
- nëse në rrugën e tyre vendoset një karrocë e lehtë, ata karrocën mund ta rrokullisin, me çka vërtetohet se janë grimca të cilat kanë energji (fig. 2b).



Fig. 2a



Fig. 2b

Veti kryesore e rrezeve katodike është ajo se ata janë grimca të elektrizuara negativisht dhe se ata shmangen në fushën elektrike dhe magnetike. Kjo veti është hulumtuar nga Xh. Xh. Tomson më vitin 1897. Ai është nisur nga idea themelore se grimcat e elektrizuara me ngarkesë Q dhe shpejtësi v në fushën magnetike me induksion $\vec{B}$, e vendosur pingul në shpejtësinë, shmanget nëpër rreth sepse në të vepron forca e Lorencit me madhësi:

$$F = QvB. \quad (1)$$

Kjo forcë, meqenëse vepron pingul në shpejtësinë, grimcës i jep vetëm nxitim centripetal:



$$eB = m \frac{v}{r} \quad (2)$$

ku r është rrezja e rrethit. Nga barazimi (2) fitohet:



$$r = \frac{mv}{eB} \quad (3)$$

Me një eksperiment të tij Tomsoni ka zbatuar fushë elektrike $\vec{E}$, ashtu që forca elektrostатike QE e baraspeshon forcën e Lorencit:

$$QE = BvQ, \quad (4)$$

Prej këtu nga raporti E/B ka mundur ta mat shpejtësinë e grimcës.

Kështu, duke shfrytëzuar barazimin (3), duke ditur madhësinë e B , rrezen e matur të rrethit r , shpejtësinë e grimcës v , Tomsoni pati sukses ta fitoj raportin Q/m . Nga kaha e shmangies së rrezeve u bë e qartë se bëhet fjalë për grimca negative. Meqë $Q = e$, e cila ka qenë e përcaktuar me metoda tjera, Tomsoni e ka matur vlerën e ngarkesës specifike elektrike të elektronit e/m dhe tregoi se rrezet katodike janë grimca negativisht të elektrizuara, të cilat pak më vonë u quajtën *elektrone*. Viti i shpalljes së rezultateve të këtij eksperimenti logaritet për vit të zbulimit të elektronit.

Së shpejti u shpjegua edhe mekanizmi për përfitimin e rrezeve katodike. U shpjegua se gjatë shtypjes së ulët, molekulat e gazit, nën ndikim e fushës elektrike të fortë jonizohen. Ky është proces i **jonizimit me goditje** dhe krijimit të ortekut të joneve. Me fjalë të tjera është e ditur se në kushte të zakonshme në çdo gaz mund të gjendet ndonjë molekulë e jonizuar (jon dhe elektron). Në fushën elektrike të fortë këto grimca të elektrizuara orientohen në kahje të kundërta kah elektrodën përkatëse. Nëse shtypja është e madhe, meqë molekulat janë relativisht afër njëra tjetrës, edhe grimcat e elektrizuara të

kahjesuara gjatë goditjes me molekulat neutrale shpejt e humbin energjinë kinetike të tyre. Themi se rruga e lirë mesatare e tyre është e shkurtër. Por, kur shtypja do të zvoglohet, jonet dhe elektronet kanë rrugë të lirë më të gjatë, ashtu që fitojnë energji të madhe për të shkaktuar jonizim gjatë goditjes me atomet neutrale. Teoria tregon se jonizimin kryesisht e kryejnë elektronet. Nëse një elektron i nxituar, pas goditjes me molekulën neutrale krijon edhe një, atëherë këto dy elektrone nxitohen dhe krijojnë 4 elektrone të tjerë, këto të fundit 8... etj. Kështu ndërmjet katodës dhe anodës në gyp krijohen jone dhe elektrone. Jonet si grimca pozitive shmangen kah katoda dhe ja dorëzojnë energjinë e tyre elektroneve të lirë të metalit të katodës. Kështu elektronet e lirë nga katoda, të cilët kanë energji të madhe e lëshojnë sipërfaqen e katodës, dalin nga ajo në formë të rrezeve katodike.

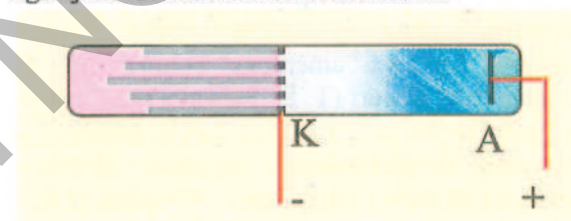


Fig. 3

Goditja e joneve pozitive me katodën është kusht për krijimin e rrezeve katodike. Se ajo është ashtu dëshimohet në këtë mënyrë. Nëse në katodën K bëhen çarje (fig. 3), atëherë një pjesë e joneve pozitive që lëvizin kah katoda do të kalojnë pas saj në trajtë të rrezeve, të njohura si *rreze kanallike*. Rrezet kanallike janë jone pozitive dhe ata shmangen në fushën elektrike dhe magnetike. Këto rreze shfrytëzohen vetëm për qëllime shkencore.

Për disa eksperimente të tjera

Ne sot dimë se bartës të rrymës elektrike te metalet janë elektronet. Por, deri te kjo njohuri është arritur në dy dekadat e para të shekullit XX. Eksperimenti i parë i cili ka vërtetuar se

gjatë rrjedhjes së rrymës nuk ndërrohet masa e substancave është bërë nga fizikani gjerman Rike (Rike) më vitin 1901. Ai ka ndërtuar 3 cilindra, 2 prej bakri dhe 1 prej alumini dhe shumë precizë e ka matur masën e tyre. Madje, i ka bashkuar cilindrato me baza mirë të lëmuara në sistemin bakër-aluminium-bakër. Nëpër këtë sistem ka lëshuar të rrjedhë rrymë plot një vit. Nëpër sistemin kanë kaluar ngarkesa prej $3, 5 \cdot 10^5$ C. Por, gjatë matjes së sërishme të cilindrave nuk ka pasur kurfarë ndryshimi në masën e tyre. Ky eksperiment vërteton se *gjatë rrjedhjes së rrymës nuk bëhet lëvizja e atomeve, por lëvizin disa grimca me masë të papërfillshme, të cilat hyjnë në përbërjen e atomit*. Zbulimi i elektronit nga Tomsoni vërteton se elektroni është grimcë që është bartëse e rrymës të metalet.

Por, edhe ky supozim duhet të vërtetohet eksperimentalisht. Kjo u vërtetua më vitin 1917. Atëherë fizikanët amerikan Tolman (R. C. Tolman) dhe Stujart (T. D. Stewart) kanë treguar se gjatë frenimit të shpejtë në metal, përshkak të inercionit të elektroneve, paraqitet ndryshimi potencial në telin i cili i frenon. Përshkak të këtij ndryshimi potencial nëpër galvanometrin preciz do të kalojë sasi e caktuar elektriciteti. Kjo sasi elektriciteti është në përpjestim të drejtë me ngarkesën specifike të elektronit. Me këtë fakt u vërtetua supozimi se *elektronet janë bartës të rrymës të metalet*.

Gjatë 8 viteve, nga viti 1908 deri më 1916, me eksperimentet e veta Miliken (R. A. Milliken) e mati sasinë më të vogël të elektricitetit e dhe tregoi se ajo është e barabartë me ngarkesën që e ka elektroni. *Çdo ngarkesë tjetër është multipël i numrit të plotë të ngarkesave elektrike elementare*.

Të gjitha këto hulumtime kanë treguar se atomi, për të cilin kimistët kanë thënë se është grimca më e vogël e një elementi të caktuar, është i përbërë edhe prej grimcave më të vogla. Njëra nga ata gjithësesi është elektroni.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|---|---------------------------------|
| - rreze katodike | - elektrone |
| - ngarkesa specifike elektrike e elektronit | - rreze kanallike |
| | - ngarkesë elementare elektrike |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Cila rregull vlen për shmangien e rrezeve katodike në fushën magnetike. A cila për ato kanallike?

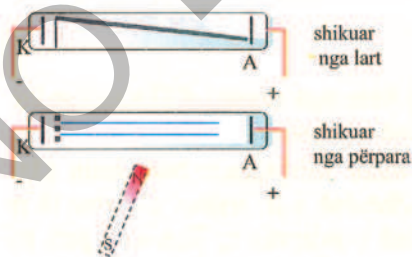


Fig. 4

2. Shmangia e rrezeve katodike në fushën magnetike sot demonstron me gyp special në të cilin pjertazi, shikuar nga lart, vendoset një pengesë e lyer me material fluoreshent. Para katodës vendoset pengesë me çarje (zakonisht dy), kështu shikuar nga përpara “shihen” dy rreze katodike. Përgjigjuni si do të lakohen rrezet nëse pranë gypit afrohet nga përpara poli magnetik i veriut (shiko figurën 4).

3. A do të shmangen rrezet kanallike në fushën elektrike? Me këtë rast a duhet të përdoret fushë shumë e fortë dhe pse?



X. Tomson (Joseph John Thomson, 1856-1940) është shkencëtar i njohur britanik. I pari tregoi se rrezet katodike

janë elektrone, për të cilën gjë e fitoi çmimin Nobel më vitin 1906. Ai e ka dhënë edhe modelin për atomin që e mban emrin tij

2. 2. LIGJET E RREZATIMIT. TË NXEHTËSISË. KUANTET

Në kapitullin e fundit treguam se elektroni është grimcë përbërse e atomit. Eksperimentet që i përshkruam kanë hapur rrugë kah brendia e atomit. Por, këtu janë edhe problemet për emisionin dhe absorbimin e dritës.

Pas eksperimenteve të Hercit me të cilët u vërtetua teoria e Maksvelit bëhej se të gjitha dukuritë që janë të lidhur me optikën dhe, në përgjithësi, për rrezatimin ishin të shpjeguara. Nga ana tjetër dy probleme "të vegjël" mbetën të paqartë. Teoria elektromagnetike nuk ka mundur ta shpjegojë sjelljen e trupave të cilët rrezatojnë rrezatim nxehtësie. Poashtu, ka qenë e paqartë se si mundet me anë të ndriçimit të ç'elektrizohet pllaka metalike negativisht e elektrizuar. Kjo dukuri e dytë u quajtë fotoefekt (për të cilin do të flasim më vonë detajisht). Zgjidhja e këtyre dy problemeve ka sjellur deri te ndryshimet e pikëpamjeve tona për ndërtimin e materies, si edhe për proceset e rrezatimit dhe absorbimit të energjisë në përgjithësi.

Rrezatimi i nxehtësisë

Çdo trup i nxehtë rrezaton. Teli i hekurt i nxehtë deri në temperaturë rreth 1000 K ndriçon me ngjyrë të kuqe. Nëse e ndërpresim nxehtjen e telit ai gradualisht do të ftohet. Kjo vërtetohet se rrezatimi i telit bëhet në logari të energjisë së brendshme të trupit.

Rrezatimi i valëve elektromagnetike që bëhet në logari të energjisë së brendshme të trupit quhet rrezatim nxehtësie. Në këtë rast, nuk duhet të logaritët se ky lloj rrezatimi është cilësi vetëm e trupave të cilët janë të nxehtë në temperatura të larta. Rrezatimi i nxehtësisë paraqitet edhe në temperatura të dhomës edhe më të ulta. Ndryshimi qëndron vetëm në intensitetin e rrezatimit edhe në përbërjen spektrale të tij. Kjo qartë mund të shihet gjatë nxehtjes graduale të telit të hekurit. Në qoftëse telin e këtillë gradualisht e nxehtëm (p. sh duke e zmadhuar rrymën që rrjedh nëpër të), ai sëpari

ndriçon me ngjyrë të kuqe, madje më bardhë, ndërsa në temperatura shumë të larta drita e fiton ngjyrën e shprehur të bardhë. D. t. th spektri i energjisë së rrezatimit të nxehtësisë varet nga temperatura e trupit.

Rrezatimi infrakuq, për ne rrezatim i padukshëm, është poashtu rrezatim nxehtësie. Ate e vërtetohet eksperimenti i Tindalit, që e përshkruam në kapitullin 1. 19, por edhe me eksperimentin vijues. Në fokusin e pasqyrës sferike 1 vendoset një spirale e cila mund të nxehtë deri në temperatura shumë të larta. Nëse në fokusin e një pasqyre tjetër 2, e njëjtë me të parën, vendoset copë pambuku, ai mund të ndizet (fig. 1).



Fig. 1

Çdo trup jo vetëm që emeton rrezatim nxehtësie, por ai edhe absorbon nxehtësi nga trupat përreth. Përndryshe, si do ta shpjegojmë pse pambuku në eksperimentin fig. 1 është ndezur. Nëse një trup ka temperaturë më të lartë nga temperatura e mjedisit, ai më tepër emeton energji se sa që absorbon dhe anasjelltas. Në të vërtetë emisioni i trupit bëhet përdërisht ekziston ndryshim i temperaturave ndërmjet tij dhe mjedisit.

Provat kanë treguar se një trup sa më tepër emeton rreze me gjatësi valore të caktuara, aq më tepër rrezet e tilla edhe i absorbon. Këtë ne e treguam për dritën. Spektri absorbues i një elementi të caktuar (shiko kapitullin 1. 14) ka vija të errëta në spektër, dhe ajo në të njëjtin vend në të cilin në spektrin emetues ka vija të ndritshme.

Për shpjegimin sasiar të rrezatimit të trupave aplikohet madhësia fizike fuqia spektrale e emisionit të trupit. Ajo është energjia e rrezatimit me një frekuencë të caktuar f (respektivisht gjatësi valore të caktuar λ) të cilën trupi e rrezaton nga njësia e sipërfaqes në njësinë e kohës gjatë një temperature T . Do ta shënojmë me $W_{T,\lambda}$. Fuqia e përgjithëshme emetuese W_T e trupit është tërësi e fuqive emetuese të të gjitha gjatësive valore.

Madhësi karakteristike e aftësisë absorbuese të një trupi është **fuqia spektrale absorbuese** e tij, $A_{T,\lambda}$ e cila tregon se cila pjesë e rrezatimit me gjatësi valore të caktuar, nga energjia që bie në trupin, absorbohet nga njësia e sipërfaqes në njësinë e kohës gjatë temperaturës së caktuar.

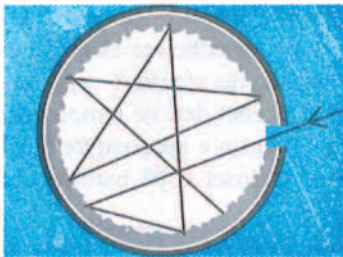


Fig. 2

Trupat e zi shumë mirë e absorbojnë rrezatimin. Trupi i cili në cilën do temperaturë e absorbon tërë energjinë e rrezatimit elektromagnetik që bie në të (me cilëndo qoftë gjatësi valore quhet **trup absolutisht i zi**). Kuptohet se, trupi i tillë nuk ekziston, por një hapje e vogël e një trupi të zbrazët me mure të brendshëm të zi e të vrazhdë ka veti të afërta me atë trup (fig. 2). Pikërisht, nëse një rreze

bie në hapje ajo shumë herë do të pasqyrohet në brendinë e tij duke humbur një pjesë të energjisë gjatë pasqyrimit së vet. Kështu, pas pasqyrimit shumëfish e tërë energjia e rrezes absorbohet. Shembull të trupit absolut të zi është Dielli. (Vini re, një trup është absolutisht i zi jo për shkak të asaj se nuk rrezaton, por, për arsye se tërë energjia që bie në të absorbohet. **Te trupi absolutisht i zi $A_T=1$, ndërsa gjithësesi edhe**

$$A_{T,\lambda} = 1.$$

Fakti se trupat emetojnë atë rrezatim të cilin edhe e absorbojnë e ka treguar **Kirkofi** në mesin e shekullit XIX, të njohur me emrin **Ligji i Kirkofit**:

$$\frac{W_{T,\lambda}}{A_{T,\lambda}} = \text{const} = W_{T,\lambda}^{\text{trup i zi}} \quad (1)$$

Raporti ndërmjet fuqisë spektrale emetuese $W_{T,\lambda}$ dhe fuqisë spektrale absorbues $A_{T,\lambda}$ e një trupi është konstantë dhe është e barabartë me fuqinë spektrale emetuese e trupit absolutisht të zi $W_{T,\lambda}^{\text{trup i zi}}$.

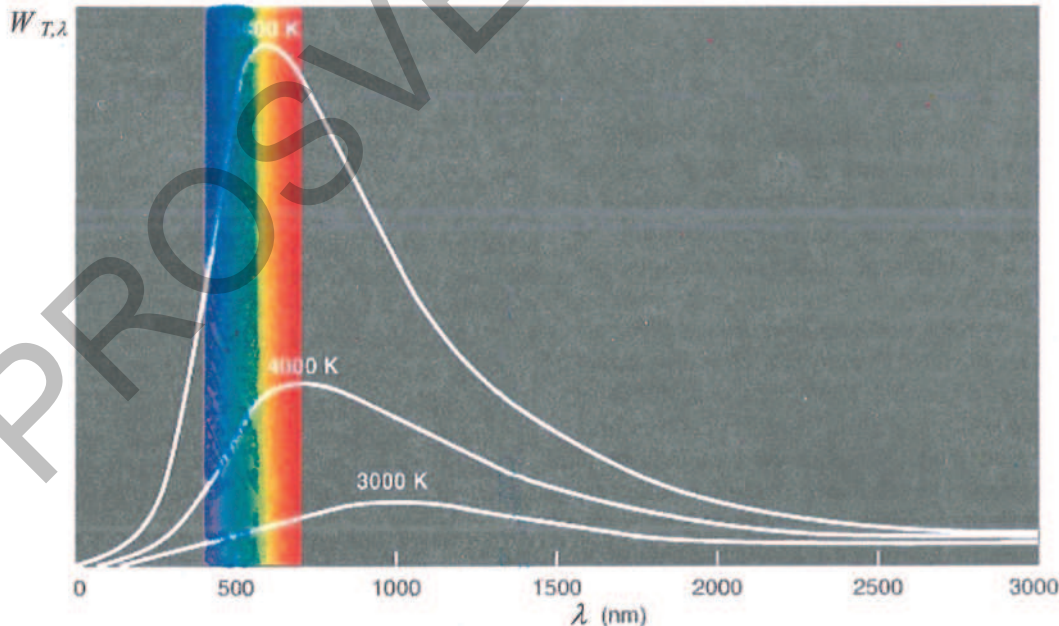


Fig. 3

Ligji i Stefan-Bolcmanit

Energjia e përgjithshme e emetuar në njësinë e kohës nga njësia e sipërfaqes të trupit absolutisht të zi është në përpjestim të drejtë me shkallën e katërt të temperaturës absolute të tij:

$$W_T = \sigma T^4 \quad (2)$$

Këtë ligj eksperimentalisht e ka zbuluar fizikani sloven Jozhef Stefan, ndërsa shpjegimin teorik të tij e ka dhënë Bolcmani. Prandaj është i njohur me emrin **ligji i Stefan-Bolcmanit**. Konstanta σ quhet konstanta Stefan-Bolcmanova. Ajo për trupin absolutisht të zi është $\sigma = 5,672 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4\text{)}$. Nga ky ligj shihet se rrezatimi i trupit absolutisht të zi shumë varet nga temperatura absolute e tij. Prandaj është e qartë pse trupat më të nxehtë rrezatojnë shumë më tepër rrezatim elektromagnetik se trupat më të ftohtë (fig. 3). Këto lakore të fituara eksperimentalisht e japin varësin e fuqisë spektrale emetuese të rrezatimit të trupit absolutisht të zi W_T, λ nga gjatësia valore λ për tre temperatura të ndryshme.

Ligji i Vinit

Nga lakoret në figurën 3 shihet se me zmadhimin e temperaturës, maksimumi i lakoreve zhvendoset kah gjatësitë valore më të shkurta. Fizikani Vilhelm Vin vërtetoi se prodhimi i gjatësisë valore e cila i përgjigjet maksimumit të lakores λ_m të spektrit dhe temperaturës absolute T të trupit të zi ka vlerë konstante:

$$\lambda_m T = \text{const} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} \quad (3)$$

Barazimi e shpreh ligjin e Vinit për zhvendosjen e maksimumit spektral.

Hulumtimet e shprehur me barazimet (1), (2) dhe (3), nuk e japin varësinë funksionale të lakores së dhënë në figurën 3. Një numër i madh shkencëtarësh në periudhën ndërmjet vitit 1887 dhe 1900 janë përpjekur ta zgjedhin këtë detyrë duke u nisur nga pikëpamja e teorisë klasike të Maksvelit, por pa sukses.



Ideja e Plankut për ekzistimin e kuanteve

Pse lakorja e varësisë spektrale të rrezatimit të trupit absolutisht të zi ka formën e dhënë si në figurën 3, e shpjegoi më 1900 fizikani gjerman Maks Plank. Ai detyrën e zgjodhi duke shprehur një hipotezë të re revolucionare sipas të cilës rrezatimi i atomeve dhe molekulave nuk është i pandërprerë, por në porcione të caktuara, të cilët ai i quajti kuantet. *Planku supozoi se energjia e rrezatimit të atomeve mund të ketë vetëm vlera të caktuara të cilët janë dhënë me barazimin:*

$$E = nhf \quad (4)$$

ku f është frekuenca e lëkundjeve të atomit, h është konstantë, ndërsa n është numër i plotë 0, 1, 2, 3, Kjo d. t. th se energjia e rrezatimit E mund të ketë vetëm vlerat hf , $2hf$, $3hf$, etj. *Energjia rrezatohet diskontinualisht, themi se ajo është e kuantizuar.*

Madhësia h e cila quhet konstantë e Plankut, ka vlerë:

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

dhe ajo paraqet një konstantë univerzale në fizikë.

Hipoteza e Plankut fitoi një vërtetim eksperimental jashtëzakonisht të mirë. Ajo u bë bazë nëpërmjet së cilës zgjidhet jo vetëm problemi për emisionin e trupit absolutisht të zi, por edhe e shënon fillimin e teorisë kuantike bashkëkohore, një nga teoritë më të shkëlqyera në fizikë me të cilët pëshkruhen dukuritë në mikrobotën.

SHEMBULLI 1. Të përcaktohet nxehtësia e liruar me rrezatim në njësi kohe nga njeriu. Temperatura e lëkurës është 33°C (ajo është më e ulët nga temperatura e trupit), ndërsa temperatura e mjedisit është 20°C . Te njeriu i rritur sipërfaqja e lëkurës merret se është $S = 1,73 \text{ m}^2$. Të supozohet se fuqia emetuese e përgjithshme trupit është 0,9 nga fuqia emetuese e trupit absolutisht të zi.

Zgjidhje. Janë dhënë: $T = 33^\circ\text{C} = 306 \text{ K}$; $S = 1,73 \text{ m}^2$

$$T_s = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}, W_T / W_T^{\text{izi}} = 0,9;$$

$$\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

Duke shfrytëzuar barazimin (2) nxehtësia e liruuar me rrezatim në njësi kohe është:

$$W_{tot} = W - W_s = 0,9 \cdot S \sigma (T^4 - T_s^4)$$

$$W_{tot} = 0,9 \cdot 1,73 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} (306^4 - 293^4)$$

$$W_{tot} = 123 \text{ J/s}$$

SHEMBULLI 2. Njehsoni temperaturën e Diellit nëse dihet se lakorja e rrezatimit të Diellit ka maksimum për 500 nm.

Zgjidhje. Sipas ligjit të Vinit:

$$T = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{500 \cdot 10^{-9}} = 5800 \text{ K}$$

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| -rrezatimi i nxehtësisë | - fuqia e përgjithshme |
| - fuqia e përgjithshme | absorbuese |
| emetuese | |
| - fuqia spektrale | -ligji i Kirkofit |
| emetuese | |
| - trupi absolutisht i zi | - ligji i Vinit |
| ligji i Stefan-Bolcmanit | -kuante |
| | - konstanta e Plankut |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Dihet se heliumi për të parën herë është zbuluar duke hulumtuar spektrin absorbues të Diellit. Në cilët vende kanë qenë vijat e zeza në spektrin kontinual të Diellit që kanë të bëjnë me heliumin? (Shikoni spektrin linear të heliumit kapitulli 1. 14)
2. Pse themi se poçat inkandeshent nuk janë ekonomike. A bëhet edhe te ata humbja e energjisë?
3. Nëse vëzhgojmë flakën e qiririt dhe flakën e butan gazit, ata kanë ngjyra të ndryshme. Në cilën flakë plazma ka temperaturë më të lartë?
4. Temperatura e trupit të zi është 27°C . Sa herë do të rritet fuqia emetuese e përgjithëshme e rrezatimit të trupit nëse temperatura do të ngritet në 327°C ? (Përgjigje: 16 herë)
5. Një person gjatë kohës së verës gjendet në dhomë me temperaturë dhome 27°C . Sa nxehtësi do të emetoj trupi i tij në mjedisin për një orë si rezultat i

rrezatimit të nxehtësisë? Të supozohet se trupi rrezaton me fuqi emetuese të përgjithëshme 0,9 herë nga fuqia emetuese të trupit absolutisht të zi dhe ka sipërfaqe $1,5 \text{ m}^2$. (Përgj. 313 kJ)



G. Kirkof (Gustav Robert Kirchhoff, 1824-1887) është fizikan i njohur gjerman. Është i njohur me ligjet e tij për qarqet e degëzuar të rrymës. Rol të rëndësishëm ka luajtur edhe ligji i tij për rrezatimin.



L. Bolcman (Ludwig Boltzmann, 1844-1936) është fizikan i njohur gjerman me ndihmën e Jozef Stefanit e dha teorinë të njohur sot si ligji i Stefan-Bolcmanit. Është i rëndësishëm edhe në fushën e termodinamikës dhe teorisë molekulare kinetike.



J. Stefan (Jozef Stefan, 1835-1893) është fizikan i njohur sloven. Ka qenë mentor i Ludvig Bolcmanit.

Jozef Stefani duke shfrytëzuar shumë të dhëna eksperimentale erdhi në përfundim se trupi absolutisht i zi rrezaton energji e cila është proporcionale me shkallën e katërt të temperaturës absolute



V. Vin (Wilhelm Wien, 1864-1928)

është fizikan i njohur gjerman. Është i njohur sipas ligjit për zhvendosjen e maksimumit spektral gjatë rrezatimit të trupit absolutisht të zi



M. Plank (Max Planck, 1858-

1947) është një ndër fizikanët më të njohur të shekullit XX. Është i lindur në Kil, Gjermani. Ka studjuar fizikën në universitetin në Minhen dhe Berlin, ku i kanë qenë profesor Kirkofi dhe Helmholtci. Në moshën 21 vjeçare ka doktoruar dhe është bërë profesor, së pari në Minhen e mëtej në Berlin.

Më i njohur është sipas ligjit për rrezatimin e trupit absolutisht të zi dhe ideja për kuantet, për çka më vitin 1918 ka marrë çmimin Nobel për fizikë.

kuant (lat. quantum) = sa, sasi, vlerë e së cilës nuk mundet plotësisht të përcaktohet

2. 3. EFEKTI FOTOELEKTRIK

Fotoefekti i jashtëm te metalet

Gjatë ndriçimit të disa meteleve me dritë, nga sipërfaqja e tyre dalin elektrone. Kjo dukuri quhet **efekt fotoelektrik**, ose shkurtimisht **fotoefekt**

Fotoefekti për të parën herë është konstatuar nga Hajnrih Herc më vitin 1897, por hulumtime më të hollësishme eksperimentale kanë bërë edhe shkencëtarë të tjerë, ndër ata vend me rëndësi ka shkencëtari rus A. G. Stoletov.

Do ta përshkruajmë eksperimentin me të cilin shumë qartë demonstrohet ky efekt i rëndësishëm. Në tavolinën optike vendoset llamba harkore (ose burim tjetër drite që emeton rrezatim ultravjollcë) dhe elektroskop të cilin e elektrizojmë negativisht (fig. 1a). Në thuprën e elektroskopit është vendosur pllakë zinku mirë e pastruar. Ndërmjet llambës dhe pllakës së zinkut në fillim vendoset pllakë qelqi. Gjatë ndriçimit të pllakës së zinkut kurgjë nuk ndryshohet. Qelqi, sikurse dimë, i absorbon rrezet ultravjollcë.

Nëse pllaka e zinkut e elektrizuar negativisht ndriçohet me llambë harkore, por në kushte kur pllaka e qelqit nuk i pengon rrezet ultravjollcë, shmangia e elektroskopit shpejt bie (fig. 1b). Kjo d. t. th se drita e ka eliminuar tepricën e ngarkesave negative. Ne tani dimë se ata janë elektrone. Kjo nxjerrje e elektroneve nën veprimin e dritës quhet **fotoefekt i jashtëm**.

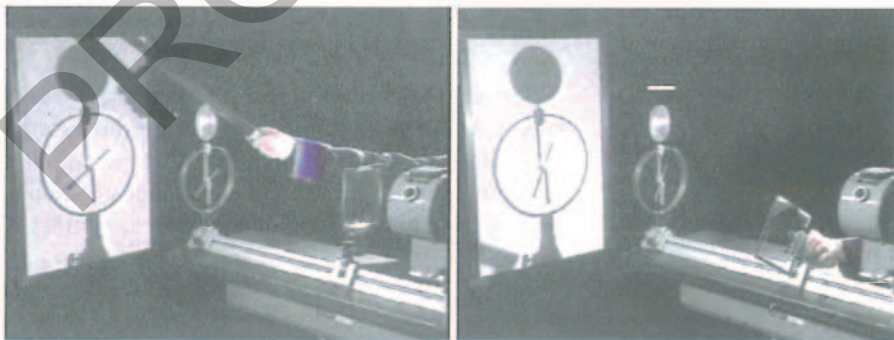


Fig. 1a. Elektrizimi i pllakës së zinkut. Fig. 1b. Nën veprimin e dritës (ndërmjet llambës dhe pllakës ka qelq) shmangia zvoglohet

Eksperimentet tregojnë se dukuria e fotoefektit të jashtëm shumë varet nga kushtet nën të cilat ndriçohet pllaka metalike.

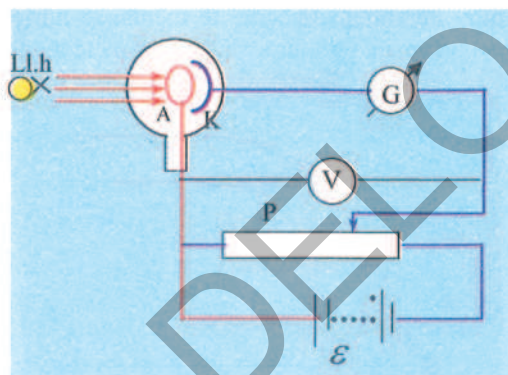


Fig. 2 Me ndriçimin e katodës fillon të rrjedhë rrymë

Prandaj eksperimentet bëhen ashtu që pllaka metalike K e cila ndriçohet vendoset në një balon kuarci ose qelqi nga i cili është nxjerrë ajri (fig. 2). Mjeti i këtillë quhet **vakuum fotocelula** (ose **fotoqeliza**). Katoda e këtij gypit është e lidhur me polin negativ të burimit me tension të lartë, ndërsa anoda A, e cila paraqet tel në formë të unazës, është lidhur me polin pozitiv të burimit. Nëse fotokatoda nuk është e ndriçuar, galvanometri nuk tregon kurrfar shmangie. Ndërmjet katodës dhe anodës është vakuum dhe nuk ka ngarkesa. Por, kur katoda do të ndriçohet (p. sh me llambën harkore Li. h), galvanometri do të tregoj rrjedhje të rrymës. Këtë rrymë e quajmë **fotorrymë**. Nëse ndryshohet tensioni U ndërmjet elektrodave (i cili arrihet

nëpërmjet potenciometrit P) ndryshohet edhe rryma I .

Në fig. 3 është dhënë karakteristika voltamperike e fotorrymës, për dy intensitete të ndryshme të ndriçimit, J_1 dhe J_2 . Nga grafiku shihet se fotorryma rritet nga tensioni i sjellur, por për një vlerë të caktuar

të tensionit, kur të gjitha elektronet e nxjerrur do të tërhiqen nga anoda, arrihet ngopje. Gjatë zmadhimit të mëtutjeshëm të tensionit, rryma ngelën konstante. Këte rrymë e quajmë **rrymë të ngopur**. Për intensitete më të mëdha të ndriçimit ($J_1 > J_2$), rryma e ngopur arrijnë vlerë më të madhe.

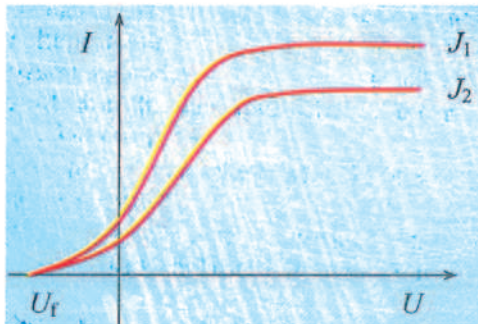


Fig. 3

Nëse sjellet tension me kahje të kundërt, d. t. th nëse katodën e lidhim me polin pozitiv të burimit, ndërsa anodën për atë negativ, fusha elektrike ndërmjet elektrodave ka kahje të kundërt dhe ajo synon t'i kthej elektronet kah katoda. Kur elektroni do të kaloj largësinë nga katoda deri në anodë, forca elektrike e fushës kryen punë negative madhësia e së cilës është e barabart me eU , ndërsa energjia kinetike e elektronit zvogëlohet. Fotorryma, poashtu zvogëlohet, sepse vetëm elektronet që kanë energji kinetike më të madhe nga vlera eU , arrijnë në anodë. Të gjitha elektronet tjerë nën veprimin e forcave të fushës kthehen kah katoda. Për një tension të caktuar në kahje të kundërt të barabart me U_f fotorryma bëhet e barabart me zero. Ky tension quhet **tension frenues**. Sipas kësaj, si rrjedhim i ligjit për ruajtjen e energjisë, kemi:

$$eU_f = E_{k, \max} \quad (1)$$

ku $E_{k, \max} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$ është vlera maksimale e

energjisë kinetike të fotelektroneve (m është masa e elektronit, $v_{\max}$ është shpejtësia maksimale me të cilën elektronet e lëshojnë katodën).

Hulumtimet kanë treguar se për fotoefektin vlejnë ligjshmëritë themelore si vijon:

1. Gjatë ndriçimit të katodës me dritë monokromatike, numri i elektroneve të nxjerrur nga sipërfaqja e dhënë në njësinë e kohës është në përpjestim të drejtë me intensitetin e dritës rrënës.
2. Për çdo metal ekziston i ashtuquajti **kufiri i kuq për fotoefektin**. Kjo është gjatësia valore maksimale e dritës $\lambda_{\max}$ (ose frekuenca e saj minimale $f_{\min}$) për të cilën akoma mundësohet shkëputja e fotelektroneve. Ndonëse në katodë bie dritë me intensitet të madh, por gjatësia valore e saj λ është e tillë që $\lambda > \lambda_{\max}$ dhe fotoefekti nuk ndodhë.
3. Energjia kinetike maksimale e fotelektroneve nuk varet nga intensiteti

i dritës. Ajo zmadhohet linearisht me zmadhimin e frekuencës së dritës rrënës (fig. 4).

4. Fotelektronet dalin, praktikisht, njëkohësisht kur ndodhë ndriçimi (koha ndërmjet dy akteve është më e shkurtër se 10^{-9} s). Kjo është kështu edhe në rastin kur intensiteti i dritës rrënës është shumë i vogël.

Teoria elektromagnetike vetëm pjesërisht mund ta shpjegojë dukurinë e fotoefektit. Me këtë teori nuk mund të shpjegohen ligjshmëritë të shënuara me 2, 3, 4.

Fotonet

Sikurse treguam në mësimin paraprak, Maks Plank pati sukses ta shpjegojë rrezatimin e trupit absolutisht të zi duke supozuar se energjia e rrezatimit është diskrete. Ajo rrezatohet në kuante. Energjia e një kuanti është dhënë me barazimin:

$$E = hf \quad (2)$$

ku f është frekuenca e rrezatimit, h është konstanta e Plankut.

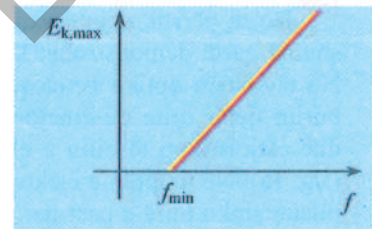


Fig. 4

Albert Ajnshtajni e pranoi idenë e Plankut për kuantet e dritës dhe e zhvilloj ate duke vërtetuar se *drita jo vetëm që emetohet në formë të kuanteve, por ajo ashtu edhe absorbohet.*

Kuantet e dritës quhen **fotone**. Fotonet kanë veti të grimcave të cilët gjithmonë lëvizin me shpejtësinë e dritës. Drita monokromatike (ose ndonjë lloj tjetër valë elektromagnetike) me frekuencë f mund të trajtohet si një tufë fotonesh. Energjia e fotonit është dhënë me barazimin (2). D. t. th, dritës me gjatësi valore të ndryshme i përgjigjen fotone me vlera të ndryshme të energjisë.

Fotonet njëkohësisht janë edhe valë edhe grimca. Janë valë sepse karakterizohen me frekuencën dhe gjatësinë valore të dritës: $c = \lambda f$. Por, nga ana tjetër, ngjashëm me grimcat ata lokalizohen në hapsirë me energji saktësisht të caktuar. **Mund emetohen ose absorbohen vetëm fotonet e plotë (respektivisht numër i plotë herë më të mëdha).** Fotonet nuk mund të emetohen, as të absorbohen në pjesë.

Barazimi i Ajnshtajnit për fotoefektin

Kur një foton do të hyjë në brendinë e një metali ai tërë energjinë e vet hf ia dorëzon një elektroni të lirë në brendinë e metalit. Për ta lëshuar sipërfaqen e metalit, elektroni duhet ti përballoj forcat elektrostatike tërheqëse të joneve të metalit, d. t. th duhet të kryej një punë të caktuar A . Kjo punë është karakteristike për çdo metal dhe quhet **puna dalëse e metalit**. Energjia e mbetur e elektronit harxhohet për t'i dhënë energji kinetike atij. Sipas kësaj, duke pasur parasysh ligjin e ruajtjes së energjisë kemi:

$$hf = A + \frac{mv^2}{2} \quad (3)$$

Barazimi (3) quhet **barazimi i Ajnshtajnit për fotoefektin**.

Vlerat për punën dalëse të metalit janë të vogla. Prandaj është më mirë që ata, në vend që të shprehen në xhul, do ti shprehim në njësinë **elektronvolt (eV)**. Një elektronvolt është puna që e

kryen elektroni gjatë përballimit të ndryshimit potencial prej një volt. Sipas kësaj:

$$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Për metale të ndryshme puna dalëse është e ndryshme, dhe është madhësi prej disa eV. Për shembull, puna dalëse e ceziumit është 1,8 eV, e natriumit 2,3 eV, e arit 4,5 eV etj.

Shpjegimi i ligjshmërisë së fotoefektit

Do të sqarojmë ligjshmërinë sipas radhitjes që e treguam më parë

1. Numri i fotoneve, që kanë rrënë në njësi kohe në njësinë e sipërfaqes së metalit është në përpjestim të drejtë me intensitetin e dritës. Sa më tepër fotone bien aq është më i madh numri i elektroneve të nxjerrur. Kështu shpjegohet pse numri i fotoelektroneve veç e veç në njësi kohe është në përpjestim të drejtë me intensitetin e dritës.

2. Nëse $hf < A$, fotoefekti nuk ekziston, sepse energjia e fotonit nuk është e mjaftueshme që elektroni ta lëshoj sipërfaqen e metalit. Energjia minimale e fotonit për të cilën akoma është e mundur elektroni ta lëshoj sipërfaqen e metalit është:

$$hf_{\min} = A \quad f_{\min} = \frac{A}{h} \quad \text{ose}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{c}{f_{\min}} = \frac{ch}{A} \quad (4)$$

Barazimi (4) e jep **kufirin e kuq** të gjatësisë valore.

3. Fakti se energjia kinetike maksimale e elektroneve nuk varet nga intensiteti i dritës, poashtu e shpjegon barazimin e Ajnshtajnit. Me fjalë të tjera, nga (3) del se:

$$E_{k,\max} = hf - A \quad (5)$$

d. t. th $E_{k,\max}$ varet vetëm nga energjia e fotonit dhe puna dalëse e materialit të fotokatodës. Nga barazimi (5) është e qartë edhe varësia lineare midis $E_{k,\max}$ dhe f (varësia grafike është dhënë në figurën 4).

4. Bashkëveprimi ndërmjet fotonit dhe elektronit është i ngjashëm me goditjen ndërmjet dy grimcave. Energjia e fotonit është e përqëndruar në një hapsirë shumë të vogël, për dallim nga vala elektromagnetike, e cila sipas Maksvelit është shpërndarë njëtrajtësisht në tërë hapsirën të përfshirë me valën. Prandaj, elektroni për një interval kohor shumë të shkurtër e pranon energjinë e fotonit. Fotoelektroni e lëshon sipërfaqen e metalit, praktikisht, njëkohësisht me ndriçimin e pllakës metalike.

SHEMBULLI 1. Sa është energjia e fotonit që i përgjigjet dritës me gjatësi valore 600 nm? Analizoni kur është i mundur fotoefekti gjatë ndriçimit me atë dritë në katodën e ceziumit ose natriumit.

Zgjidhje: $\lambda=600$ nm, $A_{Cs}=1,8$ eV, $A_{Na}=2,3$ eV
 $E=?$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} =$$

$$3,32 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,08 \text{ eV}$$

Fotoefekti është i mundur te katoda e ceziumit, ndërsa nuk është i mundur te natriumi.

SHEMBULLI 2. Përcaktoni punën dalëse të argjendit, nëse e dini se kufiri i kuq i gjatësisë valore për të është $\lambda_{\max}=261$ nm.

Zgjidhje. Është dhënë: $\lambda_{\max}=261$ nm, $A=?$
 Sipas barazimit (4)

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{A} \Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda_{\max}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{261 \cdot 10^{-9}} =$$

$$= 7,62 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,01 \text{ eV}.$$

SHEMBULLI 3. Me çfarë shpejtësie maksimale mund ta lëshoj fotoelektroni sipërfaqen e katodës të litiumit, nëse katoda është ndriçuar me dritë monokromatike me gjatësi valore 440 nm? Puna dalëse e litiumit është 2,48 eV, kurse masa e elektronit $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Zgjidhje. Është dhënë: $A=2,48$ eV; $\lambda=440$ nm;
 $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. $v=?$

Nga barazimi i Ajnshtajnit (3) për shpejtësinë maksimale fitohet:

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2(hf - A)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)}{m}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{440 \cdot 10^{-9}} - 2,48 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \right)} = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|---------------------------------|--|
| - efekt fotelektrik (fotoefekt) | - tensioni frenues |
| - fotoefekti jashtëm | - kufiri i kuq për fotoefektin |
| - fotocelula | - fotone |
| - fotorryma | - puna dalëse e metalit |
| - fotoelektroni | - Barazimi i Ajnshtajnit për fotoefektin |
| - rryma e ngopjes | |
| - elektronvolt | |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Shpjegoni pse tensioni frenues për një fotocelulë varet nga gjatësia valore e dritës rrënoëse, kurse nuk varet nga intensiteti i dritës.
2. Sa është energjia e fotoneve të dritës nga vlerat kufitare të zonës së dukshme ($\lambda_1=400$ nm dhe $\lambda_2=760$ nm)? (Përgjigje: $E_1=3,1$ eV ; $E_2=1,63$ eV)
3. Puna dalëse e kaliumit është 2,24 eV. Sa është gjatësia valore e kufirit të kuq të fotoefektit? (Përgj. 554 nm)
4. A mundet të bëhet eksperimenti i përshkruar në figurën 1 me ndonjë metal tjetër, në vend të zinkut? Cila madhësi fizike që është karakteristike për atë metal, është me rëndësi për të pasur sukses eksperimenti?

Provoni në internet veb faqet:

Photoelectric effect

http://www.physicscurriculum.com/exploration_of_physical_science.htm

dhe simuloni dukurinë, si edhe,

http://dutch.phys.strath.ac.uk/CommPhys2001Exam/Martin_McNicoll/anm11.gif

në të cilën do të lexoni më tepër për dukurinë



foto (gr.) φωζ, φωτοζ) = prefiks për dritën



A. Ajnshtajni (Albert Einstein, 1879 - 1955) është i lindur në Ulm, Gjermani më 14 mars 1879. Sipas legendës popullore ai ka qenë fëmijë i qetë i cili vonë ka mësuar të flas. Prindët janë trembur se ndoshta mentalisht është i prapambetur. Por, që në shkollën fillore ka treguar rezultate të konsiderueshme në matematikë, fizikë dhe të luaj me violinë.

Pas shpërnguljes të familjes së tij në Itali shkollimin e vazhdoi në Zvicër. Si student është dalluar me individualitet të shprehur. Pas kryerjes së studimeve, një kohë të shkurtër ka punuar si ligjërues, ndërsa edhe pa kaluar as dy vite, ai ka fituar punë të përhershme në qendrën e patentëve të Zvicrës në Bern ku ka punuar 7 vjet. Punën e ka logaritur me interes, sepse e ka stimuluar imagjinata shkencore e tij.

Në moshën 26 vjeçare, më vitin 1905 e ka mbrojtur disertacionin e doktoratës. Ky vit është i rëndësishëm për zhvillimin e shkencës në përgjithësi. Ai është vit kur ai i shpalli tre publikime shumë të rëndësishme.

E para ka të bëjë me teorinë kuantike të dritës dhe shpjegimin e fotoefektit, për të cilin e fitoi çmimin Nobel për fizikë më vitin 1921. Publikimi i dytë ka të bëjë me aspektet statistikore të dukurisë lëvizja Braunike, ku dëshmon për lëvizjen Braunike të atomeve. Puna e tretë e tij i ka sjell publicitet më të madh. Ajo ka të bëjë me teorinë speciale të relativitetit. Më vitin 1915 Ajnshtajni e dha teorinë e përgjithshme të relativitetit në të cilën ka treguar se teoria klasike për gravitetin e Njutnit është vetëm rast special i teorisë së tij. Teoritë relativistike të Ajnshtajnit në thellësi ndryshuan kuptimin tonë për hapësirën dhe kohën, si edhe për universin në përgjithësi. Prandaj, Ajnshtajnin e logaritën si fizikan më të madh të shekullit XX.

Përveç gjurmimeve për rendin dhe tërësinë në natyrë, Ajnshtajni ka luftuar për rendin moral në shoqëri. Ka qenë humanist i madh dhe luftëtar për paqë. Prandaj me të drejtë thuhet: *Ajnshtajni nuk ka qenë vetëm shkencëtarë gjenial, ai ka qenë shumë, shumë më tepër ka qenë njeri i madh.*

2. 4. ZBATIMI I FOTOEFKELIT FOTOELEMENTET

Zbatimi i fotoefektit

Fotoefekti ka gjetur zbatim praktik të shumëllojshëm. Baza e zbatimit të tij qëndron në mundësinë që sinjali i caktuar i dritës, nëpërmjet dukurisë së fotoefektit, të shndërrohet në sinjal elektrik.

Në kapitullin 1. 21 u njohuam se gjatë inçizimit në kamerat televizive sinjali optik mund të shndërrohet në videofilm elektrik.

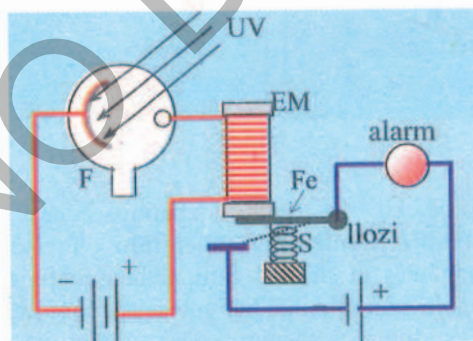


Fig. 1

Figura 1 ilustron zbatimin e fotocelulës në pajisjet për alarm. Fotocelula F, ndriçohet me dritë ultravjollcë (UV) e cila, sikurse dimë, është e padukshme për syrin e njeriut. Kështu, nëpër qarkun e celulës (të shënuar me përçues të kuq) do të rrjedhë rrymë. Elektromagneti EM e tërheq bërthamën e hekurit Fe të vendosur në një lloz të vogël i cili tërhiqet me një sustë elastike S. Kur ndërmjet burimit të rrezatimit ultravjollcë dhe fotocelulës do të kalojë diçka (person), elektromagnetin nuk do të jetë i magnetizuar; bërthama e hekurit (Fe) e tërhequr nga susta elastike e mbyllën qarkun e dytë (të shënuar me përçues të kaltër) në të cilin është lidhur alarmi elektrik.

Një qark shumë të ngjashëm, të dhënë në figurën 1, është qarku i pajisjes fotorelej. Vetëm se zakonisht shfrytëzohet fotocelula e cila është e ndjeshme edhe në dritën e dukshme. Meqenëse fotorryma e fituar në këtë rast është e vogël, ajo përforcohet me përforcues të posaçëm. Rryma

kështu e përforcuar mund ta kyç ose çkyç një qark tjetër pune. Në qarkun e punës mund të lidhen mekanizma të ndryshëm me të cilën rregullohen procese të ndryshme për drejtim automatikë, ndezja dhe fikja e dritave të rrugës, pajisje mbrojtëse kundërzjarrfikëse etj. Me fotocelulat janë të lidhura edhe motorët të cilët gjatë afërimit në një vend të caktuar automatikisht mundësojnë hapjen e detyrëve.

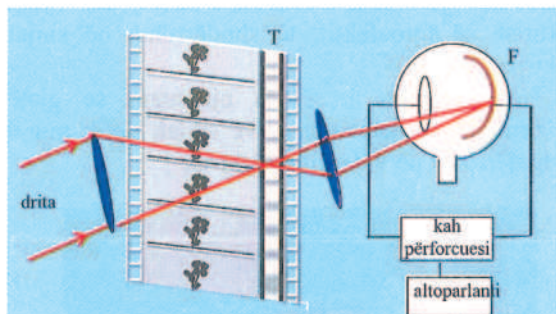


Fig. 2

Fotoefekti ka gjetur zbatim edhe gjatë regjistrimit filmik për shënimin e zërit të inçizuar. Për të shikuar film, duhet që figurat e filmit të lëvizin ashtu që për çdo sekondë të kalojnë nga 25 figura. Shënimi zërit duhet të jetë njëkohësisht i regjistruar. Shënimi zërit zakonisht është i përbërë nga shiriti T (figura 2) në të cilin, me intensitet të ndryshëm të nximjes në formë të vizave është dhënë shënimi i cili përputhet me lëkundjet e zërit. Nëse në atë pjesë të filmit orientohet drita që bie në fotocelulën F, intensiteti i dritës modulohet sinkronisht me lëkundjet e zërit. Prandaj, lëkundjet e zërit shndërrohen në fotorrymë të ndryshueshme, e cila e përforcuar shkakton lëkundje të altoparlantit të lidhur në qarkun e rrymës së fotocelulës.

Fotoefekti i brendshëm

Në kushte të zakonshme gjysmëpërçuesit kanë numër shumë të vogël të bartësve të rrymës-elektrone të lira ose vrime. Gjatë ndriçimit të gjysmëpërçuesit, fotonet që kanë hyrë u dorëzojnë energji elektroneve valent të cilët e lëshojnë atomin dhe bëhen të lirë. Kështu me ndriçimin zmadhohet numri i elektroneve të lirë, por edhe i vrimeve,

meqë me daljen e elektronit nga atomi në të krijohet vrimë.

Kjo dukuri e krijimit të bartësve të rrymës në gjysmëpërçues gjatë ndriçimit të tyre quhet **fotoefekt i brendshëm**. Quhet i brendshëm sepse elektronet nuk e lëshojnë sipërfaqen e metalit.

Fotoefekti i brendshëm mundëson dy fenomene të rëndësishme:

- me ndriçim zmadhohet përçueshmëria e gjysmëpërçuesëve – e quajtur **fotopërçueshmëri** dhe

- me ndriçimin e kontaktit p-n të një çifti gjysmëpërçuesish, ose kontaktit metal-gjysmëpërçues, në kontaktin krijohet forcë elektromotore. Dukuria është e njohur si **efekt fotovoltai**.

Fotorezistorët. Fotorezistor paraqet pllakë prej izolatori mbi të cilën është sjell shtresë e hollë e gjysmëpërçuesit me trashësi e rendit të madhësisë së mikrometreve (fig. 3).

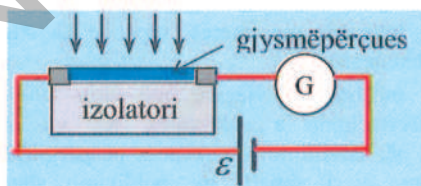


Fig. 3

Si gjysmëpërçues shfrytëzohen materiale të cilët janë shumë foto të ndjeshëm, p. sh, silici, seleni, taliumsulfidi, kalium sulfidi. Gjatë ndriçimit si në dhomë filmi i këtillë i hollë ka përçueshmëri shumë të vogël, e cila regjistrohet me galvanometrin si **rrymë e errët**. Gjatë ndriçimit rryma shpejt zmadhohet proporcionalisht me ndriçueshmërinë. Shfrytëzohen në fotografi dhe në elektroteknikë për rregullimin e sinjaleve dalëse ose për ndërprerjen e qarqeve të caktuara.

Fotoelementet. Sikurse përmendëm, me ndihmën e dritës mund të fitohet rryma elektrike pa praninë e burimit të jashtëm të f. e. m (forcës elektromotore).

Nëse kontakti i dy gjysmëpërçuesve të tipit p dhe n ndriçohet, ai energjinë e dritës e shndërron në

rrymë elektrike, ashtu që pajisjet e tilla paraqesin burime elektrike. Këto quhen **fotoelemente**.

Fotoelementet më të përhapur janë **celulat solare**. Te ata me shfrytëzimin e efektit fotovoltaiik mundësohet shndërrimi direkt i energjisë së Diellit në energji elektrike.

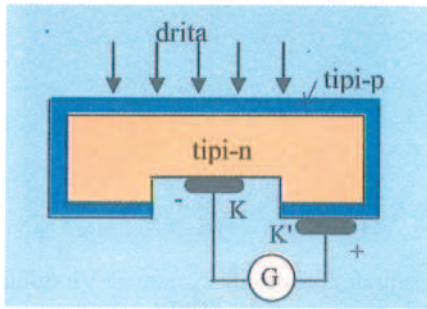


Fig. 4

Në figurën 4 është dhënë paraqitja skematike e një celule të tillë, e ndërtuar prej silicit të tipit p dhe n. Një shtresë e hollë e gjysmëpërçuesit të tipit p e mbështjell pllakën e tipit n. Me kontaktet K dhe K' të dy gjysmëpërçuesit janë të lidhur me qarkun e jashtëm në të cilin është lidhur galvanometri G.

Kur drita e Diellit do të bjerë në shtresën p, bëhet zmadhim i shpejtë i ngarkesave elektrike: elektroneve dhe vrimave. Nën ndikimin e fushës në kalimin p-n përqëndrimi i elektroneve në gjysmëpërçuesin n zmadhohet. Përkujtohu se në kontaktin p-n krijohet fushë elektrike (fig. 5).

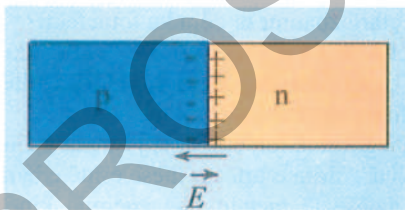


Fig. 5. Përshkak të difuzionit të elektroneve nga gjysmëpërçuesi n kah p, dhe i vrimave nga gjysmëpërçuesi p kah n, krijohet fushë elektrike e barierës me intensitet E

Njëkohësisht me zmadhimin e numrit të elektroneve, zmadhohet edhe përqëndrimi i vrimave në gjysmëpërçuesin p.

Kështu, gjatë ndriçimit të fotocelulës ndërmjet dy gjysmëpërçuesve krijohet forcë elektromotore. Ky mjet paraqet burim të energjisë elektrike të

cilën galvanometri mund ta regjistroj. Ky element krijon tension me madhësi 0, 5 V. Rryma që me këtë rast rrjedhë është e madhësisë prej dhjeta miliamperash. Celulat solare të silicit kanë ndjeshmëri më të madhe ndërmjet intervalit 540 dhe 560 nm, e cila i përgjigjet edhe ndjeshmërisë më të madhe të syrit të njeriut.

Fotoelementet bëhen edhe prej materialeve tjerë. Kryesisht ata janë gjysmëpërçues ose disa okside në kombinim me metalet. Zona e ndjeshmërisë maksimale të fotoelementeve është e ndryshme dhe varet prej materialeve prej të cilave janë ndërtuar. P. sh. celulat solare të germaniumit kanë ndjeshmëri maksimale në zonën e afërt të rrezatimit infrakuq.

Teknologjia e sotme moderne nuk mund të paramendohet pa fotoelementet. Do të përmendim vetëm disa mjete ku ata shfrytëzohen.

Në vetëshërbimet çdo ditë shfrytëzohen **lexuesit-bar-kod** të kodeve (fig. 6) të prodhimeve të ndryshme. Çdo prodhim ka kodin e vet. Për ta lexuar atë kod shfrytëzohejt mjete elektronik me fotoelemente. Gjatë pasqyrimin të dritës nga shiritat e ndritshëm dhe të errët të kodit regjistrohet prodhimi përkatës. Lexuesi është lidhur me kompjutor dhe është e mjaftueshme një kalim kohëshkurtër i dritës për të fituar informatë për çmimin, emrin dhe të dhëna tjera për prodhimin.

Skenerët modernë janë ndërtuar prej mijëra fotoelementeve të vegjël, gjatë së cilës çdo fotoelement është edhe njësi digjitale.

Në shkencë, veçanërisht në astrofizikë në përdorim të gjerë janë të ashtuquajturit kamera SiSiDi (CCD), shkurtesë e fjalëve Charge Coupled Devices, të cilët paraqesin zbulim revolucionar. Ato janë sipërfaqe prej dhjeta ose mijëra miliona fotodetektorësh të vendosur në vetëm një mikroçip. Efikasitetin e kanë shumë të madh edhe deri 50% nga drita rrënëse, e cila shndërrohet në impuls elektrik.



Fig. 6

Shfrytëzimi i fotovoltaike-rrugë kah mjedisit jetësor i pastër

Teknologjia fotovoltaike është njëra nga preokupimet moderne të fizikës së sotme. Mund të pyetemi pse? Do ti numrojmë disa nga përparësitë e fotoelementeve:

-celulat solare fotovoltaike mundësojnë përfitimin e energjisë elektrike jashtë atmosferës tokësore, në satelitët dhe llojet tjera të fluturakeve kozmike. Të ushqyerit e instrumenteve matëse atje, kryesisht, bëhet me baterie fotoelementesh;

- celulat fotovoltaike mundësojnë përfitimin e energjisë elektrike në vendbanimet që janë largë nga instalimet kryesore elektrike;

- në këto vende të largëta është mundësuar jo vetëm përfitimi i energjisë elektrike për qëllime të ndryshme, sikurse janë ndriçimi, të furnizimit të motorëve për qëllime të ndryshme, por edhe për transmetimin e informatave deri në ata vende;

- fotovoltaiket janë shumë të përshtatshëm për furnizim me energji të mjeteve me fuqi të vogël, sikurse janë kalkulatorët, orët ose kamerat.

Por, njëra nga përparësitë më të mëdha gjatë shndërrimit direkt të energjisë diellore në atë elektrike qëndron në përfitimin e "energjisë së pastër" (figura 7). *Me celulat solare nuk ekziston kurrfar rreziku për ndotjen e mjedisit jetësor.*

Prandaj, në shumë qendra të botës, si edhe te ne, punohet në përfitimin e elementeve fotovoltaike me efikasitet të zmadhuar.

