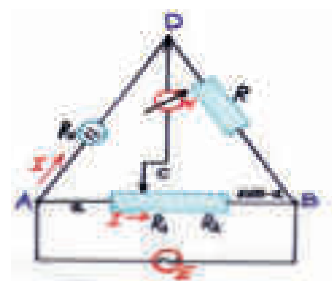
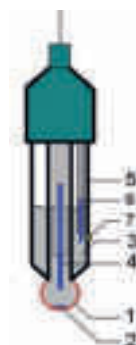
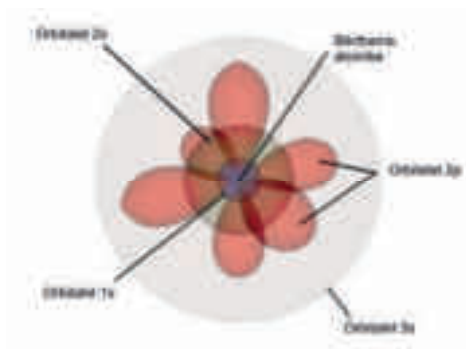
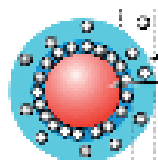
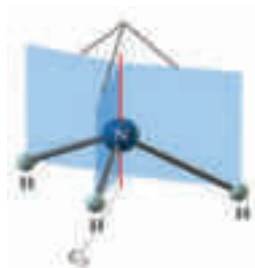


Filamena Karafilkovska  
Violeta Sollakova

# KIMIA FIZIKE

PËR VITIN E KATËRT  
DREJTIMI KIMIKO-TEKNOLOGJIK  
– LËNDË OBLIGATIVE DHE ZGJEDHORE –



**Botues:**

MINISTRIA E ARSIMIT DHE E SHKENCËS  
E REPUBLIKËS SË MAQEDONISË  
Rr. Mito Haxhivasilev Jasmin, p.n.  
Shkup

**Recensentë:**

Dr. Xhulijana Tomovska, profesor i çrregullt në fakultetin e shkencave  
bioteknike të Universitetit Shën "Klimenti i Ohrit" – Manastir  
Dragi Stanojkovski, pofesor në SHMP "Naum Naumovski Borçe" – Probishtip  
Marija Xholeva, profesor në SHMP "Dimitar Vllahov" – Shkup

**Përkthyes:** Mr. Mentor HAMIDI

**Lektor:** Llokman MIRTEZANI

**Shtypi:** Graficki centar dooel, Shkup

---

Со решение на Министерот за образование и наука на Република  
Македонија бр. 22-4407/1 од 29.07.2010 година се одобрува употребата  
на овој учебник

Me vendim të ministrit të Arsimit dhe të Shkencës të Republikës së  
Maqedonisë numër 22-4407/1 të datës 29.07.2010 lejohet përdorimi i këtij libri.

---

CIP – Каталогизација во публикација  
Национална и универзитетска библиотека "Св.Климент Охридски", Скопје

544(075.3)

КАРАФИЉКОВСКА, Филимена

Физичка хемија за четврта година хемиско-технолошка струка :  
задолжителен и изборен предмет / Филимена Карафиљковска, Виолета  
Солакова. - Скопје : Министерство за образование и наука на Република  
Македонија, 2010. - 214 стр. : илустр.; 30 см

ISBN 978-608-226-125-6

1. Солакова, Виолета [ автор ]

COBISS.MK-ID 84274954

***Suksesi më i madh i shkrimtarit është nëse nxit të mendojnë ata që janë të aftë të mendojnë.***

**De Lakroa**

## **Parathënie**

Ky tekst është i destinuar për nxënësit të cilit kiminë fizike e mësojnë në vitin e katërt drejtimi kimiko-teknologjik.

Teksti përbëhet prej dy pjesëve. Pjesën e parë e mësojnë si lëndë obligative, ndërsa të dytën si zgjedhore.

Nga aspekti i moshës së nxënësve, struktura dhe qasja metodologjike, teksti është i harmonizuar me kërkesat e programit mësimorë.

Në pjesën e parë të tekstit, materiali është i sistematizuar dhe i dispozicionuar në katër tërësi tematike të lëmive të ndryshme të kimisë dhe fizikës. Pjesa më e madhe e tyre janë lëmi krejtësisht të reja. Shembull i tillë është simetria e molekulave, spektroskopia, substancat kristalore dhe elektrokimia.

Metodat në spektroskopi dhe elektrokimi janë instrumentale, që d.m.th., për herë të parë i mësojnë këto lloje të metodave.

Në kiminë fizike zgjedhore ka tri tërësi tematike.

1. Tema e parë „Metodat optike” i përshkruan llojet themelore të metodave optike si metoda instrumentale, i thekson përparësitë dhe mangësitë e aplikimit të tyre praktik.
2. Tërësia e dytë tematike jep aplikimin e kimisë koloidale, i përshkruan vetitë elektrike dhe optike të sistemeve koloidale dhe i ndërlidh me aplikimin përkatës.
3. Në temën e tretë i sqaron proceset elektrokimike në praktikë, posaçërisht aplikimin e tyre dhe rëndësinë.

Njësitë mësimore përskaj tekstit themelorë, përmbajnë figura, tabela, grafikone, skema, të cilat e zmadhojnë efektin vizual.

Në fund të tërësive tematike janë dhënë pyetje dhe detyra për kontrollimin dhe vërtetimin e njohurive të arritura. Pyetjet dhe detyrat mund të punohen në orë ose si detyrë shtëpie.

Ky tekst duhet t’u ndihmojë nxënësve në arritjen e njohurive dhe diturive të reja, të cilat janë të nevojshme në mësimin e kimisë dhe orientimin në fakultetet e shkencave natyrore.

Në veçanti ju falënderohemi të gjithë atyre që ndihmuan në kompletimin e tekstit.

Falënderim të veçantë i shprehim nxënësit tonë Sasho Stojković (gjenerata e vitit 2006/2010), i cili pa u lodhur ka ndihmuar, duke dhënë vështrimet, vërejtjet dhe sugjerimet në pjesë të madhe ka marrë pjesë me njohuritë dhe dituritë veçanërisht në temat *Struktura e atomeve, molekulave dhe kristaleve, Spektrat atomik dhe molekularë, si dhe metodat optike*.

Duka pasur dëshirë dhe dashuri kah shkenca, duke hulumtuar si hulumtues i ri në fushën e teknologjisë së kimisë, shkencën e materialeve dhe mësimin e kimisë pa u lodhur shkruan punime shkencore dhe mësimore me qëllim të zhvillimit të shkencës bashkëkohore dhe jetës bashkëkohore. Ai ka eksperiencë edhe si nxënës – mentor duke mbajtur ligjërata në tema të caktuara, duke marrë pjesë në gara të kimisë dhe duke zënë vendet e para.

Me që teksti është i kushtuar juve, nga ju presim vërejtje dhe sugjerime për gjitha që janë në të. Prandaj mund të na shkruani në e-mail adresat vijuese:

viki\_solakova@hotmail.com, viki\_solakova@yahoo.com;  
filimena\_karafiljkovska@hotmail.com

Shkup 2010 viti

*Nga autorët*

## HYRJE

Lënda kimia fizike, sipas përmbajtjeve programore në arsimin katërvjeçarë, për drejtimin kimiko-teknologjik mësohet në vitin e tretë dhe të katërt. Për mësim më të lehtë, dhe në lidhje me metodat të cilat gjatë kësaj absorbohen, kimia fizike ndahet në më shumë disiplina. Termodinamika kimike, ekuilibri kimik ose baraspesha midis fazave dhe kinetikës kimike mësohen në vitin e tretë. Kimia strukturore, elektrokimia, kimia koloidale dhe makromolekulare, nxënësit i mësojnë në vitin e katër.

Kimia fizike si shkencë natyrore merret me studimin e ligjshmërive të cilave u binden reaksionet kimike, ndërsa në tekstin e vetin e katër sqarohet ndërtimi i substancave, proceset elektrokimike (konversioni i energjisë kimike në elektrike dhe e kundërta), sistemet koloidale dhe makromolekulat.

Kimia fizike gjatë studimit të kësaj problematike, bazohet në ligjet e fizikës dhe përdor pjesë nga aparat matematikorë.

Rëndësi të veçantë i japin kimit fizike, aplikimi i metodave mikroskopike dhe mikroskopike në praktikë dhe jetën e përditshme.

Kimia fizike paraqet bazë për gjitha disiplinat e tjera kimike.

# **1 STRUKTURA E ATOMEVE, MOLEKULAVE DHE KRISTALEVE**

*Ajo që dimë është pikë, ajo që nuk e dimë është - det*

*Njutni*

**Qëllimet themelore të temës: Struktura e atomeve, molekulave dhe kristaleve**

- Rezyme e njohurive të mëparshme për strukturën e materies;
- Sqarim, struktura e atomit sipas modelit kuant – mekanik;
- Dallimi midis orbitaleve atomike, hibride nga orbitalet molekulare dhe paraqitja e formës gjeometrike të tyre;
- Krijimi (formimi) i lidhjes jonike dhe kovalente;
- Formimi i lidhjes Sigma dhe Pi;
- Definimi i nocioneve lidhje polare dhe jopolare, momenti dypolarë, delokalizimi i elektroneve;
- Definimi i nocioneve: simetri, elementet e simetrisë, rrjeta kristalore, celula elementare, sistemet kristalore dhe llojet e sistemeve;
- Përcaktimi i elementeve të simetrisë, te molekulat e (ujit, dyoksidit të karbonit dhe amoniakut);
- Lidhshmëria e llojit të lidhjes kimike me vetitë e substancave (gjendja agregate, substanca kristalore apo amorge);
- Përshkrimi i ndërtimit të rrjetave kristalore me shembuj konkret.

## **1.1 ATOMET DHE MOLEKULAT – NJËSITË NDËRTUESE MË TË RËNDËSISHME**

Struktura e materies, njësitë ndërtuese dhe kimia strukturale nuk janë nocione relativisht të reja me të cilët nxënësit takohen këtë vit shkollor sepse i kanë mësuar gjatë viteve të mëparshme të shkollimit. Kjo njësi mësimore në realitet paraqet Rezyme të njohurive më parë të arritura nga fusha e kimitë strukturore.

## REZYME E NJOHURIVE TË MËPARSHME PËR STRUKTURËN E MATERIES

Bota materiale është e ndërtuar prej numrit të madh të njësive ndërtuese të ashtuquajtura grupacionet e tyre ose komponimet. Materia paraqitet në më shumë forma, një prej tyre është substanca.

Shpërndarja e njësive materiale në natyrë është e definuar dhe saktësisht e përcaktuar me ligjshmëri.

Disiplina shkencore lënda studiuuese e të cilës paraqet shpërndarjen e njësive materiale dhe ligjshmërive, sipas të cilave ato janë shpërndarë, quhet kimia strukturore.

Materja në realitet paraqet kombinim të njësive materiale. Materia paraqitet në më shumë forma, njëra prej tyre është substanca.

Substancat, ndërrimet e tyre dhe ligjshmëritë sipas të cilave kryhen këto ndërrime paraqesin lëndën primare të studimit të kimisë si shkencë.

Ndërtimi i substancës krahasohet me ndërtimin e vetë materies. Substancat janë të ndërtuara nga numër i madh i njësive. Ato njësi ekzistojnë në mënyrë të pavarur dhe si të tilla marrin pjesë në strukturën e substancave, përkatësisht materies ose midis tyre lidhen duke formuar thërrime më të ndërlikuara.

Grimcat themelore ndërtuese të materies, nga të cilët rrjedhin njësitë ndërtuese më të ndërlikuara, quhen **atome**. Emri atom rrjedh nga gjuha e vjetër greke (fjala **atomos**) që do të thotë **i pandashëm**. Filozofi i vjetër Demokriti është i pari që e përdorur idenë për grimcat, të cilat më tutje nuk mundet të ndahen, duke eksperimentuar me prerjen e një molle. Ai ka prerë mollën në gjysmë, në të katërtën, të tetën, të gjashtëmbëdhjetën etj. I është ardhur ideja se ekziston grimca e cila më tutje nuk mundet të ndahet.

Shkenca bashkëkohore ka vërtetuar ekzistimin e asaj grimce, njëkohësisht ka vërtetuar se, përsëri, nuk është e pandashme (shpërbërja radioaktive e atomeve), por emri **atom** edhe më tutje mbete në përdorim.

Si grimca të pavarura, atomet e ndërtojnë substancën përkatësisht materien. Por, shumë prej tyre shoqërohen, përkatësisht lidhen për të arritur stabilitetin kah i cili tentojnë. Për stabilitetin, lidhjen, si edhe për mënyrën e atomeve do të bëhet fjalë në njësitë e ardhshme metodike.

Çdo atom, në realitet, paraqet elementin kimik. Elementet kimike janë të grupuara në Sistemin periodik të elementeve (Fig. 1). Në vitin 1869 kimisti rus Dimitrij Ivanoviç Mendeleev ka ndërtuar tabelën e parë në të cilën ka caktuar elementet kimike sipas vetive kimike, të cilat janë në varësi periodike nga masa atonike dhe struktura. Elementet janë

vendosur në perioda horizontale dhe grupe vertikale. Numri rendorë në Sistemin periodik paraqet numrin atomik gjegjësisht numrin e protoneve në bërthamën atomike të tij.

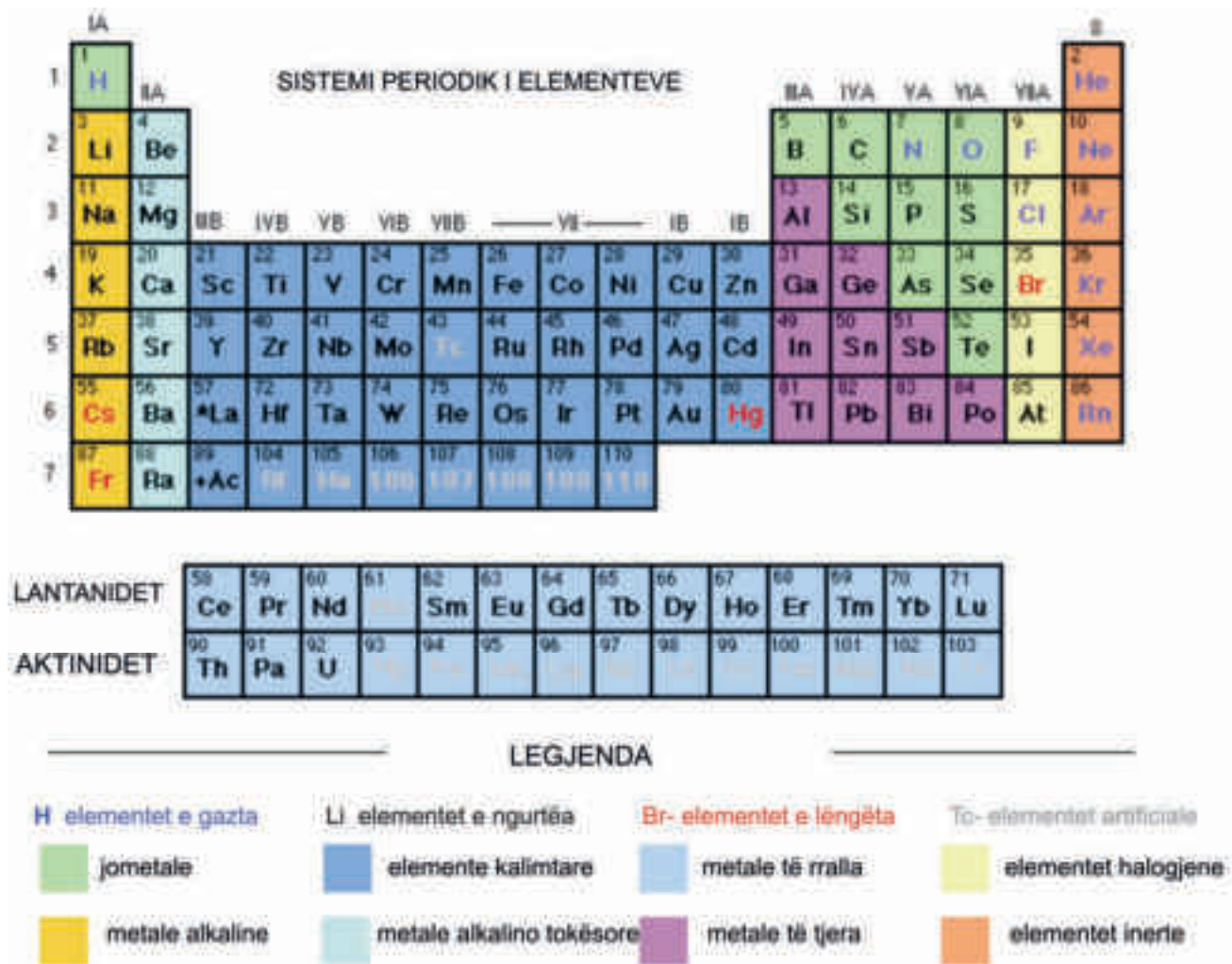


Figura 1. Sistemi periodik i elementeve.

Njësi ndërtuese të ndërlikuara të përbëra prej dy ose më shumë atomeve të njëjta ose atomeve të ndryshme quhen **molekula**.

**Jonet** paraqesin njësitë ndërtuese të ndërlikuara, të cilat formohen me dorëzim-pranim të grimcave fundamentale, përkatësisht elektroneve, me çka formohen jonet pozitive (atome me mungesë të një ose më shumë elektroneve në mbështjellësin elektronik) dhe joneve negative (atome me tepriçë të një ose më shumë elektroneve në mbështjellësin elektronik). Jonet dallohen nga molekulat sipas strukturës së tyre dhe llojit të lidhjes midis tyre.



## 1.2 MODELET E NDËRTIMIT TË ATOMIT DHE LLOJET E ORBITALEVE ATOMIKE

Sot është njohur konstituimi i atomit, se ai është i përbërë prej grimcave fundamentale. Atomi varreze prej rreth  $10^{-10}$  m. Ai përbëhet nga **bërthama e atomit**, e cila është pozitive, dhe **mbështjellësit elektronik**, i cili është negativ, dhe me rreze 100000 më të madhe se ajo e bërthamës. Në bërthamë janë të vendosura grimcat pozitive, **protonet** ( $p^+$ ,  $m = 1,0073$  u), dhe grimcave neutrale, **neutroneve** ( $n^0$ ,  $m = 1,0087$  u, të cilat kanë përafërsisht masa të njëjta, ndërsa në mbështjellësin elektronik, i cili gjendet rreth bërthamës atomike, me shpejtësi të madhe lëvizin **elektronet** ( $e^-$ ) të cilat kanë rreth 1836 herë masë më të vogël nga masa e protoneve dhe neutroneve.

**Numri atomik** paraqet numrin e protoneve në bërthamën atomike, ndërsa **numri i masës** është shumë e numrit të protoneve dhe neutroneve.

**Izotopet** janë elemente kimike që kanë numër të njëjtë të protoneve, por numër të ndryshëm të neutroneve, me këtë edhe masë atomike të ndryshme si për shembull izotopet e elementit të hidrogjenit: protiumi ( $^1\text{H}$ ), deuteriumi ( $^2\text{H}$ ) dhe triviumi ( $^3\text{H}$ ). Gjatë përcaktimit të **masës atomike relative (Ar)** merret përbërja izotopike e elementeve sepse në natyrë ato gjenden në përzierje.

**Izobaret** janë elemente kimike me numër të njëjtë mase, ndërsa me numra të ndryshëm rendor si për shembull: triviumi ( $^3\text{H}$ ) dhe heliumi - 3 ( $^3\text{He}$ ).

### MODELET E ATOMIT

Ideja për ekzistimin e atomit ka qenë njohur nga kohërat e vjetra, por është shtruar pyetja lidhur me strukturën, përbërjen dhe pamjen e kësaj grimce të quajtur atom.

Me zhvillimin e kimit dhe të fizikës në të kaluarën janë propozuar numër i madh i ideve, janë sjellë numër i madh i përfundimeve, janë dhënë teori që të kuptohet struktura e atomit, pamja dhe përbërja e tij.

Numri më i madh i teorive në të kaluarën e kanë paraqitur atomin si sferë, gjegjësisht top ose si sistem analog me sistemin diellorë.

## 1. Modeli i Daltonit

Alkimisti anglez Xhon Daltoni në vitin 1804 ka dhënë teorinë e tij për atomin sipas të cilës:

- elemente kimike përbëhen prej atomeve, me atë që atomet e një elementi janë të njëjta midis tyre;

- Komponentet përbëhen prej molekulave, me atë se molekulat e një komponimi midis tyre janë të njëjta. Molekulat janë grupacione të atomeve;

- Në një reaksion kimik vjen deri te shpërbërja e atomeve në atome, pastaj ato përsëri grupohen, por në mënyrë tjetër. Në reaksionet kimike atomet asnjëherë nuk kalojnë nga njëri në tjetrin element.

## 2. Modeli i Tomsonit

Shkencëtari Xhozef Xhon Tomson ka propozuar teorinë e tij për atomin sipas të cilës:

- Atomi paraqet grimcën në të cilën elektronet janë të mbështjella me disa grimca të elektrizuara pozitivisht.

## 3. Modeli i Raderfordit

Shkencëtari i Zelandës së Re Ernest Raderfordi, i cili ka zbuluar bërthamën atomike, ka propozuar teorinë e tij për modelin planetarë të atomit në vitin 1911, sipas të cilit:

- Atomi ka bërthamën shumë të vogël, me ngarkesë pozitive dhe negative, me radius 10.000 herë më të vogël se radiusi i mbështjellësit elektronik (në të cilin janë vendosur elektronet me ngarkesë negative).

## 4. Modeli i Borit

Shkencëtari danez Nis Bor, i cili rrugët nëpër të cilat lëvizin elektronet i quajti **orbite**, ka sjellë përfundimet e tij në vitin 1913, të njohura si postulate të Borit, të cilat thuan:

- Forca e Kulonit e njofton përsheptimin planetarë të elektronit të nevojshëm për lëvizjen e tij rrethore stabile dinamike.

- Janë të lejuara vetëm orbite të cilat momenti këndor është shumë e numrit të plotë dhe ka vlerën  $h/2\pi$ .

- Elektroni që lëvizë nëpër orbitën stabile nuk rrezaton.

- Emetimi ose absorbimi i rrezatimit paraqitet vetëm gjatë kalimit të elektronit nga njëra në tjetrën orbitë.

## 5. Hipoteza e De Debroli

Lui De Broli në vitin 1924 ka dhënë teorinë e tij për dualizmin korpuskularo-valorë të atomit, sipas së cilës:

- Natyra dyfishtë e grimcave, përpos te drita, paraqitet edhe te materia.

## 6. Modeli i Shredingerit (modeli bashkëkohorë i atomit):

Ervin Shredingeri ka propozuar modelin e tij të ndërlkuar për atomin (Fig. 2), përkatësisht **teorinë fotonike**, e cila bazohet në rezultatet e mekanikës kuantike, sipas të cilës:

- Gjendja energjetike e elektroneve në një atom mund të përshkruhet me sjelljen e vlerave të katër numrave kuantik

- katër numrat kuantik e përcaktojnë edhe hapësirën në të cilën ekziston besueshmëria më e madhe të gjendet elektroni.

- Hapësira në të cilën është besueshmëria më e madhe e gjetjes së elektronit quhet **orbitale atomike**.

Verner Hajzenbergu ka vendosur **parimin e tij të papërcaktueshmërisë** sipas të cilit:

Nuk mundet saktësisht të përcaktohen pozita e saktë e një elektroni dhe shpejtësia me të cilin lëviz në momentin e njëjtë.

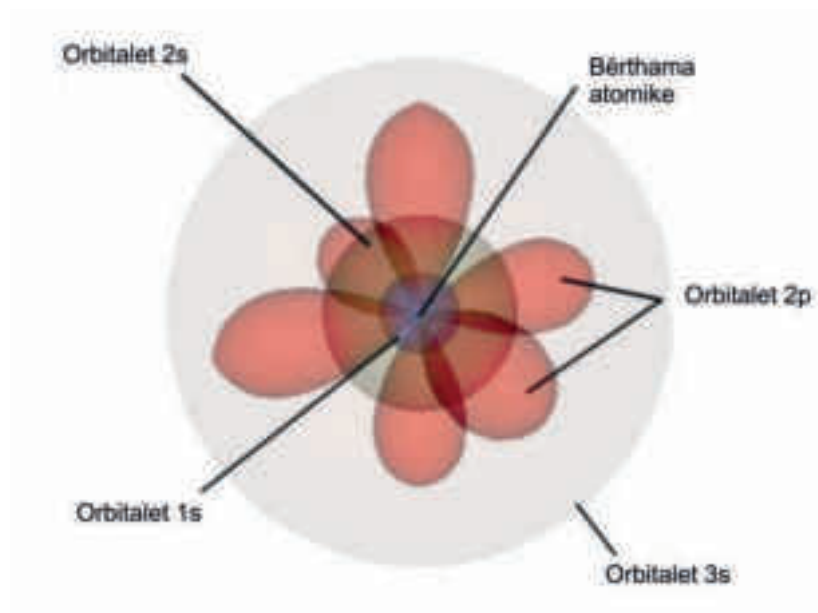


Figura 2. Modeli bashkëkohorë i atomit.

## NUMRAT KUANTIK

Mbështjellësi elektronik është i ndërtuar prej elektroneve të shpërndara nëpër nivele energjetike, në kuadër të niveleve në nënshtresa (nënnivele) përkatësisht orbitale.

Elektronet në atome nuk kanë energji arbitrare, por gjenden në **nivele energjetike** saktësisht të përcaktuara.

Sjellja e elektroneve mund të përshkruhet me anë të **funksionit valorë**, i cili shënohet me shkronjën greke  **$\psi$  (psi)**.

Pjesë e kimisë lëndë studiuese e të cilës paraqesin metodat e mekanikës kuantike quhet **kimia kuantike**.

Gjendja energjetike e elektronit dhe hapësirës në të cilën është vendosur, siç është theksuar më lartë, përcaktohen me anë të katër numrave kuantik: **numri kuantik kryesorë, numri kuantik orbital, numri kuantik magnetik dhe numri kuantik spinor**.

### 1. Numri kuantik kryesorë - $n$

Numri kuantik kryesorë, i cili përcakton shtresën elektronike, përkatësisht nivelin energjetik, paraqet numër të plotë me vlera **1,2,3,4,5,6,7** etj. Numrat e përcaktojnë numrin e shtresës elektronike. Shtresat shënohen edhe me shkronja duke filluar nga shkronja latine **K** (Tab. 1)

Tabela 1. Vlerat e numrit kuantik kryesorë për shtresën e dhënë elektronike.

Numri kuantik kryesorë - $n$	1	2	3	4	5	6	7
Shtresa elektronike (niveli energjetik)	K	L	M	N	O	P	Q

Numri maksimal i elektroneve në kuadër të një niveli energjetik përcaktohet sipas formulës:

$$Ne^- = 2n^2$$

- ku  $Ne^-$  paraqet numrin maksimal të elektroneve në një shtresë, ndërsa  $n$  paraqet vlerën e numrit kryesorë kuantik, përkatësisht shtresën elektronike në të cilën vendosen elektronet.

## 2. Numri kuantik orbital - $l$

Numri kuantik orbital e përcakton nënshtresën elektronike në shtresën e dhënë. Ai mundet të kenë vlera prej **0 deri  $n-1$** . Nënshtresat shënohen me shkronja latine duke filluar nga **s** (Tab. 2).

Tabela 2. vlerat e numrit kuantik orbital për nënshtresën e dhënë.

<b>Numri kuantik orbital - <math>l</math></b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Nënshtresa elektronike</b>	<b>s</b>	<b>p</b>	<b>d</b>	<b>f</b>	<b>g</b>	<b>h</b>

## 3. Numri kuantik magnetik - $m_l$

Numri kuantik magnetik mundet të kenë vlera prej **-  $l$  deri +  $l$**  duke përfshirë edhe numrin **0**. Numri kuantik magnetik, në realitet, e përcakton numrin e orbitaleve në kuadër të një nënshtrese.

## 4. Numri kuantik spinor - $m_s$

Numri kuantik spinor është në lidhshmëri me kahjen e rrotullimit të elektronit rreth boshtit të tij (në kahje të shigjetave të orës ose të kundërt). Numri kuantik spinor ka dy vlera -  $\frac{1}{2}$  dhe +  $\frac{1}{2}$ .

## ORBITALET ATOMIKE

Pjesë nga hapësira në të cilën besueshmëria (probabiliteti) për gjetjen e elektronit është më e madhe (90 - 95 %) quhet **orbitale atomike**, siç është përmendur më lartë. Në një orbitale atomike mund të vendosen më së shumti dy elektrone.

Orbitalet atomike mundet të jenë:

- të plotësuara,
- gjysmë plotësuara,
- zbrazura

në varësi nga ajo se a janë të vendosura dy elektrone, një elektron ose asnjë elektron përkatësisht.

Orbitalet atomike skematikisht paraqiten me katrorë, ndërsa elektronet me shigjeta:



orbitalja e plotësuar atomike



orbitalja e gjysmë plotësuar atomike



orbitalja e zbraztë atomike

### **Sipas parimit të Paulit:**

- nuk është e mundur dy elektrone në atom t'i kenë vlerat e njëjta për të gjithë katër numrat kuantik.

- Elektronet tentojnë të zënë gjendjen energjetike më të ultë. Ato i plotësojnë shtresat dhe nënshtresat sipas rritjes së energjisë së tyre dhe në pajtueshmëri me këtë parim.

Plotësimi i orbitaleve me elektrone është definuar me **rregullën e Hund-it** sipas të cilës:

- Kur në disponim ka më shumë orbitale me energji të njëjtë, elektronet i plotësojnë ashtu që zënë numër sa më të madh të tyre.

### **1. Orbitalja-s (nënshtresa)**

**Orbitalja-s**, (Fig. 3) gjeometrikisht paraqet sferë në të cilën numri maksimal i elektroneve është dy. **Orbitalja-s** (nënshtresa) paraqitet në të gjitha nivelet energjetike. Kjo orbitale është me energji më të ultë.

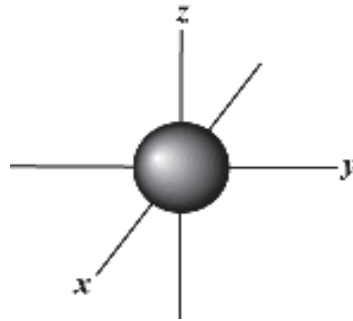


Figura 3. Orbitalja-s.

## 2. Orbitalja-p (nënshtresa)

**Orbitalja-p** (Fig. 4), gjeometrikisht, ka formë të tetëshes së rregullt hapësinore. Numri maksimal i elektroneve që mundet të vendosen në nënshtresën  $-p$  është gjashtë.

**Nënshtresa  $-p$**  paraqitet në të gjitha nivelet energjetike duke filluar nga i dyti dhe është pjesë përbërëse e tri orbitaleve-p identike, me energji të njëjtë, të cilat janë normale njëra me tjetrën në raport me boshtet e sistemit koordinativ drejtë këndorë. Tri orbitalet-p shënohen si:  $p_1$ ,  $p_2$  dhe  $p_3$  ( $p_x$ ,  $p_y$  dhe  $p_z$ ).

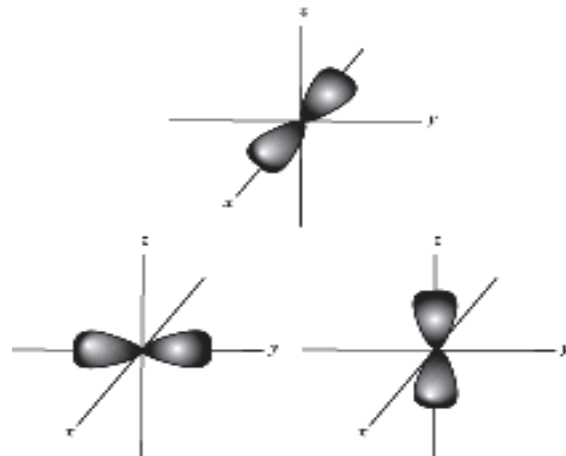


Figura 4. orbitalet  $p_1$ ,  $p_2$  dhe  $p_3$  ( $p_x$ ,  $p_y$  dhe  $p_z$ ).

## 3. Orbitalja-d (nënshtresa)

**Orbitalja-d** (Fig. 5), gjeometrikisht, ka formë të tetëshes së rregullt hapësinore. Numri maksimal i elektroneve që mundet të vendosen në nënshtresën  $-d$  është dhjetë.

**nënshtresa –d** paraqitet në të gjitha nivelet energjetike duke filluar nga e treta dhe është e përbërë prej pesë orbitaleve-d identike (me energji të njëjtë). Pesë orbitalet-d shënohen si:  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $d_4$  dhe  $d_5$  ( $dz^2$ ,  $dxy$ ,  $dxz$ ,  $dyz$  dhe  $dx^2 - y^2$ ).

Orbitalja- $d_1$  është simetrik rrotulluese në raport me boshtin  $z$ .

Orbitalet  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $d_4$  dhe  $d_5$  – kanë strukturë të dy tetësheve të rregullta hapësinore normale njëra me tjetrën.

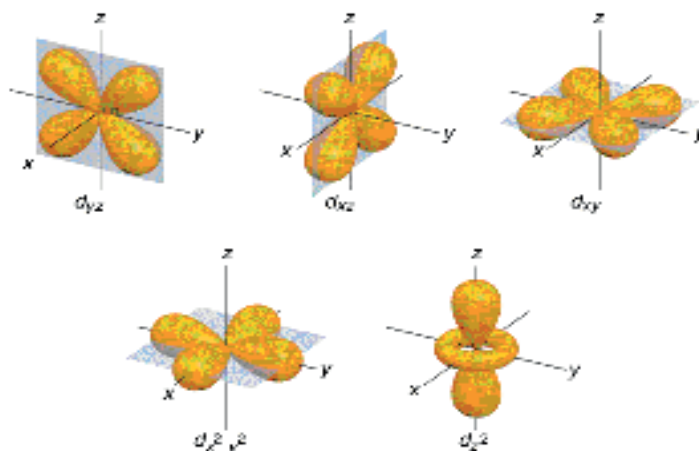


Figura 5. Orbitalet  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $d_4$  dhe  $d_5$  ( $dz^2$ ,  $dxy$ ,  $dxz$ ,  $dyz$  dhe  $dx^2 - y^2$ ).

#### 4. Orbitalja – f (nënshtresa)

Orbitalja –f ka strukturë gjeometrike të ndërlikuar. Paraqitet në të gjitha nivelet energjetike duke filluar nga e katërta. Shtatë orbitalet- f shënohen si:  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ ,  $f_5$ ,  $f_6$  dhe  $f_7$  ose, sipas nomenklaturës së vjetër:  $f_x$  ( $x^2 - y^2$ ),  $f_y$  ( $x^2 - y^2$ ),  $f_z$  ( $x^2 - y^2$ ),  $fz^3$ ,  $fxyz$ ,  $fxz^2$  dhe  $fyz^2$  (Fig. 6).

Në shtresën – f mundet të vendosen maksimalisht 14 elektrone.



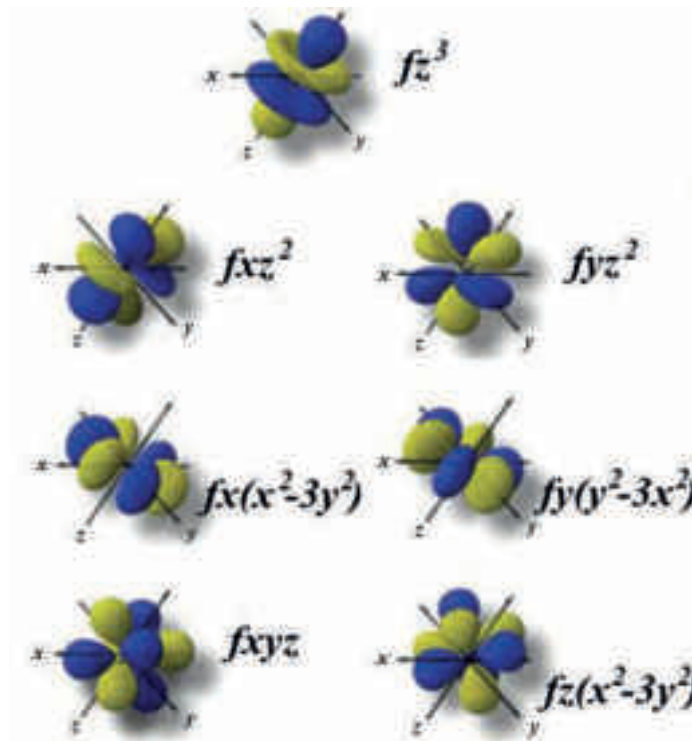


Figura 6. Orbitalet  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ ,  $f_4$ ,  $f_5$ ,  $f_6$  dhe  $f_7$  ( $fx(x^2 - y^2)$ ,  $fy(x^2 - y^2)$ ,  $fz(x^2 - y^2)$ ,  $fz^3$ ,  $fxyz$ ,  $fxz^2$  dhe  $fyz^2$ ).

Numri i nënshtresave teoritikisht mund të jenë i pakufizuar, por deri tani janë të njohura vetëm elemente kimike të cilat ekzistojnë elektrone të vendosura edhe deri në nënshtresat – h. Këto elemente kimike janë fituar sipas rrugës artificiale dhe janë jostabile.

Me rritjen e largësisë së orbitaleve atomike nga bërthama atomike (me rritjen e vlerës së numrit kuantik kryesorë), sepse ajo më shumë i tërheq elektronet ndaj vete, si dhe me rritjen e numrit të elektroneve në to (rritja e densitetit elektronik në shtresën e dhënë elektronike), rritet edhe energjia e tyre (Fig. 7).

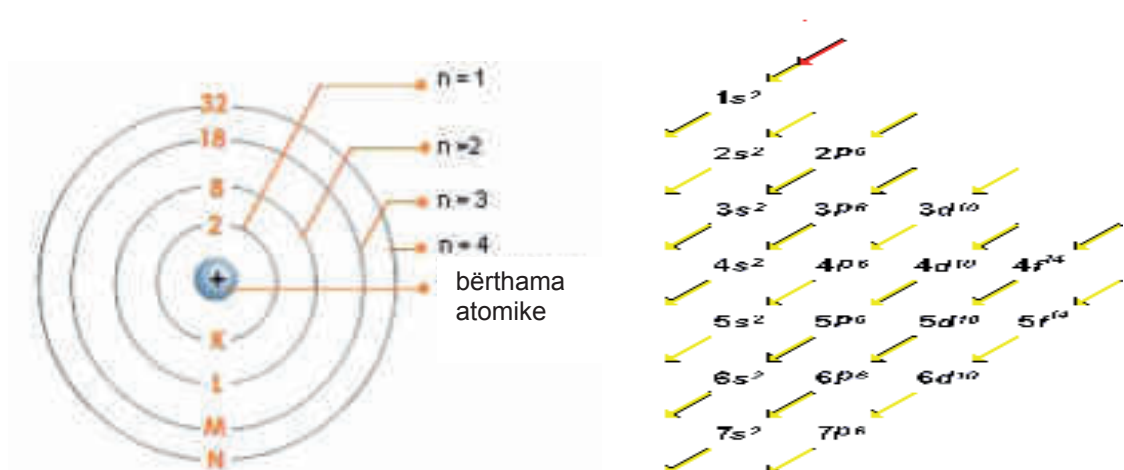


Figura 7. Tregim skematik i rritjes së energjisë së orbitaleve me rritjen e numrit të elektroneve përkatësisht me rritjen e vlerës së numrit kuantik kryesorë. Energjia e orbitaleve atomike rritet sipas kahjes së shigjetave.

## KONFIGURACIONI ELEKTRONIK

**Konfiguracioni elektronik** i një elementi kimik paraqet shënimin e shpërndarjes së elektroneve nëpër nivelet energjetike dhe orbitaleve në mbështjellësin elektronik të atomit.

Konfiguracioni elektronik paraqet tregim racional të plotësimit të orbitaleve atomike me elektrone.

Konfiguracioni elektronik i elementeve kimike (Fig. 8) shkruhet në mënyrë në të cilën janë treguar llojet e orbitaleve atomike dhe numri i elektroneve të vendosura në to.

Shembull, konfiguracioni elektronik i elementit të karbonit është:  ${}_6\text{C}: 1s^2 2s^2 2p^2$ . Indeksi i majtë i poshtëm para simbolit të elementit të karbonit e shënon numrin maksimal të elektroneve të vendosura në mbështjellësin elektronik të atomit.

elementi	numri i përgjithshëm i elektroneve	tregim skematik i orbitaleve atomike				konfiguracioni elektronik
		1s	2s	2p	3s	
Li	3	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\square$ $\square$ $\square$	$\square$	$1s^2 2s^1$
Be	4	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\square$ $\square$ $\square$	$\square$	$1s^2 2s^2$
B	5	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$ $\square$ $\square$	$\square$	$1s^2 2s^2 2p^1$
C	6	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$ $\uparrow$ $\square$	$\square$	$1s^2 2s^2 2p^2$
N	7	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$	$\square$	$1s^2 2s^2 2p^3$
NE	10	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$\square$	$1s^2 2s^2 2p^6$
Na	11	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Figura 8. Tregim skematik i orbitaleve atomike dhe konfiguracionet elektronike të disa elementeve.

### 1.3 MBIMBULIMI I ORBITALEVE- LIDHJEVE SIGMA ( $\sigma$ ) DHE PI ( $\pi$ )

Atomet në realitet janë njësitë themelore prej të cilave janë ndërtuar gjitha substancat. Atomet kanë aftësi midis tyre të lidhen duke ndërtuar molekula ose jone.

Në reaksionet kimike atomet nuk ndërrohen, por vetë rigrupohen. Mirëpo ekzistojnë edhe atome të elementeve kimike që nuk marrin pjesë në reaksionet kimike, gjegjësisht nuk ndërtojnë lidhje kimike sepse posedojnë karakteristika për të cilët do të bëhet fjalë më tutje në ndërtimin, (gazrat inerte).

Aftësia e atomeve për lidhje kimike rrjedh nga vetitë e tyre, të cilët varen nga elektronet valentore.

**Elektronet valentore** janë elektrone që janë të vendosura në nivelin e fundit energjetik të mbështjellësit elektronik të atomit.

Vetitë e atomit, në masë të madhe, varen nga elektronet valentore.

Kryesisht ekzistojnë tri lloje të lidhjeve kimike: lidhja kovalente, lidhja jonike, dhe lidhja metalike.

Lëndë e studimit e kësaj njësie metodike paraqet lidhja kovalente sepse ajo realizohet me mbimbullimin e orbitaleve. Lidhja jonike dhe metalike diskutohen në njësitet metodike të ardhshme. Ato realizohen në mënyrë tjetër.

## Lidhja kovalente

**Lidhja kovalente**, e cila realizohet me mbimbullimin e orbitaleve, për shkak të formimit të çifteve të përbashkëta, paraqet një nga mënyrat në të cilët atomet janë lidhur në molekula, karakteristike për elementet e grupit të jometaleve.

Teorinë për këtë lloj të lidhjes kimike e ka propozuar shkencëtari amerikan Gilbert Njutn Luisi në vitin 1916.

Çiftet elektronike formohen për shkak të plotësimit të nivelit të fundit me tetë elektrone përkatësisht me formimin e **oktetit elektronik** sepse për atomet e gjitha elementeve kimike tetë elektronet në shtresën e fundit elektronike me tetë elektrone paraqet stabilitet elektronik të elementit të dhënë (përpos për elementet hidrogjen dhe helium, të të cilët stabiliteti është i arritur me plotësimin e nivelit të jashtëm energjetik me dy elektrone, përkatësisht me formimin e **dubletit elektronik**).

Oktetet elektronike të atomeve të gazrave inerte (fisnike) janë plotësisht të plotësuar me tetë elektrone (përpos dubletit të heliumit, i cili është i plotësuar me dy elektrone), dhe për këtë ato nuk hyjnë në reaksione kimike (ekzistojnë përjashtime, shembull formimi i komponimeve të ksenonit me fluorin, por hulumtimet ende vazhdojnë).

Gjatë mbimbullimit të orbitaleve atomike ose hibride (për të cilët më vonë do të bëhet fjalë) formohen **orbitale molekulare**.

Orbitalja molekulare, përkatësisht çifti elektronik, e cila është formuar gjatë formimit të të lidhjes kovalente është e përbashkët për atomet e dy elementeve.

Formimi i lidhjes kovalente dhe të çifteve elektronike paraqitet me formulat të cilat i ka propozuar Luisi në vitin 1916, të quajtura **formula të Luisit** të cilat te atomet janë paraqitur me simbole të elementeve kimike, ndërsa elektronet valente me pika (Fig. 9).

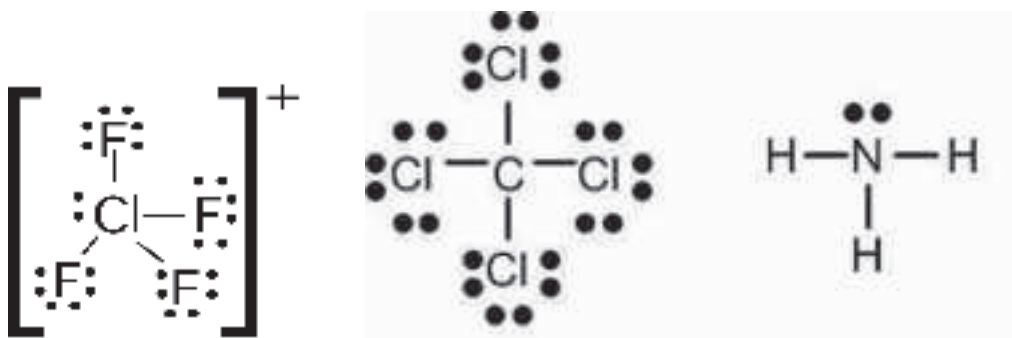


Figura 9. Formulatat e Luisit të kationit të tetrafluorurit të klorit, tetraklorur metanit dhe amoniakut.

## HIBRIDIZIMI DHE ORBITALET HIBRIDE

**Hibridizimi** paraqet përzjerje të orbitaleve atomike, me energji të ndryshme, nga niveli i fundit energjetik (elektronet valente) gjatë së cilës formohen **orbitale hibride** me energji të njëjtë.

Hibridizimi kryhet për të krijuar mundësi për ndërtimin e lidhjeve kimike, përkatësisht formimin e çiftit të përbashkët elektronik me qëllim të plotësimit oktetit elektronik.

Shembuj më karakteristik për orbitale hibride janë orbitalet  $sp^3$ ,  $sp^2$  dhe  $sp$ . Përskaj këtyre, gjithsesi, ekziston numër i madh i orbitaleve tjera hibride (të cilat formohen me hibridizim të orbitaleve kimike me energji më të lartë), por për shkak të ndërlikueshmërisë së tyre, ato nuk do të jenë lëndë të mësimit në këtë tekst.

### ORBITALET HIBRIDE $sp^3$

Shembull më i thjeshtë për prezantimin e orbitaleve hibride është Orbitalja- $sp^3$ , e cila ka formë të tetëshes të deformuar hapësinore.

Orbitalja hibride  $-sp^3$  formohet me përzjerjen e një orbitale atomike  $-s$  dhe tri orbitaleve atomike  $-p$  me çka formohen katër orbitale  $-sp^3$ , të cilat gjeometrikisht kanë formë të tetraedrit (Fig. 10). Këndet midis katër orbitaleve  $-sp^3$  orbitaleve hibride në tetraedër janë  $109,28^\circ$ .

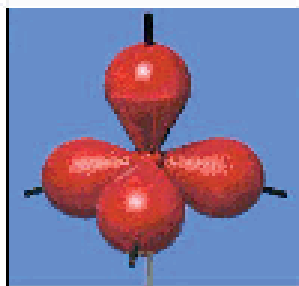


Figura 10. Tregim skematik i orbitales hibride  $sp^3$ .

Formimi i orbitales  $sp^3$  është karakteristike për atomin e karbonit, ku formimi i orbitaleve hibride është e sqaruar në kapitull. Konfiguracioni elektronik i karbonit është:  ${}_6C: 1s^2 2s^2 2p^2$  që d.m.th. se karboni në nivelin e dytë energjetik ka katër elektrone valente të shpërndara në orbitalen  $s$  krejtësisht të plotësuar, me energji më të ultë dhe dy elektrone në orbitalen  $p$  (vetëm dy elektrone), me energji më të lartë. Atomi i karbonit tenton të formojë oktetin e tij elektronik, për këtë atij i nevojiten edhe katër elektrone. Kjo do të thotë se karboni lidhet edhe me elemente tjera dhe me ato formon çiftin e përbashkët elektronik. Por, për të formuar çiftin e përbashkët elektronik, i nevojiten orbitale me energji të njëjtë. Për këtë vjen deri te përzjerja e orbitaleve atomike  $2s^2$  dhe  $2p^2$  për t'u formuar orbitale hibride me energji të njëjtë.

Para se të formohen orbitale hibride, karakteristike për elementin e hidrogjenit është kalimi në të ashtuquajturën gjendje të eksituar (gjendje e trazuar). Kjo gjendje, e cila është paraardhëse e hibridizimit, krijohet kur atomi i karbonit është i gatshëm për reaksion kimik. Krijimi i gjendjes së eksituar karakterizohet me kalimin e një elektroni nga orbitalja atomike e plotësuar  $2s^2$  në orbitalen atomike të zbrazët  $2p_3^0$ . Sipas kësaj, atomi i karbonit kur gjendet në gjendje të eksituar ka konfiguracionin elektronik  ${}_6C: 1s^2 2s^1 2p^3$ .

Pastaj ndodhë përzjerja e orbitaleve atomike  $2s^1$  dhe  $2p^3$  me çka formohen katër orbitale hibride  $sp^3$  me energji të njëjtë, të cilat formojnë çifte të përbashkëta elektronike me mbimbulim të drejtpërdrejtë të orbitaleve me atomin fqinjë, përkatësisht, me atë që formohet lidhje kimike (Fig. 11).

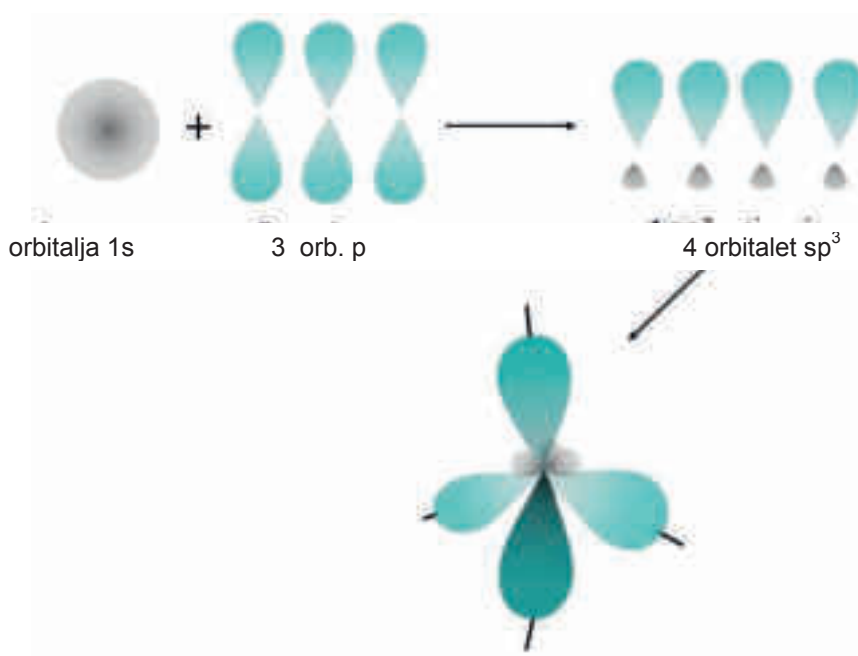


Figura 11. Formimi i orbitaleve hibride  $sp^3$ .

### ORBITALET HIBRIDE $sp^2$ DHE $sp$

Orbitalet hibride  $sp^2$  dhe  $sp$  formohen në mënyrë të njëjtë sikur edhe orbitalet  $sp^3$ .

Me përzierjen e një orbitale s dhe dy orbitaleve-p formohen tri orbitale  $-sp^2$ , me përzierjen e një orbitale atomike s dhe një orbitale atomike  $-p$  formohen dy orbitale hibride  $sp$ . Forma gjeometrike e tri orbitaleve  $sp^2$  është planare (trigonale) përkatësisht këndi midis secilës prej tyre është  $120^\circ$ , ndërsa forma gjeometrike e orbitaleve  $sp$  është lineare me këndin midis tyre prej  $180^\circ$ .

Gjatë formimit të orbitales hibride  $sp^2$  (Fig. 12), e pahybridizuar ngel një orbitale  $-p$ , e cila merr pjesë në formimin e lidhjes  $-pi$  te komponimet e pangopura (të karbonit) ndërsa, gjatë formimit të orbitales hibride  $-sp$  (Fig. 13), të pahybridizuara ngelin dy orbitale  $-p$ , të cilat marrin pjesë në formimin e dy lidhjeve  $-pi$  te komponimet e pangopura.

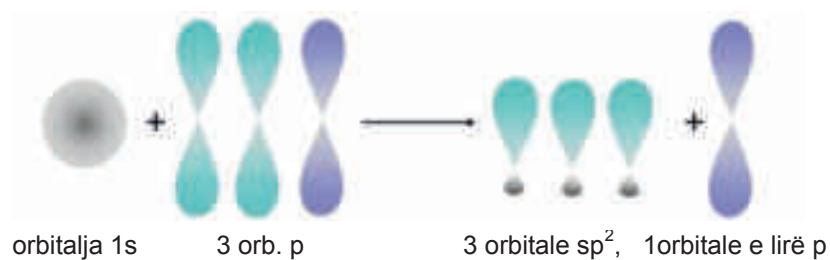


Figura 12. Formimi i orbitaleve hibride  $sp^2$ .

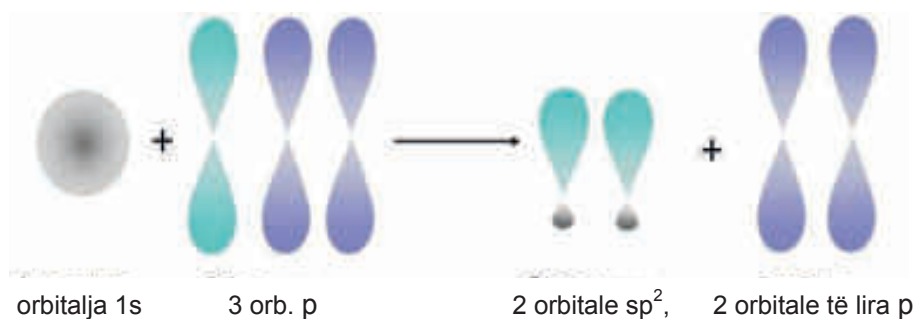


Figura 13. Formimi i orbitaleve hibride  $sp$ .

### FORMIMI I LIDHJEVE SIGMA ( $\sigma$ ) DHE PI ( $\pi$ )

Formimi i lidhjes kovalente, përkatësisht formimi i çiftit të përbashkët elektronik është rezultat i mbimbulimit të orbitaleve atomike ose hibride gjatë së cilës formohen orbitalet molekulare.



Mbimbulimi i orbitaleve mundet të jetë i **drejtpërdrejtë (frontal)** ose **anësor**.

Gjatë mbimbulimit të drejtpërdrejtë të orbitaleve (Fig. 14) formohet **lidhja sigma ( $\sigma$ )**. Lidhja sigma formohet gjatë mbimbulimit të:

- orbitaleve atomike s me orbitalet s atomike,
- orbitaleve atomike s me orbitalet p atomike,
- orbitaleve atomike s me orbitalet hibride  $sp^3$ ,
- orbitaleve atomike s me orbitalet hibride  $sp^2$ ,
- orbitaleve atomike s me orbitalet hibride sp,
- $sp^3$  me orbitalet hibride  $sp^3$ ,
- $sp^2$  me orbitalet hibride  $sp^2$ ,
- sp me orbitalet hibride sp,
- $sp^3$  me orbitalet hibride  $sp^2$ ,
- $sp^3$  me orbitalet hibride sp,
- $sp^2$  me orbitalet hibride sp

dhe numër i madh i llojeve tjera të orbitaleve atomike dhe hibride, të cilët kanë strukturë gjeometrike më të ndërlikuar.

Lidhja **sigma** formohet me stabilitet të madh, përkatësisht nevojitet energji më e madhe për shkëputjen e saj, për dallim nga lidhja **pi**, e cila formohet me mbimbulim anësor të orbitaleve atomike.

Gjatë mbimbulimit anësor, të orbitaleve atomike vjen deri te formimi i lidhjes Pi ( **$\pi$** ).

Lidhja pi formohet gjatë mbimbulimit anësor të:

- orbitales atomike p me orbitalet atomike p (Fig. 14) (ato që kanë mbetur të pahybridizuara gjatë formimit të orbitaleve  $sp^2$  dhe orbitaleve sp).

Lidhja pi formohet me stabilitet më të vogël në krahasim me lidhjen sigma. Kjo lidhje është më karakteristike për komponimet e pangopura të karbonit, të cilat në strukturën e tyre përmbajnë lidhje dyfishore ose trefishore midis atomeve të karbonit (gjatë hybridizimit  $sp^2$  formohen një lidhje sigma dhe një pi gjatë hybridizimit sp një lidhje sigma dhe dy lidhje pi), dhe për këtë këto komponime karakterizohen me reaktivitet të madh për dallim nga komponimet e tij të ngopura, të cilat në strukturën e tyre përmbajnë vetëm lidhje njëfishore (sigma).

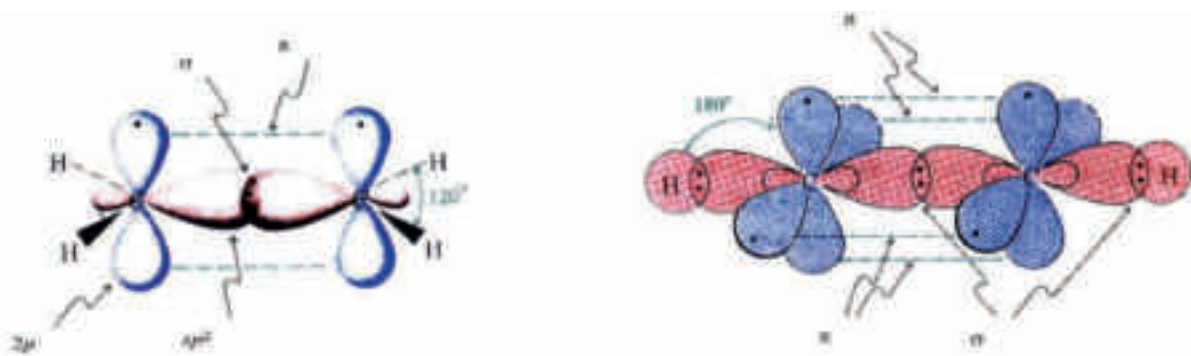


Figura 14. Formimi i lidhjes sigma dhe pi.

## ORBITALET JOLIDHËSE

Orbitalet hibride që janë të plotësuara me elektrone, ndërsa nuk marrin pjesë në formimin e lidhjeve quhen **orbitale jolidhëse**.

Ato orbitale kanë çift të lirë elektronik. Orbitalet jolidhëse, në pjesën më të madhe, janë karakteristike për komponimet e jometaleve të përbëra prej dy apo më shumë atomeve.

## 1.4 LIDHJET POLARE DHE JOPOLARE-DELOKALIZIMI I ELEKTRONEVE

**Lidhja kovalente** formohet me formimin e çiftit të përbashkët elektronik midis dy atomeve të njëjta ose midis elementeve të ndryshme kimike.

Sipas asaj ekzistojnë komponime homoatomike (të përbëra prej dy elementeve të njëjta) dhe heteroatomike (të përbëra prej dy elementeve të ndryshme) komponime kovalente.

### LIDHJET POLARE DHE JOPOLARE

Përsëri, edhe pse bëhet fjalë për çifte të përbashkëta elektronike midis atomeve që e ndërtojnë lidhjen kovalente, ekziston dallim midis lidhjes homoatomike dhe heteroatomike kovalente në raport me tërheqjen e çiftit elektronik nga ana e atomeve të elementeve që e ndërtojnë lidhjen.

Te **molekulat homoatomike** ( $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $F_2$ ,  $P_4$ ,  $S_8$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $F_2$  dhe tjera) çifti elektroni është njëjtë i tërhequr nga të dy atomet që e ndërtojnë lidhjen. Në këtë rast nuk ka paraqitje të **ngarkesës elektrike parciale** te atomet që e ndërtojnë molekulën. Sipas asaj kjo molekulë është **jopolare** (Fig. 15).



Figura 15. Shembull për molekulën jopolare është molekula e hidrogjenit.

Te **molekulat heteroatomike** ( $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $HF$ ,  $CO$  dhe tjera) çifti elektronik është më tepër i tërhequr kah atomi me bërthamë më të madhe atomike (me vlerë më të madhe të madhësisë së elektronegativitetit) thjeshtë nuk përputhen qendrat e elektrizimit pozitiv dhe negativ. Në këtë rast paraqitet ngarkesa elektrike parciale. **Ngarkesë elektrike parciale negative ( $\delta^-$ )** posedon atomi i elementit i cili më e tërheq tepër çiftin elektronik të përbashkët kah vetja, ndërsa ngarkesë elektrike parciale pozitive ( $\delta^+$ ) posedon atomi i elementit në molekulën që më pak e tërheq çiftin elektronik të përbashkët (Fig. 16). Sipas asaj kjo molekulë është **jopolare**.

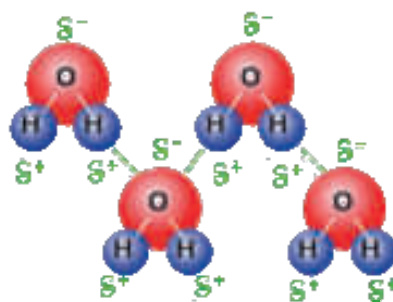


Figura 16. Shembull i molekulave polare janë molekulat e ujit.

**Elektronegativiteti** paraqet madhësi fizike e cila nënkuptohet aftësisë së atomit të në elementi, të i tërheqë elektronet e atomeve tjera të elementeve me të cilët është lidhur. Në suazë të një periode në sistemin periodik të elementeve, elektronegativiteti rritet, bie me rritjen e numrit atomik.

Molekulat heteroatomike karakterizohen  $\mu$  (mi). Momenti dipolarë në realitet paraqet shumën e sasisë së elektricitetit përkatësisht ngarkesës ( $q$ ) dhe largësisë midis atomeve në molekulë të cilat janë bartës të ngarkesave elektrike parcialesh ( $r$ ) sipas formulës:

$$\mu = q r$$

Molekulat heteroatomike që përbëhen prej dy ose më shumë atomeve mund të jenë edhe jopolare (Fig. 17) nëse shuma e vektorëve të momenteve dipolare është e barabartë me zero (vektori i zeros), por edhe polare (Fig. 17) nëse shuma e vektorëve të momenteve dipolare është e ndryshme nga zero (vektori jo zero).

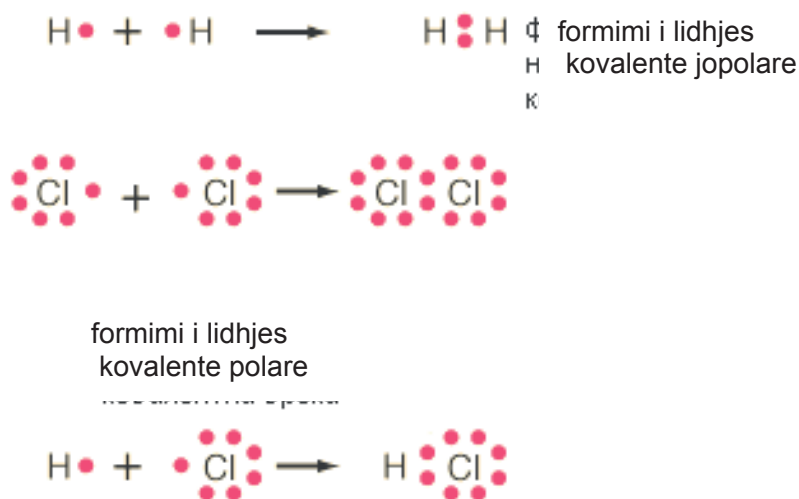


Figura 17. Formimi i lidhjeve kovalente polare dhe jopolare të treguara me formulat e Luisit.

## DELOKALIZIMI I ELEKTRONEVE

Në të kaluarën është supozuar se çifti i përbashkët elektronik çdo herë është i lokalizuar midis dy bërthamave atomike, përkatësisht midis dy atomeve që e ndërtojnë lidhjen kovalente. Me eksperimente është vërtetuar se, përsëri, kjo teori nuk mundet t'i sqarojë strukturat e të gjitha komponimeve kovalente sepse te disa prej tyre (më së shumti te ato të cilat ekziston hibridizimi  $sp^2$ ) çifti elektronik është i lokalizuar midis më shumë se dy atomeve.

Shembull për lokalizimin e çiftit elektronik midis më shumë se dy atomeve paraqet struktura e hidrokarburit aromatik – benzenit, te i cili çiftet elektronike që janë formuar midis gjashtë atomeve të karbonit të hibridizuar  $sp^2$  janë të delokalizuarra nëpër tërë strukturën gjashtëkëndore të këtij komponimi.

Në vitin Lajnus Poling ka mpropozuara këtë teori bashkëkohore për strukturën e benzenit sipas të cilës çiftet elektronike nga orbitalet-p të pahibridizuara që e ndërtojnë lidhjen –  $\pi$  (pi) pjesërisht mbimbuloohen, përkatësisht formojnë **re elektronike**, e cila është e përbashkët për gjitha gjashtë atomet e karbonit.

Përkatësia e çiftit elektronik midis më shumë se dy atomeve quhet delokalizim i elektroneve.

Struktura e komponimeve të të cilat është prezente kjo dukuri quhet strukturë rezonante.

Delokalizimi i elektroneve, përkatësisht struktura rezonante (Fig. 18), përskaj strukturës së benzenit dhe derivateve të tij është preuent edhe te anionet acidike të acideve inorganike dhe organike si edhe te disa komponime tjera.

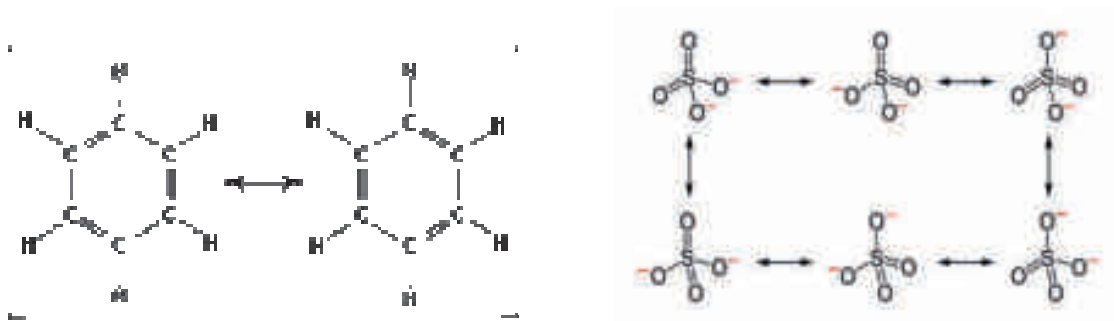


Figura 18. Delokalizimi i elektroneve përkatësisht strukturës rezonante të benzenit dhe anionit sulfat.

## 1.5 LIDHJA JONIKE DHE METALIKE

### LIDHJA JONIKE

**Lidhja jonike**, për dallim nga ajo kovalente, është karakteristike për substancat e ngurta të cilat njësitet ndërtuese janë jonet.

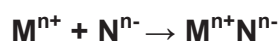
Teorinë për lidhjen jonike e ka propozuar shkencëtari Koseli në vitin 1915, sipas të cilës:

Lidhja jonike realizohet me lidhje të elementeve me vati të kundërta (metali i theksuar me metalin e jotheksuar). Jonet e metaleve janë me ngarkesë pozitive dhe quhen **katione**, ndërsa jonet e jometaleve me ngarkesë negative quhen **anione**.

Kationet dhe anionet midis tyre tërhiqen me forca të natyrës elektrostатike dhe në këtë mënyrë realizohet lidhja kimike.

Kationet dhe anionet formohen me pranimdorëzimin e elektroneve valentore.

Atomet e metaleve japin një ose më shumë elektrone valentore që të mundësojnë nivelit të parafundit energjetik të marrë rolin e nivelit me elektrone valentore, përkatësisht oksidohen, ndërsa atomet e jometaleve i pranojnë këto elektrone për ta plotësuar nivelin elektronik të fundit me tetë elektrone, përkatësisht reduktohen (Fig. 19).



- ku  $M^{\circ}$  paraqet atom të metalit,  $- ne^{-}$  numri i elektroneve të cilat atomi i lëshon dhe  $M^{n+}$  paraqet jonin pozitiv të metalit, përkatësisht kationin.

- ku  $N^{\circ}$  paraqet atomin e jometalit,  $+ ne^{-}$  numri i elektroneve të cilat jometali i pranon dhe  $N^{n-}$  paraqet jonin negativ të jometalit, përkatësisht anionin.

-  $M^{n+}N^{n-}$  paraqet komponimin jonik.

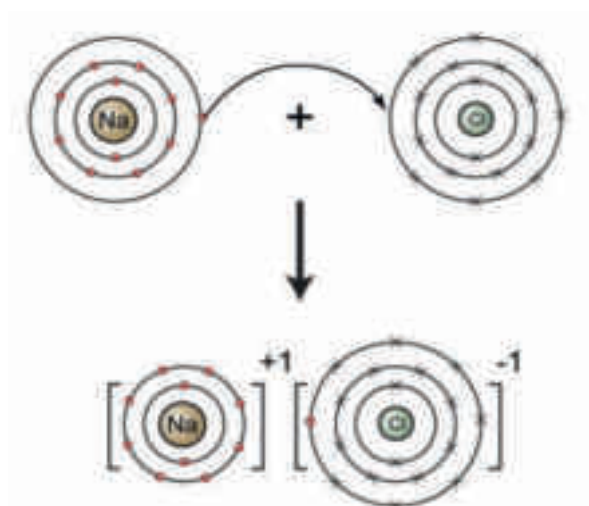


Figura 19. Formimi i lidhjes jonike midis natriumit dhe klorit.

Gjatë kësaj formohen çifte të joneve, por në rrjetën kristalore të substancave jonike gjitha jonet me elektrizime të kundërta midis tyre tërhiqen me gjatë çka vjen deri te formimi i **agregateve jonike**.

Agregatet jonike grupohen në mënyrë saktësisht të caktuar duke ndërtuar **kristale jonike** (Fig. 20), të cilat më shpesh kanë formë të rregullt gjeometrike, përkatësisht i takojnë ndonjërit nga sistemet kristalore për të cilët bëhet fjalë më vonë në këtë temë.

Ekzistojnë edhe përjashtime të komponimeve të ndërtuar prej metalit dhe jometalit nuk janë të lidhura me lidhje jonike, por me kovalente, por kjo ndodhë gjatë kushteve të caktuara. Shembull për këtë lloj të komponimeve janë kloruri i aluminit (kur është i shkrirë ose në gjendje të gaztë), i cili përbëhet prej molekulave me formulë  $Al_2Cl_6$ , sulfati i beriliumit etj.

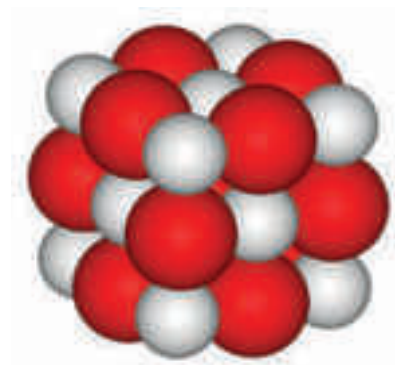


Figura 20. Struktura e kristalit jonik.

## LIDHJA METALIKE

Lidhja metalike paraqet një nga llojet e lidhjes kimike të njësive materiale karakteristike për metalet, siç tregon edhe vetë emri.

Lidhja metalike formohet me delokalizimin e elektroneve valentore të atomeve të metalit nëpër rrjetën e tyre kristalore ku formohen katione metalike rreth të cilëve lëvizin elektronet e edelokalizuara duke formuar të ashtuquajturin **gaz elektronik** (Fig. 21).

Elektronet janë shumë të lëvizshme, arsye për të cilën metalet karakterizohen me përçueshmëri shumë të mirë të nxehtësisë dhe elektricitetit.

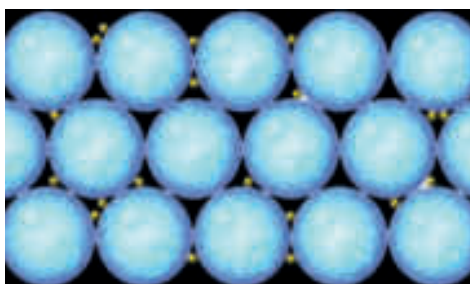


Figura 21. Shpërndarja e joneve dhe gazit elektronik në rrjetën kristalore të metaleve.

### 1.6 SIMETRIA DHE ELEMENTE E SIMETRISË

Nocioni **simetri** në realitet paraqet një lloj të ekuilibrit statik të ndonjë trupi.

Simetria karakterizohet me **elemente të simetrisë**. Elemente e simetrisë e karakterizojnë **simetrinë** e trupave.

Atomt, molekulat dhe jonet, përkatësisht njësitë ndërtuese të materies mund të konsiderohen si trupa, dhe sipas kësaj edhe ato karakterizohen me elemente të simetrisë.

Ekzistojnë më shumë elemente të simetrisë të cilat e karakterizojnë simetrinë, por më të përdorura për përcaktimin e simetritetit të atomeve, molekulave, joneve madje edhe orbitaleve atomike në mbështjellësin elektronik të atomit paraqesin:

- qendra e simetrisë
- boshti i simetrisë
- rrafshi i simetrisë



## 1. Qendra e simetrisë - *i*

Qendra e simetrisë (*i*) është pikë hipotetike e cila paraqet qendrën e rëndimit të trupit. Gjithë trupat, edhe ata me strukturë gjeometrike të parregullt, kanë vetëm një qendër të simetrisë përkatësisht vetëm një pikë e cila paraqet qendrën ekuilibruese të trupit.

Mirëpo, kur bëhet fjalë për përcaktimin e elementeve të simetrisë te njësitë ndërtuese, konsiderohet se qendër të simetrisë kanë vetëm ato te të cilat është e mundshme ajo të përcaktohet përkatësisht ato te të cilat qendra e simetrisë paraqet edhe qendrën e bërthamës atomike të ndonjërës prej njësive të cilat e përbëjnë njësinë ndërtuese. Përjashtim bëjnë molekulat homoatomike dyatomike te të cilat qendra e simetrisë gjendet në mesin e largësisë të dy bërthamave atomike.

Nëse qendra e simetrisë (nëse njësia ndërtuese konsiderohet si trup) nuk paraqet qendrën e bërthamës atomike të ndonjërës nga njësitë të cilat e përbëjnë njësinë ndërtuese (përpos molekulave homoatomike dyatomike), atëherë konsiderohet se ajo nuk ka qendër të simetrisë.

## 2. Boshti i simetrisë - $C_{(S)}$

**Boshti i simetrisë ( $C_{(S)}$ )** paraqet drejtëz hipotetike e cila kalon nëpër qendrën e simetrisë së trupit.

Boshti i simetrisë karakterizohet me një parametër i cili është shumë i rëndësishëm gjatë përcaktimit të këtij elementi të simetrisë përkatësisht simetrinë e trupit.

Ai parametër quhet **rend i boshtit të simetrisë**.

Rendi i boshtit të simetrisë e shënon numrin e pozicioneve të trupit të cilat përsëriten gjatë rrotullimit të tij rreth boshtit të tij për  $360^\circ$ .

Parimisht, më shpesh, ekzistojnë boshte të simetrisë të rendit të **dytë ( $C_2$ )**, **tretë ( $C_3$ )**, **katërt ( $C_4$ )**, **pestë ( $C_5$ )**, **gjashtë ( $C_6$ )**, **shtatë ( $C_7$ )**, **tetë ( $C_8$ )** dhe **rendit të pafund ( $C_\infty$ )** thjeshtë pozicioni i trupit gjatë rrotullimit të tij për  $360^\circ$  përsëritet dy, tri, katër, pesë, gjashtë, shtatë, tetë ose numër të pakufizuar herash nëse bëhet fjalë për trupin me simetri të lartë – topi.

Trupat përkatësisht njësitë ndërtuese mundet të kenë prej një deri në numër të pakufizuar të boshteve të simetrisë ( $^{\infty} \mathbf{C}$ ) nëse bëhet fjalë për trup me simetri të lartë (bëhet fjalë për përsëritje të shumëfishtë të pozicioneve identike).

### 3. Rrafshi i simetrisë - $\Sigma$

**Rrafshi i simetrisë -  $\Sigma$**  paraqet rrafshin hipotetik në të cilin shtrihet trupi.

Ekzistojnë **rrafshe vertikale ( $\Sigma_v$ )** të cilat munden të jenë prej një deri në pakufi dhe vetëm një **rrafshi horizontal ( $\Sigma_h$ )** të simetrisë në të cilin në realitet shtrihet qendra e simetrisë.

Nëse konsiderohet se njësia ndërtuese nuk ka qendër të simetrisë, atëherë llogaritet se ajo nuk ka as rrafsh horizontal.

Në raport të elementeve të simetrisë kryhen edhe **operacionet e simetrisë**.

Sipas definicionit matematikorë, operacioni i simetrisë paraqet lëvizjen e një trupi e cila është kryer (lëvizja) përkatësisht është paramenduar rreth boshtit të simetrisë, gjatë të cilit rrotullim (të trupit) kthehet në gjendjen fillestare.

Përcaktimi i rendit të boshtit të simetrisë kryhet me operacionin e simetrisë.

Atomët më simetrike, molekula ose jone janë ato të cilat karakterizohen me të gjitha elementet e simetrisë përkatësisht kanë elemente të pakufizuara të një lloji (p.sh. boshte të pakufizuara të simetrisë ose rrafshe vertikale të simetrisë).

Topi paraqet trupin më simetrik sepse posedon boshte të pakufizuara të simetrisë të rendit të pakufizuar dhe numër të pakufizuar të rrafsheve të simetrisë. Dhe sipas kësaj njësitë ndërtuese më simetrike do të jenë jonet (të cilat kanë formë tophore) dhe atomet e substancave njëatomike (gazrat inerte dhe avujt e metaleve), si dhe orbitalja atomike -s në mbështjellësin elektronik të atomit.

## 1.7 SIMETRIA E DISA MOLEKULAVE DHE JONEVE

### 1. Simetria e njësive ndërtuese njëatomike (njëjonike)

Njësitë ndërtuese njëatomike (Fig. 22), të cilat janë më simetrike, dallohen sipas:

- qendrën e simetrisë  $i$
- numër të pakufizuar të boshteve të simetrisë të rendit të pakufizuar  $\infty C_{\infty}$
- rrafshin horizontal të simetrisë  $\Sigma_h$
- numër të pakufizuar të rrafsheve të simetrisë  $\infty \Sigma_v$ .



Figura 22. Njësia ndërtuese njëatomike.

### 2. Simetria e molekulave dyatomike homoatomike dhe heteroatomike

Molekulat dyatomike homoatomike (Fig. 23) dallohen me:

- qendrën e simetrisë  $i$
- numër të pakufizuar të boshteve të simetrisë të rendit të pakufizuar  $\infty C_{\infty}$
- numër të pakufizuar të rrafsheve vertikale të simetrisë  $\infty \Sigma_v$ .



Figura 23. Molekula dyatomike homoatomike.

Molekulat dyatomike heteroatomike (Fig. 24) po ashtu dallohen me:

- numër të pakufizuar të boshteve të simetrisë të rendit të pakufizuar  $\infty C_{\infty}$
- numër të pakufizuar të rrafsheve vertikale të simetrisë  $\infty \Sigma_v$ .

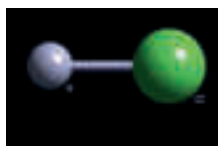


Figura 24. Molekula dyatomike heteroatomike.

### 3. Simetria e molekulave treatomike heteroatomike

Molekulat heteroatomike treatomike (Fig. 25) dallohen me (si shembull është marrë molekula e amoniakut):

- numër të pakufizuar të boshteve të simetrisë të rendit të tretë  $\infty C_3$
- tre rrafshje vertikale të simetrisë

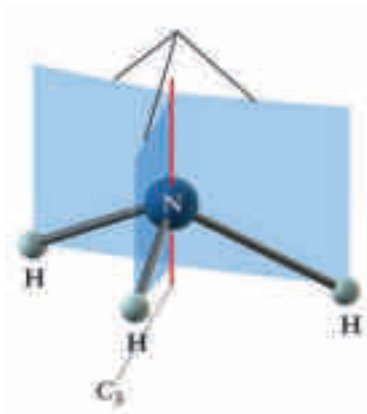


Figura 25. Molekula e amoniakut. Molekula heteroatomike treatomike.

## 1.8 APLIKIMI DHE NJOHJA E SIMETRISË TE MOLEKULAT

Disa veti të njësive ndërtuese varen nga elementet e tyre të simetrisë. Një prej këtyre vetive karakteristike është momenti dipolarë te molekulat si njësi ndërtuese.

Gjatë kryerjes së këtyre operacioneve të simetrisë momenti dipolarë, i cil paraqet veti vektoriale, hipotetikisht nuk duhet të ndërrohet vetëm nëse ai përputhet me gjitha elementet e simetrisë të molekulës.

Molekulat të cilat kanë qendër të simetrisë nuk kanë moment dipolar, sepse shuma e vektorëve është zero gjegjësisht paraqet vektorin zero përkatësisht qendra e simetrisë paraqet edhe qendrën e bërthamës atomike të njërit nga atomet të cilët përbëjnë molekulën, dhe kështu boshti i simetrisë kalon nëpër gjitha atomet të cilat e përbëjnë molekulën, dhe kështu thjeshtë bëhet fjalë për molekulë lineare.

## 1.9 MAKROMOLEKULAT – STRUKTURA DHE VETITË

Molekulat, masa molekulare relative e të cilave është më e madhe se 10 000, quhen **makromolekula** ose **komponime makromolekulare** (Fig. 26).

Makromolekulat janë të përbëra prej njësive ndërtuese të numrit të madh të substancave (natyrore ose sintetike).

Në grupin e makromolekulave natyrore përkatësisht komponimeve lartmolekulare bëjnë pjesë: polisakaridet, proteinat, polimeret natyrore, grafiti etj.

Në grupin e makromolekulave sintetike (komponimeve lartmolekulare) bëjnë pjesë: polimeret sintetike, nanogypat e karbonit, grafiti sintetik e tjera.

### **Struktura dhe vetitë e makromolekulave**

Sipas strukturës e cila i karakterizon, makromolekulat përkatësisht komponimet lartmolekulare janë ndarë në:

- makromolekula lineare: celuloza, kauçuku natyrorë etj.
- molekulat e degëzuara: amilopektini etj.
- makromolekula të rrjetëzuara në rrafsh: grafiti etj.
- makromolekula e rrjetëzuara në hapësirë: bakeliti, kauçuku i vullkanizuar etj.

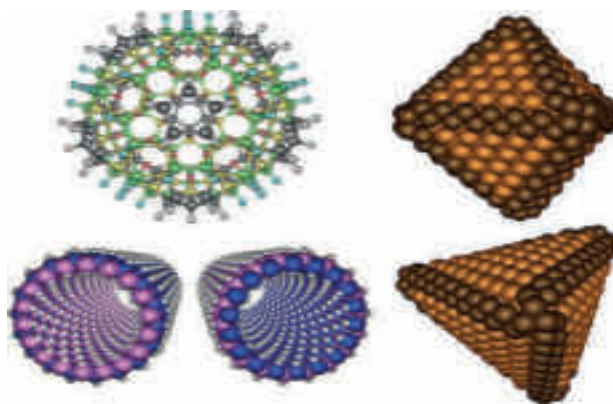


Figura 26. Struktura e makromolekulave.

Vetitë të cilat i karakterizojnë makromolekulat janë shkak për spektrin e tyre të gjerë të aplikimit (posaçërisht sintetike). Vetitë e makromolekulave janë: rezistueshmëria ndaj ndikimeve të jashtme, masë të vogël, rezistenca ndaj korrozionit kimik, përpunimi i lehtë etj.

## **1.10 GJENDJA E NGURTË – SUBSTANCAT AMORFE DHE SUBSTANCAT E NGURTA KRISTALORE**

**Gjendja agregate e ngurtë** paraqet një nga gjendjet agregate në të cilën gjendet materia në natyrë.

Substancat e ngurta në natyrë gjenden në gjendje **amorfe** dhe **kristalore**.

### **SUBSTANCAT AMORFE**

Substancat e ngurta të cilat ekzistojnë për radhitje të rregullt të njësive ndërtuese mirëpo ajo nuk është e mbajtur në gjithë materialin quhen **substancia amorge** (Fig. 27).

Substancat amorge, edhe pse të ngurta, marrin formën e enës në të cilën vendosen që është karakteristike e materieve të lëngëta.

Shembuj të grupit të materieve amorge janë: dylli, parafinat e rënda, yndyra, rrëshirat, qelqi etj.

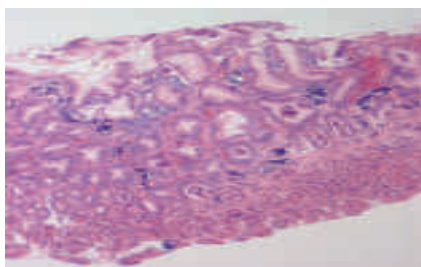


Figura 27. Struktura e substancës amorge. Substanca amorge (dylli).

## SUBSTANCAT KRISTALORE

Substancat e ngurta me shkallë më të lartë të shpërndarjes së rregullt të njërive ndërtuese quhen **substancë kristalore** (Fig. 28).

Shkenca, lënda e së cilës është studimi i substancave kristalore dhe e karakteristikave të tyre quhet **kristalografi**.

Kristalografia ndahet në tri degë: **kristalografia gjeometrike**, **kristalografia kimike (kristalokimia)**, dhe **kristalografia fizike (kristalofizika)**.

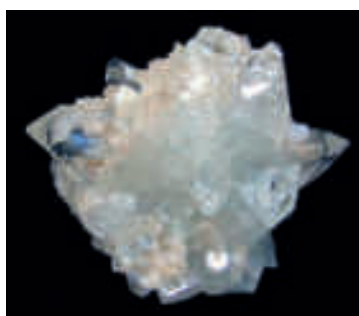


Figura 28. Substanca kristalore.

## 1.11 RRJETA KRISTALORE DHE CELULA ELEMENTARE

### RRJETA KRISTALORE

Rrjeta tredimensionale në nyjet e së cilës gjendet pikat materiale të cila i zëvendësojnë njësitë ndërtuese quhet **rrjetë kristalore**.

### CELULA ELEMENTARE

Një pjesë nga rrjeta kristalore, që mundet hipotetikisht të ndahet dhe me përsëritjen e së cilës sipas tre boshteve të sistemit koordinativ drejtkëndor përfitohet kristali i tërë quhet celulë elementare.

Për celulë elementare llogaritet grupacioni më i vogël prej pikave (njësive ndërtuese) të cilat përsëriten dhe gjatë kësaj e formojnë rrjetën kristalore.

Pikat përkatësisht njësitë ndërtuese të cilat e formojnë rrjetën kristalore quhen **nyje të rrjetës kristalore**.

Celula elementare, më së shpeshti, është në formë të prizmit.

Gjatësia e brinjëve dhe këndeve që i zënë midis tyre janë të njohura me emrin parametra të celulës elementare

Celula elementare përbëhet prej atomeve, molekulave dhe joneve me shpërndarje gjeometrike të rregullt.

## LLOJET E CELULAVE ELEMENTARE

Katër lloje të celulave elementare janë:

- Primitive (nyjet ekzistojnë vetëm në kulmet e paralelopipedit).
- Të qëndruara ose centruara bazike (përkaj kulmeve, nyje ka edhe në mesin e dy anëve të kundërta – bazave).
- Të centruara anësore (përkaj kulmeve, nyje ka edhe në mesin e çdo ane).
- Të centruara në brendi (përkaj kulmeve, nyje ka edhe në prerjen e diagonaleve trupore).

### 1.12 SISTEMET KRISTALORE

Në varësi nga madhësia e parametrave dhe raportit të tyre reciprok, celula elementare (si edhe kristali i tërë), i takon njërit nga shtatë **sistemet kristalore (kubik, tetragonal, ortorombik, monoklinik, heksagonal, romboedrik dhe triklinik)** (Fig. 29 dhe Tab 3).

Në varësi nga ajo se çfarë është gjatësia relative e brinjëve nga celula elementare dhe çfarë janë këndet midis brinjëve, simetria e celulës elementare mundet të jenë e ndryshme.





Figura 29. Tregim skematik i shtatë sistemeve kristalore dhe shembull për substancën që kristalizon në secilën prej tyre.

Tabela 3.

Sistemi kristalor	Gjatësia e brinjëve	Madhësia e këndeve	Shembuj
Kubik	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	Cu, NaCl, ZnS, CsCl, diamanti...
Tetragonal	$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	Sn (kallaji i bardhë), TiO <sub>2</sub> (rutili), SnO <sub>2</sub> (kaseteriti)...
Ortorombik (rombik)	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	CaCO <sub>3</sub> , KNO <sub>3</sub> , BaSO <sub>4</sub> , SnCO <sub>3</sub> (stroncijaniti), S (rombik)...
Monoklinik	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\gamma=90^\circ$ $\beta\neq 90^\circ$	PbCrO <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> , CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O, C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> , S (monoklinik)...
Heksagonal	$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=90^\circ$ $\gamma=120^\circ$	Mg, ZnS, H <sub>2</sub> O (akulli), Be <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> (berili), grafiti...
Romboedrik (trigonal)	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$	CaCO <sub>3</sub> (kalciti), HgS (cinabariti)...
Triklinik	$a\neq b\neq c$	$\alpha\neq\beta\neq\gamma\neq 90^\circ$	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , CuSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O...

Krostslografisti francez Brave me hulumtimet e tij erdhi në përfundim se ekzistojnë katërmbëdhjetë lloje (tipa) të ndryshme të rrjetave kristalore të quajtura **celula elementare të Brave-os** (Fig. 30). Këto katërmbëdhjetë lloje (tipa) të ndryshme të rrjetave kristalore janë të shpërndara në shtatë sistemet kristalore. Sipas asaj në kuadër të një sistemi kristalorë është e mundshme përkatësia në më shumë lloje të celulave kristalore. Ato janë **primitive, bazike të centruara, vëllimore - të centruara dhe të centruara - në sipërfaqe**.

Celulat elementare **primitive** kanë një vetëm në majat e paralelepipedit elementar.

Celulat elementare **bazike të centruara**, përskaj atyre në kulm kanë nyje edhe në mes gjegjësisht në prerjen e diagonaleve të dy anëve të kundërta të rrjetës kristalore.

Celulat elementare **vëllimore - të centruara**, kanë nyje në të gjitha kulmet dhe në prerjen e diagonaleve në të gjitha anët.

Celulat elementare janë të shpërndara nëpër sistemet kristalore në mënyrën vijuese:

- Në kuadër të **sistemit kristalorë kubik** ekzistojnë tre lloje të celulave elementare, primitive, e centruar vëllimore dhe e centruar në sipërfaqe.

- **Sistemi kristalor tetragonal** ka dy lloje të celulave elementare: primitive dhe vëllimore të centruar.

- **Sistemi kristalor rombik** ka katër lloje të celulave: primitive, bazike të centruar, vëllimore të centruar dhe sipërfaqësore të centruar.

- **Sistemi kristalor monoklinik** ka dy lloje të celulave elementare: primitive dhe të centruar – bazike.

- **Sistemi kristalor heksagonal, romboedrik dhe triklinik**, kanë vetëm nga një lloj celulash elementare (primitive).

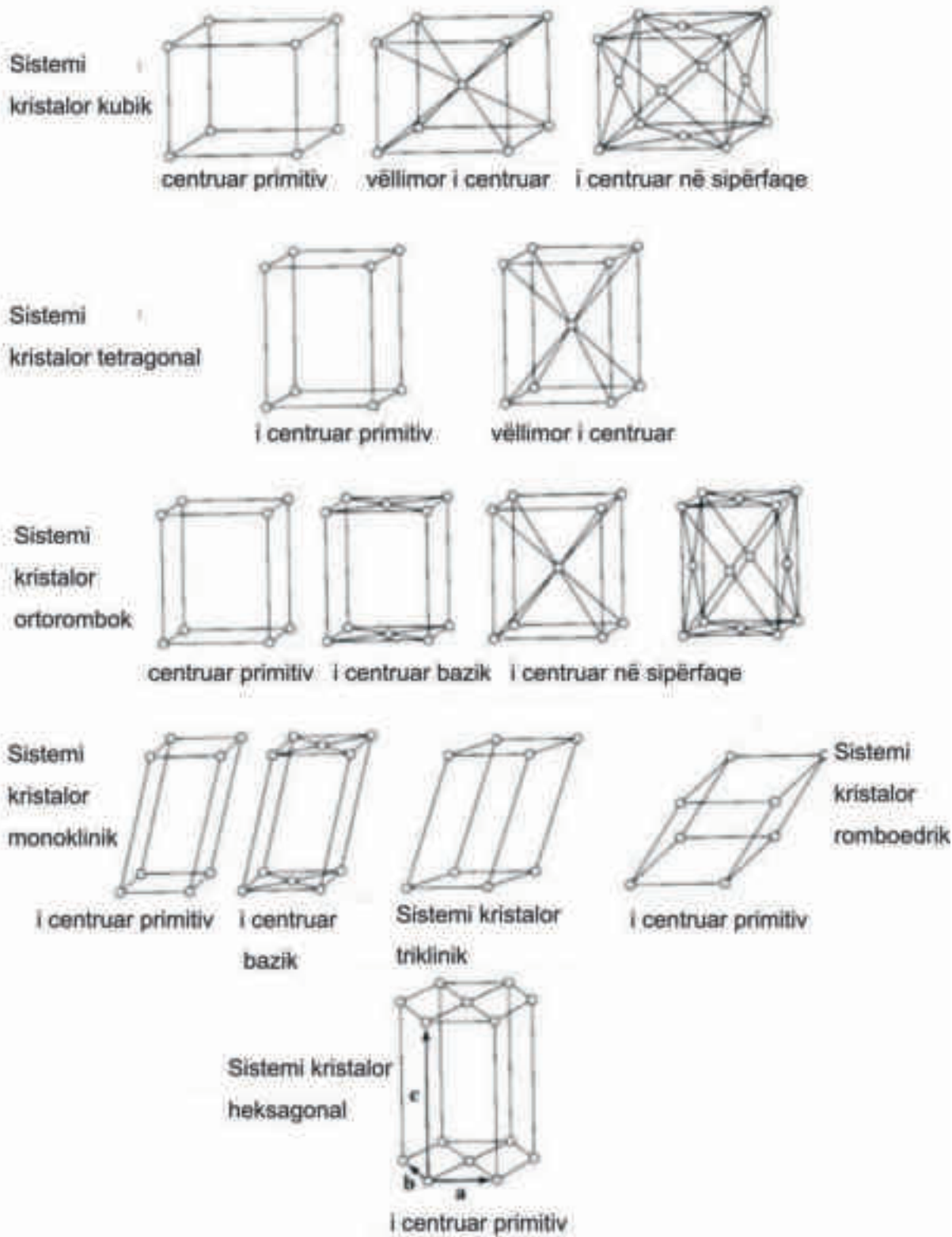


Figura 30. Skema e celuleve elementare të Bravais-it.