Deri tani në këtë plan më shumë ka pasur sukses me celulat monokristalike të silicit, te të cilët është arritur efikasitet edhe deri 25%. Por, procesi i përfitimit të këtyre fotocelulave është shumë shtrenjtë dhe i papagueshëm. Fotocelulat polikristalore më të mira kanë efikasitet deri 19%, ndërsa fotocelulat solare të fituara nga silici amorf janë me efikasitet deri 13%. Megjithatë është bërë përparimi i madh në këtë plan, kur theksohet se fotocelulat e para të ndërtuara në pesëdhjetë vitet e shekullit të kaluar, kanë pasur efikasitet vetëm 4 %.

Përfitimi i fotoelementeve me fuqi më të mëdha arrihet me zmadhimin e sipërfaqes që i është nënshtruar dritës diellore, me ndërtimin e mjeteve speciale të cilët sipërfaqen e fotocelulave do ta

rrotullojnë ashtu që rrezet e dritës të bien gjithmone pingul në sipërfaqet, por edhe me koncentrator special drite.



Fig. 7 Centralë fotovoltaike solare në Virxhinia që jep fuqi 15 kW

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|------------------------|------------------|
| - fotoreleji | - rrymë e errët |
| - fotoefekti brendshëm | - fotoelementi |
| - fotopërçues | - celulat solare |
| - fotorezistor | - lexues bar kod |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Studjoni çfarë zbatimesh tjera ka fotoefekti?
2. Për fotoefektin e jashtëm ekziston "kufiri i kuq për fotoefektin", çka mendoni a ekziston kufi i tillë edhe në rastin e fotoefektit të brendshëm?
3. Gjatë shpjegimit të fotoefektit të jashtëm një nxënës është shprehur: "drita e tufës rrënoëse është e barabartë me punën dalëse të metalit dhe energjia kinetike e elektroneve." A është i saktë ky pohim, nëse jo, pse?

Provoni në internet veb faqet:

<http://www.greenhouse.gov.au/renewable/technologies/pv/work#work> dhe
http://www.nrel.gov/clean_energy/farmer_pv.html
 ku do të mund të shihni animacione të efektit.
 Shfrytëzoni edhe linke tjerë të ngjashëm.



2. 5. MODELET E ATOMIT

Deri në fillim të shekullit XX, në bazë të eksperimenteve të shumta është mbledhur një numër i madh njohurish se atomi nuk është grimcë më e vogël e pandashme e materies dhe se ai është i përbërë prej grimcave të elektrizuara pozitivisht dhe negativisht. Në këtë dëshmojnë zbulimet, sikurse janë: rrezet katodike dhe kanalike si tufë e grimcave negative dhe pozitive, jonizimi, radioaktiviteti natyror, rrezet rëntgen, emisioni termoelektronik, efekti fotoelektrik. Prandaj, domosdo shtrohet pyetja si është ndërtimi (struktura) i atomit?

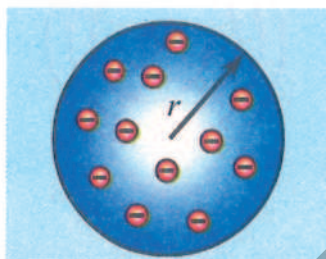


Fig. 1. Modeli i atomit sipas Tomsonit

Me qëllim që të përcaktohen karakteristikat fizike të atomit (madhësia, struktura, ngarkesa, energjia) dhe ndërtimi i tij, pamja e atomit tregohet me ndihmën e modeleve.

Njëri prej modeleve të para është modeli i Tomsonit për atomin (fig. 1), i propozuar më vitin 1903 nga J. Tomson. Në pajtim me këtë model, atomi është sferë e grimcave elektrike pozitive në të cilën janë shpërndarë elektronet negative, ngjashëm sikurse rrushi i thatë në puding.

Sipas këtij modeli, elektronet lëkunden rreth pozitive të tyre baraspeshuese (ekuilibruese). Me qëllim që të shpjegohet mekanizmi i emetimit të rrezatimit elektromagnetik nga atomi, atomi trajtohet si lëkundës harmonik linear. Me këtë model mund shpjegohet shkarkesa elektrike nëpër gaze, elektroliza etj.

Por, dëshmi të forta në sqarimin e strukturës së atomit janë dhënë me eksperimentet e E. Radhërford.

Modeli planetar i atomit. Në bazë të rezultateve eksperimentale të fituara gjatë shpërndarjes së grimcave α (atome të heliumit dyfish të jonizuara) nga fletët e holla të arit, të mbështetur në logaritjet teorike, Radhërfordi më vitin 1911, e propozoi modelin e parë eksperimental të atomit. Në literaturë ky model i atomit haset me emrin: *model planetar, model bërthamor (nuklear) i atomit* (meqë atëherë për të parën herë përmendet bërthama e atomit).

E. Radhërfordi dhe bashkëpunorët e tij H. Gajger dhe E. Marsden, me qëllim që të provojnë shpërndarjen e ngarkesave pozitive në atomin, i kanë numruar grimcat α të shpërndara nga fletët e holla të arit, respektivisht shintilimet (xixëllimet) që i krijojnë grimcat α në një ekran lumineshent. Nga eksperimentet i dhanë përfundimet vijuese:

- numri më i madh i grimcave α kalojnë nëpër fletën e arit pashmangie. Kjo d. t. th. se në atomet ka zbrastira të mëdha;
- shumë i vogël është numri i grimcave α të cilat gjatë kalimit nëpër fletën e hollë shmanen nën kënd prej 90° ose kënde më të mëdha. Kjo sjellje është e lidhur me renditjen hapsinore të ngarkesave elektrike të atomit.

Nuk ka dyshim se ndryshimi i drejtimit të lëvizjes së grimcave α është rezultat i bashkëveprimit të tyre me ngarkesat elektrike pozitive të atomit

Në bazë të rezultateve eksperimentale E. Radhërford erdhi në njohuri se çdo atom është i përbërë prej bërthamës pozitivisht të elektrizuar me ngarkesë Ze (Z – numri rendor i elementit në sistemin periodik të Mendeelevit, e ngarkesa elektrike elementare), ndërsa nëpër orbita të mbyllura lëvizin elektronet.

Nëse elektronet hyjnë në përbërjen e atomeve, ndërsa atomi është elektroneutral, rrjedhë përfundimi se *ngarkesat elektrike pozitive në atomin duhen të jenë të barabarta me ngarkesat negative të elektroneve, d. t. th. rreth bërthamës lëvizin Z elektrone në vijë rrethore.*

Sipas logaritjeve, rrezja e bërthamës së atomit është $\sim 10^{-15}$ m (atomi ka rreze rreth $\sim 10^{-10}$ m).

Meqenëse ka pak gjasa që grimcat α në rrugën e tyre ta godasin bërthamën e vogël të atomit (ngjashëm sikurse të godasim saçme plumbi në një mullar të madh bari), pjesa më e madhe e tyre kalojnë nëpër fletën e hollë. Masa e elektroneve paraqet pjesë krejtësisht të vogël nga masa e bërthamës së atomit. Kjo d. t. th, mund të merret se e tërë masa e atomit është e përqëndruar në bërthamën e tij.

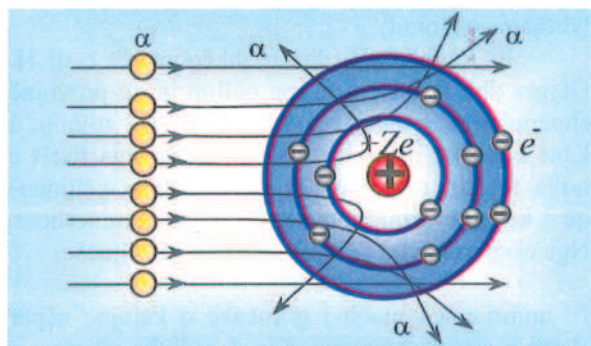


Fig. 2. Rrugët e grimcave α të shpërndara gjatë kalimit pranë njërit nga atomet e fletës së hollë metalike prej ari

Sipas ligjeve të fizikës klasike modeli i Radhërfordit për atomin mund të jetë stabil vetëm atëherë kur elektroni me masë m_e dhe ngarkesë e lëviz rreth bërthamës nëpër orbita rrethore me rreze r . Nxitim centrifetal që e ka elektroni është drejtuar kah qendra e rrethit. Bërthama dhe elektroni bashkëveprojnë me forcën e Kulonit, ashtu që sipas ligjit të dytë të Njutnit mund të shkruhet::

$$\frac{m_e v^2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{r^2} \quad (1)$$

ku v është shpejtësia lineare e elektronit; ϵ_0 është konstanta dielektrike e vakuumit; Ze është ngarkesa elektrike e bërthamës. Në barazimin e fundit dy të panjohurat, rrezja r dhe shpejtësia lineare v , mund të kenë pafund shumë vlera, respektivisht r dhe v ndryshohen kontinualisht, ashtu që gjatë kalimit të elektronit nga njëra orbitë në tjetrën mund të rrezatohet energji e çfardoshme d. t. th spektrat e atomeve do të duhej të ishin kontinual. Por, në

realitet, eksperimentet tregojnë se atomet kanë spektra linear që janë karakteristike për çdo element.

Sipas ligjeve të elektrodinamikës klasike, elektroni duke lëvizur me nxitim domosdo duhet të emetojë valë elektromagnetike, ndërsa me atë zvoglohet energjia e tij. Përkundrazi të humbjes së shpejt dhe sistematike të energjisë, elektroni nuk do të mund të lëviz nëpër orbita me rreze konstante, ashtu që rrezja e tij gradualisht do të zvoglohet dhe elektroni do të duhej të bjerë në bërthamën e atomit, gjë që është në kundërshtim me eksperimentet (fig. 3)

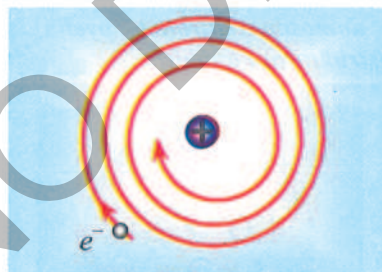


Fig. 3.

Kur elektroni do t'i afrohej bërthamës së atomit, do të zmadhohet numri i rrotullimeve që i bën elektroni në njësi kohe. Në pajtim me ligjet klasike, duhet pandërprerë të zmadhohet edhe frekuenca e rrezatimit elektromagnetik të emeluar.

Pavarësisht nga ajo se modeli i Radhërfordit është një hap përpara në lidhje me idenë e ndërtimit të atomit, megjithatë, modeli kështu i menduar ka më tepër mangësi. Ai nuk ka mundur të përfshihet në suazat e fizikës klasike. Supozimin për lëvizjen e elektroneve nëpër orbita rrethore Radhërfordit e ka dhënë përshkak se vetëm nën kushte të këtyra ata mund të gjenden në largësi të caktuar nga bërthama e atomit. Sikur elektronet do të ishin në prehje, do të ishin të tërhequr nga bërthama, e me këtë atomi do të pushonte së ekzistuari si i tillë. Ndonëse sipas modelit të Radhërfordit për atomin mund të realizohet njëfar stabiliteti i atomit, kanë mbetur shumë pyetje të cilave ky model nuk mund t'u jep përgjigje: me atë nuk ka mundur të shpjegohet përfitimi i spektrave linear, si edhe të gjitha dukuritë tjera në lidhje me emisionin dhe absorbimin e rrezatimit elektromagnetik.

Këto kundërthënie qartë tregojnë se ligjet për mikrobotën nuk janë të njëjtë me ata që vlejnë për makrobotën. E gjithë kjo e nxiti fizikanin danez N. Bohr më vitin 1913 radikalisht të shmanget nga ligjet e fizikës klasike.

Modeli i Borit për atomin. N. Bor e mbajti idenë themelore për modelin planetar të atomit, por në të ka zbatuar kuantizimin. Gjatë formulimit të modelit, Bori është udhëhequr nga kuptimet kuantike për emisionin dhe absorimin e rrezatimit, të propozuar nga Planku dhe Ajnshtajni, por ai ka futur edhe supozime të caktuara të cilët nuk kanë bazë me fizikën klasike.

Teoria e Borit nuk zbatohet vetëm për atomin më të thjeshtë – atomi i hidrogjenit por edhe për atomet të ngjashëm me hidrogjenin të cilë janë të përbërë prej bërthamës së atomit me ngarkesë elektrike Ze dhe një elektron rreth bërthamës. Sistemet e kështillë janë jonet He^+ , Li^{2+} , Be^{3+} etj.

Në bazë të teorisë së Borit janë postulatet kuantike si vijon:

Postulati i parë i Borit (postulat për gjendjet stacionare): nga numri i pafundshëm i orbitave të elektroneve, të cilat janë të mundshëm sipas fizikës klasike, ekzistojnë vetëm orbita rigorozisht të caktuara me energji të caktuara. Këto orbita të mundshme u quajten orbita stacionare.

Elektroni kur lëviz nëpër orbita stacionare nuk emeton rrezatim elektromagnetik, pa dallim se lëviz me nxitim. Atomi, elektronet e të cilit gjenden në orbita stacionare është stabil. Këto gjendje të atomit janë të pavarura nga koha dhe quhen gjendje stacionare.

Postulati i dytë i Borit (rregulla për kuantizimin e orbitave) ekzistojnë vetëm ata orbita stacionare të elektronit për të cilat momenti i impulsit të elektronit (i cili është i barabartë me prodhimin e impulsit të tij $p=mv$ dhe rrezes r), është madhësi e kuantizuar, d. t. th fiton vetëm vlera të caktuara diskrete:

$$m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}, \quad n=1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

ku m_e është masa e elektronit, v_n shpejtësia në orbitën n - me rreze r_n , h është konstanta e Plankut, ($h/2\pi = \hbar$ -lexohet hë vizë), n është numër i plotë pozitiv, më vonë u quajtë **numri kryesor kuantik**.

Postulati i tretë i Borit (rregulla për frekuencat): gjatë kalimit të atomit nga një gjendje stacionare me energji E_n në një gjendje të dytë stacionare me energji E_m , ai emeton ose absorbon një kuant me energji hf , ashtu që ai kuant është i barabartë me ndryshimin e energjive të këtyre dy gjendjeve.

Për $E_n > E_m$ atomi emeton foton me energji

$$hf_{nm} = E_n - E_m, \quad (3)$$

Në këtë formulë f_{nm} është frekuenca e fotonit të emetuar ose, sikurse akoma quhet *frekuenca e kalimit nga gjendja n gjendjen m* . Këto kalime quhen **kalime kuantike**.

Për të kaluar atomi nga gjendja me energji më të vogël E_m në gjendjen me energji më të madhe E_n është e nevojshme ai të absorboj foton me energji $hf_{mn} = E_n - E_m$.

Postulat nga fjala latine postulatum-nevojë. Postulatet shfrytëzohen pa argumente si bazë për të krijuar teori shkencore

Teoria e Borit lehtë dhe në mënyrë të kapshme e përshkruan lëvizjen e elektroneve rreth bërthamës së atomit dhe emisionin dhe absorbimin e energjisë të atomet. Megjithatë, faktet eksperimentale të mbledhura, veçanërisht të atomet me strukturë të përbërë, nuk kanë mundur të shpjegohen me teorinë e Borit. Një nga shkaqet themelore për mosesuksesin e teorisë së Borit është ajo se nuk është as besnikisht kuantike e as besnikisht klasike; nga njëra anë, zbatohen rregulla të kuantizimit, ndërsa nga ana tjetër logaritet se lëvizjet e elektronit u nënshtrohen ligjeve klasike.

Për 5⁺

Modeli i Borit për atomin. Planku, Ajnshtajni dhe Bori treguan se parimi për pandërprerje është shembur në botën e mikrogjurmave. Por, duke pranuar parimin për kuantizim, elektroni sipas Borit, megjithatë lëviz nëpër orbita klasike. Këtë kundërthënie e ka zgjidhur Luj Dë Broli më vitin 1924. Për të shpjeguar postulatit e parë të Borit, ai

e dha hipotezën e guximshme: veti korpuskulare valore parqesin jo vetëm fotonet, por edhe elektronet edhe grimcat tjera materiale gjatë lëvizjes. Në këtë mënyrë për cilëndo grimcë me impuls $m_e v_n$ dhe gjatësi valore λ , vlenë barazimi:

$$\lambda = \frac{h}{m_e v_n}, \quad (4)$$

Prandaj është më e natyrshme elektroni të shqyrtohet si valë, i cili plotëson disa kushte të caktuara me të cilat përcaktohen gjendjet stacionare të atomit. Respektivisht, janë të mundshme vetëm ata orbita stacionare (fig. 4) që kanë gjatësi:

$$n\lambda = 2\pi r_n. \quad (5)$$

Nga (4) dhe (5) fitohet:

$$n \frac{h}{m_e v_n} = 2\pi r_n, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (6)$$

ku m_e është masa e elektronit, v_n është shpejtësia e tij dhe r_n rrezja e orbitës, n është numër i plotë.

Nga formula (6) del edhe postulati i dytë i Borit. Dë Broli një hipotezë e zavendëson me një hipotezë të dytë të re –hipoteza për vetitë valore të materies është zgjerim i natyrës duale të materies. Nëse elektroni trajtohet si valë, ideja “trajektorje” është e pakuptimtë, sepse për valën nuk ekziston lokacion hapsinor, dhe sipas asaj edhe trajektorje.

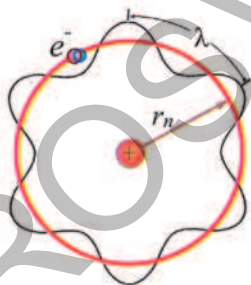


Fig. 4. Në orbitën stacionare me rreze r_n ($n=6$) janë vendosur 6 gjatësi valore të dë Brolit.

Por, si në këtë rast mund të përshkruhen gjendjet kuantike të atij sistemi?

Përgjigjet e kësaj pyetjeje përfshihen në punimet e Shredingerit, Hajzenbergut, Paulit, Dirakut, Bornit etj. Mund të themi se rrjedhim i natyrës së përbërë korpuskulare-valore është edhe pamundësia për matjen e njëkohëshme precize të

koordinatës Δx dhe impulsit Δp_x të mikrogrimcave, të dhënë me barazimin e Hajzenbergut:

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \approx h \quad (7)$$

Pamundësia për matjen e njëkohëshme precize të koordinatës dhe impulsit kontribuojnë për papërcaktueshmërinë e trajektories së mikrogrimcave. Kjo d. t. th se në mekanikën kuantike kuptimi klasik i trajektories (orbitës), kur shqyrtohet lëvizja e elektronit në përmasa atomike, e humb domethënien e vet origjinale.

Kështu në pajtim me mekanikën kuantike, në vend të trajektorieve nëpër të cilat lëvizin në rreth elektronet, bëhet fjalë për mjegull të mundëshme. Atje ku kjo mjegull është më e dendur, më e madhe është edhe mundësia që elektroni të gjendet aty, ndërsa në këtë rast ka edhe energji rëgorozisht të caktuar. Kur me një lakore do të takohen pikat ku gjasat janë më të mëdha (mjegulla është më e dendur), fitohet ajo që Bori e quajti orbitë stacionare.

Në frymën e kësaj ideje janë lidhur problemet me të cilat u përball teoria e Borit për atomin e hidrogjenit. Kështu mekanika kuantike dha zgjidhje për kuptimin e dukurive (në këtë drejtim edhe të spektrave) të atomeve me më shumë elektrone dhe sistemeve shumë më të ndërlikuar, sikurse janë molekulat.



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Cilat janë mangësitë e modelit të Tomsonit për atomin?
2. Cilat janë mangësitë e modelit të Radhërfordit për atomin?
3. Si shprehen postulatet e Borit
4. (Për 5') Provoni nga barazimi (6) a del postulati i dytë i Borit?

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- modelet e atomit
- modeli Tomsonit
- modeli planetar
- kalimet kuantike
- modeli i Borit për atomin
- gjendjet stacionare
- postulatet e Borit
- barazimi i Hajzenbergut
- modeli valor i atomit
- valët e dë Brolit

2. 6. MODELI I BORIT PËR ATOMIN DHE SHPJEGIMI I SPEKTRAVE

Pyetet a është e mundur, duke shfrytëzuar postulatet e Borit, ti përcaktojmë rrezet e orbitave stacionare, shpejtësinë lineare të elektroneve dhe energjinë e atomit të hidrogjenit?

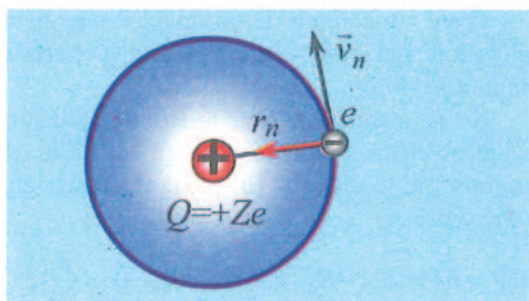


Fig. 1.

Të përkujtohem se sipas këtij modeli elektroni rreth bërthamës atomike të hidrogjenit dhe joneve të ngjashëm me atë, lëviz nëpër orbita stacionare të caktuara me dy kushte: njëri klasik dhe tjetri kuantik. Le të supozojmë se ekziston atom i përbërë nga bërthama me ngarkesë Ze dhe një elektron (fig. 1). Gjatë lëvizjes së njëtrajtshme të elektronit nëpër orbitën stacionare n - me rreze r_n , është plotësuar kushti klasik:

$$\frac{m_e v_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{r_n^2}, \quad (1)$$

ku m_e është masa e elektronit, v_n është shpejtësia e tij lineare, ϵ_0 është konstanta dielektrike e vakuumit.

Orbitat rrethore të lejuara të elektronit janë përcaktuar me kushtin kuantik, të dhënë me postulatën e dytë të Borit:

$$m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}. \quad (2)$$

Meqenëse nga barazimet (1) dhe (2) ekzistojnë vetëm dy madhësi të panjohura, është e mundur nga ata të përcaktohet shpejtësia v_n dhe rrezja r_n . Nga barazimi (2) fitohet:

$$v_n = \frac{nh}{2\pi m_e r_n}; \quad n = 1, 2, \dots \quad (3)$$

Nëse barazimi (3) ngritet në katror dhe zavendësohet në (1), për rrezen e orbitës stacionare n -fitohet:

$$r_n = n^2 \frac{\epsilon_0 h^2}{Ze^2 m_e \pi} \quad (4)$$

Për atomin e hidrogjenit ($Z=1$) orbita e parë stacionare ($n=1$) ka rreze më të vogël. Ajo është:

$$a_0 = r_1 = \frac{\epsilon_0 h^2}{e^2 m_e \pi} \quad (5)$$

Madhësia a_0 është quajtur **rreze e Borit**. Sipas modelit të Borit, elektroni te atomi i hidrogjenit mund të lëviz nëpër orbita rrethore vetëm me rreze të caktuara. Rrezet $r_1, r_2, \dots, r_n$ paraqesin rrezet e orbitës së parë, dytë, tretë, ..., n të Borit. Rrezet e orbitave rrethore stacionare të elektronit te atomi i hidrogjenit ndërvedi sillen si katrorët e numrave të plotë natyror:

$$r_1 : r_2 : r_3 : \dots r_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2 : \dots n^2$$

SHENBULLI 1. Sa është madhësia e rrezes së parë dhe të dytë të Borit të elektronit në atomin e hidrogjenit?

Zgjidhje. Duke shfrytëzuar barazimin (4), do ta përcaktojmë rrezen e orbitës më të afërt të atomit të hidrogjenit, d. t. th rrezen a_0 të Borit:

$$\begin{aligned} a_0 = r_1 &= \frac{\epsilon_0 h^2}{e^2 m_e \pi} \\ a_0 &= \frac{8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ m}^{-2} \text{ N}^{-1} (6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{\pi \cdot (1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2 \cdot 9,10938 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} \\ a_0 &\approx 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m} \end{aligned}$$

Kjo madhësi është në pajtim me atë që dimë për madhësinë e rrezes së atomit.

Rrezja e dytë e Borit është:

$$r_2 = 2^2 a_0 = 4 a_0 = 2, 12 \cdot 10^{10} \text{ m.}$$

Rrezja e orbitave stacionare të elektronit është madhësi e cila vështirë mund të matet. Megjithatë, energjinë që e absorbon ose e emeton atomi, eksperimentalisht mund të përcaktohet. Sipas postulatit të parë të Borit, elektroni lëviz në orbita stacionare të cilëve u përgjigjet energji saktësisht e caktuar. Energjia E_n e elektronit në atomin e hidrogjenit përcaktohet me:

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} \quad n = 1, 2, \dots \quad (6)$$

Barazimi (6) tregon se *energjia e elektronit (bashkë me atë edhe e atomit) është e kuantizua, d. t. th janë të lejuara vetëm disa vlera të energjisë*. Vlera negative e energjisë tregon se ekziston sistem i lidhur: bërthama dhe elektroni formojnë atom.

Atomi mund të gjendet në gjendje energjetike të ndryshme të cilat përcaktohen me numra të plotë (kuantik) n . Përderisa ekziston gjendje e lidhur ndërmjet elektronit dhe bërthamës së atomit, *energjia ka vlera negative*. **Energjia e elektronit të lirë nuk është e kuantizuar.**

Energjia më e vogël e mundshme e atomit i përgjigjet *gjendjes themelore*, ku $n=1$. Gjendjet me $n>1$ kanë energji më të mëdha, dhe ata janë *gjendje të eksituar (ngacnuara) të atomit*.

Në barazimin (6) zëvendësoni vlerat për masën dhe ngarkesën e elektronit, konstantën dielektrike ϵ_0 dhe konstantën e Plankut, do të fitoni energjinë e orbitës n -të Borit, ajo është:

$$E_n = -2,18 \cdot 10^{-18} \frac{1}{n^2} \text{ J} = -13,598 \frac{1}{n^2} \text{ eV}$$

$E_1 = -13,6 \text{ eV}$, $n=1$, është orbita e parë e Borit,

$E_2 = -\frac{1}{4} 13,6 \text{ eV} = -3,39 \text{ eV}$, $n=2$, është orbita e dytë.

Me fjalë tjera, energjia rritet me $1/n^2$ (sepse është

negative) dhe për $n \rightarrow \infty$ energjia tenton kah zeroja: atëherë elektroni shkëputet nga atomi, d. t. th atomi jonizohet.

Do të theksojmë se energjinë e përgjithëshme që e ka elektroni në njërin nga orbitat stacionare i përgjigjet një **niveli energjetik** (gjendja kuantike e atomit). Sipas kësaj, për çdo orbitë stacionare të elektronit, atomi ka nivel energjetik saktësisht të caktuar.

Gjatë zmadhimit të n , nivelet energjetike afrohen kah një kufi, i cili i përgjigjet vlerës në pafundësi $n \rightarrow \infty$.

Sipas postulatit të tretë të Borit gjatë kalimit nga një nivel energjetik me energji E_n në nivelin energjetik më të ulët E_m ($n > m$), emetohet kuant me energji:

$$E_f = hf = E_n - E_m = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Frekuenca f e fotoneve të emetuara-vijat spektrale gjatë këtij kalimi të atomit të hidrogjenit është:

$$f = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^3} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad m < n \quad (7)$$

Nga kjo, shprehja

$$R = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^3 c}$$

është e njohur si konstantë e Ridbergut R . Me zëvendësimin e vlerave numerike të konstanteve: e , h , m_e , c , për konstantën e Ridbergut fitohet:

$$R = 10\,973\,731,77 \text{ m}^{-1}.$$

Sipas kësaj, barazimi (7) merr formën:

$$f = cR \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad m < n. \quad (8)$$

Frekuenca të njehsuara, (respektivisht gjatësitë valore), për vijat spektrale të atomit të hidrogjenit, sipas barazimit (8), plotësisht pajtohen me rezultatet eksperimentale. Kjo ishte një dëshmi e sigurtë që e vërteton saktësinë dhe zbatueshmërinë e teorisë së Borit gjatë shpjegimit të spektrit të hidrogjenit.

Barazimet e përmendura të Borit mundësojnë që grafikisht thjeshtë të paraqitet krijimi i vijave spektrale dhe ligjshmëritë e serive

spektrale të atomi i hidrogjenit.

Në fig. 2. janë paraqitur skematikisht orbitat rrethore të mundshme të elektronit të atomi i hidrogjenit. Shigjetat tregojnë nga cila orbitë në cilën orbitë elektroni kërcen. Njëkohësisht çdo shigjetë simbolizon edhe një vijë spektrale. Këtu qartë shihet se një seri spektrale e krijojnë të gjitha vijat që fitohen nga kërcimet e elektronit nga cilado orbitë më e largët në orbitën e caktuar.

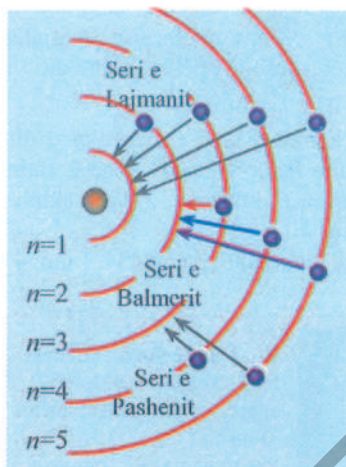


Fig. 2.

Përfitimi skematik i vijave spektrale dhe seritë në spektrin e hidrogjenit shumë ma qartë paraqiten nëpërmjet niveleve energjetike të atomit.

Në fig. 3. me vija horizontale janë paraqitur nivelet energjetik të atomit të hidrogjenit, d. t. th gjendjet e mundëshme energjetike (gjendjet kuantike të atomit të hidrogjenit). Vija horizontale e shënuar me $n=1$, e paraqet gjendjen energjetike më të ulët të atomit, respektivisht gjendjen themelore energjetike kur atomi nuk është i ngacmuar. Vija e mësipërme, e shënuar me $n=\infty$, e paraqet kufirin e spektrit energjetik diskret të atomit, respektivisht nga atje elektroni e lëshon atomin dhe emetohet spektër kontinual.

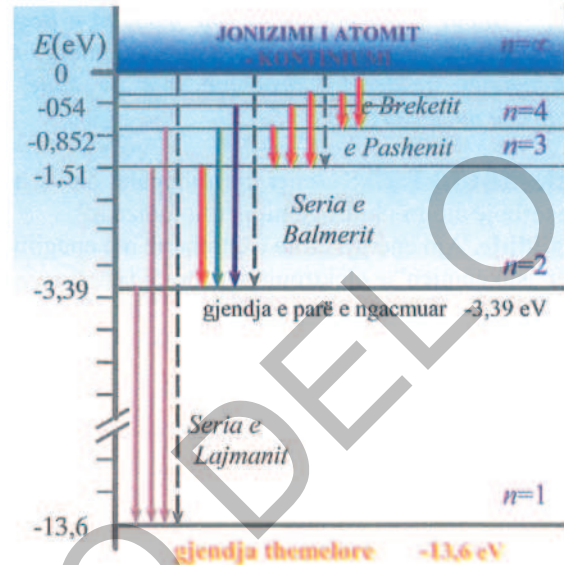


Fig. 3. Radhëja e niveleve energjetikë të atomi i hidrogjenit dhe kalimet e mundshme kuantike

Çdo segment vertikal me shigjetë simbolizon nga një kalim kuantik të atomit, ndërsa njëkohësisht edhe nga një vijë spektrale që paraqitet gjatë atij kalimi.

Kur elektroni kalon nga cilado orbitë më e largët ($n=2, 3, 4, \dots$) në të parën ($m=1$), fitohet seria e Lajmanit. Kjo seri gjendet në pjesën ultravjollcë të spektrit. Frekuencat e vijave spektrale njehsohen me barazimin:

$$f = Rc \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n=2, 3, 4, \dots \quad (9)$$

Seria e Balmerit fitohet kur elektroni kërcen nga cilado orbitë më e largët ($n=3, 4, 5, \dots$) në të dytën ($m=2$). Kjo seri gjendet në pjesën e dukshme të spektrit:

$$f = Rc \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n=3, 4, 5, \dots \quad (10)$$

Ngjashëm sikurse seritë paraprake edhe seria e Pashenit fitohet kur elektroni kërcen nga cilado orbitë më e largët ($n=4, 5, 6, \dots$) në të tretën ($m=3$). Kjo seri gjendet në pjesën infrakuqe të spektrit. Në pjesën infrakuqe të spektrit janë edhe seria e Breketit ($m=4; n=5, 6, 7, \dots$), dhe seria spektrale e Pfundit ($m=5; n=6, 7, \dots$).

Mund të përfundohet se me modelin e Borit për atomin në mënyrë të thjeshtë mund të shpjegohet spektri i hidrogjenit, por jo edhe i atomeve më të përbërë.

SHEMBULLI 2. Sa energji minimale duhet të absorbojë atomi i hidrogjenit për tu jonizuar?

Zgjidhje. Ajo energji është e barabartë me energjinë për „shkëputjen“ e elektronit nga atomi H:

$$E = E_{\infty} - E_1; \text{ ku } E_1 = -\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2}; n=1$$

$$E_1 = -\frac{9,11 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6^4 \cdot 10^{-76}}{8 \cdot (8,85 \cdot 10^{-12})^2 \cdot (6,62 \cdot 10^{-34})^2}$$

$$E_1 = -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J} = -13,598 \text{ eV}$$

$$E = 0 - (-13,6 \text{ eV}) = 13,6 \text{ eV.}$$

Të njëjtën e energji prej 13,6 eV atomi i hidrogjenit e emeton në formë të rrezatimit elektromagnetik kur kalon nga gjendja e jonizuar në gjendjen neutrale, d. t. th kur joni H^+ pranohet një elektron të lirë. Kjo energji quhet **energji e lidhjes** së elektronit në atom.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- nivel energjetik
- gjendje themelore, gjendje e ngacmuar
- rreze e Borit
- vijat spektrale dhe seri të spektrale
- energjia e jonizimit të atomit

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Çka është vija spektrale? Cilët seri spektrale i ka hidrogjeni? Si paraqiten skematikisht dhe si fitohen?
2. Kur elektroni pranohet vlera negative të energjisë?
3. Përcakto shpejtësinë e elektronit në orbitën e parë të Borit dhe krahaso atë me shpejtësinë e dritës, (Përgjigje: $2,19 \cdot 10^6 \text{ m/s}$)
4. Të nxjerret barazimi për konstantën e Ridbergut dhe të njehsohet vlera e saj.
5. Gjatë absorbimit të një fotoni, elektroni në atomin e hidrogjenit kalon nga orbita e dytë stacionare në të

tretën. Të përcaktohet energjia dhe frekuenca e fotonit.

(Përgjigje: 1. 88 eV; $1,78 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$)

6. Sa energji minimale duhet të absorbojë atomi i hidrogjenit për:

- a) të kaluar në gjendjen e parë të ngacmuar;
- b) të jonizuar? (Përgj: 10,2 eV; 13,6 eV).

7. Energjia e nivelit energjetik themelor të atomit të hidrogjenit është -13,6 eV, ndërsa në të tretën -1,5 eV. Të njehsohet frekuenca dhe gjatësia valore e vijës spektrale të dytë e serisë së Lajmanit. Për këtë seri kalimi është nga niveli me $m=3$ në $n=1$ (shiko barazimin 8). Sipas madhësisë së gjatësisë valore shiko në cilën pjesë të spektrit është ajo vijë. (Përgj.: $f=2,9 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$; $\lambda=100 \text{ nm}$)

8. Sipas barazimit (8), nëse merret $m=2$ dhe $n=3, 4, 5$ dhe 6, fitohen katër vija në serinë e Balmerit e cila është në pjesën e dukshme. Të përcaktohen gjatësitë valore të tyre..

(Përgj.: 656,3 nm; 486,2 nm; 434,1 nm; 410,2 nm;)



E. Radhërford (Ernest Rutherford lord Nelson, 1871-1937) është fizikan anglez dhe bashkëpunëtor i Xh. Xh. Tomsonit

Pas tërheqjes së Tomsonit më vitin 1919 ka udhëhequr me laboratorinë e

Nxënësit e tij janë: Mozli, Çedvig, Gajger dhe N. Bor. I pari ka vërejt se rrezatimi i radiumit është i përbërë prej më së paku prej dy lloj rrezatimi. Bashkë me Sodin e ka futur kuptimin për periodën e gjysmëzbërthimit dhe e ka formuluar ligjin e zbërthimit radioaktiv. E ka bërë reaksionin e parë nuklear në kushte laboratorike. Për sukseset në kiminë nukleare më vitin 1908 e fitoi çmimin Nobel



N. Bor (Niels Henrik Bohr, 1885-1962).

Pas kryerjes së studimeve një kohë ka punuar me Xh. Xh. Tomson, e madje edhe me mësuesin e tij E. Radhërford. Bori është autor i teorisë së parë kuantike për shpjegimin e spektrave të hidrogjenit

Është autor i teorisë për bërthamat e përbëra. Me Vilnerin e formuloi modelin e pikës për bërthamën, ka dhënë kontribut në teoritë për fisionin e bërthamës së atomit (1939).

Më vitin 1922 e fitoi çmimin Nobel për rezultatet nga lëmia e teorisë për strukturën e atomit.

2. 7. RREZET RËNTGEN

Rrezet röntgen paraqesin valë elektromagnetike me gjatësi valore shumë të vogël dhe atë nga 10 deri 10^{-4} nm. Sot me zbatimin e akceleratorëve bashkëkohor të elektroneve regjioni i rrezeve röntgen është zgjeruar. Në spektrin e rrezatimit elektromagnetike, rrezet röntgen kah ana e gjatësive valore më të mëdha kufizohen me rreze ultravjollcë, ndërsa kah ana e gjatësive valore më të vogla në masë të madhe mbulohen me rrezet γ .

Duke studjuar dukuritë e shkarkesës elektrike më vitin 1895, V. Röntgen vërejti ndriçim luminishent, ndonëse gypi ka qenë mbyllur në kuti të pa tejdukshme për dritën e dukshme.

Pas zbulimit të rrezeve röntgen (rreze-X), V. Röntgeni ka konstatuar se rrezet përveç që shkaktojnë lumineshencën, kanë veti shumë të ngjashme me rrezet e dritës. P. sh: përhapen drejtvizorisht, krijojnë hije të mprehta të trupave të vendosur në rrugën e tyre, veprojnë në emulzionin fotografik, nxjerrin fotoelektrone nga sipërfaqet e metaleve. Sikurse edhe të gjithë valët elektromagnetike, rrezet röntgen nuk shmangen në fushën elektrike dhe magnetike. Por, sipas vetive, rrezet röntgen esencialisht dallohen nga ato të dritës. Kështu, ata janë të padukshme, kanë aftësi të madhe depërtuese, nuk mund të fokusohen me thjerra optike dhe pasqyra, kanë aftësi jonizuese, tregojnë veprime të forta biologjike në qelizat e gjalla. Por, nëse veprimi është më i gjatë ose bëhet me rreze më intensive, qelizat e ekspozuara mund të zhduken plotësisht. Gjithësesi, më të ndjeshme në rrezatimin röntgen janë qelizat të cilat shpejt rriten dhe shumohen.

Më vonë janë bërë eksperimente për difraksionin dhe interferencën e rrezeve röntgen.

Njëra nga vetitë kryesore të rrezeve röntgen është aftësia depërtuese e tyre e madhe. Ajo është e ndryshme për substanca të ndryshme. Ata lehtë kalojnë nëpër letër, karton, qelq të thjeshtë, pllaka druri, pllaka metalike të holla.

Por, röntgeni ka vërtetuar se ata më vështirë kalojnë nëpër materiale që kanë dendësi të madhe. Prandaj plumbi shfrytëzohet për ekrane mbrojtës, mantila gome, dorëza gome etj.

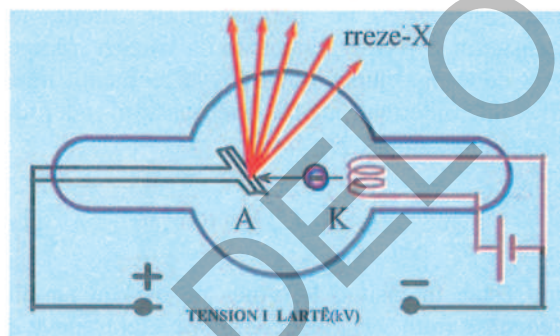


Fig. 1. Gypi Röntgen

Përfitimi i rrezeve röntgen. -Burim më i thjeshtë për përfitimin e rrezeve röntgen janë gypat röntgen, ndër të tjerët më i zbatueshëm është gypi röntgen i **Kulixhit** i paraqitur në fig. 1. Ai është i përbërë prej një baloni qelqi ose metali me vakuum të lartë. Nga katoda K, nëpërmjet emisionit termoelktronik, tufa e elektroneve drejtohet kah anoda A (antikatoda). Ajo është e ndërtuar prej metali që ka pikë të lartë të shkrirjes. Përshkak të tensionit të lartë 10 deri 200 kV ndërmjet katodës dhe anodës, elektronet e emetuara me shpejtësi të madhe e godasin anodën. Shpejt të frenuara nga anoda, elektronet ia dorëzojnë energjinë e tyre kinetike, me çrast një pjesë e energjisë emetohet si rrezatim röntgen (fig. 2)

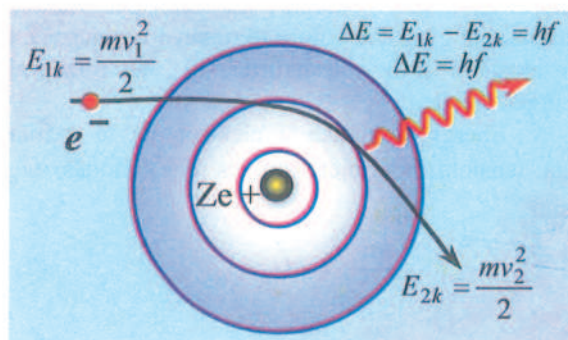


Fig. 2.

Për fokusim më të mirë të elektroneve të emetuar nga katoda, anoda ka formë sferike. Me ndryshimin e intensitetit të rrymës për nxehjen e katodës, ndryshohet edhe numri i elektroneve që e lëshojnë katodën. Intensiteti i rrezeve röntgen, me këtë rast, rritet në përpjestim të drejtë me intensitetin e rrymës. Intensiteti i rrezeve röntgen varet edhe nga numri rendor Z të elementit nga i cili është ndërtuar anoda dhe tensioni ndërmjet anodës dhe katodës U_a :

$$J \sim Z I U_a^2, \quad (1)$$

ku I është intensiteti i rrymës në qarkun anodik. Meqenëse rreth 99% nga energjia e elektroneve që bien në anodë (e ndërtuar nga metalet që vështirë shkrihen), lirohet në nxehtësi, ajo domosdo intensivisht duhet të ftohet.

Spektri röntgen është i përbërë prej atij kontinual dhe linear. Spektri kontinual i takon të ashtuquajturit *rrezatim frenues*, ndërsa spektri linear i takon rrezatimit *karakteristik* röntgenik.

Rrezatimi frenues röntgenik

Gjatë frenimit të elektroneve të shpejta ose cilado qoftë grimcë e elektrizuar, emetohet rrezatim elektromagnetik i cili ka *spektër kontinual*, d. t. th janë përfshirë rrezet röntgen me të gjitha gjatësitë valore të mundshme.

Nga diagramet e fig. 3 mund të vërehet se lakoret për shpërndarjen e intensitetit nuk kalojnë nëpër fillimin e sistemit koordinativ, ndërsa intensiteti bëhet i barabart me zero për vlera të caktuara të gjatësive valore të rrezeve röntgen. D. t. th ekziston kufi valëshkurtër $\lambda_{\min}$ të rrezatimit röntgen frenues.

Energjia kinetike e elektroneve të nxitur nga tensioni ndërmjet katodës dhe anodës U_a është:

$$\frac{mv^2}{2} = eU_a, \quad (2)$$

ku m_e , v dhe e përkatësisht janë masa, shpejtësia dhe ngarkesa e elektronit.

Ekzistimi i kufirit valëshkurtër $\lambda_{\min}$ në spektrin kontinual direkt rrjedh nga natyra kuantike e rrezatimit.

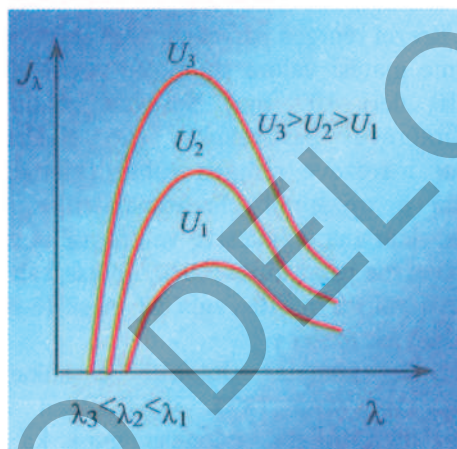


Fig. 3. Varësia e intensitetit të rrezatimit frenues nga gjatësia valore për vlera të ndryshme të tensionit anodik.

Me fjalë të tjera, nëse rrezatimi röntgen paraqitet në logari të energjisë që e humb elektroni gjatë frenimit të tij, atëherë energjia e një kuantit të atij rrezatimi hf nuk mund me qenë më e madhe se energjia e elektronit (eU_a). Kjo d. t. th, këto fotone të fituar i kanë të gjitha frekuencat e mundshme, duke filluar nga ata që e plotësojnë jobarazimin:

$$hf \leq eU_a. \quad (3)$$

Prej këtui del se energjia maksimale, ndërsa me ate edhe frekuenca maksimale e spektrit emetues kontinual, përfitohet kur gjatë goditjes elektroni e humb gjithë energjinë. Kjo energji emetohet si foton me energji $hf_{\max} = eU_a$, ose:

$$f_{\max} = \frac{eU_a}{h}. \quad (4)$$

nëse $f_{\max} = c/\lambda_{\min}$

$$\lambda_{\min} = \frac{ch}{eU_a} \quad (5)$$

ku c është shpejtësia e dritës. Kjo shprehje është treguar shumë e përshtatshme për përcaktimin e konstantës së Plankut.

Për 5+

Rrezet karakteristike të röntgenit

Nëse tensioni i sjellur në gypin e röntgenit gradualisht zmadhohet dhe arrinë vlerë të caktuar kritike, karakteristike për substancën nga e cila është ndërtuar anoda, bashkë me rrezatimin kontinual të röntgenit paraqitet edhe rrezatimi karakteristik i röntgenit. Me fjalë të tjera, në spektrogramin e fituar ka më tepër ose më pak vija intensive të mprehta të cilat gjenden në fonin e spektrit kontinual të rrezatimit frenues röntgenik.

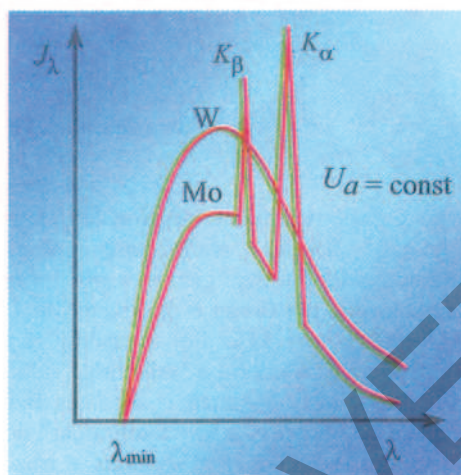


Fig. 4. Spektri linear i rrezatimit röntgenik

Në fig. 4 është paraqitur spektrogrami i rrezeve karakteristike röntgen për molibdenin. Në të njëjtën figurë për krahasim është paraqitur edhe spektri kontinual i volframit i cil ka vlerë kritike më të lartë për tensionin e dhënë.

Spektri karakteristik linear i rrezatimit röntgen fitohet kur elektronet e nxituara në fushën elektrike ndërmjet katodës dhe anodës kanë energji të mjaftueshme të depërtojnë në shtresat e brendshme të atomeve të elementit nga e cila është ndërtuar anoda. Si rezultat i kësaj, në ndonjë nga shtresat e brendshme mund të krijohet “vrime” (vend i zbrazët i elektronit). Kjo vrimë e krijuar pas 10^{-8} s, mund të plotësohet me elektron nga shtresat më të larta, dhe me këtë rast emetohet kuant röntgenik me energji të barabart me ndryshimin e energjive të të dy shtresave.

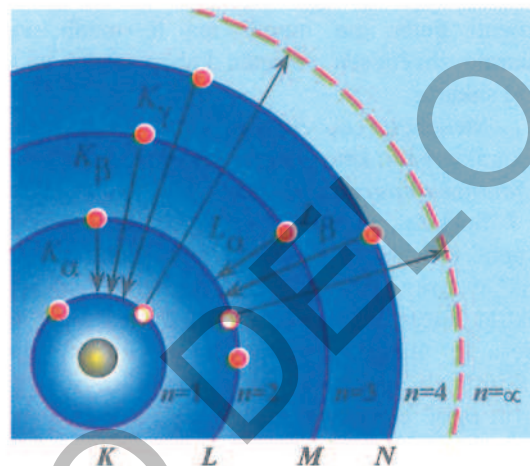


Fig. 5. Spektri karakteristik i röntgenit.

Në fig. 5 skematikisht është paraqitur përfitimi i spektrit karakteristik të röntgenit.

Gjatë kalimit të elektroneve nga shtresat më të largëta në shtresën K ($n=1$), përfitohen vija spektrale që e japin serinë K; vijat spektrale që fitohen gjatë plotësimit të vendit të zbrazët në shtresën - L ($n=2$) me elektron nga shtresat më të largëta e japin serinë L. Në mënyrë analoge përfitohen edhe seritë tjera M, N, O, P. Çdo seri spektrale është e përbërë prej disa vijave spektrale të shënuara me indeksat $\alpha, \beta, \gamma, \dots$. Për shembull, vija spektrale K_α fitohet kur vendi i zbrazur në shtresën K do të plotësohet me elektron nga shtresa L. Vijat spektrale të serisë K – kanë gjatësi valore më të vogël (energji më të madhe).

Fizikani anglez H. Mozli ka vërtetuar se për çdo seri spektrale ekziston ligjshmëri e caktuar, respektivisht rrënja katrore e frekuencës së vijës spektrale të spektrit karakteristik të röntgenit është në përpjestim të drejtë me numrin rendor Z të elementit:

$$\sqrt{f} = b(Z - \sigma), \quad (6)$$

ku b është konstantë e proporcionalitetit, e cila për vijat spektrale të ndryshme ka vlera të ndryshme, ndërsa konstanta σ për çdo seri është e ndryshme.

Sipas ligjit të Mozlit, gjatë kalimit nga spektri karakteristik röntgen të një elementi me numër rendor të vogël, kah spektri i tillë i një elementi tjetër me numër më të madh, vijat spektrale zhvedosen në anën kah gjatësitë valore më të shkurta.

Meqenëse çdo element kimik ka spektrin e vet karakteristik, këto spektre mund të shfrytëzohen për *analizë röntgenospektrale*.

Spektrat karakteristikë të röntgenit për një element të caktuar dallohen nga spektrat linear optik të tyre. Dallimi është rezultat i asaj se të spektrat linear optik marrin pjesë elektronet nga shtresa e fundit e paplotësuar, ndërsa gjatë përfitimit të spektrave karakteristik të röntgenit marrin pjesë elektronet nga shtresat e brendëshme të atomit për të cilët duhet energji më e madhe për tu ngacmuar. Vetë e rëndësishme e këtyre spektrave është ajo se atomet e ndonjë elementi kimik, pavarësisht se në cilin komponim kimik janë, gjithëmonë japin spektër karakteristik të njëjtë të röntgenit.



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. A munden rrezet e röntgenit të shkaktojnë fotoefekt nëse hasin në pengesë metalike?

2. Përcaktoni energjinë e kuantit röntgenik me gjatësi valore $\lambda = 0,01 \text{ nm}$.

(Përgjigje: $1,24 \cdot 10^5 \text{ eV}$)

3. Përcaktoni gjatësinë valore minimale dhe frekuencën maksimale të spektrit kontinual të rrezatimit röntgen nëse energjia e elektroneve që godasin anodën është 200 keV .

(Përgjigje: $\lambda_{\min} = 0,62 \cdot 10^{-2} \text{ nm}$; $f_{\max} = 4,8 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$)

4. Të përcaktohet $\lambda_{\min}$ e rrezatimit karakteristik frenues, nëse tensioni ndërmjet anodës dhe katodës në gypin röntgen është 100 kV ?

(Përgjigje: $\lambda = 0,0123 \text{ nm}$)

5. (Për 5+) Si fitohet seria L – e rrezatimit karakteristik röntgenik, dhe si vija spektrale L_{α} .

Shpjegoni kuptimet vijues:

- rrezatimi röntgen;
- rrezatimi frenues röntgen;
- spektrat karakteristik të röntgenit,
- gjatësia valore kufitare;



V. Röntgen (Wilhelm Conrad Röntgen - 1845-1923) është fizikan gjerman. Duke studjuar dukuritë e shkarkesës

në gypin e gaztë të Kruksit, më vitin 1895 konstatoi se kristali barium platincianid intensivisht lumineshon, ndonëse gypi gjendet i mbyllur në kuti të patejdukshme për dritën e dukshme. Më 13. 01. 1896 Röntgeni për këtë lloj rrezatimi të ri ka mbajtur ligjëratë në oborin e Wilhelm II, ndërsa më 23. 01. 1896, në mbledhjen e shoqatës fizikano-medicinale në Vizburg, e ka "fotografuar" dorën e një histologu të njohur. Për zbulimin e rrezeve X më vitin 1901 e ka fituar çmimin e parë Nobel për fizikë.

Me zbatimin e ligjit të Mozlit janë plotësuar elementet që kanë munguar në sistemin periodik të Mendeleevit, njëherësh janë korrigjuar edhe vendet e disa elementeve në sistemin periodik. Mozli drejt i radhiti elementet e vendeve alkalike me numër rendor $Z = 58 - 71$. Ai i korrigjoj edhe vendet e disa elementeve në sistemin periodik të cilët kanë qenë të radhitur sipas masës atomike, si p. sh, Co-Ni, Ar-K, Te-I, e parashikoj edhe ekzistimin e elementit me numër rendor 43 i cili është zbuluar shumë më vonë.

2.8. ZBATIMI I RREZEVE RËNTGEN

Vetitë e rrezeve röntgen siç janë: gjatësi valore të vogël, depërtueshmëri të madhe, aftësi jonizuese etj, kanë gjetur zbatim të gjërë. Në medicinë rrezet röntgen shfrytëzohen gjatë röntgen-diagnostikës dhe terapi, në teknikë dhe industri shfrytëzohen si metodë e sigurtë për kontrollë dhe testim të materialeve. Kjo metodë është e njohur si *defektoskopi röntgenike*. Me këtë metodë mund të zbulohen vrima, çarje, defekte të lidhjeve salduese dhe defekte tjera të pjesëve të ndryshme të maqinave dhe elementeve ndërtimore.

Nga ana tjetër, difraksioni i rrezeve röntgen shfrytëzohet për hulumtimin e strukturës së materies.

Këtu do të njihemi me disa veti themelore të rrezeve röntgen nëpërmjet së cilës është realizuar zbatimi i tyre.

Absorbimi i rrezatimit röntgenik

Zbatim i gjërë i rrezatimit röntgen në teknikë dhe medicinë bazohet në ligjet e absorbimit, d. t. th në depërtueshmërinë e ndryshme të rrezeve röntgen nëpër materiale të ndryshme.

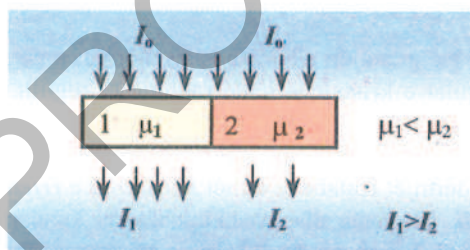


Fig. 1.

Absorbimi i ndryshëm i tufës röntgenike gjatë kalimit të tyre nëpër mjedise johomogjene, mundëson përfitimin e figurës të atij trupi (fig. 1). Me fjalë të tjera mund të shihen të metat e disa



Fig. 2.

lëndimi i ashtit..

materialeve, p. sh, johomogjeniteti ose çarjet.

Për përfitimin e figurës röntgenike (në medicinë ose teknikë) qëndron dukuria për absorbimin e rrezatimit röntgen. Varësia e absorbimit nga numri rendor i materialit tregon se rrezet röntgen nuk absorbohen njësoj nga të gjitha materialet. Intensitet më të madh të tufës dalëse do të kemi atje ku absorbimi është më i vogël, dhe anasjelltas.

Dallimi i madh në absorbimin e rrezeve röntgen në mjedise të ndryshme ka mundësuar të zhvill ohet *defektoskopia röntgenike* dhe më tepër metoda röntgen diagnostike.

Gjatë *röntgenografisë* shembëlli mi fiksohet në film special. Në fig. 2. është paraqitur një inçizim röntgenografik, ku mirë shihet

Për 5⁺

Ligji për absorbimin

Nëse një tufë paralele e rrezatimit monokromatik röntgenik kalon nëpër një absorbent me dendësi d , provat tregojnë se intensiteti i rrezeve röntgen eksponencialisht bie me zmadhimin e trashësisë:

$$I = I_0 e^{-\mu d}, \quad (1)$$

ku I_0 është intensiteti i rrezeve röntgen që bien në materialin; "e" është bazë e logaritmeve natyrore e barabart me $e \approx 2,72$, μ është *koeficient linear i absorbimit* të rrezeve röntgen. Koeficienti linear i absorbimit shprehet në m^{-1} . Ai varet nga natyra e materialit, respektivisht nga dendësia e tij ρ , gjatësai valore λ e rrezatimit röntgenik dhe numrin rendor të elementit Z . Për vlera konstante të dendësisë dhe gjatësisë valore, koeficienti linear i absorbimit është:

$$\mu \sim Z^4 \quad (2)$$

Varësia grafike e zvoglimit të intensitetit të rrezatimit rëntgenik nga trashësia e absorbentit është treguar në fig. 3. Intensiteti zvoglohet më shpejt, sa më i madh është koeficienti linear i absorbimit μ . Ligji për absorbimin (1) vlenë për të gjitha llojet e rrezatimit elektromagnetik. Kur ka të bëjë për dritën, ai është i njohur si ligji i Lambert-Berit.

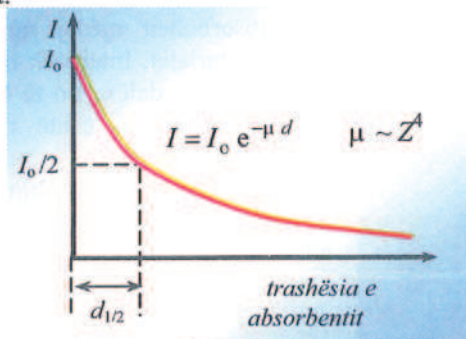


Fig. 3

SHEMBULL 1. Duke patur parasysh barazimin (2), të bëhet krahasimi i koeficientëve të absorbimit në eshtna të cilët, kryesisht, përmbajnë kalcium folsfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dhe indeve të buta në përbërjen e të cilit, kryesisht, hynë uji.

Zgjidhje. Duke marrë parasysh se numrat rendor të Ca, P, O, dhe H, përkatësisht janë 20, 15, 8, 1 dhe duke shfrytëzuar barazimin (2) fitohet:

$$\frac{\mu_{\text{m asht}}}{\mu_{\text{m H}_2\text{O}}} = \frac{3 \cdot 20^4 + 2 \cdot 15^4 + 8 \cdot 8^4}{2 \cdot 1^4 + 8^4} \approx 150$$

Me fjalë të tjera, absorbimi i rrezeve rëntgen në kalcium fosfatën është 150 herë më i madh nga absorbimi në ujë.

SHEMBULL 2. Të përcaktohet trashësia për të cilën intensiteti i rrezatimit rëntgenik përgjysmohet. Kjo trashësi quhet *gjysmëtrashësi* dhe shënohet me $d_{1/2}$.