## 1.13 IZOMORFIZMI DHE POLIMORFIZMI, KRISTALET E LËNGËTA

### IZOMORFIZMI

**Izmorfizmi** paraqet dukurinë e kristalizimit të substancave të ngjashme në sistem të njëjtë kristalor përkatësisht kanë llojin e njëjtë të celulave elementare dhe vlera të afërta të parametrave të celulave elementare.

Shembull më karakteristik për izomorfizmin janë komponimet e metaleve alkaline dhe alkalino tokësore kristalet e të cilëve i takojnë sistemit kristalorë kubik, me celulën elementare të centruar në brendi dhe me vlera të njëjta të parametrave të celulës.

Bëhet fjalë për komponimet siç janë: NaCl, KCl, NaF, MgO etj.

### POLIMORFIZMI

**POLIMORFIZMI** paraqet dukurinë kur një substancë e njëjtë kristalizon në forma kristalore të ndryshme përkatësisht sisteme të ndryshme kristalore.

Shembuj më karakteristik për komponime polimorfe përkatësisht **modifikime alotropike** janë: karboni i cili kristalizon në më shumë forma (grafit, diamant, fulleren e tjera), sulfuri (monoklinik, rombik dhe plastik), fosfori (i bardhë dhe i kuq) dhe tjerë.

### LLOJET E KRISTALEVE (JONIKE, MOLEKULARE DHE TË LËNGËTA)

Në varësi nga njësitë ndërtuese, ekzistojnë më shumë lloje të kristaleve: jonike, kovalente (molekulare) dhe kristale të lëngëta (kuazi kristale).

### KRISTALET JONIKE

Kristalet jonike janë kristalet më të përhapura.

Njësitë ndërtuese të **kristaleve jonike** janë jonet (kationet dhe anionet), midis të cilave ekziston lidhje e fortë jonike.

Kristalet jonike karakterizohen me fortësi dhe temperaturë të shkrirjes, në numrin më të madh, më të larta se ato molekulare. Tretësirat dhe shkrirjet e substancave jonike janë përçues të mirë të elektricitetit (përçues rendit të dytë).

Në grupin e kristaleve jonike bëjnë pjesë kristalet e: metaleve, legurave, oksideve, kripërave, disa koponimeve komplekse etj.

### KRISTALET KOVALENTE (MOLEKULARE)

Njësitë ndërtuese të kristaleve kovalente janë molekulat në të cilat atomet janë të lidhura kovalente.

Midis molekulave ekzistojnë forca ndërmolekulare të *natyrës Fandervalsiane* (si për shembull te naftaleni, dyoksidi i karbonit i ngurtë dhe tjera) ose *lidhja hidrogjenore* (si për shembull te akulli, amoniaku i ngurtë etj).

Kristalet kovalente dallohen me temperaturë të ultë të shkrirjes (posaçërisht ato midis të cilave molekula mbisundojnë forcat e Fandervalsit), lehtë sublimohen (nga e ngurta kalojnë drejtpëdrejtë në gjendjen agregate të ngurtë).

Përskaj kristaleve kovalente të cilat karakterizohen me vetitë e lartpërmendura, ekzistojnë edhe substanca kristalore kovalente me veti specifike siç janë temperatura e lartë e shkrirjes, fortësia e madhe etj. Në këtë lloj të kristaleve molekulare bëjnë pjesë diamanti (me fortësi më të madhe - 10 sipas shkallës së Mos-it (Tab. 4)), karburi i siliciumit, disa nitrure, borure, oksidet të cilat përdorim më të madh gjejnë për përpunimin e materialeve me veti specifike (qeramika speciale, nanomaterialet etj).

Tabela 4. Shkalla e Mos-it për fortësinë e mineraleve.

Miberali	Fortësia	Minerali	Fortësia
Tallk	1	K – feldshpati	6
Gipsi	2	Kuarci	7
Kalciti	3	Topazi	8
Fluoriti	4	Korundi	9
Apatiti	5	Diamanti	10

## KRISTALET E LËNGËTA

**Kristalet e lëngëta** paraqesin substanca të cilat në gjendjen ndërmjetfazore ekzistojnë si trupa të ngurtë me strukturë anizotropike të shprehur dhe si lëng izotropik me plasticitet të madh dhe aftësi për rrjedhje. Për herë të parë janë gjetur në 1888 nga ana e fizicientit botanik Fridrih Rajnitcer i cili ka hulumtuar vetitë fiziko – kimike të derivateve të holesterolit.

Kristalet e lëngëta si produkte ndërmjet fazore më shpesh përfitohen gjatë shkrirjes të disa substancave organike kristalore gjatë kalimit nga gjendja e ngurtë në gjendje të lëngët nuk është i drejtpërdrejtë por ekzistojnë edhe gjendje ndërfazore të ashtuquajtura **mezofaza**.

Në varësi nga kushtet e ekzistimit, kristalet e lëngëta klasifikohen në tri grupe: **termotropike, liotropike dhe fototropike**.

### 1. Klasifikimi i kristaleve të lëngëta sipas kushteve për ekzistencë

**Kristalet e lëngëta termotropike** paraqesin produkte ndërfazore të cilat formohen gjatë ndryshimeve temperaturike të disa substancave. Gjendja mezofazore e kristaleve të lëngëta termotropike paraqitet gjatë ngrohjes të substancave kristalore të caktuara në temperaturë më të madhe se temperatura e shkrirjes. Kristalet e lëngëta termotropike ekzistojnë në interval të caktuar në formë të lëngut të turbullt i cili me ngrohje të mëtejme kthjellohet dhe ekziston si lëng izotropik i rëndomtë.

**Kristalet e lëngëta liotropike** formohen gjatë tretjes së substancave kristalore të caktuara në tretës të përshtatshëm. Kristalet e lëngëta liotropike, për dallim nga ato termotropike, nuk ekzistojnë vetëm në interval të caktuar temperaturik por edhe në interval të caktuar të përqendrimeve. Përfaqësues të kristaleve të lëngëta liotropike janë acidet e arta yndyrore dhe sapunët e trajtuar me ndonjë tretës të përshtatshëm.

**Kristalet e lëngëta fototropike** formohen gjatë veprimit reciprok të substancave të caktuara me rrezatim elektromagnetik.

## 2. Klasifikimi i kristaleve të lëngëta sipas orientimit hapësinor të molekulave

Në **kristalet nematike të lëngëta** (Fig. 31) molekulat janë të orientuara ashtu që vargjet e tyre më të gjata janë paralele, por shpërndarja hapësinore e qendrave të tyre të inercionit është i parenditur gjegjësisht nuk ekziston renditje e largët e orientuar, por renditje e afërt e shpërndarjes së qendrave molekulare të inercionit. Termi nematik rrjedh nga fjala greke që d.m.th. **varg**.

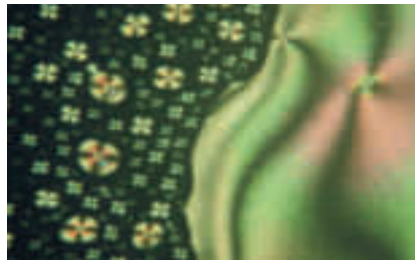


Figura 31. Kristali i lëngët nematik.

**Kristalet e lëngëta smegtike** (Fig. 32) kanë strukturë më të caktuar dhe karakterizohen me viskozitet të lartë. Struktura smegtike e kristaleve të lëngëta bazohet në shtresat e caktuara paralele në të cilat molekulat janë vargje më të gjata të orientuara paralelisht njëra në raport me tjetrën. Termi stegtik po ashtu rrjedh nga fjala greke që d,m,th, **sapunik i përshtatshëm**.

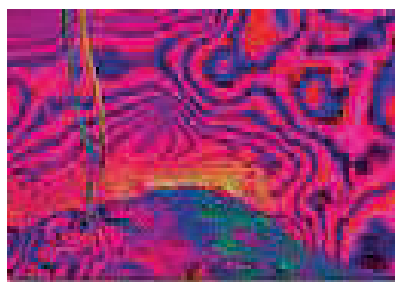


Figura 32. Kristali i lëngët stegtik.

Struktura e **kristaleve të lëngëta holesterike** (Fig. 33) është po ashtu shtresore, sikur te ato nematike, por gjatë kalimit nga njëra në tjetrën shtresë, molekulat me varg më të gjatë janë të orientuara në spirale të vijëzuar. Këto kristale të lëngëta ende quhen



**nematik të shtrirë spontanisht.** Karakteristikat makroskopike të kristaleve të lëngëta janë kushtëzuara nga struktura e tyre. Emri **holesterike** rrjedh nga substanca **holesterin**.

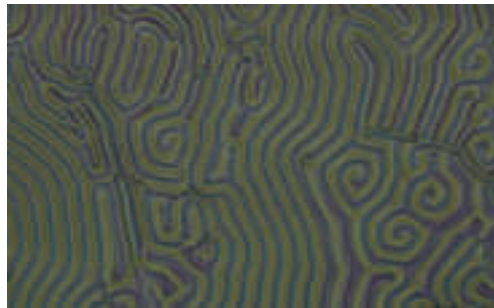


Figura 33. Kristali I lëngët holesterik.

Mundësia për lëvizje translatoese përkatësisht lëvizje të parregullt e lehtëson aftësinë e rrjedhjes së këtyre substancave mezofazore. Përcaktueshmëria e orientuar e molekulave i kushtëzon vetitë fizike anizotropike të kristaleve të lëngëta (mekanike, elektrike, magnetike, optike...).

Përdorimi i gjerë i kristaleve të lëngëta bazohet në faktin se ato i ndërrojnë vetitë e tyre fizike nën veprimin e faktorëve të ndryshëm (ndryshimi i temperaturës, fushës elektrike, fushës magnetike, deformimit mekanik...). Kristalet e lëngëta përdoren si pjesë përbërëse të elementeve indikatorike të orëve digjitale, kalkulatorëve, LCD – monitorëve (Fig. 34) etj.



Figura 34. LCD – monitori.

## PYETJE TEMATIKE DHE DETYRA:

1. Defino nocionet materie, substancë, njësi ndërtuese?
2. Çka nënkupton me nocionin atom?
3. Nga cilat grimca fundamentale ndërtohet atomi?
4. Cili është roli i katër numave kuantik?
5. Definoje nocionin orbitale atomike?
6. Çka paraqet lidhja kovalente, dhe çka paraqet lidhja jonike?
7. Definoje nocionin simetri dhe përcaktoi elementet e simetrisë të molekulat e dyoksidit të karbonit, ujit dhe dyoksidit të sulfurit?
8. Defino nocionet celulë elementare dhe rrjetë kristalore?
9. Defino nocionet izomorfizëm dhe polimorfizëm?
10. Defino nocionin kristal i lëngët dhe trego mënyrat për klasifikimin e kristaleve të lëngëta:

## **2 SPEKTRAT ATOMIK DHE MOLEKULAR**

*Jeta i parashtron qëllimin shkencës. Shkenca i ndriçon rrugën jetës*

*Nikollaj K. Mihajlovski*

### **Qëllimet themelore të temës: Spektrat atomik dhe molekular**

- Njohja me nocionet themelore në spektroskopi;
- Definimi i nocionit spektër, (atomik, molekularë, absorbues, emetues), absorbansë, transmitansë;
- Sqarimi, rëndësia e niveleve energjetike: niveleve elektronike, vibruese dhe rrotulluese të disa molekula dhe kalimet midis tyre;
- Emërtimi i regjioneve spektrale sipas gjatësisë valore;
- Lidhshmëria e dukurisë së emisionit dhe absorbimit të rrezatimit elektromagnetik kalim të elektroneve nga njëri nivel në tjetrin;
- Aplikimi i metodave spektroskopike dhe instrumenteve përkatëse;
- Identifikimi i substancave me asignimin e spektrave.

Tema e spektrave atomik dhe molekularë, paraqet ndërtimin dhe zgjerimin e materialit të cilin nxënësit e kanë mësuar nga lënda e fizikës përkatësisht njësitë mësimore të lidhura me nocionin rrezatim elektromagnetik.

Nga pikëvështrimi i kimisë fizike si shkencë e posaçme, kjo temë ka për qëllim që t'i njoftojë nxënësit me metodat për përdorim praktik të rrezatimit elektromagnetik në shkencën bashkëkohore.

### **2.1 NOCIONET THEMELORE PËR SPEKTROSKOPINË**

Fjala **spektër** si nocion në realitet shënon dimensionin përkatësisht regjionin e disa vlerave. Lëndë konkrete e studimit të kësaj teme paraqet spektri elektromagnetik dhe metodat të cilat rrjedhin nga aplikimi i tij.

**Spektroskopia** paraqet regjionin që merret me studimin e spektrit të rrezatimit elektromagnetik

**Spektrofotometria** paraqet regjionin që merret me matje të intensitetit të fotosinjalit si funksion i përqendrimit.

**Spektrometria** paraqet regjionin që merret me matjen e intensitetit të sinjalit (të rrezatimit elektromagnetik) si funksion nga përqendrimi.

## 2.2 NATYRA E RREZATIMIT ELEKTROMAGNETIK

Rrezatimi elektromagnetik paraqet, një lloj energjie, e cila udhëton nëpër mjedis me shpejtësi enorme.

Rrezatimi elektromagnetik karakterizohet me valët elektromagnetike.

Valët elektromagnetike (**fotonet**) posedojnë natyrë të dyfishtë (duele):

**Valore**, kur bahet fjalë për përhapjen e rrezatimit elektromagnetik (thyerjen, difraksionin, interferencën);

**Korpuskulare**, kur bëhet fjalë për interaksionin e rrezatimit elektromagnetik me atomet, molekula ose jone të substancës së analizuar.

Vala elektromagnetike (Fig. 1) përbëhet nga dy fusha elektrike normale (elektrike dhe magnetike), të cilat shtrihen nëpër mjedis.

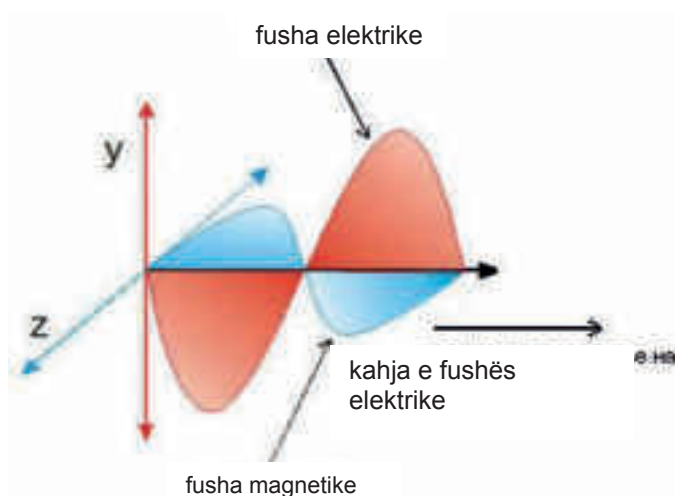


Figura 1. Vala elektromagnetike.

## VETITË E RREZATIMIT ELEKTROMAGNETIK

Vetitë e rrezatimi elektromagnetik më së miri sqarohen me parametrat karakteristik të valëve elektromagnetike.

Parametrat që e karakterizojnë valën elektromagnetike janë:

**Gjatësia valore ( $\lambda$ )**, paraqet largësinë midis dy pikave më të afërta, të cilat oscillojnë në faza. Gjatësia valore matet në njësi të gjatësisë. Regjioni i dukshëm dhe ultraviolet, për arsye praktike, më shpesh përdoret njësia nanometër (**nm**).

**Frekuenca ( $\nu$ )**, paraqet numrin e oscilimeve të valës në njësi kohe. Matet me herc (Hz).  $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ .

**Shpejtësia e dritës ( $c$ )**, paraqet rrugën e kaluar të valës elektromagnetike në njësi të kohës në vakuum dhe është  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Në mjedis tjetër, shpejtësia e dritës paraqet herësin e shpejtësisë së dritës në vakum dhe indeksin e refrakcionit (thyerjes) ( $c/n$ ).

Gjatësia valore, frekuenca dhe shpejtësia e dritës janë të lidhura me relacionin:

$$c = \nu\lambda$$

**Numri valorë ( $\omega$ )** paraqet vlerën reciproke të gjatësisë valore. Matet në centimetra reciprok ( $\text{cm}^{-1}$ ).

**Amplituda** paraqet intensitetin e vektorit elektrik në maksimumin e valës.

Megjithatë, paraqitjet e absorbimit dhe emetimit të energjisë nuk mundet të sqarohen me natyrën valore të rrezatimit elektromagnetik. Këto dukuri mund të sqarohen vetëm nëse merret parasysh edhe natyra korpuskulare e rrezatimit elektromagnetik. Kjo d.m.th. se rrezatimi duhet të shikohet edhe si rrymë nga grimcat, fotone, energjia e të cilëve është proporcionale me frekuencën e tyre.

$$E = h\nu$$

ku  $h$  paraqet *konstantën e Plankut* ( $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ ).

## 2.3 NDËRRIMET ENERGJETIKE SPEKTRALE

Sipas teorisë kuantike, çdo grimcë elementare (atomi, molekula ose joni) ka shumën e vetme të **gjendjeve energjetike**. Në temperaturë të dhomës, numri më i madh i grimcave elementare janë në gjendje elementare. Kur fotoni gjatë udhëtimit të tij takon grimcën elementare, absorbimi është i mundshëm nëse (dhe vetëm nëse) energjia e fotonit është aq sa është edhe dallimi energjetik midis gjendjes themelore dhe ndonjëres nga gjendjet me energji më të lartë (Fig. 2). Gjatë asaj energjie të grimcës (M, për shembull) rritet dhe thuhet se ka kaluar në **gjendje të eksituar** (shënohet me  $M^*$ ).

Ajo mund të tregohet në mënyrën vijuese:



Pas periode të caktuar ( $10^{-6}$  -  $10^{-8}$  s) grimca e eksituar relaksohet, duke i dhënë mjedisit (ambientit) tepicën e energjisë kthehet në gjendjen me energji më të ultë.

Kjo mundet të tregohet në mënyrën vijuese:



Më shpesh, por jo gjithnjë, ajo është gjendja themelore. Interaksioni midis rrezatimit elektromagnetik dhe grimcave elementare sjell deri në forma të ndryshimit energjetik në varësi nga energjia e rrezatimit dhe nga natyra e substancës.

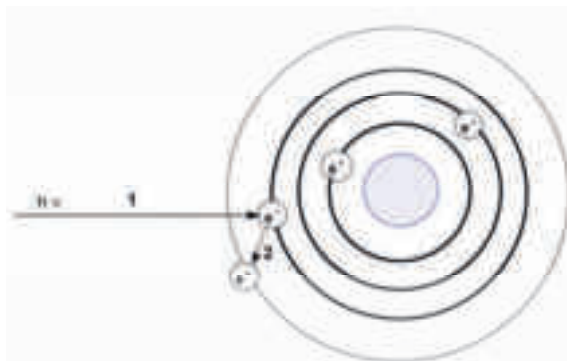


Figura 2. kalimi i elektronit nga niveli energjetik me energji më të ultë në nivelin me energji më të lart.

## 2.4 SPEKTRAT ELEKTRONIK, VIBRUES DHE RROTULLUES

Për dallim nga absorbimi atomik, të cilin ndodhin vetëm kalimet elektronike, të absorbimi molekularë ndodhin tri lloje të kalimeve të kuantizuara nën veprimin e rrezatimit ultraviolet, të dukshëm, infra të kuq dhe mikrovalor.

Rrezatimi ultraviolet dhe i dukshëm sjellin deri në kalimet e elektroneve nga orbitalet atomike ose molekulare me energji më të ultë në orbitale me energji më të lartë. Siç është cekur paraprakisht, kalimet e tilla janë të mundshme vetëm nëse energjia e fotonit është e barabartë me dallimin energjetik midis dy orbitaleve. Ky kalim quhet **kalim elektronik**, ndërsa procesi i absorbimit quhet absorbim elektronik.

Përkaj kalimeve elektronike të molekulat janë të mundshme edhe **kalimet vibruese dhe rrotulluese**. Ato ndodhin për shkak të ekzistimit të numrit të madh të vibrimeve të kuantizuara, përkatësisht **niveleve energjetike rrotulluese**, të cilat i besohen lidhjeve kimike në molekulë. Dallimet energjetike të nivelet vibruese dhe rrotulluese janë më të vogla në raport me ato elektronike sepse kalimet midis tyre ndodhin me absorbimin e rrezatimit infra të kuq.

Sipas ligjeve të mekanikës kuantike, janë të mundshme vetëm nivelet vibruese për të cilat vlen barazimi:

$$E_{\text{vibruese}} = (\omega + \frac{1}{2}) h \nu$$

ku  $\omega$  paraqet **numrin kuantik vibrues**, i cili ka vlera 0,1,2,3,4...,  $h$  është konstanta e Plankut, ndërsa  $\nu$  frekuenca e vibrimit.

Nivelet vibruese të lejuara midis tyre janë njëjtë të larguara me dallim energjetik sipas barazimit:

$$\Delta E = h \nu$$

Janë të mundshme vetëm nivelet rrotulluese për të cilët vlen barazimi:

$$E_{\text{rrotulluese}} = B h J (J+1)$$

ku  $J$  paraqet **numrin kuantik rrotullues**, i cili ka vlera 0,1,2,3,4...,  $B$  është konstanta rrotulluese, ndërsa  $h$  konstanta e Plankut.

Largësitë midis niveleve fqinje rriten me rritjen e numrit kuantik rrotullues.

Sipas rregullit për zgjedhje të spektrave rrotullues, janë të mundshme vetëm kalimet për të cilat vlen barazimi:

$$\Delta J = \pm 1$$

Rezultate të këtyre kalimeve janë **shiritat** në spektrin absorbues, përkatësisht ato rrjedhin nga nivelet e kuantizuara vibruese dhe rrotulluese të molekulave ose radikaleve.

**Spektri shiritor** është, në realitet, i përbërë prej disa grupeve të vijave. Vijat në një grup janë aq afër sa që nuk mundet plotësisht të vërehen, për këtë arsye shihen si shirita.

**Energjia e përgjithshme e molekulës** shumën e energjisë elektronike, vibruese, rrotulluese, dhe energjisë translative.

**Energjia elektronike** -  $E_{elektronike}$  është në lidhje me elektronet në orbitalet e jashtme të molekulës.

**Energjia vibrimit** -  $E_{vibrimit}$  është energjia e tërë molekulës që rrjedh nga vibrimet ndëratomike.

**Energjia e rrotullimit** -  $E_{rrotullimit}$  është energjia e lidhur me rrotullimin e molekulës rreth qendrës së saj të gravitetit.

**Energjia translative** -  $E_{translative}$  është e papërfillshme në raport me elektronike.

Energjia e përgjithshme e molekulës paraqitet si shumë e energjive të përmendura më parë, sipas barazimit:

$$E_{përgjithshme} = E_{elektronike} + E_{vibruese} + E_{rrotullimit} + E_{translative}$$



Raporti i madhësisë të dallimeve energjetike midis niveleve energjetike përkatëse është si vijon:

$$\Delta E_{\text{elektronike}} \approx 10 \Delta E_{\text{vibruese}}$$

$$\Delta E_{\text{elektronike}} \approx 100 \Delta E_{\text{rrotullimit}}$$

$$\Delta E_{\text{elektronike}} \gg \Delta E_{\text{translative}}$$

## **2.5 SPEKTRAT MOLEKULAR DHE PËRDORIMI I TYRE PËR IDENTIFIKIMIN E SUBSTANCAVE**

Spektrat elektronik, vibrues, rrotullues dhe spektrat translative paraqesin spektra molekularë.

Spektrat molekularë gjejnë përdorim të madh gjatë analizës së substancave molekulare.

Studimi i spektrave molekularë lehtësohet duke i falënderuar faktit se kalimet energjetike elektronike, vibruese dhe rrotulluese mundet të vërehen pavarësisht njëri nga tjetri edhe pse kryhen njëkohësisht.

Kalimet elektronike karakterizohen me dallim të madh të energjive të niveleve energjetike për dallim nga ato vibruese dhe rrotulluese (Fig. 3). Kjo veti është shumë e rëndësishme gjatë aplikimit të këtyre dukurive në praktikë, për çka bëhet fjalë më poshtë.

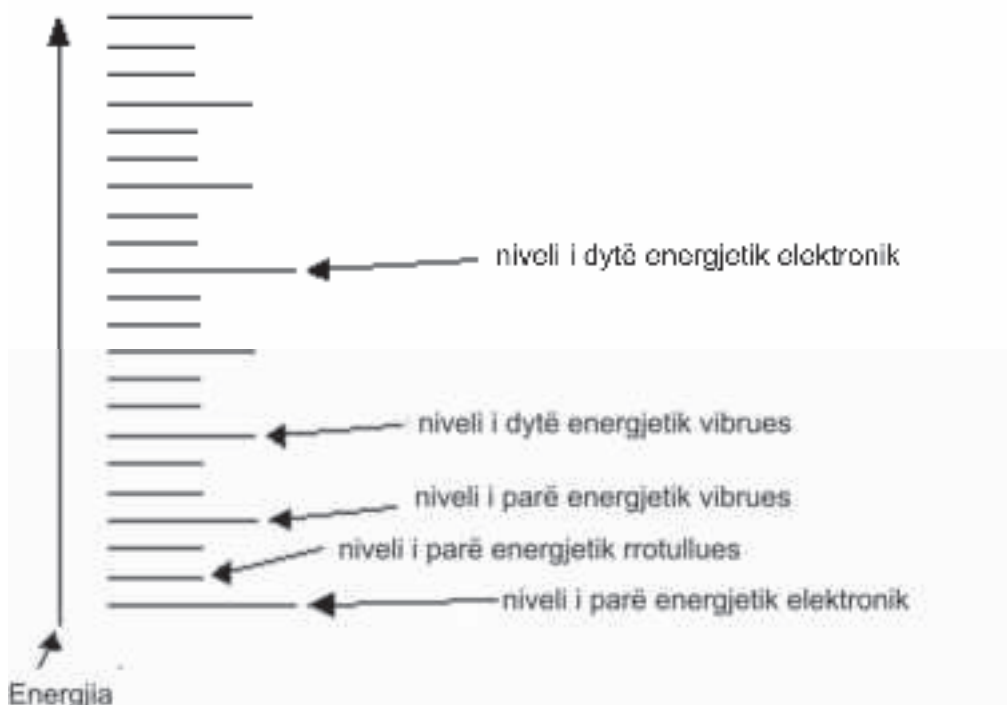


Figura 3. Tregim skematik i niveleve energjetike elektronike, vibruese dhe rrotulluese.

Gjatë paraqitjes së spektrit vibrues duhet të vijë deri te ndërrimi i momentit dipolarë të molekulës sepse vjen deri te ndërrimi i shumës së vektorëve. Kjo nuk është e mundur vetëm te molekulat dyatomike homoatomike sepse ato nuk kanë moment dipolarë, dhe për shkak të simetrisë së ngarkesës elektrike midis bërthamave atomike ato nuk do të kenë as spektër vibrues ( $\Delta v = 0$ ). Te më shumë molekula atomike janë të mundur numër më i madh i lëvizjeve vibruese, të cilat vibrojnë me frekuencë të njëjtë, dhe sipas kësaj kanë spektër vibrues ( $\Delta v = \pm 1$ ).

Molekulat që nuk kanë moment dipolarë permanent (molekulat jopolare) nuk mundet të kenë as spektra të pastër rrotullues ( $\Delta J = 0$ ), ndërsa molekulat polare japin spektra të patër rrotullues ( $\Delta J = \pm 1$ ), shiritat e të cilëve varen nga nivelet energjetike. Te më shumë molekula atomike shprehja e energjisë e niveleve të posaçme rrotulluese është e ndërlikuar dhe karakterizohet me tre momente të inercionit për rrotullim rreth tre boshteve të sistemit koordinativ drejtkëndor.

Dallimet e llojeve të ndryshme të spektrave molekularë mundet lehtë të aplikohen për analizën kualitative dhe kuantitative të numrit të madh të substancave molekulare dhe atë veçanërisht me aplikimin e spektroskopisë infra të kuqe, por edhe të spektroskopisë së dukshme (vizuale) dhe ultraviolete, gjithsesi edhe me metoda tjera.

## 2.6 SPEKTROSKOPIA ABSORBUESE – INTERPRETIMET TEORIKE

Absorbimi i valëve elektromagnetike paraqet proces në të cilin substanca e dhënë, në mjedis transparent, e zvogëlon intensitetin e rrezatimit elektromagnetik në frekuenca të caktuara.

**Spektroskopia absorbuese** paraqet regjionin që merret me studimin e absorbimit të rrezatimit elektromagnetik.

Vetitë absorbuese të substancës së dhënë mundet të përshkruhen me **spektrin e saj absorbues**, i cili grafikiqsh shpreh varësinë e zvogëlimit të rrezatimit (absorbimit) nga gjatësia valore, frekuenca ose numri valor (Fig. 4).

Substanca të ndryshme absorbojnë spektër të ndryshëm të valëve elektromagnetike. Në varësi nga spektri absorbimit të rrezatimit elektromagnetik (UV, VIS, IR) aplikohen lloje të ndryshme të metodave absorbuese për analizë, përkatësisht identifikimin e substancave.

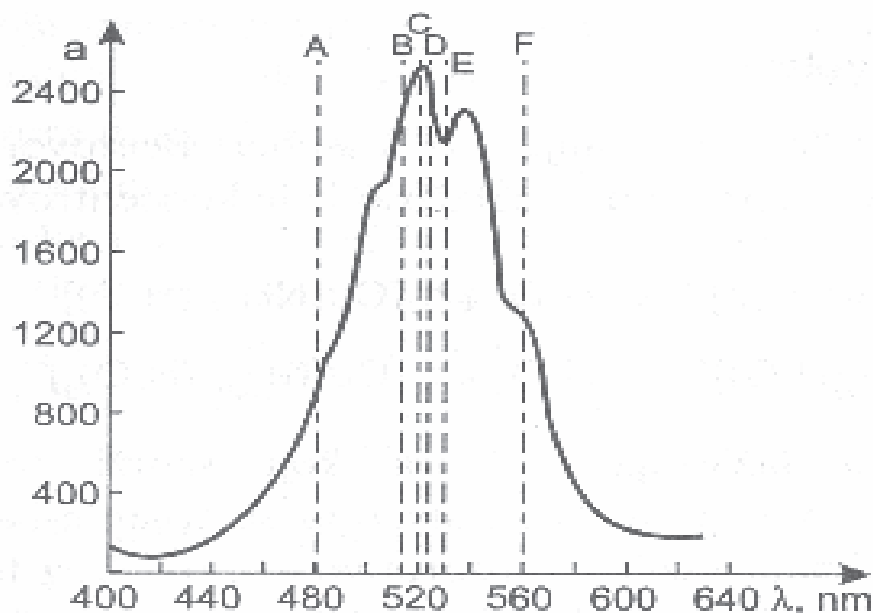


Figura 4. Shembull për diagramin e spektrit absorbues.

Spektri absorbues i permanganatit të kaliumit.

## 2.7 INSTRUMENTET PËR MATJEN E ABSORBIMIT TË DRITËS

Pjesët themelore të instrumenteve për spektroskopinë e absorbimit janë identike për gjitha llojet e instrumenteve të bazuara në metodat spektroskopike për analizë. Për shkak të këtyre ngjashmërive, instrumentet bëjnë pjesë në grupin e **instrumenteve optike**.

Metodat absorbuese më shpesh të përdorura në të cilat bazohen instrumentet për matjen e absorbimit të dritës paraqesin: **spektroskopia e dukshme dhe ultraviolete (UV dhe VIS)**, **spektroskopia absorbuese atomike (AAS) (e flakës dhe elektrotermike)**, **spektroskopia infra e kuqe (IR)**, **spektroskopia e Ramanit**, **spektroskopia mikrovalore etj.**

Emri i instrumentit për matje të absorbimit të dritës rrjedh nga emri i vetë metodës. Sipas asaj ekzistojnë: **spektrofotometra UV dhe VIS**, **spektrofotometra absorbues atomik (Fig. 5)**, **spektrofotometra infra të kuq (Fig. 6)**, **spektrofotometra të Ramanit**, **spektrofotometra mikrovalor...**



Figura 5. Spektrofotometri absorbues atomik.



Figura 6. Spektrofotometri infra i kuq.

## 2.8 KOLORIMETRI DHE FOTOMETRI

Metodat instrumentale fotometrike bazohen në matjen e intensitetit të dritës, ndërsa disiplina që i studion këto metoda quhet fotometri.

Në kuadër të metodave fotometrike bëjnë pjesë gjitha metodat absorbuese dhe emetuese mënyra e analizës e të cilave bazohet në matjen e intensitetit të dritës.

Përcaktimet kolorimetrike bazohen në krahasimin e ndërrimit kuantitativ të dritës, pas kalimit nëpër tretësirë të substancës së analizuar.

Në numrin më të madh të rasteve esenca e përcaktimeve kolorimetrike bazohet në transformimin e substancës së analizuar në komponimin e ngjyrosur rrugës së reaksionit kimik. Pas transformimit, në mënyrë të përshtatshme, krahasohet intensiteti i ngjyrimin të tretësirës së substancës së hulumtuar, me ngjyrën e tretësirës standarde të substancës së njëjtë.

Analizat kolorimetrike bazohen në përdorimin praktik të ligjit të Lamber – Berit, i cili paraqet bazë për gjitha analizat kolorimetrike.

Paraqitet me barazimin:

$$A = \epsilon c h$$

**A** – densiteti optik i tretësirës

**$\epsilon$**  – koeficienti molarë i densitetit optik

**c** – përqendrimi i tretësirës

**h** – trashësia e shtresës së tretësirës

Nëse vrojtohet drita që është lëshuar nëpër tretësirë me përqendrim  $c_1$  dhe trashësi të shtresës  $h_1$  mundet të shkruhet se:

$$A_1 = \epsilon c_1 h_1$$

Nëse me shtimin e tretësit rritet dyfish vëllimi i tretësirës, me çka trashësia e shtresës së tretësirës shënohet me  $h_2$ , ndërsa përqendrimi  $c_2$  paraqet gjysmën e përqendrimit fillestarë ( $c_2 = c_1/2$ ), mundet të shkruhet se:

$$A_2 = \epsilon c_2 h_2$$

Me hollimin e tretësirës fillestare dy herë, vjen deri te zvogëlimi i dyfishtë i përqendrimit, me çka numri i grimcave që absorbojnë dritë (molekula ose jone) mbetet i njëjtë (kjo rregull vlen vetëm nëse gjatë tretjes nuk vjen deri te shpërbërja e substancës së tretur). Kjo d.m.th. se gjatë intensitetit të njëjtë të dritës rënëse, për dy tretësirat, do të jenë i njëjtë edhe intensiteti i dritës që lëshohet.

Prej këtu rrjedh se:

$$A_1 = A_2, \text{përkatësisht } \epsilon c_1 h_1 = \epsilon c_2 h_2$$

$$\text{ose } c_1/h_1 = c_2/h_2, \text{ përkatësisht } c_1 = (h_2/h_1) c_2$$

Në bazë të shprehjes së fundit, vijon se për intensitete të njëjta të dritës rënëse dhe asaj që lëshohet, për dy tretësirat e substancës së dhënë, përqendrimit e tyre janë në proporcion të kundërt me trashësinë e shtresave të tretësirave. Ky konstatim paraqet bazën e gjitha analizave kolorimetrike.

## **2.9 PARIMI I PUNËS SË SPEKTROFOTOMETRIT**

Spektrofotometria paraqet regjionin që merret me matjen e intensitetit të fotosinjalit si funksion nga përqendrimi.

Spektrofotometrat (Fig. 7) paraqesin fotometra për krijimin e dritës njëngyrëshe (monokromatike).

Drita monokromatike fitohet me lëshimin e spektrit nga rrezet elektromagnetike nëpër prizma dhe rrjeta (rrjeta difraktuese).

Drita monokromatike në të cilën bazohet puna e spektrofotometrave paraqet: dritë ultraviolete (UV), dritën e dukshme dhe dritën infra të kuqe (IR).

Ekzistojnë disa lloje të spektrofotometrave fotoelektrik. Dallimet në konstruktivitet rrjedhin, kryesisht, nga sistemi i dispersionit të dritës (rrjeta, prizmat e qelqit ose të kuarcit), si dhe nga sistemi për regjistrim (fotocelulat, fotogypat etj.).

Në laboratorët shkollorë më shpesh përdoret spektrofotometri i Bekmanit. Drita monokromatike në këtë instrument fitohet me ndihmën e rrjetës difraktuese.



Figura 7. Lloj bashkëkohor i spektrofotometrit.

## 2.10 ANALIZA SPEKTRALE E EMISIONIT (EMETIMIT)

Atomët, molekulat dhe jonët mundet të ekscitoohen deri në më tepër nivele energjetike në më shumë mënyra (përkaj veprimet reciprok me rrezatim elektromagnetik), siç janë bombardimi me elektrone ose grimca tjera elementare, predispozimi në shkëndinë elektrike ose llakun elektrik ose ngrohja në flakë. Kohëzgjatja e kësaj gjendje është  $10^{-9}$  -  $10^{-6}$  s, pas kësaj grimcat kthehen në nivelin me energji më të ultë ose në gjendjen themelore me lirim të tepërisë së energjisë në formë të rrezatimit elektromagnetik, nxehësisë ose të dyja.

Rrezatimin elektromagnetik që e emiton një burim quhet **spektër emetues**, i cili grafikisht paraqitet si varësi e intensitetit të rrezatimit të emetuar nga gjatësia valore ose frekuenca.

Metodat emetuese më të përdorura janë fluoroshensa, fosforoshensa, spektroskopia e emisionit (emetimit) atomik (flakës), spektrometria rëntgen etj.

## 2.11 PARIMI I PUNËS TË FOTOMETRIT TË FLAKËS

**Fotmetria e flakës** paraqet metodën emetuese për analizë kualitative dhe kuantitative, të cilat si pajim për eksitim të atomeve përdoret flaka e përfituar me oksidimin e gazit djegës (butanit, etinit ose hidrogjenit) në prani të oksigjenit ose ajrit. Kjo metodë shfrytëzohet për përcaktimin e elementeve kimike të cilat nuk mundet të përcaktohen me metoda klasike dhe metoda tjera instrumentale.

Intensiteti i dritës së emetuar është proporcional me numrin e atomeve ose joneve që i emetojnë.

Flaka mundet t'i trazojë (ekscitojë) atomet e elementeve kimike të metaleve alkaline dhe alkalinotokësore, In, Cr, Mn, Co, Cu, Ag dhe elementeve tjera energjia eksituese e të cilëve është e vogël.

**Fotometrat e flakës** (Fig. 8) paraqesin aparate spektrale të thjeshta. Fotometria e flakës ka shumë përparësi si edhe metodat tjera instrumentale. Por, nga ana tjetër, metoda ka edhe mangësi, kjo është kontrolli i vlerave të shumta të ndryshueshme të cilat ndikojnë në saktësinë rezultateve të fituara.

Intensiteti i flakës varet nga temperatura, shpejtësia e lëvizjes të provës së hulumtuar nëpër flakë, shpejtësia e gazit djegës.

Ndikim të drejtpërdrejtë në rezultatin nga analiza dhe komponimet prezente që e shoqërojnë substancën e analizuar (anionet e ndryshme, posaçërisht sulfatet etj.).

Në parim ekzistojnë dy veprime për analizë sipas metodës së fotometrisë së flakës:

- veprimi me përdorimin standardit të brendshëm dhe
- veprimin e shtesave standarde.

Sipas **veprimit me standard të brendshëm**, në mostrën e analizuar shtohet sasi e përhershme e metalit në të, por ka karakteristika të ngjashme eksituese me metalin që përcaktohet. Me këtë veprim kompensohen ndërrimet që lindin si rezultat i jostabilitetit të energjisë së flakës dhe përbërja e provës që është bartur në të. Mirëpo, mangësi është ajo se standardi i brendshëm dhe elementi i analizuar duhet të kenë avullueshmëri të njëjtë dhe energji të eksitimit.



Sipas **veprimit të shitesave standarde**, në provën që analizohet shtohet sasi e njohur e komponentës së analizuar. Së pari matet intensiteti i analitit për analizë, pastaj intensiteti i përgjithshëm pas shtimit të standardit. Dallimi i intensiteteve paraqet parametër për rritjen e përqendrimit. Herësi i këtij parametri për rritjen e përqendrimit dhe rritjes së vërtetë të përqendrimit paraqesin faktorin e korrigjimit.

Prodhimi i faktorit të korrigjimit dhe përqendrimit fillestarë të lexuar nga diagrami kalibruar paraqesin rezultatin e analizës.

Puna e fotometrit të flakës bazohet në matjen **e intensitetit të dritës së emetuar** që rrjedh nga elementi që përcaktohet. Substanca që analizohet tretet në tretës të përshtatshëm, pastaj shpërhapet në flakë në formë të aerosolit.

Për shkak të temperaturës së lartë që dominon në flakë, së pari avullohet tretësi, pastaj substanca kalon në gjendje të gaztë. Pastaj shpërbëhet në njësitë ndërtuese (përbërëse). Elektronet valentore të nivelit të fundit energjetik trazohen dhe kalojnë në nivel me energji më të lartë. Kthimi i elektroneve valente në gjendjen themelore është përcjellë me emetim të rrezatimit elektromagnetik me intensitet të caktuar.

Mbajtja e rjedhjes konstante të tretësirës, përkatësisht mostrës për analizë, shtypja e lëndës djegëse dhe oksigjenit, si edhe temperatura konstante të flakës janë kyçe për përfitimin e intensitetit konstant të vijës spektrale.

Flaka standarde e butan/ajrit i eksciton vetëm atomet e metaleve alkaline dhe alkalino tokësore, ndërsa flaka hidrogjen/oksigjen i eksciton vetëm atomet e mbi 40 elementeve kimike.

## **VEPRIMI PËR ANALIZË ME FOTOMETRIN E FLAKËS**

Si shembull për përshkrimin e punës dhe mënyrës për përbormin e fotometrit të flakës është përshkruar përcaktimi i metalit alkaline (natriumit).

Para se të fillohet me matje, aparati aktivizohet të punojë 30 minuta me flakë të ndezur për t'u arritur ekuilibri termik.

Sistemi i atomizimit pastrohet me ujë të distiluar, përkatësisht kryhet atomizimi i tij.

Konstruksioni i diagramit kalibruar përgatitet në këtë mënyrë:

- Përgatitet seria nga tretësirat standarde të joneve të natriumit me përqendrim prej 0 ppm deri 100 ppm.

- Kryhet kalibrimi i instrumentit në atë mënyrë që si provë merret uji distiluar dhe rregullohet transmissioni ( $T$ ) në 0 %, pastaj prova me përqendrim të joneve të natriumit prej 100 ppm rregullohet transmittansa ( $T$ ) në 100 %. Pastaj përcaktohet transmittansa e tretësirave tjera nga seria standarde.

- Hapi vijues është matja e transmittansës të provës për analizë, e cila është e holluar në dimensionin e përqendrimeve të tretësirave standarde.

- Konstruktohet diagrami kalibrues apsisa e të cilit përmban vlerat e përqendrimit të joneve të natriumit, ndërsa në ordinatë përqindjet e dritës së transmittuar gjegjësisht transmittansa  $T$  (%).

- Nga diagrami lexohet vlere e përqendrimit të joneve të natriumit në provën e analizuar sipas vlerës së matur të transmittansës së matur.

Fotometrat bashkëkohorë të flakës janë të lidhur me sistem të konstruksionit automatik të diagramit kalibrues, përkatësisht softuerit automatik, me çka rritet saktësia dhe preciziteti sikur edhe te pajisjet bashkëkohore tjera.



Figura 8. Tipat bashkëkohor të fotometrave të flakës.

## **PYETJE TEMATIKE DHE DETYRA:**

1. Defino nocionin spektroskopi:
2. Çka paraqet rrezatimi elektromagnetik dhe cilat janë karakteristikat e tij?
3. Defino nocionet gjendja themelore energjetike dhe e eksituar:
4. Kur është i mundshëm kalimi i elektronit nga niveli energjetik me energji më të ultë në nivelin energjetik me energji më të latë.
5. Defino nocionet spektrat elektronik, vibrues dhe rrotullues:
6. Çka paraqet nocioni absorbim i rrezatimit elektromagnetik.
7. Përmend disa instrumente të bazuara në spektroskopin e absorbimit:
8. Sqaro parimin e punës të kolorimetrit dhe spektrofotometrit:
9. Defino nocionin emetim i rrezatimit elektromagnetik:
10. Sqaro parimin e punës të fotometrit të flakës:

### **3. KIMIA KOLOIDALE DHE KIMIA E SIPËRFAQEVE TË MOLEKULAVE**

*Kur nxënësi do të mundej të përgjigjet çdo pyetje, atëherë çka do t'i duhej mësuesi ta mësojë...*

*Semjuell Xhanson*

**Qëllimet themelore të temës: Kimia koloidale dhe kimia e sipërfaqes së molekulave**

- Sqarimi i nocionit sistem koloidal-dispers, vetitë e tyre (molekulare-kinetike, optike, adsorbimi dhe elektrike), matografia, tensioni sipërfaqësor dhe makromolekulat;
- Struktura e grimcës koloidale;
- Klasifikimi i sistemeve koloidale sipas vetive;
- Numërimi i mënyrave të përfitimit të sistemeve koloidale;
- Vështrimi i dallimeve midis suspensioneve, emulzioneve, koloideve liofile nga liofobe, solit nga gjendja gel të koloideve dhe adsorbimi nga absorbimi;
- Interpretimi i adsorbimit fillestarë si rezultat i ekzistimit të materieve aktive sipërfaqësore, desorbimi dhe izoterma adsorbuese;
- Vendosja e lidhjes midis vetive të koloideve dhe përdorimit të tyre në jetën e përditdshme;
- Kahëzimi i shembujve konkret për përdorimin dhe rëndësinë e kimisë koloidale dhe kimisë sipërfaqësore.

#### **3.1. SISTEMET DISPERSE – KUPTIMI DHE NDARJA**

Nëse në substancën e caktuar shpërndahen (dispersohen) grimca të substancës tjetër, përfitohen të ashtuquajturat sistemet disperse. Substanca në të cilën dispersohen grimca nga substanca tjetër quhet ***mjedis dispers***, ndërsa substanca e dispersuar ***faza***

**disperse.** Sipas gjendjes agregate të fazës disperse dhe mjedisit dispers, ekzistojnë nëntë lloje të sistemeve disperse. Rëndësi më të madhe në kimi dhe praktikë kanë sistemet disperse të cilat mjedisi dispers është lëng, posaçërisht uji, ndërsa faza disperse është në tri gjendje agregate. Vetitë dhe qëndrueshmëria e sistemeve të këtilla disperse varen nga madhësia e grimcave disperse. Sipas madhësisë së grimcave të fazës disperse, sistemet disperse janë të ndara në tri grupe:

- sisteme disperse të vrazhda;
- sisteme disperse-koloidale dhe
- tretësirat molekulare ose të vërteta.

Te sistemet e vrazhdëta disperse, rrezja e grimcës nga faza disperse, është mbi 100 nm. Ato janë grimca të mëdha, të cilat shihen me sy të zhveshur ose me mikroskop dhe janë të paqëndrueshme. Nëse faza disperse është e ngurtë, ndërsa mjedisi dispers i lëngët, ai sistem dispers quhet **suspension** (shembull: argjila dhe uji). Nëse faza disperse është e lëngët, ndërsa mjedisi dispers është po ashtu i lëngët, ai sistem dispers quhet **emulsion** (shembull: vaji në ujë).

Rrezja e grimcave nga faza disperse të sistemet koloidale-dispersive është me madhësi prej 1 deri 100 nm dhe nuk shihen me syrin e zhveshur.

Tretësirat molekulare dhe të vërteta kanë grimca me rreze nën 1 nm dhe nuk shihen me syrin e zhveshur.

Me që sistemet koloidalo-disperse janë më të përhapura në natyrë, vëmendje më e madhe do t'i kushtohet atyre dhe do tu kushtohet rëndësi e posaçme.

## **SISTEMET KOLOIDALE-DISPERSE**

Sistemet koloidale janë shumë të përhapura në natyrë dhe janë të lidhura ngushtë me gjitha gjallesat e gjalla, më shpesh kemi sisteme koloidale për shembull qumështi, pudingu, zhelet (Fig. 1), plazma e gjakut, dhe shumë produkte si: llaqet, ngjyrat, mjete kozmetike po ashtu janë sisteme koloidale.



Figura 1. Sistemet koloidale janë gjithkrah rreth nesh.

Sistemet koloidale-disperse paraqesin sisteme disperse, të cilat mundet të jenë monofazore ose homogjene dhe më shumëfazore-heterogjene (sipas asaj se a përmban sistemi dispers një apo më shumë komponentë në formë të grimcave).

Sistemet koloidale, faza disperse dhe mjedisi dispers mundet të jenë në gjitha tri fazat agregate, që mundet të shihet nga tabela vijuese (Tab. 1):

Tabela 1. Shembuj për sisteme disperse.

Faza disperse	Mjedisi dispers	Shembull
Lëng	Gazi	Mjegulla
Substanca e ngurtë	Gazi	Tymi
Gazi	Lëng	Sapunimi
Lëng	Lëng	Qumështi
Substanca e ngurtë	Lëng	Xhelatina
Gazi	Substanca e ngurtë	Stiropori
Lëng	Substanca e ngurtë	Gjalpi
Substanca e ngurtë	Substanca e ngurtë	Qelqi i ngjyrosur

### **3.2 STRUKTURA E GRIMCËS KOLOIDALE**

Grimca në sistemet koloidale paraqet shumën e molekulave, atomeve ose joneve, përkatësisht paraqet agregat molekular ose atomik, i cili e formon bërthamën e grimcës koloidale. Bërthama e grimcës koloidale ka strukturë kristalore. Grimca koloidale është e mbështjellë me shtresë të dyfishtë jonike (më tutje do të sqarohet), e cila përbëhet nga shtresa difuzive dhe absorbuese, (fig. 2). Sipas asaj, grimca koloidale përbëhet nga

**bërthama** dhe shtresa e **dyfishtë elektrike** të joneve. Rëndomtë, grimca koloidale quhet **micela**.

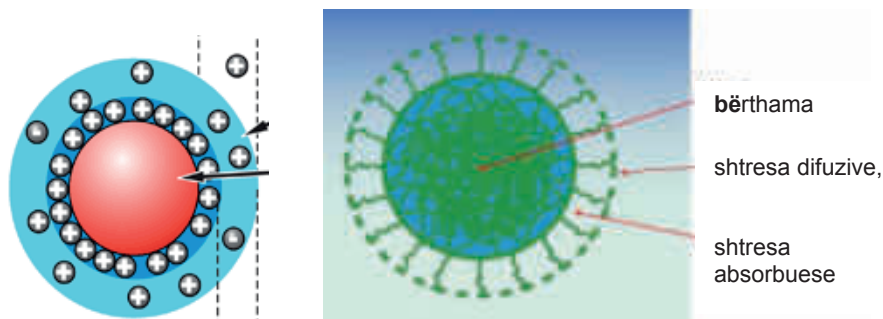


Figura 2. Tregim skematik i strukturës së micelës.  
(bërthama dhe shtresa e dyfishtë elektrike)

Rreth bërthamës në afërsi absorbohet shtresa e grimcave (joneve) me elektrizime të kundërta, të cilat me bërthamën japin **granulë**. Granula mund të jenë e elektrizuar pozitivisht ose negativisht, në varësi nga ajo se a ka absorbuar katione ose anione.

Ndryshe thënë, rreth granulës, në largësi diç më të madhe nga shtresa absorbuese ka jone me ngarkesë të kundërt dhe formojnë të ashtuquajturin **shtresë difuzive**. Granula me shtresën difuzive formon **grimcën koloidale**, e cila quhet **micela**.

Micelat përbëhen nga një pjesë që quhet bërthamë, në sipërfaqen e të cilës janë kapur jonet, duke formuar shtresën difuzive. Bërthama me jonet mbi të formon granule të cilat janë të elektrizuara pozitivisht ose negativisht. Elektroneutraliteti në tërë sistemin sigurohet në atë mënyrë që grumbullohen jonet me ngarkesë të kundërt.

Nën veprimin e fushës elektrike të jashtme, paraqitet elektroforeza, gjatë së cilës vjen deri te çrregullimi i shtresës elektrike të dyfishtë, ashtu që granula e elektrizuar pozitivisht zhvendoset në kahje të elektrodës negative, përderisa shtresa difuzive e joneve negative zhvendoset në drejtim të elektrodës pozitive.

Shembull:

Sistemi koloidal i hidrokسيدit të hekurit (II), (Fig. 3) përfitohet me reaksionin e hidrolizës së klorurit të hekurit (II), i cili kryhet sipas barazimit:

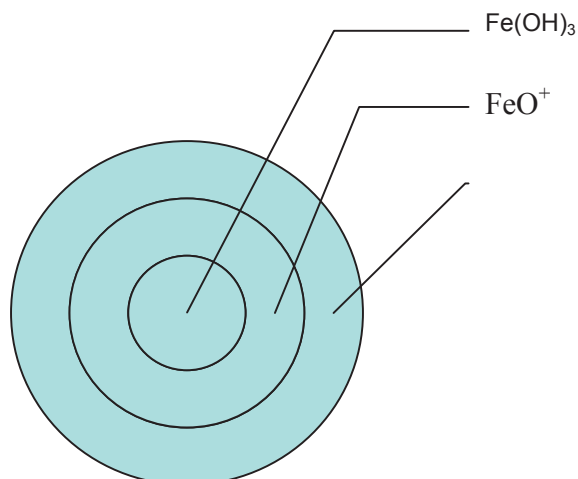
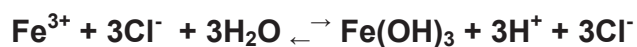
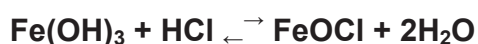


Figura 3. Ndërtimi i  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  - hidroksidit të hekurit (II)

Bërthama e micles është e përbërë prej agregatit molekularë  $m[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ , ku koeficienti ( $m$ ) tregon numër të madh të molekulave. Molekulat në sipërfaqe të bërthamës reagojnë me acidin klorhidrik i cili përfitohet gjatë procesit të hidrolizës, dhe përfitohet oksikloruri i hekurit,  $\text{FeOCl}$ :



Oksikloruri i hekurit (II) jonizohet në bazë të barazimit vijues:



Kationet e  $\text{FeO}^+$  sipas përbërjes së tyre janë identike me përbërjen e micles, përkatësisht me molekulën e  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , të cilat e ndërtojnë rrjetën kristalore, me çka mbeten të absorbuara në sipërfaqe të bërthamës. Gjatë kësaj anionet e klorit kalojnë në mjetin dispersiv, përkatësisht në tretësirën ujore. Anionet bashkë me kationet (të cilat janë në tepricë), formojnë shtresë absorbuese të joneve, përkatësisht, shtresë të brendshme të shtresës elektrike të dyfishtë. Bërthama bashkë me shtresën adsorbuese J formon granulën, e cila është e elektrizuar pozitivisht me tepricën e kationeve të  $\text{FeO}^+$ . Pjesa e mbetur e  $\text{Cl}^-$ , e cila gjendet në tretësirë e formojnë shtresën e jashtme të shtresës së dyfishtë elektrike. Në tërësi micela është elektroneutrale ndaj ambientit.



Struktura e micles së **Fe(OH)<sub>3</sub>**, mundet të tregohet edhe në këtë mënyrë skematike me formula:

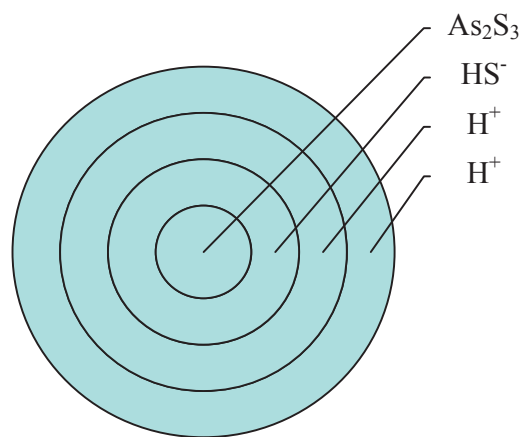
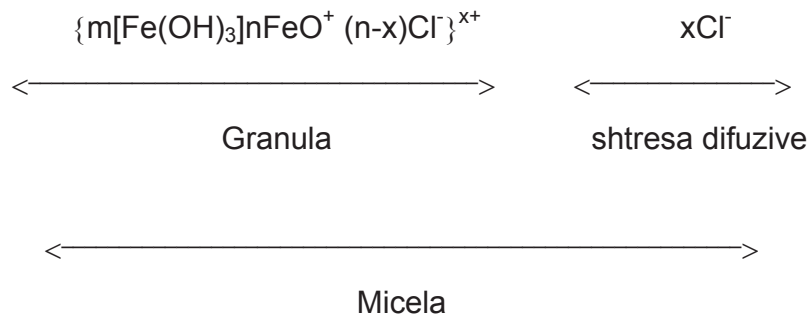


Figura 4. Ndërtimi i grimcës koloidale të sulfurit të arsenit (II) - As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>.

### **3.3 METODAT PËR PËRFITIMIN E SISTEMEVE KOLOIDALE**

Sistemet koloidale-disperse mundet të formohen në dy mënyra të mundshme. Ato janë:

- Metoda e dispersionit;
- Metoda e kondensimit.

Metoda e dispersionit (zvoglimi i grimcave), shfrytëzohet nëse fillohet nga sistemet disperse të vrazhda. Për këtë qëllim shfrytëzohen mullinj special të ashtu quajtur mullinjë koloidal, në të cilët rrezja e grimcës koloidale arrihet me numrin e rrotullimeve në mullirin. Për pengimin e formimit të sërishëm të grimcave të mëdha përdoren stabilizator (shembull, kakao, sheqer në pluhur dhe tjera).

Metoda e kondensimit bazohet grupimin (zmadhimin) e grimcave të imëta (molekula ose jone) në më të mëdha, rrezja e të cilave i përgjigjet madhësisë së grimcës koloidale, (Fig. 5 a dhe 5 b).

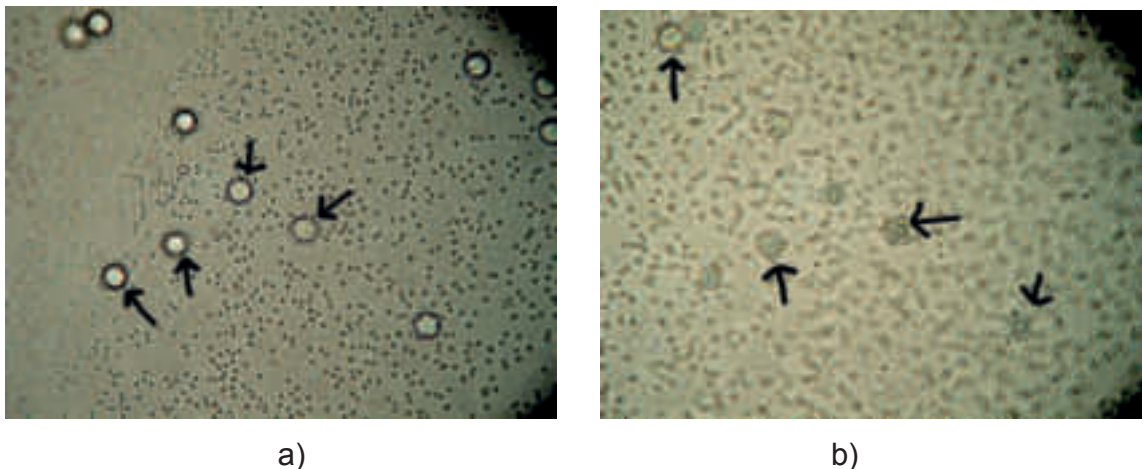


Figura 5. Formimi i grimcës koloidale me kondensim (a) dhe (b).

Kondensimi mundet të rrjedhë me reaksion kimik, për shembull, formimi i mjegullës.

### 3.4 Klasifikimi i sistemeve koloidale

Sistemet koloidale në të cilat faza disperse është në gjendje agregate të ngurtë, ndërsa mjedisi dispers është lëng quhet **tretësirë koloidale (tretësirë e solid)**. Nëse mjedisi dispers është uji, quhet **hidrosol**. Për shembull, acidi silicik në ujë.

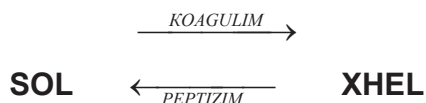
Grimcat e sistemeve koloidale janë më të mëdha se: molekulat, atomet dhe jonet, ndërsa këto janë më të vogla se grimcat e suspensioneve dhe emulzioneve. Ato janë agregate të përbëra prej numrit më të madh të molekulave, përkatësisht atomeve ose joneve të fazës disperse. Për shembull, grimca koloidale e arit koloidal paraqet agregat, grup prej së paku një milion atome të arit.

## Ndarja e sistemeve koloidale sipas strukturës

Sistemet koloidale sipas strukturës janë ndarë në:

- sisteme jokoherente (tretësirë) ose hidrosol dhe
- sistemeve koherente (xhel) ose hidrozhel.

Sistemet koherente dhe jokoherente janë koloide reverzibile, këtë më së miri e tregojnë proceset e koagulimit dhe peptizimit.



Fundërrimi i grimcave koloidale dhe grupacioneve në agregate më të mëdha quhet koagulim, ndërsa procesi i kundërt - peptizim.

Sistemet koloidale sipas interaksionit të grimcave nga faza disperse dhe grimcave nga mjedisi dispers janë ndërë në:

- **Koloide liofile (hidrofile)**, te të cilat grimcat nga faza disperse kanë afinitet kah grimcat e mjedisit dispers. Grimcat nga faza disperse janë të rrethuara me molekulat e mjedisit dispers.

Nëse mjedisi dispers është uji, quhen koloide **hidrofile**.

- **Koloide liofobe (hidrofobe)** nuk tregojnë afinitet kah grimcat e mjedisit dispers. Në koloidet liofobe bëjnë pjesë tretësirat koloidale të metaleve, sulfuret e metaleve, hidroksidet, oksidet dhe disa kripëra vështirë të tretshme. Nëse mjedisi dispers është uji, sistemi koloidal quhet koloid hidrofob.

### **Stabiliteti i sistemeve koloidale.**

Stabiliteti i përhershëm i koloideve liofile i besohet mbështjellësit të lëngët rreth tyre. Ai nuk lejon të grupohen grimcat koloidale dhe të fundërrohen ose koagulojnë, (Fig. 6).

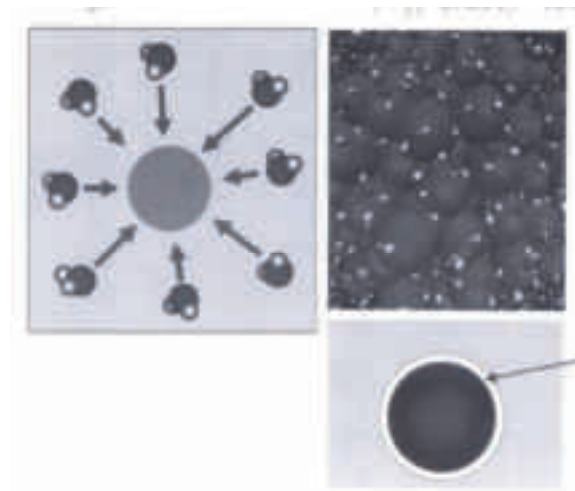


Figura 6. Stabiliteti i koloideve liofile (hidrofile).

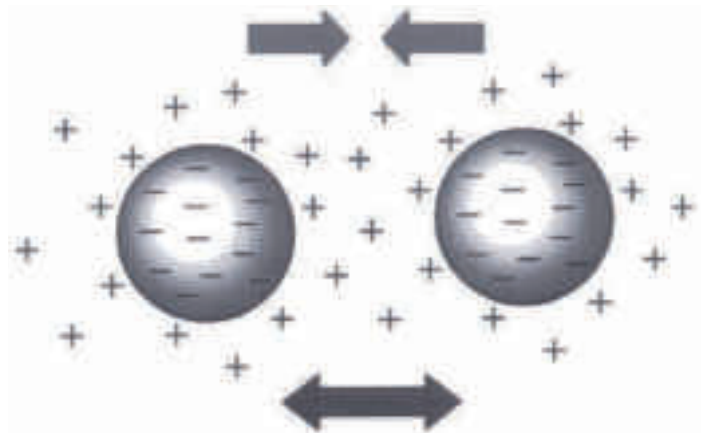


Figura 7. Stabiliteti i koloideve liofobe (hidrofobe)..

Stabiliteti i sistemeve koloidale dispersive liofobe (hidrofobe), (Fig. 7), varet nga ndikimi i forcave tërheqëse të Fandervalsit dhe shtytja (dëbimi) elektronike reciproke.

Shembuj për koagulimin liofil, përkatësisht hidrofil është tretësira koloidale e xhelatinës, tutkallit dhe amidonit.

Destabilizimi i sistemeve koloidale më shpesh paraqitet te sistemi koloidal hidrofob.

Destabilizimi i koloideve hidrofobe arrihet me:

- Koagulim, i cili është proces i rritjes (zmadhimit) të grimcave koloidale, stabiliteti i të cilave zvogëlohet;
- Sedimentim – dukuri e dukshme e fundërrimit të grimcave koloidale;
- Koloidet hidrofobe destabilizohen nëse vjen deri te neutralizimi, me shtimin e joneve me ngarkesë të kundërt (i cili adsorbohet).

### **3.5 VETITË E SISTEMEVE KOLOIDALE**

Vetitë e sistemeve koloidale varen nga madhësia e grimcave. Për shkak të madhësisë së grimcave, sistemet koloidale kanë veti që ndryshojnë nga tretësirat molekulare (të vërteta) dhe sistemet e vrazhdëta disperse.

Grimcat koloidale kanë energji të lirë të madhe sipërfaqësore. Kjo energji tenton ta zvogëlojë grimcën koloidale në dy mënyra:

- me formimin e agregateve të mëdha ose
- me adsorbimin e joneve nga tretësira.

Sistemet koloidale kanë veti të ndryshme. Vetitë e njohura të sistemeve koloidale janë këto:

1. Molekulare– kinetike;
2. Optike;
3. Adsorbimi dhe
4. Vetitë elektrike.

#### ***Vetitë molekulare-kinetike***

Në këto veti bëjnë pjesë: lëvizja Brauniane, dializa, difuzioni, ultrafiltrimi, sedimentimi, ultracentrifugimi.

Lëvizja Brauniane paraqet lëvizje kaotike, (Fig. 8), të grimcës koloidale në mjedisin e lëngët dispers.

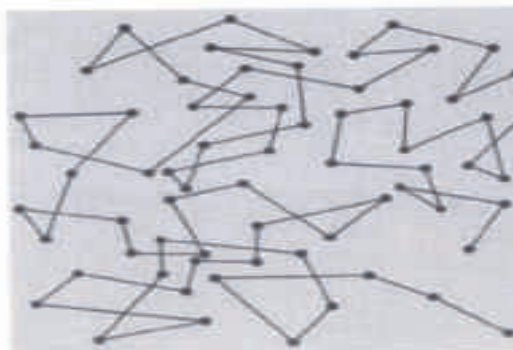


Figura 8. Lëvizja Brauniane.

Grimcat koloidale ngelin në mjedisin dispers me një të pjesë, për shkak të përplasjes krejtësisht të rastit me molekulat tjera.

**Difuzioni** është aftësi e zhvendosjes në mjedisin dispers nga regjioni me përqendrim më të madh kah regjioni me përqendrim më të vogël. Nëse rrezja (diametri) i grimcës koloidale është më e madhe se rrezja e molekulave në tretësirën e vërtetë, atëherë shpejtësia e difuzionit të tyre është më e vogël nga shpejtësia e difuzionit të molekulave.

**Dializa** është metodë e pastrimit të tretësirave koloidale (me ultracentrifugim), (Fig. 9).

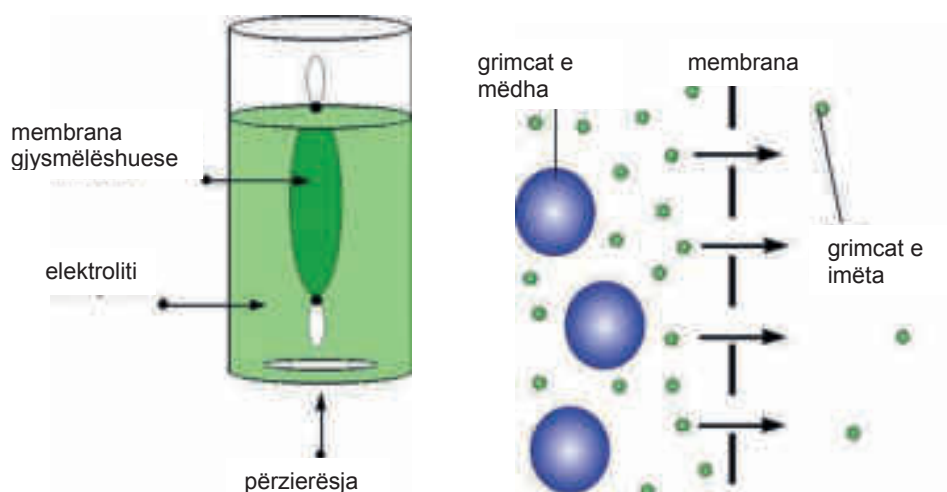


Figura 9. Dializa

Në pergament ose cellofan vendoset tretësirë koloidale A, i papastër me ndonjë elektrolit ose komponim organik. Për shpejtimin e dializës përzihet me përzierëse rrotulluese R. Pergamenti ose cellofani së bashku me tretësirën koloidale janë zhytur në enë më të madhe me ujë të pastër B, e cila shpesh ndërrohet. Nëpër pergamentin ose cellofanin, elektroliti gradualisht difundon në enën e jashtme me ujë.

**Ultrafiltrimi** është veprim, ku grimcat koloidale nga mjedisi dispers mundet të ndahen me lëshimin e tretësirës koloidale nën shtypje nëpër membranën gjysmëlëshuese. Në (Fig. 10), është paraqitur aparati për ultrafiltrim.

Membranat gjysmë lëshuese kanë porozitet të ndryshëm ashtu që para përdorimit të tyre bëhet zgjedhje e membranës përkatëse që të kryhet ndarja e plotë e koloideve të ndryshme njëri nga tjetri.



Figura 10. Aparati për ultrafiltrim

**Sedimentimi** është veprim i findërrimit spontan të grimcave koloidale nga mjedisi dispers nën veprimin e forcës gravitacionale.

**Ultracentrifugimi** kryhet me aparate – centrifuga, me numër të madh të rrotullimeve, me çka mundet të ndahet faza disperse nga mjedisi dispers. Po ashtu, mundet të ndahen grimcat koloidale nga sistemet e ndërlikuara. Me këtë veprim mund të ndahen substancat që nuk kanë tretësirë koloidale (tretësirat e vërteta).

### **Vetitë optike**

Në këto veti bëjnë pjesë dispersioni (shpërhapja) e dritës. Nëse nëpër tretësirën koloidale e cila gjendet në enë prej qelqi me faqe të rrafshëta – paralele, lëshohet tufa e rrezeve të dritës, ndërsa tretësira koloidale vështrohet anash, do të vërehet konusi i ndritshëm i cili quhet konusi i Tindalit (afekt ose fenomen).

Domethënë se një nga vetitë më të rëndësishme të sistemeve koloidale është efekti i Tindalit– shpërhapja e dritës nëpër tretësirën koloidale, (Fig. 11).



Figura 11. Efekti i Tindalit në sistemin koloidal.

Në (Fig. 12), po ashtu vërehet efekti i Tindalit, si fenomen që paraqitet në natyrë.

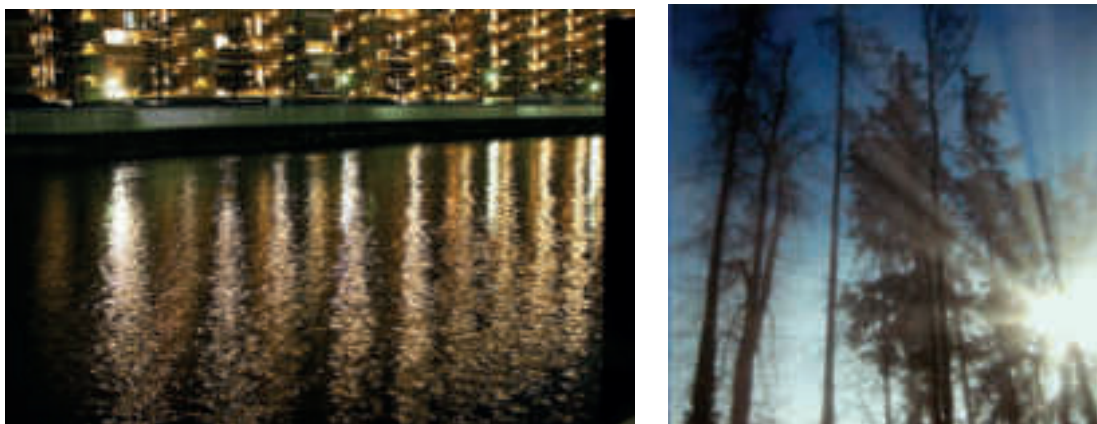


Figura 12. Efekti i Tindalit.

Kjo paraqitje vërehet edhe gjatë lëshimit të rrezeve të dritës nëpër të plasurat në hapësirë të errët ose në tunel, (Fig.13).



Figura 13. Efekti i Tindalit në tunel

Nga fotoja shihet konusi i ndritshëm si rezultat i përhapjes (dispersionit) të dritës së lëshuar nga burimi i dritës.

Tretësirat e vërteta (molekulare dhe jonike), nuk tregojnë efektin e Tindalit dhe për këtë quhen “tretësira të zbrazëta optike”.

Në bazë të efektit të Tindalit është përpunuar ultramikroskopi, (Fig. 14), për të cilin do të flasim më vonë.





Figura 14. Ultramikroskopi.

### **3.6 DUKURITË SIPËRFAQËSORE, ADSORBIMI DHE IZOTERMA ADSORBUESE**

Energjia e lirë e sipërfaqes, përkatësisht tensioni sipërfaqësorë kushtëzon aftësi të substancave në sipërfaqe ose në shtresën sipërfaqësore të përqendrohen grimcat (molekula ose jone) nga substancat tjera. Përqendrimi i grimcave (molekulave ose joneve) të disa substancave në sipërfaqe ose në shtresën sipërfaqësore nga substancat tjera quhet **adsorbim**. Aftësi për adsorbim tregojnë edhe substancat e lëngëta edhe të ngurta. Substancat e ngurta në sipërfaqen e tyre mund të absorbojnë gazra, lëngje dhe grimca të substancave të tretura. Substanca ose trupi që kryen adsorbim quhet **adsorbens**, ndërsa substanca që adsorbohet quhet adsorbat. Adsorbensi është më i mirë nëse sipërfaqja e tij është më e madhe. Një nga adsorbensat e ngurtë më të mirë është qymyri aktiv. Ai është shumë poroz dhe për këtë ai disponon me sipërfaqe të madhe të brendshme. Substancat e ngurta kanë adsorbim pozitiv, përkatësisht e rrisin përqendrimin e grimcave nga adsorbati. Adsorbimi është proces i kthyeshëm, ndërsa procesi i kthyeshëm quhet **desorbim**, thjeshtë adsorbati ndahet nga sipërfaqja e adsorbensit. Dy proceset e kundërta kryhen njëkohësisht. Në gjendje të ekuilibrit dy proceset adsorbimi dhe desorbimi kryhen me shpejtësi të njëjtë. Ekuilibri në këtë proces të kthyeshëm quhet **ekuilibri adsorbues**, (Fig. 15). Ekuilibri adsorbues mundet të zhvendoset në njërin ose tjetrën kahje varësisht nga kushtet në të cilët kryhet procesi i adsorbimit. Ato kushte janë: temperatura dhe përqendrimi i adsorbatit.

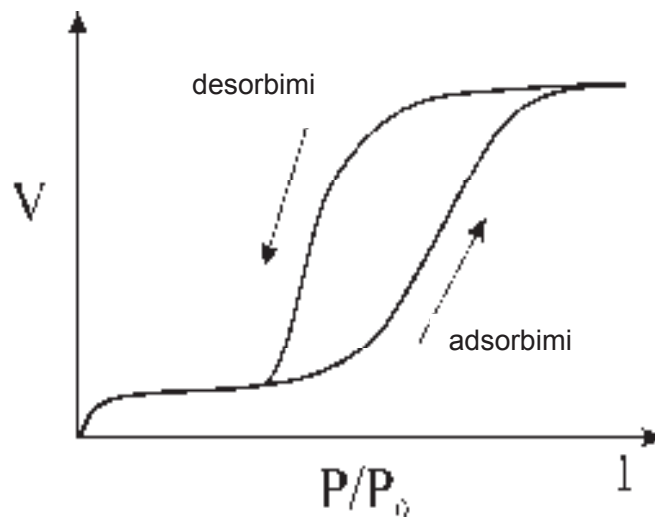


Figura 15. Ekuilibri adsorbues

Adsorbimi është proces ekzotermik, ndërsa desorbimi është proces endotermik. Si edhe gjitha proceset tjera të kthyeshme ashtu edhe adsorbimi i bindet ligjit të Leshateljeut dhe Braunit për zhvendosjen e ekuilibrit në anën që i kundërvihet ndërrimit të sjellë. Kjo d.m.th. se ngritja e temperaturës, ekuilibri zhvendoset në dobi të procesit endoterm, ndërsa me zvogëlim e kundërta. Varësia e adsorbimit na temperatura e adsorbatit mund të shprehet grafikisht me anë të izotermës adsorbuese, (Fig. 16).

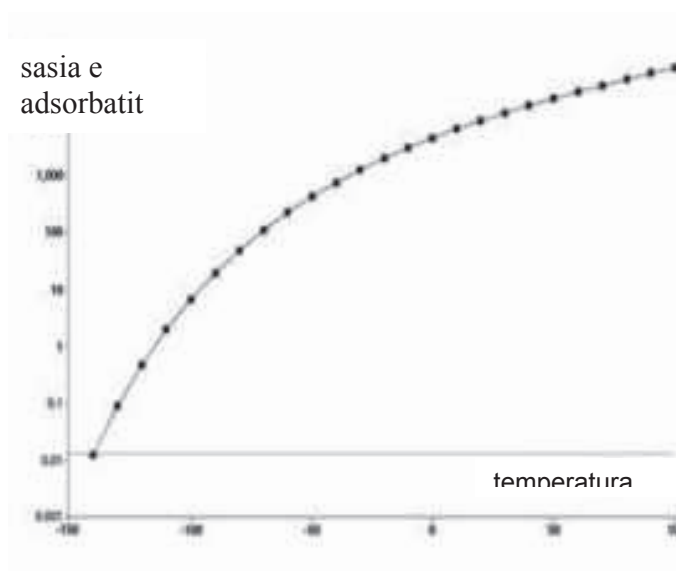


Figura 16. Izoterma adsorbuese

Përkatësisht, me rritjen e temperaturës zvogëlohet sasia e adsorbatit në sipërfaqe të adsorbentit, përderisa me zvogëlim të temperaturës, sasia e adsorbatit rritet.

Dallohen dy lloje themelore të adsorbimit: molekular ose jopolar dhe jonik ose adsorbimi polar.

### **Vetitë elektrike**

Në këto veti bëjnë pjesë: shtresa dyfishe elektrike, potenciali termodinamik ose i plotë, elektrokinetik ose zeta potenciali dhe elektroforeza .

Në sistemin koloidal midis dy fazave paraqitet potenciali elektrik, si pasojë e formimit të **shtresës elektrike dyfishe**.

Shembull, formimi i potencialit elektrik me jonizim të pjesërishëm të shtresës sipërfaqësore të fazës së ngurtë në tretësirën koloidale nga acidi silicik, i cili është fituar me përzierjen e tretësirave të holluara të sislikatit të natriumit dhe acidit klorhidrik.

Reaksioni kryhet sipas barazimit:



Molekulaz e acidit silicik në sipërfaqe të fazës së ngurtë, pjesërisht jonizohen sipas barazimit:



Anionet silikate, ngelin të lidhura fortë në sipërfaqe të grimcës të fazës së ngurtë dhe e elektrizojnë negativisht sipërfaqen e fazës së ngurtë, derisa kationet e hidrogjenit kalojnë në tretësirë. Këto janë tërheqëse nga sipërfaqja e elektrizuar e fazës së ngurtë, aq sasi sa është e nevojshme për kompensimin e ngarkesës negative. Kështu formohet shtresa elektrike dyfishe dhe si pasojë e kësaj paraqitet potenciali elektrik në kufirin e sistemit të dhënë koloidal. Këto dukuri ndahen në dy mënyra edhe atë: rrugës së adsorbimit të llojit të caktuar të joneve nga mjedisi dispersiv.

Në kufirin midis dy fazave paraqitet shtresa elektrike dyfishe, e cila është pjesë përbërëse prej dy shtresave: shtresa e brendshme dhe shtresa e jashtme.

Në (Fig. 17) është paraqitur shtresë elektrike dyfishe në kufirin midis fazës së lëngët dhe të ngurtë.

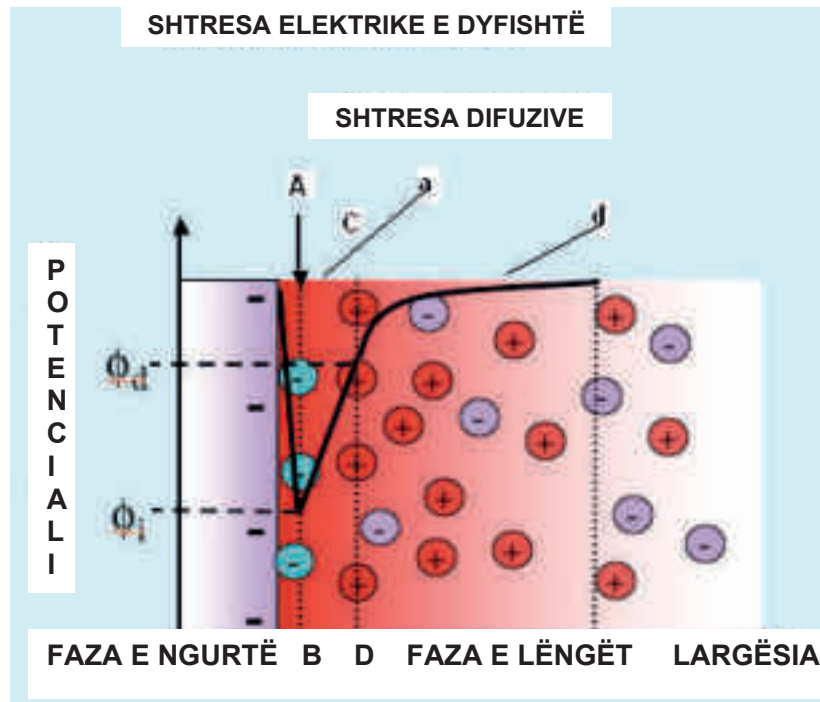


Figura 17. Shtresa elektrike dyfishe

Sipërfaqja e elektrizuar negativisht e fazës së ngurtë (vija AB), ose shtresat e ngurta të lidhura në të, shtresë e anionit silikat, i tërheq fortë lidh pjesë të caktuar të kationeve pozitive të hidrogjenit. Shtresa brendshme e shtresës së dyfishtë elektrike e cila gjendet në sipërfaqe të fazës së ngurtë dhe është e lidhur fortë për të dhe quhet shtresë **adsorbuese e joneve** (shtresa midis vijave AB dhe CD, përkatësisht - a). Pjesa e mbetur e kationit hidrogjenik gjendet në fazën e lëngët në afërsi të fazës së ngurtë. Kjo shtresë ka strukturë difuzive, përkatësisht trashësi të caktuar dhe është më e dendur në afërsi të fazës së ngurtë, ndërsa më e rrallë me largimin prej saj. Kjo shtresë është quajtur **shtresa jonike difuzive** (shtresa– d, djathtas nga vija CD).

Si pasojë eformimit të shtresës elektrike dyfishe, paraqiten dy potenciale: termodinamik ose porenciali i plotë, dhe potenciali elektrokinetik ose potenciali zeta.

**Potenciali termodinamik ose i plotë**, paraqet kërcim të potencialit midis fazës së ngurtë dhe të lëngët. Ky potencial nuk është i lidhur nga zhvendosja relative e fazave dhe nuk varet nga trashësia e shtresës difuzive.

**Potenciali elektrokinetik ose zeta potenciali**, paraqet kërcim të potencialit, i cili paraqitet gjatë zhvendosjes relative të fazave, njëra fazë në raport me tjetrën fazë. Vlera e këtij potenciali përcaktohet nga trashësia e shtresës difuzive dhe është në proporcion të drejtë me të, në proporcion të kundërt nga përqendrimi i elektrolitit në fazën e lëngët.

### **Elektroforeza**

Grimca e fazës disperse të sistemit koloidal, e cila është e rrethuar me shtresën elektrike dyfishe, dhe nuk është nën ndikimin e fushës së jashtme elektrike, atëherë ajo grimcë është neutrale në raport me mjedisin në të cilin gjendet. Me ndarjen e fushës elektrike dyfishe, shkëputet shtresa elektrike dyfishe dhe grimca koloidale bashkarisht me shtresën adsorbuese (e cila e përcakton elektrizueshmërinë) lëvizin në drejtim të elektrodës me elektrizim të kundërt, (Fig.18).

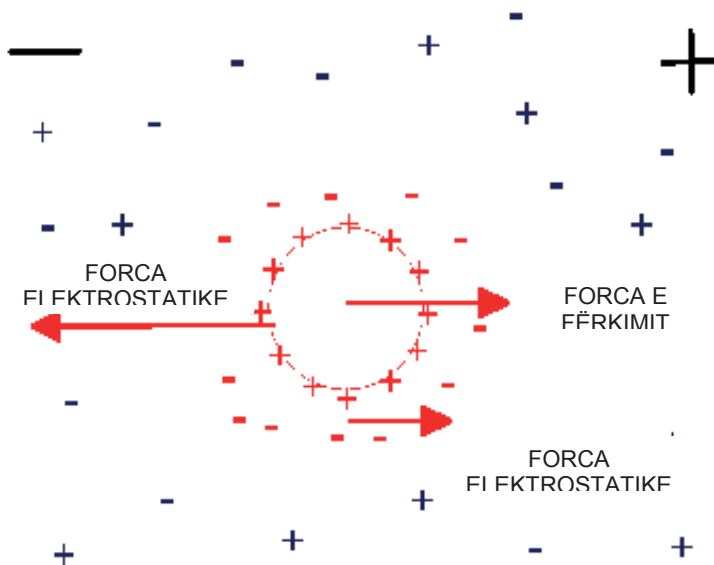


Figura 18. Skema e elektroforezës

Lëvizja e grimcës të sistemit koloidal nën veprimin e fushës elektrike në drejtim të elektrodave të elektrizuara me ngarkesa të kundërta quhet **elektroforezë**.

### **3.7. KROMATOGRAFIA**

Si themelues i metodës kromatografike konsiderohet shkencëtari rus (botanik) Cvet. Ai ka arritur që me metodën kromatografike t'i ndajë komponentat e klorofilit nga regjionet posaçërisht të ngjyrosura. Cvet e ka emërtuar kromatografi nga fjala kromos, që d.m.th. ngjyrë. metoda kromatografike e analizës paraqet proces të ndarjes së komponentëve nga një përzierje tjetër për shkak të shpërndarjes jo të njëjtë të komponentëve nga njëra në tjetrën fazë. Ajo paraqet metodë të rëndësishme laboratorike me një sërë përparësish me të cilat dallohet para metodave tjera. Me këtë metodë:

1. Mund të përcaktohen gazrat dhe lëngjet e cilësdo natyre
2. për përcaktimin mundet të shfrytëzohen sasi të vogla dhe të mëdha të përzierjeve që analizohen;
3. Mund të ndahen substanca me veti dhe strukturë shumë të ngjashme;
4. Arrihet shkallë shumë e lartë e ndarjes;
5. Veprimi është shumë i thjeshtë.

Parimi i ndarjes kromatografike përbëhet nga ajo se përzierja e hulumtuar është e tretur në tretës më të madh (faza mobile ose lëvizëse), e cila kthehet në fazë stacionare (të palëvizshme). Gjatë kësaj substancat që hulumtohen shpërndahen në fazën stacionare ose mobile.

Kromatografia është ndarë në më shumë metoda kromatografike edhe atë në kromatografinë adsorbuese, kromatografia shpërndarëse, kromatografia jonokëmbyese, kromatografia e gaztë dhe zhel-filtrimi.

Kromatografia shpërndarëse mundet të jenë kromatografia në letër dhe kromatografia në shtresë të hollë ose kromatografia grafike.

1. Kromatografia adsorbuese mund të definohet si ndarje e substancave në bazë të afinitetit të tyre ndaj adsorbentit të njëjtë, i cili paraqet fazën stacionare. Si adsorbens përdoren  $Al_2O_3$ , silikate të ndryshme, qymyri aktiv etj.

2. Kromatografia shpërndarëse bazohet në koeficientët e ndryshëm të shpërndarjes të komponentëve nga përzierja midis tretësve që nuk përzihen.

3. Kromatografia në shtresë të hollë (Fig. 19) bazohet në atë se si fazë stacionare

gjatë kësaj metode përdoret shtesë e hollë e adsorbensit të shtrirë në pllakën e qelqtë, foli ose pllakë plastike.



Figura 19. Kromatografia në pllakë.

4. Kromatografia në letër është metodë të cilës fazë stacionare është shirit nga letra speciale. Ajo i thith molekulat e ujit dhe i mbanë në poret e saj. Tretësi difundon në shirit nën veprimin e forcave kapilare, ngrihet në shirit dhe tërheq me vete komponente nga përzierja dhe si rezultat i shpejtësisë së ndryshme të lëvizjes të komponentëve të ndara jen deri te ndarja e tyre.

5. Kromatografia e gaztë (Fig. 20), është metodë gjatë së cilës si fazë mobile nuk përdoret lëng, por gaz.

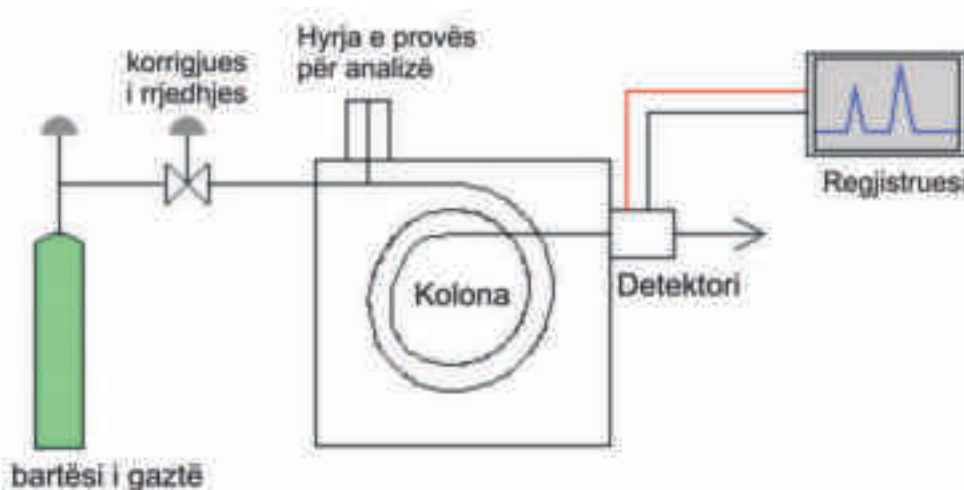


Figura 20. Tregim skematik i kromatografisë së gaztë.

6. Kromatografia jonokëmbëse bazohet në jonokëmbjes, (Fig.21). Ato janë rrëshira të grupeve jonike të lidhura me lidhje kovalente, për të cilat me forca elektrostатike lidhen substancat e tretura në fazën mobile. Ekzistojnë këmbjes kationik dhe anionik.

Jonokëmbyesit kationik kanë grupe funksionale të ngarkuara negativisht, p.sh/. grupet sulfonile, për të cilat në mënyrë mobile është lidhur kationi nga faza mobile, i cili zëvendësohet me kation nga faza mobile. Këmbyesit anionik kanë të lidhura grupe të ngarkuara pozitive.



Figura 21. Instrumente bashkëkohore për kromatografi.

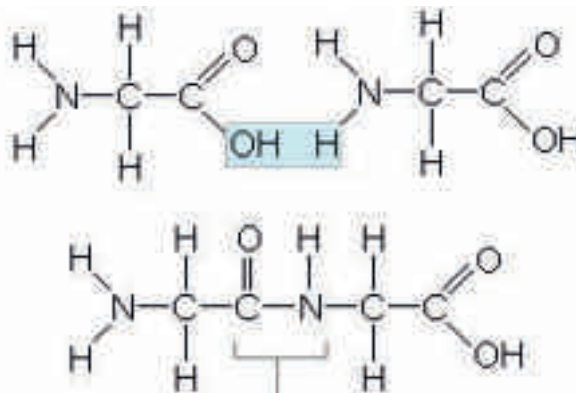
### **3.8 KOMPONIMET MOLEKULARE DHE BIOMOLEKULARE**

Gjitha molekulat janë grimca të vogla, mirëpo përkaj molekulave treatomike dhe dyatomike më të vogla janë molekulat njëatomike. Ekzistojnë molekula që në strukturën e tyre kanë dhjetëra, disa dhjetëra mijëra dhe qindra mijëra atome. Molekulat e tilla quhen makromolekula. Masa molekulare relative e tyre është prej 10 000, mundtë arrijë deri disa qindra mijëra njësi atomike.