Zgjidhje. Nëse intensiteti është $I = I_0/2$ atëherë trashësia është $d = d_{1/2}$. Ligji për absorbimin, barazimi (1) mund të shkruhet:

$$\frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\mu d_{1/2}}$$

Nëse bëhet logaritimi fitohet: $\ln 2 = \mu d_{1/2}$, respektivisht:

$$d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}$$

Nga barazimi i fundit del se gjysmëtrashësia është aq më e vogël, sa më i madh është koeficienti linear i absorbimit të materialit. Ky barazim shfrytëzohet për të përcaktuar trashësinë e absorbentit, i cili shfrytëzohet për mbrojtjen nga rrezatimi.

Difraksioni i rrezeve Rëntgen

Për ta vrojtuar difraksioni e rrezeve rëntgen, është e domosdoshme rrjeta e difraksionit me konstantë të krahasueshme me gjatësinë valore të tyre. Rrjetat difraktive optike janë tepër të vrazhdëta për të fituar figurë difraksioni. Nga ana tjetër është e njohur se largësia ndërmjet atomeve në trupat e ngurtë është rend e madhësisë sa gjatësia valore të rrezeve rëntgen. Kjo e shtyni fizikanin gjerman M. Laue në idenë që si rrjetë difraktive për rrezet rëntgen të shfrytëzoj kristalet.

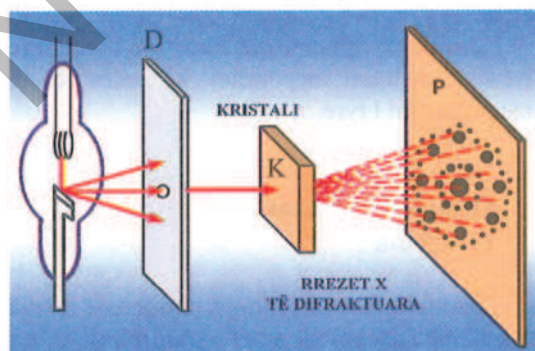


Fig. 4. Skema eksperimentale për difraksioni e rrezeve rëntgen nga kristali

Në gjendjen e baraspeshës atomet, jonet, ose molekulat e kristaleve kanë radhitje të regullt. Ata qëndrojnë në nyjet e rrjetës kristalore dhe formojnë rrafshje kristalografike (atomike). Largësia d (0, 1 nm) ndërmjet rrafshëve quhet *konstantë e rrjetës së kristali*. M. Laue dhe bashkëpunëtorët kanë pasur sukses të fitojnë figurë difraktive me rrezet rëntgen. Skema e eksperimentit që e vërteton përfitimin e figurës difraktive është paraqitur në fig. 4.

Rrezatimi rëntgen bie në pllakën e plumbit D, e cila lëshon një tufë të hollë rrezesh rëntgen të cilat pasi kalojnë në kristalin K bien në fotopllakën P. Në fotopllakën, përveç njollës së errët qendrore

intensive, që i përgjigjet drejtimit drejtvizorë të rrezeve rëntgen, fitohen edhe shumë njolla të errëta të vogla, që janë radhitur në rregull rreth asaj qendrore.

Njollat e errëta janë vendet ku rrezet rëntgen të difraktuara me interferencë maksimalisht përforcohen. Ato drejtime varen nga gjatësia valore e rrezeve rëntgen, shpërndarja e atomeve, respektivisht joneve të rrjetës kristalore dhe këndit të rënies së rrezeve.

Kristalet e ndryshme japin figurë difraktive të ndryshme, të ashtuquajtura *diagrame të Laues* (fig. 5). Nëpërmjet figurave difraktive të realizuara, jo vetëm që u dëshmuua natyra valore e rrezeve rëntgen por, është matur edhe gjatësia valore e tyre.

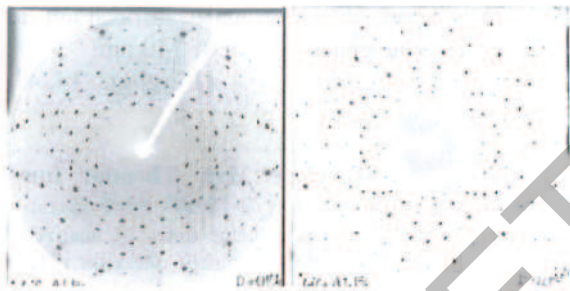


Fig. 5. Diagrami i Laues për substancën e njëjtë, por strukturë kristalore të ndryshme

Nga ana tjetër, nëse lëshohen rreze rëntgen me gjatësi valore të njohur nëpër një kristal, nga figura e fituar e difraksionit mund të gjykohet për strukturën kristalore.

Më vitin 1913 fizikanët anglez B. H. Breg dhe B. L. Breg, babë dhe bir, e vërtetuan eksperimentin e Laues dhe teorisë së tij i dhanë një barazim teorik shumë të thjeshtë për difraksionin e rrezeve rëntgen, sot të njohur si *barazimi Breg-Vulfrit*. Ata në më tepër shembuj kanë treguar se zbulimi i Laues mund të shfrytëzohet si metodë për të studjuar strukturën e materies.

Një tufë monokromatike e rrezatimit rëntgen le të bjerë në kristalin nën këndin θ në raport me rrafshet paralele që kalojnë nëpër nyjet (atomet) e rrjetës kristalore dydimensionale (fig. 6).

Rrezet rënëse që reflektohen nga rrafshet e ndryshme janë koherente dhe mund të interferojnë.

Me interferencë rrezet e pasqyruara do të përforcohen, nëse ndryshimi i rrugëve të të dy rrezeve, të pasqyruara nga dy rrafshet fqinjë të kristalit, është numër i plotë i gjatësisë valore.

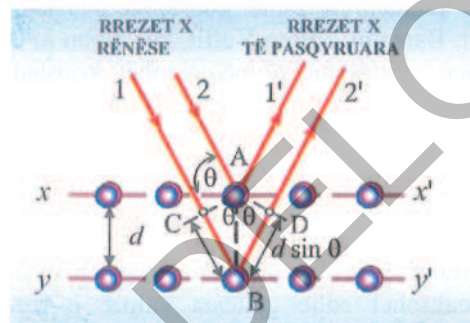


Fig. 6. Difraksioni i rrezeve rëntgen nga rrjeta kristalore dydimensionale

Do ta njehsojmë ndryshimin e rrugëve të dy rrezet fqinjë që do të interferojnë. Në fig. 6 janë paraqitur dy rrafshet fqinjë të kristalit pingul në rrafshin e vizatimit në të cilët qëndrojnë nyjet e rrjetës kristalore, të shënuar me rrathë të vegjël.

Rrezet 1 dhe 2 të rrezatimit monokromatik rëntgenik, që bien nën kënd θ kah sipërfaqja e kristalit, pasqyrohen nga rrafshi i parë $x - x'$ dhe i dyti $y - y'$. Rrezet e pasqyruara 1' dhe 2' me rrafshet atomike të kristalit mbyllin të njëjtin kënd θ .

Për ta përcaktuar ndryshimin e rrugëve të të dy rrezeve të pasqyruara, nga pika A tërhiqen pingulet AC dhe AD në rrezet 1 dhe 2'. Nga figura 6 del se:

$$\Delta = |BC| + |BD| = 2|BC|.$$

Nga trekëndëshi kënddrejtë ABC kemi:

$$|BC| = d \sin \theta.$$

Treguesi absolut i përthyerjes për të gjitha mjediset e rrezeve rëntgen është afërsisht i barabartë me një dhe ndryshimi rrugor i kërkuar është $\Delta = 2d \sin \theta$.

Sipas kësaj, kushti për maksimum të difraksionit të rendit m -është dhënë me barazimin e *Breg-Vulfrit*:

$$2d \sin \theta = m\lambda \quad (1)$$

ku $m = 1, 2, 3, \dots$ është numër i plotë dhe e jep rendin e difraksionit, λ është gjatësia valore e rrezeve röntgen, d është konstanta e rrjetës së kristalit. Barazimi i Breg-Vulfit, kur dihen λ , θ dhe m , e jep mundësinë të përcaktohet konstanta e rrjetës kristalore d . Ky barazim është bazë e metodës *analizë röntgenostrukturale*.

Kur dihet konstanta e rrjetës kristalore që shfrytëzohet për difraksion të rrezeve röntgen, ndërsa matet edhe këndi θ për të cilin fitohet maksimumi, sipas barazimit të Breg-Vulfit mund të përcaktohet edhe gjatësia valore e rrezeve röntgen.

Me difraksionin e rrezeve röntgen hulumtohet edhe struktura e shumë viruseve dhe makromolekulave. Me difraksionin e rrezeve röntgen është studjuar struktura DNK (spirale dyfishe).

SHEMBULLI 3. Rrezet röntgen me gjatësi valore $\lambda = 0,1 \text{ nm}$ bien në kristal që ka konstantë të rrjetës $d = 0,5 \text{ nm}$. Nën cilin kënd duhet të bien rrezet në krahasim me rrafshin e kristalit për ta vrojtuar maksimumin e parë difraktiv?

Zgjidhje. Përgjigje në pyetjen e shtruar do të fitohet nga barazimi 1 nëse në të merret $m = 1$.

$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{2d} = \frac{0,1}{2 \cdot 0,5} = 0,1$$

prej këtui fitohet: $\theta = 5^\circ 40'$

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- absorbimi i rrezeve röntgen
- gjysmëtrashësi
- koeficient linear i absorbimit
- difraksioni i rrezeve röntgen
- konstanta e rrjetës së kristalit

- diagrami Laue
- rendgenografia

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Në përmendoren e Röntgenit në muzeun e Mynhenit shkruan: "Sipas tij të ashtuquajtura rreze, mjekut ia tregojnë brendësinë e organizmit të gjallë, inxhinierit brendësinë e ndërtimeve të tij, ndërsa hulumtuesit i japin informata për ndërtimin e atomit". Cilët janë metodat me të cilët mund të kryhen hulumtimet e përmendura?

2. Nëse konstanta e rrjetës kristalore të NaCl është $d = 0,281 \text{ nm}$, nën cilin kënd do të fitohet maksimumi i parë difraktiv gjatë difraksionit të rrezeve röntgen me gjatësi valore $0,140 \text{ nm}$.

(Përgjigje: $14,4^\circ$)



M. Laue Max Theodor fon Laue, (1879-1960) është fizikan gjerman, themelues i analizës röntgeno-strukturale. Më vitin 1912 si rrjetë difraksioni për rrezet röntgen ka shfrytëzuar kristale. Për zbulimin epokal difraksioni i

rrezeve röntgen, më vitin 1914 e fitoi çmimin Nobel.



William H. Bragg (1862-1942) baba dhe William L. Bragg (1890-1971) i biri për zhvillimin e metodës së Laues më vitin 1915 e fituan çmimin Nobel.

2. 9. BAZAT E ELEKTRONIKËS KUANTIKE

Emisioni spontan dhe i stimuluar

Në një sistem kuantomekanik (ai mund të jetë atom, molekulë ose jon) energjia e elektroneve mund të jetë vetëm madhësi e caktuar. Themi se atomi si sistem kuantomekanik mund të gjendet vetëm në gjendje energjetike saktësisht të caktuara, respektivisht gjendje kuantike.

Kur të gjithë elektronet të një atomi gjenden në gjendje energjetike më të ulët (themelore), themi se atomi është në *gjendje themelore kuantike*. Atomet në proceset e emisionit dhe absorbimit të dritës (rrezatimit elektromagnetik) mund të kalojnë nga një gjendje kuantike në tjetrën. Kalimet e tilla, më thjeshtë mund të paraqiten në shembullin e sistemit kuantik me dy nivle energjetik m dhe n . Energjitë e këtyre niveleve përkatësisht le të jenë E_m dhe E_n , me këtë rast $E_n > E_m$.

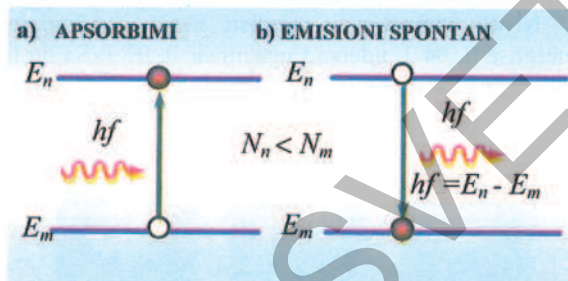


Fig. 1. Paraqitja skematike e absorbimit të rrezatimit dhe emisionit spontan.

Në një sistem kuantomekanik kalimet energjetike të mundshme realizohen me: *absorbim të energjisë*, *emision spontan (stihik)* dhe *emision i detyrueshëm ose stimulativ*.

Apsorbimi i energjisë (fig. 1a) bëhet kur atomi, i cili është në gjendje kuantike themelore, fiton energji nga jashtë, d. t. th atomi absorbon kuant me energji hf .

Emisioni spontan mund të realizohet kur elektroni kalon nga niveli energjetik më i lartë E_n në nivelin energjetik më të ulët E_m (Fig. 1b), në këtë rast sikurse dimë emetohet foton që është i barabart me ndryshimin e energjive ndërmjet dy

gjendjeve:

$$hf = E_n - E_m, \quad (1)$$

ku h është konstanta e Plankut. Me fjalë të tjera fotoni (kuanti me energji) nuk emetohet ose absorbohet në pjesë arbitrarisht, por në porcione rreptësisht të caktuara hf .

Gjatë kalimeve spontane fotonet dallohen ndër vedi në fazë, drejtime të përhapjes, në rrafshet të lëkundjeve dhe në frekuencë. Themi se drita është *jokoherente dhe papolarizuar*.

Nga veprimi i rrezatimit elektromagnetik të jashtëm, përveç absorbimit, është i mundshëm të realizohet edhe *emisioni i stimuluar*.

Albert Ajnshtajni, që më vitin 1917, në punët e tij teorike ka vërtetuar në mundësinë për një lloj tjetër emisioni, emisioni i cili është i stimuluar nga jashtë dhe në të cilin mund të arrihet deri te rrezatimi i përforcuar.

Kalimi i *stimuluar* nga gjendja me energji më të madhe në gjendjen me energji të vogël ($n \rightarrow m$) dallohet nga kalimi spontan ($n \rightarrow m$) (fig. 2).

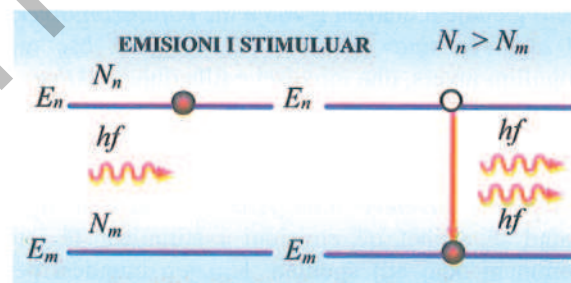


Fig. 2. Emisioni i stimuluar i rrezatimit

Nëse një atom të caktuar *tashmë të ngacmuar* bie kuant i energjisë me madhësi të barabart me ndryshimin e energjive ndërmjet niveleve E_n dhe E_m ($hf = E_n - E_m$). Meqenëse atomi ndodhet në gjendje energjetike, më të lartë, bëhet bashkëveprimi ndërmjet fotonit rrënës dhe atomit. Fotoni rrënës e stimulon atomin që ai të kthehet në nivelin më të ulët dhe në vend të absorbimit, atomi emeton foton me energji $hf = E_n - E_m$, të barabart me fotonin rrënës.

Meqenëse emisionin e stimuluar mund ta shkaktojë vetëm fotoni me energji të barabart me $hf = E_n - E_m$, tash fitohen dy fotone të cilët kanë gjatësi valore të barabart fazë dhe drejtim të

përhapjes, *ata janë koherent*. Ata mund të bashkëveprojnë me dy atome të tjerë të ngacmuar dhe të shkaktajnë dy kalime të reja të stimuluar. Kështu fitohen katër fotone të cilët mund të shkaktajnë katër kalime të reja të stimuluar etj. Kështuqë, në këtë proces numri i fotoneve zmadhohet si ortek.

Kur mjedisi material gjendet në kushte natyrore, numri më i madhë i atyre atomeve ndodhet në gjendjen energjetike më të ulët, dhe te të gjithë atomet ekzistojnë gjasa të barabarta për kalim kuantik nga gjendja energjetike më e ulët në gjendje energjetike më të lartë (të ngacmuar) dhe anasjelltas.

Për të përfutur rrezatim koherent dhe të përforcuar, domosdo duhet që mjedisi material i dhënë të sillet në atë gjendje energjetike ku numri i atomeve të ngacmuar (N_n) në njësi kohe dhe njësinë e vëllimit të jetë më i madh nga numri i atomeve në gjendjen themelore (N_m), d. t. th.

$$N_n > N_m \quad (2)$$

Këto gjendje u quajten gjendje me *popullzim invers të atomeve sipas niveleve të energjisë*, ose me popullim invers, dhe mjediset e tilla quhen *aktive*.

Popullzimi invers arrihet duke sjell energji nga jashtë (rrezatime elektromagnetike, nxehtësie, kimike, elektrojonizuese etj). Ky proces quhet *pompim i niveleve energjetik*. Në këtë mënyrë mund të arrihet që emisioni i stimuluar të jetë dominant ndaj atij spontan. Kjo jep mundësi për zmadhim të shpejt të intensitetit të rrezatimit koherent.

Te mjediset aktive, koha mesatare e jetës së atomeve në gjendje të ngacmuar është më e gjatë se sa te mjediset me popullzim normal. Koha e jetës së atomit në gjendje të ngacmuar zakonisht është e rendit 10^{-8} s, ndërsa në mjediset aktive për disa nivele është $10^{-4} - 10^{-3}$ s (te disa molekula mund të jetë edhe me vite). Nivelet e këtillë të energjisë quhen nivele *metastabile* të energjisë. Kjo jep mundësi të realizohet popullzimi invers ($N_n > N_m$). Me fjalë të tjera, te mjediset aktive në ligjin e *Lambert-Berit* për absorbimin e dritës:

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (3)$$

koeficienti i absorbimit α fiton vlerë negative ($\alpha < 0$). Në (3) I_0 -është intensiteti i dritës që bie në mjedisin aktiv me trashësi x ; I është intensiteti i dritës që del, kurse $e=2, 72..$ është baza e logaritmeve natyror. Te këto mjedise në vend të absorbimit bëhet përforcimi i rrezatimit -*absorbimi negativ*. Emisioni stimulatv i tillë i rrezatimit koherent realizohet te *gjeneratorët kuantik (laserët)*.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| - absorbimi | - emision spontan |
| - emisioni i stimuluar | - mjedise aktive |
| - popullzim invers | - nivele metastabile |
| - absorbim negativ | - ligji i Lambert-Berit |
| - rrezatim koherent | - rrezatimi jokoherent |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Niveli themelor i mjedisit aktiv i përgjigjet energjisë 0, 04 J, ndërsa i ngacmuar 0, 07 J. Sa do të jetë gjatësia valore e fotonit të emetuar?

(Përgjigje: $\lambda = 623 \text{ nm}$)

2. Pse nuk mund të fitohet përforcim i dritës gjatë



Basov Nikolaj Prohorov Aleksandar Charles H. Genadijevič Mihajlovič Townes

Për kontributin e dhënë në elektronikën kuantike më vitin 1964 çmimin Nobel për fizikë e kanë ndarë: N. Basov dhe A. Prohorov, X. Tauns,

Më vitin 1952 N. Basov dhe A. Prohorov, dhe pavarësisht nga ata Xh. Tauns e kanë ndërtuar gjeneratorin parë kuantik molekular, si paraardhës të laserit, i cili punon në regjionin e mikrovalëve dhe quhet MASER *Mikrowave Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (përforcimi i mikrovalëve me emision të stimuluar të rrezatimit).

2.10. LASERËT DHE ZBATIMI I TYRE

Laserët janë gjeneratorë kuantik optik të valëve të dritës monokromatike rreptësisht koherente, të fituar me ndihmën e emisionit të stimuluar. Me fjalë të tjera LASERI është shkurtësë e shkronjave të para: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* –përforcimi i dritës me emision të stimuluar të rrezatimit.

Laseri i parë, i cili ka punuar në regjionin optik, është laseri i rubinit i ndërtuar më vitin 1960 nga fizikani amerikan T. Mejman.

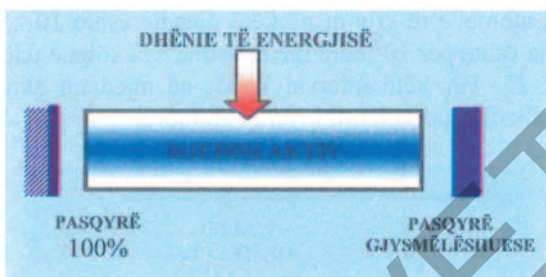


Fig. 1. Skema optike e laserit.

Pjesët themelore të çdo laseri janë: 1. *mjedisi punues* (mjedisi aktiv) ku ekzistojnë kushte për popullzim invers të niveleve energjetike, me këtë edhe krijimin e emisionit të stimuluar; 2. *sistemin për ngacim "pompim"* të atomeve (sistem për krijimin e popullzimit invers në mjedisin aktiv); 3. *rrezonator*, i cili shfrytëzohet për ndarjen e tufës së fotoneve në një kahje të caktuar dhe formimin e tufës koherente të dritës me gjatësi valore të caktuara; 4. *sistemi për ftohje*.

Llojet e laserëve. Në praktikë shfrytëzohen lloje të ndryshme të laserëve. Në varësi nga mjedisi aktiv, laserët mund të ndahen në: laser me mjedis të ngurt, të gaztë dhe të lëngët. Në një grup të veçantë të laserëve numrohen laserët me gjysmëpërçues.

Sipas metodës së ngacimit të atomeve, laserët me mjedis aktiv mund të jenë *optik*,

termik, *kimik*, *elektrojonizues*, *ngacim me tufa elektronike me energji të lartë* etj.

Në lidhje me përbërjen e brendëshme të mjedisit aktiv, laserët mund të ndahen në: *atomik*, *molekular dhe jonik*, ndërsa sipas regjimit të punës, në *kontinual* (laseri-He-Ne), *impulsiv* (i rubinit) dhe *periodiko-impulsiv*. Sipas regjionit spektral të gjenerimit laserët mund të punojnë në: regjionin infrakuq (i afërt dhe i largët), të dukshëm, ultravjollcë dhe regjionin rëntgenik.

Për ta shpjeguar *parimin e punës së laserëve*, më së pari duhet të shqyrtohet bashkëveprimi i fotoneve me atomet e mjedisit aktiv. Nëse atomet janë të ngacmuar me fotone, frekuenca e të cilëve është e barabart me frekuencën e kalimeve të mundshme nga gjendja më e lartë kuantike në atë më të ulët, emetohen dy fotone të cilët janë koherent me fotonin rrënës dhe lëvizin në të njëjtën kahje. Këta dy fotone në rrugën e tyre hyjnë në bashkëveprim me dy atome të ngacmuar vijues, kështu fitohen katër fotone me të njëjtën kahje dhe frekuencë (fig. 2a). Në këtë mënyrë, me procesin e emisionit të stimuluar, numri i fotoneve të krijuar multiplikohet (rritet si ortek).

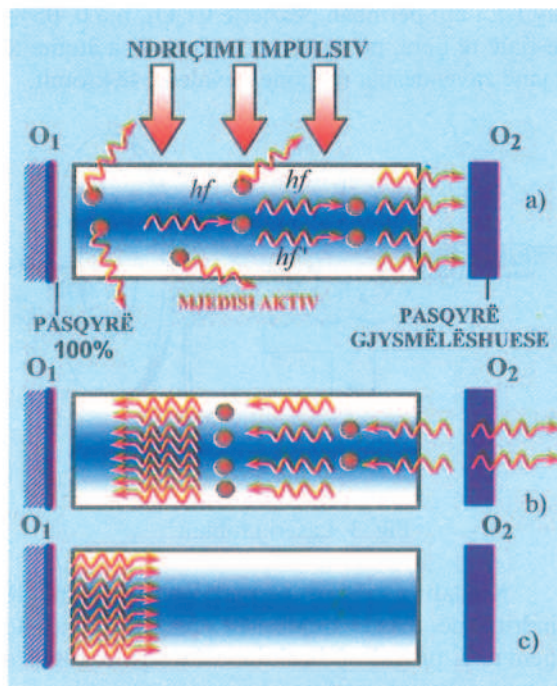


Fig. 2. Paraqitja skematike e përfitimit të dritës laserike.

Për të zmadhuar gjasat për interaksionin e fotoneve rrënës me atomet e ngacmuar, d. t. th të zmadhohet intensiteti i rrezatimit laserik, domosdo duhet që interaksioni të zhvillohet në hapsirën e **rezonatorit optik**. Rezonatori optik në përgjithësi paraqet sistem të dy pasqyrave O_1 dhe O_2 , nga të cilat njëra është gjysmëlëshuese, ndërsa tjetra pasqyron 100% (fig. 1). Pasqyrat kanë bosht optik të përbashkët me mjedisin aktiv të laserit. Nëse largësia ndërmjet dy sipërfaqeve të pasqyrave është numër i plotë i gjatësisë valore të fotoneve, krijohet valë e qëndrueshme, e cila pas pasqyrimit shumëfish nga pasqyrat ka drejtimin e boshtit të mjedisit aktiv.

Një pjesë e ortekut të fotoneve del nga pasqyra gjysmëlëshuese (fig. 2b), ndërsa një pjesë pasqyrohet dhe kthehet në mjedisin aktiv. Kur orteku i fotoneve do të arrij deri te pasqyra O_1 , kthehet si tufë paralele kah pasqyra O_2 , gjatë së cilës intensiteti i tufës dalëse zmadhohet (fig. 2c) Ky proces i multiplikimit të fotoneve zhvillohet në të njëjtën mënyrë edhe ma tutje përderisa nuk fitohet fuqi maksimale e rrezatimit.

Laseri i rubinit (fig. 3). Mjedisin aktiv të laseri me rubin është kristali artificial i rubinit (Al_2O_3), i cili përmban përzierje Cr_2O_3 , me 0, 05%. Me fjalë të tjera, në rrjetën kristalore disa atome të Al janë zëvendësuar me jone trevalente të kromit.

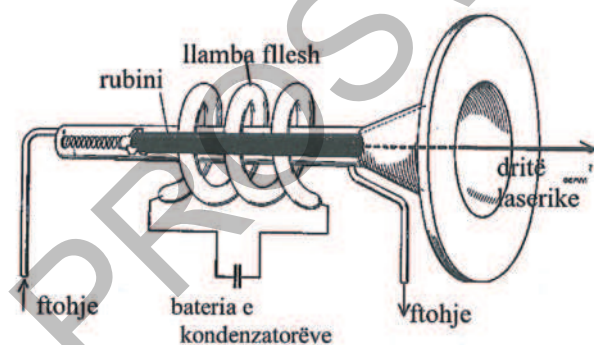


Fig. 3. Laseri i rubinit

Kristali i rubinit përpunohet në formë të cilindrit me baza rreptësisht paralele dhe të argjentuara, pingul në boshtin, ashtu që largësitë e tyre e përcaktojnë gjatësinë e rezonatorit optik.

Popullzimi invers te laseri i rubinit arrihet me llambë ksenoni (flësh llambë fig. 3), e cila është e mbështjellur rreth kristalit. Energjia e fotoneve të ksenonit i përgjigjet energjisë gjatë kalimit të joneve të kromit nga gjendja themelore në atë të ngacmuar. Gjatë ndriçimit intensiv me impuls prej afërsisht 0, 1ms, më tepër jone kromi kalojnë nga niveli më i ulët energjetik E_1 në nivelin më të lartë E_3 (fig. 4). Në nivelin energjetik E_3 ata ngelin rreth 10^{-8} s. Madje ose me emision spontan të fotonit kthehen në gjendje themelore E_1 , ose kalim me gjasa më të mëdha nga $E_3 \rightarrow E_2$ pa emision të dritës në E_2 . Me këtë rast teprica e energjisë e cila është energji nxehtësie i dorëzohet rrjetës kristalore të rubinit.

Në këtë mënyrë numri më i madh i joneve të ngacmuar të kromit do të ndodhen në gjendjen metastabile (e përzgriptë) E_2 . Koha mesatare e jetës së atomeve të kromit në këtë gjendje është 10^{-3} , e cila është për 10^5 herë më e madhe nga koha e jetës në E_3 . Për këtë interval kohor në mjedisin aktiv realizohet popullzimi invers i atomeve.

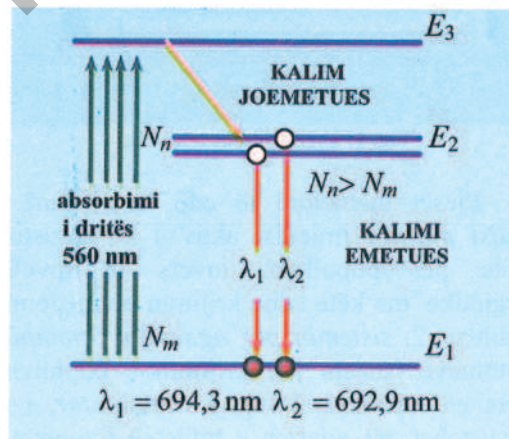


Fig. 4. Kalimi energjetik i joneve të kromit në kristalin e rubinit

Çdo foton me energji $hf = E_2 - E_1$ i krijuar gjatë kalimit spontan nga gjendja metastabile E_2 në gjendjen themelore E_1 , në rrugën e tyre mund të shkaktoj kalim të stimuluar nga gjendja E_2 në gjendjen themelore E_1 me emision të një fotoni të ri me të njëjtën energji hf . Nga këto dy fotone secili mund të shkaktoj kalim të stimuluar të tillë të

njëjtë. Për të siguruar krijimin e ortekut të fotoneve, mjafton vetëm një foton të ketë drejtimin për së gjati boshtit të rrezonatorit. Fotonet që kanë drejtim tjetër absorbohen ose dalin nga mjedisi aktiv. Gjatë kalimit të stimuluar, meqë E_2 ka strukturë të përbërë, emetohet dritë me dy gjatësi valore të afërta.



Fig. 5. Drita laserike

Vetitë themelore të dritës laserike janë: koherencë kohore dhe hapsinore, njëngjyresë të lartë, divergjencë të vogël, intensitet të madh, fokusim të lehtë në sipërfaqe të vogla. Këto kanë gjetur zbatim të madh në shkencë dhe teknikë.

Drita laserike, përshkak të koherencës së madhe, është e përshtatshme për modulimin e radiovalëve. Meqenëse drita laserike ka miliona herë frekuencë më të madhe nga radiovalët, prandaj është i madh edhe numri i informatave (tone dhe figurë) që transmetojnë. Ekzistojnë ma tepër kanale dritëpërçuese (kablo optik nëpër të cilën tufa laserike e dritës përhapet pa absorbim). Drita laserike zbatohet në teknikën kompjuterike (lexues laserik, printera).

Fuqia e madhe dhe koncentrimi i tufës laserike në sipërfaqe të vogël shfrytëzohet në industri për përpunim të mirë dhe gdhendje të

metaleve që kanë pikë të lartë të shkrirjes (çelja e mikrohapjeve, për mikrosaldim). Mundësia e dritës laserike të fokusohet në sipërfaqe të vogëla (mikropika), në medicinë shfrytëzohet si thikë kirurgjike gjatë operacioneve precize mikrokirurgjike (operacioni i syrit). Përshkak të koagullimit të proteinave, enët e gjakut nuk gjakosen. Laserët me fuqi të vogël (He-Ne laserët) mund ti zavendsojnë gjilpërat për akupunkturë. Me laserët shmangen tumore të ndryshme. Për qëllime terapeutike shfrytëzohen për mbylljen e shpejtë të plagëve.

Me laserët mund të maten saktë largësi të mëdha, si p. sh të satelitëve ose largësia ndërmjet Tokës dhe Hënës dhe trupa të tjerë qiellor. Aeroplanët bashkëkohor kanë zhirskopa laserik për të mbajtur kahjen e lëvizjes.

Rrezatimi laserik me vetitë e përmenduar ka mundësuar zhvillimin e metodave të reja për matje precize (trashësisë, temperaturës, treguesit të përthyerjes) të cilët për bazë e kanë interferencën dhe difraksionin e rrezatimit me koherencë të lartë.

Për 5⁺

Holografia

Holografia është metodë për përfitimin e shembëllimit hapsinor të trupit, i cili bazohet në interferencën dhe difraksionin e dritës. Me këtë rast shkruhet amplituda, frekuenca dhe faza e valëve të dritës në fotoplakë me emulzion shtresëtrashë dhe kokërr imët ose ndonjë monokristal. Figura interferente, që fitohet në këtë rast quhet **hologram** (nga greqishtja: holos – tërësishëm dhe grafia-shënim), që d. t. th shënim i tërësishëm. Te fotografitë standarde shkruhet vetëm intensiteti i dritës, ndërsa ai varet vetëm nga amplituda e valës.

Metoda holografike është proces dyshkallësh. Etapa e parë është përfitimi i hologramit, ndërsa etapa e dytë është reproduktimi i shembëllimit tredimensional nga hologrami.

Për përfitimin e hologramit, tufa laserike, me sistem optik special, kahjesohet kah ndarësi i rrezeve (ne shembullin tonë është pasqyra gjysmëlëshuese) me të cilin tufa 1 e dritës laserike ndahet në dy pjesë (fig. 6)

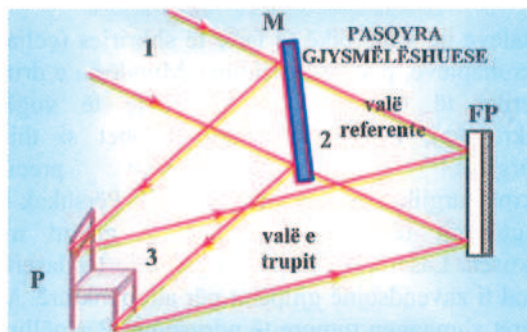


Fig. 6. Skema e përfitimit të hologramit

Tufa 2 (*valë referente*), pasi të kalojë nëpër pasqyrën gjysmëlfleshuese M bie direkt në fotopllakën FP. Tufa 3 (*valë e trupit*) e ndriçon trupin P dhe pasqyrohet nga ai. Meqë të dy valët janë koherente, ata në fotopllakën superponohen (sipërmbulohen) me ndryshim fazor konstantë dhe interferojnë.

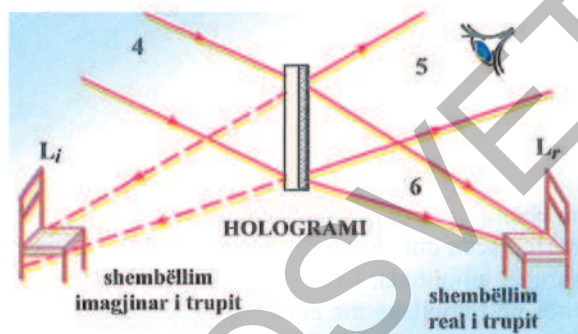


Fig. 7. Rekonstruimi i shembëllimit hapsinor të trupit të fituar me hologram

Gjatë etapës së dytë-rekonstruimi, drita laserike, duke difraktuar nëpër hologram krijon shembëllim të trupit (fig. 7). Shembëllimi mund të shihet nga pozicione të ndryshme. Ai është tredimensional. Përveç shembëllimit imagjinor L_i , fitohet edhe shembëllim real L_r i trupit. Shembëllimi imagjinor është identik me trupin, ndërsa ai real është simetrik me trupin ndaj pasqyrës.

Holografia mundëson të shkruarit të një numri të madh të njëkohshëm në të njëjtin

hologram. Hologrami përfitohet me të gjitha llojet e valëve. Përhapja e valëve të ultrazërit në mjedise të ngurta dhe të lëngëta mundëson përfitimin e figurave tredimensionale të trupit të cilët nuk shihen. Metoda e të shënuarit holografik të informatave ka gjetur zbatim të madh në lëmitë e shkencës (spektroskopia holografike), në medicinë (interskopi), në informatikë (për rregullim të shpejtë dhe lexim të të dhënave) etj.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- mjedis punues (mjedis aktiv)
- sistem për krijimin e popullzimit invers
- rrezonatori optik
- laseri
- laseri i rubinit
- holografia



Për të mësuar më tepër hape internetin dhe kërkoni adresat veb vijuese:

1. <http://dir.yahoo.cim/Science/Physics/Lasers/>
2. <http://www.spie.org/gateway.html>
3. Shënimi optik i informatave dhe përfitimi i CD
<http://www.n-t.org/ri/br/rf05.htm>



D. Gabor (Dennis Gabor, 1900-1979) e ka propozuar metodën holografike që më vitin 1948 për shënimin e amplitudës dhe fazës së valëve

Por, për realizimin e saj ka qenë i nevojshëm burim drite rreptësisht koherente. Kjo u mundësua me ndërtimin e laserëve më vitin 1960. Për këtë ide ai e fitoi çmimin Nobel për fizikë më vitin 1971

2. 11. STRUKTURA E BËRTHAMËS SË ATOMIT

Bërthama e atomit është pjesë qendrore e atomit. Në të është e përqëndruar sasia e elektricitetit pozitiv. Sot me siguri dihet se bërthama e atomit është e përbërë prej protoneve dhe neutroneve të cilët me një emër të përbashkët quhen **nukleone**.

Protoni (p) ka ngarkesë pozitive, të barabartë me ngarkesën e elektronit. Neutroni (n) është grimcë neutrale. Sipas kësaj, vetëm protonet kontribuojnë për sasinë e elektricitetit të bërthamës.

Bërthama e atomit karakterizohet me ngarkesë elektrike:

$$Q = Ze, \quad (1)$$

ku me e është shënuar ngarkesa elektrike elementare. Z quhet **numër atomik** i bërthamës së atomit, i barabartë me numrin e protoneve. Numri Z përputhet me **numrin rendor** të elementit në sistemin periodik të Mendeleevit. Meqenëse atomi si tërësi është elektroneutral, numri rendor njëkohësisht e përcakton edhe numrin e elektroneve.

Numri i përgjithshëm i nukleoneve A në bërthamën e atomit quhet **numër mase**. Numri i masës të elementit paraqet shumën e numrit të protoneve Z dhe numrit të neutroneve N në bërthamën e elementit të caktuar, d. t. th:

$$A = N + Z. \quad (2)$$

Bërthama shënohet me të njëjtat simbole sikurse edhe atomi neutral. P. sh, simboli



tregon se bëhet fjalë për atom me numër rendor Z dhe numër mase A . Kështu p. sh, kur shkruajmë ${}^7_3\text{Li}$, tregon se bërthama e litiumit ka numër rendor 3 dhe numër mase 7. Kjo bërthamë është e përbërë prej gjithësej 7 nukleonesh, prej të cilëve 3 janë protone dhe 4 neutrone. Poashtu ${}^{238}_{92}\text{U}$ simbolizon

bërthamën e elementit uranium i cili përmban 238 nukleone, nga të cilët 92 janë protone. Ndonjëherë është e mjaftueshme të shkruhet vetëm simboli kimik i elementit dhe numri i masës, ndërsa nga sistemi periodik i elementeve mund të lexohet numri rendor i tij dhe të logaritët si i njohur.

Në natyrë ekziston një numër i madh bërthamash atomike. Janë të njohur rreth 280 bërthama stabile dhe më tepër se 700 bërthama jostabile (natyror dhe të fituar artificialisht). Deri më sot janë të njohur 118 elemente numri i të cilëve lëviz nga $Z=1$ deri $Z=118$.

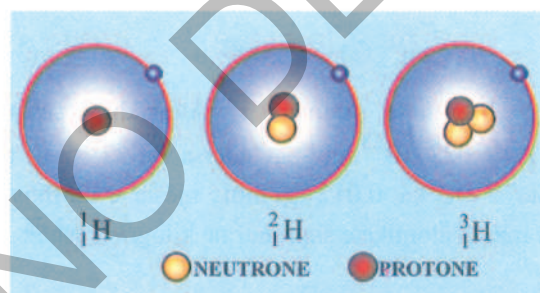


Fig. 1. Izotopet e hidrogjenit

Bërthamat me numër të barabartë të numrit atomik Z , ndërsa me numër mase A të ndryshëm (me numër të ndryshëm neutrone $N=A-Z$) quhen **izotope**. Numri më i madh i elementeve paraqiten si lloje të izotopeve stabile. P. sh, hidrogjeni ($Z=1$) paraqitet në tre lloje izotopeshe (fig. 1): ${}^1_1\text{H}$ - protiumi ($Z=1, N=0$), ${}^2_1\text{H}$ - deuteriumi ($Z=1, N=1$), ${}^3_1\text{H}$ - triciumi ($Z=1, N=2$); Plumbi ka tre izotope stabile ${}^{206}\text{Pb}$, ${}^{207}\text{Pb}$ i ${}^{208}\text{Pb}$, uraniumi ka më tepër izotope ${}^{233}\text{U}$, ${}^{235}\text{U}$, ${}^{238}\text{U}$ (këto izotope janë më të përfaqshme në uraniumin natyror).

Bërthamat që kanë numër mase të njëjtë të cilët u takojnë elementeve të ndryshëm quhen **izobare**. Bërthamat e izobareve janë të ndërtuar prej numrit të njëjtë nukleonesh, por kanë shpërndarje të ndryshme të protoneve dhe neutroneve. Të tillë janë, p. sh izobaret ${}^3_1\text{H}$ i ${}^3_2\text{He}$. I pari është hidrogjeni i cili ka një proton dhe dy neutrone, ndërsa i dyti është heliumi i cili, poashtu, në bërthamë ka tre nukleone, nga të cilët dy protone dhe një neutron.

Njësia për masë në fizikën bërthamore

Masa është madhësi karakteristike e bërthamës atomike. Përshkak të masave të vogla të bërthamave dhe grimcave, masat e tyre nuk është e përshtatshme të shprehen, sikurse është e zakonshme, në grame ose kilograme. Në fizikën atomike dhe bërthamore masat e grimcave dhe bërthamave shprehen me *njësi e unifikuar për masën atomike* e cila shënohet me u. Ajo është e barabartë me 1/12 e masës së atomit të izotopit të karbonit ^{12}C , për të cilin masa është e barabartë me 12 njësi të unifikuara për masën atomike:

$$m(^{12}\text{C}) = 12,000 \text{ u}. \quad (3)$$

Meqenëse numri i Avogadros është $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, ndërsa në 1 mol të izotopit ^{12}C ka 0,012 kg/mol, njësia e unifikuar për masën atomike e shprehur në kilogram është:

$$1 \text{ u} = \frac{0,012 \text{ kg mol}^{-1}}{12 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1,660538 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Madhësia e bërthamës së atomit

Bërthamat si edhe të gjitha grimcat kuantike, për të cilat vlejnë ligjet kuantomekanike, nuk kanë kufi rreptësisht të caktuar, ashtu që nuk është thjeshtë të futet kuptimi rreze e bërthamës.

Informatat e para për madhësinë e bërthamës atomike rrjedhin nga E. Radhërford, i cili i analizoj eksperimentet e Gajgerit dhe Marzdenit. Pikërisht, ai e studjoi shpërndarjen e grimcave α në folitë e holla metalike (ari ose platinë) dhe përfundoj se pjesa më e madhe e masës së atomit është e përqëndruar në bërthamë.

Largësia minimale deri ku grimca α , në eksperimentin e Radhërfordit, mund të afrohet bërthamës, mund logaritet për madhësi edhe të bërthamës atomike, respektivisht për rreze të bërthamës. Duke njohur ligjin e Kulonit për bashkëveprim të dy grimcave të elektrizuara pozitivisht, largësia minimale deri ku grimcat α mund më së tepërmi të afrohet bërthamës është gjatë goditjes ballore. Gjatë kësaj goditje (fig. 2), largësia minimale R ndërmjet grimcës α dhe

bërthamës fitohet me ndihmën e ligjit për ruajtjen e energjisë.

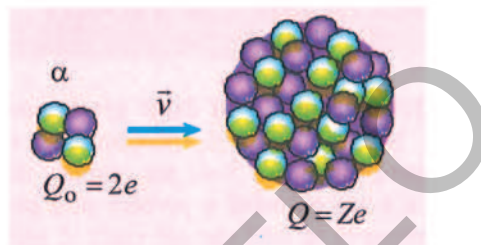


Fig. 2.

SHEMBULLI 1. Të përcaktohet largësia më e vogël deri ku grimca α mund të afrohet bërthamës atomike të arit ($Z=79$). Grimcat α që në këtë rast shfrytëzohen janë fituar nga izotopet radioaktive natyrore dhe kanë energji: $E=7,7 \text{ MeV} = 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ (ose shpejtësi $v = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$). Masa e grimcës α është $m_\alpha = 4 \text{ u} = 4 \cdot 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (fig. 2).

Zgjidhje. Përkujtohu se energjia potenciale e grimcës me ngarkesë Q_0 (në këtë rast grimca α - $2e$) nga burimi i ngarkesës pikësore (bërthama - Ze) është $E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_0 Q}{R}$. Në largësi R , e tërë

energjia kinetike e grimcës α kalon në energji potenciale të asaj grimce në fushën elektrostatische të bërthamës (shenja), d. t. th:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2eZe}{R},$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}; \quad e = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

Sipas kësaj, largësia më e vogël deri ku mund të afrohet grimca α te bërthama atomike është:

$$R = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4eZe}{mv^2}$$

$$R = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 79 \cdot (1,6022 \cdot 10^{-19})^2}{4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 4 \cdot 10^{14}} \text{ m}$$

$$R \approx 27,5 \cdot 10^{-15} \text{ m} \quad 10^{-15} \text{ m} = 1 \text{ fm}$$

Kjo e dhënë tregon se dimensionet lineare të bërthamës nuk janë më të mëdha se 10^{-14} m. Nëse merret se rrezja e atomit është madhësi e rendit 0,05 - 0,1 nm, ky është një vërtetim i bindshëm të kuptimeve të Radhërfordit se bërthama e atomit përfshinë një pjesë të vogël të pakrahasueshme në krahasim me vëllimin që e ka atomi si tërësi.

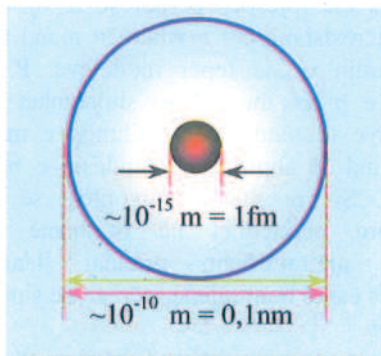


Fig. 3. Modeli i bërthamës së atomit

Për rrezën e bërthamës vlenë afërsisht barazimi:

$$R = R_0 A^{1/3} \quad (4)$$

ku me A është shënuar numri i masës, ndërsa me R_0 madhësia e cila mund të përcaktohet eksperimentalisht. Ajo është:

$$R_0 \approx (1,3 \pm 0,1) \text{ fm}$$

ose R_0 është madhësi e rendit të femtometrave.

SHEMBULLI 2. Nën supozim se bërthama ka formë sferike, të caktohet dendësia e bërthamës atomike. Si shembull le të na shërbej ari. Kjo bërthamë përmban gjithësej 197 nukleone, prej të cilëve 79 protone dhe 118 neutrone.

Zgjidhje. Duke ditur masën e bërthamës $m = A u$, ku $1 u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, A është numri i masës dhe rrezja e bërthamës të dhënë me $R = R_0 A^{1/3}$, dendësia e materies bërthamore mund të përcaktohet me barazimin:

$$\rho_0 = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{A u}{\frac{4}{3}\pi R_0^3 A} = \frac{3 u}{4\pi R_0^3} = \text{const},$$

Nga ky barazim për dendësinë e materies bërthamore fitohet:

$$\rho_0(\text{Au}) = \frac{3 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{4\pi (1,210^{-15} \text{ m})^3} = 2,3 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3.$$

Me fjalë të tjera dendësia e bërthamës atomike nuk varet nga numri i nukleoneve në bërthamë.

Dendësia mesatare e materies bërthamore është e barabartë për të gjitha bërthamat dhe është rreth $2 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$. Ajo është kolosale (shumë e madhe). Për krahasim do të përmendim se dendësia e metalit të arit është 19300 kg/m^3 e cila është rreth 10^{14} herë më e vogël nga dendësia e materies bërthamore të të njëjtit atom. Kur nga materia bërthamore do të bëhet një kub me faqe 2 mm, masa e saj do të jetë rreth $2 \cdot 10^9 \text{ kg}$.

Forcat bërthamore

Bërthama atomike paraqet sistem kuantomekanik realitativisht stabil të protoneve dhe neutroneve. Stabiliteti relativ i bërthamës dëshmon se ndërmjet nukleoneve, që hynë në përbërjen e bërthamës së atomit, veprojnë forca specifike të cilat i mbisundojnë forcat dëbuese të Kulonit ndërmjet protoneve. Ata quhen **forca bërthamore (nukleare)**.

Forcat bërthamore bëjnë pjesë në të ashtuquajtura, **bashkëveprim i fuqishëm**, edhe ajo më intensive bashkëvepruese në natyrë. Ata janë forca tërheqse, por nuk kanë natyrë elektrike. Ata kanë karakteristika të veçanta:

1. forcat bërthamore janë forca me cak të shkurtër dhe janë efikase vetëm për nukleonet fqinjë të afërt. Çdo nukleon hynë në interaksion vetëm me fqinjët e vet më të afërt. **Rrezja e veprimi të forcave nukleare është madhësi e rendit aq sa është vet bërthama.** Bile në largësi prej $2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ veprimi i forcave bërthamore praktikisht nuk ndihet.

Me zmadhimin e largësisë ndërmjet nukleoneve, veprimi i këtyre forcave shpejtë bie dhe ajo në varësi eksponenciale. Mesatarisht, forcat bërthamore janë me qindra herë më të forta nga ato

elektromagnetike të cilat e sigurojnë ekzistimin e atomeve dhe moelukulave. Forcat bërthamore nuk veprojnë ndërmjet elektroneve të atomit;

2. *forcat bërthamore kanë veti të ngopjes*, d. t. th çdo nukleon në vetë bërthamën bashkëvepron vetëm me nukleonet e afërt pranë tij. Ndërsa aspak nuk veprojnë në nukleonet jashtë bërthamës. Gjatë zmadhimit të numrit të nukleoneve në bërthamë, forcat bërthamore nuk ndryshohen, me çka dendësia e të gjitha bërthamave është e barabartë;

3. *forcat bërthamore nuk janë qendrore*-sikurse janë, psh, forcat gravitacionale dhe elektrike;

4. *forcat bërthamore janë të pavarura nga ngarkesat elektrike të nukleoneve që bashkëveprojnë*. Përshkak të ekzistimit të dy llojeve nukleonesh, në forcat bërthamore nuk ndikon ngarkesa elektrike dhe ata janë të njëjta ndërmjet dy neutroneve, ndërmjet dy protoneve dhe ndërmjet neutronit dhe protonit. Prandaj, këto grimca janë të njohura me emër të përbashkët *nukleone*

Karkateri i ndërlikuar i forcave bërthamore nuk mundëson që ata të paraqiten me barazime të njëjta matematikore sikurse është rasti me forcat gravitacionale dhe elektromagnetike.

Si është natyra e forcave bërthamore?

Fizikani japonez H. Jukava më vitin 1935, ka supozuar se bashkëveprimi ndërmjet dy nukleoneve duhet ta bartë ndonjë grimcë që do të ishte kuant i fushës bërthamore. Ai bile e njehsoi edhe energjinë e saj. Kjo grimcë e tillë është zbuluar më vitin 1947 nga Sesil Pael dhe është quajtur π mezon ose pion. Por, për fat të keq teori të këtij tipi nuk është ndërtuar. Në mesin e viteve gjashtëdhjeta të shekullit XX gradualisht është kristalizuar kuptimi për strukturën *kuark* të nukleoneve.

Për 5⁺

Modelet për bërthamat atomike

Me qëllim që të përshkruhen vetitë e bërthamave atomike dhe reaksioneve bërthamore në të cilat ata marrin pjesë, deri tani janë krijuar më tepër modele për bërthamat atomike. Të tillë janë, p. sh, modeli i pikës, modeli shtresor, modeli i grimcës α etj.

Studimi nëpërmjet modeleve të ndryshme të bërthamave atomike bëhet përshkak të njohjes së pjesërishtme të forcave bërthamore dhe mosekzistimi i një teorie të plotë dhe ekzakte për paraqitjen e strukturës së bërthamës atomike dhe rradhitja e nukleoneve në të. Asnjë nga modelet e deritanishëm nuk është në gjendje, nga të gjitha aspektet, komplet ti përshkruaj vetitë e bërthamave atomike dhe reaksioneve nukleare. Të gjithë nga modelet paraqesin një numër të caktuar vetishë të bërthamës dhe pjesëve përbërëse të tij, ashtu që figura e tërësishme për bërthamën mund të fitohet me zbatimin e ma tepër modeleve. P. sh, me modelin e pikës me sukses shpjegohet fisioni i bërthamave të rënda. Me ndihmën e modelit të pikës mund të shpjegohet dendësia e bërthamës atomike. Si rezultat i ngopjes së forcave bërthamore, nukleonet në bërthamë janë të rradhitur njëtrajtësisht, prandaj dendësia e bërthamës është homogjene, përveç në sipërfaqen e bërthamës.

Sipas modelit shtresor, bërthamat me 2, 8, 20, 28, 50, 82 dhe 126 (126 është vetëm për neutronet) protone ose neutrone kanë shtresa të plotësura. Ngjashëm sikurse janë atomet më stabil me shtresa të plotësura, ashtu shpjegohet edhe stabiliteti i këtyre bërthamave (*bërthama magjike*)

Shpjegoni kuptimet vijuese

- numër mase, numër rendor
- izotope, izobare
- njësia e unifikuar për masën atomike
- rrezja e bërthamës atomike
- dendësia e bërthamës atomike
- forcat bërthamore



H. Jukava (Hideki Yukawa, 1907-1981) është fizikan japonez i cili paralajmëroi (1935) se në bërthamë veprojnë forca bashkvepruese të cilat realizohen nëpërmjet këmbimit të mezoneve (mezos-greq. -i mesëm). Më vitin 1936 me shkencëtarin Sakata e parashikoj dukurinë e kapjes elektronike,

(bërthama kapën një nga elektronët më të afërt nga mbështjellësi elektronik). Më vitin 1949 e fitoi çmimin Nobel në fizikë

2. 12. ENERGJIA E LIDHJES TË BËRTHAMËS ATOMIKE

Bërthama atomike, sikurse dimë, është e ndërtuar prej protoneve dhe neutroneve ndërmjet të cilëve veprojnë forca bërthamore. Për ta ndarë një bërthamë me nukleone të bashkuar (në protone dhe neutrone të pavarur) duhet të përballohen forcat që i mbajnë nukleonet bashkarisht. Kjo mund të arrihet duke u dhënë sasi energjie të caktuar..

Energjia e cila është e nevojshme që t'i jepet bërthamës për t'i ndarë nukleonet e bashkuara në nukleone të lirë, quhet energji e lidhjes të bërthamës.

Sa është ajo energji? Që t'i përgjigjemi kësaj pyetje do të përpiqemi, në fillim, ti përgjigjemi pyetjes: sa është masa e bërthamës atomike, nëse ajo është e ndërtuar nga Z protone dhe $N = A - Z$ neutrone.

Nëse masa në prehje e neutronit të lirë është m_n , kurse e protonit m_p , atëherë do të duhej masa e bërthamës atomike m_b të jetë $Zm_p + Nm_n$. Por, matjet precize të masës në prehje të bërthamës atomike, si tërësi, tregojnë se ajo gjithmonë është më e vogël nga shuma e masave të nukleoneve të lirë që hyjnë në përbërjen e bërthamës.

$$m_b < Zm_p + Nm_n. \quad (1)$$

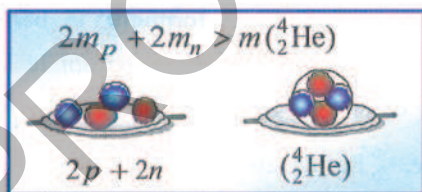


Fig. 1. Ilustrim i defektit të masës të bërthamës atomike të heliumit.

Gjatë formimit të bërthamës, një pjesë e masës së nukleoneve që e ndërtojnë bërthamën shndërrohet në energji. Ajo pjesë e masës, e cila si lloj i energjisë lirohet gjatë formimit të bërthamës

atomike, quhet *defekt i masës së bërthamës* dhe është dhënë me shprehjen:

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_b(A, Z). \quad (2)$$

A ekziston ndonjë lidhje ndërmjet defektit të masës Δm dhe energjisë së lidhjes të bërthamës?

Për ta kuptuar shkakun për defektin e masës, duhet të dihet lidhja ndërmjet masës dhe energjisë së një trupi. Ajo është dhënë nga Ajnshtajni më vitin 1905. Ai ka treguar se masa e një trupi me saktësi të madhe mund të trajtohet si konstante vetëm kur trupi lëviz me shpejtësi shumë më të vogël se shpejtësia e dritës në vakuum c . Kur shpejtësia e trupit zmadhohet, zmadhohet edhe masa e tij. Formula e ekuivalencës së masës m dhe energjisë shprehet:

$$E = mc^2. \quad (3)$$

Kur sistemi nga gjendja kur nukleonet kanë qenë të pavarur, kalon në gjendje në të cilën nukleonet fortë bashkveprojnë, energjia e sistemit ndryshohet. Ndryshimi i energjisë është.

$$\Delta E = \Delta mc^2. \quad (4)$$

Sipas kësaj, barazimi (4) e jep lidhjen ndërmjet energjisë së lidhjes të bërthamës ΔE dhe defektit të masës Δm .

Energjia e lidhjes së bërthamës tash mund të përcaktohet si energji e cila lirohet gjatë formimit të bërthamës nga nukleonet e pavarur:

$$\Delta E = \Delta mc^2 = [Zm_p + Nm_n - m_b]c^2. \quad (5)$$

SHENBULLI 1. Njësia e unifikuar për masën atomike të shprehet në elektronvolt.

Zgjidhje. Sipas barazimit të Ajnshtajnit për ekuivalencën ndërmjet masës në prehje dhe energjisë $E = mc^2$ fitohet:

$$E = (1,660538 \cdot 10^{-27} \text{ kg})(2,997925 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1})^2$$

Kjo energji është në Xhul. Për të kaluar në MeV duhet të dimë se:

$$1\text{eV} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ J}; 1\text{MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

$$E = mc^2 = \frac{(1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}) \cdot (2,998 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1})^2}{1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}}$$

$$E = mc^2 = 931,494 \text{ MeV},$$

Prej këtui, për njësinë e unifikuar për masë fitohet:

$$1\text{u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,494 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

ZGJIDHJE 2. Sa energji lirohet gjatë sintezës së deuteronit (bërthamë e atomit të deuteriumit) të përbërë prej një protoni dhe një neutroni? Masa e deuteronit është 2,013553 u.

Zgjidhje. Nëse masa e protonit është $m_p = 1,007276 \text{ u}$, kurse masa e neutronit $m_n = 1,008665 \text{ u}$, shuma e tyre është:

$$m_p + m_n = 2,015941 \text{ u}.$$

Me këtë rast, për defektin e masës fitohet:

$$\Delta m = (m_p + m_n) - m({}_1^2\text{H})$$

$$= 2,015941 \text{ u} - 2,013553 \text{ u} = 0,002388 \text{ u}$$

Energjia e lidhjes të bërthamës së deuteriumit është::

$$\Delta E = \Delta m c^2 = (0,002388 \text{ u}) (931,49 \text{ MeV/u})$$

$$\Delta E = 2,224 \text{ MeV}$$

Kjo energji që lirohet gjatë formimit të bërthamës shpërndahet ndërmjet bërthamës së posafitur të deuteriumit dhe fotonit γ që me këtë rast emetohet.