Komponimet e ndërtuara nga makromolekuat paraqesin komponime makromolekulare. Komponimet makromolekulare formohen me procese të polimerizimit, kopolimerizimit dhe të polikondensimit. Ato nuk janë vetëm komponime organike që përmbajnë karbon, por mund të jenë komponime të siliciumit dhe karbonit. Struktura e tyre paraqitet me formula strukturale, të cilat mund të janë lineare, të degëzuara dhe të rrjetëzuara. Komponimet makromolekulare kanë veti karakteristike – ato nuk kanë temperaturë të caktuar të shkrirjes dhe të vlimit, shumë prej tyre nuk janë kimikisht inert, nuk reagojnë me oksigjen, acide dhe baza, kjo i bënë ato rezistente nga korrozioni. Këto komponime kanë edhe veti të dobishme – lehtë derdhen, tërhiqen në fije, presohen etj. Nga makromolekulat mund të formohen edhe substanca të rëndësishme biologjike, ato janë komponime biomolekulare. Midis tyre lloje më të rëndësishme janë proteinat, acidet nukleike dhe enzimat.



Proteinat (albuminat) janë komponime makromolekulare masa molekulare e të cilave është prej 10 000 deri 100 000. Në ndërtimin e tyre marrin pjesë rreth 20 aminoacide të ndryshme. Mbetjet aminoacidike midis tyre janë të lidhura me lidhje peptide, (Fig.22).



Lidhja peptide

Figura 22. Struktura e acidit  $\alpha$  - aminoacetik. Formimi i lidhjes peptide.

Nën veprimin e tretësirave ujore të acideve alkaline dhe minerale në mënyrë hidrolitike shpërbëhen. Paraqesin pjesë përbërëse të gjitha organizmave të gjallë. Kanë rolin transportues dhe mbrojtës. Acidet nukleike e përbëjnë grupin prostetik të nukleoproteideve. Ato janë po ashtu komponime makromolekulare të përbëra prej ngjyrave purine dhe pirinidine, monosakarideve, ribizës dhe dezoksiribozës si edhe acidit  $H_3PO_4$ .

Enzimmat ose fermentet janë të njohura edhe si biokatalizatorë. Kanë veti të ngjashme fiziko – kimike si proteinat – ato janë albumina globulare. Janë të ndërtuara vetëm nga një komponentë dhe paraqesin proteina të thjeshta ose njëkomponentëshe të përbëra vetëm nga pjesa proteinike. Dykomponentëshet janë të përbëra nga pjesa joproteinike, e cila shënohet si koenzim, dhe pjesa proteinike – apoenzima. Pjesa proteinike dhe joproteinike japin gjithë molekulën e shënuar si homoenzimë. Enzimmat kanë veprim katalitik në proceset e organizmave të gjallë.

## KROMATOGRAFIA JONOKËMBYESE

Këmbimi jonik është zbuluar në vitin 1850 nga ana e agrokimistëve anglezë Tomson dhe Vej duke lëshuar tretësirë të sulfatit të amonit nëpër shtresën e dheut (tokës) me çka kanë vërejtur se formohet reaksioni i këmbimit të dyfishtë gjegjësisht jonet amonium janë zëvendësuar me jone të kalciumit nga toka.

Në fillim si këmbyes të joneve janë përdorur vetëm materiale natyrore deri në vitin 1935 kur për herë të parë janë sintetizuar rrëshirat jonokëmbyesë në bazë të benzenit dhe metanalit nga ana e shkencëtarëve Adams dhe Holms.

Kromatografia jonokëmbyesë bazohet në shpërndarjen e joneve midis sorbentit të ngurtë dhe të lëngtë dhe tretësirës. Për kohën e procesit të këmbimit jonik vjen deri te këmbimi ekuivalent i joneve nga tretësira me jonet lëvizëse të jonokëmbyesit.

Këmbyesit jonik përbëhen nga matrica dhe grupi funksional i cil është i aftë të kryejë këmbimin e joneve.

Këmbyesit jonik ndahen në organik dhe inorganik sipas natyrës së matricës, por edhe në kationik dhe anionik në varësi nga natyra e joneve lëvizëse.

Këmbyesit jonik ngopen, dhe për këtë nevojitet ato të regjenerohen. Shkalla e ngopjes së plotë e këmbyesit jonik quhet **kapacitet i këmbyesit jonik**.

Këmbyesit jonik kanë spektër të gjerë të përdorimit:

- Dejonizimi i ujit teknologjik;
- Analiza e substancave jonike;
- Ekstraktimi i izotopeve të pastra radioaktive;
- Sinteza e numrit të madh të komponimeve organike dhe inorganike;
- Në metalurgji
- Gjatë pastrimit të ajrit etj.

## PYETJE TEMATIKE DHE DETYRA:

1. Cili është sistem i vrazhdët dispers, ndërsa cili është sistem koloidal? Trego shembuj.
2. Sqaro strukturën e grimcës koloidale! Paraqit strukturën e grimcës koloidale të  $As_2S_3$ !
3. Çka paraqet granula, e çka micela?
4. Si i klasifikojmë sistemet koloidale sipas vetive?
5. Bëj krahasim midis gjendjes së solit dhe xhelit!
6. Numëro faktorët të cilët shkaktojnë koagulimin! Sqaro stabilitetin e sistemeve koloidale!
7. Sqaro dallimin midis adsorbimit dhe desorbimit!
8. Çka paraqet materia sipërfaqësore aktive?
9. Cilat komponime janë komponime makromolekulare? Trego shembuj për këtë lloj të komponimeve!

## **4. ELEKTROKIMIA**

*Dituria është dituri madje atëherë kur është arritur me përpjekje të mendimeve personale, e jo me të mbajturit mend*

*Tolstoj*

### **Qëllimet themelore të temës Elektrokimia**

- Sqarimi i rëndësisë së elektrokimisë, përçuesve të rendit të parë dhe të dytë, shpërbashkimin elektrolitik, proceseve elektrokimike, gjysmëpërçuesve, elementeve galvanike, elektrolizës, galvanizimit dhe korrozionit elektrokimik;
- dallimi i konduktivitetit nga përçueshmëria molare, elektroliteve të dobët nga ata të fortë, korrozionit kimik nga ai elektrokimik ;
- paraqitja e reaksioneve të gjysmëelementeve dhe elementeve galvanike me barazime kimike;
- Parashikimi i produkteve të elektrolizës, llojeve të elektrolizës, galvanizimit;
- Ofron shembuj për përdorimin e elektrokimisë në industrinë dhe jetën e përditshme.

### **4.1 NË PËRGJITHËSI PËR ELEKTROKIMINË**

Elektrokimia paraqet degë të kimit fizike, e cila i studion ligjshmëritë e të gjitha ndërrimeve të substancave gjatë proceseve kimike dhe elektrokimike, të shkaktuara nën veprimin e rrymës elektrike, shndërrimin e energjisë elektrike në kimike dhe anasjellë. Elektrokimia për shkak të përdorimit të gjerë praktik, ka shumë metoda të hulumtimit të cilat gjejnë apliki të madh, jo vetëm në kimi, kimi analitike, por edhe në teknikë. Metodat elektrokimike në më shumë raste janë treguar si metoda të vetme për njohjen dhe studimin e shumë madhësive të rëndësishme: vlerën e – pH, konduktivitetin, përcaktimin e pikës përfundimtare të titrimit, analizës kualitative etj.

Sipas llojit të reaksioneve kimike që marrin pjesë në proceset elektrokimike, ato ndahen në tri grupe kryesore të metodave elektrokimike:

1. Metoda për përcaktimin e përçueshmërisë elektrike;
2. Metodat për përcaktimin e forcës elektromotore dhe potencialit elektrodik;
3. Elektroliza dhe polarizimi me përdorim teknik (elektrokimia e aplikuar).

Sipas metodës së parë elektrokimike, elektrokimia na njofton me zbatimin e rrymës elektrike nëpër metale dhe elektrolite.

Grupi i dytë i metodave elektrokimike e studiojnë krijimin e rrymës elektrike dhe anasjellë, krijimin e potencialit elektronik dhe forcës elektromotore.

Grupi i tretë i metodave elektrokimike i përfshinë elektrolizën dhe polarizimin me apikim teknik.

Në raport me përçueshmërinë e rrymës elektrike, materialet ndahen në përçues, gjysmëpërçues dhe izolatorë.

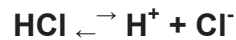
Shembuj për izolatorë janë: uji, diamanti, materiali plastik etj.

Në grupin e gjysmëpërçuesve bëjnë pjesë: semimetalet (gjysmëmetalet) dhe komponiet e ngurta kovalente, të cilat përmbajnë sasi të vogla të primesave nga materiali përçues.

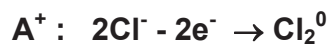
Sipas mënyrës së bartjes së rrymës elektrike, përçuesit ndahen në: përçues të rendit të parë dhe përçues të rendit të dytë.

**Përçuesit e rendit të parë** janë metalet, grafiti dhe oksidet e metaleve të rënda. Bartja e rrymës elektrike të përçuesit e rendit të parë sqarohet si rezultat i ekzistimit të rrjetës kristalore metalike. Shumë shpesh celula elementare të metalet është kubike e centruar në qendër ose heksagonale. Me që rrjeta kristalore është e ndërtuar nga jonet pozitive të metalit, të rrethuar me elektrone valentore të lira, të cilat janë të delokalizuar, ato lëvizin në formë të gazit elektronik. Lëvizja e tyre rreth joneve është kaotike. Kur në metal veprojnë forca të jashtme, jonet e ruajnë rrjetën kristalore, ndërsa gazi elektronik orientohet dhe lëvizë me çka me vete e bartë edhe ngarkesën elektrike. Lëvizshmëria e lehtë e elektroneve nëpër përçuesin metalik është e njohur si përçueshmëri e rrymës nëpër metal. Për shkak të kësaj mënyre të përcjelljes së rrymës elektrike, përçuesit e rendit të parë quhen edhe **përçues elektronik**. Gjatë bartjes së rrymës elektrike përçuesit e rendit të parë mbeten të pandryshuar.

**Përçuesit e rendit të dytë** janë tretësirat e acideve, bazave, kripërave dhe shkrirjet e tyre. Te këto përçues, rrymën elektrike e përcjellin jonet. Nëse në tretësirë elektrolitike zhysim dy elektroda dhe i lidhim me burimin e rrymës elektrike, pas mbylljes së qarkut të rrymës nëpër elektrolit do të rrjedhë rryma elektrike me çka do të ndodhë edhe ndërrim kimik i joneve në tretësirë. Për shembull, nëse nëpër tretësirën e HCl lëshohet rryma elektrike, do të ndodhin këto ndryshime: HCl si elektrolit në ujë për shkak të shpërbashkimit elektrolitik, formon këto jone:



Jonet e formuara e përcjellin rrymën elektrike me atë që lëvizin kah elektrodën dhe në kufirin jonet pësojnë ndryshim kimik:



Sipas kësaj te përçuesit e rendit të dytë, përcjellja e rrymës elektrike është e shoqëruar me ndërrim kimik të elektrolitit. Kjo njëherit paraqet edhe dallimin themelorë midis përçuesve të rendit të parë dhe përçuesve të rendit të dytë.

## **4.2 PËRÇUESHMËRIA ELEKTRIKE**

### ***Përçueshmëria specifike (konduktiviteti)***

Kur rryma elektrike kalon nëpër një përçues të rendit të parë (metal), duhet ta mposht rezistencën, e cila shënohet me  $R$ . Rezistenca elektrike e përçuesit do të varet nga gjatësia e atij përçuesi ( $\ell$ ) dhe nga prerja tërthore e përçuesit ( $A$ ). Ajo rezistencë mund të definohet me shprehjen vijuese:

$$R = \rho \ell / A$$

ku  $\rho$  paraqet konstantë karakteristike për çdo material dhe paraqet konstantën e proporcionalitetit, e cila quhet rezistencë elektrike ose rezistencë specifike. Shpesh herë rezistenca specifike definohet si vlerë reciproke e rezistencës dhe shprehet me barazimin:

$$\rho = 1/R$$

ose

$$1/R = 1/\rho \cdot 1/\ell$$

Nëse  $1/\rho$  zëvendësohet me një madhësi të re  $\kappa$  nga barazimi i mëparshëm, do të marrë formën:

$$1/R = \kappa A / \ell$$

Ky zëvendësim kryhet posaçërisht te përcuesit e rendit të dytë gjegjësisht përcuesit jonik. Vlera reciproke e rezistencës specifike paraqet përcueshmërinë specifike ose konduktivitetin, i cili shënohet me  $\kappa$  (kapa). Nëse gjatësia e një përcuesi matet në centimetër, prerja tërthore po ashtu me centimetër, atëherë rezistenca në Ohm mundet të përcaktohet me njësinë  $\Omega$  (ohm) për matjen e konduktivitetit:

$$\kappa = 1/\rho$$

$$R = 1/\kappa$$

$$\kappa = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{A}$$

$$\rho = 1/\kappa$$

Ekziston mënyrë e caktuar për përcaktimin e përcueshmërisë tek elektrolitet. Nga barazimi  $\kappa = \ell/RA$  përfitohet kjo shprehje:  $R = \ell/\kappa A$  me çka raporti  $1/A = C$ .  $C$  paraqet kapacitetin ose konstantën e enës matëse me të cilën kryhen matjet e përcueshmërisë specifike. Nga barazimi  $1/A=C$ , i cili mund të llogaritet vetëm si faktorë i proporcionalitetit i cili është karakteristik për enën matëse (celula konduktometrike), me dimensione saktësisht të caktuara, mund të fitohet shprehja  $C = \kappa R$ .  $C$  tregon kapacitetin e enës matëse,  $\kappa$  konduktivitetin e tretësirës me përqendrim saktësisht të caktuar,  $R$  është rezistenca që e jep tretësira e njëjtë. Konduktiviteti te elektrolitet varet nga përqendrimi i joneve, lëvizshmëria e joneve, valentiteti i joneve dhe temperatura e tretësirës. Konduktiviteti i elektroliteve rritet me rritjen e përqendrimit të joneve deri në një maksimum, pastaj bie. Konduktiviteti është funksion linearë nga temperatura.

## **Përcaktimi i konduktivitetit të elektrolitet**

Përcaktimi i konduktivitetit të elektrolitet bazohet në matjen e rezistencës që e jep elektroliti përkatës. Matja e rezistencës kryhet në enët matëse (elektroda), me kapacitet saktësisht të caktuar. Kapaciteti i saj shpesh është prodhim i  $\kappa$  në KCl dhe ka përqendrim  $c_{KCl} = 0,01 \text{ mol/dm}^3$  dhe  $R_{KCl}$ , përkatësisht:

$$c = \kappa_{KCl} \cdot R_{KCl}$$

elektrodat e tilla mundet të jenë dy lloje:

1. Enë që shkrihen në elektrolit;
2. enë që mbushen me elektrolit.

Enët janë të prodhuara prej qelqit, në to gjenden dy pllaka të platinuara, të vendosura vertikalisht dhe të lidhura në mënyrë stabile për muret ose për fundin e enës. Për matjen e konduktivitetit të përçuesve të mirë merren elektroda të cilat largësia midis pllakave është më e madhe, për elektrolite të dobët më e vogël. Ena matëse lidhet me aparat që parqet modifikimi të urës së Vinstonit. Modifikimin e ka kryer Kolraushi dhe quhet ura e Kolraushit. Kjo urë shfrytëzohet edhe të rryma alternative dhe për këtë dallohet nga ura e Vinstonit. Ky aparat ka skemë (Fig.1), që përbëhet nga potenciometri AB, burimi i rrymës alternative  $E$  me frekuencë të lartë, rezistencë e panjohur  $R_x$  (rezistenca e elektroliteve), rezistenca e njohur  $R$ , indikator i rrymës  $N$ , osciloskop, dëgjuese, syrit magjik ose galvanometrit vibrues etj. Nëse do të punohej me rrymë njëkahëshe, do të vinte të elektroliza, me çka do të ndërrohej përqendrimi i tretësirës, konduktiviteti përcaktohet, me këtë do të ndërrohet edhe rezistenca të cilën e lexojmë.

Përpos kësaj, për shkak të elektrolizës së krijuar, ndahen edhe gazrat në elektroda dhe do të vinte të paraqitja e forcës elektromotore (FEM) të polarizimit, e cila do t'i kundërvihet rrjedhjes së rrymës, me këtë do të rritej rezistenca. Me përdorimin e rrymës alternative me frekuencë prej 1000 Hz (herc) dukuritë e përmendura paraprakisht do të tejkalohen.



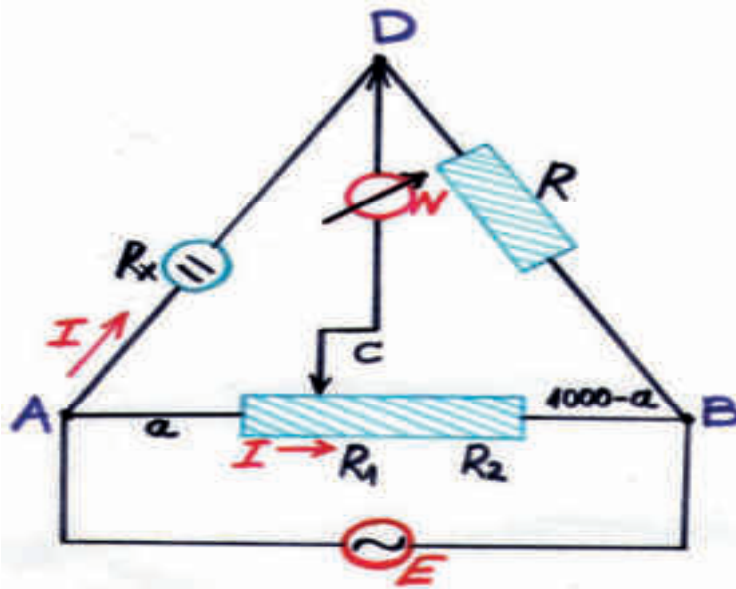


Figura 1. Modeli i Kolraushit

Gjatë mbylljes së qarkut të rrymës vjen deri te degëzimi i rrymës nëpër përçuesit në pikat A dhe D, ndërsa në pikat C dhe B paraqitet rryma e cila kalon nëpër pikat e ndara. Pika D ka potencial vlera e të cilit është midis vlerës së potencialit midis pikave A dhe B. Me tërheqjen e rrëshqitësit C në potenciometrin A dhe B mundet të gjendet pika potenciali i të cilës do të jenë i barabartë me potencialin në pikën D. Për këtë gjendje të rrëshqitësit rryma nuk do të rrjedhë nëpër degën C, në këtë rast nëpër degën me rezistencë  $R_x$  dhe  $R$  do të rrjedhë rryma me fuqi njëkohësisht të njëjtë të asaj që ka përçuesi  $R_1$ . Ajo do të jenë e njëjtë me fuqinë e rrymës që e ka përçuesi i shënuar me  $R_2$ . me që përçuesit  $R_x$  dhe  $R_1$  kanë potencial të njëjtë në pikat e skajshme atëherë sipas ligjit të Omit përfitohet shprehja:

$$IR_x = IR_1$$

$$IR = IR_2$$

Nëse pjesëtohen dy barazimet përfitohet:

$$\frac{R_x}{R} = \frac{R_1}{R_2}$$

Nëse teli AB ka përbërje homogjene dhe gjithkrah prerje të njëjtë, rezistencat  $R_1$  dhe  $R_2$ , do të qëndrojnë në raport me gjatësitë e tyre  $a$  dhe  $(1000-a)$ :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{a}{1000-a}$$

Rezistenca e panjohur paraqitet me relacionin:  $R_x = R \frac{a}{1000 - a}$

Konduktiviteti i tretësirës së hulumtuar do të përcaktohet sipas barazimit:

$$\kappa_x = C/R_x$$

Në pjesën e sqaruar më lartë është paraqitur matja e konduktivitetit me instrumente më të vjetruara. Sot shfrytëzohen instrumente më bashkëkohore, konduktometra më digjital në të cilët anë montuar tipe më të reja celulave konduktometrike.

### **Përçueshmëria molare**

Për konduktivitetin është e njohur se varet nga përqendrimi i tretësirës. Duke pasur parasysh këtë varësi, sillet madhësi e re – *përçueshmëria molare*. Shënohet me  $\lambda$  (*llambda*). Përçueshmëria molare është dhënë me barazimin:

$$\lambda_B = \kappa/c_B$$

ku  $\kappa$  (*kapa*) është përçueshmëria specifike, ndërsa  $c$  është përqendrimi i tretësirës. Në sistemin Si, njësia për përçueshmërinë molare është:  $\text{Scm}^2\text{mol}^{-1}$ . Në elektrokimi përdoret njësia  $\text{Scm}^2\text{mol}^{-1}$  ose  $\Omega^{-1}\text{cm}^2\text{mol}^{-1}$ . Pasi që përqendrimi paraqitet në njësi  $\text{mol/dm}^3$ , nevojitet të shkruhet barazimi në formën:

$$\lambda[\text{Scm}^{-1}] = 10^3 \frac{\kappa[\text{Scm}^{-1}]}{c_B[\text{mol dm}^{-3}]}$$

Përçueshmëria molare e elektroliteve është madhësi karakteristike për tretësira, ndërsa në raste ideale nuk varet nga përqendrimi i tretësirës. Në raste reale përçueshmëria molare rritet me zvogëlimin e përqendrimit, ndërsa në tretësira shumë të holluara përçueshmëria molare përfiton vlerën e saj kufitare, e cila i përgjigjet tretësirës në të cilën kationet dhe anionet midis tyre njehsohen në përcjellshmërinë e rrymës elektrike

me çka  $\alpha = 1$ . Ajo vlerë shënohet me  $\lambda_{\infty}$ . Në bazë të matjeve të shumta, Kolraushi sipas rrugës empirike erdhi deri te barazimi me emrin *rregulla e rrënjës katrore*, e cila vlen për elektrolite të fortë

$$\lambda = \lambda_{\infty} - a\sqrt{c}$$

$a$  – konstanta e proporcionalitetit për elektrolitin e analizuar

$c$  – përqendrimi.

Ky barazim tregon varësinë lineare të përçueshmërisë molare nga rrënja katrore e përqendrimit të tretësirës dhe përdoret për përcaktimin e  $\lambda^{\infty}$  të elektrolitet e fortë. Po ashtu në bazë të hulumtimeve të shumta Kolraushi konstatoi se gjatë hollimit pakufi secili jon kontribon në përçueshmërinë molare të elektrolitit dhe nuk ndikon në jonin tjetër që gjendet në tretësirë. Vlera e përçueshmërisë molare gjatë hollimit pakufi është i barabartë me shumën e **përçueshmërive jonike**  $\lambda_{K^+}^{\infty}$  dhe  $\lambda_{A^-}^{\infty}$ . Ai përfundim është i njohur me emrin **ligji i Kolraushit** për udhëtimin e pavarur të joneve dhe mundet të tregohet në formë të barazimit:

$$\lambda_{\infty} = \lambda_{K^+}^{\infty} + \lambda_{A^-}^{\infty}$$

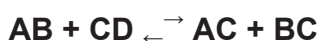
**Ligji i Kolraushit thotë: Gjatë hollimit të pakufizuar të tretësirave përçueshmëria molare e elektrolitit është shumë e përçueshmërive molare të joneve të pranishme.**

Ky barazim vlen për elektrolitet siç janë: NaCl, MgSO<sub>4</sub>, pasi që janë simetrike, ndërsa për MgCl<sub>2</sub> dhe Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> do të jenë:

$$\lambda_{(MgCl_2)}^{\infty} = \lambda_{(Mg^{2+})}^{\infty} + 2\lambda_{(Cl^-)}^{\infty}$$

$$\lambda_{(Na_2SO_4)}^{\infty} = 2\lambda_{(Na^+)}^{\infty} + \lambda_{(SO_4^{2-})}^{\infty}$$

Për çdo reaksion ligji për udhëtim të pavarur do të tregohet me barazimin e përgjithshëm:



$$\lambda_{(AB)}^{\infty} + \lambda_{(CD)}^{\infty} \rightleftharpoons \lambda_{(AC)}^{\infty} + \lambda_{(BC)}^{\infty}$$

Përçueshmëria molare gjatë hollimit pakufi kanë elektrolitet që janë shpërbashkuar (disocijuar) plotësisht, përkatësisht kur  $\alpha=1$ , vlera e saj do t'i shtohet barazimit:  $\lambda=\lambda_{\infty}$ . Nëse  $\alpha<1$ , do të zvogëlohet  $\lambda$ , ndërsa vlera e saj do të jepet me barazimin:  $\lambda = \alpha \lambda_{\infty}$ , përkatësisht,  $\alpha = \lambda/\lambda_{\infty}$ .

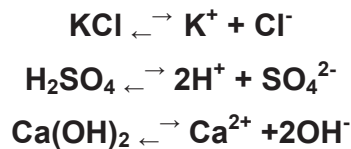
Kjo shprehje paraqet rregullën e Kolraushit, e cila vlen për elektrolit të dobët. Përçueshmëria molare e elektroliteve varet më shpesh nga përqendrimi, temperatura dhe nga natyra e elektrolitit. Është e njohur se me rritjen e temperaturës përçueshmëria molare e tretësirave rritet. Elektrolitet e fortë kanë përçueshmëri molare e cila praktikisht nuk varet nga përqendrimi, së paku përqendrimet të ulëta.

Përçueshmëria molare të elektrolitet e dobët tregon varësi nga përqendrimi. Hulumtimet për përçueshmërinë molare i ka kryer Kolraushi. Ai ka vërtetuar se çdo lloj i joneve dukshëm kontribuon në përçueshmërinë molare.

### 4.3 TEORIA E ARENIUSIT PËR SHPËRBASHKIMIN ELEKTROLITIK

Zbatimi i rrymës elektrike në tretësirat ujore dhe shkrirjet e disa substancave është studiuara qysh në fillim të shek. 19. Këtë e kanë studiuar kimistët anglez Faradej dhe Devi. Në vit. 1834 vetë kishte supozuar se gjatë kohës së rrjedhjes të rrymës elektrike nëpër tretësira, substanca tretur shpërbëhet në grimca me ngarkesë elektrike.

Substancat që e përcjellin rrymën elektrike me anë të joneve quhen **elektrolite**, ndërsa gjitha substancat tjera të cilat gjatë kushteve të njëjta nuk e përcjellin rrymën elektrike quhen **joelektrolite**. Më vonë me seri të eksperimenteve është treguar se jonet që e përcjellin rrymën elektrike krojohen me lëshimin e rrymës elektrike nëpër tretësira, të cilat formohen me vetë tretjen e elektroliteve në ujë. Në vit. 1887 shkencëtari suedez Arenius Svante jep sqarimin e tij se në tretësira të elektroliteve ekzistojnë grimca të lira – jone. Kjo është e ashtuquajtura hipoteza e jonizimit. Nga arritjet e tij dhe rezultatet eksperimentale, këtë hipotezë e zhvilloi në teorinë e shpërbashkimit elektrolitik. Sipas kësaj teorie, molekulat e elektroliteve gjatë tretjes në ujë shpërbashkohen (disociojnë) në jone pozitive dhe negative të elektrizuara – jone. Kjo dukuri e shpërbashkimit të joneve quhet shpërbashkim elektrolitik ose jonizim. Sipas asaj, elektrolitet janë substanca të tilla që gjatë tretjes në ujë formojnë jone. Shembull:



Në favor të këtyre konstatimeve janë dhënë një varg të dhënash që tregojnë se tretësirat e elektroliteve kanë përjashtime në raport me joelektrolitet.

Elektrolitët janë kryesisht komponime jonike ose komponime kovalente me karakter të shprehur jopolar.

- Shtypja e avullit të elektroliteve me përqendrim të njëjtë dhe gjatë temperaturës së njëjtë është më e vogël në raport me joelektrolitet;

- Tretësirat elektrolitike në raport me ato joelektrolitike tregojnë zvogëlim më të madh të pikës së ngrirjes, ndërsa rritje të pikës së vlimit;

- Kanë shtypje osmotike më të madhe në raport me joelektrolitet.

Për substancat me rrjetë kristalore jonike është treguar se gjatë tretjes në ujë dukshëm shpërbashkohen në jone. Në tretësira ujore shpërbashkimi i tyre është i plotë.

Më vonë është zbuluar se teoria e Areniusut ka mangësi. Bëhet fjalë për mënjanimin e elektroliteve nga ligji i Vant – Hofit, i cili vlen për tretësira të holluara që tregohen me barazimin vijues:

$$pV = nRT$$

$$V = 1/c$$

$$p/c = nRT$$

$$p = nRTc$$

ku:  $V$  – vëllimi,  $p$  – shtypja osmotike,  $c$  – përqendrimi molarë,  $n$ - numri i grimcave,  $R$  - konstanta e gazrave,  $T$  - temperatura absolute.

Pasi që elektrolitet tregojnë shtypje më të madhe osmotike, ky barazim nuk mundet të përdoret për ato. Më vonë, që ky barazim të gjejë aplikim edhe për elektrolitet, është propozuar përdorimi i koeficientit të korrigjimit kah vlera më e madhe se një.

Sipas njohurive të sotme bashkëkohore për elektrolitet konsiderohet se në tretësirë jonet janë të solvatuara, nëse tretës është uji, ato janë të hidratizuara. Jonet e elektrizuara të lëvizshme krijohen gjatë tretjes në ujë ose në tretës tjetër të përshtatshëm të substancave të ndërtuara prej joneve ose molekulave polare. Dukuria e paraqitjes së joneve të lëvizshme posaçërisht në tretësirë quhet **shpërbashkim elektrolitik**, ndërsa vetë ndarja e joneve – **disocijim** (shpërbashkim).

Sipas njohurive bashkëkohore, te elektrolitet e forta në tretësirë ujore ekzistojnë vetëm jone dhe praktikisht nuk ka molekula të pa shpërbashkuara. Prandaj në rastin e elektrolitit të fortë procesi i shpërbashkimit duhet të paraqitet në këtë mënyrë:



Shigjeta njëkahëshe tregon se reaksioni është i pakthyeshëm. Përkundër kësaj te elektrolitet e dobët në ekuilibër ka jone dhe molekula të pa shpërbashkuara:



Shigjeta e dyfishtë tregon se reaksioni është i kthyeshëm. Jonet e ndryshme hidratohen në përmasa të ndryshme, hidratimi i joneve shënohet me **aq**, përkatësisht aqua (akua). Shumë kimistë konsiderojnë se joni i hidrogjenit është i lidhur fortë (hidratuar) me një molekulë të ujit duke formuar jonin hidronium -  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

Arsyeja për shpërbashkimi e elektroliteve janë molekulat polare të ujit.

#### **4.4 ELEKTROLITET E DOBËT DHE TË FORTË**

Në varësi nga madhësia e shkallës së shpërbashkimit elektrolitik (jonizimit), elektrolitet rëndomtë ndahen në: **të fortë**, shkalla elektrolitike e të cilave është e madhe, dhe të **dobët**, të cilët karakterizohen me vlera të vogla të shkallës së shpërbashkimit elektrolitik. Është e qartë se mes këtyre dy grupeve janë elektrolitet me fuqi të mesme.

Në elektrolite të fortë numërohen elektrolitet shkalla jonizuese e të cilave është 0,30 ose deri 30% ose mbi 30%. Këtu bëjnë pjesë gjitha llojet e kripërave (me disa përjashtime – kripërat e metaleve të rënda), bazat e alakineve dhe alkalineve tokësore dhe disa acide minerale. Shembuj të tillë janë:

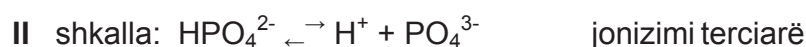
Kripërat: KCl, NaCl,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ;

Bazat: KOH, NaOH,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ;

Acidet: HCl,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , Hbr,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ .

Elektrolite të dobët janë:  $\text{HgCl}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , HF, HCN,  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Për më tepër acide bazike dhe më shumë baza acidike karakteristike është shkalla më e madhe e jonizimit. Për shembull acidet dybazike  $H_2SO_4$ ,  $H_2CO_3$ , jonizohen në dy shkallë, tribazike  $H_3PO_4$  në tri shkallë, ndërsa baza dyacidike e kalciumit dhe bariumit shpërbashkohen në dy shkallë. Shembull, acidi trebazik  $H_3PO_4$  kryhet sipas barazimeve:



1. Gjatë jonizimit primarë ndarja e jonit të parë hidrogjen kryhet nga molekula neutrale e  $H_3PO_4$  për çka është e nevojshme të harxhohet sasi e caktuar e energjisë;

2. Gjatë jonizimit sekondarë ndarja e jonit të hidrogjenit kryhet nga joni i elektrizuar negativisht  $H_2PO_4^-$ , për çka nevojitet energji relativisht më e madhe;

3. Ndarja e jonit të tretë të hidrogjenit në jonizimin terciarë kryhet nga joni dyvalent negativ  $HPO_4^{2-}$ . Kjo ndarje kryhet relativisht më vështirë, sepse harxhohet sasi më e madhe e energjisë.

### **Lloje të elektroliteve dhe joneve**

Elektrolitët që me jonizim japin dy jone, janë elektrolite binarë. Të tillë janë: HCl, HBr, HI, KOH,  $NH_4OH$ , disa kripëra: NaCl, KCl,  $NaNO_3$ ,  $KNO_3$ ,  $NH_4NO_3$  etj.

Elektrolitët që me jonizim japin katër jone quhen elektrolite kuaternarë; të tillë janë, për shembull:



Në varësi nga përbërja, dallojmë jone të thjeshta ose elementare (katione dhe anione) dhe katione dhe anione të përbëra, ndërsa në varësi nga elektrizimi i tyre dallohen ato një valente dhe anionet dhe kationet shumëvalente. Për shembull:

- a) katione të thjeshta njëvalente janë:  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Li^+$ ,  $Ag^+$  dhe tjera;
- b) katione të thjeshta dyvalente janë:  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  dhe tjera;
- c) katione të thjeshta trevalente janë:  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Au^{3+}$  dhe tjera;
- ç) anione të thjeshta njëvalente janë:  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ;
- d) anione të thjeshta dyvalente janë:  $S^{2-}$ ,  $Se^{2-}$ ,  $O^{2-}$ ;
- e) anione të përbëra njëvalente janë:  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $ClO_3^-$ ,  $ClO_4^-$ ;
- f) anione të përbëra dyvalente janë:  $CO_3^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $SiO_3^{2-}$ ;
- g) anione të përbëra trevalente janë:  $PO_4^{3-}$ ,  $BO_3^{3-}$ ,  $AsO_4^{3-}$ .

Ekzistojnë edhe jone të përbëra që quhen komplekse.

Jone komplekse mund të jenë kationet edhe anionet njëvalente dhe më shumëvalente:

- a) katione komplekse:  $[NH_4]^+$ ,  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ,  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ;
- b) anione komplekse:  $[Au(CN)_2]^-$ ,  $[Hg(I)_4]^{2-}$ ,  $[Fe(CN)_6]^{4-}$ .

### ***Shkalla e shpërbashkimit elektrolitik***

Si masë kuantitative për gjendjen e ekuilibrit të tretësirave elektrolitike përdoret shkalla e shpërbashkimit elektrolitik. Ai është raporti midis numrit të molekulave të tretura. Ai shënohet me  $\alpha$ , shumëzohet me 100 dhe në këtë mënyrë tregohet në përqindje:

$$\alpha = \frac{n}{N} \cdot 100 \%$$

ku,  $n$  është numri i molekulave të shpërbashkuara, ndërsa  $N$  numri i molekulave të tretura.

Numri i molekulave që shpërbashkohen në tretësirë nuk është i barabartë për gjithë elektrolitet, sipas asaj do të varet nga: natyra e elektroliteve, temperatura dhe përqendrimi.



$\alpha$  alfa), rritet me rritjen e temperaturës dhe me zvogëlimin e përqendrimit. Kjo d.m.th. se te elektrolitet e dobët pjesa nga molekulat e shpërbashkuara është më i madh në tretësirat e holluara se sa në tretësirat e përqendruara. Vlera e  $\alpha$  sillet prej 0 deri 1, dhe për këtë e tregojmë në përqindje. Të supozojmë se kemi elektrolit binarë, për shembull: HCl dhe se janë tretur  $N$  molekula të HCl, ndërsa nga këto  $N$  molekula më janë shpërbashkuar në ujë në  $n$  jone dhe molekula. Atëherë numri i molekulave të padisocijuara (shpërbashkuara) do të jenë  $N-n$ , ndërsa nga molekulat e shpërbashkuara do të përfitojmë  $2n$  jone. Raporti  $(N-n)/N$  është raport i numrit të përgjithshëm të grimcave ndaj numrit të molekulave të tretura. Këtë raport e shënojmë si koeficient të shtupë osmotike te elektrolitet dhe shënohet me  $i$ .

$$1) \quad i = \frac{N+n}{N}$$

$$2) \quad i = \frac{N}{N} + \frac{n}{N}$$

$$3) \quad i = 1 + \frac{n}{N}$$

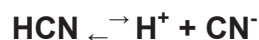
$$4) \quad \alpha = \frac{n}{N}$$

$$5) \quad i = 1 + \alpha$$

Ky raport është koeficient, i cili tregon se sa zvogëlohet numri i grimcave në tretësirë pas shpërbashkimit. Me këtë korigjim ligji i Vand-Holfit mundet të përdoret edhe për elektrolite, dhe nga ai mund të njehsohet shkalla e shpërbashkimit, por me shfrytëzimin e këtij korigjimi:  $P=icRT$ .

### ***Konstanta e shpërbashkimit (disocijimit) elektrolitik te elektrolitet e dobëta***

Siç konstatuam më herët shpërbashkimi elektrolitik është proces reverzibil gjatë të cilit krijohet ekuilibri midis molekulave të pashpërbashkuara dhe joneve të tyre. Elektroliti i dobët me molekula të tëra të pashpërbashkuara për shembull: HCN, do të shpërbashkohet në  $H^+$  (katione) dhe  $CN^-$  (anione) në barazimin:

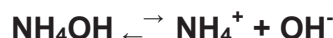


Ai i bindet ligjit për veprimin e masave.

Konstanta e ekuilibrit kimik do të jenë ekuivalente me barazimin:

$$k = [\text{H}^+] [\text{CN}^-] / [\text{HCN}]$$

dhe quhet edhe **konstanta e shpërbashkimit elektrolitik**. I tillë është shembulli edhe me elektrolite tjera të dobëta dhe kështu konstanta e shpërbashkimit elektrolitik për  $\text{NH}_4\text{OH}$  do të ishte:



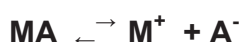
$$k = [\text{NH}_4^+] [\text{OH}^-] / [\text{NH}_4\text{OH}]$$

Te elektrolitet me më shumë shkallë të shpërbashkimit çdo shkallë ka konstantë përkatëse, dhe shuma e tyre jep konstantën e përgjithshme të shpërbashkimit elektrolitik. Shembull  $\text{H}_2\text{S}$  disocion në dy shkallë:



$$k = k_1 \cdot k_2$$

Konstanta e shpërbashkimit ka vlerë numerike të caktuar. Sa më e madh është vlera numerike e konstantës së shpërbashkimit aq më i madh është përqendrimi i joneve në raport me molekulat e pashpërbashkuara në elektrolitin. do të thotë vlera numerike e konstantave të shpërbashkimit është masë e fuqisë së elektrolitit. Te elektrolitet e dobët konstanta e shpërbashkimit nuk varet nga përqendrimi i tretësirës. Te elektrolitet e fortë ajo varet nga përqendrimi i elektroliteve, kjo paraqet mangësinë tjetër të teorisë së Areniusit. Elektrolitet e fortë shmangen nga ligji i Osvaldit për hollim i cili nxjerrë nga masat. Ky ligj mundet të përdoret vetëm për elektrolitet e dobëta, dhe jep lidhshmërinë përkatëse midis konstantës dhe shkallës së shpërbashkimit elektrolitik. Për këtë qëllim do të shërbehemi me shembullin për një elektrolit binarë në përgjithësi e shënojmë me MA i cili gjatë shpërbashkimit jep dy jone:



Në bazë të ligjit për veprimin e masave mund të shkruhet :

$$k = \frac{[M^+][A^-]}{[MA]} \quad \text{ose} \quad k = \frac{c_{M^+} \cdot c_{A^-}}{c_{MA}}$$

Nëse një mol nga elektroliti MA shpërbëhet në  $\alpha$  jone -  $M^+$  dhe  $\alpha$  jone -  $A^-$ , atëherë  $(1 - \alpha)$  janë molekula të cilat ngelin të pashpërbashkuara. Përqendrimi i anioneve dhe kationeve në tretësirë do të jenë i barabartë me  $\alpha c$ , ndërsa i molekulave të pashpërbashkuara  $(1 - \alpha)c$ . Nëse këto vlera zëvendësohen në barazimin e sipërm me çka:

$$SM^+c = \alpha c \quad \text{dhe} \quad SA^-c = \alpha c$$

atëherë,

$$c - SM^+c = c - \alpha c$$

përqendrimi i:

$$SM^+c = (1 - \alpha)c$$

$$k_{MA} = \frac{\alpha c \cdot \alpha c}{(1 - \alpha)c} \quad \text{ose} \quad k_{MA} = \frac{\alpha^2 c^2}{(1 - \alpha)c}$$

$$k_{MA} = \alpha^2 c / (1 - \alpha)$$

nëse elektroliti është shumë i dobët, atëherë  $(1 - \alpha)$  tenton kah një, barazimi merr formën:

$$k_{MA} = \alpha^2 c,$$

prej këtu

$$\alpha^2 = k_{MA}/c \quad \text{ose} \quad \alpha = \sqrt{k_{MA}/c}$$

nga ky barazim rrjedh se:

1. Sa më i madh të jenë hollimi i tretësirave aq më e madhe është shkalla e shpërbashkimit elektrolitik;
2. Shkalla e shpërbashkimit elektrolitik gjatë përqendrimit të njëjtë të tretësirave, do të jenë më e madhe te elektrolitet që kanë konstantë më të madhe të shpërbashkimit elektrolitik.

## 4.5 ELEMENTI ELEKTROKIMIK

Elektrokimia moderne e cila është pjesë e kimisë fizike merret me studimin e dukurive të lidhura kalimin e rrymës elektrike nëpër trupa, si edhe me procese që mundet të shërbejnë si bazë për përfitim të rrymës elektrike. Në esencë elektrokimia i sqaron dhe ndalet në proceset elektrokimike. Ato janë procese gjatë të cilave ndodhë shndërrimi i energjisë kimike në energji elektrike dhe anasjellë. Ato paraqesin procese oksido-reduktuese përkatësisht redoks procese.

Sistemi në të cilin rryma elektrike shndërrohet në energji kimike quhen celula elektrolitike ose elektrolizer, ndërsa sistemi në të cilin energjia kimike shndërrohet në elektrike, i cili mund të shërbejë si burim i rrymës quhet **element galvanik**. Elementi elektrokimik galvanik paraqet njëkohësisht edhe bashkim të gjysmëelementeve, kjo d.m.th. se në elementet elektrokimike ekziston pjesë në të cilën kryhet proces i oksidimit dhe pjesa tjetër në të cilën kryhet procesi i pranimit të elektroneve – reduktimi. Këto dy pjesë të elementit elektrokimik quhen **gjysmëelemente**. Gjysmë elementi në të cili kryhet oksidimi quhet anodë, ndërsa ai në të cilin gjysmëreaksioni është reduktimi – katodë. Emrat e njëjtë përdoren edhe për shënimin e përçuesve metalik, pllakave, shufrave të zhytur në tretësira përkatëse. **Elektroda së bashku me tretësiron në të cilën është zhytur, paraqet gjysmëelement**. Kështu mund të konsiderohet se secili element elektrokimik përbëhet prej dy gjysmëelementeve.

Ekzistojnë më shumë lloje të gjysmëelementeve:

1. **Elektrodat metalike** (gjysmëelementet) të cilat përbëhen nga metali i zhytur në tretësirë që i përmban jonet metalike përkatëse. Shembull, pllaka e zinkut e zhytur në tretësirë të ndonjë kripte të zinkut ( $\text{ZnSO}_4$ ). Gjysmëelementi mund të shënohet me  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}$  ose  $\text{Zn}_{(s)}/\text{ZnSO}_{4(aq)}$  ose  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ , përkatësisht  $\text{CuSO}_{4(aq)}/\text{Cu}_{(s)}$ .

2. **Elektrodat e gazta** përbëhen nga metali (më shpesh platina e platinuar) e zhytur në tretësirë pjesërisht me pjesën metalike, rreth saj lëshohet gazi nën shtypje të caktuar. Shembull për elektrodën e tillë është elektroda e hidrogjenit e cila shënohet me  $\text{H}^+/\text{H}_2/\text{Pt}$  ose  $\text{Pt}/\text{H}_2(\text{fH}_2)/\text{H}^+(\text{aH}_2)$ , ku f është fugaciteti i  $\text{H}_2$  të gaztë, ndërsa (aH<sub>2</sub>) është aktiviteti i joneve të hidrogjenit. Nëse fugaciteti i hidrogjenit të gaztë është 102.325 kPa, ndërsa aktiviteti i joneve është i barabartë me një, atëherë elektroda paraqet elektrodë **standarde**.

3. **Redoks elektrodë (oksidoreduktuese)** të cilat përbëhen prej metalit (rëndomtë platinë e lëmuar) e zhytur në tretësirë në të cilën ka jone me ngarkesa të ndryshme, të cilat gjatë rrjedhjes së reaksionit mund të kalojnë prej njërit në tjetrin. Shembulli tillë është elektroda e kinhidronit e cila paraqet përzierje ekuivalente të kinonit dhe hidrokinonit.

4. **Elektroda e llojit metal – kripë metalike ose metal - oksid metalik** i zhytur në tretësirë me jone të përbashkëta. Shembull:  $\text{Ag}/\text{AgCl}/\text{Cl}_2$  ose  $\text{Sb}/\text{Sb}_2\text{O}_3/\text{OH}^-$ . Elektroda e Kalomelit paraqet një lloj të tillë të elektrodës.

5. **Elektrodat jonoselektive** përmbajnë membranë gjysmë lëshuese për një lloj jone. Elektroda jonoselektive më shpesh e përdorshme është **elektroda e qelqit**.

Pa marrë parasysh çfarë është gjysmëelementi, elementi elektrokimik i cili është përbërë prej gjysmëelementeve, gjatë shënimit të elementit të tërësishëm ndaras shënohen dy gjysmëelementet. Elemente elektrokimike mund të jenë pa dhe me transport ku i shtohen të dhënat për aktivitetet dhe përqendrimet e dy tretësirave.

Shembull, elementi elektrokimik me transport (bartje) është elementi i Danielsit:  $\text{Zn}/\text{ZnSO}_4(a_1)|\text{CuSO}_4(a_2)/\text{Cu}$ , më thjesht shënohet  $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}(a_1)|\text{Cu}^{2+}(a_2)/\text{Cu}$ . Vija vertikale shënon, se kontakti i lëngët është realizuar me anë të diafragmës poroze të lëshueshme për njërën anë, e cila mundëson difuzionin e joneve. Shpesh herë kontakti lëngët realizohet me urë elektrolitike. Ajo është lidhje me anë të gypit të mbushur me elektrolit dhe gjatë të shënuarit përdoret vija e dyfishtë vertikale:



Nuk është njëjtë se a do të shënohet gjysmëelementi i zinkut, e pastaj gjysmëelementi i bakrit. Pikërisht, në gjysmëelementin e majtë duhet kryhet reaksioni i oksidimit, në të djathtin reaksioni i reduktimit. Në elementin e majtë të elektrodës së zinkut zërthehen jonet e zinkut, duke lënë tepricë të elektroneve. Reaksioni mund të shkruhet:



Në elektrodën e djathtë, jonet e bakrit nga tretësira i pranojnë elektronet. Reaksioni është:



Elementet elektrokimike klasifikohen në më shumë mënyra:

- Nëse elementi shfrytëzohet për fitimin e rrymës elektrike atëherë ai është element galvanik;
- Nëse në elementin galvanik kryhen reaksione kimike si rezultat i rrjedhjes së rrymës nëpër të nga burimi i jashtëm, atëherë ai paraqet celulën për elektrolizë.

Elemente galvanike klasifikohen edhe në bazë të natyrës së elektrodave dhe tretësirave në të cilat janë zhytur. Kështu, ekzistojnë elementet galvanike vijuese:

1. **Fizike**, nëse elektrodën janë ndërtuar kimikisht nga materiali identik, ndërsa dallohen sipas disa vetive fizike, gjatë kësaj dy elektrodën janë zhytur në tretësirë të njëjtë;
2. **Përqendruese**, janë ato elemente në të cilat dy elektrodën si edhe tretësirat në të cilat janë zhytur kimikisht janë identike, por ekziston dallim në përqendrimit e tretësirave ;
3. **Elektrodën kimike**, janë kimikisht të ndryshme pa marrë parasysh se a janë zhytur në tretësirë të njëjtë ose të ndryshme.

## FORCA ELEKTROMOTORE DHE POTENCIALI ELEKTRODIK

Çdo element galvanik përbëhet prej dy elektrodave të zhytura në tretësirë e cila mundet të jenë e përbërë prej tretësirës së njëjtë ose prej tretësirave të ndryshme. Forca elektromotore do të jenë e barabartë me dallimin e potencialit i cili paraqitet midis elektrodave të elementit galvanik. Forca elektromotore do të shënohet me FEM dhe është madhësi matëse. Forca elektromotore paraqet forcë lëvizëse të reaksionit kimik të procesit i cili zhvillohet në elementin elektrokimik. Në esencë ajo paraqet shumën e të gjitha dallimeve potenciale që paraqiten si rezultat i krijimit të shtresës elektrike dyfishe, i cili paraqitet në shtresën kufitare midis secilave dy fazave të ndryshme që ekzistojnë në elementin elektrokimik. Që ta sqarojmë paraqitjen e shtresës elektrike dyfishe do të shikojmë një element elektrokimik. Le të zgjidhet një element elektrokimik i caktuar:  $M_1/L_1|L_2/M_2$ .  $M_1$ dhe  $M_2$  janë metalet prej të cilave janë ndërtuar elektrodën, ndërsa  $L_1$ dhe

$L_2$  janë tretësirat në të cilat janë zhytur elektrodën. Shtresa elektrike dyfishe do të paraqitet ndërmjet  $M_1$  dhe  $L_1$ ; ndërmjet  $L_1$  dhe  $M_2$  dhe ndërmjet  $M_2$  dhe  $L_2$ . Shkaku për paraqitjen e shtresës elektrike dyfishe ndërmjet dy metaleve është në dallimin e forcës me të cilën rrjeta e metalit i mbanë elektronet. Metalet më fisnike i mbajnë elektronet më fortë, ndërsa metalet më pak fisnike më dobët. Nëse sillen në kontakt dy metale të ndryshme pjesë nga elektronet në shtresën e fundit të metaltë më pak fisnik do të kalojnë kah metali më fisnik (inert). Në këtë mënyrë metali i parë do të elektrizohet pozitivisht, ndërsa metali i dytë negativisht, kur procesi i kalimit të elektroneve do të arrijë deri në ekuilibër, të karakterizuar me ekzistimin e shtresës elektrike dyfishe. Në bazë të kësaj sjellje shkencëtari Volt ka radhitur metalet në një rend i cili mbanë emrin e tij :

**K; Na; Mg; Al; Zn; Fe; Sn; Pb; H<sub>2</sub>; Cu; Hg; Ag; Pt; Au.**

Çdo element (metal) paraardhës mund të jep elektrone, nëse është në kontakt me çdo element që është pas tij. Kjo dukuri formohet në sipërfaqen e metalit të zhytur në tretësirë. Metali tenton të oksidohet dhe të tretet në tretësirë në formë të joneve, ndërsa në metalin e patretur mbetet teprica e elektroneve dhe për këtë arsye ai do të jenë negativ. Kur metali do të arrijë ngarkesë të caktuar, për shkak të forcave elektrostatische, vendoset ekuilibri ndërmjet metalit dhe joneve në tretësirë. Dukuria mundet të jenë edhe e kundërt. Në kontaktin tretësirë – tretësirë, paraqitja (ose formimi) e shtresës elektrike dyfishe është dallimi i shpejtësisë të kalimit (difuzionit) të joneve nëpër membranën poroze që i ndanë dy tretësirat. Siç pamë FEM te elementi elektrokimik në vete përfshinë tre dallime të potencialit edhe atë: potenciali në shtresën kufitare ndërmjet elektrodave dhe tretësirës në të cilën janë zhytur, potencialit kontaktues i cili paraqitet ndërmjet dy tretësirave. Mirëpo për arsye praktike është e përshtatshme të paraqitet, si dallim i dy madhësive prej të cilave do të sillej si një gjysmëelement. Me matjen e forcës elektromotore mundet të llogaritet potenciali relativ i elektrodës së hulumtuar, ndërsa si themelore sipas të cilës përcaktohen potencialet elektrodike relative merret elektroda standarde e hidrogjenit potenciali relativ i të cilës, me marrëveshje është marrë në të gjitha temperaturat të jenë zero. Po ashtu, nëse me elektrodë të tillë masim potencialin e elektrodave tjera, kur aktivitetet e joneve në tretësirë është një, atëherë përfitohen potencialet elektrodike standarde, ato mund të jenë pozitive ose negative në raport me potencialin e elektrodës standarde të hidrogjenit. Vlerat e fituara për potencialet elektrodike standarde për të gjitha elementet japin vargun elektrokimik ose të Voltit të elementeve. Çdo vlerë ka shenjën + ose -, çka mund të shihet nga tabela:

$K^+/K \rightarrow -2.925$	$H^+/H_2 \rightarrow 0,00$
$Na^+/Na \rightarrow -2,714$	$Cu^{2+}/Cu \rightarrow +0,337$
$Mg^{2+}/Mg \rightarrow -2,37$	$Hg_2^{2+}/2Hg \rightarrow +0,798$
$Al^{3+}/Al \rightarrow -1,66$	$Ag^+/Ag \rightarrow +0,79$
$Zn^{2+}/Zn \rightarrow -0,763$	$Pt^{2+}/Pt \rightarrow +1,25$
$Fe^{3+}/Fe \rightarrow -0,440$	$Au^{3+}/Au \rightarrow +1,50$
$Sn^{2+}/Sn \rightarrow -0,136$	$Te^{2-}/Te \rightarrow -1,14$
$Pb^{2+}/Pb \rightarrow -0,126$	$OH^-/O_2 \rightarrow +0,40$
$S^{2-}/S \rightarrow -1,78$	$2Cl^-/Cl_2 \rightarrow +1,360$
	$F^-/F \rightarrow +2,87$

### ***Barazimi i Nernst për potencialin elektrodik***

Reaksioni që zhvillohet në elektrodë mund ta llogarisim si reverzibël, dhe në rastin e përgjithshëm mund ta paraqesim me barazimin:



ku,  $ze^-$  - tregon numrin e elektroneve të cilat marrin pjesë në atë reaksion. Në anën e majtë të barazimit janë dhënë format të cilat gjatë reaksionit oksidohen (format e reduktuara), në anën e djathtë të barazimit ato që reduktohen (format e oksiduar). Potenciali elektrodik i elektrodave do të varet nga ekuilibri midis formës së oksiduar dhe të reduktuar të elektrodave, pasi që ekuilibri varet nga përqendrimi i forcës së reduktuar.

Teoretikisht dhe eksperimentalisht mund të tregohet me shprehjen:

$$E = E^0 + \ln \frac{a_C^p a_D^r}{a_A^m a_B^n}$$



Për elektrodën metalike ku metali (forma e reduktuar) është në ekuilibër me jonet (forma e oksiduar), mund të paraqitet me barazimin:

$$E = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_{Ox}}{a_R}$$

$E$  – paraqet potencialin elektrodik të elektrodës;  $E^0$  - potencialin elektrodik standard;  $R$  – konstanta e përgjithshme e gazrave e barabartë me  $8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;  $T$  – temperatura absolute;  $z$  – numri i elektroneve të cilat këmbehen gjatë reaksionit;  $F = 96500$  (konstanta e Faradeut);  $a_{Ox}$  dhe  $a_R$  – aktivitetet e formës së oksiduar dhe reduktuar të substancës e cila merr pjesë në reaksionin elektrodik. Nëse logaritmi natyrorë e konvertojmë në dhjetorë (dekador), duke sjellë vlerat e konstantave në barazimin e dhënë, përfitohet shprehja:

$$\frac{2,303T}{F}$$

Në  $25^\circ\text{C}$  barazimi i Nernst thotë:

$$E = E^0 + \frac{0,059V}{z} \log \frac{a_{Ox}}{a_R}$$

Me ndihmë të këtij barazimi mund të njehsohet potenciali elektrodik i cilës do elektrodë, nëse janë të njohura aktivitetet e atyre substancave prej të cilave varet potenciali. Nëse elektroda është metalike, potenciali i elektrodës gjatë kushteve të caktuara do të varet nga aktiviteti i joneve në tretësirë. Në këtë rast barazimi i Nernst do të bëhet:

$$E_{M^{z+}/M} = E^0_{M^{z+}/M} + \frac{0,059V}{z} \log a_{M^{z+}}$$

Nëse aktiviteti i joneve në tretësirë është i barabartë me një, atëherë  $E = E^0$ , kjo i përgjigjet definicionit për potencialin elektrodik standard.

## 4.6 LLOJET THEMELORE TË GJYSMËELEMENTEVE

### *Llojet e elektrodave*

Sipas llojit të procesit elektrokimik që zhvillohet në elektroda, ato mund të ndahen në elektroda të **llojit të parë, të dytë dhe elektroda tjera.**

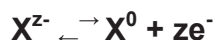
**Elektrodat e llojit të parë.** Ato janë elektroda potenciali i të cilave varet vetëm nga aktiviteti i joneve përkatëse në tretësirë. Elektrodat e tilla janë: metalike, jometalike dhe elektrodat e gazta. Te elektrodat metalike procesi i elektrodës mundet të tregohet mund të tregohet me barazimin:  $M \rightleftharpoons M^{z+} + ze^{-}$ , sipas asaj, në 25 °C, barazimi i Nernst për potencialin elektrodik të kësaj elektrode do të jetë:

$$E_{M^{z+}/M} = E^0_{M^{z+}/M} + \frac{0,059V}{z} \log \frac{a_{M^{z+}}}{a_M}$$

Pasi që aktiviteti i joneve të metaleve është konstant ( $a_M = \text{const}$ ), barazimi merr formën:

$$E_{M^{z+}/M} = E^0_{M^{z+}/M} + 0.059V/z \log a_{M^{z+}}$$

Shembull është elektroda e bakrit, zinkut etj. Nga barazimi mundet të përfundojmë se me rritjen e përqendrimit të joneve metalike në tretësirë, potenciali në elektrodë bëhet pozitiv, ndërsa me zvogëlim bëhet negativ. Te elektrodat jometalike proceset elektrokimike mund të paraqiten me barazimin:



Atëherë barazimi i Nernst merr formën:

$$E_{X^{z-}/X} = E^0_{X^{z-}/X} - 0.059V/z \log a_X/a_{X^{z-}}$$

Në këtë rast  $x$  është konstante sepse është fjala për gazin në gjendje elementare, dhe barazimi e merr formën:

$$E_{X^{z-}/X} = E^0_{X^{z-}/X} - 0.059V/z \log a_{X^{z-}}$$

Si shembull mundet të shërbejnë elektroda e klorit, oksigjenit, ndërsa si shembull i mirë për elektrodë të gaztë të cilat shtypja e gazit është konstante është elektroda e hidrogjenit (Fig.2). Kjo është elektrode themelore, e cila shërben gjatë përcaktimit të potencialëve elektrodikë standardë në vargun elektrokimik të elementeve. Elektroda standardë e hidrogjenit është e përpunuar nga platina e platinuar, në të cilën sillet hidrogjeni krejtësisht i pastër (molekularë) nën shtypje prej 101.325kPa (1bar). Hidrogjeni absorbohet në platinë. Elektroda është e zhytur në tretësirë me jone të hidrogjenit aktiviteti i të cilës është një. Këto elektroda quhen **elektroda indikatorike**. Elektroda e hidrogjenit mundet të tregohet në mënyrën vijuese:

$$E^0(H^+/H_2, Pt) = 0(a^0(H^+) = 1)$$

$$E = 0,00V$$

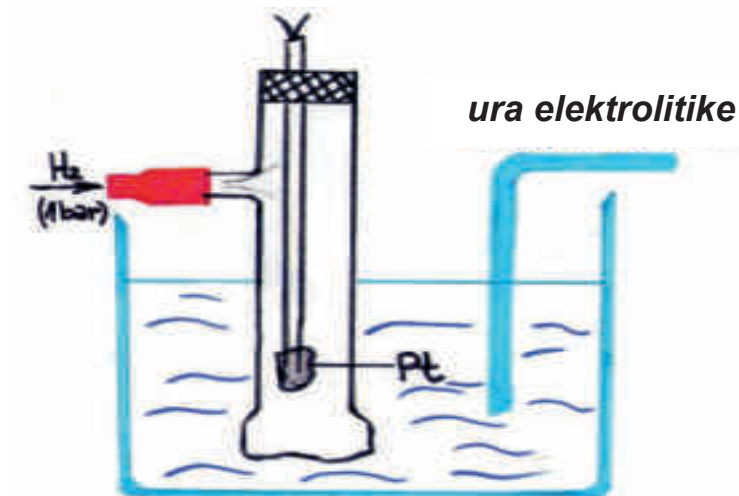


Figura 2. Elektroda e hidrogjenit

Potenciali elektrodik vendoset në sipërfaqe të elektrodës së leguruar të platinës me hidrogjen molekularë dhe joneve të hidrogjenit nga tretësira. Reaksioni elektrodik të elektrodës së hidrogjenit tregohet me barazimin vijues:



Nga barazimi rrjedh potenciali elektrodik:

$$E_{H^+/H_2} = E^0_{H^+/H_2} + \frac{0.059V}{2} \log \frac{a_{H^+}^2}{a_{H_2}}$$

Meqë aktiviteti i hidrogjenit të gaztë gjatë shtupë konstante është i qëndrueshëm, rrjedh se:

$$E_{H^+/H_2} = E^0_{H^+/H_2} + \frac{0.059V}{2} \log a_{H^+}^2$$

$$E_{H^+/H_2} = E^0_{H^+/H_2} + \frac{0.059V}{2} 2 \log a_{H^+}$$

Sipas definicionit  $E^0_{H^+/H_2}$  për elektrodën e hidrogjenit është e barabartë me zero, dhe barazimi merr formën:

$$E_{H^+/H_2} = 0.059V \log a_{H^+}$$

Pasi që

$$pH = -\log c_{H^+}$$

ose

$$pH = -\log a_{H^+}$$

$$E_{H^+/H_2} = -0.059V pH$$

Prej këtu rrjedh se me matjen e potencialit të elektrodës së hidrogjenit mund të përcaktojmë vlerën e  $pH$ , mund të njehsojmë potencialin e asaj elektrode dhe sipas asaj mund ta përdorim si elektrodë. Gjatë punës me elektrodën standarde duhet pasur kujdes që hidrogjeni që vjen në elektrodën e platinuar të jenë plotësisht i pastër me çka do të pamundësohej helmimi i platinës. Për këtë dhe për shkak të vështirësive përvuajtjen e shtupë saktë 102.325 kaktimin e elektrodës tjetër, e cila ka potencial saktësisht të njohur ndaj elektrodës së hidrogjenit. Ato elektroda i quajmë **elektroda referente**. Elektroda e **hidrogjenit, kinhidronit, e qelqit** nganjëherë i quajmë **elektroda indikatore**, sepse përdoren për përcaktimin e **pH** të tretësirës me ndihmën e elektrodave tjera, potenciali i të cilave varet nga **përqendrimi i joneve të hidrogjenit**.

**Elektrodat e llojit të dytë.** Ato janë elektroda të llojit të elektrodave metalike reverzibile, të cilat janë në kontakt me elektrolitin, i cili është tretësirë e ngopur me kripëra vështirë të tretshme të atij metali. Potenciali i elektrodës së tillë është i përcaktuar nga aktiviteti i një lloji të joneve që marrin pjesë në reaksion, ai është i përcaktuar shuma e tretshmërisë të kripërave vështirë të tretshme.

## ELEKTRODA E KALOMELIT

Ajo është elektrodë që më shpesh përdoret si elektrodë referente, sepse ka potencialin saktësisht të njohur. Një nga paraqitjet e mundshme të kësaj elektrode është (Fig. 3).

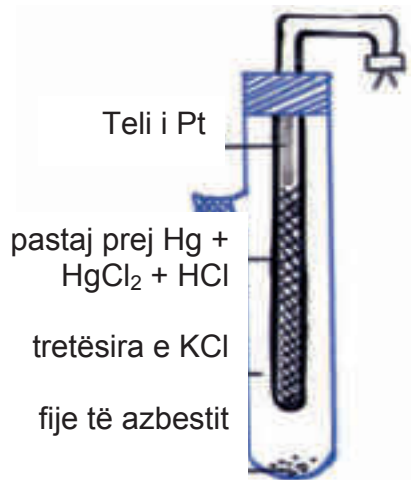
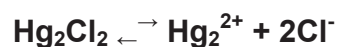


Figura 3. Elektroda referente

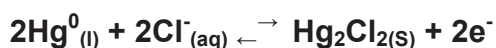
Elektrodë përbëhet prej dy elektrodave të qelqit. Në gypin e brendshëm gjendet pasta prej zhivës, kalomeli dhe tretësira prej KCl, në të cilën është zhytur teli i platinës. Pasta me tretësirën prej KCl nga gypi i jashtëm është i lidhur me anë të një zgavre (hapje) të vogël në fundin e gypit të brendshëm. Kontakti me elektrodën e dytë me elementin elektrokimik arrihet me ndihmën e fijes së azbestit të vendosur në fundin e gypit të jashtëm. Skematikisht kjo elektrodë mund të paraqitet në këtë mënyrë:



Shtresa e dyfishtë elektrike formohet nga Hg dhe jonet  $\text{Hg}_2^{2+}$  të cilat janë formuar me tretjen e pjesës së vogël të  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ .



Procesi elektrokimik në elektrodë mund të tregohet me barazimin:



ose me barazimin:



Nëse gjatë procesit anodik formohet diçka nga jonet e zhivës, ato do të fundërrohen si kalomel, ndërsa nëse nga tretësirat gjatë proceseve katolike nuk zvogëlohet përqendrimi, do të vijë deri te tretja e kalomelit prezent. Në sistem ekziston ekuilibri, i cili arrihet ndërmjet  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  të ngurtë dhe joneve të tij në tretësirë. Ekuilibri do të varet nga produkti i tretshmërisë së  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , përkaj kësaj edhe nga përqendrimi i joneve  $\text{Cl}^-$  - konstanta e ekuilibrit do të jepet me barazimin:

$$k = \frac{[\text{Hg}_2^{2+}][\text{Cl}^-]^2}{[\text{Hg}_2\text{Cl}_2]}$$

me që  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  është substancë vështirë e tretshme, atëherë  $[\text{Hg}_2\text{Cl}_2]$  është gati i pandryshuar.

$$k[\text{Hg}_2\text{Cl}_2] = [\text{Hg}_2^{2+}][\text{Cl}^-]^2$$

produkti do të jenë përkatësisht:

$$k_{sp} = [\text{Hg}_2^{2+}][\text{Cl}^-]^2$$

vijon se:

$$[\text{Hg}_2^{2+}] = \frac{k_{sp}}{[\text{Cl}^-]^2}$$

gjatë kombinimit të barazimit të Nernst për potencialin elektrodik të elektrodës së kalomelit do të marrë formën:

$$E = E^0_{kal} + \frac{0.059}{2} \log \frac{a_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2}}{a_{\text{Hg}_2^{2+}}^2 a_{\text{Cl}^-}^2}$$

praktikisht janë të pandryshueshme, me transformimin e barazimit fitohet shprehja:

$$E = E_{kal}^0 - 0.059V \log a_{Cl^-}$$

Sa më i madh të jenë aktiviteti i joneve klorure aq më negativ do të jenë potenciali elektrodik. Në varësi nga përqendrimi i tretësirës së HCl, i cili mundet të jenë:  $c_{KCl} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ ;  $c_{KCl} = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ ; dhe tretësira e ngopur e KCl, elektroda e kalomelit quhet njëmolare, decimolare dhe elektroda e kalomelit e ngopur. Elektroda e kalomelit përdoret më shpesh për matjen e  $pH$  në tretësira neutrale ose alkaline.

## ELEKTRODAT - REDOKS ELEKTRODA E KINHIDRONIT

Elektroda e kinhidronit është një nga elektrodats-redoks më të njohura, e cila përdoret për përcaktimin e  $pH$ , sepse shumë lehtë përgatitet. Elektroda e kinhidronit është modifikim i elektrodës së hidrogjenit, me çka janë mënjanuar të gjitha mangësitë e elektrodës së hidrogjenit.

Kinhidroni është përzierje ekuimolare prej kinonit dhe hidrokionit, midis të cilave vendoset ekuilibri i caktuar në varësi nga  $pH$  e tretësirës.



Potenciali elektronik i këtij ekuilibri oksido-reduktues mund të paraqitet me barazimin e Nernst për potencialin elektrodik:

$$E_{(kinhidronit)} = E_{x-x}^0 + \frac{0.059V}{2} \log \frac{a_{kinonit} a^2 H^+}{a_{kinhidronit}}$$

Pasi që në tretësirë të ngopur për kinhidronin aktiviteti i kinonit ( $a_{kinonit}$ ) është i barabartë me zero në aktivitetin e hidrokionit ( $a_{hidokionit}$ ), për këtë arsye potenciali elektronik i asaj elektrode varet vetëm nga aktiviteti i joneve të hidrogjenit.

$$E_{x-x} = E_{x-x}^0 + 0,059V \log a_{H^+}$$

në 25°C :

$$E / V = 0,7027 - 0,059 \text{ pH}$$

sipas asaj, elektroda e kinhidronit mundet të përdoret si elektrodë referente, nëse  $pH$  është e njohur saktësisht. Në enë qelqi vendoset elektroliti (tretësirë me jone  $H^+$ ), në të vendoset sasi e vogël e kinhidronit, sepse ai është dobët i tretshëm. Në enën e njëjtë zhytet elektroda e platinës (Fig.3):

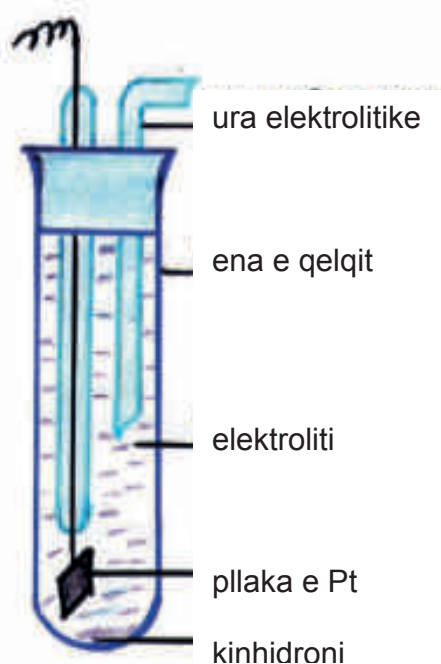


Figura 59. Elektroda e kinhidronit

Me elektrodën e kinhidronit mundet të matet  $pH$  deri 8, nëse  $pH$  është më e madhe se 8, kjo elektrodë nuk mundet të aplikohet, sepse do të çrregullohet ekuilibri oksido-reduktues reverzibil, përkatësisht oksidimi i hidrokinonit. Për shkak të kësaj mangësie, kjo elektrodë përdoret vetëm për përcaktimin e  $pH$  në mjedis acidik dhe neutral.

### ELEKTRODA E QELQIT

Për pos elektrodës së hidrogjenit dhe kinhidronit për matjen e  $pH$  më shpesh përdoret elektroda e qelqit. Përbëhet prej telit të argjendit me shtresë prej **AgCl (Ag / AgCl)** të zhytur në tretësirë të acidit klorhidrik me  $pH$  të qëndrueshëm. E gjithë kjo gjendet në gypin e qelqit i cili në pjesën e poshtme është i zgjeruar në formë të topit, (Fig.4). Pjesa e rumbullakët është shumë e hollë dhe shërben si membranë me prerje tërthore (0,06 – 0,1mm), gjysmëlëshuese vetëm për jonet  $H^+$ .



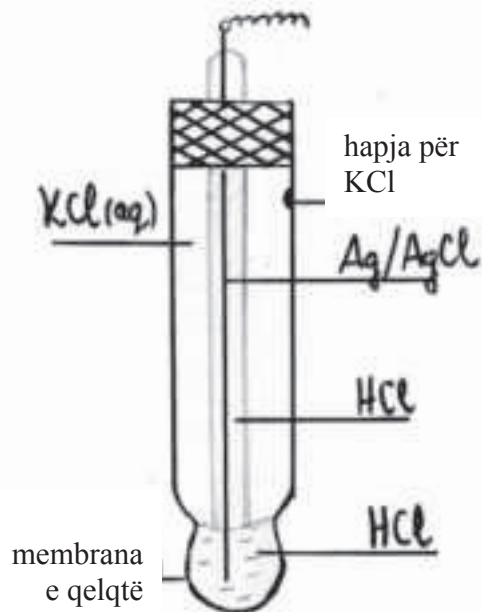


Figura 4. Elektroda e qelqit

Potenciali membranor është nga ana e brendshme e gypit të qelqit dhe është i pandryshueshëm, e gjithë kjo është arritur me elektrodën e brendshme Ag/AgCl;HCl. Nëse përqendrimi i joneve hidrogjen nga të dy anët e membranës së qelqtë është i njëjtë, ndryshon vetëm kahja kah tretësira e holluar, vendoset dallimi potencial. Ky ndryshim kontribuon për kalimin e mëtutjeshëm të joneve tjera, ndërsa varet nga përqendrimi i joneve hidrogjen nga dy anët e membranës.

Sipas barazimit të Nernst, potenciali elektronik do të tregohet me shprehjen:

$$E = E^{0st} + 0,059 \text{ V} \log aH^+$$

$E^{0st}$  – është potenciali elektronik standard për qelqin e përdorur gjatë  $aH^+=1$ ,

$$E = E^{0st} + 0,059pH.$$

Gjatë përcaktimit të  $pH$ , elektroda e qelqit lidhet me elektrodën referente për shkak të matjes së forcës elektromotore të elementit, kurse më shpesh lidhet me elektrodën e kalomelit.

Elektroda e qelqit ka përparësi sepse mundet të punojë praktikisht në gjitha mjediset, oksidues dhe reduktues, kompozime lartëpolimere, substanca organike dhe inorganike, tretësira të ngjyrosura dhe të turbullta.



## 4.7 ELEMENTET GALVANIKE

Proceset që kryhen në elemente galvanike përbëhen nga pranimi dhe lëshimi i elektroneve sikur edhe proceset që zhvillohen në elektroda të një elektrolizeri gjatë procesit të elektrolizës. Në elementet galvanike proceset e oksidimit dhe reduktimit ndodhin spontanisht në elektroda, ndërsa energjia kimike gjatë zhvillimit të procesit shndërrohet në energji elektrike. Mirëpo, janë të shpeshta procese joreverzibile.

Emrin element galvanik ka marrë sipas mjekut italian Luixhi Galvani (*Luigi Galvani*) (viti 1789). Galvani ka zbuluar elementin në mënyrën vijuese: Ka varur këmbën e bretkosës në teneqen e bakrit dhe i ka varur në rrjetën e hekurit dhe ka vërejtur se kur këmba preket me skajin tjetër të rrjetës së hekurit, ka filluar të dridhet edhe pse është pjesë e vdekur. Interpretim të drejtë të këtij fenomeni ka dhënë Aleksandër Volta (*Alessandro Volta*) (viti 1794.): ngacmimi i nervit të vdekur vjen nga goditja e rrymës. Rryma elektrike krijohet nga dy metalet – bakri dhe hekuri, të cilët janë zhytur në tretësirën fiziologjike që vepron si elektrolit. Sipas asaj, çdo element galvanik përbëhet prej dy elektrodave. Elektrody në elementin galvanik është metal (shufër, pllakë, tel), e zhytur në tretësirën që përmban jone përkatëse.

Nëse elektroda lidhet me përçues, elektronet udhëtojnë nëpër përçuesin e polit negativ, i cili i liron kah poli pozitiv, i cili i pranon. Gjatë kësaj në elektrodën negative të elementit galvanik kryhet procesi i oksidimit i shoqëruar me lirim të elektroneve, ndërsa në polin pozitiv kryhet proces i reduktimit i shoqëruar me pranim të elektroneve. Gjatë elektrolizës së elektrodës negative kryhet procesi i reduktimit, ndërsa në elektrodën negative i oksidimit. Në polin negativ të elementit galvanik ndodhë oksidimi i metalit duke kaluar në formë të jonit ose molekulës. Në polin pozitiv reduktohen grimcat (jonet) nga tretësira. Elektroliti te elementi galvanik paraqet tretësirë ujore të kripës, acidit ose bazës.

Elektroliti mundet të jetë:

1. i përbashkët për dy elektrodat;
2. i ndryshëm për dy elektrodat, nëse dy elektrolitet janë në enë të njëjtë, ndërsa ndërmjet vete janë të ndara me membranë gjysmëlëshuese;
3. nëse gjendet në dy enë të ndryshme, të cilat do të jenë të lidhura me urë elektrolitike.

Si shembull për elementin galvanik marrim **elementin e Daniels-it**. Ai përbëhet prej telit të bakrit dhe elektrodës së zinkut, ndërsa si elektrolit shfrytëzohet sulfati i bakrit (I) dhe sulfati i zinkut. Tretësirat janë të ndara me diafragmë (membranë gjysmëlëshuese) ose janë të lidhura me urë elektrolitike. Në qarkun e jashtëm të rrymës është i lidhur voltmetri për rrymë njëkahëshe. Me ndihmën e tij mund të vërtetohet se a ekziston tension elektrik ndërmjet elektrodave dhe e përcakton polaritetin e elektrodave. Nëse elementi i Daniels-it jep rrymë, harxhohet elektroda e zinkut, e cila është pol negativ i elementit, (Fig.6.a dhe b).

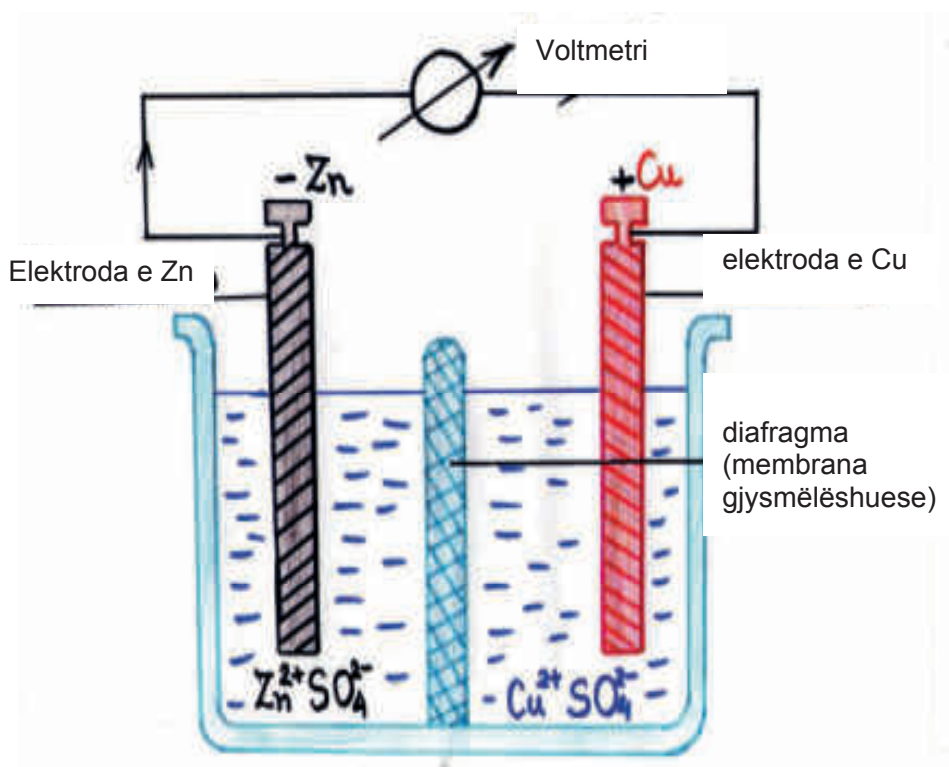


Figura 6 a. Elementi galvanik i Daniels-it me membranë gjysmëlëshuese.

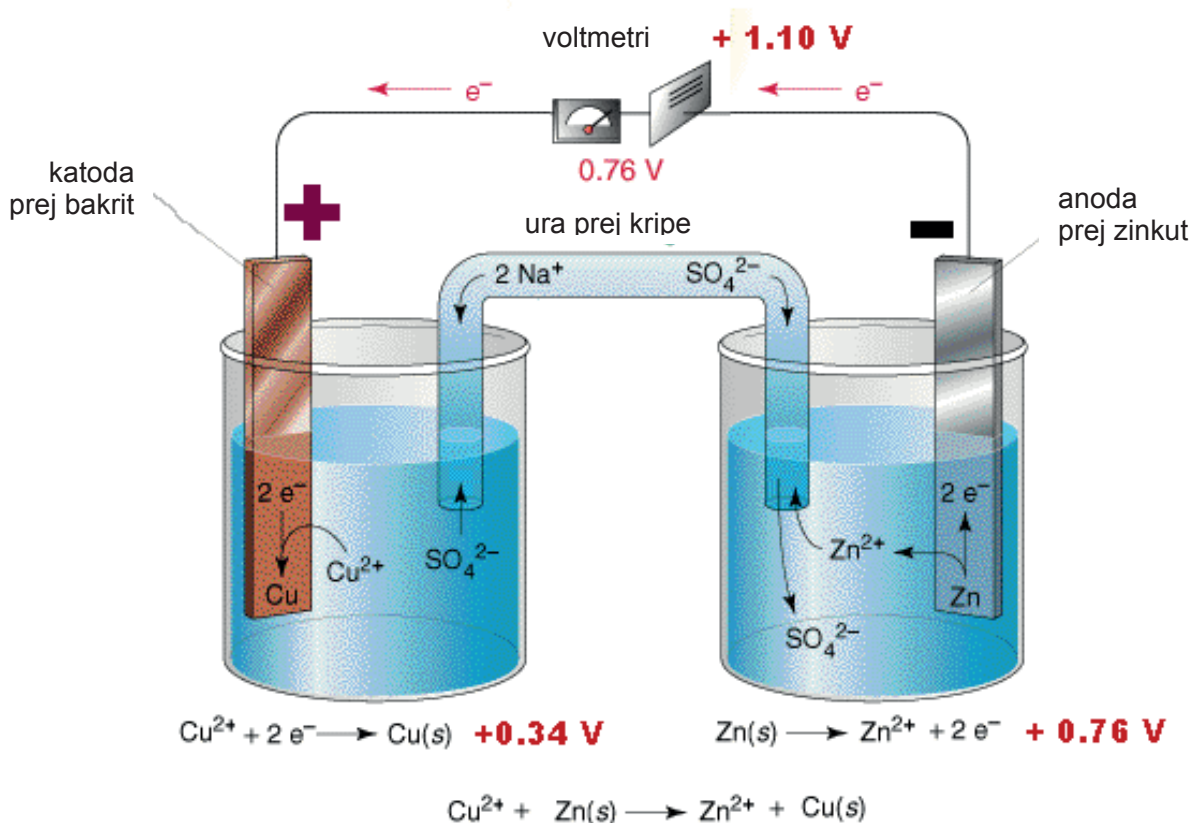
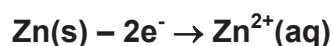
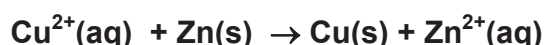


Figura 6 6. Elementi galvanik i Daniels-it.

Me analizë kimike është vërtetuar se rritet përqendrimi i joneve të zinkut në hapësirën rreth elektrodës së zinkut, e cila tretet dhe dërgon jone në tretësirë, në sipërfaqen e tij do të gjenden elektrone të lira. Përkundër kësaj, rreth elektrodës së bakrit do të zvogëlohet përqendrimi i joneve të bakrit për shkak të reduktimit të tyre të vazhdueshëm deri në bakrin elementarë. Nga gjithë kjo mund të përfundohet se në polin negativ, gjegjësisht në elektrodën e zinkut ndodhë procesi i oksidimit të zinkut:



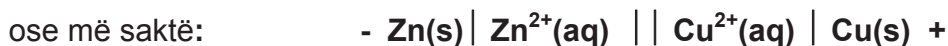
Njëkohësisht në polin pozitiv, përkatësisht në elektrodën e bakrit, në të cilën arrijnë elektrone përmes qarkut të jashtëm të rrymës, kryhet procesi reduktimit:



Barazimi sumar për proceset elektrokimike të elementi galvanik është si vijon:



Elementi i Daniels-it i treguar me skemë të thjeshtë mund të shihet në këtë mënyrë:



Gjatë paraqitjes, një vijë tregon kufirin midis elektrodës dhe elektrolitit në të cilin zhvillohet procesi elektrodik, ndërsa vija dyfishtë tregon membranën gjysmëlëshuese ose urën elektrolitike. Kjo mënyrë e paraqitjes mund të shërbejë për të gjitha elementet galvanike.

Është vërtetuar se ky element galvanik, i cili përbëhet nga elektroda e zinkut dhe e bakrit, zinku më lehtë kalon në gjendjen jonike se sa bakri. Kjo d.m.th. se ai është element elektropozitiv, dhe për këtë si elektrodë elektrizohet me ngarkesë negative. Tensioni i matur midis elektrodave është 1V. Nëse ndërrohen elektrodën nga të cilat përbëhet elementi, do të vërehet se tensioni i matur i elementit galvanik do të ndërrohet dhe se një elektrodë e njëjtë mundet të jenë pol pozitiv ose negativ i elementit galvanik. Nëse elementi galvanik përbëhet nga elektroda e bakrit dhe e argjendit, bakri është element më elektropozitiv se argjendi. Tensioni i elementit të tillë është rreth 0,46V, mundet të tregohet kështu:



Kjo tregon se bakri në raport me argjendin ka tendencë më të vogël për oksidim. Një element galvanik i Daniels-it do të punojë derisa nuk tretet plotësisht pllaka e zinkut dhe derisa nuk harxhohet plotësisht përqendrimi i joneve të bakrit nga tretësira. Forca elektromotore sipas Nernstit do të jenë si vijon: Nëse konsiderohet se  $E_1$  është potenciali elektrodik i elektrodës së bakrit,  $E_2$  – potenciali elektrodik i elektrodës së zinkut, përqendrimi i  $\text{CuSO}_4$ , do të shenohet me  $c_1$ , përqendrimi i  $\text{ZnSO}_4$  me  $c_2$ , dhe përkatësisht aktivitetet e joneve  $a_1$  dhe  $a_2$ :

$$FEM = E_1 + E_2$$

$$E_1 = E_1^0 + \frac{0,059}{n} \log c_1 \quad \text{ose} \quad E_1 = E_1^0 + \frac{0,059}{n} \log a_1$$

$$E_2 = E_2^0 + \frac{0,059}{n} \log c_2 \quad \text{ose} \quad E_2 = E_2^0 + \frac{0,059}{n} \log a_2$$

$$FEM = E_1^0 + E_2^0 + \frac{0,059}{n} \log c_1 - \frac{0,059}{n} \log c_2$$

$$FEM = E_1^0 + E_2^0 + \frac{0,059}{n} \log a_1 - \frac{0,059}{n} \log a_2$$

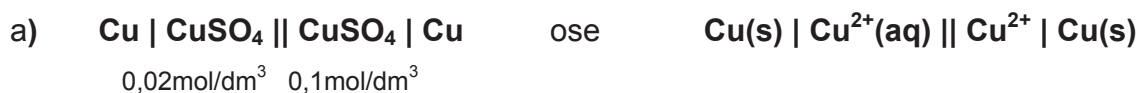
$$FEM = E_1^0 + E_2^0 + \frac{0,059}{n} \log 1$$

Ku,  $\log 1 = 0$ , prej këtu rrjedh se:  $FEM = E_1^0 + E_2^0$

## ELEMENTET GALVANIKE PËRQENDRUESE

*Elementet galvanike përqendruese* janë elemente që përbëhen prej dy elektrodave të ndërtuara prej metalit të njëjtë dhe të zhytura në tretësira të njëjta, por me përqendrim të ndryshëm.

Shembuj të tillë janë:



Ekzistojnë dy lloje të elementeve galvanike përqendruese edhe atë: elemente galvanike përqendruese me transport dhe pa transport.

Elementet galvanike përqendruese me transport (Fig. 7), kanë kufi përmes të cilit është i mundshëm transporti i drejtpërdrejt i joneve.

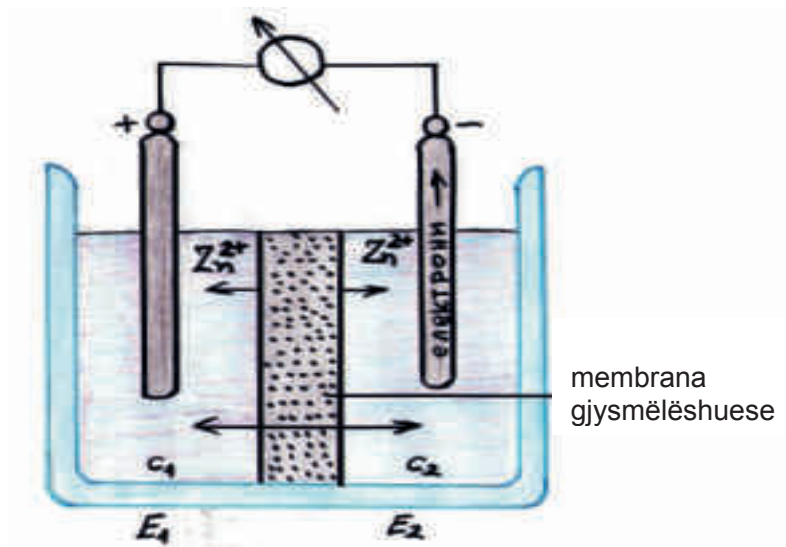
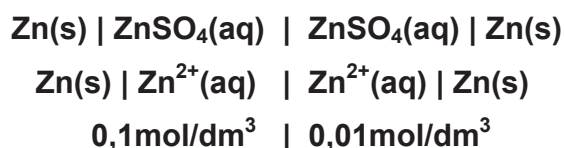
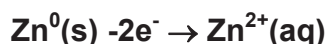


Figura 7. Elementi galvanik përqendruës.

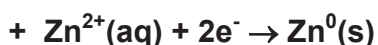
Skematikisht mund të paraqitet në këtë mënyrë:



Nëse  $c_1 > c_2$ , pllaka e zinkut e zhytur në tretësirën e  $\text{ZnSO}_4$  me përqendrim më të vogël do të tretet dhe do të jap jonet në tretësirë. Atomet metalike do të lirojnë elektrone, ndërsa elektronet do ta mbulojnë sipërfaqen e pllakës metalike, ashtu që pllaka e  $-\text{Zn}$  bëhet negative dhe në të kryhet procesi i oksidimit:



Pllaka e zinkut e zhytur në tretësirë të  $\text{ZnSO}_4$  me përqendrim më të madh do të kenë tension më të vogël të tretjes në tretësirë, gjitha jonet e  $\text{Zn}^{2+}$  nga tretësira e  $\text{ZnSO}_4$  që janë në sipërfaqe të pllakës së zinkut do t'i pranojnë elektronet që arrijnë nga përçuesi i elektrodës së dytë. Në këtë elektrodë do të kryhet procesi i reduktimit:



Dallimi potencial formohet për shkak të përqendrimeve të ndryshme të elektroliteve të ndara me membranë gjysmë lëshuese. Në një moment kur përqendrimet do të barazohen ( $c_1 = c_2$ ), nuk do të kenë dallim potenciali dhe në këtë moment elementi do të



ndërpresë së punuari. Forca elektromotore në këtë moment mundet të paraqitet me barazimin e Nernst për potencial elektrodik:

$$FEM = E_1^0 + \frac{0,059}{n} \log c_1 - (E_2^0 + \frac{0,059}{n} \log c_2)$$

$$FEM = E_1^0 + \frac{0,059}{n} \log c_1 - E_2^0 - \frac{0,059}{n} \log c_2$$

Nëse,  $E_1^0 = E_2^0$ , potencialet elektrodike normale të dy elektrodave të ndërtuara nga metali i njëjtë, forca elektromotore do të bëhet:

$$FEM = \frac{0,059}{n} \log c_1 - \frac{0,059}{n} \log c_2$$

$$FEMC = \frac{0,059}{n} \log \frac{c_1}{c_2}$$

Kur:

$$c_1 > c_2$$

$$FEM = \frac{0,059}{n} \log 1$$

$$FEM = 0,00V$$

Te këto elemente galvanike paraqitet dallimi potencial edhe në sipërfaqen kontaktuese midis dy elektroliteve edhe në sipërfaqen e membranës gjysmëlëshuese. Ky dallim potenciali quhet **potencial i difuzionit**. Ai mundet të mënjanohet, nëse këto elektrolite me  $c_1$  dhe  $c_2$  vendosen në enë të posaçme dhe lidhen me urë elektrolitike.

## ELEMENTET GALVANIKE OKSIDO – REDUKTUESE

**Elementet galvanike oksido – reduktuese** janë lidhje galvanike gjatë të cilave elektodat nuk janë aktive gjatë proceseve kimike. Energjia elektrodike në to përfitohet në llogari të oksidimit dhe të reduktimit të joneve në tretësirë (elektroliti), që d.m.th. se oksido

– reduktimi kryhet vetëm në elektrolit, ndërsa elektrodën nuk marrin pjesë në reaksionin kimik. Ky element galvanik (Fig.8) dallohet nga i Daniels-it edhe nga elementi galvanik përqendruar. Potenciali elektrodik relativ që formohet në bashkëveprimin oksido – reduktues quhet **potenciali oksido – reduktues**, dhe varet nga përqendrimi dhe nga shtypja e joneve dhe mundet të vërehet forca me të cilën substanca tenton të pranojë ose lëshojë elektrone .

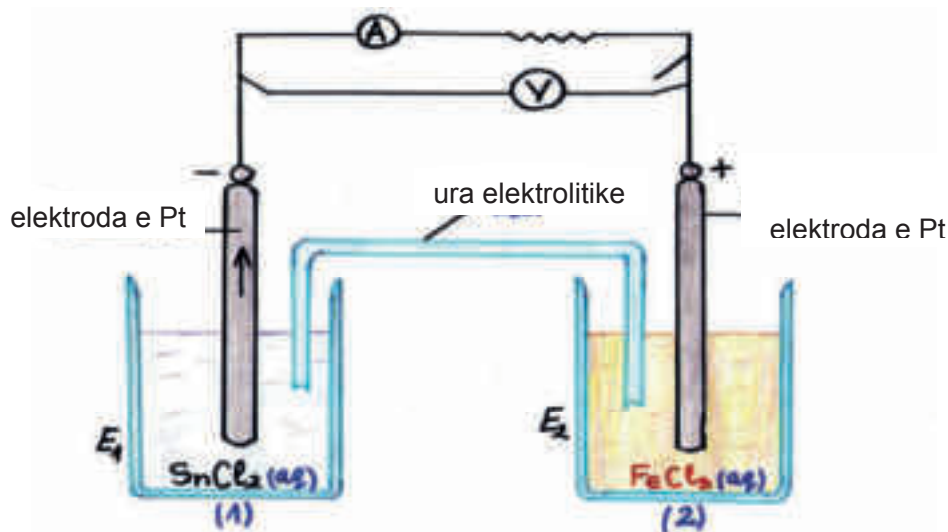
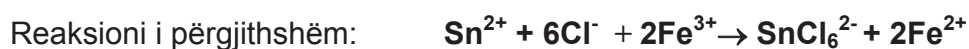
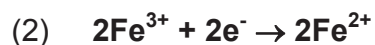


Figura 8. Elementi galvanik oksido - reduktues .