Për krahasim do të shënojmë se energjia e lidhjes të elektroneve valente në atomin e hidrogjenit (potencial jonizues) është rreth 13,6 eV, që d. t. th 10^6 herë më e vogël nga ajo e bërthamës së deuteriumit. Kjo lidhje e fortë shpie

në përfundim se forcat bërthamore janë shumë intensive.

Zakonisht në tabelat që i kemi në dispozicion nuk jepen të dhëna për masat e bërthamave, por për masat e atomeve. Meqë masa e elektronit është e papërfillshme në raport me masën e protonit, në barazimin (5) masa e protonit mund të zëvendësohet me masën e atomit të hidrogjenit $m({}_1^1\text{H})$, kurse masa e bërthamës me masën e atomit $m_a(A, Z)$, me fjalë të tjera:

$$\Delta E = [(Z m({}_1^1\text{H}) - N m_n) - m_a(A, Z)] c^2 \quad (6)$$

Meqenëse energjia e lidhjes së elektroneve është shumë e vogël në krahasim me energjinë e lidhjes së bërthamës, ajo mund të mospërfillet.

Në fizikën bërthamore stabiliteti i një bërthame shprehet me energjinë e lidhjes së një nukleoni në bërthamë. Ajo është **energji specifike e lidhjes** E_{sp} . Për këtë qëllim energjia e lidhjes ΔE pjestohet me numrin e masës A , i cili është i barabartë me numrin e nukleoneve në bërthamë:

$$E_{sp} = \frac{\Delta E}{A} \quad (7)$$

Energjia specifike e lidhjes jep informata për stabilitetin e bërthamave atomike, sa është ajo më e madhe aq është bërthama më stabile.

SHEMBULLI 3. Të përcaktohet energjia specifike e lidhjes gjatë formimit të bërthamës ${}_{26}^{56}\text{Fe}$. Masa e atomit të këtij izotopi të hekurit është 55,9349 u, kurse $m({}_1^1\text{H}) = 1,007825 \text{ u}$.

Zgjidhje. ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ ka 26 protone dhe 30 neutrone. Defektin e masës gjatë sintezës së tyre do ta fitojmë në këtë mënyrë:

$$(26)(1,007825 \text{ u}) = 26,2035 \text{ u} \quad (\text{duke kyçur edhe elektronet})$$

$$(30)(1,008665 \text{ u}) = 30,2600 \text{ u}$$

$$\Delta m = 26,2035 \text{ u} + 30,2600 \text{ u} - 55,9349 = 0,5286 \text{ u}$$

Për energjinë e lidhjes fitohet:

$$\Delta E = (0,5286 \text{ u}) \cdot (931,5 \text{ MeV/u})$$

$$\Delta E = 492,4 \text{ MeV}$$

Nëse numri i nukleoneve është $A=56$ energjia specifike e lidhjes është:

$$E_{sp} = \frac{492,4}{56} = 8,8 \text{ MeV}$$

Dy shembujt e fundit tregojnë se energjia specifike e lidhjes të bërthamave është e ndryshme për bërthama të ndryshme. Ajo jep të dhëna të rëndësishme për vetitë e bërthamave.

Varësia e energjisë specifike të lidhjes E_{sp} nga numri i masës A është paraqitur në figurën 2. Nga energjia specifike të bërthamave të njohura mund të nxirren këto përfundime:

Për bërthamat për të cilat $A < 12$, energjia specifike e lidhjes ka vlera të vogla, ndërsa madje me rritjen e numrit të masës, gradualisht ajo zmadhohet. P. sh, bërthama e deuteriumit ka energji specifike më të vogël 1,1 MeV, ndërsa vlerë maksimale prej 8,8 MeV e arrijnë bërthamat e mesit të sistemit periodik (ajo është zonë e bërthamave stabile).

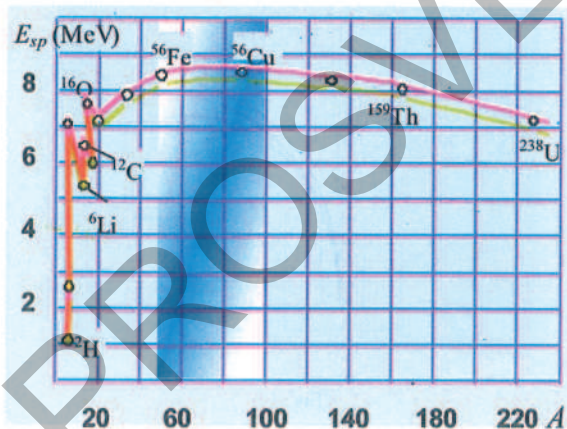


Fig. 2. Energjia specifike e lidhjes në varësi nga numri i masës A

Te bërthamat me numër mase të madh energjia specifike e lidhjes bie deri 7,4 MeV, ashtu që bërthamat me numër mase 208 është bërthamë stabile e fundit. Të gjitha bërthamat me $A > 208$

spontanish (vetvetiu) zbërthehen. Me fjalë të tjera, në natyrë nuk ekzistojnë bërthama stabile me $Z > 83$.

Duhet theksuar se vlera e energjisë specifike të lidhjes të bërthamat ${}^4\text{He}$, ${}^8\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}$, ${}^{20}\text{Ne}$, dhe ${}^{24}\text{Mg}$, është ma e madhe se sa të bërthamat e tyre fqinjë. Ato janë bërthamat që në përbërjen e tyre kanë numrë çift protonesh dhe neutronesh (bërthamat çift-çifte). Energjia specifike e lidhjes ka vlerë minimale te katër bërthamat stabile tek-tek ${}^2_1\text{H}$, ${}^6_3\text{Li}$, ${}^{10}_5\text{B}$ dhe ${}^{14}_7\text{N}$.

Nga fakti se grafiku i energjisë specifike të lidhjes ka maksimum, del se energjia lirohet në ata reaksione bërthamore të cilët energjia specifike e lidhjes të produkteve të reaksioneve është më e madhe nga energjia specifike e lidhjes të bërthamave fillestare.

Ky kusht i përgjithshëm mund të plotësohet në dy mënyra: ose duke coptuar bërthamat masive nga fundi i sistemit periodik në bërthama më të lehta, ose gjatë sintezës së bërthamave nga fillimi i sistemit periodik në bërthama më të rënda.

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Të përcaktohet energjia specifike e lidhjes të grimcave α , nëse janë dhënë: $m({}_1^1\text{H}) = 1,007825 \text{ u}$, $m_n = 1,008665 \text{ u}$

$$m({}_2^4\text{He}) = 4,001523 \text{ u}$$

(Përgjigje: 28,3/4 MeV=7,1 MeV;)

2. Nëse masa e protonit dhe neutronit janë të njohura, të përcaktohet energjia specifike e lidhjes për bërthamën e ${}^{12}_6\text{C}$. Masa e saj është: $m({}_6^{12}\text{C}) = 12,000 \text{ u}$.

(Përgjigje: 7,7 MeV)

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- defekt i masës së bërthamës;
- energjia e lidhjes së bërthamës
- energjia specifike e lidhjes dhe varësia e saj nga numri i masës A

2. 13. RADIOAKTIVITETI

Radioaktiviteti natyror

Zbërthimi spontan i bërthamave atomike jostabile quhet **radioaktivitet natyror**. Në këtë proces bëhet shndërrimi i një bërthame në tjetrën. Procesi është i përcjellur me emision të grimcave të caktuara (rreze α , rreze β , antineutrino dhe neutrino) dhe rrezatim elektromagnetik (rreze γ). Radioaktiviteti natyror paraqitet, sipas rregullës, te bërthamat nga fundi i sistemit periodik të elementeve, te bërthamat me numër mase më të madh se plumbi. Por, ekzistojnë edhe bërthama me numër atomik më të vogël të cilët kanë radioaktivitet natyror, sikurse janë: izotopi i kaliumit $^{40}_{19}\text{K}$, i karbonit $^{14}_6\text{C}$, rubidiumit $^{87}_{37}\text{Rb}$ etj.

Dukuria është zbuluar nga Antoan Henri Bekerel në shkurt të viti 1896. Ai ka treguar se kripat e uraniumit shkaktojnë nximjen e pllakës fotografike e cila ka qenë e mbështjellur me të zezë. Së shpejti u tregua se efekte të tilla manifestojnë edhe elementet të tjerë: toriumi, aktiniumi, si edhe dy elemente të ri, poloniumi dhe radiumi, të zbuluara nga Maria dhe Pjer Kyri.

Hulumtimet kanë treguar se ky rrezatim depërton nëpër ekrane të hollë metalik, e jonizojnë ajrin nëpër të cilin kalojnë. Me rëndësi eksluzive ka qenë se vetia e rrezatimit nuk varet nga kushtet e jashtme: ndriçuarzia, temperatura ose shtypja e ajrit.

Maria dhe Pjer Kyri më vitin 1898 treguan se elementet e ri të zbuluar nga ata, poloniumi $^{210}_{84}\text{Po}$ dhe radiumi $^{226}_{88}\text{Ra}$, tregojnë rrezatim shumë ma intensiv nga ai që paraqitet te uraniumi.

Substancat që e lëshojnë këtë lloj rrezatimi të ri u quajtën **radioaktive**, kurse vetia e re e substancave që është e lidhur me ekzistimin e këtij lloji të veçantë rrezatimi –**radioaktivitet**.

Llojet e rrezatimit. Së shpejti pas zbulimit të poloniumit dhe radiumit u zbulua se rrezatimi nuk është homogjen. Duke ndjekur gjurmat në fotopllakë u konstatua se ekzistojnë tre lloje rrezesh α , β dhe γ . Analiza e rrezatimit është bërë nga shmangia e rrezatimit në fushën magnetike. Figura 1, tregon se si shmangen rrezet në fushën magnetike $\vec{B}$ e cila është pingul në rrafshin e vizatimit, dhe ajo prej nesh kah brendia. Sikurse mund të shihet nga shmangia e tyre në fushën magnetike, rrezet α mbajnë ngarkesë pozitive, kurse rrezet β ngarkesë negative. Lloji i tretë i rrezeve, rrezet γ , nuk shmangen në fushën magnetike. Gjatë kësaj është vërejtur se rrezet β mjaftë ma tepër shmangen në fushën magnetike nga rrezet α .

Këto lloje rrezesh dallohen edhe sipas aftësisë depërtuese. Kështu rrezet α mund të absorbohen edhe nga fleta e letres me trashësi rreth 0, 5 mm, ndërsa rrezet β gradualisht dobësohen me zmadhimin e trashësisë, kurse pllaka e aluminit me trashësi rreth 5 mm plotësisht i absorbon.

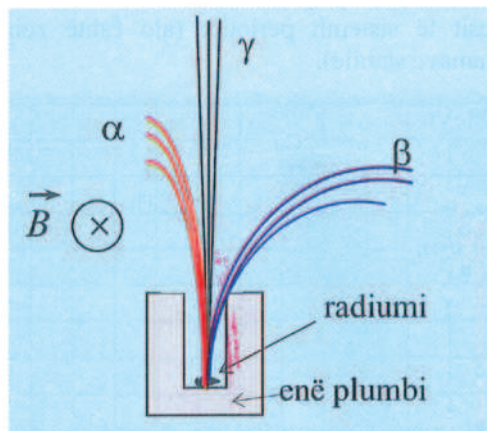


Fig. 1

Aftësi depërtuese më të madhe kanë rrezet γ , ata pllaka e aluminit me trashësi 1 cm, thuajse nuk i dobëson. Është treguar se elementet me numër atomik më të madh më mirë i absorbojnë rrezet γ -se sa elementet me numër atomik më të vogël. Prandaj, për mbrojtjen nga rrezatimi radioaktiv shfrytëzohen ata elemente, më shpesh plumbi.

Fuqi më të madhe jonizuese kanë rrezet α , më të vogël rrezet β , ndërsa shumë më të vogël rrezet γ . Gjatë kalimit nëpër materie rrezet γ e humbin energjinë e tyre përshkak të këtyre proceseve:

- efektit fotoelektrik (γ -kuantet sillen ngjashëm si fotonet);
- efektit Kompton (γ -kuantet e humbin energjinë e tyre gjatë goditjes me elektrone) dhe
- krijimi i çiftit elektron-pozitron. Pozitroni është grimcë e cila i ka vetitë e njëjta si edhe elektroni, por është pozitiv.

Matjet kanë treguar se γ -kuanatet të emetuara nga substancat të ndryshme kanë energji të ndryshme.

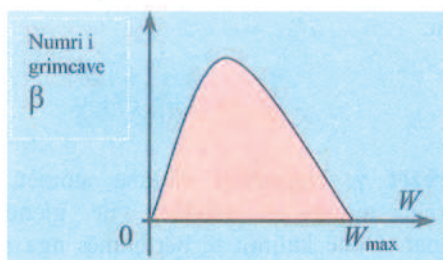


Fig. 2. Spektri energjetik i rrezeve β

Hulumtimet e mëvonshme kanë treguar se rrezet α - paraqesin bërthama të heliumit ${}^4_2\text{He}$, kurse rrezet β janë tufë të elektroneve të shpejta, shpejtësia e të cilëve është mjaftë më e madhe nga shpejtësia e elektroneve të fituar me emision të ftohtë (rrezet katodike). Ajo nga ndonjëherë është shumë më afër shpejtësisë së dritës. Energjia e rrezeve β arrijnë edhe deri më 10 MeV. Do të përmendim, poashtu, se energjia e elektroneve (W) gjatë zbërthimit β nuk është konstante, por ndryshohet. Spektri energjetik i këtij rrezatimi është dhënë në lakoren në fig. 2.

Rrezet γ janë valë elektromagnetike me depërtueshmëri të madhe, gjatësi valore shumë të shkurtër, më të shkurtër (nga 0, 1-10 pm) nga rrezet rëntgen.

Rregullat e zhvendosjes gjatë zbërthimit radioaktiv

Do t'i shqyrtojmë më hollësisht të tre proceset e zbërthimit radioaktiv.

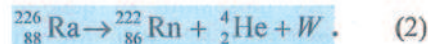
Zbërthimi α . Ky lloj zbërthimi radioaktiv është karakteristike për bërthamat me numër atomik të madh, $Z > 82$.

Kur një bërthamë e elementit radioaktiv X me numër atomik Z dhe numër mase A , gjatë zbërthimit α -radioaktiv do të humb bërthamën e heliumit (${}^4_2\text{He}$) - dy protone dhe dy neutrone, ajo shndërrohet në bërthamë Y me numër rendor ($Z-2$) dhe numër mase ($A-4$). Kështu procesi i zbërthimit α -shkruhet si:



Shigjeta tregon se procesi është i pakthyeshëm. Nga barazimi është e qartë se gjatë zbërthimit α - fitohet element i cili është dy vende përpara në sistemin periodik të elementeve

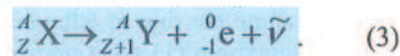
P. sh, gjatë zbërthimit α -të radiumit, fitohet:



Në barazimin me W është shënuar energjia e liruar gjatë këtij procesi.

Matjet e energjisë të grimcave α të emetuara dëshmojnë se spektri energjetik i grimcave është diskontinual.

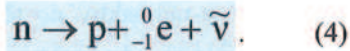
Zbërthimi β . Gjatë zbërthimit β nga bërthama e elementit radioaktiv emetohet elektron. Elementi X i cili rrezaton rreze β e rruan numrin e njëjtë të nukleoneve, kjo d. t. th se bërthamës së re Y nuk i ndërrohet numri i masës A , por i ndërrohet numri atomik, dhe ajo për ($Z+1$). Ky proces mund të shkruhet me barazimin:



Nga barazimi shihet se gjatë zbërthimit β fitohet bërthamë me numër mase të njëjtë, por element me numër rendor më të madh për një në sistemin periodik të elementeve.

Të gjitha eksperimentet vërtetojnë se gjatë zbërthimit β fitohen elektrone. Por, neve mirë na është e njohur se në bërthamë nuk ka elektrone. Ky problem i rëndë është zgjidhur me teorinë e

zbërthimit β , me çrast nën veprimin e të ashtuquajtura *bashkveprimeve të dobëta* në bërthamat β radioaktive, ndodhen procese të shndërrimit të neutronit në proton. Procesi rrjedh kështu:

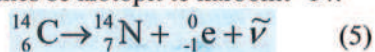


Në barazimin (3) dhe (4) si rezultat i zbërthimit paraqitet edhe grimca, e shënua me $\tilde{\nu}$, e cila quhet **antineutrino**. Si ta shpjegojmë këtë?

Gjatë zbërthimit β energjia e bërthamës shndërrohet në energji kinetike të grimcave që fitohet në procesin e zbërthimit. Meqenëse elektroni ka masë shumë të vogël në krahasim me bërthamën, nga ligjet për ruajtjen e energjisë dhe të impulsit, rrjedh se gati e tërë energjia e bërthamës duhet të shndërrohet në energji kinetike të elektronit. Por, eksperimentet tregojnë se elektronet gjatë zbërthimit mund të kenë energji të ndryshme (fig. 2) Ky mospajtim ka qenë lëndë e shumë diskutimeve ndër fizikanët. Më vitin 1930 Pauli problemën e zgjedh duke supozuar se gjatë procesit të zbërthimit β emetohet edhe një grimcë deri atëherë e panjohur, e cila merr me vete energjinë e numrit më të madh të elektroneve. Më vonë Enriko Fermi kësaj grimce ja jep emrin **neutrino**, sepse është elektroneutrale dhe supozohet se ka masë në prehje zero (ose shumë, shumë e vogël). Ngjashëm me fotonin, edhe neutrino lëviz me shpejtësinë e dritës dhe shumë dobët bashkëvepron me substancat. Për këtë arsye deri në vërtetimin eksperimental të saj ka ardhë më vitin 1956. Antigrimca e neutrinos është antineutrino. (Me kuptimin e antigrimcave do të njihemi më vonë). Në zbërthimin natyror β (β^- - zbërthimi) ndahet antineutrino.

Ua bëjmë me dije se edhe në barazimin (3) si edhe në barazimin (1) ruhet numri i masës (numri i nukleoneve) dhe ngarkesa para dhe pas zbërthimit

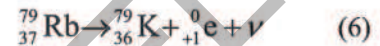
Shembull i zbërthimit β^- është zbërthimi radioaktiv i bërthamës së izotopit të karbonit -14:



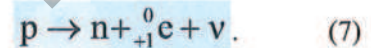
Azoti si elemente gjendet për një vend djathtas nga karboni.

Ekziston i ashtuquajhuri **zbërthimi β^+** (kur do

të paraqitet ajo do të bëhet e qartë më vonë). Gjatë këtij tipi të zbërthimit β^- në vend të elektronit fitohet **pozitron** (antigrimcë e elektronit) dhe neutrino. Pozitroni i ka të njëjtat veti si edhe elektroni, por është pozitivisht i elektrizuar. Pozitronin do ta shënojmë me simbolin ${}^0_{+1}e$. Shembull për zbërthimin pozitronik është shndërrimi i rubidiumit në kripton:



ku simboli ν e shënon neutrinin. Në procesin e zbërthimit β^+ i paraprinë shndërrimi i protonit në neutron:



Rrezet γ . Ngjashëm sikurse atomet, edhe bërthamat mund të ndodhen në gjendje të ngacmuar. Gjatë kalimit të bërthamës nga ndonjë gjendje e ngacmuar me energji më të lartë në gjendje me energji më të ulët arrihet deri te emisioni i kuantëve γ . Ngacmimi i këtillë i bërthamës zakonisht bëhet gjatë zbërthimit α dhe β . Kështu **rrezatimi γ zakonisht bëhet paralelisht me zbërthimin α dhe β .**

Për shkak të ndryshimit të madh ndërmjet energjive të gjendjeve të ndryshme të bërthamës, energjia e liruar gjatë kalimit nga gjendja energjetike më e lartë në atë më të ulët është shumë e madhe. Prandaj γ -kuantet kanë energji mjaftë më të mëdha nga fotonet e dritës së dukshme, bile edhe nga rrezatimi rëntgen. Kjo energji është madhësi e rendit disa MeV. Përndryshe, përveç që kanë energji kështu të mëdha, **rrezet γ i kanë të gjitha vetitë e valëve elektromagnetike.**

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| - radioaktiviteti natyror | - neutrino |
| - zbërthimi α | - antineutrino |
| - rrezet α | - pozitron |
| - zbërthimi β | - zbërthimi β^+ |
| - rrezet β | - rrezet γ |

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Shpjegoni pse lakueshmëria grimcave β është më e madhe se e grimcave α fig. 1.

2. Grimcat α -dhe grimcat β -kanë energji kinetike të barabartë. Cila nga ato ka shpejtësi më të madhe dhe sa herë është më e madhe?

3. Sa është frekuenca e γ -kuanteve me energji prej 3, 1 MeV? (Përgj. $8,9 \cdot 10^{20}$ Hz)

4. Me ndihmën e tabelës të sistemit periodik përcaktoni bërthamën X në barazimet vijuese::

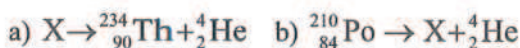


Fig. 3

5. Nëse shihet vizatimi i figurës 3 dhe skaji i shigjetave logaritet për cak maksimal të rrezeve, përgjigjuni për cilin lloj të rrezatimit bëhet fjalë te shigjeta e verdhë, e kaltër dhe e kuqe. Djathtas është bllok betoni me trashësi 2 m.

6. Nëse në kontejnerin në figurën 1 në vend të kripës së uraniumit është vendos ndonjë element i cili është β^+ -radioaktiv, si do të shmangen pozitronet?

7. Për kohën e havarisë në Çernobil, një mjeke nëpërmjet televizionit i këshillonte shikuesit që tu ikin substancave radioaktive, ushqimin ta ziejnë. Çka mendoni, a ka qenë e mirë këshilla e kësaj mjekeje?



H. Bekerel (Henri Antoine Bequerel, 1852-1908) është i lindur në Paris në familje fizikanësh. Më vitin 1877 ai e kreu arsimimin në shkollën politeknike të Parisit dhe fitoi diplomë të inxhinierit të ndërtimtarisë.

Megjithatë, interesi i tij në fizikë nuk u zvogëlua, prandaj në pjesën e matutjeshme të jetës së tij i kushtohet vetëm asaj. Më vitin 1892 preokupimi shkencor i Bekerelit ka qenë lumineshenca e dritës. Duke punuar në laboratorin me babën e tij, ai e ka vrojtuar lumineshencën e shumë substancave. Atje, më vitin 1896, e bëri zbulimin e tij më të madh –rrezatimin e kripës së uraniumit, e cila ka qenë e ndryshme nga ajo rëntgenike dhe ka pasur deri atëherë veti të panjohura.



Kjo shpikje e Bekerelit ngjalli interes të madh te M. Kyri (Marie Skłodowska-Curie, 1867-1937), e cila bashkë me bashkshortin e saj P. Kyri (Pierre Curie, 1859-1906), si fizikan i njohur, vazhdoi me punë në studimin e këtij rrezatimi të cilin ata e quajtën radioaktive.

Ata zbuluan elemente radioaktiv të ri, radiumin dhe poloniumin, duke punuar palodhje dhe në kushte primitive. Për këto merita të tyre bashkëshortët Kyri, bashkë me Bekerelin më vitin 1903 e fituan çmimin Nobel për fizikë.

Përndryshe, Pjer Kyri është i lindur në Paris në familje mjeku. Ka punuar bashkë me vllaun e tij Zhak edhe në fushën e piezoelektricitetit, ndërsa i kanë studjuar edhe vetitë e magnetikëve gjatë ndryshimit të temperaturës. Jetën e humbi në fatkeqësi komunikacioni në rrugët e Parisit më vitin 1906.

Maria Skłodovska – Kyri është e lindur në Varshavë në familjen e profesorëve të matematikës dhe fizikës. Studimet i kreu më vitin 1895 në Paris kur edhe hyri në kurorë me Pjerin. Më vitin 1906 u ba gruaja e parë profesoreshë në Sorbonë, ndërsa më vitin 1911 rishtazi laureate e çmimit Nobel, këtë radhë në kimi.

2. 14. LIGJI I ZBËRTHIMIT RADIOAKTIV. SHNDËRRIMI ARTIFICIAL I BËRTHAMËS

Ligji i zbërthimit radioaktiv

Te uraniumi dhe toriumi shpejtësia e zbërthimit radioaktiv është shumë e vogël, por ekzistojnë edhe elemente tjerë radioaktiv, për shembull $^{210}_{83}\text{Bi}$, i cili zbërthehet shumë shpejtë. Kjo shumë thjeshtë konstatohet me matjen e numrit të bërthamave të zbërthyera në njësi kohe, e cila paraqet **aktivitet të bërthamës radioaktive**. Nëse për kohën Δt zbërthehen ΔN atome, aktiviteti A përcaktohet me:

$$A = \frac{\Delta N}{\Delta t} \quad (1)$$

Aktiviteti matet me njësinë **bekerel (Bq)**, e cila paraqet një zbërthim në një sekondë:

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ zbërthim/s} \quad (2)$$

Cila nga bërthamat në një masë të dhënë të elementit radioaktiv do të zbërthehet, ndërsa cila jo, është proces i rastësishëm. Ekzistojnë gjasa që në një moment të caktuar të zbërthehet një bërthamë nga të pranishmet, por nuk është e mundur që më parë të përcaktohen bërthamat konkrete se cilat prej tyre do të zbërthehen. Provat tregojnë se për çdo izotop radioaktiv ekziston një interval kohor karakteristike $T_{1/2}$, e quajtur **periodë e gjysmëzbërthimit**.

Periodë e gjysmëzbërthimit është intervali kohor për të cilën do të zbërthehen gjysma nga numri fillestar i bërthamave radioaktive. Perioda e gjysmëzbërthimit nuk varet nga numri fillestar i bërthamave N_0 , as nga faktorët e jashtëm: temperatura, shtypja etj. Perioda e gjysmëzbërthimit është karakteristike për një izotop të caktuar dhe mund të ketë vlerë nga e miliona pjesë e sekondës deri në miliarda vite. P. sh. për izotopin e toriumit $^{232}_{90}\text{Th}$ është $1,4 \cdot 10^{10}$ vjet, ndërsa për poloniumin $^{212}_{84}\text{Po}$ është $3 \cdot 10^{-7}$ s.

Për kohën $T_{1/2}$ numri i bërthamave N_0 të preparatit radioaktiv zvoglohet për gjysmë dhe ngelin $\frac{N_0}{2}$ bërthama të pazbërthyera. Pas një gjysmëperiode tjetër $T_{1/2}$, do të zbërthehen $\frac{1}{2}$ e atyre $\frac{N_0}{2}$, ashtu që në momentin $t = 2T_{1/2}$ ngelin $\frac{1}{2} \left(\frac{N_0}{2} \right) = \left(\frac{1}{2} \right)^2 N_0$ bërthama të pazbërthyera. Pas kalimit të n periodave të gjysmëzbërthimit, d. t. th në momentin $t = n T_{1/2}$ në preparat do të ngelin:

$$N = \left(\frac{1}{2} \right)^n N_0, \text{ e meqë } n = \frac{t}{T_{1/2}} \text{ do të kemi } N \text{ bërthama të pazbërthyera:}$$

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}} \quad (3)$$

Formula e fituar e jep **ligjin e zbërthimit radioaktiv**. Nëse është i njohur numri fillestar i bërthamave N_0 dhe perioda e gjysmëzbërthimit $T_{1/2}$, sipas këtij barazimi mund të përcaktohet numri i bërthamave të pazbërthyera N në cilin do moment të kohës. Ajo më lehtë bëhet për perioda që janë numër i plotë herë më të mëdha se $T_{1/2}$. Në figurën 1 është dhënë grafiku i varësisë së numrit të bërthamave të pazbërthyera N nga koha t .

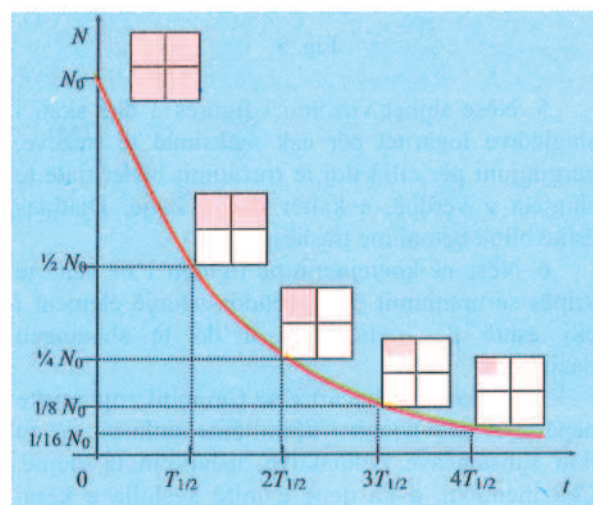


Fig. 1

Ligji i zbërthimit radioaktiv ndonjëherë paraqitet edhe në formë tjetër. Dimë se: $2 = e^{\ln 2}$, (“e” është bazë e logaritmeve natyrorë), prandaj nëse kjo zvendsohet në barazimin (3), fitohet:

$$N = N_0 e^{\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t} ; \quad N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (4)$$

Ku $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{T_{1/2}}$ është madhësi e cila quhet

konstantë e zbërthimit radioaktiv Ajo tregon se cila pjesë nga numri fillestar i bërthamave zbërthehet në njësinë e kohës. Sikurse shihet, edhe ajo është madhësi karakteristike për cilëndo qoftë bërthamë të izotopit të caktuar.

Mund të tregohet se aktiviteti A i një preparati të caktuar radioaktiv është i barabartë me:

$$A = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t}. \quad (5)$$

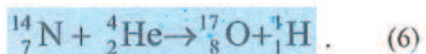
Duhet nënvizuar se: *ligji i zbërthimit radioaktiv vlenë si për bërthamat radioaktive natyrore ashtu edhe për bërthamat të fituara me proceset e të ashtuquajturës radioaktivitet artificial.*

Shndërrimi artificial i bërthamës atomike

Gjatë radioaktivitetit një element shndërrohet në tjetrin. Njerëzit që moti kanë dëshiruar të shndërrohet një element në tjetrin.

Që kur zbulohet radioaktiviteti natyror, është bërë e qartë se në natyrë ekzistojnë elemente të tillë të cilët shndërrimi i tillë bëhet spontanisht.

Më vitin 1919 Radhërfordi duke studjuar në themel eksperimentet duke bombarduar atomet me ndihmën e grimcës α ka treguar se është i mundshëm edhe shndërrimi artificial i një elementi në tjetrin. Procesi i këtillë më vonë është regjistruar edhe në dhomën e Vilsonit dhe është treguar se është i mundshëm ky barazim:

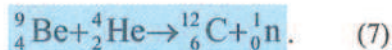


Ky ka qenë reaksioni i parë ku është bërë shndërrimi artificial i bërthamës. Nga bërthama e azotit është fituar bërthama e oksigjenit. Si produkt i reaksionit është fituar edhe **proton** (bërthamë e atomit të hidrogjenit). Ky reaksion është i rëndësishëm për shkak se logaritët se Radhërfordi me atë së pari herë e ka zbuluar protonin dhe ka dëshmuar se ajo është grimcë që hynë në përbërjen e bërthamës. Vitin 1919 disa e logaritën për vit kur fillon fizika bërthamore.

Grimca α është bërthamë e atomit të heliumit. Për shkak të masës mjaftë të madhe ajo ka mjaftë energji të madhe që ta bëjë zbërthimin e bërthamës së azotit. Pas zbulimit të këtij reaksioni të parë bërthamor artificial, janë realizuar edhe reaksione tjera, me ç'rast si grimcë-projektil që e shkakton shndërrimin ka qenë e shfrytëzuar grimca α .

Në atë kohë ka qenë e zhvilluar teknika e nxitimit të grimcave të elektrizuara, prandaj përveç grimcave α edhe protoni është shfrytëzuar si grimcë-projektil për zbërthimin e bërthamës atomike.

Hap më të madh përpara në kërkimin e grimcës më të volitshme për optimin e bërthamës atomike është bërë me zbulimin e **neutronit**. Më vitin 1932 shkencëtari Çedvik pati sukses me bombardimin e bërthamës së beriliumit me grimca α të fitoj neutrone:



Neutroni është grimcë neutrale dhe ai shumë më lehtë mund t'i afrohet bërthamës atomike dhe ta destabilizoj ose ta sjell në gjendje zbërthimi (shpërbashkimi). Grimcat α pozitivisht të elektrizuara ose protonet duhet tu jepet energji mjaftë e madhe që ti përballojnë forcat dëbuese të Kulonit ndërmjet bërthamës dhe grimcës, që të mund ti afrohen bërthamës dhe ta destabilizojë atë.

SHEMBULLI 1. Sa pjesë nga kobalti radioaktiv do të mbetet pas 7 muajsh, nëse perioda e tij e gjysmëzbërthimit është 71 ditë?

Zgjidhje. Janë dhënë: $t = 7 \cdot 30 + 3 = 213$ ditë,
 $T_{1/2} = 71$ ditë, kërkohet N/N_0 .

Sipas barazimit (3)

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}} = \frac{1}{2^{\frac{213}{71}}} = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8}$$

SHEMBULLI 2. Poloniumi është element radioaktiv shpesh i përdorshëm për përfitim të grimcave α . Koha e gjysmëzbërthimit të këtij elementi është 140 ditë. Kërkohet masa e elementit të rifituar pasi të kalojnë 100 ditë nga preparati me masë 2 g. Cili element fitohet?

Zgjidhje. Është dhënë: $m_0 = 2$ g $T_{1/2} = 140$ ditë, $t = 100$ ditë, kërkohet m .

Meqenëse masa e cilitdo element është në përpjestim të drejtë me numrin e atomeve të tij, ligji për zbërthimin radioaktiv mund të shkruhet edhe si:

$m = m_0 e^{-\lambda t}$, ku $\lambda = 0,693/T_{1/2}$, ndërsa m është masa e poloniumit pasi të kalojë koha t .

Nëse shikohet në sistemin periodik të elementeve do të shihet se elementi i rifituar është plumbi. Masa e plumbit është e barabartë me masën e atomeve të zbërthyera të poloniumit.

$$m_{pb} = m_0 - m = m_0 (1 - e^{-\lambda t}) = m_0 \left(1 - e^{-\frac{0,693t}{T_{1/2}}} \right)$$

nëse zavedësohen vlerat për m_0 , t dhe $T_{1/2}$ fitohet: $m_{pb} = 0,76$ mg.

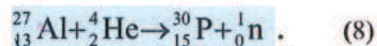
Për 5⁺ Radioaktiviteti artificial

Gjatë reaksioneve bërthamore fitohen bërthama të reja (nuklide) të cilat, varësisht nga tipi i reaksionit, mund të jenë bërthama stabile ose jostabile.

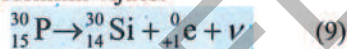
Stabiliteti i një bërthame varet nga raporti i numrit të neutroneve dhe protoneve. Ai raport ndërrohet nga 1, në fillim të sistemit periodik, dhe deri në 1,6 në fund të këtij sistemi. Më stabile janë bërthamat me numër të barabartë protonesh dhe neutronesh. Me rritjen e numrit të neutroneve fitohen bërthama gjithnjë më jostabile.

Është e mundur në mënyrë artificiale, me bombardimin e ndonjë bërthame me cilëndo grimcë, të fitohet bërthamë-produkt që është radioaktive. Dukuria quhet **radioaktivitet artificial**. Është zbuluar nga Irena Kyri dhe Frederik Zholio më vitin 1934. Eksperimentet janë bërë në dhomën e Vilsonit, në të cilën grimca e elektrizuar lenë gjurmë, prandaj ajo detektohet. Për tu bindur në natyrën e grimcave, ata

dhomën e kanë vendosur në fushën magnetike homogjene. Si shembull për përfitim të elementit artificial aktiv është barazimi:



Izotopi i fosforit ${}_{15}^{30}\text{P}$ është radioaktiv (quhet edhe radiofosfor), dhe ajo β^+ -radioaktiv me periode të gjysmëzbërthimit $T_{1/2} = 2,3$ min. Prandaj menjëherë fillon transformimi vijues:



Në të njëjtën mënyrë mund të fitohet edhe izotopi radioaktiv i azotit (${}_{7}^{13}\text{N}$).

Menjëherë pas zbulimit të radioaktivitetit artificial, Enriko Fermi ka treguar se grimca-projektill më e përshtatshme për përfitim të radioizotopeve artificiale është neutroni.

Është vërtetuar se me ndihmën e neutroneve mund të fitohen bërthama radioaktive artificiale për të gjitha elementet. Këto bërthama kanë gjetur zbatim të madh në shkencë, teknikë dhe veçanërisht në medicinë.

Të datuarit me karbon -14. Izotopi radioaktiv ${}_{6}^{14}\text{C}$, perioda e gjysmëzbërthimit është 5730 vjet, në atmosferën e Tokës krijohet përshkak të veprimit të rrezatimit kozmik. Është treguar se përqëndrimi i këtij izotopi në atmosferë nuk është ndryshuar gjatë mijëra vjetëve. Në çdo organizëm të gjallë raporti i përqëndrimeve të dy izotopeve (${}_{6}^{12}\text{C}$ i ${}_{6}^{14}\text{C}$) është i njëjtë sikurse është ai edhe në atmosferë, për arsye se gjatë jetës bëhet këmbim i pandëprerë i karbonit me mjedisin përreth. Kur organizmi vdes, proceset për këmbim ndërpriten dhe numri i bërthamave të izotopit ${}_{6}^{14}\text{C}$ fillon të zvoglohet sipas ligjit për zbërthim



Fig. 2

radioaktiv. Kështu, sipas numrit të bërthamave të pazbërthyera të këtij izotopi, afërsisht mund të përcaktohet koha e vdekjes së ndonjë organizmi. Metoda shfrytëzohet në arkeologji për përcaktimin e vjetërsisë së mbeturinave fosile, mbeturinave të drurit, eshtnave ose lëkurat e organizmave bimore ose shtazore, bile edhe e njeriut. Kështu, sipas mbeturinave organike në llaçin e piramidave, arkeologët kanë zbuluar se disa nga ata janë shumë më të vjetër se sa është menduar.

SHEMBULLI 3. Në gërmadhat e një lokaliteti arkeologjik janë gjetur trupa të drunjte të cilat përqëndrimi $^{14}_6\text{C}$ është 4 herë më i vogël se sa në drurin e njomë të prerë. Përcaktoni vjetërsinë e trupave. Perioda e gjysmëzbërthimit të $^{14}_6\text{C}$ është 5730 vjet.

Zgjidhje. Janë dhënë: $N/N_0 = 1/4$; $T_{1/2} = 5730$ vjet. $t = ?$

Sipas barazimit (1):

$$\frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}} \Rightarrow \frac{1}{4} = 2^{-\frac{t}{5730}} \Rightarrow$$

$$2^2 = 2^{\frac{t}{5730}} \Rightarrow t = 2 \cdot 5730 = 11460 \text{ vjet.}$$

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- aktiviteti i zbërthimit radioaktiv
- bekerel
- periodë e gjysmëzbërthimit
- ligji për zbërthimin radioaktiv
- datimi me karbon - 14
- shndërrimi artificial
- proton
- neutron
- radioaktiviteti artificial



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Perioda e gjysmëzbërthimit të stronciumot $^{90}_{38}\text{Sr}$ është 28vjet. Pas sa vitesh numri i bërthamave të këtij izotopi do të zvogëlohet 8 herë?

(Përgjigje: 84 vjet)

2. Një preparat përmban 4 mg izotop të jodit $^{131}_{53}\text{J}$. Pas 24 ditësh kanë mbetur vetëm 0,5 mg. Sa është perioda e gjysmëzbërthimit të izotopit? (Përgjigje: 8 ditë)

3. Lexoni në ndonjë libër cilët janë familjet radioaktive që ekzistojnë në natyrë. Me cilin element ata mbarojnë?

Provoni në internet veb faqet:

1. Law of Radioactive Decay

<http://komvuxnet.gotland.se/ronald/physeng/lawdecay.htm>

2. Dating with carbon -14

<http://science.howstuffworks.com/carbon-143.htm>

si edhe linka të tjerë të ngjashëm. Lexoni më tepër për dukurinë dhe simuloni atë.



I. Kyri (Irène Curie, 1897-1956) vajza e Pjer dhe Maria Kyri, ka punuar në problemet e radioaktivitetit. Ka doktoruar në problemet e rrezatimit α të poloniumit. Më vitin 1925 është martuar për Frederik Zholion (Jean - Frédéric Joliot, 1900-1958)

i cili të njëjtin vit është punësuar në Institutin për radium me porosinë e Pol Lanzhevenit, profesor i tij. Bashkërisht kanë punuar në problematikën e radioaktivitetit. Më vitin 1932 kanë qenë shumë afër në zbulimin e neutronit, por fama për këtë zbulim i takoj Çedvikut. Zbulimi i përbashkët më i njohur është radioaktiviteti artificial (1934), për të cilin më vitin 1935 e fituan çmimin Nobel për kiminë.



Xh. Çedvik (James Chadwick, 1891-1974) është fizikan anglez i cili ka punuar në problemet e radioaktivitetit. Ka qenë bashkëpunëtorë i Radhërfordit. Në laboratorin e Kevendishit më vitin 1932 bëri zbulimin fundamental-neutronin, për të cilin më vitin 1935 e fitoi çmimin Nobel për fizikë

2. 15. DETEKTORËT PËR RREZATIMIN JONIZUES

Rrezet radioaktive janë të padukshme, nuk dëgohen, pa erë dhe pa shije. Organizmi i njeriut nuk ka shqisa për detektimin e tyre. Por ata janë shumë të rrezikshme për shëndetin e njeriut. Para se gjithash përshkak të mbrojtjes nga veprimi i tyre i dëmshëm, është e nevojshme të detektohen me ndihmën e mjeteve speciale.

Rregjistrimi i rrezatimit radioaktiv

Me zhvillimin e shkencës për “mikrobotën”, në pjesën që ka të bëjë me radioaktivitetin, rol të rëndësishëm kanë luajtur mjetet me të cilat mund të rregjistrohet veprimi i një grimce të vetme me dimensione të atomit, edhe më të vogla, si edhe të matet energjia e tyre, të përcaktohet ngarkesa e tyre dhe veti të tjera..

*Pajisjet me ndihmën e të cilave rregjistrohet rrezatimi jonizues dhe me të cilat përcaktohen karakteristikat e tyre, quhen **detektorë të rrezatimit jonizues**.*

Detektimi bazohet në vetitë themelore të rrezatimit α , β dhe γ : fuqia jonizuese e tyre, veprimi kimik në pllakat fotografike ose aftësia të shkaktojnë lumineshencën.

Në parim, të çdo pajisje e tillë një mikrogrimcë, p. sh. paraqitja e një elektroni shkaktonte efekt makroskopik; p. sh. paraqitja e gjurmave në rrugën e grimcave të cilat mund të shihen me sy. Kjo është e mundur vetëm nëse mjedisi themelor në pajisjen, ndodhet në gjendje jostabile, ashtu që veprimi në miniaturë e mikrogrimcës e sjell në gjendje stabile, e cila mund të rregjistrohet.

Karakteristikë kryesore e çdo detektori është **koha e vdekur** e tij. Ai është intervali kohor nga rregjistrimi i grimcës deri te momenti kur sistemi përsëri do të kthehet në gjendjen jostabile, për të mundur të rregjistrojë grimca tjera.

Karakteristikë e dytë e detektorëve është **efikasiteti** i tyre, i cili tregon se cila pjesë nga të gjithë grimcat rrënojnë në të do të jenë të rregjistruar nga detektori.

Do të përshkruajmë si funksionojnë disa nga pajisjet për detektimin e këtyre rrezeve.

Fotoemulzioni

Dimë se Bekerli për të parën herë e zbuloi rrezatimin radioaktiv nëpërmjet veprimit të tyre në pllakën fotografike. Në figurën 1 është dhënë figurë origjinale e pllakës fotografike e ekspozuar nga rrezatimi i kripës së uranimit.



Fig. 1. Rregjistrimi i parë i rrezatimit radioaktiv nga Bekereli.

Metoda e pllakës fotografike ka qenë e përsosur, ashtu që zbatimi i emulzioneve fotografike ka shërbyer për zbulimin edhe të rrezeve kozmike ose rrezatimeve tjera nukleare. Gjurmët e fotoemulzioneve pas përpunimit fotografik analizohen me mikroskop ose bëhen mikrofotografi.

Dhoma e Vilsonit

Në zhvillimin e fizikës bërthamore **dhoma e Vilsonit** ka luajtur rol shumë të rëndësishëm. Menjëherë pas zbulimit të Radhërfordit të shndërrimit të parë artificial të bërthamës, dukuria ka qenë rregjistruar dhe analizuar me këtë detektor. Poashtu, me dhomën e Vilsonit janë zbuluar pozitronet, mezonet dhe disa grimca tjera.

Për analizë më detale të grimcave jonizuese gjurmat e tyre inçizohen me ndihmën e kamerës fotografike FK. Matja e gjatësisë së gjurmës të grimcave mundëson matjen edhe të energjisë së tyre. Nga ana tjetër matja e numrit të qendrave të kondensimit mundëson të gjykohet edhe për natyrën e grimcave jonizuese.



Fig. 4. Fotografia e grimcave jonizuese në fushën magnetike.

Gjatë punës me dhomë të Vilsonit mund të shfrytëzohet edhe fushë magnetike, e cila mundëson të përcaktohet si impulsi ashtu edhe shenja e ngarkesës elektrike të grimcave (fig. 4).

Njehsori i Gajger-Mylerit

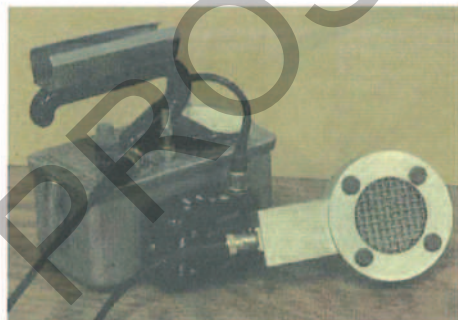


Fig. 5. Njehsori Gajger-Myler (detektori dhe skaleri)

Nga një numër i madh detektorësh me gaz më i njohur është njehsori i Gajger-Mylerit. (fig. 5). Te

ai shfrytëzohet vetia e grimcave jonizuese të kryejnë jonizimin.

Njehsori i Gajger-Mylerit (GM), në të vërtetë është diodë cilindrike, ku katoda (K) është cilindër metalik, ndërsa anoda (A) është tel volframi i vendosur për së gjati boshtit të cilindrit (fig. 6).

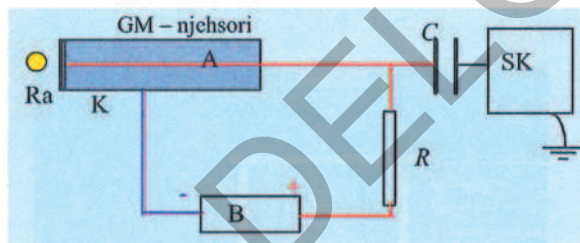


Fig. 6. Skemë e thjeshtësuar e njehsorit GM

Gypi është i mbushur me njërin nga gazet inert, ose përzierja e gazeve inert dhe avujt e alkoolit nën shtypje të ulët (rreth 1 kPa). Këto gaze lehtë jonizohen.

Ndërmjet anodës dhe katodës sjellet tension rreth 1, 2 kV. Në njërën bazë të cilindrit është bërë dritarëzë shumë e hollë nga dielektriku (liskun) që të mundet nëpër të të hyjnë rrezet radioaktive (alfa, beta dhe gama). Kur G-M nuk është në afërsi të rrezatimit radioaktiv, atëherë ndërmjet anodës dhe katodës nuk rrjedh rrymë. Por, kur në gyp do të hyjë grimca α ose β , ajo jonizon disa nga molekulat e gazit, prandaj elektronet e lira të fituara dhe jonet kahjesohen kah elektrodën. Përshkak të fushës së fortë johomogjene ndërmjet elektrodave, ngarkesat fitojnë energji plotësuese dhe janë të afta për jonizim të mëtejshëm të molekulave të reja. Kështu numri i atyre ngarkesave zmadhohet si ordek, duke falenderuar procesit të jonizimit me goditje. Kur elektronet arrijnë te teli i anodës, ata e zvoglojnë potencialin e tyre, prandaj nëpër rezistorin R do të rrjedh rrymë (ai është makroefekt), që e regjistron skaleri. Tensioni në skajet e rezistorit ashtu është i polarizuar që e kompenzon ndryshimin e potencialit ndërmjet anodës dhe katodës. Me këtë rast, pas një kohe të shkurtë, ndryshimi potencial ndërmjet elektrodave bëhet aq i vogël që fusha elektrike nuk mund ti nxitoj elektronet deri në atë shpejtësi për krijimin e

ortekut të joneve. Për këtë arsye rryma në rezistorin dobësohet, e me këtë edhe zvoglohet tensioni në skajet e tij, ashtu që tash përsëri vendoset tensioni fillestar ndërmjet anodës dhe katodës (ai që është fituar nga burimi i rrymës B). Tani përsëri krijohen kushte për krijimin e ortekut të joneve, respektivisht impulsit të rrymës. Shohim se rezistori luan rolin e një elementi i cili e fik (e ndërpret) qarkun e rrymës. Koha e vdekur zgjat deri sa nuk ndërpritet orteku dhe nuk vendoset gjendja fillestare. Përveç skalerit ekziston edhe përforcues, ndërsa te disa lloje edhe altoparlant i cili për çdo impuls të këtillë jep tingull.

Gjatë rregjistrimit të elektroneve (β rrezatimit) efikasiteti i këtyre detektorëve është gati 100%. meqenëse fuqia jonizuese e rrezeve γ është e vogël, për rregjistrimin e tyre shfrytëzohet efekti i krijimit të ortekut të elektroneve të cilët janë nxjerrur nga γ kuantet e katodës. Ky efikasitet i γ kuantëve është i vogël, rreth 1%. Për ti rregjistruar grimcat α , domosdo baza hyrëse të jetë shumë e hollë, mjaftë e tejdukshme për këtë rrezatim. Njehsorët GM-bashkëkohor mund të rregjistrojnë edhe deri më 10000 grimca në sekondë.

Për 5^+ Lloje tjera të detektorëve

Sot në përdorim më të madh nga dhoma e Vilsonit është e ashtuquajtura **dhoma me fluska**, e zbuluar më vitin 1952 nga D. Gljazer. Dhoma shfrytëzohet për detektimin e grimcave me energji të lartë. Te këta dhoma përzierja e tejnogupur e gazit dhe avullit është zavendsuar me *lëngë të tejnxehur*-hidrogjeni i lëngët, deuterium i lëngët dhe helium i lëngët (në temperaturë mbi pikën e vlimit). Kalimi i grimcës së jonizuar nëpër këtë lëngë të tejnxehur shkakton që fluskat të rriten nëpër gjatësinë e gjurmës deri në dimensione që mund të fotografohen, para se të arrihet vlimi i pa kontrolluar i lëngut.

Te dhoma me fluska lëngu i përshtatshëm është nxeh mbi pikën e vlimit dhe mbahet në fazën e lëngut ashtu që shtypja në temperaturën punuese është mbi shtypjen e avujve të ngopur. Kur shtypja shpejt zvoglohet me piston të lëvizshëm dhe diafragmë, dhe ajo afërsisht 10%, lëngu bëhet i tejnxehur dhe i ndjeshëm në jonizim. Megjithatë, pas disa sekondave do të arrihej deri te vlimi i shpejt, nëse nuk bëhet rikompresioni. Vëllimi i

dhomave të sotme me fluska është rend i madhësisë disa metra kub.

Dhomat e mbushura me lëngë me dendësi më të madhe (pentan, propan ose ksenon) shfrytëzohen për detektimin e rrezatimit γ .

Edhe gjatë punës me këtë dhomë mund të shfrytëzohet edhe fushë magnetike e cila mundëson të përcaktohet si impulsi ashtu edhe shenja e ngarkesës elektrike të grimcave.

Metodat shintiluese. Ka më tepër substanca të quajtura shintilatorë, atomet e të cilave ngacmohen kur u nënshtrohet rrezatimit nuklear. Kështu është p. sh zinksulfidi me përzierje të bakrit. Kur substancat e tilla do të kthehen në gjendje të pangacmuar, ata emetojnë fotone që rregjistrohen dhe japin të dhëna për grimcat rrënëse.

Detektorët me gjysmëpërçues. Në shkencën bashkëkohore shfrytëzohen edhe lloje tjerë detektorësh: proporcional, gjysmëpërçues dhe dhoma me xixa etj.

Nga detektorët me gjysmëpërçues zbatim më të madh kanë detektorët me kalim p-n (fig. 7). Nëse kontakti p-n lidhet me tension në kahje inverse

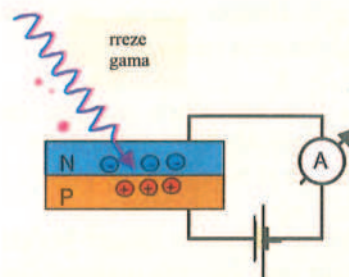


Fig. 7. Skemë e thjeshtë e detektorit me gjysmëpërçues.

(jolëshuese), ashtu që gjysmëpërçuesi p të lidhet me polin negativ të burimit, ndërsa gjysmëpërçuesi n me polin pozitiv, gjerësia e shtresës ndaluese të kalimit p-n zmadhohet dhe rryma nëpër atë kalim nuk rrjedh. Por, nëse nëpër kalimin p-n kalon ndonjë grimcë jonizuese, ajo krijon elektrone dhe vrima, dhe nëpër qarkun në të cilin është lidhur sistemi p-n do të rrjedhë rrymë. D. t. th gjatë çdo

kalimi të grimcës jonizuese krijohet impuls rryme, kështu që kalimi i këtillë shërben si detektor i shkëlqyeshëm i rrezatimit jonizues.

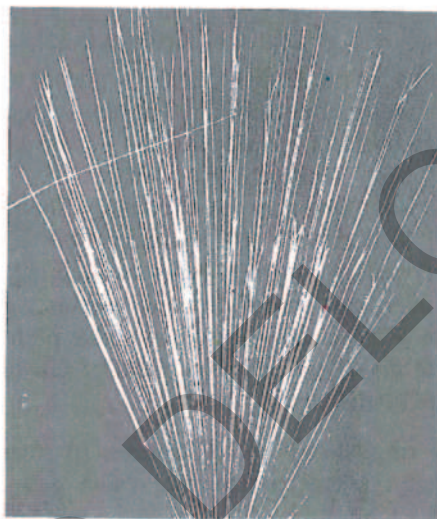
Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| - detektorët e rrezatimit jonizues | -koha e vdekur |
| - dhoma e Vilsonit | -efikasiteti |
| | -Njehsori i Gajger-Myler |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

- Shpjegoni cilët procese fizike janë bazë për funksionimin e dhomës së Vilsonit, njehsorit të Gajger-Mylerit, njehsorit shintilues dhe njehsorit gjysmëpërçues.
- Sa është “koha e vdekur” e njehsorit GM i cili regjistron deri më 10000 grimca në sekondë?
(Përgjigje: më e vogël se 10 μ s)
- Pse grimca α shënon gjurmë më të trashë në dhomën e Vilsonit se sa rrezja β ?
- Nëse jemi larg nga cilido preparat radioaktiv, njehsori i Gajger-Mylerit megjithatë numron impulse. Në çka ka të bëjë ajo?
- Nëse e afrojmë njehsorin Gajger-Mylerit te ora akrepat e të cilat janë lyer me material fluoreshent për tu parë edhe natën njehsori fillon të numroj impulse më tepër nga ajo e zakonshme. A e dini pse?
- A e dini se radioaktiviteti natyror i zakonshëm në masë të madhe ka të bëjë me radonin. Ai është gaz që fitohet me zbërthimin radioaktiv. Në lidhje me të është e lidhur ajrosja e hapsirave jetësore, pse?



Shndërrimi i parë i bërthamës i regjistruar me dhomën e Vilsonit



Ç. Vilson (Charles Thomson Rees Wilson, 1869-1959) është lindur në Glinkors në Skoci. Për zbulimin e dhomës me mjegull, e cila sot quhet e Vilsonit, më vitin 1927e fitoi çmimin Nobel në fizikë. Atë vit çmimin Nobel në fizikë e fitoi edhe Komtoni.



D. Glejzer (Donald Arthur Glaser, 1926-) Ka punuar në fushën e grimcave elementare, zbatimin e metodave fizike në biologjinë molekulare. Më vitin 1950 e ndërtoi dhomën me fluska. Për këtë zbulim më vitin 1960 e fitoi çmimin Nobel në fizikë.



H. Gajger (Hans Geiger, 1882-1945) është lindur në Nojshtad Gjermani. Ka punuar në fushën e fizikës atomike dhe bërthamore. Bashkë me V. Mylerin e ndërtoi njehsorin e Gajger-Mylerit.

2. 16. REAKSIONET BËRTHAMORE. FISIONI

Reaksionet bërthamore

Kur dy grimca (dy bërthama, ose bërthamë dhe ndonjë grimcë elementare) afrohen në largësi rreth 10^{-15} m atëherë ata fillojnë intensivisht të bashkëveprojnë.

*Çdo proces i bashkëveprimit i ndonjë bërthame me ndonjë grimcë elementare ose me bërthamë tjetër, me çrast arrihet të shndërrimi i bërthamës, quhet **reaksion bërthamor (nuklear)**.*

Në kapitullin 2. 14 ne hasëm në disa procese të tilla (barazimet 6, 7, 8 dhe 9). Këtu do të jepet barazimi i përgjithshëm për reaksionet bërthamore, klasifikimi i tyre dhe ligjet të cilat vlejnë te ky lloj procesi.

Tip më i përhapur i reaksionit bërthamor bëhet kur në ndonjë bërthamë-shenja X do të veprojnë grimca projektile a, madje arrihet deri te krijimi i bërthamës së re Y dhe lirohet grimcë e re b. Reaksioni shkruhet:



Në barazimin me Z dhe A janë shënuar numri rendor dhe numri i masës së bërthamës X, ndërsa me Z' dhe A' madhësitë përkatëse për bërthamën Y. Ky barazim shpesh herë shkruhet edhe në formë të shkurtuar:



gjatë kësaj së pari shkruhet bërthama shenjë (X), ndërsa në fund bërthama që fitohet (Y). Në kllapa shkruhet së pari grimca projektile - (a), ndërsa pastaj grimca që fitohet (b).

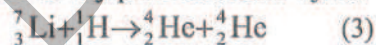
Reaksionet bërthamore, kryesisht mund të ndahen në:

- reaksione të shkaktuara nga projektile të elektrizuara dhe
- reaksione nga projektile elektroneutrale.

Reaksionet me grimca të elektrizuara bëhen me grimca α , protone, deutrone ose bërthama me masë më të mëdha. Karakteristikë për të gjitha

këto grimca është se ata janë pozitivisht të elektrizuara. Për këtë arsye ndërmjet grimcës-projektile dhe bërthamës -shenjë veprojnë forca dëbuese të Kulonit. Që grimca t'i afrohet bërthamës-shenjë në largësi kur do të fillojnë të veprojnë forcat bërthamore, duhet të përballohen forcat dëbuese, kjo d. t. th se projektili duhet të ketë energji mjaftë të madhe. Ajo arrihet ashtu që grimcat nxitohen në akceleratorët bashkëkohor. Akceleratorët modernë të sotëm mund t'i nxisin grimcat deri në energji të mëdha, bile edhe bërthama me masë shumë më të madhe nga deuteriumi.