Në enën (1) derdhet tretësirë e SnCl<sub>2</sub>, ndërsa në enën (2) tretësirë e FeCl<sub>3</sub>. Dy enët janë të lidhura me urë elektrolitike, ndërsa dy elektrodën e zhytura në enët me elektrolite janë nga platina dhe janë të lidhura me përçues, ampermetër dhe rezistues. Përmes përçuesit kryhet vetëm transporti i elektroneve. Reaksioni midis SnCl<sub>2(aq)</sub> dhe FeCl<sub>3(aq)</sub> mund të paraqitet me barazimet vijuese të gjysmëreaksioneve dhe barazimi i reaksionit sumuar (të përgjithshëm):



Gjysmëreaksioni në enën (1) kryhet në tretësirë, me çka lirohen elektrone që kalojnë në elektrodën e platinës. Elektroda e platinës do të bëhet negative, sepse pranon

ngarkesa negativa (elektrone) dhe do të arrijë madhësi të caktuar të potencialit elektrodik. Në enën (2) në të cilën zvogëlohet numri i elektroneve dhe elektroda e platinës do të vepron si pozitive me madhësi të caktuar të  $E_2$ . Nëse tretësirat nga ena (1) dhe (2) janë të lidhura me urë elektrolitike, ndësa elektrodën me përçuesit elektronik, do të rrjedhë rryma e elektrike, e cila do të vërehet nga ampermetri dhe voltmetri. Përmes urës elektrolitike përmes enës (2) jonet klorure do të kalojnë në enën (1), me këtë do të formohet joni kompleks:  $\text{SnCl}_6^{2-}$ . Forca elektromotore e kësaj lidhje paraqitet me barazimin e Nernst për potencialin elektrodik:

$$FEM = \frac{Sn^{2+}}{Sn^{4+}} - E \frac{Fe^{3+}}{Fe^{2+}}$$

$$FEM = E^0_{Sn} + \frac{0,059}{2} \log \frac{c_{Sn^{2+}} c^6_{Cl^-}}{c_{SnCl_6^{2-}}} - (E^0_{Fe} + \frac{0,059}{2} \log \frac{c^2_{Fe^{3+}}}{c^2_{Fe^{2+}}})$$

#### **4.8 BURIMET KIMIKE TË RRYMËS ELEKTRIKE**

Shndërrimi i energjisë kimike në energji elektrike kryhet me më tepër elemente elektrokimike, të cilat mundet të ndahen në: primare dhe sekondare.

Në burime primare të rrymës elektrike bëjnë pjesë elementet galvanike, të cilat ndahen në:

- Kimike, në të cilat bëjnë pjesë elementi i Danielsit, elementi i Leclanché dhe elementi alkaline i Landé;
- Elementet galvanike përqendruese (elemente galvanike të përbëra prej dy elektrodave të metalit të njëjtë);
- Elementet galvanike oksido – reduktuese (celulat djegëse).

Në burime sekondare të rrymës elektrike bëjnë pjesë elementet galvanike në të cilat proceset elektrodike janë të kthyeshme. Në ato bëjnë pjesë akumulatorët, të cilat kanë përdorim më të madh praktik. Ka më shumë lloje të akumulatorëve, prej të cilëve me përdorim dhe rëndësi më të madhe është akumulatori acidik i plumbit dhe akumulatori bazik i Edisonit.

Gjatë punës së elementeve primare galvanike, përkatësisht gjatë zbrazjes së tyre, nuk mundet të rigjenerohen, ndërsa akumulatorët pas zbrazjes lehtë mundet të mbushen me lëshimin e rrymës elektrike në kahje të kundërt.

**Elementi i Leklansheut.** Si shembull për element galvanik primarë mundet të na shërbejë elementi i thatë (Fig.9), i cili përdoret si burim i rrymës elektrike te bateritë e xhepit, te transistorët marrës, gramofonët, magnetofonët.

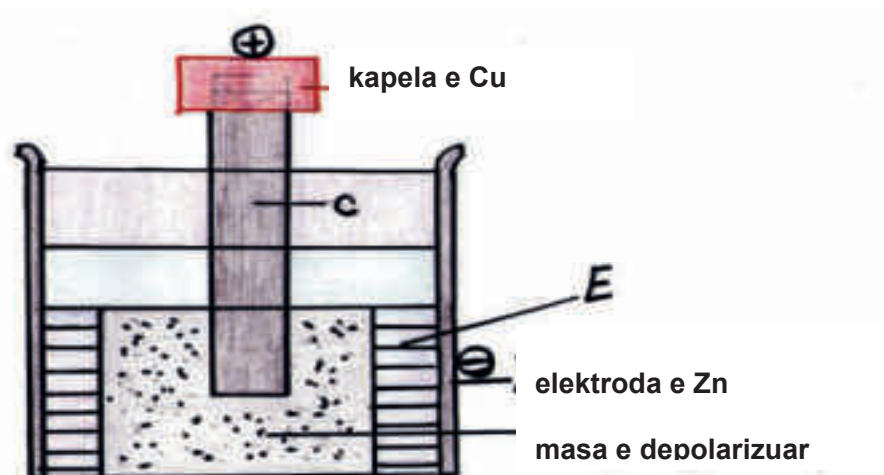
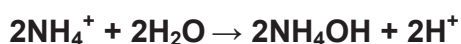


Figura 9. Elementi i Leklansheut.

Ai përbëhet nga elektroda e zinkut Zn në formë të enës cilindrike, e cila paraqet polin negativ. Në të cilën vihet në qese përzierje e oksidit të manganit (IV), grafit dhe blazë e zezë e lagur me tretësirë të klorurit të amonit 26% dhe tretësirë të klorurit të zinkut 9% ndërsa qesja është e zhelatinuar me amidon. Në mesin e masës së depolarizuar ka elektrodë grafiti (C), maja e të cilës është kapelë e bakrit, ndërsa shërben si pol pozitiv i elementit. Forca elektromotore e këtij elementi është 1,5V. Gjatë punës së elementit të thatë të elektrodës pozitive të grafitit do të lirohej hidrogjeni, i cili do të shkaktonte polarizim të elektrodave dhe zvogëlim të tensionit të elementit. Por, për shkak të pranisë së oksidit të manganit (IV), i cili shërben si depolarizator, ai reaksion nuk do të ndodhë, ndërsa reaksionet kimike më të rëndomta që ndodhin në elektroda mund t'i paraqesim kështu:



Jonet hidrogjen të elektrolitit plotësohen me elektrolizë të klorurit të amonit (pH e elektrolitit është 4,7), i cili mund të tregohet me barazimin:



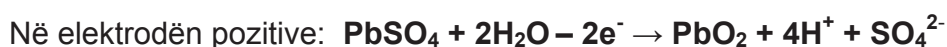
Elementi i thatë prodhohet në forma të ndryshme, përparësia e tyre është në atë se janë të lira dhe lehtë barten.

## **4.9 AKUMULATORËT DHE CELULAT DJEGËSE**

Përmendëm se në burimet sekondare të rrymës elektrike bëjnë pjesë elementet galvanike në të cilët proceset elektrodike janë të kthyeshme. Në këto burime të rrymës elektrike bëjnë pjesë akumulatorët, të cilët kanë përdorim më të madh praktik. Gjatë punës këto elemente galvanike pas zbrazjes së tyre shumë lehtë mundet të mbushen me lëshimin e rrymës elektrike në kahje të kundërt (të ashtuquajturit mbushësit).

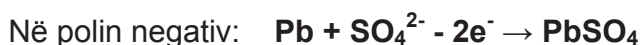
**Akumulatori acidik i plumbit.** Akumulatorët janë elemente galvanike në të cilët proceset elektrodike janë reverzibile. Teoretikisht çdo element galvanik reverzibil mund të shfrytëzohet si akumulatorë. Përdorim më të gjerë praktik e posaçërisht komercial kanë akumulatori acidik i plumbit dhe akumulatori bazik i Edisonit. Në vitin 1859 shkencëtari francez Plante erdhi te ideja, paraqitjen e polarizimit kimik ta përdor praktikisht për përfitimin e burimit të përhershëm të rrymës, përkatësisht akumulatorit të plumbit.

Kur dy pllaka të plumbit do të zhyten në tretësirë të acidit sulfurik (10%), do të tërhiqen me shtresën e sulfatit të plumbit (I). Po ashtu, është e njohur se në kushte të tilla nuk krijohet dallim potenciali. Mirëpo, nëse nëpër këtë sistem lëshohet rryma njëkahëshe nga burimi i jashtëm, në elektroda zhvillohen këto reaksione:

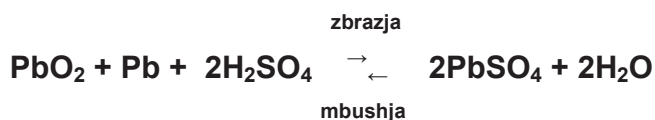


Procesi që është treguar gjatë reaksioneve, energjia elektrike shndërrohet në energji kimike dhe quhet mbushje e akumulatorit. Sipas këtyre reaksioneve karakteri i elektrodave është ndërruar (ka ardhur deri te depolarizimi kimik) elektroda pozitive mbulohet me shtresë të oksidit të plumbit (IV), ndërsa elektroda negative ka kaluar në plumb. Kështu është fituar burimi i rrymës me tension prej 2V, i cili është i njohur si

akumulator i plumbit. Kur skajet e akumulatorit të plumbit do të lidhen me qarkun e rrymës, në elektrodën e akumulatorit kryhen këto reaksione:



Siç shihet nga reaksionet e treguara elektrodën përsëri mbulohet me shtresë të sulfatit të plumbit (I) dhe dallimi potencial zvogëlohet. Ai proces, gjatë të cilit energjia kimike shndërrohet në elektrike quhet zbrazje e akumulatorit. Mbushja dhe zbrazja e akumulatorit mund të tregohet me një barazim reverzibil të reaksionit:



Akumulatori i plumbit nuk guxon të zbrazet nën tension prej 1,8V, sepse atëherë elektrodën sulfatizohen në mënyrë të pakthyeshme. Akumulatori i zbratur duhet menjëherë të mbushet. Te akumulatorët e plumbit vjen deri në procesin e vetë zbrazjes. Për këtë arsye akumulatorët duhet të mbushen edhe kur nuk përdoren. Sot elektrodën e akumulatorit të plumbit përpunohen në formë të pllakave të rrjetëzuara të plumbit me pak pllaka të antimonit. Zbratësit e elektrodës së rrjetëzuar mbushen me oksid plumbi (I) dhe acid sulfurik (elektroda pozitive) ose oksid plumbi (I) dhe acid sulfurik në elektrodën negative. Me elektrodën e përgatitura kështu soji mjafton të bëhet një mbushje që të formohet akumulator në të cilin elektrodën do të kenë sipërfaqe të mëdha të materialit aktiv.

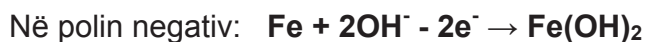


Akumulatorët karakterizohen me kapacitetin e tyre, përkatësisht sasinë e elektricitetit të cilën akumulatori i mbushur mundet ta japë gjatë zbratjes në kufirin e lejuar. Kapaciteti i akumulatorit shprehet me sasinë e elektricitetit që akumulatori mund ta japë për njësi të masës të akumulatorit. Që të rrite kapacitetin e akumulatorit, në kutinë e akumulatorit vihen më tepër pllaka në largësi më të vogla. Gjitha pllakat pozitive lidhen së bashku, e po ashtu edhe gjitha pllakat negative. Akumulatorët e plumbit kanë tension

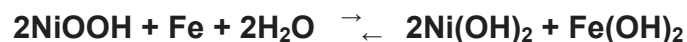
relativisht të lartë për celulë, gjatë periudhës kohore të shkurtë jep rrymë me fuqi të madhe, ndërsa tensioni nuk ndërrohet dukshëm. Për këtë arsye, shumë përdoren si starter-akumulatorë. Si anë e mirë mund të përmendet çmimi i tyre, ndërsa si anë negative masiviteti i madh për kapacitet të dhënë dhe paraqitja e vetë zbrazjes.

**Akumulatori bazik i Edisonit**, është zbuluar nga shkencëtari Edisoni, që do të thotë është më i ri për 40 vite se akumulatori i plumbit.

Është i njohur si akumulatori i Fe-Ni, e po ashtu është i njohur edhe akumulatori i Cd-Ni (Jugner-it). Si elektrolit përdoret tretësira e KOH 20% me  $50\text{g/dm}^3$  LiOH. Njëra elektrodë e këtij akumulatori është e përgatitur nga oksidi i nikelit (I), përkatësisht  $\text{Ni(OH)}_2$ , si pllakë pozitive me shtesë të nikelit metalik për t'u rritur përçueshmëria. Elektroda e dytë është nga hekuri i bluar mirë. Gjatë mbushje dhe zbrazjes së akumulatorit kryhen këto reaksione të cilat paraqiten me barazimet vijuese:



Barazimi i përgjithshëm reverzibil i reaksionit për këtë akumulator është si vijon:



Duke pasur parasysh se masa aktive të ky akumulator është e vendosur në blloqet e pllakës së rretëzuar të çeliktë, përbërja mundet të tregohet në këtë mënyrë:



Tensioni mesatar është 1,4 V. Përparësitë janë: masa e vogël, afati më i gjatë i përdorimit, nëse ngel i zbrazët nuk prishet. Përdoret në automjetet motorike me benzinë, lokomotivat e minatorëve etj. Ka koeficient më të vogël të veprimeve të dobishme në krahasim me akumulatorin e plumbit.

**Celulat djegëse.** Lloj interesant i elementeve galvanike, të cilat bëjnë pjesë në burimet sekondare të energjisë elektrike, janë celulat djegëse. Te këto reaksioni i përgjithshëm është përkatës me djegien (për shembull, djegia e hidrogjenit dhe

ngjashëm). Elementet e këtilla në të ardhmen do të jenë llojet më të rëndësishme të elementeve elektrokimike (galvanike).

Celulat djegëse paraqesin aparate që drejtpërdrejtë e shndërrojnë energjinë kimike në energji elektrike. Me celula djegëse, në realitet, nënkuptohen celulat djegëse ë hidrogjenit.

Celula djegëse e hidrogjenit është e konstruktuar nga: shtresa elektrolitike, e cila është në kontakt, me anodën dhe katodën poroze në të dy anët. Në një celulë tipike të hidrogjenit, hidrogjeni sillet në anodë, ndërsa oksigjeni në katodë. Molekulat e hidrogjenit lehtë shpërbëhen në jone të hidrogjenit dhe elektrone në prani të katalizatorit të platinit, i cili është i vendosur rreth shtresës elektrolitike. Shpërbërja e oksigjenit është më e ndërlikuar. Jonet e hidrogjenit lëvizin nëpër elektrolite kah katoda, ndërsa elektronet lëvizin nëpër përçues. Jonet hidrogjen reagojnë me jonet e oksigjenit me ç'rast formohet uji. Në këtë mënyrë celula djegëse gjeneron rrymë elektrike njëkahëshe.

#### **4.10 ELEKTROLIZA**

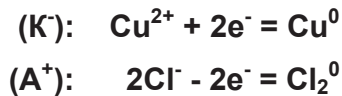
Nëse në një elektrolit zhyten dy elektroda të platinës ose grafitit, të cilat janë të lidhura me përçuesit për burimin e rrymës një kahëshe elektrike, do të formohet sistem elektrokimik. Nëse nëpër këtë sistem rrjedh rryma elektrike, ajo do të shkaktojë ndryshime kimike, të cilat vërehen në elektroda. Ndryshimet kimike që ndodhin në elektroda quhen procese elektrokimike ose procese elektrodike. Procesi që kryhet në elektrolit nën veprimin e rrymës elektrike paraqet **elektrolizën**. Elektroliza paraqet proces oksido-reduktues ose redoks, gjatë të cilit energjia elektrike shndërrohet në energji kimike. Elektroliza mund të tregohet përmes proceseve elektrokimike të cilat ndodhin nëpër tretësira të kripërave, bazave dhe acideve.

1. Për shembull, elektroliza e tretësirës së klorurit të bakrit (I). Kloruri i bakrit (I) në tretësirë ujore shpërbashkohet në këtë mënyrë:



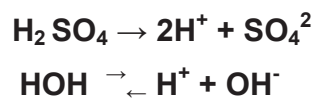
Proceset elektrodike që zhvillohen gjatë kohës së elektrolizës janë si vijon:



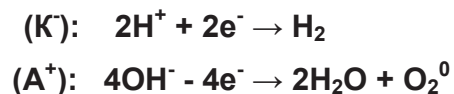


Gjatë elektrolizës së klorurit të bakrit (I) në katodë ndahet bakri, ndërsa në anodë klori. Në këtë rast të elektrolizës, në anodë dhe në katodë ndahen produkte primare të elektrolizës. Kjo elektrolizë është quajtur elektrolizë primare.

2. për shembull, elektroliza e acidit sulfurik. Acidi sulfurik në tretësirë ujore shpërbashkohet (disocon) në mënyrën vijuese:

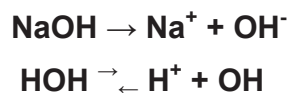


Proceset elektrodike që kryhen gjatë elektrolizës janë:

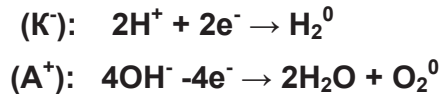


Gjatë elektrolizës së  $\text{H}_2\text{SO}_4$  në katodë ndahet hidrogjeni, ndërsa në anodë oksigjeni, pasi që në tretësirë gjenden jonet hidrokside, të cilat formohen gjatë shpërbashkimit të ujit. Jonet hidrokside kanë afinitet më të madh të lëshojnë elektrone se sa jonet sulfate, prandaj në anodë ndahet oksigjeni përkatësisht formohet produkti sekondarë. Elektroliza paraqet proces primarë-sekondarë.

3. Për shembull: elektroliza e hidrosidit të natriumit. NaOH në tretësirë ujore shpërbashkohet në mënyrën vijuese:



Proceset elektrodike që zhvillohen për kohë të elektrolizës janë: në anodë ndahet  $\text{O}_2$ , në katodë  $\text{H}_2$ .



H<sub>2</sub> dhe O<sub>2</sub>, janë **produkte sekondare**, ndërsa elektroliza është quajtur **elektrolizë sekondare**. Nëse rryma elektrike rrjedh nëpër tretësirat e kripërave, bazave dhe acideve përfitohen produkte primare ose sekondare të elektrolizës. Proceset e elektrolizës kanë rëndësi praktike sepse në këtë mënyrë përfitohen: metale, jometale dhe produkte tjera.

Elektroliza është proces i shpërbashkimit kimik të elektrolitit nën ndikimin e rrymës elektrike, që manifestohet me reduktimin e substancave në katodë dhe oksidimin në anodë.

## POLARIZIMI

Nga praktika është e njohur se gjatë procesit të elektrolizës ka ngecje. Arsye për këtë është se gjatë procesit të elektrolizës njëkohësisht kryhen edhe procese tjera, të cilat e zvogëlojnë efektin e elektrolizës. Rryma elektrike që kalon nëpër elektrolit, elektrodën dhe përçuesit elektronik e ngadhënjejnë rezistencën që e japin këto përçues me çka humbet rryma. Mundet të ndërrohen elektrodën dhe elektroliti, ky ndërrim si pasojë jep **FEM** të re, por me kahje të kundërt nga kahja e **FEM** të elektrolizës. Kjo **FEM** e re e krijuar, si pasojë e ndërrimit të elektrodave dhe potencialit të tyre elektrodik, quhet polarizim.

Që të sqarohet polarizimi, do të shërbehemi me enë për elektrolizë në të cilën ka tretësirë të CdCl<sub>2</sub>, (Fig.10). Në këtë tretësirë janë të zhytura dy elektrodat të platinës, të cilat janë të lidhura me përçuesit për polet e burimit të rrymës njëkahëshe. Përfitohet qarku i rrymës, me të cilin lidhen instrumentet matëse (ampermetër ose voltmetër). CdCl<sub>2</sub> në ujë shpërbashkohet në katione dyvalente të kadmiumit (Cd<sup>2+</sup>) dhe anione të klorureve (Cl<sup>-</sup>) sipas barazimit:



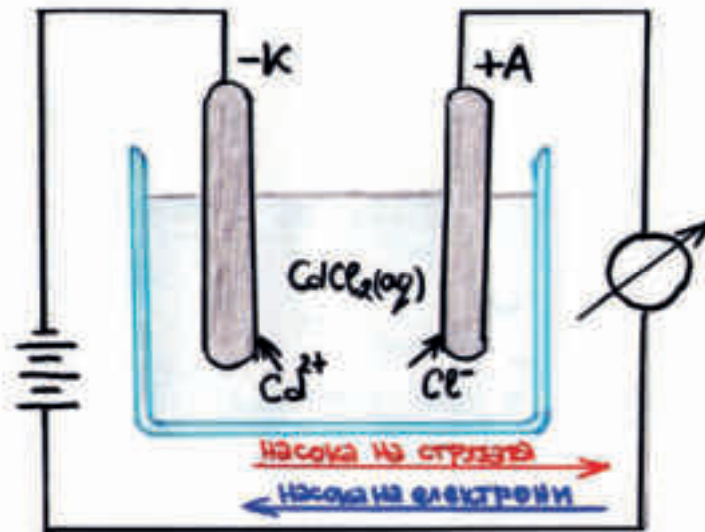
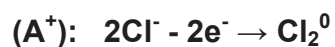
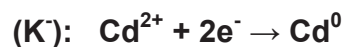
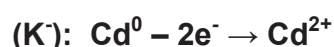


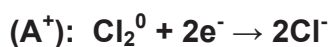
Figura 10. Qarku i rrymës me tretësirën-elektrolite të  $\text{CdCl}_2$  (para polarizimit).

Kur nëpër qarkun e rrymës lëshohet rryma elektrike, jonet lëvizin kah elektrodën, ashtu që jonet  $\text{Cd}^{2+}$  do të shkojnë kah katoda, ndërsa jonet  $\text{Cl}^-$  kah anoda. Sipas reaksionit të elektrolizës, në katodë do të shtresohet kadmiumi si atom neutral, ndërsa në anodë do të ndahet  $\text{Cl}_2$  si gaz:



Proceset elektrodike gjatë elektrolizës do të zhvillohen në llogari të rrymës elektrike që silltet nga burimi i jashtëm. Gjatë kohës së elektrolizës ndodhin ndryshime në elektroda. Elektroda e platinës-katoda është kthyer në elektrodë të kadmiumit (anodë), ndërsa anoda në të cilën ndahet klori, është kthyer në elektrodë kloride. Në atë moment edhe *FEM* e burimit të rrymës njëkahëshe do të barazohet me *FEM* të sapo krijuar. Nëpër qarkun elektrik nuk do të rrjedhë rryma elektrike dhe do të kenë ndërprerje në elektrolizë, derisa tensioni polarizues është i barabartë me tensionin e burimit të jashtëm. Nëse ndërpritet me elektrolizë dhe shkyçet burimi i rrymës elektrike, në ampermetër do të vërehet se rrjedh rryma elektrike nëpër elektrolit, por me kahje të kundërt nga rrjedhja e rrymës gjatë elektrolizës. D.m.th., gjatë elektrolizës rryma rrjedh nga katoda kah anoda, ndërsa gjatë polarizimit në të kundërtën. Ndërrimi i kahjes së rrymës elektrike është për shkak të proceseve elektrodike që ndodhin në elektroda. Gjatë punës së elementit galvanik të ri të formuar, elektroda e kadmiumit oksidohet, ndërsa e klorit reduktohet:





Sipas asaj, për elektrodën thuhet se janë polarizuar, ndërsa polarizimi quhet **polarizim galvanik**, (Fig.11). Nëse sille tension më i lartë nga burimi i jashtëm, ai do të shkaktojë që elektroliza të vazhdojë përherë. Për kohë të elektrolizës mundet të paraqitet edhe lloj tjetër i polarizimit, i cili quhet **polarizim përqendrim**. Ai formohet si rezultat i përqendrimit të ndryshëm të elektrolitit rreth elektrodave dhe në brendi. Polarizimi i përqendrimit paraqitet më shpesh nëse elektroliti për kohën e elektrolizës nuk përzihet. Për mënjanimin e këtij lloji të polarizimit duhet të përzihet. Polarizimi paraqitet edhe te elementet galvanike, që është arsyeja që të japin rrymë elektrike për kohë shumë të shkurtër.

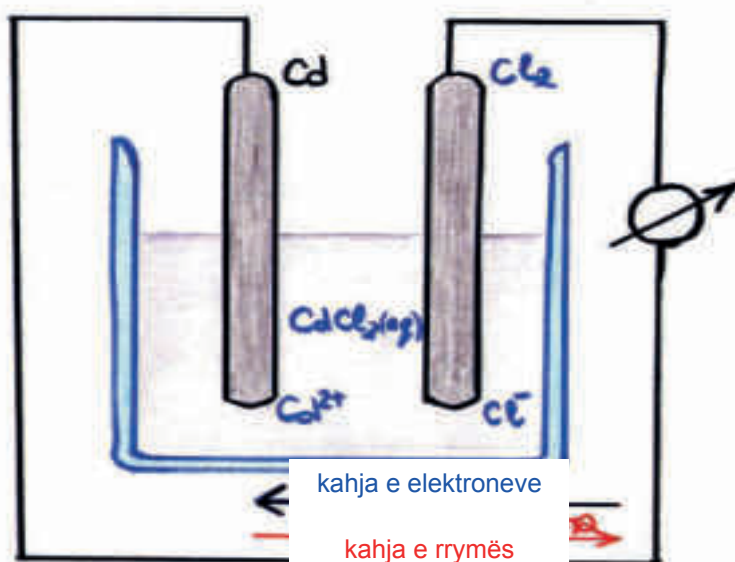
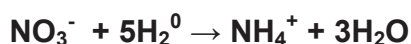


Figura 11. Polarizimi galvanik.

## DEPOLARIZIMI

Polarizimi mundet të pengohet me substanca që reagojnë me produktet e elektrolizës. Këto substanca, të cilat e pengojnë polarizimin quhen **depolarizatorë**, ndërsa dukuria **depolarizim**. Ekzistojnë depolarizator anodik dhe katodik. Depolarizatorët katodik janë oksidans, shembull i tillë është  $HNO_3$  dhe kripërat e tij. Kripërat e  $HNO_3$  më shpesh e oksidojnë hidrogjenin, i cili është produkt dhe ndahet në katodë, ndërsa vetë reduktohen deri në jone  $NH_4^+$ . Për shembull:



Gjatë elektrolizës së kripërave të Ni, Co, Cd, Zn, nuk janë të dëshirueshme nitratet si depolarizatorë. Në këto raste shfrytëzohen  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HCOONa}$ .

Depolarizatorët anodik janë substanca me veti reduktuese, më shpesh si depolarizatorë anodik shfrytëzohen: hidrosil amina ( $\text{NH}_2\text{-OH}$ ) dhe hidrazina ( $\text{NH}_2\text{-NH}_2$ ).

### MBITENSIONI (PARATENSIONI)

Gjatë procesit të elektrolizës, jo vetëm që ndodhë shpërbashkimi i elektrolitit por zhvillohen edhe procese tjera. Ato procese janë: lëvizja e joneve kah elektroda, dehidratimi i tyre, deelektrizimi i tyre etj. Këto procese mund ta ngadalësojnë shpërbashkimin e elektrolitit. Për këtë, është gjetur se tensioni eksperimental i shpërbashkimit është më i madh se tensioni i llogaritur teoritikisht. Gjatë kësaj:  $E_p$  – eksperimental  $>$   $E_p$  – teorik. Është gjetur se për shpërbërjen e ujit nevojiten 1,7V, ndërsa tensioni i llogaritur është 1,2V. Teprica e tensionit do që harxhohet eksperimentalisht quhet **mbitension**. Mbitensioni paraqet tensionin polarizues. Ai mundet të paraqitet në anodë dhe katodë, përkatësisht,

$$E_p = E_A - E_K$$

ose

$$E_p = (E_A + nA) - (E_K - nK)$$

Mbitensioni varet nga:

1. natyra dhe gjendja fizike e sipërfaqes së elektrodave;
2. natyra dhe përqendrimi i elektrolitit;
3. densiteti i rrymës elektrike;
4. vrazhdësia dhe pastërtia e elektrodave.

Gjatë elektrolizës së  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , përdoren elektroda të –Pt, pasi që  $E_p$  do të ishte më i vogël se sa kur do të shfrytëzoheshin një elektrodë e platinës dhe një e bakrit. Gjatë

përcaktimit të metaleve, zakonisht mbitensioni është i vogël, ndërsa për gazrat, veçanërisht për  $H_2$  dhe  $O_2$  është i madh. Paraqitja e mbitensionit është posaçërisht i rëndësishëm për metodat elektrokimike që bazohen në elektrolizë, e ato janë: elektrogravimetria, kulometria, polarografia. Vlera më të mëdha të mbitensionit kanë  $H_2$  dhe  $O_2$ . praktikisht rëndësi më të madhe në elektrokiminë e aplikuar ka hidrogjeni. Dallimi i potencialit ekuilibruës të nevojshëm për ndarjen e hidrogjenit quhet mbitension ose paratension i hidrogjenit. Metalet me potencial të lartë normal siç janë Fe dhe Zn nuk do të mundet të ndaheshin në katodë, sepse para tyre do të ndahej hidrogjeni. Me rregullimin e fuqisë së rrymës mundet të rritet mbitensioni i hidrogjenit deri në atë vlerë që të ndahet bashkë me metalet, e jo më herët.

**Polarografia** është metodë e rëndësishme analitike, e cila përdoret për analizën e numrit të madh të substancave, elektroliteve, joelektroliteve, substancave organike dhe inorganike. Metoda bazohet në matjen e raportit rrymë-tension të elektrodës së zhivës, e cila vazhdimisht rigjenerohet. Në esencë, puna e kësaj elektrode është rezultat i paraqitjes së polarizimit të përqendrimit dhe rryma kufitare ose rryma e ngopjes.

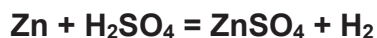
#### **4.11 KORROZIONI ELEKTROKIMIK DHE MBROJTJA**

Me emrin korrozion nënkuptohet shpërbërjen e materialeve nën veprimin e faktorëve të jashtëm (ndikimin): ajrit të lagësht, joneve hidrogjen, substancave redokse etj. Shembujt më të njohur të korrozionit të metaleve takohen në përditshmërinë tonë. Korrozioni i shndërron etalet në produkte të pavlefshme, me çka pësohen dëme të mëdha materiale. Metali që më shpesh korrodohet është hekuri, posaçërisht çeliku. Proceset korrozive janë spontane dhe shumë të ngadalshme dhe kushtëzojnë ndryshime të vetive fizike dhe kimike të materies. Duke ju falënderuar proceseve të ngadalshme, korrozioni mund të ngadalësohet ose të pamundësohet. Mekanizmi i korrozionit të metaleve, teoritikisht mundet të sqarohet në bazë të dy veprimeve: kimik dhe elektrokimik. Në bazë të këtyre veprimeve, ekzistojnë dy teori për sqarimin e korrozionit:

- 1) Teoria kimike për korrozionin e metaleve – i sqaron proceset korrozive që ndodhin nën veprimin e gazrave (korrozioni i gaztë) dhe korrozioni në tretësirat joelektrolitike;

- 2) Teoria elektrokimike për korrozionin e metaleve – e interpreton korrozionin në lëngje – elektrolite, korrozioni atmosferik (lagështisë) dhe korrozioni nëntokësorë.

Në shek. 9 shkencëtari August de la Rive (Auguste de la Rive) erdhi në përfundim se metalet lehtë korrodohen (oksidohen) në prani të elektroliteve, arsye për këtë është këmbimi jonik. Ai ka vërtetuar këtë gjatë reaksionit të zinkut dhe acidit sulfurik:



Zinku është metali që tretet në acid sulfurik. Por, shpejtësia e tretjes së tij është në proporcion të kundërt nga pastërtia e tij. Në fillim tretja e pllakës së zinkut është e ngadalshme, ndërsa pas një kohe të shkurtër tretja shpejtohet. Këtë dukuri August de la Rive e sqaron me punën e lidhjeve galvanike, të cilat formohen gjatë tretjes së zinkut në acid sulfurik.



Sipas shembullit të dhënë, lidhja galvanike (elementi) ka katodë të hidrogjenit dhe anodë të zinkut. Pasi që hidrogjeni është gaz, vetë nuk formon elektrodë, është e nevojshme elektroda ndihmëse (ndërmjetme), ndërsa ajo elektrodë e ndërmjetme është çdo papastërti e pllakës së zinkut. Sa më i papastër është zinku aq më shumë elemente galvanike formohen, të cilat e rrisin shpejtësinë e tretjes të pllakës së zinkut. Papastërtitë janë në sipërfaqe të pllakës së zinkut dhe në brendi të metalit. Papastërtitë nga brendia e metalit shkojnë kah sipërfaqja dhe e rrisin numrin e elementeve galvanike, të cilat kanë forcë të ndryshme elektromotore, dhe për këtë në sipërfaqe të metalit tretja në regjione të ndryshme është e ndryshme. Formimi i pajisjeve galvanike ka karakter lokal dhe quhen mikroelemente galvanike, të cilat kushtëzojnë korrozion më të fuqishëm ose më të dobët. Paraqitja e korrozionit të tërësishëm në pllakën metalike është rezultat i densitetit të madh të mikroelementeve galvanike dhe metali është krejtësisht i mbuluar me shtresë korrozive.

Po ashtu ekziston korrozion për shkak të kontaktit të metaleve të ndryshme, i cili mundet të sqarohet përmes elementit të Daniels-it.

Korrozioni mundet të pengohet ose të ngadalësohet edhe atë:

- Të pengohet formimi i elementeve galvanike në sipërfaqen e metalit, nëse në sipërfaqen e metalit që korrodon sillet metali i pastër, pa grimca të huaja dhe krijohen legura (lidhje) ekuipotenciale;
- Të pengohet puna e elementeve galvanike, nëse në sipërfaqe të metalit sillet shtresa e cila e pengon punën e elementeve galvanike me çka pamundësohet kontakti dhe oksidimi me oksigjen.

Substancat që e pengojnë korrozionin quhen substanca – inhibitore të afta intensivisht ta zvogëlojnë shpejtësinë e korrozionit. Inhibitorët vendosen në sipërfaqen metalike në sasi të caktuar. Ato mundet të klasifikohen në inhibitorë organik dhe inorganik, lehtë të tretshme dhe të patretshme, alkaline neutrale etj. Më shpesh përdoret lysterja me ngjyrë të yndyrshme dhe llaqe të ndryshme.

## **GALVANIZIMI**

Që të mundet të mbahen të pastra sipërfaqet metalike dhe të mbrojtura nga korrozioni, ekzistojnë metoda me të cilat arrihet kjo me shtrirjen e mbështjellësve në metal. Mbështjellësit ndahen në metalike dhe jometalike, mundet të derdhen me shkrirjen e lëndëve në metal të shkrirë ose kadë galvanike. Galvanoteknika përfshinë dy degë të rëndësishme të elektrokimisë teknike, të cilat bazohen në procesin e elektrolizës, të cilat bazohen në procesin e elektrolizës. Ato janë:

1. Galvanotegjia;
2. Galvanoplastika.



**Galvanostegija** është veprim i mbulimit elektrolitik të metalit me shtresë mbrojtëse të metalit fisnik ose legurës. Parimi themelorë i galvanostegisë është sipërfaqja që duhet të mbulohet me shkëlqim metalik të vihen në kada elektrolitike të përshtatshme, të cilat shërbejnë si katoda, ndërsa anodat mundet të jenë të tretshme ose të patretshme. Sipërfaqja mbrojtëse metalike që shtresohet nën tension katodik të caktuar duhet t'i plotësojë kushtet vijuese:

- të jenë homogjene dhe e lëmueme;
- të jenë e hollë;
- të jenë e përhershme dhe e thithur nga metali themelorë.

Para mbulimit galvanik, sipërfaqja metalike duhet të jenë e pastruar nga yndyra, papastërtitë dhe oksidet. Vetëm sipërfaqe paskajshmërisht të pastra e pranojnë njëtrajtësisht mbulesën elektrolitike. Për këtë shkak paraprakisht kryhen përgatitjet e sipërfaqeve metalike. Operacionet dhe proceset me të cilat më shpesh arrihet kjo përgatitje janë: përpunimi mekanik, gërryerja dhe pastrimi nga yndyra. (Për këtë më gjerësisht në pjesën e dytë të librit, nga kimia fizike zgjedhore).

## DETYRA TEMATIKE DHE PYETJE:

1. Çka studion elektrokimia dhe cilat metoda elektrokimike i shfrytëzon?
2. Cilët përçues janë të rendit të parë, cilët të rendit të dytë?
3. Sqaro elektrolitet dhe shpërbashkimin elektrolitik!
4. Me cilin barazim shprehen vetitë elektrike dhe përçueshmëria molare?
5. Cilët elektrolit janë të dobët, cilët janë të fortë?
6. Çka paraqet elementi elektrokimik?
7. Bën dallimin midis:
  - a) elementit elektrokimik nga gjysmëelementi;
  - b) elektrolizës nga elementi galvanik.
8. Shkruaje barazimin e mbushjes dhe zbrazjes së akumulatorit acidik të plumbit.
9. Paraqit skematikisht elementin galvanik të Danielsit.
10. Paraqit barazimet kimike të reaksioneve të gjysmëelementeve të elementi i thatë i Leklansheut!
11. Cilat produkte përfitohen gjatë elektrolizës në katodë dhe anodë në tretësirë ujore të  $\text{CuCl}_2$ ?
12. Cilat janë burimet primare, e cilat janë sekondare të rrymës elektrike?
13. Ku përdoren celulat djegëse?
14. Si rezultat i çka ndodhë korrozioni elektrokimik?
15. Sa është konduktiviteti i tretësirës së klorurit të kaliumit, nëse rezistenca elektrike  $R = 20 \Omega$ ?
16. Sa është  $pOH$  e tretësirës të acidit sulfurik me përqendrim  $c = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ ?

# **1. METODAT OPTIKE**

*Nuk është i arsimuar ai që lexon libra, por ai që di çka lexon*

*Thënie popullore rumune*

## **Qëllimet themelore të temës: Metodatat optike:**

- Përshkrimi i metodave optike themelore: mikroskopia, polarimetria, refraktometria, kolorimetria dhe spektrofotometria;
- Njohja e elementeve të gjeometrisë optike;
- Sqarimi i rëndësisë të nocioneve ngjyrë dhe ngjyra komplementare;
- Vendos lidhje midis gjatësisë valore të dritës me ngjyrë dhe ngjyrës komplementare;
- Numrimi i pjesëve themelore të aparateve për metoda përkatëse (mikroskopi optik, polarimetri, refraktometri dhe koprimetri);
- Dallon përparësitë dhe mangësitë e metodës optike konkrete;
- Jep shembuj të përdorimit praktik të secilës prej metodave.

**Metodat optike** të analizës paraqesin metoda instrumentale, të cilat bazohen në matjen e vetive fizike të materieve me qëllim të përcaktimit përbërjes kualitative dhe kuantitative të provës që analizohet.

## **PËRPARËSITË DHE TË METAT E METODAVE OPTIKE INSTRUMENTALE**

Metodat instrumentale paraqesin pjesë nga shkenca bashkëkohore në të cilët bazohet zhvillimi shpejtë dhe i pandërprerë.

Aplikimi i metodave optike për analizë kryhet për shkak të një vargu të përparësive me të cilat karakterizohen:

- Kursimit të kohës;
- Analiza e sasive të vogla të mostrave (semimikroshkallë 500 - 1000 mg dhe mikroshkallë 5 - 500 mg mostër për analizë);
- Precizitet më i madh dhe saktësi;
- Anashkalohet shpërbërja kimike e materies që analizohet.

Mirëpo, metodat optike karakterizohen edhe me mangësi:

- Çmimi i lartë i instrumenteve për analizë
- Mënyrat specifike të përdorimit të instrumenteve (ndjeshmëria e pjesëve të veçanta etj.)

## **1.1 ELEMENTET THEMELORE TË GJEOMETRISË OPTIKE**

Instrumente optike janë gjitha pajimet e thjeshta ose të ndërlikuara parimi i konstruksionit i të cilave dhe puna kryesisht është e bazuar në ligjet e dritës të gjeometrisë optike.

Gjatë konstruktimit të instrumenteve optike shfrytëzohen: pasqyra, thjerrëza, prizma, pllaka planparalele dhe elemente tjera optike.

Fenomenet e dritës janë rezultat i interaksionit të dritës me elementet optike përbërëse të instrumentit.

Fenomenet më të njohura të dritës janë: refrakcioni, polarizimi, refleksioni, dispersioni, interferenca dhe difraksioni.

Fenomenet e dritës janë definuar me ligje përkatësisht parime, ndërsa shkencë që merret me studimin e dritës, fenomenet e dritës dhe ligjshmëritë e tyre, si edhe instrumentet optike quhet **optikë**.

**Optika fizike** është pjesë e shkencës së optikës e cila merret me studimin e natyrës valore të dritës, ndërsa optika gjeometrike merret me studimin e fenomeneve të dritës që krijohen gjatë interaksionit të dritës me pasqyrat, thjerrëzat, pllakat planparalele, prizmat optike dhe elemente tjera optike.

Shpejtësia e dritës (**c**) në vakuum është **300 000 km/s**.

## 1. Refraksioni i dritës

**Thyerja (Refraksioni) i dritës** (Fig. 1) në realitet paraqet thyerjen e dritës gjatë kalimit nëpër mjedise me densitet të ndryshëm optik.

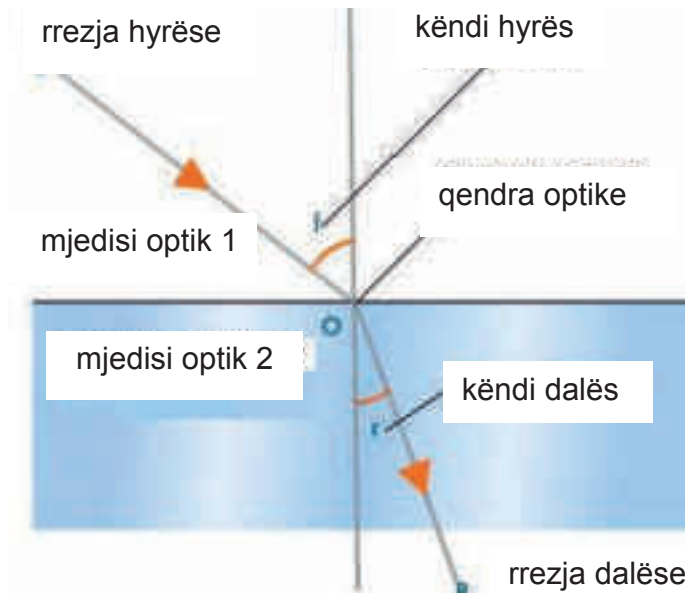


Figura 1. Refraksioni i dritës.

## 2. Refleksioni i dritës

**Refleksioni i dritës** (Fig. 2) paraqet dëbimin e plotë të dritës nga mjedisi optikisht më i dendur kah mjedisi optikisht më i rrallë.

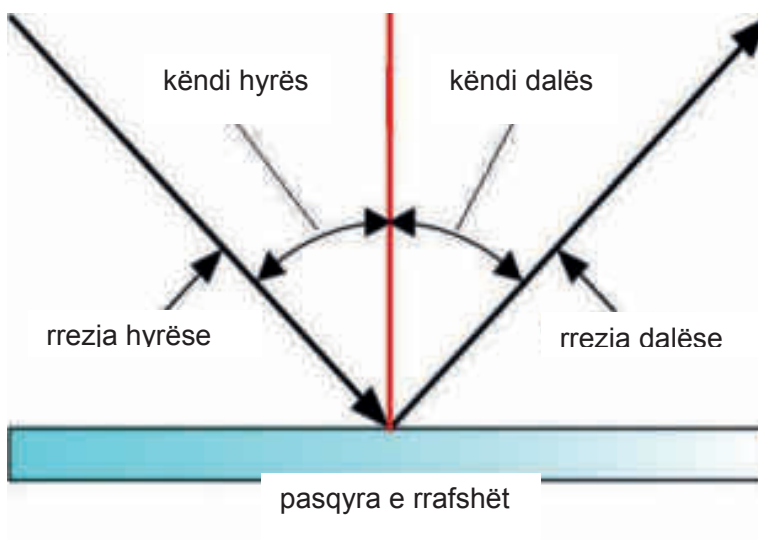


Figura 2. Refleksioni i dritës

### 3. Dispersioni i dritës

**Dispersioni i dritës** është varësi e indeksit të refrakcionit nga gjatësia e saj valore. Dispersioni i dritës së bardhë në realitet paraqet zbërthimin e dritës në ngjyrat e saj themelore (kuqe, verdhë dhe të kaltër) dhe ngjyrat e fituara me përzierjen e ngjyrave themelore (sipas radhës: e kuqe, portokalle, e verdhë, e ndritshme e gjelbër, e mbyllur e gjelbër, e ndritshme e kaltër dhe e mbyllur e kaltër) për shkak të kalimit nëpër prizmin optik (Fig. 3).

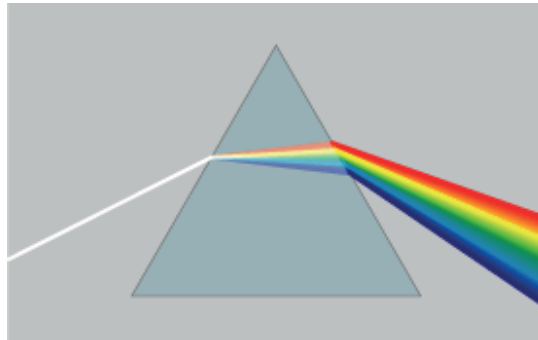


Figura 3. Dispersioni i dritës nëpër prizmin trekëndorë të rregullt të drejtë (prizmi optik).

### 4. Polarizimi i dritës

**Polarizimi i dritës** (Fig. 4) paraqet lëshimin selektiv vetëm të atij spektri nga drita valët elektromagnetike të cilat oscillojnë paralelisht me boshtin optik të kristalit i cili rolin e polarizatorit (minerali turmalin) (Fig. 4).

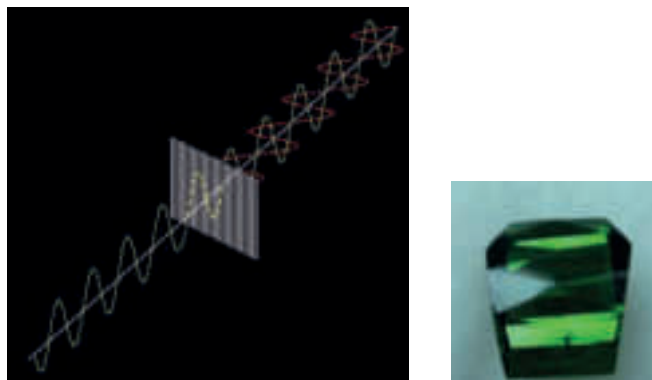


Figura 4. Polarizimi i dritës. Minerali turmalin.