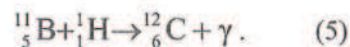
Si shembull i veçantë për reaksionin bërthamor me proton do të japim reaksionin vijues:



e cila paraqet reaksion të parë bërthamor të kryer me grimcë të nxituar (Xh.. Kokroft dhe E. Volton, viti 1932). Reaksioni (3) shkurtimisht shkruhet:



Mund të ngajë projektile-proton të absorbohet dhe të fitohet bërthamë e re e ngacmuar e cila, duke u kthyer në gjendje energjetike themelore, do të emetojë γ -kuante:



Grimca neutrale që e shkaktonte reaksionin bërthamor është neutroni. Menjëherë pas shpikjes së tij nga Çedviku ka qenë e qartë se me atë ma lehtë mund të shkaktohen reaksionet bërthamore.

Por, nuk do të thotë se gjithëmonë neutroni do të shkaktoj reaksion. Me fjalë të tjera, mund të ndodhë që neutroni pas goditjes me bërthamën të mos shkaktojnë ndryshim në natyrën e bërthamës, por të ndodhë **shpërndarja e neutroneve**. Nëse bërthama është me masë mjaftë të madhe, neutroni gjatë goditjes humb një pjesë të vogël të energjisë (sikurse topi që dëbohet nga shkëmbi).

Gjatë goditjes në bërthamat me masa më të vogla energjia e neutronit mund të shpërndahet ndërmjet tij dhe bërthamës dhe pas disa goditjeve neutronet e zvoglojnë energjinë e tyre deri në një vlerë të afërt me energjinë e lëvizjes termike. Këto neutrone quhen **neutrone të ngadalshëm ose termik**.

Neutronet e ngadalshëm hyjnë në reaksion me bërthamat. Sjellja e neutroneve të ngadalshëm dhe aftësia e madhe e tyre të bashkëveprojnë me

bërthamën e elementit-shenjë, shpjegohet ashtu që neutroni për shkak të shpejtësisë së vogël ma gjatë kohë gjendet në afërsi të bërthamës, prandaj ma gjatë kohë i nënshtrohet veprimit të forcave bërthamore. Nga këtu është edhe mundësia më e madhe që bërthama ta absorbojë.

Ligjet për ruajtjen te reaksionet bërthamore.

Nëse shikohen të gjitha reaksionet bërthamore të përmendur më sipër konstatohet se:

Ngarkesa e përgjithshme e grimcave projekttil dhe bërthamës-shenjë është e barabartë me shumën e ngarkesave të bërthamës që fitohet dhe ngrkesës së grimcës që fitohet si rezultat i reaksionit bërthamor. Kjo d. t. th se ruhet numri atomik Z.

Në çdo reaksion bërthamor ruhet edhe numri i masës A. Pikërisht, numri i nukleoneve para dhe pas reaksionit është i njëjtë. Por, menjëherë duhet të thuhet se kjo nuk do të thotë se thjeshtë shumë e masës së bërthamës-shenjë dhe projekttilit është e barabartë me shumën e masave të bërthamës që fitohet dhe masës së grimcës që fitohet. Nga ana tjetër, te reaksionet bërthamore vjenë në shprehje ligji i Ajnshtajnit për ekuivalencën e masës dhe energjisë ($E = mc^2$), më saktë, këtu vjen në shprehje ligji për ruajtjen e energjisë.

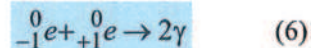
Te reaksionet bërthamore energjia e përgjithshme e bërthamës-shenjë dhe grimcës-projekttil është e barabartë me energjinë e të gjitha bërthamave dhe grimcave që fitohen pas reaksionit.

Anihilimi i elektronit dhe pozitronit

Pozitroni si antigrimcë e elektronit është parashikuar nga Diraku më vitin 1928. Eksperimentalisht është vërtetuar katër vite më vonë, kur Anderseni i ka studjuar gjurmat e rrezeve kozmike. Së shpejti madje është zbuluar se edhe γ -kuantet mund të transformohen në çift grimcash: elektron-pozitron ($e^- - e^+$).

Është vërtetuar se pozitroni në gjendje të lirë mund të ekzistoj një kohë shumë të shkurtër. Duke kaluar nëpër mjedisin material, pozitroni bashkohet me një nga elektronet e atomit, dhe në këtë rast krijohen dy γ - kuantet të cilët fluturojnë në dy

drejtime të ndryshme. Ky proces simbolikisht shënohet:



Transformimi i γ - kuantit në çiftin elektron-pozitron është proces reversibil (kthyesëm). Kjo d. t. th se gjatë bashkimit elektron-pozitron (anihilim-asgjësim) mund të formohen dy γ -kuante dhe anasjelltas (fig. 1.)

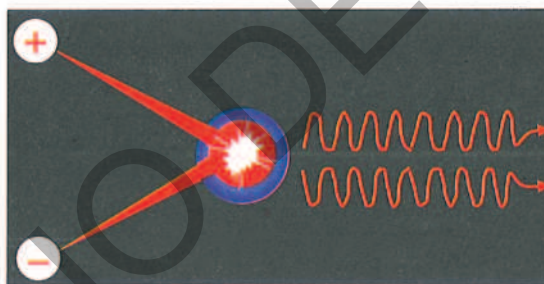


Fig. 1 Anihilimi (asgjësimi) i pozitronit dhe elektronit

Krijimi i çiftit pozitron - elektron realizohet në pajtim me ligjet për ruajtjen e energjisë dhe të impulsit.

Impulsi i γ -kuantit radhitet edhe në të dyja grimcat, si edhe në bërthamën me të cilën është në bashkëveprim. Por në këtë rast, impulsi i përgjithshëm para dhe pas procesit nuk ndërrohet. Kjo vërtetohet në dhomën e Vilsonit kur gjendet në fushën elektrike ose magnetike. Në atë fushë elektroni dhe pozitroni si grimca të elektrizuar me shenjë të kundërt shmangen në kahje të kundërta.

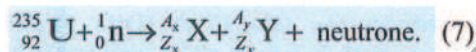
Këto transformime janë një ilustrim i mirë i lidhshmërisë reciproke dhe kushtëzimit të formave të ndryshme kualitative të materies, si dhe veçanti e tyre e përgjithëshme. Këtu bëhet fjalë për transformimin e substancës në fushën elektromagnetike dhe anasjelltas. Kuptohet, gjatë këtyre transformimeve vlejné të gjitha ligjet për ruajtje.

Në përgjithësi, procesi i anihilimit ka të bëjë edhe për cilindo qoftë çift **grimca-antigrimca**. *Gjatë interaksionit të çdo grimce me antigrimcën e saj arrihet deri te krijimi i dy kuantëve të rrezatimit*

Fisioni bërthamor

Reaksioni bërthamor, gjatë të cilit nga bërthama me masë më të madhe fitohen dy bërthama me masë më të vogla quhet **fision bërthamor**. Gjatë këtij procesi lirohet energji shumë e madhe e cila mund të shfrytëzohet (bërthamat më të mëdha gjenden në fund të sistemit periodik të elementeve).

Izotopi i uraniumit-235 është njëra nga bërthamat-shenjë më të shpeshta të shfrytëzuara gjatë fisionit bërthamor. Kur ai bombardohet me neutron të ngadalshëm (me energji rreth 1 eV), bërthama lehtë e absorbon neutronin e ngadalshëm dhe për një kohë shumë të shkurtër (deri 10^{-12} s) bëhet bërthamë jostabile e theksuar, e cila menjëherë pas asaj coptohet në dy bërthama X dhe Y (produkte të fisionit), me çrast fluturojnë dy ose tre neutrone (fig. 2). Reaksioni mund të shkruhet kështu:



Elementet X dhe Y mund të jenë izotope të elementeve nga mesi i sistemit periodik të elementeve, si p. sh. bariumi, kriptoni, stronciumi, ksenoni etj. Ekzistojnë rreth 40 çifte të tillë të mundshme të bërthamave. Këto bërthama kanë rreth 1 MeV energji specifike të lidhjes më të madhe nga bërthama e uraniumit (shiko grafikun në fig. 2, e kapitullit 2. 12). Kjo d. t. th se këta bërthama kanë nukleone të cilët janë më fort të lidhur dhe kanë masë më të vogël të prehjes.

Pra, masa dhe energjia në prehje zvoglohen. Një pjesë të energjisë në prehje të uraniumit shndërrohet në energji kinetike të produkteve të reaksionit (sipas barazimit të Ajnshtajnit $E_0 = m_0 c^2$). Gjat ndarjes së një bërthame lirohet rreth 200 MeV energji, që është sasi shumë e madhe.

Ja një shembull të fisionit kur si rezultat paraqitet bariumi dhe kriptoni:

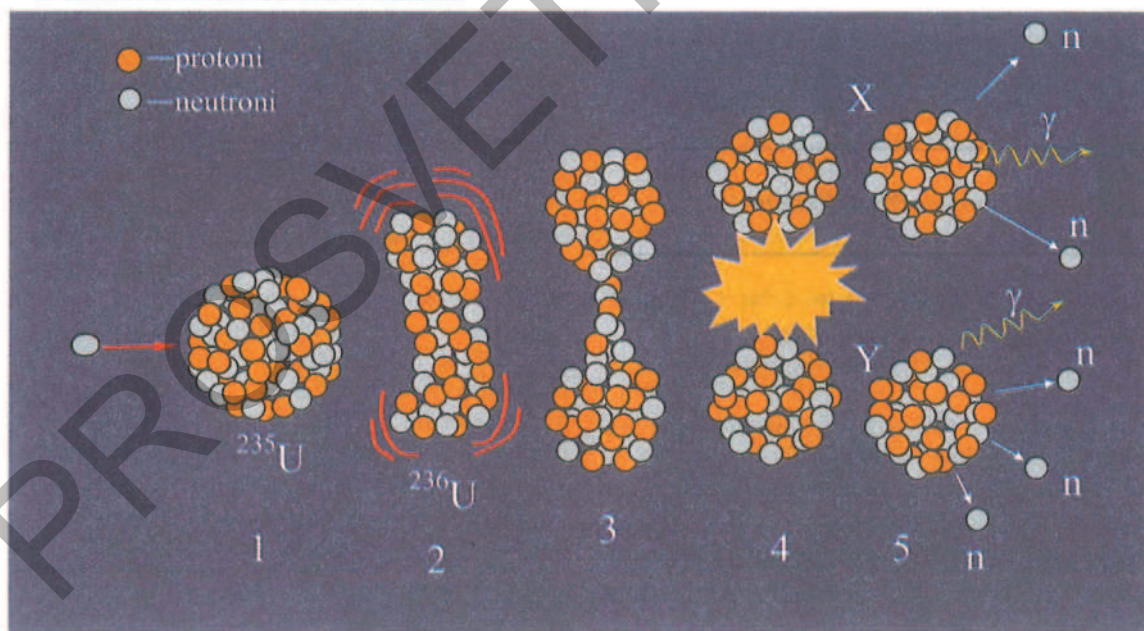
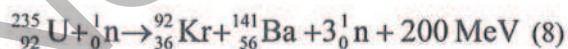


Fig. 2. Fisioni i bërthamës së uraniumit-235, sipas "modelit-pikë". 1. Neutroni e bombardon bërthamën që ka formë pike. 2. Pas kapjes së neutronit krijohet bërthamë e uraniumit -236 e cila është e ngacmuar dhe deformohet. 3. Bëhet deformim i mëtutjeshëm, kur fillojnë të veprojnë forcat dëbuese të Kulonit. 4. Coptimi. 5. Produktet e reaksionit X dhe Y dhe neutronet e ri të aftë për fisione të reja.

Sikurse shihet në procesin e fisionit, gjatë çdo akti të coptimit emetohen dy ose tre neutrone të reja. Një numër më i madh i tyre emetohen, thuajse përnjëherë, d. t. th për kohë të shkurtër prej 10^{-14} s. Por, një pjesë e vogël e neutroneve lirohet edhe më vonë, pas disa minutave. Ajo përqindje te uraniumi -235 është 0.75%, ndërsa te izotopi i plutoniumit -239 është 0.36%

Energjia që lirohet gjatë fisionit është kolosale. Për krahasim do të përmendim se gjatë coptimit të të gjitha bërthamave nga 1 kg uranum -235 lirohet energji e barabart me energjinë që fitohet me djegien 3 000 000 kg qymyri.

Energjia e fituar gjatë fisionit bërthamor është shfrytëzuar te reaktorët bërthamor dhe për fat të keq edhe te bombat atomike.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- reaksionet bërthamore (nukleare)
- shpërndarja e neutroneve
- elektronet e ngadalshëm (termik)
- ligji i ruajtjes te reaksionet bërthamore
- antigrimca
- anihilimi (asgjësimi)
- fisioni bërthamor (nuklear)



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Shkruani në formë të zhvilluar dy reaksionet karakteristike vijuese me deutron: $^{13}\text{C}(\text{d}, \text{p})^{14}\text{C}$ dhe $^{12}\text{C}(\text{d}, \text{n})^{13}\text{N}$
2. Pse neutronet janë më të përshtatshme si projekttil për reaksionet bërthamore?
3. Pse neutronet termik më lehtë absorbohen në bërthamë se sa neutronet e shpejt?
4. Shkruaje në formë të përgjithshme gjatë së cilës bërthama e caktuar ^A_ZX apsorbon neutron dhe lëshon γ -kuant.
5. Proveni validitetin e ligjeve për ruajtje të ngarkesës elektrike dhe ligjin për ruajtjen e nukleoneve te të gjithë reaksionet e dhëna si shembull në këtë njësi mësimore.

Proveni në internet veb faqet:



1. **Nuclear Reactions**
www.nidlink.com/~jfromm/history/nuclear2.htm - 26k
2. **Matter-Antimatter Annihilation**
http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/known2/gamma_generation.html
3. **Nuclear Fission Concepts**
hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/nucene/fiscon.html - 5k - dhe zgjeroni njohuritë tuaja

Mundësia për përfitimin e energjisë së dobishme nga reaktorët nuklear, pas zbulimit të neutronit, ka qenë e diskutueshme gjatë tridhjetë viteve të shekullit të kaluar.

Shkencëtarët gjerman **Oto Han (Otto Hahn, 1887-1968)** i **F. Shtrasman (F. Strassman)** kanë bërë studim të hollësishëm të rezultateve të reaksioneve gjatë bombardimit të uraniumit me neutrone. Kështu, më vitin 1939 ata kanë treguar se si rezultat i këtij bombardimi fitohet bariumi, element me numër atomik 56 dhe asesi nuk kanë mundur të shpjegojnë si prej uraniumit fitohet ky element. Një javë pas analizës së tyre, **Liza Majtner (Lisa Meitner)** dhe **Oto Frish (Otto Frisch)** kanë supozuar se gjatë bombardimit të uraniumit bërthama ndahet në dy bërthama më të vogla dhe me këtë rast lirohen sasi të mëdha të energjisë.

Ky zbulim, i bërë direkt para luftës së Dytë botërore, menjëherë vërtetoi edhe në mundësinë që me ndihmën e fisionit të fitohet energji e dobishme, por se edhe mund të fitohet bombë me fuqi të madhe shkatruese. Gjatë kohës së luftës në SHBA janë mbledhur një plejadë e tërë shkencëtarësh botëror (numri më i madh i tyre emigrant nga Evropa), të cilët kanë punur intesivisht në zhvillimin e teknologjisë bërthamore. Kështu, nën udhëheqjen e Enriko Fermi më vitin 1942 në Çikago është lëshuar në punë reaktori i parë bërthamorë. Më 16 korrik 1945 në pjesën e shkretirës në Meksikën e Re në SHBA është kryer eksplodimi i parë i bombës atomike. Mandej në fillim të gushtit të të njëjtit vit bëhen bombardime tragjike në Hiroshimë dhe Nagasaki. Filloi epoka e pas luftës për gara në armatimin nuklear, por edhe epoka e shfrytëzimit të energjisë nukleare

Oto Han, fitues i çmimit Nobel për kimi më vitin 1944, tridhjetë vjet ka bashkëpunuar me Liza Majtner. Si rezultat i këtij bashkëpunimi e kanë zbuluar dukurinë e fisionit bashkë me Shtrasmanin



2. 17. REAKTORËT BËRTHAMOR

Ndonëse, për fat të keq, zbulimi i reaksionit vargor (në zinxhir) ka qenë për të parën herë i shfrytëzuar për qëllime ushtarake dhe shkatruese, megjithatë reaksionet nukleare kanë gjetur zbatimin e tyre edhe për mirëqenien e njerëzimit-për përfitimin e energjisë së dobishme.

Reaksioni vargor

Sikurse pamë në kapitullin e fundit, fisioni i bërthamës së uraniumit është e përcjell me përfitimin e dy deri tre neutroneve. D. t. th, një neutron shkakton reaksion, por pas reaksionit ai krijon neutrone të tjera, të aftë për bashkëveprim me bërthamat e reja, për fision të ri. Kështu reaksioni vazhdon (fig. 1). Si shembull le ta marrim reaksionin që e përmendëm:

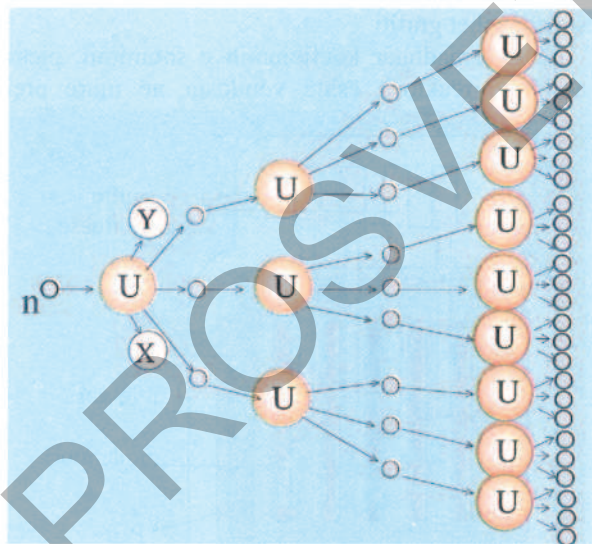
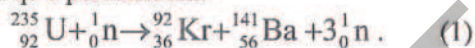


Fig. 1. Reaksion vargor i uraniumit.

Produktet nga coptimi i uraniumit janë bërthama të reja dhe më të lehta, X dhe Y, në reaksionin konkret ata janë kriptoni dhe bariumi, për të cilët më tutje nuk mbajmë llogari, sepse ata nuk marrin pjesë në reaksionin vargor. Reaksioni

zgjerohet meqenëse numri i neutroneve rritet si progresion gjeometrik. Krijohen ordeqe të neutroneve, prandaj kjo dukuri u quajtë edhe **reaksion bërthamor vargor**. Procesi mundet për një kohë shumë të shkurtë të përfshijë numër kolosal bërthamash.

Uraniumi në natyrë gjendet në dy lloje izotopes: ${}_{92}^{238}\text{U}$ i cili shumë është i përfaqësuar (99, 3%) dhe ${}_{92}^{235}\text{U}$ me përfaqësim prej vetëm 0, 7%. Uraniumi-238 coptohet vetëm nën veprimin e neutroneve të shpejta. Me veprimin e neutroneve termik (të ngadalshëm) coptohet vetëm uraniumi - 235. Përshkak të përfaqësimit shumë të vogël të uraniumit -235 pjesa më e madhe nga neutronet e fituara në kushte natyrore e humbin energjinë e tyre dhe kapen nga bërthama e uraniumit -238, ashtu që në kushte natyrore nuk është i mundur reaksioni vargor.

Mënyrë e mundshme që të sigurohet reaksioni vargor është që në uraniumin të zvoglohet përqëndrimi i uraniumit 238, dhe të zmadhohet përqëndrimi i uraniumit -235. Ky proces quhet **pasurim**. Produkti i dorës së dytë nga procesi i pasurimit quhet **uranium i varfëruar**. Kështu zmadhohet mundësia që fisioni të jetë i shkaktuar nga neutronet e ngadalshëm (termik). Por, bile edhe atëherë jo gjithmonë janë të plotësuar kushtet për reaksionin vargor. Kështu, nëse masa e uraniumit të tillë është e vogël, ose e radhitur joadekuat, neutron et e krijuara me fision shpejt dalin nga sipërfaqja e modelit dhe absorbohen nga substancat përreth dhe numri i tyre humbet me çdo proces të fisionit. Për tu mbajtur reaksioni vargor është e nevojshme që numri i elektroneve të humbur, nëpërmjet të procesit të kapjes ose shpërndarjes nga muret, të zvoglohet.

Kusht themelor që të ndodh reaksioni vargor është **koeficienti i shumimit të neutroneve (ndonjëherë quhet faktor i multiplikacionit) k të jetë i barbartë ose më i madh se njëshi**. Koeficienti i shumimit është raport i neutroneve nga një gjeneratë i , me numrin e neutroneve paraprak të gjeneratës $(i-1)$:

$$k = \frac{N_2}{N_1} = \frac{N_3}{N_2} = \dots = \frac{N_i}{N_{i-1}} \quad (2)$$

Për k shumë pak më e madhe nga numri 1, p. sh $k=1,0014$ reaksioni realizohet me eksplozim.

Plotësimi i këtij kushti varet prej më shumë faktorëve nga të cilët më i rëndësishëm është masa e lëndës djegëse të fisionit.

Reaksioni vargor është i mundshëm vetëm nëse masa e uraniumit është barabartë ose më e madhe nga masa kritike përkatëse. Ajo është masa minimale gjatë së cilës mbahet reaksioni vargor. Për uraniumin ajo masë është me madhësi disa kilogram, me formë topi me rreze $r \sim 15$ cm.

Nëse masa e lëndës djegëse të fisionit është më e madhe nga ajo kritike, atëherë nën veprimin e shumimit me ortek të neutroneve shumë shpejt krijohet numër kolosal i neutroneve. Nga kjo ndodhin numër madh fisionesh, me çrast lirohet sasi energjie kolosale. Procesi i shpejt i fisionit shpie deri te **eksplodimi nuklear**. Fisioni i tillë bëhet te bomba atomike.

Reaktorët bërthamor

Reaksioni vargor mund të bëhet ashtu që të rrjedhë ngadalë dhe në mënyrë të kontrolluar. Reaktori i parë bërthamor është ndërtuar në SHBA nën udhëheqjen e Enriko Fermi, më vitin 1942. Në figurën 2 është dhënë reaksioni vargor i kontrolluar i cili bëhet te reaktori, ndërsa në figurën 3-skema e pjesëve themelore të tij.

Pjesët kryesore të çdo reaktori nuklear janë:

1. lënda djegëse nukleare, më shpesh uranium - 235 me masë më të madhe nga ajo kritike;
2. moderatori dhe reflektori;
3. shufra kontrolluese për rregullimin e procesit;
4. sistem për ftohje dhe
5. sistem për mbrojtje

Lënda djegëse nukleare mund të jetë prej ^{235}U , ^{233}U ose plutoniumi (^{239}Pu), me masë më të madhe nga ajo kritike. Lënda djegëse është vendosur në afërsi direkte të **moderatorit** i cili i ngadalson neutronet. Moderatori është i përbërë nga elementet me numër rendor të vogël, bërthamat

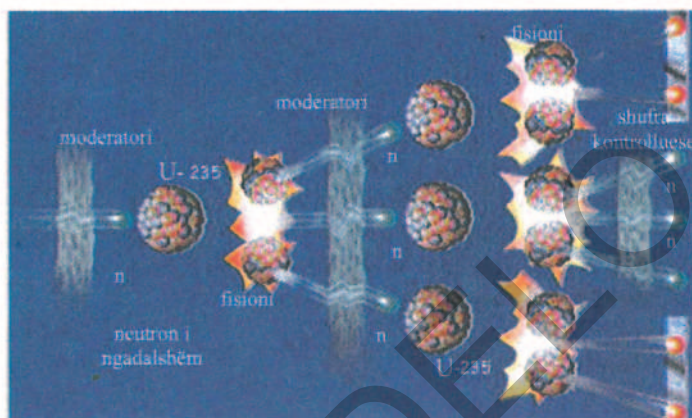


Fig. 2. Reaksioni vargor i kontrolluar

e të cilit hyjnë në interaksion me neutronet dhe ua zvoglojnë shpejtësinë. Si moderator shfrytëzohet grafiti, uji i zakonshëm ose i rëndë (uji në të cilin hidrogjeni i zakonshëm është zëvendësuar me izotopin e deuteriumit), beriliumi etj. Uji i rëndë është moderator shumë i mirë. Por, për shkak se përfitimi i tij është shumë i shtrenjtë, ma shpesh shfrytëzohet grafiti.

Për ta zmadhuar koeficientin e shumimit, pjesa aktive e reaktorit është vendosur në mure prej

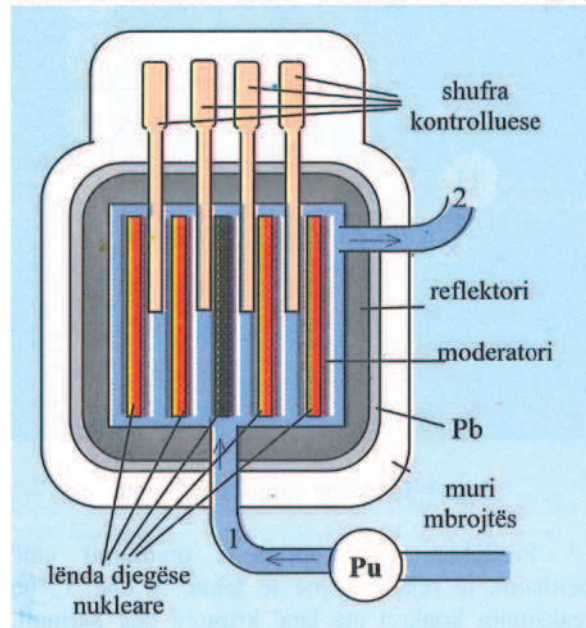


Fig. 3. Paraqitja skematike e reaktorit

grafiti të cilët luajnë rolin e **reflektorit** të neutroneve.

Pjesa kryesore me të cilin sigurohet fisioni i kontrolluar janë **shufrat kontrolluese**. Ata futen ose nxirren në lëndën djegëse nukleare, me çka rregullohet koeficienti i shumimit. Synohet që ai të jetë njëshi, ose diçka shumë pak mbi njëshin. Ata shufra bëhen nga kadmiumi ose bori, të cilët e robërojnë numrin më të madh të neutroneve. Përveç shufrave kontrolluese, ekzistojnë edhe shufra sigurimi me ndihmën e të cilëve reaksioni vargor mundet totalisht të ndërpritet (nuk janë dhënë në figurë).

Reaktorët bërthamor mund të jenë hulumtues ose energjetik.

Reaktorët hulumtues shërbejnë për qëllime shkencore, por edhe si pajisje në të cilët fitohen radioizotope të ndryshme që shfrytëzohen në industri ose më së shumti në medicinë.

Reaktorët energjetik janë pjesë përbërse e **centraleve nukleare**.

Në bërthamën e reaktorit lirohet sasi e madhe e energjisë, e cila e nxeh ujin e thjeshtë ose të rëndë i cili gjendet në kontakt direkt me bërthamën e reaktorit. Për të siguruar shfrytëzimin e energjisë me pompa (fig. 3) pandërprerë sjellet uji i ftohtë, ndërsa përcjellet uji i nxehtë. Uji i nxehtë, zakonisht, ja dorëzon energjinë e vet këmbyesit të nxehtësisë në të cilin krijohet avull uji nën shtypje të lartë. Ai e lëviz turbinën, ndërsa kjo mëtutje energjinë e vet ja dorëzon gjeneratorit për rrymë elektrike. Kështu funksionojnë centralet nukleare të sotme.

Tipi tjetër i bartjes (fig. 4) bëhet me atë që në bërthamën e reaktorit rrymon uji nën shtypje e cila energjinë e vet ja dorëzon ujit që vlon dhe avulli i ujit e aktivizon turbinën.

Pjesa aktive e bërthamës, në të cilin pandërprerë bëhen proceset e fisionit, është burim i fuqishëm i rrezatimit. Gjatë fisionit përfitohen bërthama më të vogla, të cilat, të shumtën e rasteve janë radioaktive, kurse edhe vet procesi i fisionit është i përcjellur me lirim të neutroneve dhe γ -kuanteve. Pikërisht neutronet dhe rrezet- γ janë më të rrezikshme për jetën e organizmave.

Prandaj, përveç mbështjellësit nga plumbi (Pb), pjesa aktive e reaktorit mbështjelllet me mure prej betoni dhe hekuri me gjerësi deri 2 metra.

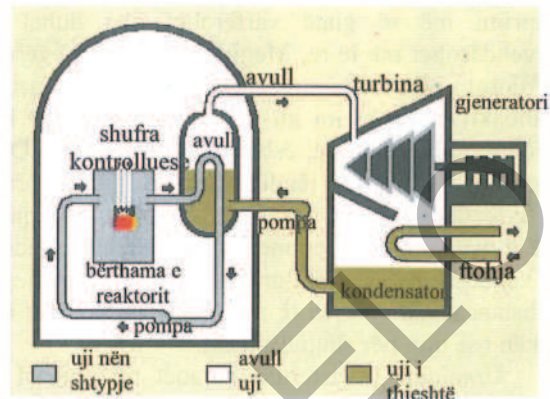


Fig. 4. Reaktorë me bartje nëpërmjet ujit nën shtypje të lartë

Përveç kësaj **shtresë mbrojtëse**, gjatë përdorimit të reaktorit është e nevojshme të mbrohen personat që me të udhëheqin, prandaj ata duhen të jenë në largësi të mëdha. Poashtu, përreth çdo reaktori sigurohen sisteme për kontrolla automatike dhe pajisje me alarm të cilët e rregullojnë rrezatimin.



Fig. 5. Pamja e jashtme e një centrali nukleare, me mure mbrojtëse betoni

EKOLOGJIA DHE FIZIKA

Pas havarisë që ndodhi në Çernobil më vitin 1986, mbrojtjes së centraleve nukleare (fig. 5) i kushtohet kujdes shumë i madh.

Por, përveç havarive, nga reaktorët nukleare kërcnohet edhe një rrezik shumë i madh. Ajo është e ashtuquajtura **hedhurinë nukleare**. Pikërisht, lënda djegëse bërthamore në reaktorin pas një

veprimi më të gjatë varfërohet dhe duhet të zëvendësohet me të re. Megjithatë, lënda djegëse e përdorur përmban sasi të mëdha substancash radioaktive. Problemi ku dhe si të deponohet kjo hedhurinë bërthamore, është problem botëror. Deri më tani, disa nga lëndët djegëse të përdorura shfrytëzohen për përdorim të sërishëm, por pjesa më e madhe e tyre deponohet në kontejner special, të vendosur në shkëmbi graniti. Bëhen përpjekje që substancat radioaktive të mos vijnë në kontakt me tokën ose ujin për shumë shekuj.

Uraniumi i varfëruar paraqet tip special të hedhurinës nukleare. Materiali ka formë të një qeramike shumë të fortë, prandaj shfrytëzohet për qëllime ushtarake për mbështjelljen e projekteve për shkak të zmadhimit të depërtueshmërisë së tyre në shenjën. Ai është kimikisht toksik dhe radioaktiv dhe nëse hyjnë në organizmin është shumë i dëmshëm për shëndetin.

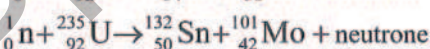
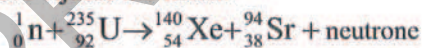
Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| - reaksion vargor | - masa kritike |
| - uranium i pasuruar | - moderatori |
| - uranium i varfëruar | - shtresa mbojtëse |
| - faktor i multiplikimit | - centralet nukleare |
| - shufra kontrolluese | - hedhurina nukleare |
| | - reaktori nuklear |

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Përcaktoni numri e neutroneve që lirohen gjatë çoptimeve vijuese me fisjon:

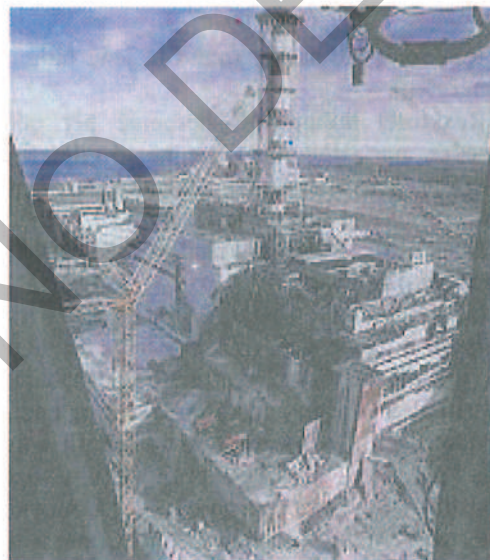


2. Tregoni ngjashmërinë dhe dallimet ndërmjet bombës atomike dhe reaktorit bërthamor.

3. Diskutoni përparësitë dhe mangësitë në shfrytëzimin e reaktorëve bërthamor në centralet elektrike. Tregoni për problemet ekologjike që kanë të bëjnë me centralet bërthamore.

Provoni në internet veb faqet:

1. [Nuclear reactor](http://www.wikipedia.org/wiki/Nuclear_reactor) - 32k - www.wikipedia.org/wiki/Nuclear_reactor - 32k -
2. [How a Nuclear Reactor Works](http://zebu.uoregon.edu/1999/ph161/118.html) - 3k - zebu.uoregon.edu/1999/ph161/118.html - 3k -
3. [Howstuffworks "How Nuclear Power Works"](http://science.howstuffworks.com/nuclear-power.htm) - 21k - science.howstuffworks.com/nuclear-power.htm - 21k dhe zgjeroni njohuritë tuaja



Inçizim nga reaktori i havarisur në Çernobil



E. Fermi (Enrico Fermi, 1901-1954) është i lindur në Romë. Në moshën 21 vjeçare bëhet doktor i shkencave të fizikës. Pavarësisht nga Diraku, më vitin 1925 e formuloi statistikën e mikro grimcave

të cilat sot i quajmë fermi-grimca. Ka punuar në teorinë kuantike në zbërthimin β . Me neutrone ka bombarduar elemente dhe ka fituar elemente të reja radioaktive transuranike, për çka më vitin 1938 i është ndarë çmimi Nobel.

Më vitin 1942 ka udhëhequr me ekipin, i cili ka punuar në ndërtimin e reaktorit të parë nuklear.

2.18. FUZIONI BËRTHAMOR

Reaksionet termobërthamore

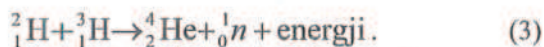
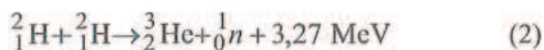
Përveç fisionit të bërthamave me numër mase të madhe, ekziston edhe një lloj reaksionesh bërthamore-fuzioni (bashkimi, sinteza) e dy bërthamave të lehta në një bërthamë me masë më të madhe. Te sjellurit e fuzionit në nivel komercial është ëndërr e fizikanëve të lëmisë bërthamore, meqenëse ai mund t'i zgjedh problemet energjetike në rruzullin e Tokës.

Gjatë fuzionit lirohet sasi energjie e madhe, pikërisht edhe më e madhe se energjia e liruar gjatë fisionit. *Prej nga fitohet kjo energji?* Nëse më detajisht studjohet varësia e energjisë specifike të lidhjes nga numri i masës (shiko fig. 2 të kapitullit 2. 12), mund të shihet se ajo te bërthamat nga fillimi i sistemit periodik është më e vogël se sa te ata nga mesi i tij. Shuma e masave e dy bërthamave të lehta është më e madhe nga masa e bërthamës së rifituar dhe grimca eventuale që do të fitohej ka defekt në masë, kjo d. t. th se do të lirohet sasi e madhe e energjisë.

Në parim ekzistojnë dy mundësi për realizimin e fuzionit:

- me nxitimin e bërthamave me ndihmën e akceleratorëve dhe
- duke siguruar temperatura të larta (me madhësi 10^7 K dhe më të larta) gjatë të cilave bërthamat posedojnë energji të mëdha.

Eksperimentet tregojnë se izotopet e hidrogjenit (deuteriumi dhe triciumi) janë më të përshtatshëm për realizimin e fuzionit. P. sh, kur bërthamat e deuteriumit ose triciumit bombardohen me bërthama të nxituara të deuteriumit, mund të rrjedhin këto tre reaksione:



Energjia që lirohet gjatë çdo procesi të fuzionit, shumëfish e tejkalon energjinë që

harxhohet për nxitimin e bërthamave të deuteriumit. Megjithatë, kur kemi parasysh se vetëm një nga milion bërthama të nxituara mund të shkaktoj fuzionin, është e qartë se energjia e harxhuar për nxitimin e bërthamave është shumë më e madhe nga energjia e liruar gjatë fuzionit. Ja pse kjo mënyrë për realizimin e fuzionit nuk paguhet për përfitim të energjisë.

Fuzioni bërthamor i bërthamave të lehta krijohet edhe në temperatura shumë të larta. Ai quhet **reaksion termobërthamor**.

Sa temperaturë duhet të arrihet për të realizuar fuzionin e deuteriumit dhe triciumit?

Njehsimet tregojnë se fuzioni bërthamor bëhet në temperatura të cilët janë dy herë më të larta nga temperatura e qendrës së Diellit. Megjithatë, është treguar se për të rrjedhë reaksioni i sintezës së bërthamave të atomit, është e nevojshme temperatura e rendit 10^7 K. Gjatë kësaj temperature të lartë materia ndodhet në gjendje specifike e cila quhet plazmë e temperaturës së lartë. Në këtë gjendje të substancës grimcat janë në shkallë të lartë të jonizimit (nuk ekzistojnë atome, por bërthama të veçanta dhe elektrone të cilët kanë energji të madhe).

Sa energji lirohet në procesin e fuzionit termobërthamor të bërthamave të elementeve? Kjo mund të ilustruhet me shembullin vijues.

SHEMBULLI 1. Sa energji lirohet gjatë fuzionit të një gram deuteriumi në helium.

$$m_n = 1,008665 \text{ u}, m({}^1_1\text{H}) = 1,007825 \text{ u}$$

$$m({}^4_2\text{He}) = 4,002603 \text{ u}$$

Zgjidhje. Energjia që lirohet gjatë fuzionit të dy deuteriumeve në helium është $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$, ku defekti i masës është:

$$\Delta m = 2[m_n + m({}^1_1\text{H})] - m({}^4_2\text{He}) = 0,03035 \text{ u}.$$

Në barazimin e fundit anëtar i parë paraqet masat e pjesëmarrësve para reaksionit, ndërsa i dyti masat pas reaksionit. Nëse zëvendësohen vlerat përkatëse për masat energjia e liruar është:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 0,03035 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 28,27 \text{ MeV}$$

Nëse në 1 mol helium ka N_A atome, në 1 g ka N_A/M , ku $M = 4$ është masa molare e heliumit. Energjia që lirohet gjatë fuzionit të një gram deuteriumi në helium është:

$$\Delta E = \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{4} \cdot 28,27 \text{ MeV}$$

$$\Delta E = 42,4 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$\Delta E = 67,8 \cdot 10^{10} \text{ J},$$

e cila është afërsisht 10 herë ma e madhe nga energjia që mund të fitohet me fision të një 1 g ^{235}U .

Reaksionet termobërthamore në Diell dhe yje

Reaksionet termobërthamore që bëhen në Diell dhe në yjet janë rezultat i ekzistimit të plazmës me temperaturë të lartë. Në përbërjen e Diellit dhe yjeve është treguar se ka 80% hidrogjen dhe 20% helium, kurse karbon, azot dhe oksigjen nuk ka më tepër se 1%. Kjo kontribuon që Dielli është burim i pashtershëm i energjisë termobërthamore. Meqenëse atje dominojnë temperatura nga rendi i madhsësisë 10^7 - 10^8K , ekzistojnë kushte për fuzion termobërthamor.

Reaksionet termobërthamore në Diell realizohen në etapa-cikle termobërthamor. Rezultati i fundit është energjia e liruuar në logari të fuzionit të bërthamave të hidrogjenit në helium.

Në yjet, sikurse është Dielli, temperatura e të cilit është më e ulët se $1,5 \cdot 10^7 \text{ K}$ supozohet se rrjedhë i ashtuquajtur *cikli proton-proton* (cikli pp). Ai fillon me goditje të dy protoneve dhe krijon deuterium.

Si rezultat i ciklit proton-proton (fig. 1), nga 4 protone fitohet një bërthamë heliumi, emetohen edhe dy pozitronet (e^+), dy neutrino (ν) dhe dy γ -kuante.

Masa e produktit të fuzionit ^4_2He është për 1% më e vogël nga masa e 4 protoneve që direkt ka të bëjë me lirimimin e energjisë termobërthamore.

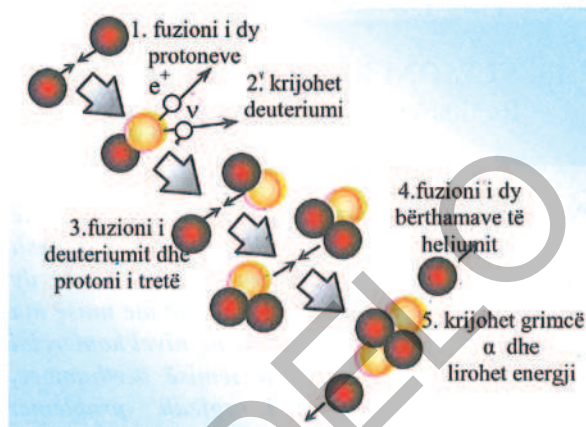


Fig. 1. Paraqitja skematike e ciklit p-p.

Te yjet më të mëdha, temperatura e të cilëve në qendër është më e madhe $1,5 \cdot 10^7 \text{ K}$ më me gjasa është *cikli karbono-azotik* (cikli -CNO) i propozuar Hans Betë. Edhe gjatë të dy ciklave krijohen neutrino (ν) që përhapen në kozmos. Është interesante se deri në Tokë arrijnë 3 herë më pak neutrino nga ajo që parashikohet me modelin për reaksionet termobërthamore të Diellit. Njëri prej shpjegimeve të mundshme është se në rrugën kah Toka ato kalojnë në lloje tjera neutrino, të cilat me metodat që sot disponojmë nuk mund të rregjistrohen.

Fuzioni bërthamor i kontrolluar

Se reaksionet termobërthamore mund të realizohen edhe në Tokë, askush më nuk dyshon. Sinteza e parë artificiale termobërthamore është realizuar më vitin 1953 në Bashkimin Sovjetik, kurse pas gjysmë viti edhe në SHBA, te bomba hidrogjenike. Ajo, në të vërtetë paraqet *fuzion termobërthamor të pakontrolluar*. Këtu temperatura që është e nevojshme për mbajtjen e fuzionit realizohet me eksplodim të bombës atomike të uraniumit ose plutoniumit.

Realizimi i reaksionit termobërthamor të kontrolluar (fuzionit) në Tokë, që është me interes të posaçëm, do të siguronte një burim të ri të pashtershëm të energjisë. Në hidrosferën e Tokës çmohet se ka rreth $4 \cdot 10^{13}$ tone deuterium. Deri tani, fuzionet e realizuara të kontrolluara ende janë në

nivelin e hulumtimeve shkencore dhe larg nga zbatimi konkret praktik.

Fuzioni ka më tepër përparësi.

- Energjia që lirohet në procesin e fuzionit termobërthamor është kolosale. Ate mund ta ilustrojmë me shembullin e fuzionit të deuteriumit që përmbahet në një litër ujë të thjeshtë. Ndahet aq energji sa do të lirohej nga djegia e rreth 350 litra benzin.

- Përparësi e rëndësishme e dytë e fuzionit është ajo se *bërthamat e rifituara nuk janë radioaktive. Nuk ka hedhurinë radioaktive, e cila nga aspekti ekologjik është shumë me rëndësi për njeriun dhe mjedisin jetësor.*

- Poashtu, gjatë përfitimit të energjisë bërthamore nëpërmjet të fuzionit, për ndryshim nga fisioni bërthamor, fillimi dhe zhvillimi i matutjeshëm i reaksionit termobërthamor nuk varet nga masa e elmeneteve që marrin pjesë në reaksionin termobërthamor, prandja te ata nuk duhet patur llogari për masën kritike.

Problemi i fuzionit të kontrolluar termobërthamor nuk është zgjidhur. Për ta realizuar fuzionin e tillë duhet të plotësohen këto kushte:

- **Dendësi e madhe.** Në brendinë e reaktorit plazma duhet të arrijë dendësi kritike e rendit të madhësisë afërsisht 10^{13} grimca/cm³. Sa më e madhe është dendësia për aq janë gjasat që bërthamat të pësojnë goditje në njësi kohe.

- **Temperaturë e lartë.** Ndonëse në brendinë e reaktorit fuzionues janë arritur temperatura deri 100 miliona gradë, fuzion i kontrolluar nuk është realizuar. Pengesa themelore është kushti i tretë.

- **Kohë mjaftë e gjatë** që të rruhet plazma me temperaturë të lartë.

Sot janë ndërtuar sisteme në të cilët plazma arrinë dendësi afërsisht $3 \cdot 10^{13}$ grimca/cm³ dhe mbahet rreth 1, 1 s. Megjithatë kur do të arrihen temperatura të larta, dendësia e plazmës do të zvoglohej.

Në eksperimentet për përfitimin e fuzionit të kontrolluar si vështërsi themelore është paraqitur problemi i substancës punuese, e cila është plotësisht plazmë e jonizuar, të jetë termikisht e izoluar nga muret e reaktorit. Me fjalë të tjera, edhe gjatë takimit më të vogël të plazmës me muret e enës në të cilën rruhet, shpejt ftohet nën temperaturën në të cilën është i mundshëm fuzioni.

Praktikisht kjo shpëputje nga muret e dhomës realizohet me fushë të fortë magnetike (me induksion magnetik 10-100 T) në të cilën grimcat e plazmës tërësisht të jonizuara lëvizinin nëpër rrugë rrethore rrezja e të cilës është më e vogël sa më e fortë është fusha magnetike. Në këtë mënyrë plazma izolohet termikisht nga muret e reaktorit. Fushat e forta magnetike në këtë mënyrë e mbajnë plazmën në një vëllim të caktuar dhe në largësi nga muret e reaktorit.

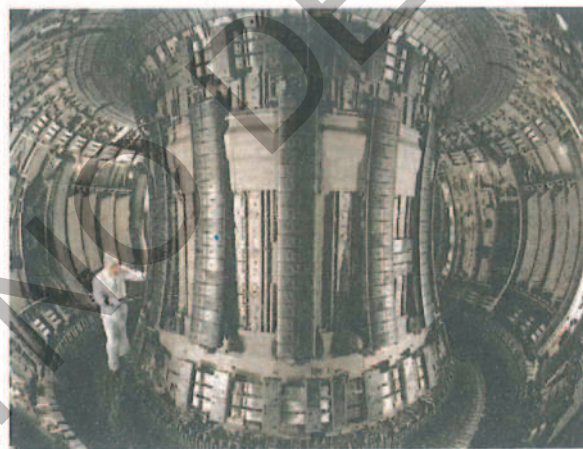


Fig. 2. Brendia e dhomës toroidale të reaktorit termobërthamor TOKAMAK në laboratorin e fizikës së plazmës në Princeton, SHBA

Në labororet sot praktikisht bëhen eksperimentet në dy tipe reaktorësh fuzionues. Tipi i parë është i njohur me emrin Tokamak. (Dhomë toroidale me fushë magnetike, fig. 2). Te këta reaktorë plazma mbahet në hapsirë të vogël me magnete special të formësuar. Fushat e forta magnetike arrihen me bobina toroidale nga materialet superpërçues, të ftohur me helium të lëngët.

Te tipi i dytë problemet e mbajtjes së plazmës zgjidhen edhe me shfrytëzimin e tufave laserike impulsive me energji të mëdha (10^5 - 10^6 J). Nëpër hapje të vogla nga të gjitha anët lëshohen tufa laserike të fokusuar në shenjën fuzionuese (fig. 3), (dhoma në të cilin është materiali fuzionues).

Për shkak të energjisë kolosale e fokusuar në hapsirë të vogël, fitohet plazmë me temperaturë të lartë.

Por, edhe përveç të gjitha përpjekjeve, problemi i fuzionit të kontrolluar, i cili do të shfrytëzohej për përfitimin e burimeve të reja të energjisë, akoma nuk është zgjidhur.

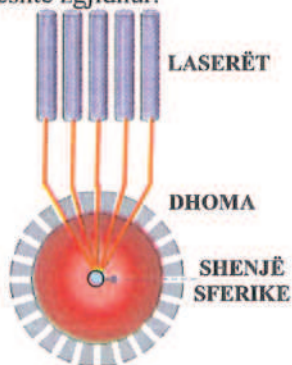


Fig. 3. Paraqitja skematike e reaktorit bërthamor laserik.

Shpjegoni kuptimet vijuese

- fuzion
- reaksioni termobërthamor
- Tokamak
- reaktori termobërthamor laserik



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Si shpjegohet fakti se gjatë fuzionit të bërthamave të lehta lirohet energji?

2. Pse gjatë fuzionit bërthamor bërthamat duhet të kenë energji kinetike të madhe? Cilët janë kushtet për të realizuar reaksione të tilla?

3. Sipas kuptimeve bashkëkohore, cilët reaksione termobërthamore realizohen në Diell dhe yje?

4. Cilët janë përparësitë e reaktorëve termobërthamorë nga reaktorët bërthamorë?

5. Masa e triciumit është $m({}_2^3\text{H}) = 3,016049\text{u}$, kurse e bërthamës së heliumit $m({}_2^4\text{He}) = 4,002603\text{u}$.

Të përcaktohet energjia që lirohet gjatë fuzionit të bërthamave të deuteriumit dhe triciumit në bërthamë të heliumit sipas reaksionit bërthamor (3). (Përgjigje: 17,8 MeV)

2. 19. DOZA E ABSORBUAR E RREZATIMIT DHE VEPRIMI BIOLOGJIK I TYRE

Shfrytëzimi gjithnjë më i madh i rrezatimit jonizues në energjetikë, teknikë, medicinë, në industrinë kimike dhe ushtaraket etj, njeriut i kanë sjellë shumë dobi, por edhe rrezik të rindotje radioaktive. Mjedişi jetësor ndotet nga radioaktiviteti edhe për arsye të provave nukleare dhe havarive eventuale të stabilimenteve nukleare.

Prandaj, për të studjuar ligjshmëritë dhe metodat për matjen e rrezatimit jonizues dhe të përcaktohen efektet që i shkakton rrezatimi në pjesët e rrezatuara të natyrës së gjallë dhe jo të gjallë, është zhvilluar një lëmi e veçantë në zbatimin e fizikës nukleare, *dozimetria*. Mjetet që e matin rrezatimin jonizues quhen *dozimetra*.

Rrezatimi jonizues gjatë kalimit nëpër mjedisin material, në të liron energji. Kjo energji harxhohet për jonizime dhe shkakton ndryshime strukturale në materien. Në inde të gjalla ato ndryshime manifestohen si lëndime biologjike. Këto lëndime, të shkaktuara nga veprimi kohëgjatë i rrezatimit jonizues, mund të jenë vdekjepruese ose të shkaktajnë pasoja të rënda edhe në gjeneratat e ardhshme. Nga ana tjetër, edhe veprimi kohëshkurtë i burimeve të forta të rrezatimit, sikurse janë eksplodimet atomike, mund të jetë vdekjeprurëse.



Fig. 1. Dozimetri personal

Madhësitë dozimetrike të rëndësishme

Që të mundet ndikimi i rrezatimit në mjedisin material, veçanërisht në organizmat e gjalla, të shprehet në mënyrë kuantitative, aplikohet *doza e absorbuar dhe doza ekuivalente*.

• Me kuptimin *dozë e absorbuar* D nënkuptohet energjia e përgjithëshme që rrezatimi (fotone, grimca të elektrizuara, neutrone) e lenë në materien nëpër të cilin kalon. Rrezatimi le të kalojë nëpër vëllimin e materies ΔV , masa e të cilës është Δm , dhe atij vëllimi i dorëzon energji ΔW_D , d. t. th. rrezatimi që del nga vëllimi ka për ΔW_D energji më të vogël nga ajo me të cilën ka hyrë. Atëherë doza e absorbuar është dhënë me:

$$D = \frac{\Delta W_D}{\Delta m} \quad (1)$$

Njësia për dozën e absorbuar në SI është 1 Gy (*grej*). Ajo është energjia e absorbuar prej 1J të cilitdo lloj rrezatimi jonizues, e dorëzuar në një kilogram masë të mjedisit të rrezatuar

$$1 \text{ Gy} = \frac{\text{J}}{\text{kg}} \text{ (grej)}.$$

• E njëjta e energji e rrezatimit të absorbuar në sistemet biologjike nga llojet e ndryshme të rrezatimit (α , β , γ etj), nuk shkakton efekte të njëjta biologjike. Lëndimet biologjike karakterizohen me *dozë ekuivalente* H . Ajo definohet si prodhim i dozës së absorbuar D dhe *faktorit biologjik të kualitetit* Q , me të cilin shprehen ndryshimet në efektet biologjike të llojeve të ndryshme të rrezatimit:

$$H = DQ \quad (2)$$

Faktori biologjik i kualitetit Q tregon sa herë ndjeshmëria e rrezatimit të dhënë është më e madhe nga ndjeshmëria e rrezatimit gjatë të njëjtës dozë absorbuese të rrezatimit rëntgen ose γ për të cilin $Q=1$.

Meqenëse Q është madhësi padimensionale, dimensionet e dozës ekuivalente janë të barabartë me dimensionet e dozës së absorbuar. Megjithatë,

1J/kg dozë e absorbuar dhe 1 J/kg dozë ekuivalente në kualitet do të dallohen: e para e karakterizon dozën energjetike, kurse e dyta-biologjike. Njësia për dozën ekuivalente në SI është:

$$1 \text{ Sv} = \frac{\text{J}}{\text{kg}} \text{ (sivert)}.$$

Sivert është doza ekuivalente e shkaktuar nga doza e absorbuar 1 Gy dhe $Q = 1$ e cila krijon jonizim specifik të caktuar.

P. sh. në dozën e absorbuar prej 10 Gy, e shkaktuar nga neutronet e shpejt për të cilën faktori i kualitetit është $Q=10$, i përgjigjet doza ekuivalente 100 Sv. Që d. t. th. neutronet shkaktojnë 10 herë dëmtime më të mëdha se sa doza e absorbuar e shkaktuar nga rrezatimi rëntgen ose γ për të cilën $Q=1$. Ndonëse edhe në të dy rastet është absorbuar e njëjta energji, doza ekuivalente e rrezatimit neutronik është më e madhe dhe shkakton dëmtime më të mëdha të indit. Për grimcat α , bërthamat e rënda dhe fragmentet e fisionit $Q=20$.

Mbrojtja nga burimet e rrezatimit jonizues

Personat që janë ekspozuar rrezatimit jonizues, për shkak të veprimit të dëmshëm biologjik, duhet të mbrohen çka është e mundur në mënyrë më efikase.

Meqë caku i grimcave α në ajër është shumë i vogël, lehtë absorbohen, prandaj për mbrojtje është e mjaftueshme fleta e letrës ose shtresa e ajrit me trashësi disa centimetra.

Për mbrojtjen nga rrezatimi β është e mjaftueshme shtresë mbrojtëse nga alumini, pleksiglasa ose qelqi me trashësi prej disa centimetra. Megjithatë, nuk ka mbrojtës ideal nga rrezatimi rëntgenik dhe γ , si edhe nga tufat e neutroneve dhe protonet me energji të lartë. Për mbrojtjen nga rrezatimi γ , shfrytëzohen pllaka betoni ose plumbi, ndërsa për mbrojtje nga rrezatimi i neutroneve shfrytëzohen materiale elementet e të cilave kanë numër rendor të vegjël, p. sh uji ose parafina.

Ekzistojnë tre kritere themelore për mbrojtje nga burimet e rrezatimit jonizues.

- E para, me qëllim që të zvoglohet intensiteti i rrezatimit, dhe sipas kësaj edhe doza e rrezatimit *shfrytëzohen absorbenta me dendësi të madhe, sikurse janë: plumbi, çeliku, betoni dhe elemente të tjerë të rëndë (bori, kadmiumi).*

- E dyta, *zmadhimi i largësisë ndërmjet burimit të rrezatimit dhe trupit është një prej faktorëve më të rëndësishëm për mbrojtje.* Intensiteti i rrezatimit bie me katrorin e largësisë nga burimi pikësor.

- E treta, sa më shpejt të manipulohet me burimet jonizuese aq më i vogël është rreziku. Respektivisht, çfarë pasojash do të ndodhin varet nga *shpejtësia me të cilën pranohet doza e caktuar e rrezatimit.* Kështu sasi të mëdha të dozës njëfish të pranuar mund të shkaktoj pasoja të dëmshme, ndërsa e njëjta sasi e akumuluar shumëfish për një kohë ma të gjatë (muaji, vite) mund të mos shkaktoj efekte të dukshme.

P. sh, nëse qelizat rrezatohen në doza të vogla shumëfish, është e nevojshme dozë ma e madhe të ndodh vdekja, se sa e njëjta dozë kur pranohet njëfish.

Duhet të dihet se *më e rrezikshme është të rrezatuarit kontinual njëfish me doza të mëdha.*

Në të gjitha hapsirat ku ka kontejnera me burime të rrezatimit në vend të hapur duhet të

vendosen shenja speciale për paralajmërime (fig. 2).

Të dhënat shkencore bashkëkohore tregojnë se nuk ekziston dozë minimale e rrezatimit, d. t. th dozë nën të cilën nuk do të arrihej deri në lëndim. Me fjalë të tjera, në rast të përgjithshëm logaritet se *çdo dozë e pranuar sjell rrezik të caktuar.*

Vlerat kufitare të dozave të lejuara

Doza kufitare e lejuar e të rrezatuarit është madhësi e cila përputhet me *fonin natyror radioaktiv*, i cili është rezultat i rrezatimit kozmik dhe radioaktiviteti natyror i sipërfaqes së Tokës, ujit dhe radonit radioaktiv. *Bota e gjallë në zhvillimin e vet evolutiv është përshtatur atij foni natyror radioaktiv.* Rrezatimi radioaktiv i cili është rezultat i materialeve radioaktive në natyrë, në shkëmbij dhe tokë është e ndryshme prej një vendi në vendin tjetër, por mesatarisht është afërsisht 0, 6 mSv në vit. Burim më i madh i rrezatimit natyror është radoni. Ai më shpesh del nga Toka dhe më së shumti gjendet në hapsira të mbyllura dhe të paajrosura.

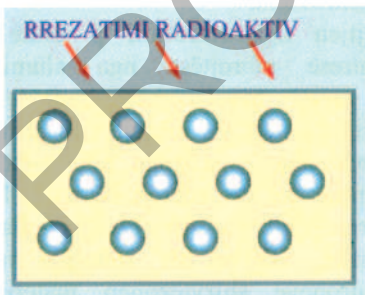
Kontributet e dozës mesatare vjetore nga burimet artificiale janë paraqitur në tabelën 1. Nga të dhënat shihet se doza e përgjithshme vjetore është shumë ma e vogël se 1 mSv. Kuptohet se këtu nuk janë marrë parasysh havaritë eventuale.

Nëse punohet në kushte normale për gjithë popullatën, doza maksimale e lejuar nuk duhet të jetë më e madhe se 1, 7 mSv (milisiverta) në vit.

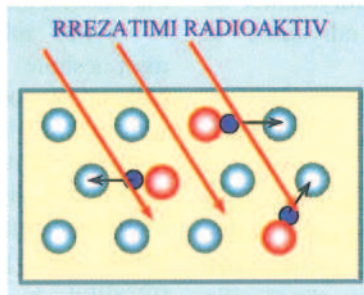


Rrezik!

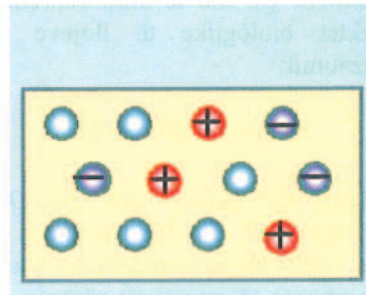
Fig. 2. Simbolu i tre fletëve të zezë për paralajmërim nga rrezatimi



Material qelizor para rrezatimit



Jonizimi i molekulave të ujit në materialin qelizor



Materiali qelizor i dëmtuar pas rrezatimit

Fig. 3

Tabela 1. Kontributi i burimeve artificiale në dozën mesatare vjetore.

BURIM ARTIFICIAL	doza mesatare vjetore (mSv/vit)
Diagnostika medicinale dhe terapia	0,25
rreshje atmosferike	0,01
ekzpozim profesional	0,05
prodhime për konsumim të gjërë	< 0,01
të tjera	< 0,04
Gjithësej:	rreth 0,35 mSv/vit

Për një grup të veçantë të popullatës të cilët kanë qëndruar në afërsi të burimeve të rrezatimit, gjatë të rrezatuarit të njëtrajtshëm doza maksimale ekuivalente e lejuar për tërë trupin është 5 mSv në vit. Për krahasim, nga rrezatimi kozmik organizmi mesatarisht pranon dozë vjetore prej 0,45 mSv.

Për personat profesional të ekspozuar doza maksimale e lejuar për një vit, gjatë të rrezatuarit të njëtrajtshëm të tërë trupit (për 40 orë pune në javë), nuk duhet të jetë më e madhe se 50 mSv.

Gjatë punës në kushte të jashtëzakonshme (hapsira të kontaminuara) definohet **doza e rrezikut të arsyeshëm**. Ajo duhet të jetë më e vogël nga doza vdekjeprurëse dhe nuk lejohet të shkaktoj lëndime të vrazhde të funksioneve vitale të personit që është rrezatuar. Kufiri i propozuar për dozën e rrezikut të arsyeshëm në kushte të jashtëzakonshme është 0,5 Sv.

Doza ekuivalente deri 1-2 Sv, e pranuar për kohë të shkurtër, shkakton smundje të rrezatimit. Doza më e madhe se 2 Sv, paraqet dozë vdekjeprurëse për njeriun.

FIZIKA DHE BIOLOGJIA

Bashkëveprimi i rrezatimit jonizues me materien e gjallë

Karakterit dhe pasojat nga të rrezatuarit e materies së gjallë varen nga faktorët vijues.

1. nga lloji i rrezatimit jonizues; 2. nga rradhitja e energjisë së absorbuar të rrezatimit në organizëm, të gjitha indet dhe të gjitha organizmat e gjalla nuk janë njësoj të ndjeshëm; 3. nga periudha kohore e të rrezatuarit, a është doza e pranuar për periudhë të shkurtër kohore ose për kohë ma të gjatë; 4. nga doza e pranuar, sa më e madhe është doza, dëmtimi është më i madh.

Bashkëveprimi i rrezatimit jonizues me materien e gjallë rrjedhë në më tepër faza. Dëmtimi primar, i cili është rezultat i bashkëveprimit të rrezatimit jonizues me materien e gjallë, është në nivel molekular. Molekulat e jonizuara, të krijuara si rezultat i bashkëveprimit me rrezatimin, shkaktojnë ndryshime kimike në pjesë të caktuar të qelizës. Pjesa më e madhe e energjisë së absorbuar të rrezatimit bartet në molekulat e ujit.

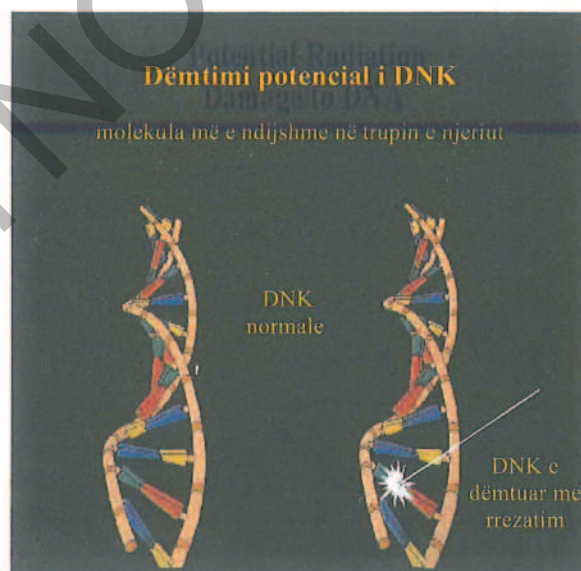


Fig. 4. Mundësi e shpëputjes së lidhjes hidrogjenike ndërmjet spiraleve

Me fjalë të tjera rrezatimi jonizues vepron në ujë që gjendet në materien e gjallë, me çrast bëhet ngacmimi i atomeve dhe molekulave, krijohen jone pozitive dhe negative të ujit, jone hidrogjeni dhe hidroksile, radikale, perokside etj. Molekulat e aktivuara të ujit mund të shkaktojnë ndryshime kimike në molekulat e mëdha sikurse janë enzimet, acidet nukleike dhe polisaharidet, të cilët janë me rëndësi të madhe biologjike.

Energjia e rrezatimit jonizues mundet edhe direkt të absorbohet edhe nga molekulat organike të materies së gjallë.

Acidet nukleike dhe komplekset e proteineve të tyre (acidi dezoksiribonukleike –DNK) janë shumë të ndjeshme në rrezatimin. DNK e krijon strukturën kryesore të kromozomeve.

Njëra nga pasojat e mundshme nga të rrezatuarit e DNK është shkëputja e spirales së dyfishtë (fig. 4). Qeliza e rrezatuar nuk mund ta sintetizoj DNK, prandaj mitozja ngadalësohet ose lehet anash. Për kohën e mitozës në atë qelizë mund të mungoj ndarja. Molekulat e DNK krijojnë themel kimik për substancën trashëguese të të gjithë qenieve të gjalla, duke filluar nga viruset e deri te njeriu.



Fig. 5. Mjekimi i tomorit me rreze β .

Ndryshimet, të cilët janë rezultat i absorbimit të rrezatimit jonizues, në materien e gjallë shpjen deri te shkatërimi i strukturës së qelizës, reaksione biokimike dhe shkatërimi i metabolizmit normal të qelizës, me këtë rast ndodhin edhe një varg procesesh sekundare. Më të ndijshme janë indet në të cilat qelizat rriten shpejt dhe shumohen. Në qelizë më të ndijshme janë bërthamat e tyre, kurse veçanërisht kromozomet.

Pasojat nga rrezatimi mund të vërehen te personat e rrezatuar ose te trashigimtarët e tyre. Në rastin e parë manifestohet në formë *somatike*,

ndërsa në rastin e dytë-si *pasoja gjenetike e rrezatimit*.

Ndjeshmëria nga rrezatimi te qeniet e ndryshme të gjalla është e ndryshme. Në përgjithësi mund të thuhet se ndjeshmëria është më e vogël te ata qenie të gjalla që janë në një shkallë më të ulët të zhvillimit.

Sa më e lartë është shkalla e zhvillimit të qenies së gjallë, aq më shumë rritet ndjeshmëria dhe mundësia për dëmtim nga rrezatimi jonizues.

Shpjegoni kuptimet vijuese

- dozimetri
- dozimetër
- doza e absorbuar
- grej
- doza ekuivalente
- sivert
- faktori biologjik i kualitetit
- foni natyror radioaktiv



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Çka është më e rrezikshme për njeriun doza e absorbuar prej 1Gy nga rrezet α ose e njëjta dozë e absorbuar nga rrezet γ ?
2. Sa është doza e absorbuar e grimcave α nëse doza ekuivalente është 2 Sv?
3. Sa është doza ekuivalente e neutroneve të shpejta nëse doza e absorbuar është 1 Gy?
4. Cilët janë tre kriteret themelore për mbrojtje?
5. Sa është doza maksimale e lejuar për një vit për personat të cilët profesionalisht janë nën ndikimin e rrezatimit jonizues, ndërsa sa për tërë popullatën.

Njësia Gy është quajtur sipas fizikanit anglez Luis Harold Grej, ndërsa njësia Sv sipas fizikanit suedez Rolf Sivert.

2. 20. BASHKËVEPRIMET FUNDAMENTALE

Të gjitha proceset natyrore, edhe në makrobotën, edhe në botën e grimcave elementare të imëta, shpjegohen me ekzistimin e vetëm 4 bashkëveprimeve (interaksione) themelore (fundamentale). Ata janë:

- bashkëveprime gravitacionale,
- bashkëveprime elektromagnetike,
- bashkëveprime të forta- nukleare dhe
- bashkëveprime të dobëta-nukleare.

Çdo njëri prej tyre karakterizohet me *bartësit (transmetuesit) elementar* karakteristikë të tyre.

Karakteristikat themelore të bashkëveprimit gravitacional dhe elektromagnetik

Bashkëveprimi gravitacional është universal. Cilët do dy trupa ose grimca që kanë masë bashkëveprojnë me forcë e cila është e përpjestueshme me masat e tyre, dhe në përpjestim të zhdrejtë me katrorin e largësisë ndërmjet tyre. Për shkak të vlerës të vogël të konstantës së gravitacionit ($G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$), kjo forcë vin në shprehje te masat që kanë madhësi të mëdha. Ligjin për gravitacionin e përgjithshëm e ka dhënë Njutni më vitin 1668. Forca e gravitacionit është bazë për evolucionin e yjeve, ajo i mbanë yjet në galaktikë, ndërsa vet galaktikët në sistemin e galaktikave. Bashkëveprimi gravitacional ka rreze pakufi të madhe të veprimit dhe është më e dobëta nga të gjitha bashkëveprimet tjera. Forca e gravitacionit krijon fushë të forcave konservative. Forcat gravitacionale janë qendrore dhe gjithmonë tërheqëse.

Kah fundi i shekullit XVIII në fizikë ka qenë i njohur një tip tjetër bashkëveprimi-*elektrostatik*. Sipas Kulonit dy trupa të elektrizuar bashkëveprojnë me forca që janë të përpjestueshme me ngarkesat e tyre, ndërsa në përpjestim të zhdrejtë me katrorin e largësisë së tyre. Në shikim të parë ligji i Kulonit është shumë i ngjashëm me ligjin e Njutnit për gravitacionin. Është vërtetuar se

kjo ngjashmëri nuk qëndron vetëm në relacionin dhe varësinë nga largësia, por edhe në forcat konservative. Edhe te fusha elektrostatike puna e kryer nuk mvaret nga vija rrugore sipas të cilës trupi zhvendoset, d. t. th, edhe këtu bëhet fjalë për fushë të forcave konservative.

Por, edhe përveç ngjashmërisë, ekzistojnë shumë ndryshime esenciale:

-forca elektrostatike mund të jetë tërheqëse dhe dëbuese, varësisht nga polariteti i ngarkesave elektrike dhe

- ajo është shumë e fortë. Për shkak të madhësisë së saj atomet, në përbërjen e të cilit hyjnë të dy tipet e ngarkesave, mbahen si grimca stabile.

Kuloni ka logaritur se edhe fushat magnetike sillen si edhe trupat e elektrizuar dhe ai ka propozuar, edhe për ata ligj të ngjashëm me ligjin për ngarkesat elektrike. Por, në fillim të shekullit XIX, pas zbulimit të Amperit është treguar se fusha magnetike që paraqitet gjatë lëvizjes së ngarkesave (gjatë rrjedhjes së rrymës), dallohet nga forca e Kulonit. Vijat e forcave magnetike nuk janë të hapura, si ato elektrike, fusha nuk është konservative.

Idetë e Faradeit për krijimin e fushës elektrike gjatë ndryshimit kohor të fushës magnetike dhe zgjerimet e Maksvellit, se edhe ndryshimet kohore të fushës elektrike mund të jenë burim të krijimit të fushës magnetike, kontribuan të realizohet bashkimi ndërmjet bashkëveprimit elektrik dhe magnetik në një *bashkëveprim elektromagnetik*. Sikurse thamë, ai bashkëveprim është “përgjegjës” për ekzistimin e atomeve, molekulave dhe të gjitha dukurive rreth nesh. Ky bashkëveprim qëndron në bazën e të gjitha proceseve biologjike te organizmat e gjalla.

SHEMBULLI 1. Bëni krahasime ndërmjet bashkëveprimit elektromagnetik dhe gravitacional ndërmjet protonit dhe elektronit të vendosur në largësi $r = 1 \text{ m}$

Zgjidhje. Sipas ligjit të Njutnit për gravitacionin, madhësia e forcës tërheqëse F_{gr} ndërmjet elektronit me masë m_e dhe protonit me masë m_p që janë në largësi r , është

$$F_{gr} = G \frac{m_e m_p}{r^2} \quad (1)$$

ku G është konstanta universale e gravitacionit. Masat e elektronit dhe protonit janë $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg dhe $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Nëse largësia ndërmjet grimcave është 1 m, forca gravitacionale është:

$$F_{gr} = 1,01 \cdot 10^{-67} \text{ N.}$$

Madhësia e forcës elektrostatiske F_c përcaktohet me ligjin e Kulonit:

$$F_c = k \frac{Q_e Q_p}{r^2} \quad (2)$$

ku konstanta e përpjestimit është $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$.

Ngarkesat e protonit dhe elektronit janë:

$$Q_e = Q_p = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Nëse në (2) zëvendsohen vlerat numerike, për forcën elektrostatiske fitohet:

$$F_c = 2,34 \cdot 10^{-26} \text{ C.}$$

Raporti ndërmjet këtyre dy forcave është:

$$\frac{F_c}{F_{gr}} = 2,34 \cdot 10^{41}.$$

Rezultati është i çuditshëm-tërheqja elektrostatiske është kolosale në krahasim me atë gravitacionale. Megjithatë, në përpjestime të mëdha, gjithësia është elektroneutrale-numri i ngrakesave pozitive kompensohet me numrin e ngarkesave negative. Kështu kur bëhet fjalë për përpjestime të mëdha, dominon forca gravitacionale.

Për 5⁺

Bashkëveprimi nuklear i fortë dhe nuklear i dobët

Me zhvillimin e fizikës nukleare është treguar se ndërmjet grimcave që e ndërtojnë bërthamën e atomit ekzistojnë forca të mëdha bërthamore. Ata janë më të forta nga forcat dëbuese të Kulonit, të cilat gjithësesi veprojnë ndërmjet protoneve pozitivisht të elektrizuar. Por, për ndryshim nga

forcat gravitacionale dhe elektromagnetike, këto forca kanë cak shumë të shkurtër. Ata veprojnë vetëm në largësi të vogla, më së tepërmi deri në largësi që janë rend të madhësisë së bërthamës (10^{-15} m). Ky bashkëveprim quhet **bashkëveprim nuklear i fortë**. Ky është afërsisht i barabartë ndërmjet proton-protonit, neutron-neutronit, ose proton-neutronit. Ndryshimet ndërmjet këtyre grimcave vijnë në shprehje vetëm gjatë bashkëveprimit elektromagnetik. Kështu edhe ndryshimi i masës në prehe ndërmjet protonit dhe neutronit (nukleoneve) është rezultat i bashkëveprimit elektromagnetik. Kur në bërthamën e atomit do të ekzistonte vetëm bashkëveprime nukleare, ata ndryshime nuk do të ekzistonin. Përveç madhësisë së shprehur dhe cakt të vogël, ky bashkëveprim dallohet edhe me faktin vijues: të gjitha proceset të shkaktuara nga interaksionet e forta (forcat nukleare) realizohen shumë shpejt.

Përveç bashkëveprimit nuklear të fortë, te grimcat nukleare paraqitet i ashtuquajti **bashkëveprim nuklear i dobët**.

Ky bashkëveprim është shumë më i dobët nga bashkëveprimi nuklear i fortë. Më i dobët është edhe nga ai elektromagnetik. Ky bashkëveprim është shkak për disa transformime të grimcave jostabile. P. sh, ata paraqiten në procesin e zbërthimit β (${}_0^1n \rightarrow {}_1^0p + {}_{-1}^0e + \tilde{\nu}$). Karakteristike për këtë bashkëveprim është se paraqitet në largësi shumë të vogla nga rendit i madhësisë 10^{-18} m. Ndonëse ky bashkëveprim është shumë i dobët, ai luan rol shumë të madh në gjithësi, sepse pa ekzistimin e tij nuk do të mundin të rrjedhin reaksionet termobërthamore në Diell dhe në yje.

Për ti krahasuar madhësitë e bashkëveprimeve fundamentale në natyrë do të japim tabelën vijuese

të forta (forca nukleare)	100
elektromagnetike	1
nukleare të dobëta	10^{-3}
gravitacionale	$10^{-39} - 10^{-41}$

Në tabelën e sipërme me kusht si masë për forcën e bashkëveprimit është marrë forca elektromagnetike. Shihet se bashkëveprimet fundamentale shumë dallohen sipas madhësisë së tyre.

Grimcat elementare themelore

Sot në fillim të shekullit XXI njohuritë tona për mikrobotën janë më të gjëra në raport me 30 vitet e shekullit XX. Atëherë fizikanët kanë logaritur se grimca elementare themelore-grimca që nuk kanë strukturën e vet të brendëshme janë: elektroni, protoni, neutroni dhe fotoni.

Sipas njohurive të sotme ekzistojnë më tepër grimca të cilat mund ti logaritim si elementare. Ata në themel mund të jenë dy lloje:

- të parat, të cilët mund ti logaritim për **elemente ndërtues (konstituent)** dhe
- të dytat, të cilët janë **bartës të bashkëveprimeve**.

Sipas **modelit standard** tashmë të përvetsuar në grupën e parë konstituentë marrin pjesë: **kuarket dhe leptonet**.

Në tabelën që pason janë dhënë karakteristikat themelore të kuarkeve dhe leptoneve.

GRIMCA-KONSTITUENT				
EMRI			ngarkesa e	masa (GeV/c ²)
K	up (i sipërm)	u	+2/3	0,004
U	down (i poshtëm)	d	-1/3	0,008
A	charmed (sharm)	c	+2/3	1,5
R	strange (i çuditshëm)	s	-1/3	0,15
K	top (maje)	t	+2/3	176
E	bottom (fund)	b	-1/3	4,7
L	elektron	e ⁻	-1	0,0005
E	elek. neutrino	ν _e	0	0?
P	mion	μ	1	0,107
T	mion. neutrino	ν _μ	0	0
O	tau lepton	τ	1	1,8
N	tau neutrino	ν _τ	0	<0,
E				184

Kuarket janë grimca nga të cilat janë të ndërtuar nukleonet. Çdo nukleon është i ndërtuar nga tre kuarke. Kjo është ilustruar në fig. 1.

Kuarket i kanë këto veti themelore:

- ata nuk mund të ekzistojnë në gjendje të lirë, p.sh. nuk mundet nga protoni të nxirret një kuark;

- ngarkesa e tyre është $\pm \frac{1}{3}e$ ose $\pm \frac{2}{3}e$.

- kanë edhe antigrimcat e veta dhe

- **ngjyrën e tyre** (disi ekuivalente e ngarkesës të bashkëveprimi elektromagnetik) e cila është shkak për bashkëveprim të fortë. Ngjyra e kuarkeve mund të jetë e kuqe, e gjelbër ose e kaltër. Të gjitha grimcat që janë ndërtuar nga kuarket marrin pjesë në bashkëveprimin e fortë.

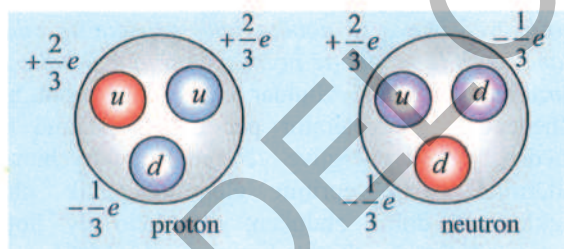


Fig. 1. Protoni dhe neutroni janë ndërtuar nga tre kuarke

Leptonet janë grimca me masë më të vogël. Nga ata, 3 grimca (elektroni, mioni, dhe tau-leptoni)

kanë ngarkesë e dhe janë të shoqëruar me 3 leptone neutrale (neutrino-elektronike, mionike dhe tau). Ata kanë antigrimcat e tyre.

Sikurse shihet, materia është e përbërë vetëm 12 grimca ndërtuese themelore: 6 kuarke dhe 6 leptone.

Grupi i dytë më i madh i grimcave elementare janë bartës të bashkëveprimeve.

Pikërisht, bashkëveprimet realizohen nëpërmjet ndërmjetësve-**bartësve të bashkëveprimeve** (kuante të fushës).

Ndryshimi themelor në vetitë e dy grupeve është ajo që grimcat-konstituentët janë të ashtuquajturat **fermione**. Ata kanë spin 1/2. Grimcat elementare bartës të bashkëveprimeve janë **bozonet**, spini i tyre është numër i plotë.

Dimë se elektronet lëvizin rreth bërthamës së atomit nën veprimin e forcave elektrike. Ky veprim realizohet nëpërmjet **fotoneve të cilët janë bartës të bashkëveprimi elektromagnetik**.

Protonet dhe neutronet janë të ndërtuar nga **kuarket**. Kështu, **bashkëveprimi i fortë është bashkëveprim ndërmjet kuarkeve**. Ky bashkëveprim realizohet nëpërmjet fushës, kuantet e të cilëve quhen **gluone** (glue – ngjitëse). Edhe gluonet, si edhe fotonet nuk kanë masë në prehje. Kuarket në

protonet dhe neutronet i këmbajnë gluonet, ashtu që ata ndërtojnë një sistem të fortë. Bashkëveprimi bërthamor ndërmjet protoneve dhe neutroneve, në të vërtetë, është bashkëveprim ndërmjet kuarkeve.

Jostabiliteti i disa bërthamave ose grimcave, si edhe zbërthimi- β ka të bëjë me bashkëveprimin nuklear të dobët. Është treguar se *bartës të bashkëveprimeve të dobëta janë grimcat të cilat kanë masë të madhe të prehjes. Ata janë W dhe Z bozonet..* Ata janë zbuluar eksperimentalisht në Zhenevë me akcelerator për energji shumë të mëdha. Gjatë energjiave të mëdha, ndryshimet ndërmjet bashkëveprimit elektromagnetik dhe nuklear të dobët zhduken, dhe këto dy lloje bashkëveprimesh bashkohen në *bashkëveprim elektro të dobët*. Ai teoritikisht është parashikuar që në vitin 1967 nga Abdus Salam, Sheldon Gleshou dhe Stiven Vajnberg.

Për bashkëveprimin gravitacional universal ende nuk është gjetur bartës (transmetues). Teoretikisht supozohet se ai është gravitoni. Ai është kuant i fushës gravitacionale. Mundësitë për vërtetim eksperimental për gravitonin hipotetik tash për tash janë shumë të vogla. Në figurën 2 është dhënë paraqitja skematike e grimcave elementare dhe bashkëveprimeve fundamentale.

Bashkimi i bashkëveprimeve themelore

Fizikanët bashkëkohor gjurmojnë pas bazave të përbashkëta për bashkimin e llojeve të ndryshme të bashkëveprimeve që të munden ata t'i paraqesin me një forcë të vetme. Historia e njohjeve të deritanishme e vërteton atë. Ndonëse në shikim të parë duket se të gjitha forcat janë rezultat të shkaqeve të ndryshme, është dashtur shumë kohë të vëzhgohet origjina e përbashkët e disa nga ata. Bashkimin e parë të tillë e bëri Njutni. Ai me teorinë e vet të përgjithëshme për gravitacionin tregoi se rrënia e trupave në Tokë (molla e njohur e Njutnit), dhe lëvizja orbitale e planeteve rreth Diellit është pasojë e një force të tillë-gravitacioni. Sot, 350 vjet pas Njutnit, ai konstatim na duket trivial dhe vet më vete i qartë prandaj nuk shkakton kurfar frymëzimi. Por megjithatë, të mendojmë si një hap të madh përpara qoftë ajo kur Njutni tregoi se molla bie nga druri nën veprimin e të njëjtës forcë-force që i mban planetët në orbita eliptike rreth Diellit dhe, ashtu sikurse më vonë është përfunduar e përcakton lëvizjen edhe të galaksioneve më të largëta.

Sintezën e madhe të ardhshme e bëri Maksveli më vitin 1864 kur, në bazë të eksperimenteve të Faradejit i bashkoi shpjegimet e dukurive elektrike, magnetike dhe të dritës në një teori të vetme –elektrodinamikë. Njëzetvjet mandej, kur Herci i zbuloi valët elektromagnetike, u bë e qartë se edhe dukuritë optike mund të sjellen në teorinë e njëjtë elektromagnetike, ashtu sikurse edhe parashikoj Makseveli.

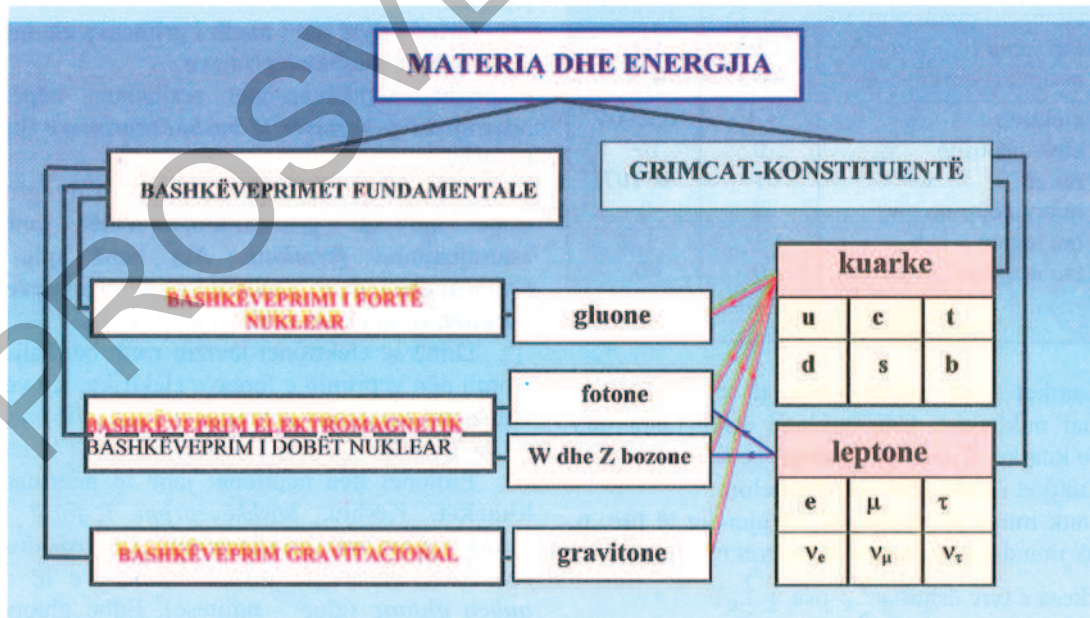


Fig. 2. Bashkëveprimet fundamentale, bartësit e bashkëveprimeve dhe grimcat konstituentë

Kështu teoria e Maksvelit, ajo të cilën ai me kujdes të madh dhe gjuhë shkencore e quajti "ide në të cilën mezi mund të mbështetemi", u bë kurorë e fizikës klasike dhe njëra nga shpikjet madhore të cilët njeriu i ka arritur. Ajo teori në mënyrë të përshtatshme i bashkoj, deri atëherë të ndara elektromagnetizmin dhe optikën dhe u bë shembull për studime të mëtutjeshme për unitetin e natyrës dhe dukurive natyrore. Në hapin e mëtutjeshëm për përgjithësim, të bashkimit të bashkëveprimit elektromagnetik dhe të ashtuquajtura nukleare të dobëta, duhej të pritej plotë 100 vjet.

Teoria e sotme pati sukses të bashkoj forcat elektromagnetike dhe forcat e dobëta në **forca elektro të dobëta** (1967). Prandaj më vitin 1979 është ndarë çmimi Nobel për fizikë për S. Vajnberg, Sh. Gleshou dhe A. Salam.

Padyshim shtrihet pyetje a jemi larg nga rruga e bashkimit të të gjitha bashkëveprimeve në natyrë në një forcë, e ashtuquajtur **bashkim i madh** ("Grand Unifield Theory"). Duke besuar në harmoninë dhe natyrën e rëndomtë, idenë për bashkimin e madh e ka dhënë A. Ajnshtajni që në deçenien e dytë të shekullit XX.

A është e mundur ideja për bashkimin e të gjitha forcave në mikrokosmosin dhe makrokosmosin në një forcë gjithëpërfshirëse?

Duket se po. Në të vërtetë bashkimi i bashkëveprimit elektromagnetik dhe nuklear i dobët paraqitet vetëm gjatë energjive të mëdha. Gjatë energjive më të ulëta edhe këta bashkëveprime paraqiten si dy lloje bashkëveprimesh. Çmohet se bashkimi i bashkëveprimit elektromagnetik dhe nuklear të fortë do të mundet të realizohet gjatë energjive nga rendi i madhësisë 10^{15} GeV. Problemi me forcën gravitacionale është ende më i madh. Momentalisht akceleratorët më të fortë japin energji nga rendi i madhësisë 10^3 GeV.

Megjithatë, në këtë problem punojnë numër i madh fizikanësh dhe vetëm ardhmëria do të tregoj se a ka qenë Ajnshtajni në atë drejtim vizionar i madh.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- bashkëveprimet fundamentale (themelore)
- bashkëveprimi gravitacional
- bashkëveprimi elektromagnetik
- bashkëveprimi i fortë nukleare
- bashkëveprimi i dobët nuklear,
- bashkëveprimi i elektro i dobët
- grimcat konstituente (kuarke dhe leptone)
- bartësit elementar të bashkëveprimit,
- bashkimi i madh i bashkëveprimit

M. Gel-Man (Murray Gell-Man, 1929-) është fitues i çmimit Nobel nga SHBA. Ai i pari e dha hipotezën për kuarket.



A. Salam (Abdus Salam, 1926-1996) (në fig. majtas) është i lindur në Pakistan. Ka qenë profesor në Kembrixh, Imperial kolexh në Londër. Është themelues i Qendrës Ndërkombtare për fizikën teorike (ICIP) në Triesht, i cili mbanë emrin e tij.

Bashk me Gleshou dhe Vajnberg më 1969 e fitoi çmimin Nobel për fizikë si njëri nga shpikësit e teorisë për bashkëveprimin elektro të dobët që e bashkon bashkëveprimin elektromagnetik dhe atë nuklear të dobët. Është fitues edhe i çmimeve të tjera. Të gjitha mjetet financiare të fituara nga dhuratat i ka dhënë për zhvillimin e fizikës për vendet në zhvillim.



S. Gleshou (Sheldon Lee Glashow, 1932-) është fizikan i njohur amerikan. Është shkolluar në Njujork, në universitetin e Kornelit dhe në Harvard. Bashk me Salam dhe Vajnberg për teorinë e bashkëveprimit të dobët dhe kontributin në fushën e grimcave elementare e fitoi çmimin Nobel.



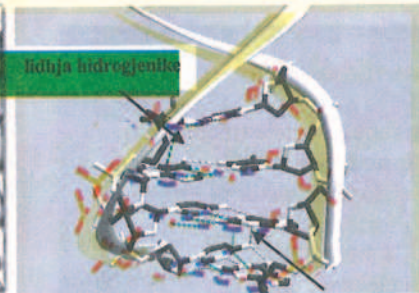
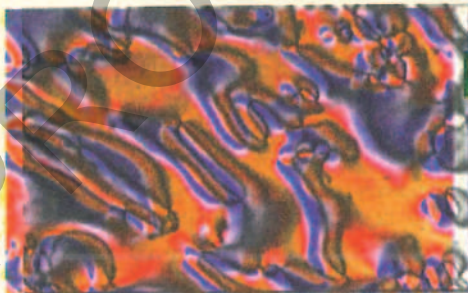
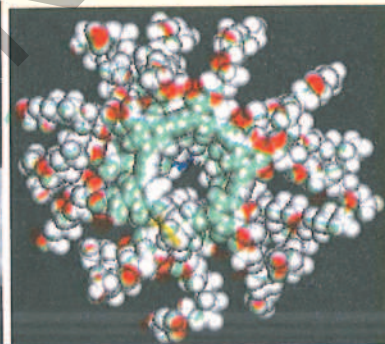
S. Vajnberg (Steven Weinberg, 1933-) Është amerikan fitues i çmimit Nobel i cili poashtu ka punuar në fushën e grimcave elementare dhe bashkëveprimit e tyre.

Më vitin 1983 **K. Rubia (Carlo Rubbia, 1934-)** dhe 1984 **S. van Mer (Simon van der Meer, 1925-)** në Zhenevë (CERN) eksperimentalisht i fitoi tre bozonet e rëndë ($W^\pm$ dhe Z^0). Me këtë u vërtetua edhe teoria e bashkëveprimeve elektro të dobëta. Për këtë shpikje dhe zhvillimin e metodave eksperimentale të cilët mundësuan përcaktimin e masave të tyre, këto fizikan më vitin 1984 e fituan çmimin Nobel.

R. Dejvis (Raymond Davis Jr, 1914-) dhe **M. Koshiba (Masatoshi Koshiba, 1920 -)** kanë treguar eksperimentalisht se neutrinat kanë masë. Ajo është rreth 100000 herë më e vogël nga masa e elektronit. Për hulumtimin e neutrinos diellore këta të dy bashkërisht me **R. Xhakoni (Riccardo Giacconi, 1931-)** e fituan çmimin Nobel më vitin 2002.

3. Fizika e materialeve

Një numër i madhë i materialeve të reja, për njerëzit shumë të dobishme, kanë qenë të zbuluara me zhvillimin e civilizimit tonë. Me disa nga ata do të njiheni në këtë kapitull. Kështu, do të njiheni se si janë ndërtuar trupat e ngurtë-polikristalet dhe monokristalet; çfarë lidhjesh ekzistojnë ndërmjet molekulave; cilat janë vetitë themelore të metaleve dhe poliedrave të llojeve të ndryshme edhe ashtu shumë të përdorshëm; çka janë kristalet e lëngët dhe pse sot ata janë ashtu të popullarizuara te LCD-ekranet. Në këtë kapitull do të hasni edhe me përdorimin e gjërë të qelqit dhe qeramikës, si edhe me vetitë themelore të materialeve që shfrytëzohen gjatë ndërtimit të objekteve të ndryshëm.



3. 1. STRUKTURA E MATERIES

Deri më tani mësuam dhe vet kemi njohuri se substanca (materia) mund të ekzistoj në tri gjendje agregate: **të ngurtë, të lëngët dhe të gaztë**. Me gjasa këto gjendje i kanë detyruar filozofët e lashtë ti definojnë elementet themelore: uji, ajri dhe toka, por intuita e filozofëve tregon se ekziston edhe një element (formë e ekzistimit) -zjarri i cili, mund të sjellet në lidhje me formën më të përhapur të ekzistencës së materies në Gjithësi, e ajo është **plazma**.

Detyra e shkencëtarëve të shekullit XIX dhe deri më sot është ti zbulojnë fshehtësitë e asaj se si janë të lidhur atomet, ose molekulat në gjendje të ndryshme të materies, dhe si këto lidhje ndikojnë në vetitë elektrike, optike, mekanike, magnetike etj. Madje këto hulumtime të shfrytëzohen për të krijuar materiale që kanë veti të përshtatshme për zbatimin e tyre praktik.

Modelet e strukturës së materies

Bota e materies është e shumëllojshme. Pikërisht edhe një materie e njëjtë tregon veti të ndryshme në varësi nga kushtet (temperaturë, shtypje etj). Modelet themelore të materies në fizikën bashkëkohore janë: modeli i gazit, modeli i plazmës, modeli i materies së kondensuar.

Modeli i gazit

Te ky model për grimcat ndërtuese vlerësohen vetëm atomet neutrale dhe molekulat të cilat janë vendosur në largësi të mëdha njëra nga tjetra, shumë më të mëdha nga dimensionet e tyre. Kështu mund të njehsohet se ata ndërvedi nuk bashkëbejnë. Grimcat ndërtuese gjenden në lëvizje kaotike të pandërprerë, prandaj për këtë arsye arrihet te goditjet e shpeshta reciproke. Sipas kësaj ata bashkëbejnë. Në figurën 1 është dhënë paraqitja e modelit të gazit të realizuar me topta

ping-pong që lëvizin në mënyrë kaotike kur prej poshtë fryjmë me fen.



Fig. 1. Demonstrimi eksperimental i modelit të gazit: lëvizja kaotike e ping-pong toptave në shportën me rrjetë, të fryra prej poshtë me fen.

Në shumë raste goditjet mund të shqyrtohen si elastike, me çrast vlejnjë ligjet për ruajtjen e impulsit dhe energjisë kinetike. Në studimin e sjelljes së gazeve shumë shfrytëzohet modeli i gazit ideal, te i cili nuk është përfillur energjia potencial e bashkëveprimit dhe dimensionet e grimcave. Mekanika klasike dhe teoria molekulare kinetike shpesh herë janë të mjaftueshme për të mësuar sjelljen e gazit. Përndryshe, atmosfera e Tokës sipas sjelljes së saj në shtresat më të ulëta mund të vlerësohet për gaz ideal.

Modeli i plazmës

Plazma është gjendja më e përhapur e materies, shikuar në përpjestime kozmike. Në këtë gjendje gjenden rreth 99% e materies në tërë Gjithësinë. Është treguar se yjet janë, në të vërtetë topa plazme, ndërsa në gjendjen plazmatike gjendet edhe materia në hapsirën ndëryjore. Por, në përpjestime tokësore plazma haset krejtësisht rrallë, d. t. th gjendet te disa dukuri atipike natyrore siç

është drita polare (fig. 2), ose në kanalin ndriçues të vetëtimës.

Përndryshe plazma mund të trajtohet si gaz, por esencialisht në të ekzistojnë si grimca të elektrizuara (jone dhe elektrone), ashtu edhe atome neutral. Në tërësi plazma është elektroneutrale, por në të në vende të caktuara mund të arrihet deri te çregullimi lokal i elektroneutralitetit dhe ajo të shkaktoj lëvizjen e grimcave të elektrizuara nga rrethina. Kështu mund të vij deri te grumbullimi i ngarkesave me shenjë të kundërt në një largësi të caktuar rreth vendit të çregullimit.



Fig 2. Plazma: drita polare.

Modeli i materies së kondensuar

Me përjashtim të ajrit, të gjitha materiet në Tokë gjenden në gjendje të kondensuar. Struktura në mjedisin e kondensuar është ashtu që grimcat ndërtuese janë të radhitura aq afër që mjegullat e tyre elektronike rimbulojnë, prandaj elektronet valent intensivisht bashkëveprojnë..

Struktura dhe vetitë e mjedisit të kondensuar vështirë mund të shpjegohen dhe të kuptohen pa u shfrytëzuar ligjet e mekanikës kuantike.

Në mjediset e kondensuara bëjnë pjesë:

- kristalet, janë formë më mirë e studjuar e materies së kondensuar me grimca ndërtuese të radhitur në mënyrë të rregullt; (fig. 3 dhe 4) te të cilët ekziston rregullësi në largësi ose i ashtuquajtur *rradhitje në largësi*.
- materialet amorfe (p. sh. qelqi);



Fig. 3. Kristali i kuareit

- lëngjet (p. sh edhe uji-lëngë i përditshëm për ekzistencën e jetës në Tokë);
- kristalet e lëngët;
- strukturat biologjike që hyjnë në përbërjen e organizmave të gjallë (proteinët, acidet nukleike).

Si mjedis i kondensuar trajtohen edhe polimeret që krijohen në rugë artificiale.



Fig. 4. Kristali i fjollës së borës me geometri fraktale

Lëngjet

Lëngu është gjendje agregate ndërmjet fazës së gaztë dhe të ngurtë. Për këto shkaqe lëngu ka disa veti të njëjta si ato të gazeve, por edhe veti të ngjashme me vetitë e trupave të ngurtë. P. sh, lëngu si edhe trupi i ngurtë, në temperaturë konstante ka

vëllim konstantë, ndërsa ngjashëm me gazet e ka formën e enës në të cilën ndodhet.

Disa eksperimente tregojnë se molekulat e lëngut janë të vendosur sipas një rendi të caktuar, i cili vendoset vetëm në afërsi direkte të ndonjë molekule, ndërsa më larg nga ajo, ai rend humbet. Kjo veti e rregullsisë quhet **rradhitje e afërt**, e cila është ilustruar në figurën 5.

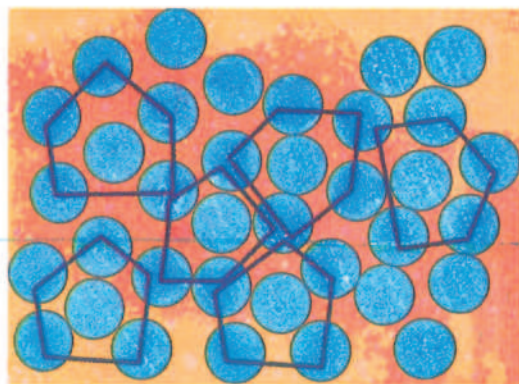


Fig 5. Rregullimi i afërt i renditjes të molekulave të lëngjeve.

Nga figura mund të shihet se te lëngjet nuk ekziston rradhitje e largët, që d. t. th përshërëjtja e rendit molekular, i cili është veti për tërë trupin. Kjo rradhitje është veti e trupit të ngurtë.

Përndryshe, lëvizja termike e molekulave të lëngut mund të paraqitet me lëkundjet e tyre rreth pozicionit baraspeshues, me kërcime të përkohëshme në një pozicion të ri baraspeshues në ndonjë largësi që është e rendit të madhësisë të dimensioneve të molekulave të lëngut. Në këtë mënyrë molekulat shumë ngadalë zhvendosen dhe lëvizin nëpër tërë vëllimin e lëngut. Kohëzgjatja e lëkundjeve të një molekule të lëngut rreth pozicionit baraspeshues është e ndryshme dhe varet nga përbërja e lëngut dhe temperatura.

Me zmadhimin e temperaturës molekulat e lëngut fitojnë energji kinetike më të madhe, bëhen më të lëvishme dhe më shpesh e lëshojnë pozicionin baraspeshues rreth të cilit lëkunden.

Lëvizshmëria e molekulave të lëngut manifestohet gjatë difuzionit ose viskozitetit të lëngut. Eksperimentet dëshmojnë se me zmadhimin

e temperaturës, përshkak të lëvizjes më të theksuar termike, difuzioni i lëngut është gjithnjë më i shpejt. Gjatë zmadhimit të temperaturës, për shkak të lidhjeve të dobëta ndërmolekulare, viskoziteti i lëngut bëhet më i vogël.

Gjatë temperaturave mjaft të larta energjia kinetike e molekulave do të zmadhohet, do të shkatrohet rradhitja e afërt e nënrenditjes dhe do të kalojë në gjendje të gaztë krejtësisht të parregullt, gjendje kaotike.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

gjendje agregate (faza)
model i gazit
model i plazmës
model i materies së kondensuar,
lëngu
rradhitje e afërt
rradhitje e largët



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. A dallohet molekula e akullit dhe molekula e ujit?
2. Cilat janë ndryshimet themelore ndërmjet tre gjendjeve agregate të substancës?
3. Pse plazma mund të merret për fazë e katërt agregate?
4. Provoni në bibliotekë ndonjë libër ose internet veb faqe, dhe lexoni më gjerësisht për plazmën në kushte Tokësore dhe plazmën në Gjithësi.



plazma (gr. $\pi\lambda\alpha\sigma\mu\alpha$) = krijoj, formësoj, vepër artistike

3. 2. LIDHJET ATOMIKE DHE MOLEKULARE

Natyrë e lidhjeve kimike

Forcat themelore që e përcaktojnë strukturën e materieve të ngurta janë forca elektrike të bashkëveprimit të elektroneve valent.

Le ta shënojmë numrin e përgjithshëm të grimcave që e ndërtojnë materien e kondensuar me N . Puna që duhet të kryej ndonjë forcë e jashtme, për ta shthurrur tërë atë mjedis të kondensuar, d. t. th grimcat ndërtuese të sillen në largësi në të cilat nuk do të ketë më bashkëveprim, le ta shënojmë me A .

Atëherë futet kuptimi **energji e lidhjes** (W) të barabartë me:

$$W = \frac{A}{N} \quad (1)$$

Kjo madhësi matet me eV/atom.

Nga varësia e llojit të grimcave që bashkëveprojnë në mjedisin e kondensuar (jone, atome neutrale ose molekula), poashtu edhe nga varësia e asaj se a është lidhur çdo elektron valent me një, dy, ose më tepër atome nga mjedisi, mund të paraqiten disa lloje lidhjesh. Ata lidhje në materien e pastër ose në përzierjen e përcaktojnë strukturën e mjedisit të kondensuar.

Ekzistojnë tre modele themelore e lidhjes së atomeve në formimin e materies së ngurtë, edhe ato: **lidhja jonike, kovalente dhe lidhja metalike**. Lidhjet më të dobëta të tipit të **Van-der Vals** ose **lidhja hidrogjenike**, janë poashtu të rëndësishme ku mekanizmat e lidhjes së fortë nuk janë dominante.

Lidhja jonike

Gjatë formimit të disa molekulave ose kristaleve arrihet deri te kalimi komplet i një ose ma tepër elektroneve nga njëri atom në tjetrin. Me këtë rast atomi që ka humb elektron bëhet pozitivisht i elektrizuar, ndërsa atomi që ka fituar

elektron bëhet jon elektronegativ. Në këtë mënyrë, këto dy atome mbahen bashkërisht me ndihmën e forcave elektrike tërheqëse. Përndryshe lidhja jonike zakonisht krijohet ndërmjet atomeve nga të cilët njëri ka një elektron në cipën elektronike të fundit, ndërsa atomi tjetër thuhet tërësisht e ka mbushur cipën elektronike. Kështu, psh, metalet alkalike sikurse janë kaliumi (K) dhe natriumi (Na), të cilët kanë vetëm një elektron valent në cipën e fundit, lehtë krijojnë lidhje jonike me elementet halogjene, si p. sh klori (Cl) ose fluori (F), të cilët kanë nga një vend të paplotësuar në cipën elektronike të fundit. Jonet e krijuara në rastin e NaCl tërhiqen me forcat e Kulonit, prandaj energjia potenciale (W_n) e bashkëveprimit të joneve duket si në fig. 1.

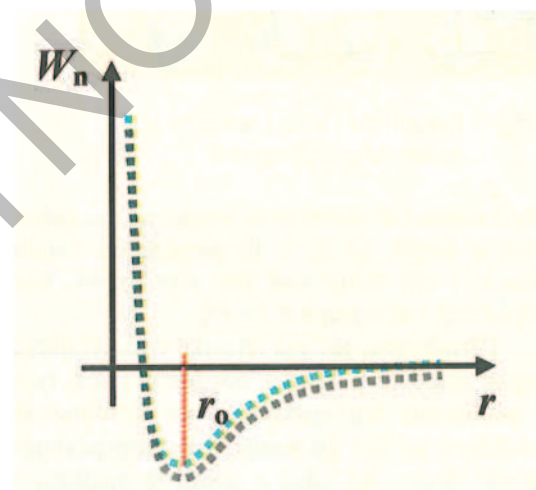


Fig. 1 Energji potenciale te bashkëveprimit i Kulonit.

Në figurën 1, r paraqet largësinë ndërmjet bërthamave të dy joneve. Mund të shihet se varësia e energjisë potenciale ka minimum për vlerën e largësisë ndërjonike r_0 , gjatë së cilës forca e bashkëveprimit ndërmjet joneve bëhet e barabart me zero. Në shumë raste mund të logaritët se jonet bashkëveprojnë si sfera të ngurta të radhitura aq dendur sa mundësojnë mbështjellësit elektronik të jashtëm.

Në fig. 2. është dhënë modeli i radhitjes së joneve të kristali NaCl. Te ai elektroni valent i natriumit sikur i takon jonit të klorit.

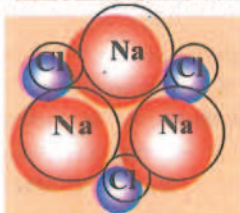


Fig. 2. Modeli i NaCl

Lidhja kovalente

Mjediset më tipike të ngurta me lidhje kovalente janë ata që janë të ndërtuar nga atomet e grupës së katërt të sistemit periodik: karboni (C), siliciumi (Si) dhe germaniumi (Ge). Në kristalet e siliciumit dhe germaniumit, një atom gjendet në qendrën e një tetraedrit, kurse katër atome tjerë janë të vendosur në këndet e tetraedrit (fig. 3). Te siliciumi dhe përfaqësues të tjerë, çdo elektron nga katër elektronet valent lidhet me nga një elektron të elektroneve valent të fqinjëve të tij (fig. 4) dhe formojnë çifte elektronesh të **lidhja kovalente**. Lidhjet paraqiten si rezultat i forcave të cilat kanë natyrë elektrike, por kanë karakter kuantik. Formimi i çifteve ndërmjet elektroneve bëhet vetëm ndërmjet çifteve elektronike të cilët kanë spine të kundërta (+1/2 dhe -1/2).

Dendësia e mjegullës elektronike është më e madhe diku në mesin e segmentit që i lidh atomet fqinjë.

Energjia e lidhjes kovalente nuk dallohet shumë nga energjia e lidhjes jonike, d. t. th ajo është disa eV/atom. Pikërisht atë energji duhet të dorëzohet një elektroni nga çifti elektronik, që të shkatrohet çiftëzimi, dhe elektroni të mund të lëviz

lirisht nëpër mjedisin e kondensuar. Vendi nga ku ka ikur një elektron sillet si vend që ka nevojë të kap një elektron, d. t. th si ngarkesë pozitive dhe quhet vrëmë.

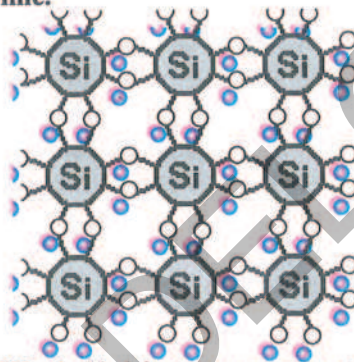


Fig. 4. Çiftëzimi i elektroneve me atomet fqinjë të Si

Përndryshe të gjitha komponimet që kanë veti mirë të shprehur të gjysmëpërçuesve janë të lidhur në lidhje kovalente: GaAs, InSb dhe komponime tjera të grupës III-V të sistemit periodik të elementeve.

Lidhja metalike

Te metalet arrihet deri te kolektivizimi i mjegullës elektronike nga elektronet valent, d. t. th gjasat për për tu gjendur një elektron rreth një joni të caktuar është e njëjtë për të gjithë jonet e metalit. Dendësia e ngarkesës elektrike është e madhe, prandaj jonet sillen sikur janë në “det elektronik”. Elektronet valent lëvizin lirisht nëpër tërë vëllimin e metalit, ngjashëm sikurse molekulat e një gazi. Prandaj flasim për elektrone nëpër metalin si një gaz elektronik.

Energjia e lidhjes të metalet, në të vërtetë, paraqet shumën e:

- energjisë që ka të bëjë me energjinë tërheqëse elektrike ndërmjet joneve pozitive dhe gazit elektronik të cilin e krijojnë elektronet e përbashkët valent;
- energjisë që ka të bëjë me veprimin e forcave të shkëmbimit (hibridizim). Ky lloj forcash ka karakter kuantomekanik dhe është rrjedhim nga çiftëzimi i elektroneve me spine të kundërta (hibridizim);
- energjisë kinetike të elektroneve.

Për shkak të të gjithë këtyre faktorëve, energjia e një elektroni të lirë në metalin është disa elektronvolte më e vogël nga energjia e një elektroni në vakuum në afërsi të metalit. Energjia që është e nevojshme elektroni ta lëshoj sipërfaqen metalike dhe të shkoj në vakuum, quhet **punë e daljes**. Me këtë madhësi më jeni të njohur (shiko kapitullin fotoefekti). Prandaj, duke i dhënë energji nga jashtë (me ndriçim ose nxehtjen e metalit), e cila është e barabartë ose më e madhe nga puna e daljes së elektronit, mund të fitohet **emision të elektronit të lirë**. Përndryshe, ekzistimi i elektroneve të lirë është shkak për përçueshmërinë e madhe elektrike dhe termike të metalet.

Lidhja e Van der Valsit

Çdo dy molekula të ndara tërhiqen njëra me tjetrën me forca elektrostатike të quajtura forca të Van der Valsit. Kështu do të tërhiqen edhe cilëndo dy atome që nuk formojnë lidhje jonik ose lidhje kovalente. Lidhjet e Van der Valsit që formohen ndërmjet atomeve të tillë janë shumë më të dobëta nga ata që i përshkruam më parë. Gjatë temperaturave mjaft të larta këto forca nuk janë mjaft të mëdha që ta tejkalojnë lëvizjen termike dhe shpërndarjen e atomeve. Por, gjatë temperaturave mjaft të ulëta, forcat e lëvizjes termike të atomeve (molekulave) janë shumë të vogla në raport me forcat e Van der Valsit, prandaj kjo mundëson që molekulat gjatë ftohjes së gazit të kondensohen në lëngë, e madje në trup të ngurtë. Përndryshe heliumi është element i vetëm që nuk kalon në gjendje të ngurtë në shtypje atmosferike. Forcat e Van der Valsit lindin nga bashkëveprimi i **momenteve dipolare** të molekulave. Këto molekula quhen **polare**. Te ato

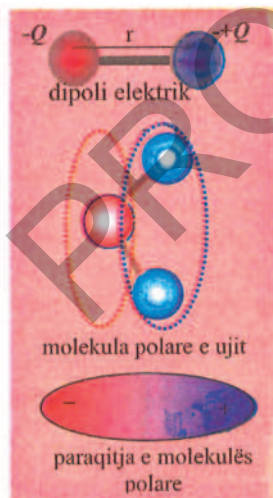
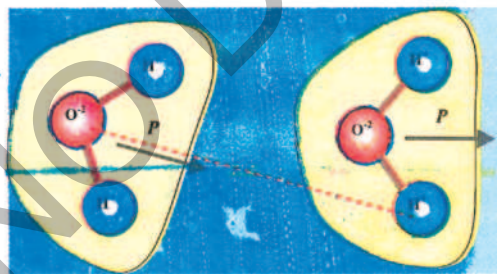


Fig. 5

molekula nuk ka shpërndarje simetrike të ngarkesave, por njërën anë dominon ngarkesa negative, kurse në anën tjetër ngarkesa pozitive, prandaj molekula paraqet **dipol elektrik** (fig. 5).

Karakteristika themelore e dipolit elektrik është **momenti i dipolit** të molekulës. Me *moment të dipolit* nënkuptohet vektori, madhësia e të cilit është i barabart me prodhimin e njëres ngarkesë të dipolit dhe largësisë ndërmjet tyre. Drejtimi përputhet me drejtëzën që i lidh ngarkesat, kurse krahja është nga ngarkesa negative kah ajo pozitive, $\vec{P} = Q\vec{r}$.



Figg. 6. Lidhja reciproke e dy molekulave H_2O përshkak të bashkëveprimit të momenteve dipolare. Momentet dipolare të çdo molekule janë shënuarë me P .

Në figurën 6 është paraqitur si dy molekula polare (dipole) me momente dipolare të njëjta lidhen (p. sh. dy molekula të ujit).

Kështu, fusha elektrike e njërit dipol të një molekule e orienton molekulën tjetër në atë mënyrë që të tërhiqen të dyja molekulat.

Një molekulë jopolare, poashtu, e tërheq një molekulë tjetër jopolare me **forca të Van der Valsit**. Ndonëse momenti dipolar elektrik të molekulave jopolare mesatarisht është i barabart me zero, te ata, megjithatë, ngjajnë disa ndryshime të brendshme të vendpozitave reciproke të molekulave, prandaj në një moment të dhënë ata, megjithatë, kanë moment dipolar të ndryshëm nga zeroja. Kështu, kur dy molekula jopolare do të vijnë afër njëri tjetrit, ndërrimet e shpejta të momenteve dipolar tentojnë të prodhojnë bashkëveprim tërheqës.

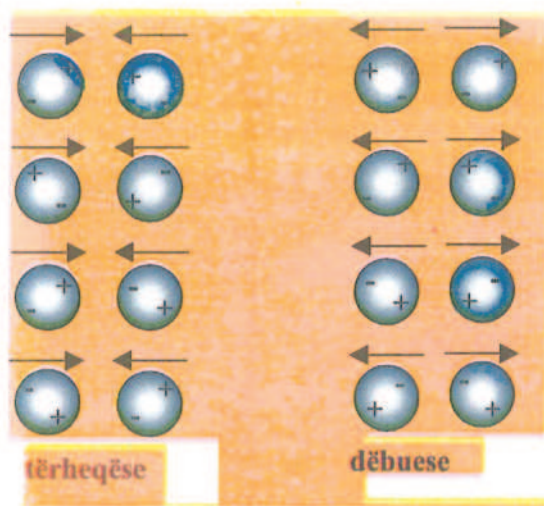


Fig. 7. Tërheqja Van der Valse e molekulave që kanë moment dipolar mesatar të barabartë me zero.

Është e mundshme edhe orientimi i përkohshëm i molekulave që shpie deri të bashkëveprimi tërheqës. Orientimet e tilla për bashkëveprim tërheqës ndodhin me gjasa të mëdha se sa bashkëveprimet dëbuese, pra molekulat tërhiqen (fig. 7).

Lidhja hidrogjenike

Lidhja hidrogjenike është një mekanizëm i lidhjes i cili ka rëndësi të madhe. Ky mekanizëm për mbajtjen të grupe molekulash në bashkësi, më shpesh është përgjegjës për lidhjen reciproke të molekulave gjigande dhe polimereve për ta ruajtur formën e vet të fiksuar. Kështu, për lidhjen e mirënjohur të strukturës spirale dyfishe të molekulës së DNK është përgjegjëse lidhja hidrogjenike në mes degëve anësore të cilët janë të përbërë nga karbohidrate të renditur alternativisht dhe grupeve fosfate ndërmjet spiraleve (fig. 8). Lidhja hidrogjenike formohet për arsye se një proton i ndanë dy atome (zakonisht dy atome oksigjeni). Kjo ndarje e një protoni të njëjtë është i ngjashëm sikurse ndarja e një elektroni gjatë formimit të lidhjes kovalente. Kjo lidhje mundësohet përshkak të masës së vogël të protonit dhe përshkak të mosekzistimit të elektroneve të tjerë (të brendshëm), përveç elektronit të vetëm në cipën elektronike.

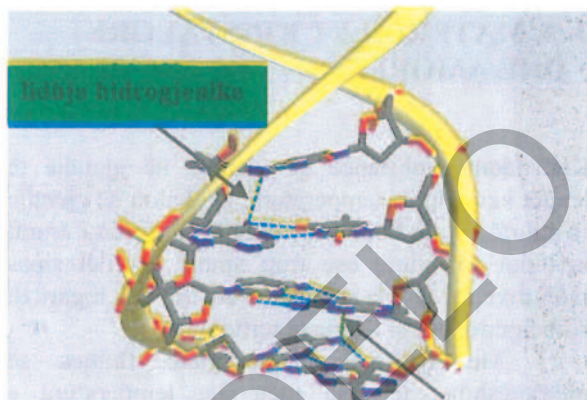


Fig. 8. Lidhja hidrogjenike ndërmjet degëve anësore të spiraleve (viza të ndërprera të gjelbër)

Shpjegoni kuptimet vijuese

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| - lidhja jonike | - lidhja e Van der Valse |
| - lidhja kovalente | - dipoli elektrik |
| - vrimë | - momenti i dipolit |
| - lidhja metalike | - lidhja hidrogjenike |
| - puna e daljes | - energjia e lidhjes |

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Cilët forca janë shkak për cilëndo qoftë të lidhjes molekulare?
2. A mund të logaritët për dipol një molekulë jonike.
3. Sa është momenti dipolar P_e e dipolit që e krijojnë dy ngarkesa me madhësi $Q = 0,51 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, nëse ato ndodhen në largësi reciproke $r = 0,96 \cdot 10^{-10} \text{ m}$?

(Përgjigje: $P_e = 0,48 \cdot 10^{-29} \text{ Cm}$)

3. 3. MATERIALET KRISTALORE DHE AMORFE

Kur ndonjë substancë që gjendet në gjendje të lëngët i zvoglohet temperatura, ajo kalon në gjendje të ngurtë. Gjatë ftohjes arrihet në formimin e trupit kristalor të ngurtë ose trup amorf të cilët sipas njohurive më të reja shkencore ata më nuk logariten si të ngurtë, por si lëngje të tejftohura.

Me fjalë të tjera, gjatë ftohjes së njëtrajtëshme, te disa materiale temperatura e lëngut njëtrajtësisht bie deri në njëfar vlere (pika e shkrirjes $-T_{sh}$), kur paraqiten kristale të imëta dhe fillon ngurtësimi. Atëherë temperatura më nuk ulet, ndonëse ftohja edhe më tutje vazhdon (fig. 1). Qëndrimi i temperaturës në pikën e shkrirjes (ngurtësimit) mbetet në intervalin kohor ndërmjet t_1 dhe t_2 , deri sa i tërë lëngu nuk shndërrohet në gjendje agregate të ngurtë. Kështu sillen **kristalet**.

Te disa materiale tjera, gjatë ngurtësimit vërehet rrënie kontinueale e temperaturës, ndërsa njëkohësisht edhe ngurtësimi i njëkohshëm i lëngut. Ato janë **materiale amorge**.

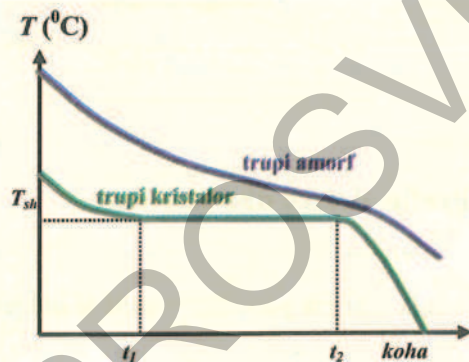


Fig. 1. Ngurtësimi te substancat kristalore dhe amorge.

Trupat kristalor mund të jenë monokristale ose polikristale.

Nëse sigurohen kushte të përshtatshme, gjatë ngurtësimit atëherë mund të fitohet **monokristal**.

Monokristali ka formë të rregullt, i kufizuar me faqe të rrafshëta dhe të lëmuara me tehe të rrafshët kufitare. Monokristalet e substancës së njëjtë kanë formë gjeometrike të ngjashme, e cila



Fig. 2. Kristale të njëjta nga i njëjti material

është tipike për atë substancë dhe kjo mundëson njohjen e substancës (fig. 2). Në kushte të caktuara një faqe e kristalit mundet joproporcionalisht të rritet më shpejt se sa tjerat. Vetë kryesore te monokristalet është ajo se këndet ndërmjet rrafsheve fqinjë ngelin të njëjtë. Kështu këndet ndërmjet fqinjëve A dhe A, B dhe B dhe A dhe B janë gjithmonë të njëjtë (fig. 3).



Fig. 3. Këndet reciprok të rrafsheve fqinjë te të gjithë monokristalet e substancës së njëjtë janë të barabartë

Në bazë të formës së jashtme të monokristaleve nuk mundet me siguri të thuhet për cilën substancë bëhet fjalë duke matur këndet ndërmjet faqeve fqinje. P. sh, monokristali i kripës kuzhinës (NaCl) më shpesh ka formën e kubit, por paraqitet edhe në formë paralelopipedi drejtkëndor. Te monokristali i kësaj substance këndet ndërmjet cilës do faqe fqinjë janë të drejtë (90°). E gjithë kjo që thamë deri tani ka të bëjë

vetëm me monokristalet natyror të papërpunuar. Me

veprime të ndryshme të përpunimit, kristalit mund t'i jepet çfardo formë.



Fig. 4. Monokristali i siliciumit (majtas) dhe nga ai monokristal i prerë disk (djathtas) që shërbejnë si bazë për ndërtimin e qarqeve integruese (çipe). Nga ky disk fabrikohen 20-25 çipe

Procedura për prodhimin e qarqeve integruese (çipe) përndryshe, fillon me ndërtimin e mono-kristalit nga siliciumi, e cili madje me prerje sillet në formë të pllakave rrethore (fig. 4). Në ata barten shtresat tjera të gjysmëpërçuesve.

Karakteristikë e monokristaleve është ajo që vetitë fizike ndryshohen në varësi nga drejtimi i kristalit:

- koeficienti i bymimit termik,
- permeabiliteti dielektrik,
- përçueshmëria termike,
- ngurtësia,
- rrezistcenca specifike elektrike,
- treguesi i përthyerjes etj.

Kjo d. t. th se këto madhësi fizike tregojnë madhësi të ndryshme në drejtime të ndryshme. Karakteristikat fizike të ndryshme në drejtime të ndryshme quhet **anizotropi**.

Polikristalet krijohen kur kalimi nga gjendja e lëngët në atë të ngurtë ndodh me dukurinë të ashtuquajtur qendra të kristalizimit në lëngun (të shënuara me kryqe në fig. 5a). Nga ata, pas njëfar kohe formohen kristale të vegjël të ndarë

me formë të rregullt, ndërsa njëkohësisht formohen edhe qendra të reja (fig. 5b). Gjatë rritjes ata fitojnë dimensione të tilla që fillojnë të takohen njëra me tjetrën, me çka është vlerësuar rritja e rregullt e tyre, madje fillojnë ndërvedi të ngjiten. Në fund nga ngurtësimi fitohet polikristali i cili është i përbërë prej numrit të madh kristaleve të vogla, ndërvedi të ngjitur dhe me formë të parregullt (fig 5d). Kristalet e vogla quhen kokërrza kristalore. Përndryshe polikristale janë akulli, metalet dhe legurat, gjysmëpërçuesat etj.

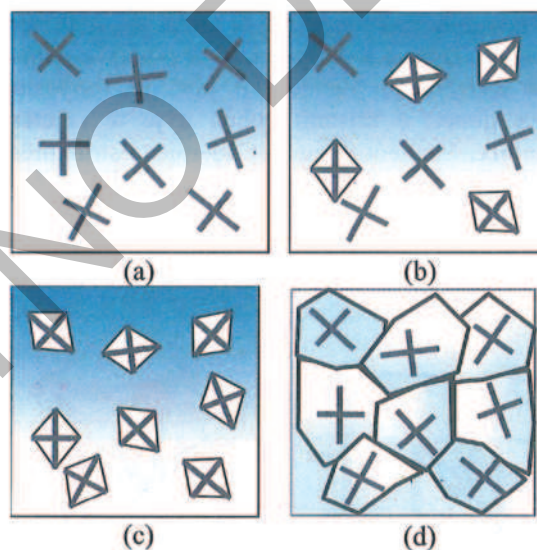


Fig. 5. Formimi i polikristalit (ngrirja e ujit)

Ndonëse janë të ndërtuar prej numri të madh kokërrzash monokristalore, dhe çdo njëri më vete tregon anizotropi, *polikristalet nuk janë anizotrop sikurse monokristalet*. Meqë numri këtyre grimcave është shumë i madh, ndërsa ata janë të radhitur dhe të orientuar në mënyrë kaotike, atëherë madhësitë fizike në çdo drejtim kanë vlerë të njëjtë, prandaj polikristalet janë trupa **izotrop**.

Trupat amorf janë, poashtu izotrop, ndonëse krejtësisht nga shkaqet tjera.

Rrjeta kristalore (rradhitja në largësi)

Është konstatuar se kur do të thehet ndonjë monokristal, copat e krijuara, ndonëse kanë madhësi të ndryshme, kanë formë të ngjashme të rregullt. Ajo i ka nxitur shkencëtarët në idenë se monokristali është i përbërë prej bashkësisë së celulave kristalore të radhitur në rregull. Në bazë të hulumtimeve shkencore me siguri bëhet fjalë për atë se kristalet janë të ndërtuar prej joneve, atomeve ose molekulave që janë të renditur në rregull në hapsirë dhe zënë pozita të pandryshueshme ndërvedi, duke u varguar me të gjitha tre drejtimet hapsinore. Tërësia e të gjitha atyre pozitave quhet **rrjetë kristalore**. Vendet ku janë të vendosur atomet (jonet) e kristalit quhen **nyje të rrjetës kristalore**. Elementi themelor ndërtues i strukturës kristalore i cili e plotëson hapsirën e kristalit është **celula elementare kristalore**, e cila mund të zhvendoset në të gjitha tre drejtimet hapsinore. Në fig. 6 janë dhënë celulat elementare të llojeve specifike të rrjetave kubike.

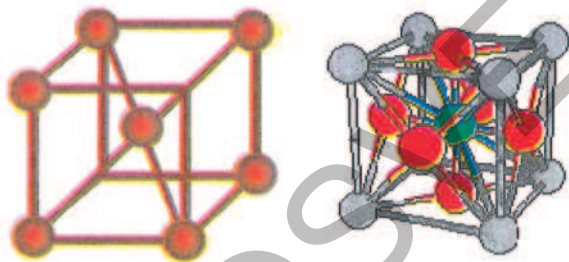


Fig. 6. Celula elementare nga llojet specifike të rrjetës kubike

Duke i bashkuar celulat elementare në të gjitha drejtimet hapsinore fitohet rrjeta kristalore (fig. 7). Vetia kryesore e strukturës së tillë është periodiciteti hapsinor i cili e jep **rradhitjen në largësi të kristalit**.

Për së gjati cilitdo drejtim që është tërhequr nëpër qendrën e një grimce janë të vendosur qendrat e grimcave tjera në largësi të njëjtë. Për drejtime të ndryshme A, B, C, D, këto largësi janë të ndryshme a , b , c , d . Nëse dihet pozita e një grimce (p. sh. grimca 1 e prerjes me rrafsh të kristalit (fig. 8), atëherë largësia deri te grimca e 5,

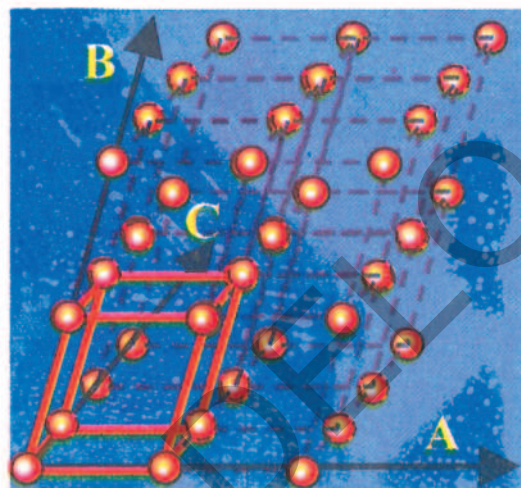


Fig. 7. Me translacion të celulës elementare në tre drejtime hapsinore fitohet monokristali.

10 ose 100 në ndonjë drejtim të kristalit polotësisht është e përcaktuar me largësinë e grimcës fqinje (p. sh. grimca numër 2). Kështu, p. sh. largësia nga grimca 1 deri te grimca 3 në drejtimin A është $3a$. Ndërsa largësia deri te grimca e 999, në të njëjtin drejtim, do të jetë $999a$.

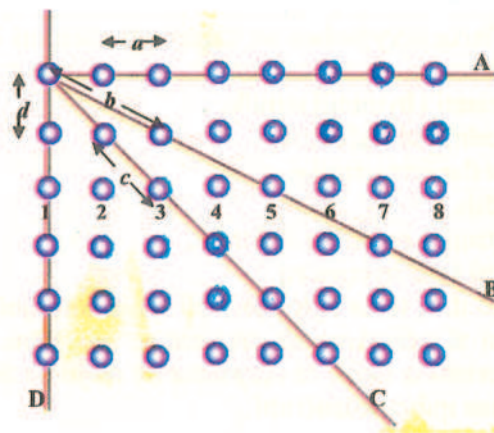


Fig. 8. Largësitë e njëjta ndërmjet grimcave për së gjati të gjitha drejtimeve (A, B, C i D).

Tash mund të themi se cila është veçoria esenciale e të gjitha kristaleve (mono dhe poli). Ajo gjithësesi, nuk mund të jetë anizotropia dhe forma e rregullt gjeometrike, meqë kjo veçori është vetëm e

monokristaleve. Karakteristika sipas së cilës kristalet dallohen nga trupat e ngurtë amorf është ajo që grimcat e tyre (jonet, atomet, molekulat) janë të renditur në hapsirë në rregull dhe periodikisht, prandaj ekziston vlerë tredimensionale në strukturën e tyre (fig. 9). Kur rradhitja hapsinore e përfshinë gjithë trupin, atëherë bëhet fjalë për monokristalet. Rradhitja te monokristali plotësisht e shpjegon anizotropinë e tij. Kështu, p. sh, fortësia e ndryshme në drejtime të ndryshme është rrjedhim i asaj se në një drejtim të caktuar në largësi të ndryshme janë radhitur numër i njëjtë grimcash, të ndryshëm nga numri i ndonjë drejtimi tjetër. Monokristali është më i fortë në drejtimin që ka dendësi më të madhe.

Dihet se në kushte të caktuara të ftohjes gjatë ngurtësimit mund të fitohet edhe faza e ngurtë pa kurfar rradhitja hapsinore (fig. 9. b), ky është materiali amorf.

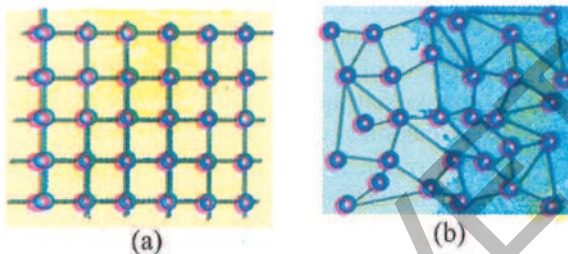


Fig. 9. Rradhitja e atomeve (joneve) në një trup kristalor (a) dhe trup amorf (b).

Në kohën më të re materialet amorfe nuk klasifikohen si trupa të ngurtë, por si **lëngje të tejftohura**. Duke i vlerësuar materialet amorfe për lëngjet me koeficient të madh të viskozitetit, te ata mund të shpjegohen shumë veti fizike.

Defektet në rrjetën kristalore

Rradhitja krejtësisht e rregullt të ndërtuesve të kristalit bëhet në zona më të mëdha ose më të vogla. Por, në monokristalin si tërësi, ekzistojnë shmangie nga struktura ideale periodike të cilët quhen **defekte në rrjetën kristalore**.

Ekzistojnë disa tipe defektesh (fig. 10), të cilët mund të klasifikohen si defekte pikësor dhe linear,

të cilët shumë mund të ndikojnë në vetitë fizike të kristalit.

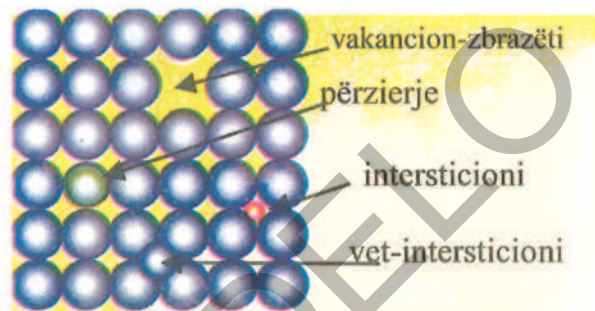


Fig. 10. Disa lloje defektesh pikësore në rrjetën kristalore.

Kryesisht defektet pikësore paraqesin prishje lokale në shpërndarjen e rregullt të atomeve (joneve ose molekulave) në rrjetën kristalore. Njëlloj defekti pikësor janë vakacionet-zbrazëtira (fig. 10), vende në nyjet kristalore ku mungojnë atome (jone ose molekula). Grimcat ndërrnyjore ose të ashtuquajtura grimca intersticiale janë defekte pikësore që i krijojnë grimcat plotësuese (teprica) të cilët janë të vendosur ndërmjet nyjeve të grimcave. Grimcat intersticiale mund të jenë nga i njëjti lloj atomesh sikurse ato nga të cilët është ndërtuar rrjeta (**vetintersticiale**), ose nga një lloj tjetër atomesh (**intersticiale**). Lloji i tretë i defekteve janë përzjerjet, d. t. th grimca që kanë zavendësuar një grimcë nga atomet amë në rrjetë dhe janë vendosur në atë vend.

Defektet pikësore luajnë rol shumë të rëndësishëm në ndryshimin e vetive optike dhe elektrike të materialit, meqenëse çdo njëri prej tyre mund të sillt si tepricë ose mungesë të elektronit ose si kurth për vrimën ose elektronin.

Defektet lineare, për ndryshim nga ata pikësore, nuk janë të lokalizuar në një vend, por përhapen për së gjati një vije të pandëprerë dhe quhen **dislokime**. Dislokimet mund të jenë me **te h** ose të **vidhosur**.

Në figurën 11 është dhënë paraqitja e **dislokimit me te h**. Sikurse mund të shihet, struktura ideale është shkatruar përshkak të

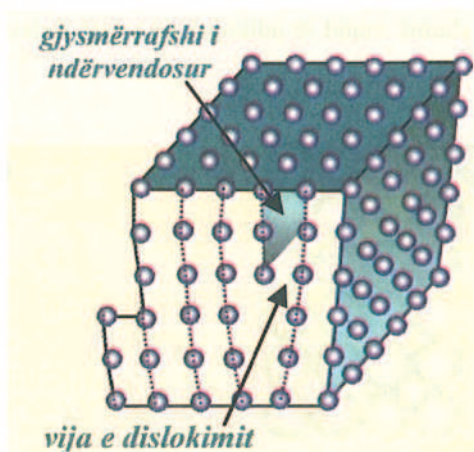


Fig. 11. Defekti linear: dislokimi me teh

ekzistimit të një gjysmërrafshi të vendosur ndërmjet dy rrafsheve. Te ky lloj dislokimi deformimi i strukturës është më i madh në afërsinë e fillimit të gjysmërrafshit, prandaj dislokimi me teh vlerësohet se është, në realitet, vija për së gjati atij gjysmërrafshi.

Dislokimi i vidhosur (fig. 12) në hapsirë jep formë e cila krijohet me prerjen e ndonjë drejtkëndëshi, e madje duke i shtyp dy anët e kundërta të prerjes në kahje të kundërta, paralel me atë vijë. Vija nëpër të cilën gjatësi krijohet deformimi i rrjetës quhet **dislokim i vidhosur**.

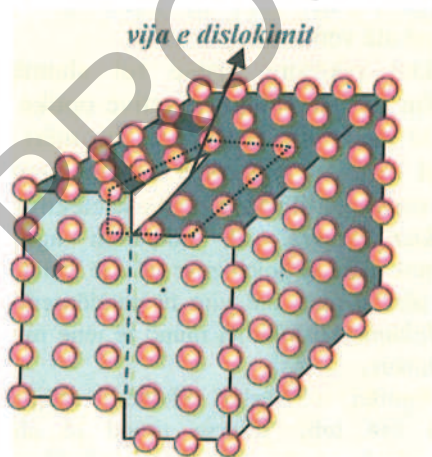


Fig. 12. Defekti linear: dislokim i vidhosur

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| - monokristali | - defekti pikësor |
| - polikristali | - përzierjet |
| - rrjeta kristalore | - interstikcioni |
| - nyjet e rrjetës | - vakanset |
| - trupa amorf | - dislokimi i vidhosur |
| - celulë elementare | - dislokimi me teh |



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Në një tegëll bëni një tretje të përqëndruar nga uji i ftohtë dhe kripës së kuzhinës. Për së gjati boshtit të tegllës në tretje zhytni një pe të vendosur vertikalisht. Lereni ashtu disa ditë dhe vëzhgoni se si në perim janë kapur kristalet dhe çdo ditë rriten.

2. Nëse dëshironi të bindeni në anizotropinë e ndonjë monokristali që e keni (p. sh, qelq kuarci), bëre eksperimentin si vijon:

Lyeje njërin rrafsh të kristalit me dyll të qiririt të shkrirë. Kur do të ftohet, ngule në mesin e tij një gjilpërë të gjatë. Skajin tjetër të gjilpërës nxehe (p. sh me letkum). Do të konstatooni se shkrirja fillon rreth gjilpërës dhe përhapet në formë të elipsës. Kjo d. t. th se përçueshmëria termike e monokristalit nuk është e njëjtë në të gjitha drejtimet.

- crystalos (gr~.) =akull, akullformues
- amorfos (gr~.) =paformë

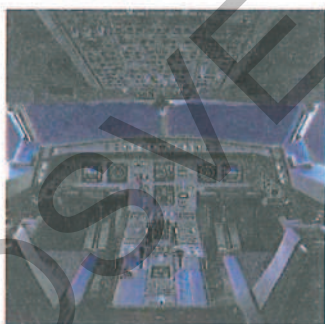
Hapeni sajtin:

<http://www.uta.edu/optics/sudduth/crystals/>
Shikoni modelet të disa rrjetave kristalore karakteristike të disa materialeve të njohura.



3. 4. KRISTALET E LËNGËTA

Kristalet e lëngëta janë të pranishëm në përditshmërinë tonë, duke filluar nga displejet e orëve të dorës, kalkulatorët, kompjutorët, kamerat e deri te monitorët me dimensione të mëdha, tabelat komanduese te sistemet e navigacionit dhe shumë pajisje tjera.



Kristalet e lëngët hasen edhe në botën biologjike. I kemi, p. sh në holesterinën dhe në estret e tij në organizmin e gjallë, në qimet muskulare etj. Shumë janë të rëndësishme hulumtimet e kristaleve të lëngëta në biologji dhe medicinë përshkak të rolit të tyre në këmbimin e materies në organizmat e gjalla.

Në shkencën bashkëkohore intensivisht punohet në sintetizimin e llojeve të reja të kristaleve të lëngëta, ndërsa posaçërisht kombinimi i tyre në përzierjet kristalore të lëngëta (të cilët mund të përmbajnë edhe nga

njëzet komponente të ndryshme), me qëllim që të fitohen karakteristika më të përshtatshme për zbatimin e tyre në teknologji.

Duke marrë parasysh zbatimin e tyre praktik të madh, në kohën më të re bëhen më intensive edhe hulumtimet e vetive të tyre fizike, dizajnohen kombinimet e reja nga substancat polimere. Kristalet e lëngëta deri tani janë të pazavendësueshme në teknologjinë displej.

Ndarja e kristaleve të lëngëta

Në natyrë ekzistojnë materie organike të cilët nuk kalojnë në mënyrë klasike nga gjendja e ngurtë në të lëngët, por kalojnë nëpër më tepër faza të kalimit. Në këto faza ata kanë veti mekanike dhe elektromagnetike të cilët gjenden ndërmjet kristalit të ngurtë dhe gjendjes së lëngët. Prandaj, këto materiale u quajten kristale të lëngëta, ndërsa ata faza teknikisht u quajten **mezofaza**.

Kristalet e lëngëta, zakonisht, janë substanca organike aromatike me molekula dhe grupe të cilët kanë formë të zgjatur, të shufrës ose cilindrike dhe sillen si dipole.

Kristalet e lëngëta që janë të përbëra nga molekulat e pastra organike, të cilët kalimi fazor nga gjendja e ngurtë në të lëngët bëhet me ndryshimin e temperaturës, quhen **kristale të lëngët termotropik**.

Ekzistojnë edhe disa lloje molekulash me strukturë shufre që gjenden në ndonjë tretje dhe të cilët nuk tregojnë varësi nga temperatura. Te ata kalimi fazor bëhet me ndryshimin e përqendrimit. Këto molekula i takojnë grupës **kristale të lëngët liotropik**.

Te kristalet e lëngët termotropik, kalimi nga gjendja kristalore e ngurtë në të lëngët bëhet gjatë një temperature saktë të caktuar të shkrirjes, e cila është karakteristikë kryesore e tyre. Poashtu, posaçërisht është e rëndësishme edhe temperatura e kalimit nga gjendja e lëngët kristalore në gjendje të lëngët (izotropike) ose, e ashtuquajtura "temperaturë e të ndriçuarit".

Ekzistimi i ndërgjendjeve të ndryshme (mezofazave) shpie kah klasifikimi i kristaleve të lëngëta në dy gupe themelore.

- nematik
- smektik.

Gjithashtu, ekzistojnë edhe kristale të lëngët holesterik, të cilët klasifikohen si lloj special i kristaleve nematik.

Kryesisht, kristalet e lëngët nematik dhe përzierjet e tyre përdoren në teknologjinë e displejeve.

Kristalet e lëngët smektik nuk kanë ndonjë rol të rëndësishëm komercial për arsye se molekulat e tyre në fushën elektrike nuk orientohen në mënyrë uniforme.

Kristalet e lëngët nematik dhe smektik, më tutje ndahen në nën grupe.

Smektikët paraqiten në nëngrupe, dhe ajo: smektik-A; smektik-B; smektik-C (smektik feroelektrik) etj.

Në figurën 1 është dhënë paraqitja skematike e thjeshtë e rradhitjes të molekulave në tipe të ndryshme të kristaleve të lëngët.

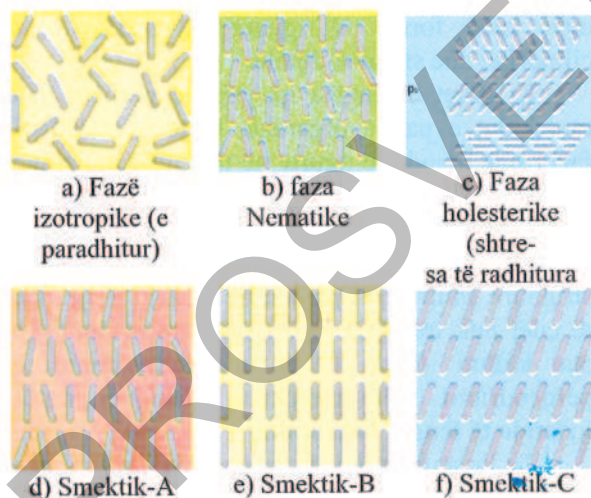


Fig. 1. Rradhitja e molekulave në tipet e ndryshme të kristaleve të lëngët.

Te kristalet e lëngët nematik mund të vërehen regjione të rradhitjes së molekulave në drejtim të caktuar, por nuk ekziston rradhitje në raport me pikën e rëndimit (fig. 1b). Për shkak të rradhitjes së kështillë të molekulave, kristalet e lëngët

nematik tregojnë anizotropi (pabarabarësi hapsinore) në vetitë mekanike, elektrike, magnetike dhe optike. Mu kjo veti është shfrytëzuar për zbatimin e tyre, veçanërisht në teknikën e displejeve.

Marrë në përgjithësi, te kristalet e lëngët paraqiten efekte karakteristike për trupin e ngurtë (anizotropia), por edhe efekte karakteristike për lëngjet të cilët janë izolator të mirë elektrik. Por, ata posedojnë edhe disa veti specifike të cilët nuk mund të vrojtohen as te trupat e ngurtë as te substancat e lëngëta.

Kristalet e lëngëta nuk e absorbojnë dritën e pjesës së dukshme të spektrit, prandaj pjesa më e madhe e mostrave duket si qumsht i bardhë. Ajo paraqitet përshkak të shpërndarjes së dritës në kufijt e “mikroregjioneve” të vogla, d. t. th regjione me rradhitje shumë të mirë të molekulave, ndërsa rradhitja nga njëri regjion në tjetrin ndryshon.

Që të vërehen mezofaza të caktuara te kristalet e lëngëta, përdoret mikroskopi polarizues.

Megjithatë, mund të shihet se ekziston rradhitje e molekulave në një drejtim të caktuar, në regjione të caktuara. Ata orientime të molekulave sipas regjioneve quhen tekstore.

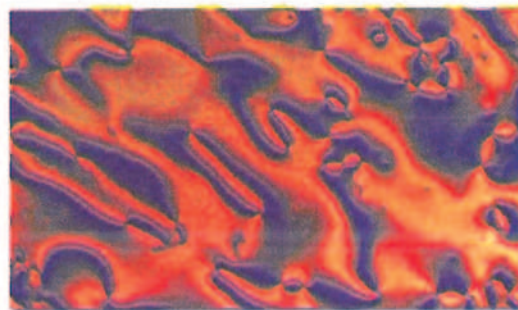
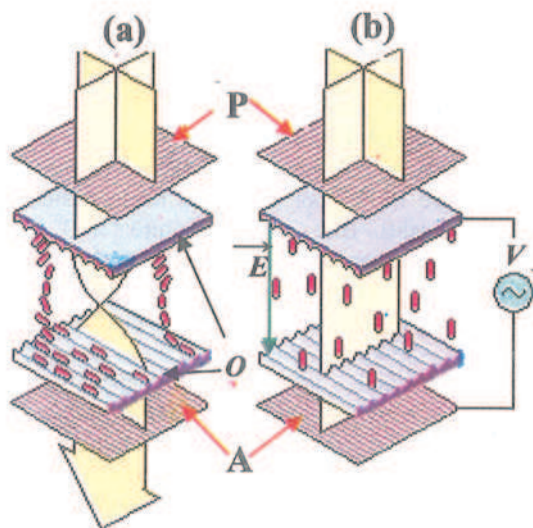


Fig. 2. Tekstura e kristalit të lëngët e vëzhguar në mikroskopin polarizues.

Si rradhiten molekulat e kristaleve të lëngëta

Zbatimi i rëndësishëm i parë i kristaleve të lëngëta ka qenë TN (Twisted Nematic) celula puna e së cilës bazohet në TVIST (twist) efektin te



kristalet e lëngët nematik.

Fig. 2. Hulumtimi i Twist-efektit të kristaleve të lëngët nematik (NTK). : a) TN-celula në mungesë të fushës elektrike. P dhe A janë të kryqëzuara dhe drita kalon nëpër celulën (e kyçur), b) TN-celula nën tension. P dhe A janë të kryqëzuara dhe drita nuk kalon nëpër celulë (çkyçur).

Celula twist-nemetike (TN) është e përbërë prej dy elektrodave të tejdukshme (përçues shumë i hollë i lyer në qelq), të lyer me shtresë të hollë të substancës poliamid. Kjo shtresë shërben të bëjë rradhitjen fillestare dhe orientimin e molekulave paralel me elektrodën. Drejtimi i orientimit fillestar është përcaktuar me drejtimin e shtresës së orientuar të politurës. Kështu, drejtimet e politurës janë pingul me njëri tjetrin, për këtë shkak edhe molekulat rrotullohen për 90° në hapsirën ndërmjet elektrodave.

Në anën e sipërme dhe të poshtme të celulës janë vendosur polarizator (P) dhe analizator (A), edhe atë në drejtim të orientimit fillestar të elektrodave. Në hapsirën ndërmjet elektrodave është vendosur kristali lëngët nematik.

Kur polarizatori (P) dhe analizatori (A) janë të kryqëzuar (fig. 2a), të cilët përndryshe janë paralele me drejtimin e politurës së elektrodave (O), atëherë kristali i lëngët në TN celulën e rrotullon dritën e polarizuar që kalon nëpër të, prandaj në vend të

fushës së errët (e çkyçur), vërtetuesi nëpër celulën, megjithatë, do të vërtetojë dritë (e kyçur). }

Me sjelljen e tensionit V ndërmjet elektrodave (fig. 2b), molekulat do të tentojnë të orientohen për së gjati vijave të forcës të fushës elektrike E . Në këtë mënyrë orientimi i tillë i molekulave të kristalit të lëngët i mundëson dritës rrëuese të polarizuar të kalojë nëpër kristalin e lëngët e pandryshuar, kështu drita nëpër analizatorin e kryqëzuar nuk do të kalojë (e çkyçur).

Ndryshimi i vogël në këndin e molekulave nëpër celulën, d. t. th. variacioni i vogël i tensionit të sjellur krijon ndryshim kolossal në transimion, dhe mund të jap një paletë të tërë të nuancave nga krejtësisht të errët në krejtësisht të ndritshëm.

Kristalet e lëngëta në teknologjinë e LCD-TFT displejeve

Ekranet me kristale të lëngëta tash më janë realitet. Sistemet displej elektrooptik shfrytëzojnë përbërje të ndryshme të përzierjeve të kristaleve të lëngëta, ndërsa dallojnë edhe sipas mënyrës së adresimit (dërgimi i urdhërave për kyçe ose çkyçe) të pikselave të veçuar të displejeve. Në fillim janë paraqitur TN-LCD të cilët bazohen në Twist – efektin në kristalet e lëngët nematik. Ata punojnë si komutator (ndërprerës) i cili e lëshon ose e ndërpret dritën, në varësi nga madhësia e fushës së zbatuar.

Një displej monokromatik LCD është i përbërë nga matrica e celulave të tilla (piksela) të cilët furnizohen posaçërisht për të mundur me udhëhequr me transimionin e çdo njëres prej tyre. Kështu, figura të këta displeje formohet nga nuancat e ndryshme që i prodhojnë celulat.

Te displejet bashkëkohor zbatohet adresimi aktiv matricor, i cili bëhet me ndihmën e ndërprerësit TFT (tranzistorë shtresëhollë). Kështu, çdo celullë e lëngët-kristalore ka tranzistorin e vet i cili lejon deri te ajo të arrijë tensioni ose ta ndërpret tensionin. TFT-LCD shfrytëzohet për TV aplikimet, por ata janë edhe më të shtrenjtë nga gypat katodik (monitorët e thjeshtë) dhe çmimi nga viti në vit u afrohet gypave katodik komercial. Madhësia e

mundshme maksimale dhe çmimi janë faktorët e vetëm të cilët e kufizojnë zbatimin e tyre.

Hulumtimet bashkëkohore të përzierjeve të kristaleve të lëngëta dhe karakteristikat e tyre elektrooptike kanë mundësuar zbatimin e kristaleve të lëngëta me anizotropi negative dielektrike për ndërtimin e displejeve në të cilët zbatohet efekti DAP, i cili paraqet përthyerjen e dyfishtë të dritës e cila mund të kontrollohet me fushë elektrike. Me zbatimin e kësaj teknologjie janë fituar kolor displeje me kohë të *përgjigjes* më të vogël se 100 ms.

Kristalet e lëngëta janë bërë pjesë e pandashme e jetës tonë të përditshme, ata e kanë përvetsuar botën e elektronikës dhe kanë zhvilluar një industri të tërë për prodhimin e tyre dhe zbatimin praktik. Këto janë materialet e të sotmes dhe së ardhmes.



LCD (Liquid Crustal Display) (ang.) =
ekran kristalor i lëngët

Shpjegoni kuptimet vijuese

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| - faza kristalore e lëngët | - kristale nematike |
| - mezofaza | - kristale smektike |
| kristale: | - kristale holesterike |
| - termotropike | - Twist efekti |
| - liotropike | - LCD |
| | - TFT-LCD |

Kristalet e lëngëta janë zbuluar më vitin 1888 nga botanisti austriak Fridrih Rajnicher, i cili e ka hulumtuar holesterolin. Ai ka vërejtur se holesteroli lëngëzohet në temperaturë 145°C , por nuk bëhet lëng i pastër, por ka formë qumshti. Bile në temperaturën 179°C lëngu bëhet i tejdukshëm dhe i kthjellët. Më vitin 1904 filloj sintetizimi i kristaleve të lëngët për hulumtime shkencore, por kah fundi i gjashtëdhjetë viteve Xhejms Fergason shpiku se substancat e lëngëta kristalore holesterike janë idealisht të përshtatshme për përdorimin e tyre si indikator të temperaturës. Në atë kohë ka qenë i ndërtuar edhe displeji i parë alfanumerik me kristale të lëngëta, por ende pa zbatim komercial. Në fillim të shtatëdhjetë viteve të shekullit XX u bë e qartë se zbatimi më i madh i kristaleve të lëngëta është në teknologjinë e displejeve, kur paraprakisht kanë qenë sintetizuar kristale të lëngëta të cilët janë në gjendje kristalore të lëngët edhe në temperaturën e dhomës.



Kërkoni në internet veb faqet:

<http://physics.about.com/cs/liquidcrystals/>

Zgjidhe njërën nga eksperimentet e ofruara
Për shembull:

Phase Changes in Liquid Crystals
(ndryshimet fazore të kristaleve të lëngëta) ose ndonjë tjetër. Vrojttoni dukuritë në laboratorin virtual

3. 5. STRUKTURAT METALIKE



Në rrjedhim të historisë, metalet kanë luajtur dhe do të luajnë rol kryesor në zhvillimin e shoqërisë, nëpërmjet zhvillimit të teknikës dhe industrisë. Për të përdorur metalet në mënyrë më të mirë të mundshëm është e nevojshme të njihemi me mikrostrukturën e tyre, vetitë fizike dhe kimike.

Shkenca e cila merret me studimin e metodave që shfrytëzohen për përfitimin e metaleve të cilët përdoren në shkencë dhe teknikë, si edhe studimi i vetive të tyre që janë në varësi nga mënyra e përfitimit, quhet **metalurgji**.

Vetitë themelore të metaleve

Me metale nënkuptohen grupe të substancave (elemente kimik) të cilët mund të përshkruhen me këto veti:

- në temperaturë të rëndomtë janë të ngurtë (përveç zhivës);
- e ruajnë formën e tyre. Numri më i madh i metaleve tregojnë edhe njëfar elasticiteti dhe fortësie, që është me rëndësi të madhe teknike;
- kimikisht janë mjaft aktiv, lehtë lirojnë elektrone dhe krijojnë komponime kimike;
- janë të pajetë dukshëm dhe me shkëlqim të madh;
- posedojnë përçueshmëri të madhe elektrike;
- përçueshmëria elektrike u bie me rritjen e temperaturës;

- tregojnë termopërçueshmëri të mirë

Për çdo metal është me rëndësi të dihet **pika e shkrirjes** së tij. Pika e shkrirjes është temperatura në të cilën metali shkrirhet gjatë shtypjes atmosferike normale. Ajo përcaktohet duke matur ndryshimin e temperaturës së metalit gjatë nxehtësë së pandërprerë të tij. Me këtë rast, posa kristali i parë i metalit do të shndërrohet në lëngë, atëherë temperatura e metalit nuk do të rritet (do të mbetet konstante), përdërisa edhe kristali i fundit nuk kalon në fazën e lëngët, njësoj sikurse sillen të gjitha substancat kristalore (shih kapitullin 3. 3). Në tabelë është dhënë pika e shkrirjes të disa metaleve.

Metali	$T_f (^{\circ}\text{C})$
Sn	232
Au	1063
Cu	1083
Fe	1539

Për kohën e ndaljes së temperaturës, temperatura e metalit nuk mund të rritet meqenëse e tërë nxehtësia e sjellur harxhohet për shkëputjen e

lidhjeve të grimcave të kristaleve. Kjo energji karakterizohet me **nxehtësinë specifike të shkrirjes**.

Ajo është energjia që është e nevojshme t'i jepet njësisë së masës të një metali të caktuar në temperaturën e shkrirjes që ajo krejtësisht të shkrirhet.

Pika e shkrirjes është e barabartë me pikën e ngurtësimit.

Metali posedon veti të mira mekanike (mundësi për ndrydhje, farkëtimi dhe tërheqje në tela) në varësi nga lidhjet ndëratomike. Gjatë deformimit plastik të metalit, bëhet shkatrimi i rrjetës kristalore, prandaj metali bëhet më i fortë dhe më i brishtë (i thyeshëm). Prandaj metalet duhet përpunohen në temperatura më të larta për ta ruajtur strukturën e tyre të mëpërshme..

Rrjeta është e ndryshme te metalet e ndryshme. Dallojmë tre tipe kryesore rrjetash: kubike, tetragonale dhe heksagonale. Nëse: në celulën elementare është vendosur nga një atom në secilin kënd të kubit, atëherë rrjeta është kubike. Nëse kësaj rrjete i shtohet edhe nga një atom edhe në mesin e çdo faqe të kubit, atëherë rrjeta është e qëndërsuar kubiko e sheshtë. Nga ana tjetër, nëse përveç atomeve në këndet ka edhe një atom në

qendër të kubit, atëherë rrjeta quhet e qendërsuar kubiko hapsinore (fig. 1).

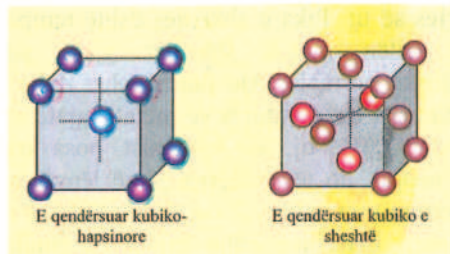


Fig. 1. Rrjeta kubike

Modeli i “gazit elektronik”

Disa nga vetitë e metaleve janë të lidhur me ekzistimin e elektroneve të lira në kristalin.

Kur janë në gjendje të ngurtë, metalet kanë strukturë kristalore, d. t. th atomet e tyre janë renditur në rrjetën gjeometrike hapsinore-rrjetë kristalore. Çdo metal ka strukturë kristalore karakteristike të veten. Përndryshe, forcat që i mbajnë atomet e metalit në kristalin kanë të bëjnë me lidhjen metalike të çiftit të elektroneve përçues që formohet ndërmjet dy atomeve fqinjë, dhe i cili njësoj tërhiqet nga secili jon i cili gjendet në nyjet e rrjetës kristalore. Në këtë mënyrë elektronet valent (periferik) nuk janë rreptësisht të lidhur për atome të caktuar, por janë të “kolektivizuar”-të përbashkët për të gjithë jonet pozitive të përçuesit metalik. Ata lirisht lëvizin nëpër gjithë vëllimin e përçuesit dhe njëtrajtësisht rradhiten në hapsirën ndërmjet nyjeve të rrjetës. **Përqëndrimi i elektroneve të lirë** varet nga valenca e metalit. Sa më e madhe është valenca, më i madh është edhe përqëndrimi i elektroneve të lirë. Kështu, çdo atomi njëvalent i përgjigjet nga një elektron i lirë, atij dy valent nga dy elektrone të lirë etj. Përqëndrimi i elektroneve të lirë në metalet është rend i madhësisë 10^{28} elektrone të lira në një metër kub. Është vërtetuar se përqëndrimi i elektroneve të lirë nuk ndryshohet kur metali do të gjendet në fushën elektrike. Poashtu, përqëndrimi i elektroneve të lirë, praktikisht, nuk varet nga

temperatura e metalit.

Si shpjegohen vetitë themelore të metalit?

Elektronet e lira formojnë të ashtuquajturin **gaz elektronik**. Përndryshe këto elektrone, nuk i takojnë më asnjërit atom, por njësoj janë të shpërndarë në tërë rrjetën e kristali. Kur në metalin nuk ekziston fushë elektrike, elektronet e lirë lëvizin në mënyrë kaotike, me çrast pësojnë goditje me jonet e rrjetës kristalore dhe mes veti. Përshkak të këtyre goditjeve madhësia e shpejtësisë, drejtimi dhe kaha e çdo elektroni veç e veç pandërprerë ndryshohet (fig. 2a). Është vërtetuar se shpejtësia mesatare e lëvizjes të pakahjesuar, kaotike dhe termike të elektroneve të lirë në temperaturën e dhomës është rend i madhësisë 10^5 m/s, që është rreth 1000 herë më e madhe shpejtësi nga shpejtësia mesatare të molekulave të gazit në ato temperatura.

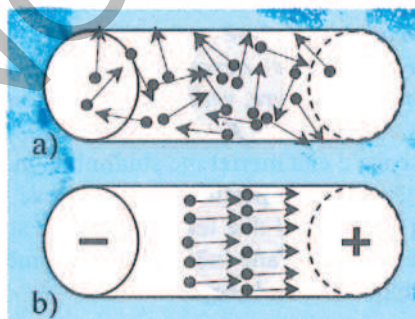


Fig. 2. Lëvizja kaotike (a) dhe lëvizja e kahjesuar (b) e elektronit në metalin

Duhet nënvizuar se kjo lëvizje e pakahjesuar e elektroneve të lirë (fig. 2a) nuk paraqet rrymë elektrike. Kjo ekziston edhe kur metali është jashta fushës elektrike.

Nëse metali vendoset në fushën elektrike (2b.) elektronet në të fillojnë të lëvizin të kahjesuar. Ata fitojnë një shpejtësi plotësuese, e cila është e kahjesuar në kahje të kundërt të fushës elektrike. Duhet theksuar se shpejtësia e kësaj lëvizje të kahjesuar të elektroneve, bile edhe gjatë rrymave shumë të forta është shumë e vogël, rend e madhësisë disa milimetra në sekondë. Megjithatë, përshkak të përqëndrimit shumë të madh të elektroneve, ndonëse ata shpejtësi janë të vogla, fitohen rryma shumë të forta. Vlerat e vogla të lëvizjes së kahjesuar të elektroneve të lirë në

metalin nuk duhen të përzihen me shpejtësinë e rrjedhjes së rrymës. Lëvizja e kahjesuar e elektroneve të lirë në cilindro vend të përçuesit metalik fillon në atë çast kur në atë vend vendoset fusha elektrike. Ndërsa shpejtësia e vendosjes së fushës elektrike është e barbartë me shpejtësinë e përhapjes së dritës në vakuum, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Kjo d. t. th se edhe rryma elektrike në metalin vendoset me të njëjtën shpejtësi.

Elektropërçueshmëria e zvoglohet me zmadhimin e temperaturës. Për shkak të shpejtësisë mesatare të madhe të atomeve (lëvizjet termike) arrihet deri te goditjet e shpeshta ndërmjet elektroneve dhe joneve të rrjetës kristalore. Për këtë arsye, një pjesë e energjisë së lëvizjes të kahjesuar të elektroneve shndërrohet në energji të brendëshme të metalit. Rezistenca e metalit zmadhohet kur temperatura e tij zmadhohet. Varësia e rezistencës (R) nga temperatura te metalet është dhënë me barazimin:

$$R = R_0(1 + \alpha t),$$

ku R_0 është temperaturë e metalit në 0°C , t është temperatura e metalit, α është konstantë për çdo metal, e cila quhet koeficient termik i rezistencës dhe i cili e tregon ndryshimin relativ të rezistencës së metalit gjatë ndryshimit të temperaturës së tij për një gradë.

Përndryshe me modelin klasik të “gazit elektronik” mund shpjegohet ligji i Om, ligji i Xhul-Lencit si edhe një varg dukurish tjera karakteristike të metaleve. Të fillë dukurish janë emisioni termoelektronik, dukuritë e potencialit kontaktues ndërmjet dy metaleve dhe një varg dukurish tjera.

Mangësitë e modelit të “gazit elektronik”

Teoria që bazohet në modelin e gazit elektronik ka shumë mangësi. P. sh, kjo teori nuk mundet në mënyrë kuantitative ta shpjegoj varësinë e përçueshmërisë së metaleve nga temperatura.

Mospajtueshmëria e teorisë klasike të metaleve dhe eksperimenti veçanërisht vinë në shprehje gjatë temperaturave të ulta. Megjithatë, sot

të gjitha mangësitë e teorisë klasike janë tejkaluar me **teorinë kuantike të metaleve**.

Edhe një mangësi e teorisë klasike: nëse bartësit e rrymës në metalet janë elektronet e lirë, të cilët sipas teorisë klasike krijojnë “gaz elektronik”, atëherë energjia mesatare e elektronit (grimcë me tre shkallë lirie) do të ishte $E_m = 3/2 kT$. Këtu k është konstanta e Bolcmanit. Por te metalet eksperimentet tregojnë se kjo varësi nga temperatura nuk ekziston. Kështu, energjia mesatare e elektroneve pikërisht edhe në temperaturën 0 K nuk është e barabartë me zero.

Ekziston lakore e cila e jep shpërndarjen e elektroneve sipas energjive, dhe ajo quhet lakore e shpërndarjes, sipas statistikës së Fermi-Dirakut për elektronet e lirë në metalet.

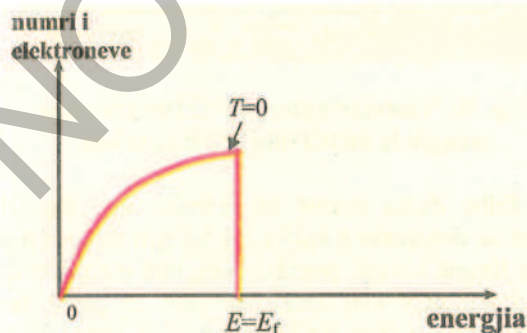


Fig. 3a. Varësia e numrit të elektroneve nga energjia te metali në zeron absolute.

Në fig. 3a është dhënë si faktikisht duket shpërndarja e elektroneve sipas energjive kur metali është në temperaturën e zeros absolute ($T=0$ K). Në atë rast kufitar ekziston një kufi i mprehtë për energjinë maksimale që mund ta posedojnë elektronet në një metal në temperaturë të zeros absolute.

Kështu, statistika e Fermi-Dirakut thotë se energjinë më të lartë që mund ta kenë elektronet në gjendje të këtyllë të materies së ngrirë ($T=0$ K) është e barabartë me sasinë saktësisht të caktuar, karakteristike për çdo metal, të barabartë me Fermi-energjinë (E_F) nga figura 3a.

Le të pyesim tani, si e elektronet e lirë në një copë metali që është nxehur në ndonjë temperaturë $T_1 > 0$, do ta shpërndaj mes veti

energjinë e përgjithshme që është sjellur nga jashtë? Përgjigje do të na jep forma e lakores e cila përputhet me ndonjë temperaturë T_1 më e madhe nga zeroja (fig. 3b). Nga lakorja mund të shihet se një numër i madh i elektroneve kanë energji mesatare-të mëdha, ndërsa krejtësisht një numër i vogël ei elektroneve posedojnë energji më të mëdha.

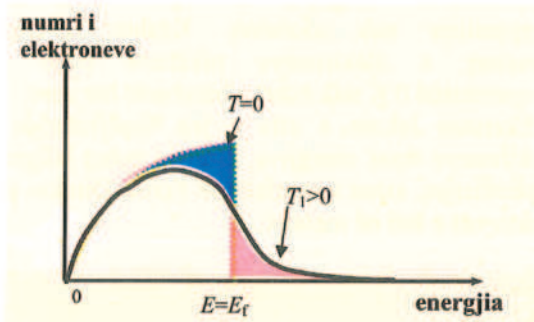


Fig. 3b. Varësia e numrit të elektroneve nga energjia te metali mbi zeron absolute.

Edhe diçka shumë interesante: nga fig. 3b shihet se elektronet e varfër me energji thuajse nuk do të fitojnë kurgjë, prandaj energjinë e rifituar do ta ndajnë mes veti elektronet më të pasur me energji (ata me energji në afërsi të E_f . Kjo d. t. th se elektronet “të pasur” do të bëhen edhe më të pasur, andaj dë të zhvendosen në pjesën e grafikut me energji akoma më të madhe (fushë e kuqe). Meqenëse numri i përgjithshëm i elektroneve nuk ndryshohet, atëherë, sipërfaqja që përputhet me elektronet e zhvendosur kah energjitë më të mëdha duhet të mbetet e njëjtë (pjesa e kaltër dhe kuqe janë me të njëjtën sipërfaqe).

Dhe në fund, nëse njehsohet teoretikisht energjia mesatare e elektroneve në zeron absolute, sipas kësaj teorie do të fitohet $E_m = 3/5 E_F$, e cila është e ndryshme nga zeroja.

Legurimi

Dhënia e atomeve nga ndonjë element tjetër (metal ose jometal) në rrjetën kristalore të metalit të pastër quhet legurim. Në teknologjinë e legurimit me rëndësi të madhe është ajo që rrjeta kristalore e njërit metal mund ti vendos në vete atomet e metalit

tjetër (shikoni legurimin te defektet e rrjetës kristalore në kapitullin 3. 3). Përveç asaj, ekzistojnë edhe kristale të metaleve të cilët mund të vendosin në vete edhe elemente të tillë, si psh, hidrogjen, karbon dhe azot në formë të defekteve intersticiale (kapitulli 3. 3). Përndryshe; si bazë për prodhimin e çelikut qëndron vendosja e atomeve të karbonit në hekur.

Legurat, përndryshe, kanë gjetur zbatim të gjërë në industri. Pothuajse nuk ekziston prodhim metalik i ndërtuar nga një metal i pastër kimik, por numri më i madh prodhimeve metalike janë të përbërë nga dy, tre ose më tepër elemente.

Materialet e sinteruara

Ekziston një grupë mterialesh të cilët fitohen nga metalet ose legurat në pluhur. Procedura për këtë arsye quhet metalurgjia e pluhurit. Pluhuri ose përzierja e homogjenizuar nga pluhuri metalik mandej presohet me ndihmën e presës hidraulike ose mekanike në briketa (tulla), të cila mandje nxehen në temperturë të larta në furra elektrike. Nxehja më së shpeshti bëhet në atmosferën e ndonjë gazi i cili në temperatura të larta nuk reagon me metalet. Mund të shfrytëzohet p. sh, hidrogjeni për të penguar oksidimin gjatë nxehjes. Gjatë sinterimit arrihet deri te lidhja e fortë e kokërrzvae të pluhurit nëpërmjet të difuzionit. Me këtë rast, nuk ndodh shkrirja, sepse temperatura e sinterimit duhet të jetë gjithmonë nën pikën e shkrirjes të përbërsit kryesor të përzierjes

Te materialet e sinteruara ekzistojnë mundësi shumë më të mëdha për kombinimin e metaleve dhe komponimeve, se sa gjatë përzierjes së tyre gjatë shkrirjes.

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- pika e shkrirjes
- modeli i “gazit elektronik”
- përqëndrimi i elektroneve të lirë
- statistika e Fermi-Dirakut
- legurat
- materialet metalike të sinteruara

3. 5. POLIMERET



Prodhimet të cilët janë të përbëra tërësisht ose pjesërisht nga materialet polimere janë pjesë përbërse të përditshmërisë së njeriut, e cila me të drejtë quhet koha e plastikës. Plastika, goma, disa ngjyra janë substanca polimere. Ndonëse shkenca për polimeret është relativisht e re, megjithatë zbulimet dhe inovacionet shpejt kanë hyrë në zbatimin masovik dhe në përditshmërinë tonë.

Hipotezën për ekzistimin e molekulave gjigande (makromolekula) e ka dhënë shkeçetari gjerman Herman Strodinger (Hermann Straudinger, 1881-1965) vetëm para gjashtë dekenive, për çka e ka fituar çmimin Nobel më vitin 1953.

Sot dihet se më tepër substanca kimike, nëpërmjet reaksioneve kimike, nën kushte të përshtatshme mund të polimerizohen dhe të fitohen makromolekula (polimere).

Polimeret paraqesin zinxhir të gjatë nga molekulat e karbonit fortë të lidhura (zakonisht mbi 1000) me lidhje kovalente. Zinxhirët e veçuar ndërmjet mbahen me ndihmën e lidhjeve fizike të dobëta, që mundëson polimeret lehtë të fabrikohen.

Polimeret ekzistojnë vetëm në gjendje të ngurtë dhe të lëngët, por jo edhe në gjendjen e gaztë. Numri më i madh i tyre janë substanca organike, ndonëse janë të njohura edhe shumë polimere jooragjike.

Materialet polimere më të njohura janë prodhimet industriale sintetike, sikurse janë: polietileni, polipropileni, polivinilkloridi (PVC), najlonet (poliamidet alifatike), poliuretanet. Ekzistojnë polimere natyror sikurse janë celuloza dhe polisaharidet, disa proteine (polipeptide), polinukleotidet (RNK dhe DNK), goma natyrore, pambuku etj.



Shumë probleme teknologjike, energjetike, etj nuk do të mundeshin të zgjidhen pa krijimin e materialeve të reja, ndër të tjerët edhe polimeret.

Plastika rreth nesh

Prodhimi bashkëkohor i materialeve polimere sot hynë në një etapë krejtësisht të re të zhvillimit e cila karakterizohet me rritjen e prodhimit dhe konsumimit, dhe e cila kërkon nivel të lartë të dijenisë. Vetëm në SHBA prodhimi vjetor i gomës dhe masave plastike e tejkalon numrin prej 10 miliard kilogram. Se me të vërtetë kemi hyrë thellë në kohën e plastikës vërteton fakti se në periudhën nga viti 1950 deri më vitin 1980 prodhimi vjetor i gomës dhe plastikës në botë është rritur për 8, 9 herë, ndërsa e metaleve vetëm për 3, 2 herë.

Në shkencë pandërprerë rritet interesimi për materialet të përbëra, të kombinuara. Përfaqësues tipik të materialeve të tilla janë materialet shumështrësor të cilët përfshijnë polimeret organike, metale dhe qeramikë. Këtu bëjnë pjesë plastikët e armiruar, shkumat sintetike dhe materialet, madje polimeret biokompatibile nga të cilët bëhen eshtra

artificiale, enë gjaku dhe kapakët e zemrës etj. Gjithashtu, polimeret janë bërë materiale perspektive në elektronikë dhe informatikë për prodhimin e rezistorëve për skema integrale mikroelektronike, FET tranzistorë, sensorë në miniaturë, fotodioda etj.

Ndër polimeret që janë pjesë përbërse të materialeve të sipërpërmendur janë:

- përçuese,
- pizoelektrike
- polimere piroelektrike etj.

Klasë e veçantë polimeresh janë

- biopolimeret.

Polimeret piezoelektrike dhe piroelektrike

Janë të njohur disa kristale, si p. sh. kuarci, kripa e segnetit (BaTiO_2) etj. te të cilët nën veprimin e shtypjes paraqitet fushë elektrike, **efekti quhet piezoelektrik** (shiko kapitullin 1. 9). Te këto materiale ekziston edhe efekti i kundërt, në fushën elektrike i ndërrojnë dimensionet (zgjaten në një drejtim kurse shkurtohen në drejtim tjetër të fushës).

Ngjashëm sikurse efekti piezoelektrik ekziston edhe efekti te i cili bëhet elektrizimi i sipërfaqes së kristalit nëse ndryshohet temperatura e tij. Kjo dukuri quhet **efekt piroelektrik**. Në rradhën e piezoelektrikëve dhe piroelektrikëve më të mirë bëjnë pjesë edhe disa polimere përfaqësuesi i të cilit, me veti më të shprehura, është polivinilendifluoridi (PVDF), e dhënë në figurën 1a.

Nëse PVDF filmi nxehet nga 100 deri 150°C dhe madje ftohet me fushë të fortë elektrike me vlerë prej 1000 kV/cm (si elektroda mund të shërbejnë shtresat metalike nga alumini, ari, zhiya dhe nikel-kromi, të bartur në të dy anët e filmit polimerik) fitohet polimer piezo dhe piroelektrik, që është stabil në temperaturën e dhomës për më shumë vite.

Ndonëse efekti piezoelektrik i tyre është dhjeta herë më i vogël nga materialet joorganike më të mira, ndërsa efekti piroelektrik dy herë më i vogël, përsëri PVDF ka përparësi të mëdha. Ai mund të ketë formë arbitrare (duke përfshirë edhe filmat e hollë me sipërfaqe të mëdha), trashësia mund të ndërrohet nga 2 mm deri në vetëm 5 μm , është më i

lehtë, është stabil edhe në fusha elektrike mbi 1000 kV/cm, ka veti më të mira mekanike. Ajo që është më me rëndësi, ai është shumë i lirë.

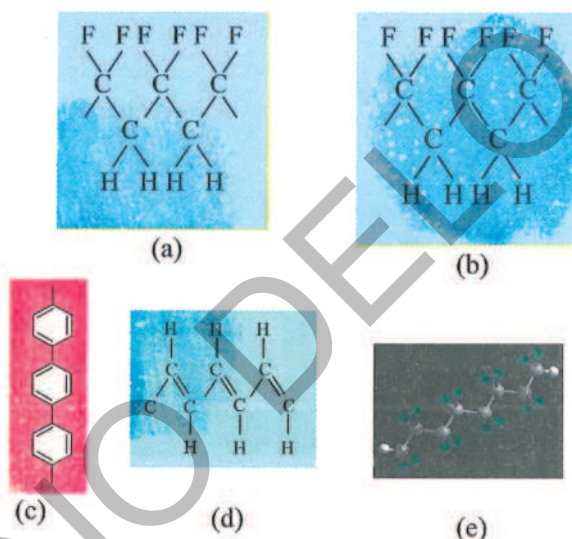


Fig. 1. Polimeret tipike me veti piezoelektrike dhe piroelektrike ose përçuese: a) PVDF; b) polisulfonitrit; c) PPP; d) poliacetilen, (e) model i një polimeri

PVDF shfrytëzohet si pjesë përbërse e dëgjuesve dhe altoparantëve (nën veprimin e impulseve elektrik ndryshohet rrezja e membranës konvekse të tyre dhe gjenerohen valë sferike të zërit), te aparatet për matjen e shtypjes, mikrofonet. Vetitë e tyre piroelektrike kanë zbatim te sezorët termik me ndihmën e të cilëve detektohet prania e njerëzve (detektori infrakuq - night vision) etj.

Polimeret përçuese

Është filluar me punën shkencore të V. A. Litl, e shpallur më vitin 1964, në të cilën ai ka parashikuar superpërçueshmëri në temperaturë të lartë te zinxhirët organik linear. Interesimi i hulumtuesve thjeshtë eksplodoj për këtë tip polimeresh, dhe në vitet e ardhshme janë sintetizuar dhe tërësisht të hulumtuar dhjeta sosh. I pari superpërçues në mes këtyre materialeve është zbuluar më vitin 1977, e ai është

polisulfurnitriti (fig. 1b), i cili në temperaturën e dhomës është metal me përçueshmëri elektrike mesatare, ndërsa në temperaturën 0, 3 K bëhet superpërçues.

Ndryshim drastik të ngjashëm të përçueshmërisë ka treguar edhe poliacetileni.

Megjithatë, koha e polimereve përçuese tashmë është duke ardhur.

Interesant janë polimeret që mund të dopingohen dhe me këtë rast fitohen ndryshime në disa veti fizike. Kështu me ndihmën e dopingimit mund ndryshojnë vetitë elektrike në përpjestime të caktuara. Përçueshmëria e poliparafenilenit (PPP), figura 1c, pas dopingimit me AsF_5 , ndërrohet për 18 rinde të madhësisë ($\times 10^{18}$). Qëllimi i fundit i hulumtimeve është të fitohet polimer me përçueshmëri të madhe, por njëkohësisht edhe kimikisht stabil, me veti mekanike të mira, lehtë i përpunueshëm dhe të jetë i lirë.

Rëndësia komerciale e këtyre të ashtuquajtura "metale plastike" është e madhe.

Shkenca bashkëkohore për polimeret ndjek disa drejtime të hulumtimeve të këtij tipi:

- përfitimi i polimereve të dopinguar,
- përfitimi i polimereve të cilët mund të ndërrohen vetitë elastike: nga plastike në elastike, në varësi nga nevojat praktike;
- të zhvillohen modele teorike për përshkrimin e këtyre materialeve polimere.

Zbatimi i polimereve përçuese në jetën e përditshme prej ditës në ditë pandërprerë rritet. Me dopingimin elektrokimik p dhe n të filmave poliacetilenik është mundësuar prodhimi i baterive me metoda plastike të cilat shumëherë mund të mbushen. Dendësia e vogël ($0,4 \text{ g/cm}^3$) dhe sipërfaqja e madhe e filmave (disa mijëra herë numër të zmadhuar të bartësve të elektricitetit), i bën bateriet plastike shumë më të forta dhe më të lehta nga ato konvencionale.

Prodhimi komercial i këtyre baterieve ka filluar në Japoni dhe tashmë flitet për zbatimin e tyre, si burime të energjisë të makinat motorike të lehta. Tashmë janë paraqitur patente të bazuar

në polimeret përçuese të cilët shfrytëzohen për prodhimin e llageve të cilët mbrojnë nga elektriciteti statik, celula diellore, komponente elektronike (n-p dioda dhe fotodioda), elemente që shfrytëzohen në punën e radarëve. Poashtu filloj edhe prodhimi i sensorëve dhe ndërprerësve të cilët reagojnë në praninë e ujit, ajrit, disa gazeve, në ndryshimin e fushës elektrike si edhe të elementeve jolinear të qarqeve elektronike në bazë të substancave polimerike.

Në decenien e fundit të shekullit XX zbuluesit, konstruktorët dhe strategët të prodhimit industrial, me sukses të madh punojnë në përfitimin e materialeve me përçueshmëri të madhe, elasticitet dhe plasticitet për të mundur të tërhiqen në filme të hollë të cilët do të jenë rezistues të ujit, të paoksiduar dhe, kuptohet, të prodhuar nga lëndë të lira me harxhim të vogël të energjisë dhe të cilët nuk do ta ndotin mjedisin jetësor.

Kontributin e vet në hulumtimin e materialeve përçuese në këtë moment e jep edhe Laboratori për elektrooptik të sistemeve dispersive në Institutin për fizikë në fakultetin Matematiko-natyror në Shkup. Pikërisht vitin e fundit bëhen hulumtime të një nga polimeret përçuese më atraktive, poliparafenilenit në nivel molekular. Qëllimi kryesor i këtyre hulumtimeve do të jetë përfitimi i disa shtresave të holla (filme) të cilët kanë përçueshmëri të madhe.

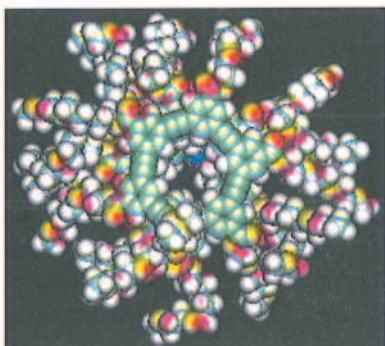
Shpresë e madhe e shkencëtarëve është se tani kur kemi hyrë në mileniumin e ri mund të jepen përgjigje të panumërta dhe të zgjidhen problemet për prodhimin e këtyre materialeve pa të cilët jeta e njeriut nuk mund të mendohet.

Biopolimeret

Biopolimeret janë polimere të cilët janë përfituar nga bota e gjallë ose nga polimeret e sintetizuara në laboratorin e cilët mund të kryejnë funksione për mbajtjen e jetës në organizmat e gjalla.

Ku zbatohen biopolimeret?

- Biopolimeret, duke falenderuar disa vetive të sensorëve të tyre, kanë gjetur zbatim në medicinë, farmaci, si materiale bartës të mjekimeve, me qëllim që të arrihet veprim vazhdues i ilaçit (resorpcioni i ngadalësuar dhe i njëtrajtshëm).
- Biopolimeret shfrytëzohen për ndërtimin e membranave biologjike dhe organe artificiale (kapakëve për zemër, enë gjaku, stente, eshtra artificial, lëkurë artificiale etj).



- Biopolimeret në të ardhshmen duhet të kenë përmbajtje të gjërë ekologjike, meqenëse ata duhet ti zavendësojnë materialet plastike të deritanishme për amabalazhë, për shkak se janë jotoksike dhe degradim i shpejt në natyrë.

Edhe goma është polimer



Goma është tip specifik polimer, dhe paraqet njërin nga materialet me veti elastike superiore. Zbatimin

e gjërë që e ka përputhet tamam me atë veti fizike. Goma është e vetme dhe e pazëvendësueshme në industrinë automobilistike.

Goma është përfaqësues i grupës së materialeve që ka memorie në formë. Kur do t'i jepet ndonjëfar forme gjeometrike dhe kur do t'i nënshtrohet deformimeve të ndryshme në formë, sikurse janë: shtypja, zgjatja, torzioni, etj ajo rishtazi kthehet në gjendjen e mëparshme.

Veti tjetër esenciale për shkak të së cilës ka gjetur zbatim të gjërë, është jolëshueshmëria e ujit, prandaj ajo paraqitet si hidroizolator i shkëlqyeshëm.

Ekzitojnë goma që kanë prejardhje bimore të cilët fitohen nga sekrecioni që e tajojnë disa bimë specifike, sekrecion natyror ose kur janë të dëmtuar. Ekstraktet janë të tretshëm në ujë dhe japin lëngë koloidal në të cilën zgjerohen. Shikuar kimikisht gomat paraqesin komponime të ngjashëm me karbonhidratet. Gomat natyrore më të njohura janë ajo arabe dhe e cresit etj.

Goma më e popullarizuar dhe më masovike e shfrytëzuar për qëllime komerciale është goma që fitohet me vullkanizim të lateksit nga kauçuku, me disa shtesa. Me zbatimin e vullkanizimit të ftohtë pa shtesa, fitohen trupa të hollë nga goma që nuk e lëshojnë ujin, sikurse janë dorëzat e gomës. Trupat të tjerë nga goma përpunohen nga kauçuku me shtesa të ndryshme, sikurse është sulfuri. Në varësi nga sasia e sulfurit fitohet gomë me elasticitet të ndryshëm (gomë e fortë ose e butë)

Goma e butë dallohet me elasticitet, jolëshueshmëri, aftësi elektroizoluese edhe veti tjera të përshtatshme. Nga ajo përpunohen gomat e brendshme dhe të jashtme të automobilëve këpucët prej gome, dorëza, këpucë sportive etj.

Goma e fortë (eboniti) është material i fortë si i bririt, e cila kimikisht është shumë stabile dhe lehtë përpunohet. Përdoret për përpunimin e materialeve elektroteknike, enë për akumulatorët e plumbit, krëhëra etj. Shfrytëzohet edhe për mbështjelljen e aparaturës kimike për t'i mbrojtur nga korrozioni.

Ekziston edhe gomë sungjeri e cila shfrytëzohet për disa prodhime me strukturë sungjerore, sikurse janë sungjeret për larje, izolim të zërit, amortizim i goditjeve, sungjere në salla sportive edhe lojra për fëmijë. Goma sungjerore, përndryshe, fitohet kur në

përzierjen për prodhimin e gomës do t'i shtohet ndonjë materie që liron gaz.

Goma për çamçakëza është material elastik dhe jotoksik e cila përgatitet nga kauçuku që është i pasur me smollë, ose nga kauçuku i zakonshëm të cilit i shtohet smollë me ndihmën e shtrydhjes me yndyrat eterike dhe substancat tjera.

Pëndryshe, goma e pastër kur ftohet, bëhet e thyeshme. Ky ndryshim ndodh përshkak të formimit të lidhjeve plotësuese ndërmjet zinxhirit të karboneve që e bëjnë gomën të fitoj strukturë kristalore. Kështu, p. sh, një dorëz gome e zhytur në azotin e lëngët (77 K), bëhet e fortë dhe e thyeshme. Gomat që përdoren në temperatura të ulta (në zonat veriore) shumë ma shpejt vjetrohen dhe harxhohen.

Vullkanizimi i gomës

Vullkanizimi paraqet tretman specifik i cili përmirëson veti të caktuara të gomës, sikurse është elasticiteti, qëndrueshmëria ndaj kemikaleve, dhe i zbutë ndryshimet e vetive gjatë ndryshimeve të mëdha të temperaturës. Gjatë procesit të vullkanizimit arrihet deri te vendosja e lidhjeve plotësuese kimike ndërmjet zinxhirit polimerik të molekulave të gomës. Vullkanizimi i gomës kryhet me nxehe në prezencën e sulfurit. Ekziston edhe vullkanizim i ftohtë gjatë së cilit goma përpunohet në banjë e cila ka avuj me komponime të sulfurit. Pothuajse për çdo zbatim goma vullkanizohet, përveç asaj për cementimin e gomës për shiritat ngjitëse dhe disa zbatime tjera. Përndryshe, gomat e buta përmbajnë rreth 5% sulfur, ndërsa goma e fortë vullkanizohet me 30% deri 50% sulfur. Procesi i vullkanizimit ka të bëjë me futjen e sulfurit në masën e gomës. Në përzierjen i shtohet edhe substanca anilin e cila e nxiton procesin e vullkanizimit. Madje përzierja vendoset nëpër kallupe dhe nxehtet. Kështu, produkti final më nuk është i ngjithshëm, sikurse është goma e lëndës së parë, nuk ngurtësohet (kristalizohet) nga ftohti dhe nuk zbutet nga nxehtësia, është më elastike dhe më rezistente ndaj kemikaleve organike (benzini, nafta, etj), nuk absorbon ujë dhe është izolator i shkëlqyeshëm i nxehtësisë.



Shpjegoni kuptimet vijues:

- polimere
- polimere piezoelektrike
- polimere piroelektrike
- biopolimere
- goma
- vjetërsimi (kristalizimi) i gomës
- vullkanizimi i gomës



Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Duke marrë parasysh përdorimin gjithnjë e më të madhe të amaballazheve plastike, pas përdorimit, si hedhurinë, çdo ditë i hasim në lumejt tonë, në rrugët tona, parqe, pushimore dhe fusha sportive. Duke pasur parasysh se substancat polimere pandëprerë e ndotin mjedisin tonë jetësor, organizoni aksion për mbledhjen e hedhurinave plastike.
2. Si do ta shpjegoni faktin se gomat e automobilit të papërdorshëm pas shumë viteve, nuk është e preferuar të shfrytëzohen.

Fatkeqësia e Spejs Shatëll Çelinxher ngjau si rrjedhim i një unaze gome për dihtung, e cila është bërë e ashpër dhe ka plasur në natën e ftohtë para lansimit. Si rrjedhim nëpër çarjen ka rrjedhë lëndë djegëse raketore e hidrogjenit dhe është vetndezur.

3. 7. QELQI DHE QERAMIKA

Qelqi



Prej qelqit janë bërë dritaret, shishet, gotat, qelqat e automobilave dhe shumë produkte tjera.

Qelqi është përfaqësues më tipik i materialeve amorfe, të cilët në kohën më të re janë definuar si lëngje të ftohura me viskozitet ekstrem të lartë. Qelqi përfitohet nga masa e shkrirë me natyrë organike, i cili gjatë ftohjes në temperaturën e dhomës bëhet i ngurtë dhe i fortë dhe nuk kristalizohet. Kalimi nga gjendja e lëngët në të ngurtë realizohet kontinualisht, a jo sikurse te metalet në një pikë saktësisht të caktuar të shkrirjes dhe nxhtësi të definuar të kristalizimit.

Njësoj si edhe materialet amorfe tjera, qelqi karakterizohet me një shkallë shumë të ulët të rradhitjes së atomeve dhe pozitës reciproke ndërmjet tyre. Qelqi është i ndërtuar prej rrjetës tredimensionale të parregullt nga atomet e oksigjenit të cilët ndërvedi janë të lidhur me jone.

Te qelqi silikat i zakonshëm elementi kryesor është siliciumi që ndërton rrjetën e tij. Jonet tjera të qelqit, si p. sh, kalciumi (Ca), magneziumi (Mg), natriumi (Na) dhe kaliumi (K), janë të vendosur në nyjet e rrjetës e cila është e përbërë prej komponimeve të siliciumit (SiO_2). Duke patur parasysh këtë përbërje, një qelq i tërë ose copë qelqi mund të trajtohet si një molekulë e madhe. Në këtë mënyrë shpjegohen vetitë e fortësisë së madhe të qelqit. Në qoftëse në një vend të dobët të sipërfaqes së qelqit bëhet një çarje, atëherë ajo së shpejti do të zgjerohet për së gjati në tërë materialin. Ky zgjerim nuk mund të ndalet në

kufirin e brendshëm ndërmjet kokërrzave, sikurse substancat kristalore (metalet). Thyerja e qelqit është rrjedhim i forcës së shtrirjes (zgjatjes), meqenëse fortësia gjatë shtypjes është 10 herë më e madhe se sa fortësia gjatë shtrirjes.

Vetitë fizike që e bëjnë qelqin material të pazëvendësueshëm për zbatimet që i përmendëm janë:

- i tejdukshëm; qelqi ka lëshueshmëri të madhe të dritës së dukshme (koeficient të madh të transimionit), për këtë arsye shfrytëzohet për përpunimin e qelqit të dritareve, dhe qelqëzimi i objekteve banesore dhe afariste, si edhe mbështjellës i poçave elektrik;
- nuk e lëshon ujin. Ai është hidroizolatori absolutisht më i mirë, që është edhe një kualitet plus në zbatimin për dritare;
- qelqi silikat i zakonshëm për dritare e pasqyron dritën infrakuqe, prandaj hapsirat të mbështjellur me qelq e përforcojnë efektin e kopshteve të qelqëzuar. Përdoret për ndërtimin çerdheve me qelq, për kultivimin e kopshtarisë së hershme;
- është rezistente në numrin më të madh të acideve dhe bazave, përdoret si amabalazhë për ruajtjen e kemikaleve dhe si mbrojtëse;



Qelqi termorezistues (pireks) për eksperimente laboratorike

- nuk lëshon ajër. Shfrytëzohet për mbylljen hermetike dhe për vakuumimin e pajisjeve elektrike, sikurse jnaë poçat elektrik, gypat e rëntgenit etj.

Me ndryshimin e përbërjes, mund të fitohen qelqe për zbatime të llojllojshme. Në tabelën vijuese janë përmend disa lloje qelqash dhe përbërja e tyre:

Lloji i qelqit	Zbatimi	Përbërja	Lënda e parë
qelq i zakonshëm, qelq natrium-karbonati	dritare, ambalazhë, amvisëri, poça elektrik	natrium-karbonat, gëlqere dhe silikate	rërë kuarci, gëlqere dhe sodë e kalcifikuar.
qelqi borsilikat	enë termorezistuese për laborator dhe amvisëri (ka rezistencë të madhe në kemikale dhe ndryshime temperature në kufi të caktuar)		rërë, boraks, acid i borit, feltspat dhe aluminium hidrat
qelq kuarci	instrumente optike (ka koeficient të madh të transmisionit për dritën UV)	99,5% SiO ₂	rërë kuarci
qelq kristalor	qelq artistik ose qelq për përpunimin e gotave kristalore	potasha, menige dhe rërë	kalium, gëlqere dhe silikat, plumbi
qelq murani	qelq zbukurimi me ngjyrë të kaltër kopja përpunohet në Venedik		vetëm shtohen okside të kobaltit

Prodhiimi i qelqit



Vitrinë nga qelqi i ngjyrosur

Përzjerja e lëndëve të para. Procesi i shkrirjes realizohet pandëprerë ose me ndëprerje (te prodhimi i qelqeve speciale dhe të ngjyrosur, qelqeve artistik).

Qelqi shkrihet në enë nga glina

termorezistuese në furrë me flakë. Shkrirja bëhet në temperaturë 1400 deri 1550 °C. Në fazën e fundit të shkrirjes masa kthjelltësohet (lirohet nga fluskat e ajrit) duke shtuar disa kemikale. Gjatë ftohjes masa e qelqit bëhet gjithnjë më e dendur dhe jep më tepër mundësi për prodhim dhe përpunim: shtrirje (qelq dritareje), fryrje (gota dhe shishe), petëzim dhe përpunim dore.

Ngjyrosja e qelqit

Duke shtuar sasi të vogla të disa substancave në përzjerjen e shkrirë qelqi mund të ngjyroset:

Ngjyra	Shtesa
pangjyrë	kemikale të pastra
e kuqe	karboni dhe natriumsulfat
e gjelbër	hekuri
e kaltër	bakëroksid ose kobalt

Ngjyrosja bëhet për shkak të zbatimeve speciale në amaballazhet e disa pijeve, për prodhimin e filtrave të ndryshëm për instrumentet optike ose për qëllime artistike, përpunimi i vitrinave.

Fije qelqore (lesh qelqi). Prodhohet ashtu që nga masa e shkrirë tërhiqen tufa të holla për tu

ftohur pa i formësuar paraprakisht. Nga këto fije prodhohet lesh qelqi, i cila shfrytëzohet si material termoizolues në ndërtimtari.

Mjetet më të vjetra prej qelqi janë gjetur në Mesopotami (Iraku i sotëm) dhe Egjipt. Zbulimet tregojnë se qelqet e atëhershme kanë pasur bërthamë gline. Janë ndërtuar si vijon : masa e shkrirë e qelqit është vendosur në përzierjen prej gline në pluhur dhe rërë qelqore. Nga çasti kur masa e qelqit është ftohur bërthama e glinës është hequr. Në këtë mënyrë është prodhuar deri në fillimin e epokës tonë, kur në tërë Mbretërinë Romake është përvetësuar teknikë e re e prodhimit.

Qeramika

Porcelani dhe prodhimet qeramike përfitohen me pjekje të thjeshtë të masës së formësuar e cila është e përbërë nga glina, kuarci dhe feltspati. Në disa raste, kur përpunohen materiale ndërtimore, sikurse janë tullat dhe tjegullat, atëherë masa është e përbërë vetëm prej gline. Glina e pastër quhet kaolinë, edhe ajo piqet sipas shkallës së pastërtisë deri në prodhimin e bardhë. Kjo përdoret për porcelane në amvisëri dhe për mjete sanitare. Glinat e papastërta shfrytëzohen për materiale ndërtimore dhe qeramikë të zakonshme. Zbatimi i porcelanit në amvisëri dhe teknikë del nga vetitë e tij fizike të volitshme:

- është izolator i shkëlqyeshëm elektrik. Për shkak të vetive të tij ai është i pazëvendësueshëm si material elektroizolues te trafostacionet, largëpërçuesit, elektrocentralet, qendrat dispeçerike dhe te tabelat e siguresave në objektet banesore dhe afariste;
- është izolator i shkëlqyeshëm i nxehtësisë. Për shkak të kësaj vetie, gjërat ushqimore dhe pijet mbeten një kohë të gjatë të ngrohta,

se sa kur janë në enët metalike. Prandaj enët në amvisëri të shumtën e rasteve janë të përpunuara nga porcelani;

- ka pikë të lartë të shkrirjes. Kjo veti jep kualitet plotësues në zbatimin si elektroizolues. Në rast se rrjedhë rrymë e fortë, bëhet nxehja por jo edhe shkrirja e këtij materiali;
- nuk digjet. Ky është edhe një kualitet në zbatimin si izolator elektrik i pazëvendësueshëm;
- është rezistues në ujë, acide dhe baza. Është material i pazëvendësueshëm në prodhimin e qeramikës për banja, kuzhina dhe pajisje laboratorike.



Përfitimi i prodhimeve të porcelanit fillon me pastrimin e lëndës së parë, larja, ngjyrosja dhe përzierja, përderisa nuk fitohet masë e përshtashme për formësim.

Formësimi mund të jetë me punë dore ose me makina për prodhimin e trupave oval (vezake). Në këtë mënyrë formohen pjata, filxhana, saksia dhe elektroizolator. Presimi është procedurë me të cilën formohen pllaka qeramike muri dhe dyshemeje. Masa e përgatitur presohet ndërmjet shablloneve të lëvizshëm dhe mbështettes së fortë. Përndryshe, tullat dhe tjegullat prodhohen me presim në formë të copave voluminoze. Skulpturat nga glina prodhohen me procedurën të quajtur **derdhje**. Qulli i glinës derdhet në kallëpe nga materia e cila mund të mbledhë ujin



(p. sh, gips) në këtë mënyrë lëngu rrjedh, ndërsa ngelën shtresa, e cila kapet në muret dhe e cila mund të bëhet mjaftë e trash që të përjashtohet kallëpi.

Tharrja. Trupat i lëmë të thahen vetvetiu.

Pjekja. Për zbatime të ndryshme zbatohen temperatura të ndryshme të pjekjes, e cila mund të shihet në tabelën më poshtë.

Prodhimi	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
prodhimet e glinës	700-1000
trupa qeramike	1200-1250
material elektroizolues	1400

Zmaltimi. Në disa nga prodhimet pas pjekjes së parë pason edhe një pjekje, për arsye se bartet shtresë e sipërme e tejdukshme që shkëlqen ose shtresë e patejdukshme e quajtur zmaltinë. Roli i zmaltinës qëndron në atë se prodhimi i porcelanit të mos lëshojë ujë ose thjeshtë për qëllime estetike.

Përbërësit kryesor nga të cilët bëhet zmaltimi janë: rëra, kuarci, qelqi, glina, felspati, boraksi etj, të cilët përzihen në mënyra të ndryshme në varësi nga zbatimi. Pjekja për zmaltimin bëhet në temperaturë nga 700 deri 900 $^{\circ}\text{C}$.

Qeramikat termorezistuese

Një grup i veçantë i prodhimeve të qeramikës

është i përbërë nga oksidet e caktuar. Në këtë grup hyjnë materialet që janë rezistues në temperatura të larta (materialet termorezistues). Ata janë, p. sh: aluminioksidi, toriumoksidi, magneziumoksidi dhe beriliumoksidi. Ky i fundit, por edhe cirkoniumoksidi, përdoren në reaktorët bërthamor sepse kanë pikë të lartë të shkrirjes (2570 $^{\circ}\text{C}$ dhe më tepër).

Qeramikat speciale

Bariumi, stronciumi, bakër oksidi janë materiale qeramike me veti superpërçueshmërie.

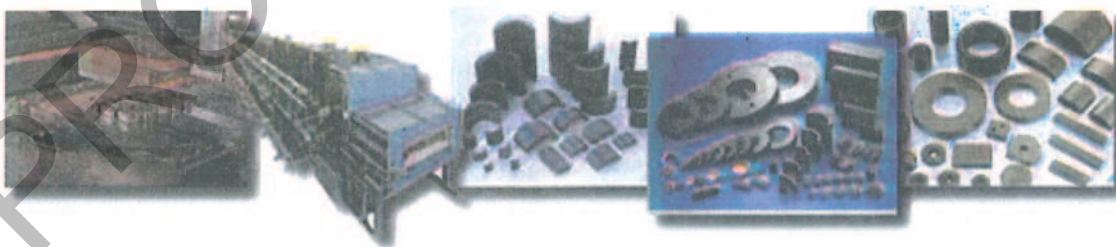
Qeramikat magnetike

Bariumi ose stronciumi feriti mund të përdoren për përpunimin e materialeve qeramike që kanë veti të magnetëve permanent.

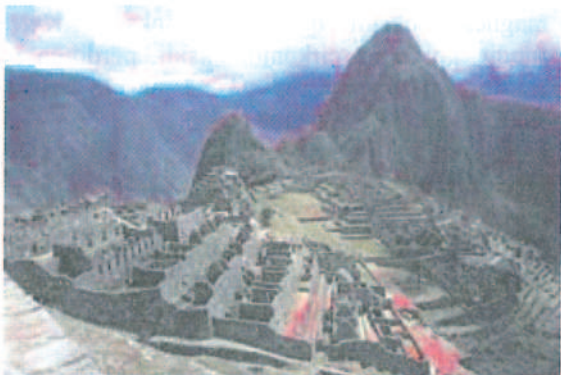
Qeramikat feroelektrike

Përpunohen nga BaTiO_3 , material me konstantë dielektrike shumë të lartë, material feroelektrik, të ngjashëm me feromagnetikët. Përdoret në prodhimin e mikrofonave, altoparlantave dhe mjeteve për shndërrimin e lëkundjeve elektrike në ato mekanike (koka e sondës ultratingullore)

Ekzistojnë edhe materiale qeramike me asi fortësie dhe veti elastike të cilët janë të përshtatshëm për përpunimin e pjesëve të motorëve dhe pajisjeve mekanike.



3. 8. MATERIALET NDËRTIMORË



Gërmadha gurësh në Maçu Piçu (Peru)

Me shekuj janë ndërtuar vendbanime, objekte të ndryshme dhe përmendore. Po të mos ishte qëndrueshmëria e tyre dhe rezistueshmëria ndaj kushteve klimatike nuk do ta njihnim historinë tonë dhe zakonet. Me shekuj janë synuar të ndërtohen për më shumë gjenerata, në atë mënyrë që të triumfohet dhëmbi i kohës. Materialet që shfrytëzohen në ndërtimtari mvaren si nga natyra e regjionit ashtu edhe nga përfaqësimi i tyre dhe nga përparimi kulturologjik. Material ndërtimor dominant në regjione të ndryshme janë, sipas rregullës, ata që lehtë gjenden ose prodhohen në rrethin e drejtpërdrejt. Kështu, ai që ka qenë guri për Egjiptasit, ai është druri për Kanadezët, bora për Eskimezët.

Gjatë zgjidhjes së materialeve ndërtimore gjithmonë duhet të rruhen tre parime themelore:

- **siguria;** materialet duhet të jenë të siguruar për jetën dhe shëndetin e njeriut. P. sh, materialet duhet të jenë të qëndrueshëm në ndikimet atmosferike, të qëndrueshëm ndaj tërmeteve-asezmike, termorezistues.
- **qëndrueshmëria;** materialet duhet të jenë të qëndrueshëm dhe gjatë kohës të mos ndryshohen dhe të mos i humbin vetitë fillestare për të cilat kanë qenë të destinuara.

- **efikasiteti energjetik dhe rregullësi ekologjike;** materialet duhet të ndihmojnë gjatë kursimit të energjisë së nxehtësisë dhe elektrike, të jenë me rregullësi ekologjike; të mos përmbajnë elemente radioaktive.

Në ndërtimtarinë e sotme shfrytëzohet paletë e tërë e materialeve natyrore dhe artificiale të cilët i plotësojnë kërkesat më lartë të numruara. Disa materiale janë mirë të njohur dhe të përpunuar në kapitullin paraprak.

Materialet ndërtimore, sipas rolit që e luajnë, mund të ndahen në dy grupe.

- **në grupin e parë** bëjnë pjesë materialet që janë të përshtatshme për konstruksione themelore në ndërtim. Këtu marrin pjesë guri natyror dhe artificial (betoni), materiale që fitohen me përpunimin teknologjik të mineraleve natyrore, masat plastike të konstruksionit, druri etj;
- **në grupin e dytë** bëjnë pjesë materialet ndërtimore të llojit special të cilët janë të domosdoshëm për mbrojtjen e materialeve ndërtimore të grupit të parë: nga ndikimet atmosferike, ta zmadhojnë qëndrueshmërinë, materialet që ndihmojnë në kursimin e energjisë, materiale për krijimin e komoditetit dhe dekorime. Këtu marrin pjesë materialet për: termoizolim, hidroizolim, izolim akustik, mjete antikoroze dhe ngjyra dekorative, llaqe dhe materiale plastike.

Materialet natyrore shfrytëzohen pa ndonjë përpunim teknologjik të rëndësishëm. Nga materialet që fitohen me teknologji të caktuar janë : hekuri, i cili shfrytëzohet për armaturë të betonit (përforcim), qeramika (tulla dhe tjegulla), qelqi (qelqëzimi i dritareve) dhe materiali themelor-cementa.

Cementa është mjet lidhës i blujtur mirë, i cili më tepër përmban kalcium dhe aluminium silikat. Cementa dhe uji japin malterin (llaç) i cili pas tharjes krijon gurë të cements. Kur malterit i shtohet rërë, atëherë fitohet betoni.

Për përfitimin e cementës shfrytëzohet glina dhe gëlqerja mirë e bluar. Përzjerja bëhet me procedurë të thatë ose të lagët. Në raste të caktuara mund tu shtohen edhe komponente tjera të cilat e përmirësojnë përbërjen kimike dhe do ti japin veti fiziko-kimike të përshtatshme për zbatimin e tyre në ndërtimtarin.

materiale	dendësia (g/cm ³)	dendësia mesatare (g/cm ³)	poroziteti (%)
beton i rëndë	2,6	2,4	10
graniti	2,7	2,67	1,4
qelqi	2,65	2,65	0
pleksiglas	2,0	2,0	0

Vetitë fizike të materialeve të rëndësishme për ndërtimtarinë

Parametrat e gjendjes

Dendësia e materialit. Dendësia mund të përcaktohet nga raporti i masës (m) dhe vëllimit (V) i materialit absolut të ngurtë, d. t. th

$$\rho = m/V.$$

Dendësia relative. Dendësia relative e jep dendësinë e materialit në raport me dendësinë e ujit. Te më tepër materiale ndërtimore i tërë vëllimi është i përbërë nga vëllimi i pjesës së ngurtë (V_n) dhe vëllimit të poreve në të (V_p), d. t. th. $V = V_n + V_p$.

Dendësia mesatare. Dendësia mesatare është dendësia në gjendjen e realtë të materialit (e matur bashk me poret). Kështu, p. sh dendësia mesatare e betonit të lehtë është 500-1800 kg/m³ ndërsa dendësia e vërtetë është 2600 kg/m³.

Karakteristikat strukturale

Poroziteti. Poroziteti (P) është masë për shkallën e plotësimi të vëllimit të materialit, kurse njehsohet nga raporti i vëllimit të poreve (V_p) dhe vëllimit të përgjithshëm të materialeve (V), d. t. th.

$$P = V_p/V$$

Në tabelën më posht janë dhënë disa materiale ndërtimore, dendësitë e tyre dhe poroziteti.

Vetitë hidrofizike

Higroskopik quhet vetia e materialit të thith avull uji nga ajri i lagët. Procesi ka të bëjë nga adsorbicioni i avullit të ujit në shtresën sipërfaqësore molekulare nga materiali dhe nga kondensimi kapilar.

Thithja kapilare bëhet kur një pjesë e konstruksionit është zhytur në ujë. Kështu, me thithje kapilare mund të arrihet deri te lagështimi i pjesëve më të larta të konstruksionit.

Apsorpcioni i lagështisë. Për përcaktimin e këtij parametri te betonet shfrytëzohet metoda e zhytjes në ujë në temperaturën e dhomës. Njehsohet apsorpcioni i ujit në njësinë e vëllimit dhe në njësinë e masës.

Depërtueshmëria e ujit është veti e materialit që të depërtoj uji gjatë zhytjes. Definohet me koeficientin e filtrimit, që dëshmon depërtueshmërinë e ujit në materialin.

Deformimet nga lagështia. Disa materiale sikurse janë betoni dhe druri gjatë ndryshimit të lagështisë i ndryshojnë dimensionet edhe vëllimi, d. t. th bymehen.

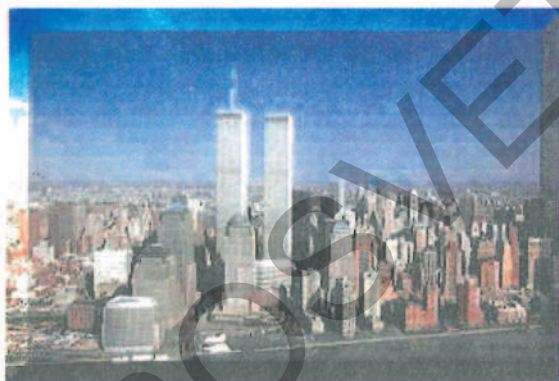
Qëndrueshmëria në akull i një materiali matet nëpërmjet ndryshimeve që ndodhin në materialin gjatë më tepër cikleve të ngrirjes dhe shkrirjes.

Vetitë termofizike

Termopërçueshmëri quhet vetia e materialit ta transmetoj nxehtësinë nga njëra sipërfaqe në tjetrën. Kjo veti është shumë e rëndësishme gjatë zgjedhjes së materialit për termoizolim ose material për mbulesë çatie.

Kapaciteti i nxehtësisë (termik) është madhësi fizike e cila e shpreh vetinë e materialit të akumuloj nxehtësi gjatë nxehtësisë, por edhe ta liroj gjatë ftohjes. Matet me nxehtësinë që është e nevojshme për nxehtjen e 1Kg të materialit të caktuar për 1°C . Nga tabela më poshtë shihet se kapacitet më të madh termik ka uji.

Materiali	Kapaciteti termik (kJ/kg K)
uji	4, 19
druri	2, 39-2, 72
betoni	0, 75 - 0, 92



Xhungël betoni në Njujork.

Stabiliteti nga zjarri është veti e materialit që mos të ndryshohet dhe të mos deformohet nën veprimin e temperaturave të larta (nga 1580°C dhe më tepër).

Rezistenca nga zjarri është veti e materialit për njëfar kohe t'i kundërvihet veprimit të zjarrit në rast ndonjë djegie.

Koeficienti termik i deformimit linear (α) është masë për zgjatjen relative të materialit gjatë nxehtësisë për 1°C . Vlera e tij për disa materiale është dhënë në tabelën vijuese.

Materiali	$\alpha (^{\circ}\text{C}^{-1})$
betoni	$10 \cdot 10^{-6}$
graniti	$8 \cdot 10^{-6}$
druri	$10 \cdot 20 \cdot 10^{-6}$



Akulli është termoizolator i mirë, prandaj mund të shfrytëzohet si material ndërtimor.

Vetitë mekanike

Materialet ndërtimore u janë ekspozuar jo vetëm forcave të brendshme (nga statika e ndërtimit), por edhe forcave të jashtme: erërat, shirat e fuqishëm, zhvendosje tektonike, tërmete etj. Për këtë arsye materialet duhet të posedojnë veti mekanike përkatëse që do t'u mundësojnë t'u kundërvihen forcave të brendshme dhe të jashtme dhe të sigurojnë ndërtim stabil dhe të sigurt.

Elasticiteti është veti e trupit të ngurtë të kthehet në formën e mëparshme pas ndërprerjes së veprimit të forcave të jashtme. Për shkak të

elasticitetit të përshtatshëm hekuri shfrytëzohet në ndërtimtari për konstruksione që janë nënshtruar tensionimeve të mëdha të jashtme. Përndryshe, ai shfrytëzohet si armaturë i cili i përmirëson vetitë elastike të betoneve.

Plasticiteti quhet vetia e trupit ta ndryshoj formën gjatë veprimit të forcave dhe ta ruaj pas ndërprerjes së forcave të jashtme. Ndryshimi i përhershëm i formës quhet deformim mbetës ose plastik.



Urat ndërtohen nga çeliku për shkak të vetive elastike të tij

Fortësia e trupit të ngurtë quhet aftësia e tij të thehet, pa fituar me këtë rast deformime plastike.

Tensionimi është masë për forcat e brendshme që paraqiten në trupin e deformuar nën veprimin e forcave të jashtme. Moduli i Jungut i elasticitetit E e lidhë deformimin elastik relativ (ϵ) dhe tensionimin përkatës (σ), d. t. th.

$$\epsilon = \sigma / E$$

Vetitë elastike të materialeve ndryshohen në varësi nga temperatura, për këtë arsye moduli i Jungut i elasticitetit tregon varësi nga temperatura.

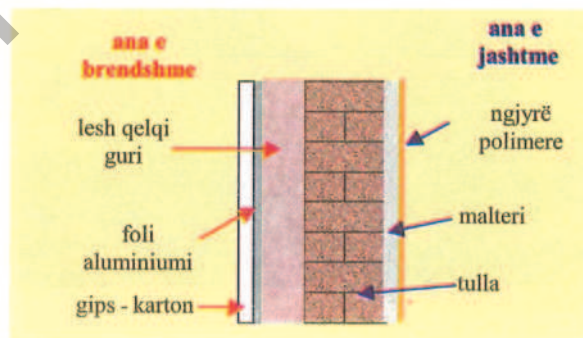
Ngurtësia është vetia e materialit t'i kundërvehet shkatrimeve (destrukcionit) nën veprimin e forcave të jashtme. Ngurtësia varet si

nga forma e trupit ashtu edhe nga drejtimi i veprimit të forcave të jashtme. Ngurtësia e materialeve është lëndë e hulumtimeve të gjëra të materialet ndërtimore.

Ndërtimi efikas energjetik

Për kursim të energjisë është e nevojshme që ndërtimi të bëhet në pajtim me ligjet e fizikës dhe të shfrytëzohen materialet me veti të përshtatshme për këtë qëllim. Ja një shembull i ndërtimit të një muri i cili maksimalisht e ruan nxehtësinë në brendinë e një ndërtimi, dhe e zvoglon harxhimin e energjisë elektrike dhe të nxehtësisë.

Nga ana e jashtme e murit prej tullave bartet shtresë malteri, për shkak të rrafshimit estetik dhe për shkak të fortësisë plotësuese, vendoset edhe një shtresë nga polimer-ngjyrë e cila jep afër 100 % hidroizolim.



Profil i një muri i cili maksimalisht kursen energji nxehtësie.

Nga ana e brendshme vendoset termoizolim (ajo është shtresë e trashë nga guri ose lesh qelqi me shumë ajër; ajri është termoizolator i mirë). Pastaj, vendoset foli aluminiumi e cila luan rolin e reflektorit të rrezeve infrakuqe dhe i mbanë të mbeten brenda objektit. Në fund vendoset shtresa e prodhimit të quajtur gips-karton, i cili e jep rrafshin final të enterierit dhe ai mandej ngjyroset me një ngjyrë të dëshiruar.

Ekzistojnë edhe shumë zgjidhje tjera teknike për kursimin e energjisë.

Shumë shekuj, kryesisht nga bota e civilizuar, material themelor ndërtimor ka qenë guri natyror. Shënimet tregojnë se piramida e Keopsit ka qenë e ndërtuar më vitin 2500 para epokës së re. Ajo është e përbërë prej 2, 5 miliona metra kub blloka guri, të thyer dhe të përpunuar në gurëthyesit, si edhe sasi të mëdha të granitit, të cilët kanë qenë të bartur nëpër lumin Nil. Sipas historianit Herodot këtë piramidë e kanë ndërtuar rreth 100 000 njerëz, plotë 20 vjet.



Piramidat në Egjipt

Shpjegoni kuptimet vijuese:

- siguria
- qëndrueshmëria
- efikasiteti energjetik
- rregullsia ekologjike
- vetitë fizike të materialeve

?

Pyetje, detyra dhe aktivitete

1. Shikoni figurën për humbjet e nxehtësisë të një shtëpie. Mendoni cila pjesë e shtëpisë duhet të jetë e mbështjellur me shtresë më të trashë për termoizolim?



Humbjet e nxehtësisë të një shtëpie.

INDEKSI

A

- absorbimi i rrezatimit, 127
- absorbimi i rrezeve röntgen, 123
- absorbimi i valëve të zërit, 36
- absorbimi negativ, 129
- aktiviteti i bërthamës radioaktive, 144
- Albert Ajnshtajn (Albert Einstein, 1875-1955), 107
- alfa- (zbërthimi), 141
- analiza rëntgenospektrale 122, 126
- analiza spektrale, 66
- analizatori, 59
- anihilimi, 154
- anizotropia, 183
- antena, 45
- antigrimca, 154
- antineutrino, 141
- apertuar numerike e objektivit, 81
- apsorbimi i dritës, 128

B

- barazimi i Ajnshtajnit për fotoefektin, 105
- barazimi i Hajzenbergut për papërcaktueshmërinë, 114
- barazimi i pasqyrës sferike 71
- barazimi i thjerrës së hollë, 76
- barazimi i Tomsonit, 45
- barazimi i valës, 6
- barazimi-Breg Vulf, 126
- bark, 22
- bartësit elementar të bashkëveprimit, 169
- bashkëveprimet fundamentale, 169
- bashkëveprimi elektro i dobët, 172
- bashkëveprimi elektromagnetik, 169
- bashkëveprimi gravitacional, 169
- bashkëveprimi i dobët nuklear, 170
- bashkëveprimi i fortë, 170
- bashkëveprimi i fuqishëm nuklear, 170

- bashkimi i bashkëveprimeve të mëdha
- Basov Nikolaj Genadieviç, 128
- bekerel, 144
- Bekerel Henri Antoan (Henri Antoine Bequerel, 1852-1908), 143
- bel, 34
- biopolimere, 197
- Bolcman Ludvig (Ludwig Boltzman, 1844-1936), 102
- Bor Nils (Niels Henrik Bohr), 118
- boshti optik kryesor i thjerrës, 75
- Brag Viliam H. (William H. Bragg, 1862-1942), 126
- Brag Viliam L. (William L. Bragg, 1890-1971), 126
- brazimi i valës së qëndrueshme, 24
- burim i valës, 1
- burimet koherente, 12
- burimi i ultrazërit, 40

C

- centralet nukleare, 159

C

- Çedvik Xhems (James Chadwick 1891-1974), 147

D

- datimi me karbon – 14, 146
- decibeli, 34
- defektet e rrjetës kristalore, 185
- defekti i masës së bërthamës atomike, 37
- defektoskopia rëndgenike, 123
- dendësia e bërthamës së atomit, 134
- detektorët e rrezatimit jonizues, 148
- detektorët gjysmëpërçues, 151
- diagrami i Laue, 125
- difraksioni i dritës, 27
- difraksioni i rrezatimit röntgen, 124
- difraksioni i tipit Fraunhofer, 28
- difraksioni i tipit Frenel, 28
- difraksioni i valës, 27

- difraktogram, 28
- dioptri, 77
- disku i Erlit, 30
- dispersioni i dritës, 63
- displei LCD-TFT, 189
- doza absorbuese, 165
- doza ekuivalente, 165
- dozimetri, 164
- dozimetria, 164
- drita e dukshme, 53
- drita linearisht e polarizuar, 58
- drita natyrore (e papolarizuar), 58

DH

- dhënësi televiziv, 91
- dhoma e Vilsonit, 148
- dhoma me fluska, 151

E

- efekti magnetostriktiv, 41
- efekti Dopler, 38
- efekti fotoelektrik
- efekti piezoelektrik inverz, 41
- efekti piezoelektrik, 40
- efikasiteti, 148
- eholokatori, 42
- elektroni, 96
- elektronvolti, 105
- emisioni i stimuluar, 127
- emisioni spontan, 127
- emisioni spontan, 128
- energjia e jonizimit të atomit, 117
- energjia e lidhjes së bërthamës atomike, 137
- energjia specifike e lidhjes së bërthamës, 137

F

- faktori i multiplikimit, 157
- faktori biologjik i kualitetit, 165
- frekuenca rrethore, 6
- frekuenca themelore, 24
- Fermi Enriko, (Enrico Fermi, 1901-1954), 160

- fiber fije, 19
- fisioni bërthamor (nuklear), 155
- fokusi i pasqyrës sferike, 70-
- fokusi, 76
- foni natyror radioaktiv 166
- fonometri, 36,
- forcat bërthamore, 136
- fotoefekti i brendshëm, 108
- fotoefekti i jashtëm, 103
- fotoefekti, 103
- fotoelektronet, 103
- fotoelementi, 108
- fotone, 104
- fotorezistori, 108
- fotopërçueshmëri, 108
- fotoqeliza, 103
- fotorelej, 107
- fotorrymë, 103
- frekuenca vetiake, 24
- Frenel Ogisten (**Augustin Fresnel, 1788-1827**), 32
- front i valës, 3
- fuqia e përgjithshme absorbuese, 100
- fuqia e përgjithshme emetuese e trupit, 99
- fuqia ndarëse 30
- fuqia ndarëse e mikroskopit, 81
- fuqia optike e pasqyrës, 70
- fuqia optike e thjerrës, 77
- fuqia spektrale absorbuese, 100
- fuqia spektrale emetuese, 99
- fusha elektrike shtjellore, 44
- fusha elektromagnetike, 44
- fuzioni bërthamor, 161
- fuzioni i kontrolluar bërthamor, 161

G

- Gajger Hans (**Hans Geiger, 1882-1945**), 152
- Glaser Arthur, 1926-, 152
- goma, 198
- grej, 165
- grimcat elementare, 171
- Glejzer Donald Arthur (**Donald**)
- grimcat konstituente (kuarke dhe leptone), 171

GJ

- gjatësia valore kufitare e rrezatimit rëntgen, 120
- gjatësia valore, 2
- gjendja agregate (faza), 175
- gjendja themelore, 116
- gjendje të ngacmuara, 116
- gjeneratorët kuantik, 127
- gjysmëtrashësia, 123

H

- Hajgens Hristijan (**Hristian , 1629-1695**), 15
- Han Oto dhe F. Shtrasman Otto Hahn (1887-1968) dhe F. Strassman, 156
- harmonike (obertone), 24
- hedhurinë nukleare, 159
- Herc Hajnrih (**Hertz Heinrich, 1857-1894**), 50
- Hladni Ernest (**Ernst Chladni, 1756-1827**), 26

I

- indeksi absolut i përthyerjes, 17
- infrazëri, 33, 40
- intensiteti i zërit,
- interferenca e dritës, 12
- interferenca e valëve, 9
- izobare, 133
- izotope, 133

J

- Jukava Hideki (**Hideki Yukawa 1907-1981**), 136
- Jung Tomas (**Thomas Young, 1773-1829**), 13

K

- kamera televizive, 91
- këndi i Brusterit, 60
- këndi i devijimit, 63
- këndi i ndarjes, 30
- këndi i pasqyrimt 16
- këndi i përthyerjes, 16
- këndi kufitar i pasqyrimt të plotë, 18

- këndi rrënës, 16
- këndi specifik i rrotullimit të rrafshit të polarizimit, 61
- Kiri Sklodovska Marija (**Marie Sklodowska-Curie, 1867-1937**), 143
- Kirkof Gustav Robert (**Gustav Robert Kirchhoff, 1824-1887**), 102
- koeficienti linear i absorbimit, 123
- koha e vdekur, 148
- konstanta e Plankut, 101
- konstanta e rrjetës optike, 29
- konstanta e rrjetës së kristalit, 124
- konstituente (grimeca ndërtuese), 171
- kristalet e lëngëta smektike, 188
- kristalet e lëngëta, 187
- kristalet liotropë, 187
- kristalet nematike, 188
- kristalet, 182
- kriteri i Rejlit, 30
- kuantë, 101
- kuarkë, 171
- kufiri i dhembjes, 34
- kufiri i kuq i fotoefektit, 104
- kulmi i pasqyrës sferike, 70
- kushti për minimum, 10
- kushti për maksimum gjatë interferencës, 10
- Kyri Irena (**Irène Curie, 1897-1956**), 147
- Kyri Pjer (**Pierre Curie (1859-1906)**), 143

L

- lakoret e Veber-Fehnerit, 35
- largësia e të pamurit qartë, 79
- largësia fokale e thjerrës, 76
- lartësia e tonit, 34
- laserët, 128, 129
- laseri i rubinit, 130
- legurat, 194
- leptonet, 171
- lexues bar-kod
- lidhja e Van der Valsit, 178
- lidhja hidrogjenike, 178, 181
- lidhja jonike, 178
- lidhja kovalente, 179
- lidhja metalike, 178, 180
- ligji i Malys, 59

- ligji i Kirkofit, 100
- ligji i ruajtjes te reaksionet bërthamore, 154
- ligji i Stefan-Bolcmanit, 100
- ligji i Vinit, 101
- ligji i Lambert-Berit, 129
- ligji për zbërthimin radioaktiv, 144
- Lipman Gabriel (**Gabriel Lippmann, 1845-1921**), 26
- Luj de Broli (**Louis de Broglie, 1892-1987**), 113
- lupa, 79

M

- Majkelson A. Albert (**Albert Abraham Michelson, 1852-1931**), 57
- Maksvel Xhems Klark, (**James Clerk Maxwell, 1831-1879**), 50
- marrësi televiziv, 92
- masa kritike, 158
- materialet amorfe, 182
- materialet e sinteruara, 194
- materialet ndërtimore, 204
- mikroskopi elektronik, 82
- mikroskopi, 80
- mikrovalët, 52
- mjediset aktive, 127
- mjedisi aktiv, 128
- mjedisi optikisht më i dendur, 17
- mjedisi optikisht më i rrallë, 17
- model i gazit, 175
- modelet e atomit, 111
- modeli i „gazit elektronik“, 192
- modeli i bërthamës atomike, 136
- modeli i Borit për atomin, 113
- modeli i materies së kondensuar, 175
- modeli i plazmës, 175
- modeli i Tomson, 111
- modeli planetar i atomit
- modeli standard, 171
- modeli valor i atomit, 113
- moderatori, 158
- monokristali, 182

N

- natyra duale e dritës, 56
- netrone (të ngadalshme) termike, 153

- neutrino, 142
- ngarkesa elektrike elementare, 98
- ngarkesa specifike elektrike e elektronit, 97
- ngjyra e tonit, 34
- ngjyra e trupit, 64
- nivelet metastabile, 128
- niveli energjetik, 116
- njehsori Gajger-Milerit, 150
- njësia e unifikuar për masën atomike, 134
- numri i masës 133
- numri rendor (numri atomik), 133
- numri valor, 6
- nxehtësia specifike e shkrirjes 191
- nyje, 22
- nyjet e rrjetës kristalore

P

- parimi i Hajgens-Frenelit, 14
- pasqyra e rrafshët, 68
- pasqyrimi i plotë, 19
- pasqyrimi i valëve, 16
- perioda e gjysmëzbërthimit, 144
- periskopi, 69
- përqëndrimi i elektroneve të lirë, 192
- përthyerja e dyfishtë, 60
- përthyerja e valëve, 16
- përthyerja, 17
- Plank Maks **Max Planck (1858-1947)**, 102
- polarimetër, 61
- polarizatori, 58
- polarizatori dhe analizatori, 59
- polarizimi i dritës, 58
- polarizimi i pjesërishëm i dritës, 58
- polarizimi i plotë i dritës, 58
- polikristali, 183
- polimere, 195
- polimeret piezoelektrike, 196
- popullzimi inverz, 128
- postulatet e Borit, 113
- pozita e kryqëzuar e polarizatorit dhe analizatorit
- pozitroni, 142
- prag i dëgjueshmërisë, 34

- procesi valor, vala, 1
- **Prohorov Aleksandar Mihajloviq, 128**
- protoni, 145
- puna e daljes së elektronit nga metali, 105

Q

- qarku lëkundës i hapur, 45
- qarku lëkundës i mbyllur, 44
- qarku vetëlëkundës, 43
- qeliza elementare, 184
- qeliza solare, 109
- qelqi, 200
- qendra optike e pasqyrës sferike, 70
- qendra optike e thjerrës, 75
- qeramika, 202

R

- Radhërford Ernest (**Ernest Rutherford lord Nelson**), 118
- radhitja e afërt, 177
- radhitja në largësi, 184
- radhitja në largësi, 177
- radioaktiviteti artificial, 146
- radioaktiviteti natyror, 140
- radiovalët, 51
- reaksionet bërthamore, 153
- reaksionet termobërthamore, 187
- reaksioni termobërthamor, 162
- reaksioni vargor, 157
- reaktori bërthamor laserik, 164
- reaktori nuklear, 158
- Remer Olaf (**Olaf Roemer, 1640-1710**), 57
- rendgenografia, 124
- Rentgen V. (**Wilhelm Conrad Röntgen, 1845-1923**)
- reverberacioni, 35
- rezonanca e zërit, 36
- rezonanca e zërit, 33, 36

RR

- rrafshi kryesor i thjerrës, 77
- rrezatimi frenues rëntgenik, 120

- rrezatimi gama, 54
- rrezatimi i nxehtësisë, 99
- rrezatimi infrakuq, 53, 83
- rrezatimi jokohorent, 128
- rrezatimi koherent, 128
- rrezatimi koherent, 129
- rrezatimi rëntgenik, 119
- rrezatimi rëntgenik, 53
- rrezatimi ultravjollc, 65
- rrezatimi ultravjollc, 53
- rrezja, 3
- rrezet alfa (α), 141
- rrezet beta (β), 141
- rrezet gama (γ), 142
- rrezet kanallike, 97
- rrezet katodike, 96
- rrezja e bërthamës atomike, 134
- rrezja e Borit, 115
- rrjeta kristalore, 184
- rrjeta optike (e difraksionit), 28
- rryma e errët, 108
- rryma lëvizëse, 44
- rryma e ngopjes, 104

S

- saharimetri, 61
- satelitët telekomunikativë
- simetria pasqyrore, 69
- sipërfaqja valore, 35
- siverti, 166
- sonometri, 36
- spektrat absorbues, 66
- spektrat karakteristik rëntgenik, 121
- spektri, 65
- spektri emetues, 65
- spektri linear (atomik), 65
- spektrometër, 66
- statistika Fermi-Dirak, 193
- Stefan Jozhef (Jozef Stefan, 1835-1893), 102
- substancat optikisht aktive, 61
- superpozicioni i valëve, 9

SH

- shembëllimi në pasqyrën e rrafshët, 68
- shembëllimet te pasqyrat sferike, 71
- shembëllimet te thjerrat, 77
- shintilatorët, 151
- shpejtësia e dritës në vakuum 46, 57
- shpejtësia e valës elektromagnetike, 46
- shpejtësia e valës longitudinale, 5
- shpejtësia e valës transversale, 5
- shpërndarja e neutroneve, 153
- shtresa mbojtëse, 159
- shufra kontrolluese, 159

T

- Taunes Çarls. (Charles Townes), 128
- telefonët mobilë, 93
- televizioni bardhë-zi, 91
- televizioni, 91
- tensioni frenues, 104
- teoria korpuskulare e dritës, 55
- teoria valore e dritës, 55
- teoria korpuskulare valore e dritës, 55
- termografia, 85
- thjerra përmbledhëse, 75
- thjerrat shpërndarëse 75
- tipi i Frenelit për difraksionin, 28
- tokamak, 163
- Tomson Xhozef Xhon (Joseph John Thomson, 1856-1940), 98
- toni, 33
- treguesi i përthyerjes, 16, 47
- treguesi relativ i përthyerjes, 16
- trupi absolutisht i zi, 100
- tufa e rrezeve, 3
- TV me ngjyra

U

- ultrazëri, 33
- uranumi i pasuruar, 157
- uranumi i varfëruar, 160

V

- vala e qëndrueshme, 22
- vala elektromagnetike, 46
- valët e dë Brolit, 114
- valët e qëndrueshme në ajër, 24
- valët e rrafshta, 3
- valët e ultrazërit, 40
- valët infrakuq, 40
- valët koherente, 12
- valët longitudinale, 1
- valët sekondare, 14
- valët sferike, 3
- valët transversale, 1
- Van Laue (Max Theodor fon Laue, 1879-1960), 126
- varësia e energjisë specifike të lidhjes nga numri i masës, A , 139
- vaullkanizimi i gomës, 199
- vijat e Fraunhoferit, 66
- vijat spektrale dhe seritë spektrale të hidrogjenit, 117
- Vilson Çarls (Charles Thomson Rees Wilson, 1869-1959), 152
- Vin Vilhelm (Wilhelm Wien, 1864-1928), 102
- "vrimat ozonike", 86

Y

- ylberi sekundar, 67
- ylberi, 66

Z

- zbërthimi artificial i bërthamës, 145
- zbërthimi beta (β), 141
- zbërthimi beta plus (β^+), 142
- zëshmëria, niveli i zëshmërisë, 34
- Zholi Zhan Frederik (Jean - Frédéric Joliot), 147
- zmadhimi i mikroskopit, 80
- zmadhimi linear i pasqyrës sferike, 72
- zmadhimi linear i thjerrës, 76
- zmadhimi në lupë, 79

ПРОСВЕТНО ДЕЛО - Скопје, ул. „Димитрие Чуповски“ бр. 15 * За издавачот: м-р Павле Петров, генерален директор * Проф. д-р Невенка Андоновска - Проф. д-р Мирјана Јоноска - Проф. д-р Мимоза Ризова: **ФИЗИКА** за III година реформираното гимназиско образование * Превод: Ружди Зеќири * Лектор-коректор: Феџиде Зеќири * Технички уредник: Новко Груевски * Обем: 216 страници * Формат: 20 x 25.5 cm * Тираж: 281 примероци * Печати: Европа92 - Кочани.

PROSVDETNO DELLO – Shkup, Rr. „Dimitrie Çupovski“ nr. 15 * Për botuesin: Mr. Pavle Petrov, drejtor i përgjithsëm * Prof. d-r Nevenka Andonovska - Prof. d-r Mirjana Jonoska - Prof. d-r Mimoza Ristova: **FIZIKA** për vitin III të gjimnazit të reformuar * Përkthyes: Ruzhdi Zeqiri * Lektor-korrektor: Fexhide Zeqiri * Redaktor teknik: Novko Gruevski * Madhësia: 216 faqe * Format: 20 x 25.5 cm * Tirazhi: 281 kopje * Shtypi: Evropa 92 - Koçan.

PROSVETNO DELO

PROSVETNO DELO

PROSVETNO DELO