### 5. Interferenca e dritës

**Interferenca** paraqet dukurinë e dritës e cila e karakterizon natyrën valore të dritës. Pikërisht interferenca paraqitet kur dy ose më shumë valë të dritës (me frekuencë dhe gjatësi valore të njëjtë) do të sillen në vendi e njëjtë në hapësirë ashtu që maksimumet e

tyre përputhen në hap (*interferenca konstruktive*) ose janë hap (*interferenca destruktive*) (Fig. 5).

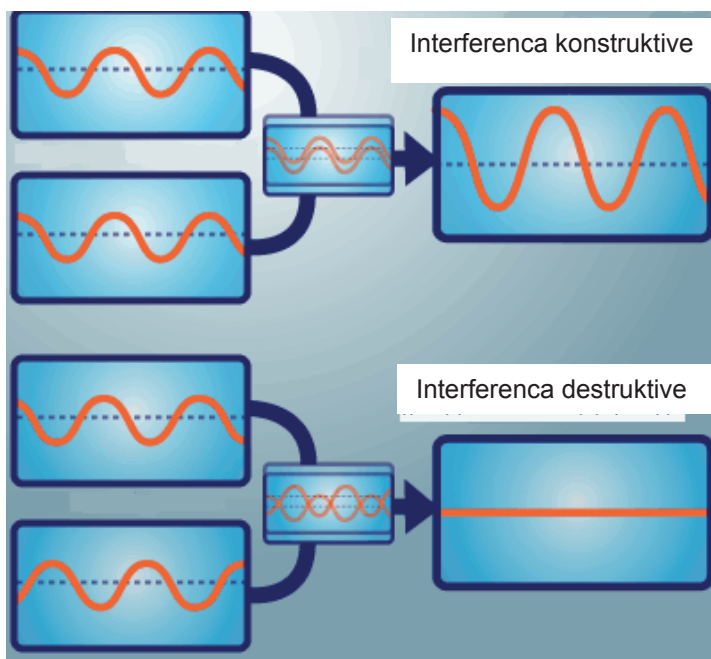


Figura 5. Interferenca konstruktive dhe destruktive.

## 6. Difraksioni i dritës

Thyerja e valëve të dritës nga përhapja drejtvizore gjatë kalimit të dritës nëpër hapje (çarje) të vogla me diametër përafërsisht të barabartë me gjatësinë valore të saj ose gjatë kalimit të disa pengesave quhet *difraksion i dritës*. Gjatë difraksionit të dritës formohen dy tufa të dritës (spektra) të cilët janë të ndarë me hije (pjesa e pandriçuar) (Fig. 6).



Figura 6. Difraksioni i dritës.

Si mjete teorike për sqarimin dhe studimin e dukurive të dritës përdoren elementet themelore të ***gjeometrisë optike***.

Si elemente themelore të gjeometrisë optike të cilat janë karakteristike për pasqyrat e rrafshëta, pasqyrat sferike dhe thjerrëzat optike:

- këndet në hyrje dhe dalje të rrezes së dritës gjatë reflektimit -  $\alpha$  dhe  $\beta$ ;
- Qendra optike -  $O$ ;
- kulmi -  $T$ ;
- boshti optik -  $OT$ ;
- largësia e fokusimit -  $f$  ( $FT$ );
- largësia e trupit nga kulmi -  $p$ ;
- largësia e shëmbëllimës së lëndës (trupit) nga kulmi -  $l$ .

Elementet e gjeometrisë optike në realitet paraqesin segmente teorike të pjesëve të cilat e përbëjnë ndërtimin e instrumenteve optike me qëllim që ta sqarojnë punën e tyre dhe e cila bazohet në dukuritë e dritës.

## **PASQYRAT E RRAFSHËTA**

***Pasqyra e rrafshët*** paraqet sipërfaqe pasqyrore të lëmuar (Fig. 7) të e cila, gjatë refleksionit, vlera e këndit të rrezes hyrëse të dritës është e barabartë me vlerën e këndit të rrezes dalëse të dritës, c sipas barazimit:

$$\alpha = \beta$$

$\alpha$  – këndi i dritës hyrëse ( $s$ )

$\beta$  – këndi i dritës dalëse ( $s_1$ )



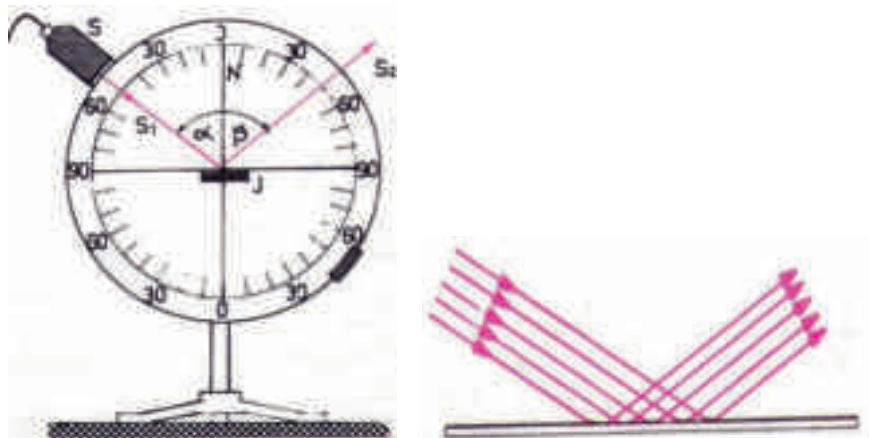


Figura 7. Refleksioni i rrezes së dritës gjatë interaksionit me pasqyrën e rrafshët.

Shëmbëllima e lëndës që formohet në pasqyrën e rrafshët (Fig. 8) që gjendet në largësi të njëjtë nga ana tjetër e pasqyrës është joreale, i drejtuar dhe ka largësi të njëjtë si lënda. Ana e majtë e lëndës paraqet anën e djathtë të shëmbëllimës.

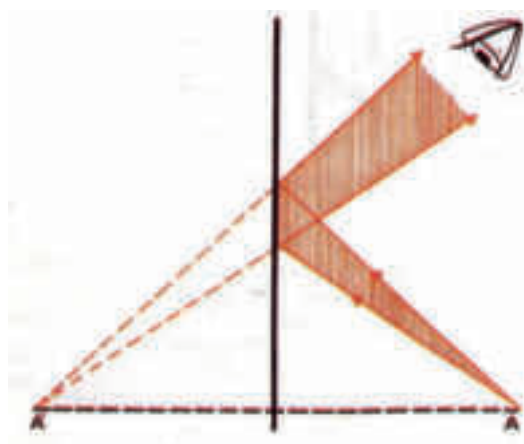


Figura 8. formimi i figurës në pasqyrën e rrafshët. A –objekti, A' -figura.

### Pasqyrat sferike

Pasqyra e cila është pjesë nga sipërfaqja e një sfere, quhet **pasqyrë sferike**. Ekzistojnë dy lloje të pasqyrave sferike:

- **Pasqyra sferike konkave**, kur sipërfaqja sferike është e thelluar dhe
- **Pasqyra sferike konvekse**, kur sipërfaqja sferike është e dalë.

Elementet e gjeometrisë optike nga të cilat përbëhet pasqyra sferike (Fig. 9) janë: **boshti optik  $OT$**  i cili paraqet vijë të drejtë e cila kalon nëpër **qendrën optike  $O$**  dhe **kulmit  $T$** , **radiusi ( $R$ )** i sferës nga  $O$  e cila del pasqyra dhe **largësia e fokusimit  $FT$**  (largësia prej fokusit deri në kulmin e pasqyrës sferike) e cila në realitet paraqet gjysmën e gjatësisë të radiusit të sferës, sipas barazimit:

$$f = R / 2$$

$f = FT$  – largësia fokusale.

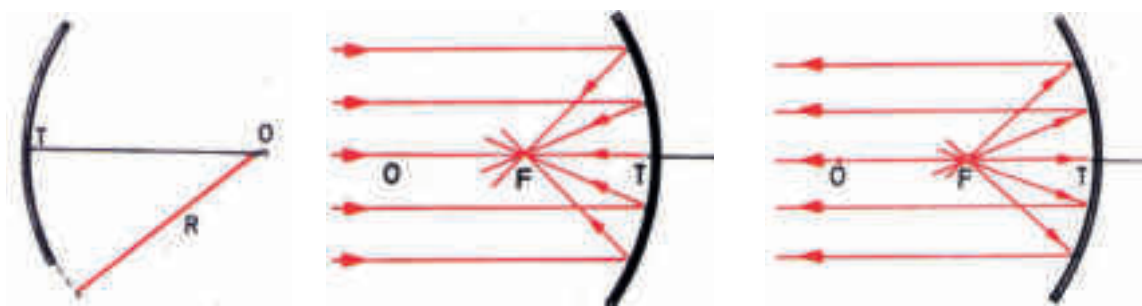


Figura 9. Pasqyra sferike me elementet themelore të gjeometrisë optike.

Sipas ligjit për reflektim të dritës, këndi hyrës është i barabartë me këndin dalës të rrezeve të dritës gjatë dëbimit të dritës nga pasqyra sferike konkave. Rrezet e dritës të cilat janë paralele me boshtin optik, pas reflektimit të tyre, kalojnë nëpër fokus, përderisa rrezet të cilat dalin nga fokusi, pas reflektimit të tyre, lëvizin paralelisht me boshtin optik (Fig. 9). Këto rreze të dritës përfshirë me rrezet të cilat kalojnë nëpër qendrën optike (të cilat reflektohen duke ruajtur drejtimin, por duk e ndërruar kahjen e përhapjes) paraqesin rreze karakteristike gjatë formimit të figurës në pasqyrën sferike konkave (Fig.9).

Figura e përfituar nga objekti (kur ai gjendet në largësi më të madhe se ajo fokusale) në pasqyrën sferike konkave është reale, e zvogëluar dhe e rrotulluar (Fig. 10).

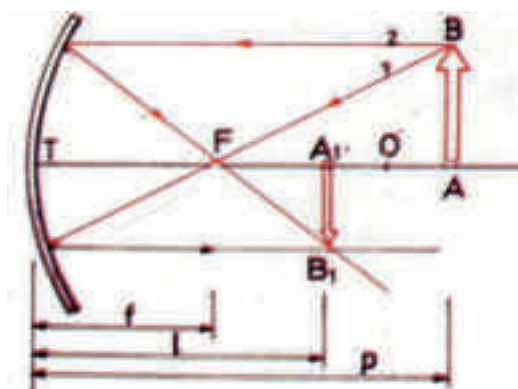


Figura 10. Përfitimi i figurës  $A_1B_1$  nga objekti AB në pasqyrën sferike në rastin kur largësia e figurës në raport me qendrën optike është më e madhe se largësia fokusale.

Në rastin kur objekti është në largësi të njëjtë me fokusin në raport me qendrën optike, nuk përfitohet figura.

Figura që fitohet kur objekti është vendosur ndërmjet fokusit dhe qendrës optike është zmadhuar, drejtuar dhe është joreale.

Gjatë interaksionit të rrezeve paralele të dritës me pasqyrë sferike konvekse, pas reflektimit të tyre, ato shpërbëhen në atë mënyrë që vazhdimet e tyre imagjinare e prejnë fokusin (Fig. 11).

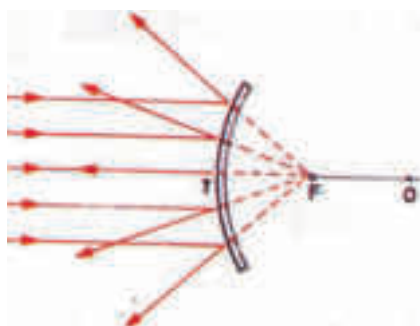


Figura 11. Interaksioni i rrezeve të dritës me pasqyrë sferike konvekse.

Rrezet e dritës paralele dhe rrezet që kalojnë nëpër qendrën optike dhe rrezet që lëvizin kah pasqyra dhe imagjinarisht e presin qendrën optike (të cilat reflektohen duke ruajtur drejtimin, ndërsa duke ndërruar kahjen e përhapjes) paraqesin rreze karakteristike gatë formimit të figurës në pasqyrën sferike konvekse.

Figura që fitohet në pasqyrën sferike konvekse është zvogëluar, e drejtuar dhe joreale kur objekti është vendosur në largësi të njëjtë si ajo fokuse në raport të qendrës optike (Fig. 12).

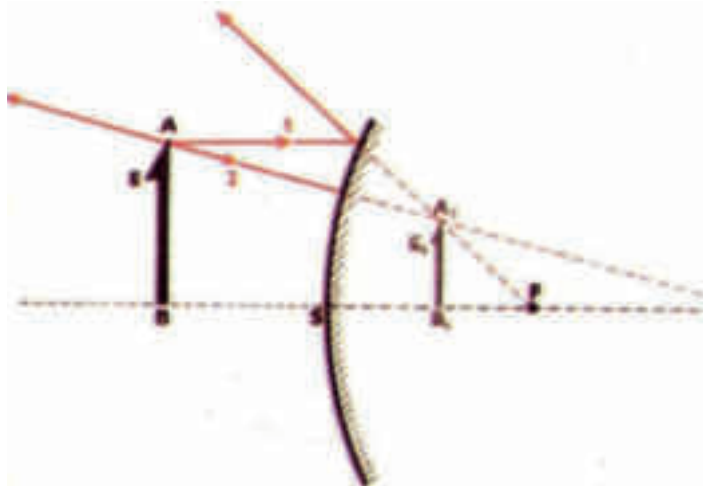


Figura 12. Përfitimi i figurës  $A_1B_1$  nga objekti AB në pasqyrën sferike konvekse kur objekti është në largësi të njëjtë me largësinë fokusale në raport me qendrën optike.

Elementet themelore të gjeometrisë optike: largësia fokusale ( $f$ ), largësia nga objekti deri në kulm ( $p$ ) edhe largësia e objektit deri në kulm ( $l$ ) janë të lidhura me relacionin:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$$

## THJERRËZAT OPTIKE

**Thjerrëzat optike** paraqesin trupa të tejdukshëm, të ndërtuara me dy sipërfaqe sferike të lëmuara ose me një sferike dhe një sipërfaqe të rrafshët.

Thjerrëzat të cilat janë më të trasha në mes quhen **thjerrëza përmbledhëse**, përderisa thjerrëzat që janë më të trasha në skaje quhen **thjerrëza shpërndarëse**.

Gjatë Refrakcionit të rrezeve paralele të dritës (në raport me boshtin optik) nëpër thjerrëzat përmbledhëse, ato mblidhen, gjatë kësaj kalojnë nëpër fokus (Fig. 13).

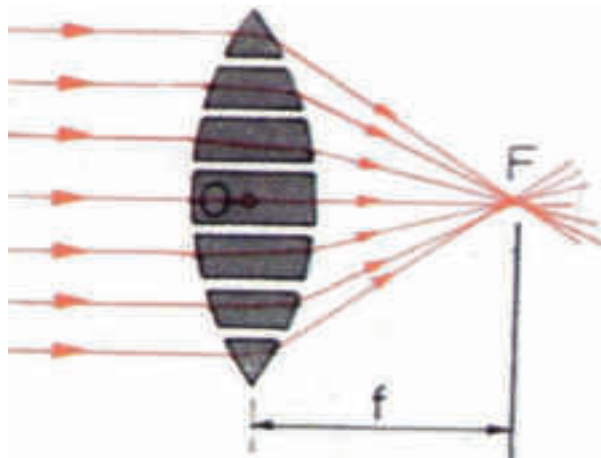


Figura 13. Refraksioni i rrezeve paralele të dritës nëpër thjerrëzën përmbledhëse optike.

Rrezet karakteristike të dritës për formimin e figurës nga objekti te thjerrëza përmbledhëse janë identike me rrezet karakteristike për formimin e figurës te pasqyrat sferike konvekse.

Kur objekti është vendosur në largësi më të madhe nga largësia e dyfishtë fokusale ( $2F$ ) në raport të qendrës optike, figura e fituar me thjerrëzën optike përmbledhëse është rrotulluar, zvogëluar dhe reale (Fig. 14 a).

Kur objekti është vendosur në largësi të njëjtë me largësinë e dyfishtë fokusale ( $2F$ ) në raport të qendrës optike, figura e fituar me thjerrëzën optike përmbledhëse është rrotulluar, e barabartë me madhësinë e objektit dhe reale (Fig. 14 b)

Kur objekti është vendosur në largësi më të vogël se largësia e dyfishtë fokusale ( $2F$ ) në raport të qendrës optike, figura e fituar me thjerrëzën optike përmbledhëse është rrotulluar, e zmadhuar dhe reale (Fig. 14 c).

Kur objekti është vendosur në largësi të njëjtë me largësinë fokusale, në raport të qendrës optike, nuk fitohet figura (Fig. 14 ç).

Kur objekti është vendosur në largësi më të vogël se largësia fokusale nga ana tjetër e thjerrëzës në raport të qendrës optike, figura e fituar me thjerrëzën optike përmbledhëse është e drejtë, e zmadhuar dhe joreale (Fig. 14 d).

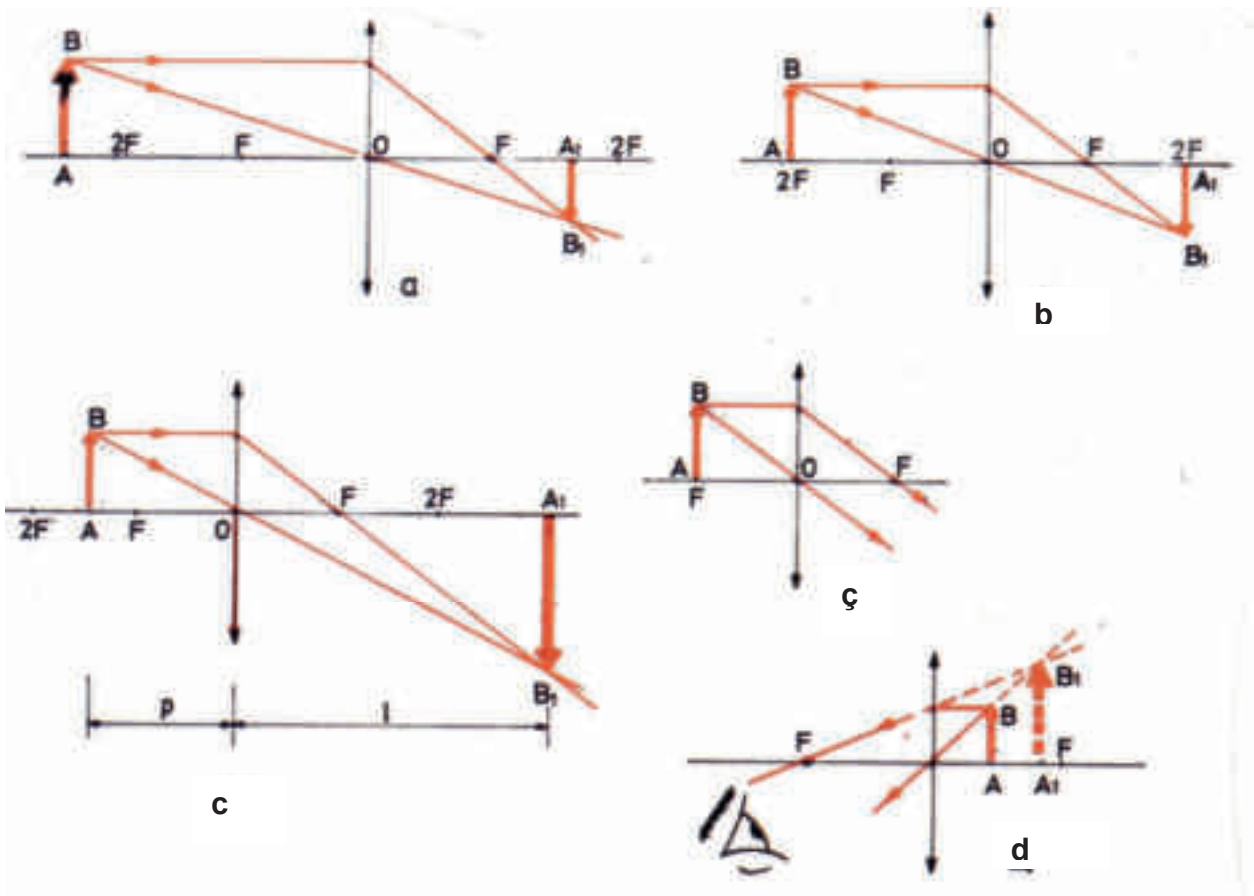


Figura 14. Konstruksioni i figurave të fituara nga objekte me thjerrëza optike përmbledhëse.

Gjatë refrakcionit të rrezeve paralele të dritës (në raport të boshtit optik) me thjerrëz optike shpërndarëse, ato shpërhapen, ndërsa vazhdimet e tyre imagjinare kalojnë jashtë fokusit (Fig. 15).

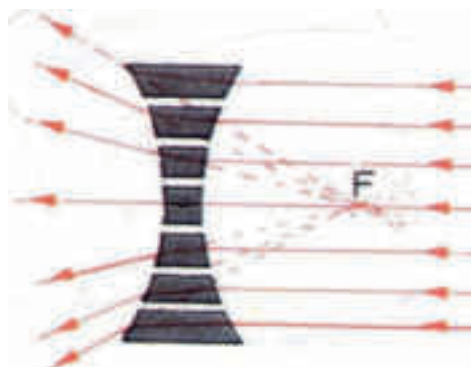


Figura 15. Refrakcioni i rrezeve paralele të dritës nëpër thjerrëzën optike shpërndarëse.

Rrezet karakteristike të dritës për formimin e figurës nga objekti te thjerrëza shpërndarëse janë identike me rrezet karakteristike për formimin e figurës te pasqyra sferike konkave.

Kur objekti është vendosur në largësi më të madhe se largësia fokusale në raport me qendrën optike, figura e fituar me thjerrëzën optike shpërndarëse është e drejtuar, e zvogëluar dhe joreale (Fig. 16).

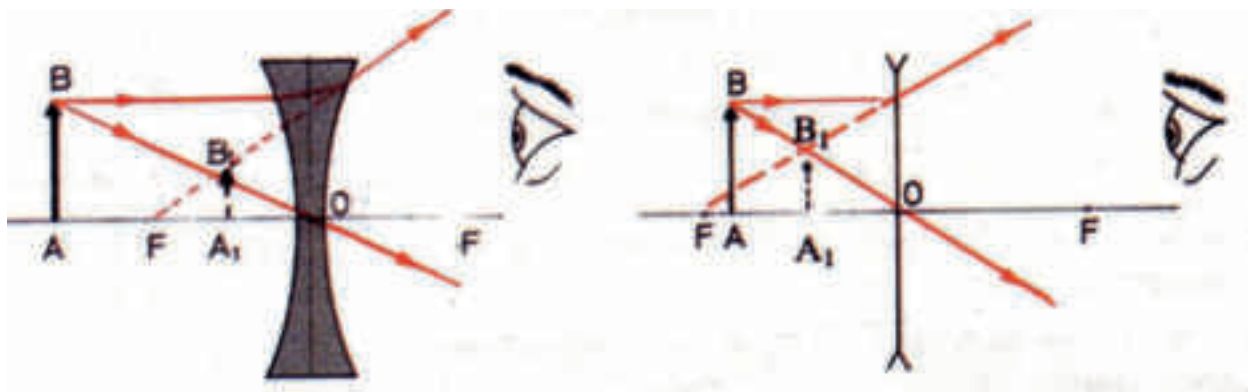


Figura 16. Konstruksione të figurave të fituara nga objektet me thjerrëza optike shpërndarëse.

Në praktikë te thjerrëzat optike më shumë përdoret madhësia fizike **fuqia e thjerrëzës optike** e cila paraqet vlerën reciproke nga largësia fokusale, shprehet me relacionin:

$$J = f^{-1}$$

Njësia matëse për këtë madhësi fizike quhet **dioptr (1 D)**.

Prizmat optike, polarizatorët, rrjetat difraksionuese, pasqyrat e rrafshëta, pasqyrat sferike, thjerrëzat optike dhe segmentet tjera konstruktuese optike kanë përdorim të madh gjatë konstruktimit të instrumenteve optike të cilat përdoren në metodat optike për analizë të cilat në realitet paraqesin lëndën e studimit të kimisë fizike dhe më gjerësisht.

## 1.2 NGJYRAT KOMPLEMENTARE

### SPEKTRI ELEKTROMAGNETIK

**Spektri elektromagnetik** përfshinë interval të madh të gjatësive valore (anergjive). Rrezatimi është gjatësi valore e caktuar dhe është e ndarë fizikisht nga rrezatimet tjera të gjatësive valore fqinje (Fig. 17).

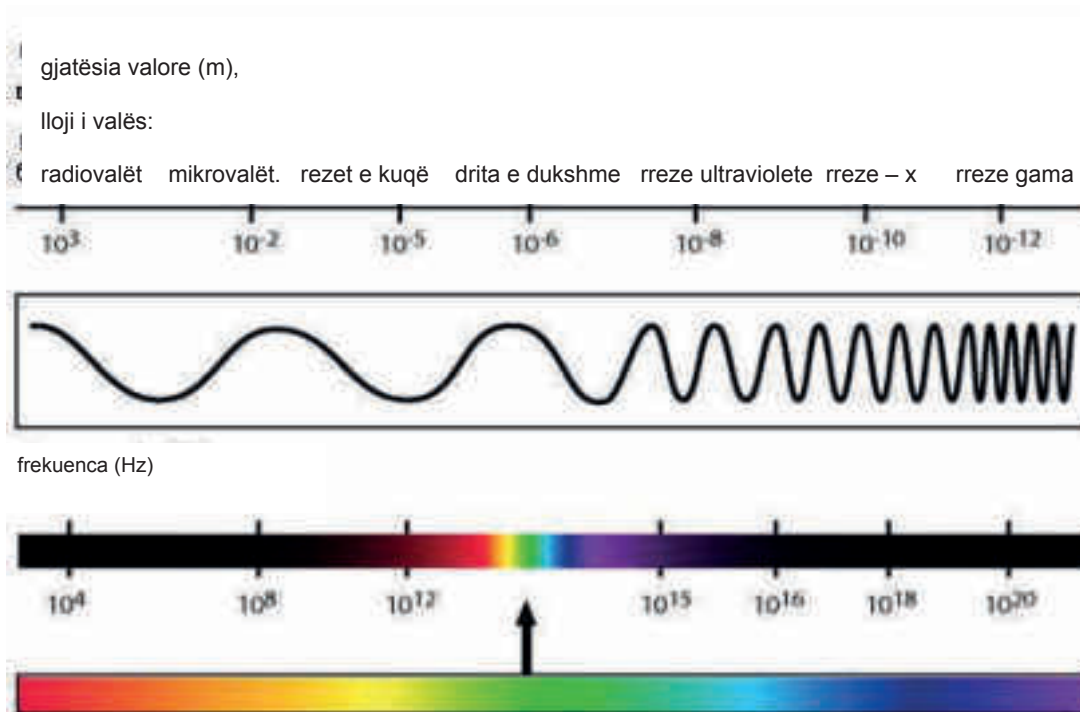


Figura 17. Spektri elektromagnetik.

Substancat të cilat absorbojnë valë elektromagnetike nga spektri i dritës së bardhë karakterizohen me paraqitjen e **ngjyrës**. Ngjyra paraqet fenomen vizual i cili paraqitet si pasojë e absorbimit selektiv të disa frekuencave të dritës hyrëse të materialit të ngjyrosur.

Ngjyra e substancave (e cila është e dukshme për syrin e njeriut) në realitet është spektër i atyre valëve elektromagnetike që nuk janë absorbuar përkatësisht transmituar. Kjo ngjyrë quhet edhe ngjyrë komplementare (Tab. 1 dhe Fig. 18).



Tabela 1. Ngjyra e dritës që absorbohet dhe ngjyra e saj komplementare

Intervali i gjatësive valore të komponentëve të dritës së bardhë (nm):	Ngjyra e dritës që absorbohet:	Ngjyra komplementare:
400 - 435	violete (vjollce)	verdhë - gjelbër
435 - 480	kaltër	verdhë
480 - 490	kaltër – gjelbër	portokalle
490 - 500	gjelbër – kaltër	kuqe
500 - 560	gjelbër	purpurt
560 - 580	verdhë - gjelbër	violete (vjollce)
580 - 595	verdhë	Kaltër
595 - 650	portokalle	kaltër – gjelbër
650 - 750	kuqe	gjelbër – kaltër



Figura 18. Ngjyrat komplementare të ngjyrave të dritës që absorbohet.

## 1.2 METODAT INSTRUMENTALE

### METODAT JOSPEKTROSKOPIKE – MIKROSKOPI, POLARIMETRI DHE REFRAKTOMETRI

Në grupin e metodave jospektroskopike të analizës bëjnë pjesë ***mikroskopia, polarimetria, refraktometria, turbidimetria dhe nefelometria***. Metoda instrumentale më shpesh të aplikuara janë polarimetria dhe refraktometria.

## MIKROSKOPI – KUPTIMET THEMELORE DHE PARIMI I PUNËS

Lëndët me dimensione të vogla janë të padukshme për syrin e njeriut. Ato mund të shihen vetëm me instrumente të dedikuara për këtë qëllim.

Instrumenti që përdoret për vështrim të lëndëve me dimensione të vogla quhet **mikroskop**. Në realitet, ai e zmadhon figurën e objektit deri në dimensione për syrin e njeriut.

Figura e objektit mund të vështrohet drejtpërdrejtë ose të kryhet incizimi i tij, pastaj të hulumtohet.

Sipas parimit të punës, mikroskopët janë të ndarë në:

- mikroskop optik;
- mikroskop elektronik;
- mikroskop atomik;
- mikroskop röntgen;
- mikroskop fluoreshent;

**Mikroskopi elektronik** (Fig. 19) është lloji më i vjetër dhe më i thjeshtë.

Mikroskopi optik është i përbërë prej pjesëve mekanike dhe optike:

Pjesët mekanike janë: baza, stativi, trupi mikroskopik, karriges dhe revolverit me objektivë.

Pjesë optike janë: sistemi për ndriçim, kondensatori, objektivi, okulari dhe tubusi.

Parimi i punës i një mikroskopi optik elektronik është si vijon:

Në skajet e tubusit, i cili paraqet gyp metalik, janë vendosur thjerrëza përmbledhëse. Thjerrëza që është vendosur në pjesën e poshtme të tubusit quhet objektiv sepse është e kthyer kah objekti. Thjerrëza e vendosur në pjesën e sipërme të tubusit, përmes të cilës kryhet vështrimi quhet okular.

Objektivi ka largësi të vogël fokusale, pro fuqi të madhe optike. Me anë të vintit, tubusi mund të lëvizë dhe hiqet.

Objekti që vështrohet vendoset mbi pllakën e qelqtë – qelqi i objektit, i cili është vendosur nën objektivin e hapjes në karrige. Me pasqyrën që gjendet nën karrige drita drejtohet mbi objektin.

Me ndihmën e objektivit të objektit përfitohet figura e zmadhuar e rrotulluar reale, ndërsa okulari, i cili shërben si llupë, jep figurë të zmadhuar dhe imagjinare.

Mikroskopi optik përdoret për vështrimin e objekteve me dimensione më të mëdha se 100 nm.



Figura 19. Mikroskopat optik.

## POLARIMETRIA

Metodat polarimetrike në kiminë analitike bazohen në rrotullimin e rrafshit të dritës së polarizuar në varësi nga përbërja e substancës që analizohet. Ato substanca quhen substanca optikisht aktive.

Rrotullimi i rrafshit të dritës së polarizuar varet nga gjatësia valore e dritës, aktiviteti optik i substancës, përqendrimi dhe trashësia e shtresës nëpër të cilën kalon drita.

Matja e këndit të rrotullimit të dritës mund të shërbejë për analizë kuantitative të substancës optikisht aktive. Analiza polarimetrike kryhet me instrument optik – **polarimtër** (Fig. 22).

Për qëllime praktike, drita e polarizuar fitohet me refleksion nga sipërfaqja e pllakës së qelqtë ose me përdorimin e prizmave optik të përpunuar nga materiali që tregon paraqitje të thyerjes së dyfishtë.

Aparatet polarizuese punojnë pothuaj se gjithnjë me prizma optike. Më shpesh është i përdorur **prizmi i Nikollov-it** (Fig. 20). Ai është i përpunuar nga kristali i mineralit kalcit ( $\text{CaCl}_2$ ). Kalciti lëvizë në mënyrë të caktuar, pastaj ngjitet në mënyrë të caktuar me të ashtuquajturin, i cili ka indeksin e Refraksionit 1,54. Prizma e Nikollov-it shërben si pajim përpolarizimin e dritës natyrore. Prizma mundet të shërbejë edhe si analizator për përcaktimin e shkallës së polarizimit. Sipas asaj, polarimetrat përmbajnë dy prizma të

Nikolov-it nga të cilët i pari shërben si polarizator, ndërsa i dyti si analizator. Analizatori është i lëvizshëm dhe shërben për matjen e këndit të rrotullimit të rrafshit të dritës së polarizuar.

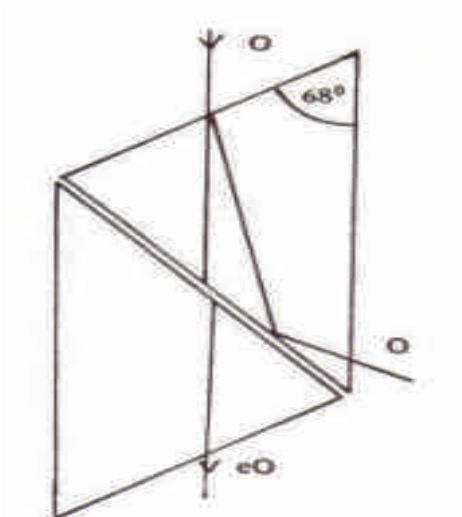


Figura 20. Prizma e Nikolov-it  
(O – rrezja ordinare,  $O_e$  – rrezja ekstra ordinare)

### PARIMI I PUNËS SË POLARIMETRIT

Konstruktiv më të thjeshtë ka polarimetri i përbërë prej dy prizmave të Nikolov-it (polarizatori dhe analizatori), kondensatori për përfitim të tufës paralele të dritës dhe dylbisë.

Substanca e analizuar vendoset midis polarizatorit në gypin polarimetrik të qelqtë, i cili është i mbyllur nga dy anët me pllaka të qelqta. Polarizatori është i fiksuar, ndërsa analizatori i lëvizshëm.

Para se të fillohet me matje, aparati kthehet në gjendjen zero (fusha e dukshme e instrumentit ka ndriçim minimal).

Me vendosjen e substancës që duhet të analizohet kryhet zmadhimi i ndriçimit në fushën e dukshme të instrumentit.

Këndi i rrotullimit të dritës së polarizuar përcaktohet me lëvizje (rrotullimin) e analizatorit derisa në fushën e dukshme arrihet ndriçimi minimal. Këndi i lexuar në shkallën e aparatit paraqet rrotullimin e substancës së hulumtuar.

Drita në aparat kalon përmes thjerrëzës kondensatorike, polarizatorit, kampionit për analizë, analizatorit dhe arrin në fushën e dukshme të dylbisë (Fig. 21).

Mangësia e këtij polarimetri të thjeshtë janë gabimet e rastësishme sepse syri i njeriut nuk mundet me siguri ta përcaktojë ndriçimin minimal në fushën e dukshme.

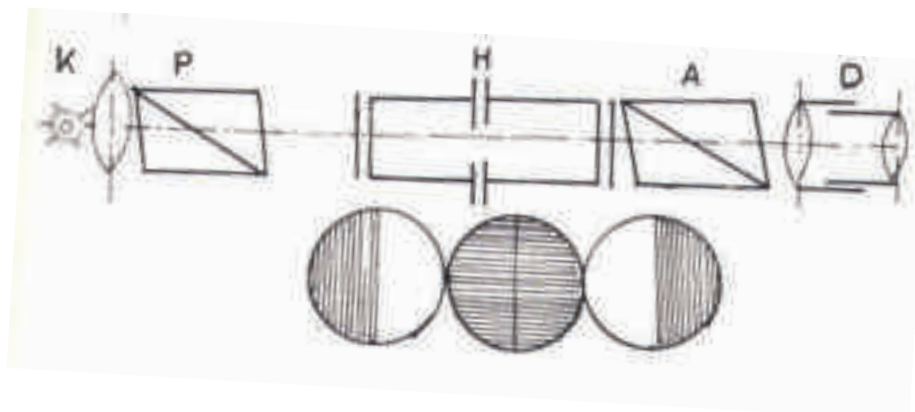


Figura 21. Pjesët përbërëse të polarimetrit: kondensatori - K, polarizatori - P, gypi për mostrën e analizuar - H, analizatori - A dhe dylbia - D.

Regjioni i dukshëm I polarimetrit.

## VEPRIMI PËR ANALIZË ME POLARIZATOR

Ky instrument gjen përdorim më të madh në industrinë e sheqerit, përkatësisht për përdorimin e sasisë së sakarozit në sheqer ose tretësirat e sheqerit.

Polarimetri për përcaktimin e sakarozit quhet **sakarometër**. Shkalla e sakarometrit është e kalibruar drejtpërdrejtë në përqindje të sakarozit.

Kalibrimi kryhet në mënyrën vijuese:

Në peshoren analitike matet sasi e caktuar e sakarozit të pastër, tretet në ujë të distiluar dhe tretësira plotësohet deri në markën  $100 \text{ cm}^3$ , pastaj termostatohet në  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Kësaj tretësire i përcaktohet këndi i rrotullimit -  $a_1$ . Pastaj matet masa e njëjtë nga sakarozit i papastër, tretet në ujë të distiluar dhe tretësira plotësohet deri në markën  $100 \text{ cm}^3$ , pastaj termostatohet në  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Përsëri edhe kësaj tretësire i përcaktohet këndi i rrotullimit -  $a_2$ . Në gjitha rastet  $a_1 > a_2$ . sipas asaj që midis këndit të rrotullimit të dritës së polarizuar dhe përqendrimit të sakarozit në tretësirë ekziston varësi proporcionale, mund të llogaritet sasia në përqindje e sakarozit ( $p$ ) në mostrën e analizuar.

Njehsohet sipas shprehjes:

$$a_1 : a_2 = a : ap/100, \text{ përkatësisht } p = (100/a_1) \cdot a_2$$

$a_1$  – këndi i rrotullimit të dritës së polarizuar të tretësirës standarde

$a_2$  - këndi i rrotullimit të dritës së polarizuar të tretësirës së analizuar

$p$  –sasia në përqindje e sakarozit



Figura 22. Polarimetri

## REFRAKTOMETRIA

Metoda refraktometrike përdoret për përcaktimin e indeksit të thyerjes (Refrakcionit). Indeksi i Refrakcionit paraqet veti fizike të substancave, e cila përdoret gjatë përcaktimeve analitike të numrit të madh të substancave siç janë yndyra dhe vajrat, sheqernat, alkooli dhe albuminat në gjak, përdoret edhe për identifikimin e disa substancave organike.

Indeksi i Refrakcionit mundet të përcaktohet me saktësi të madhe, dhe për këtë ai shërben si konstantë fizike karakteristike e substancave.

Identifikimi kualitativ i substancave, në bazë të Refrakcionit të caktuar, kryhet po ashtu gjatë përcaktimit të temperaturës së shkrirjes dhe vlimit.

Indeksi i Refrakcionit linearë ndërrohet me ndryshimin e përqendrimit të tretësirës, prandaj përdoret në analizën kuantitative, gjatë përcaktimit të përqendrimit të tretësirave të holluara.

Indeksi i Refrakcionit paraqet raportin midis shpejtësisë së lëvizjes nëpër vakuum ( $c_1$ ) dhe nëpër mostrën për analizë.

Shpejtësia e lëvizjes së dritës në vakuum është më e madhe në raport me shpejtësinë e dritës nëpër mostrën e analizuar, dhe për këtë arsye vjen deri te Refrakcioni i saj (për shkak të kalimit nga një mjedis në tjetrin).

Indeksi i Refrakcionit të dritës mund të definohet edhe si raport i sinuseve të këndeve të formuara nga rrezja e thyer e dritës hyrëse në raport me normalen e rrafshit që i kufizon dy mjediset.

Paraqitet me barazimin:

$$n = \sin\alpha / \sin\beta$$

$n$  – indeksi i Refrakcionit

$\alpha$  - paraqet këndin e rrezes së dritës hyrëse

$\beta$  - paraqet këndin e rrezes të dritës së thyer

Nga arsye praktike, vlera e indeksit të Refrakcionit krahasohet në raport me ajrin, e jo me vakuumin.

Madhësia e indeksit të Refrakcionit varet nga gjatësia valore e dritës përkatësisht nga përshkueshmëria e saj, si edhe na temperatura dhe shtypja sepse e ndërrojnë dendësinë e mjedisit optik.

## PARIMI I PUNËS SË REFRAKTOMETRIT TË ABE-UT

Refraktometri i Abe-ut paraqet instrumentin laboratorik i cili më së shumti përdoret për analizë refraktometrike kualitative dhe kuantitative.

Me refraktometrin e Abe-ut analizohen vajrat, yndyra, substancat organike, sheqeri, alkooli, albuminat në gjak etj.

Refraktometri i Abe-ut përdoret për përcaktimin e shpejtë të indeksit të Refrakcionit të tretësirave, indeksi i Refrakcionit i të cilave është midis 1,3 dhe 1,7. Sasia e mostrës për analizë është 1- 2 pika.

Pjesa themelore e aparatit paraqet prizmën e Abe-ut, e cila paraqet sistem optik të përbërë prej dy prizmave drejtkëndore.

Prizmat janë ndërtuar prej qelqit optik indeksi Refrakcionit i të cilave është më i madh se 1,7.

Faqja AB e prizmës së sipërme është e matur (e ngulitur) dhe shërben për ta ndriçuar tretësirën e analizuar të vendosur midis prizmave.

Drita e prizmës matëse (të poshtme) arrin në kënde të ndryshme rënëse prej 0 deri 90°.

Vlera e indeksit të thyerjes të refraktometri i Abe-ut lexohet drejtpërdrejtë në shkallën e fushës së dukshme të dylbisë. Shkalla ndriçohet me pasqyrë të veçantë dhe projektohet me sistem të prizmave ashtu që në fushën e dukshme njëkohësisht shihet kufiri i fushës më të errtë dhe të ndriçuar. Vlera e indeksit të Refrakcionit mund të lexohet me saktësi edhe deri në decimalen e katërt.

Prizma matëse dhe prizma për ndriçim janë të përforcuara në dy mbajtës metalik, të lidhura për fundamentin e refraktometrit. Për ruajtjen e temperaturës konstante, mbajtësit e prizmave kanë mbështjellës metalik, të konstruktuar në atë mënyrë që nëpër të mundet të qarkullojë uji nga termostati.

Drita, pas dëbimit (pasqyrim) nga pasqyra (1), bie në prizmën për ndriçim (2), kalon nëpër mostrën e analizuar dhe prizmën matëse (3), pastaj nëpër pasqyrën mbrojtëse (4) dhe kompensatorin (5) arrin deri në objektiv (6) nga dylbia, duke kaluar nëpër prizmë për refleksion të brendshëm total (7) dhe pllaka me vija që formojnë kryq (8). Vështrimi kryhet nëpër okularin e dylbisë (Fig. 23).

Veprimi për matjen e indeksit të thyerjes është i thjeshtë. Si burim drite përdoret llamba elektrike, e cila duhet të vendoset në atë mënyrë që të mundësohet shikueshmëri e mirë në fushën e ndriçuar në okularin e instrumentit.



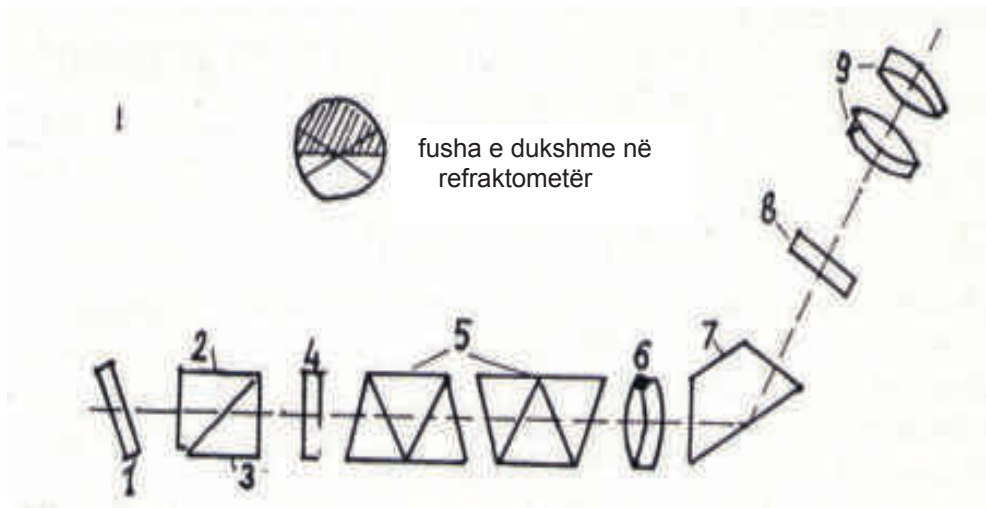


Figura 23. Pjesët përbërëse të reraktometrit: pasqyra - 1, prizma për ndriçim - 2, prizma matëse - 3, pasqyra mbrojtëse - 4, kompensatori - 5, objektivi i dylbisë - 6, prizma për refleksion të brendshëm total - 7, pllaka me vija në formë të kryqit - 8, okulari i dylbisë - 9.

## VERRPIMI PËR ANALIZË ME REFRAKTOMETRIN E ABE-UT

Përdorimi me refraktometrin e Abe-ut (Fig. 24) është mjaft i thjeshtë.

Me zhvendosjen e siguresës nga refraktometri lirohet mbajtësi i prizmës për ndriçim (prizma e sipërme me sipërfaqe të turbullt). Prizma për ndriçim lëvizet.

Në sipërfaqen e prizmës matëse derdhen 2-3 pika të mostrës së analizuar, pastaj prizma për ndriçim kthehet në vendin e saj.

Me zhvendosjen e kokës matëse, në fushën e dukshme fitohet kufiri midis pjesës së errët dhe të ndriçuar. Pastaj ky kufi rregullohet saktësisht në prerjen e vijave që formojnë kryq.

Vlera e fituar për indeksin e thyerjes lexohet nga shkalla e okularit.



Figura 24. Refraktometri i Abe-ut.

## METODAT SPEKTROSKOPIKE

**Metodat spektroskopike** metoda instrumentale optike bashkëkohore për analizën e numrit të madh të substancave të cilat bazohen në interaksionin e spektrit elektromagnetik me mostrën e analizuar.

Përparësitë e metodave spektroskopike, në krahasim me të tjerat (metoda klasike dhe instrumentale), janë se mundësohet analiza e shpejtë kohore e saktë dhe precize e substancës së hulumtuar në sasi të vogla (mikroshkallë dhe gjurmë). Mangësitë e vetme të metodave spektroskopike janë ndjeshmëria e instrumenteve për analizë, nevoja për përdorim të kujdesshëm dhe profesional dhe mirëmbajtje, dhe çmimi lartë i i instrumenteve dhe pjesëve rezerve të tyre.

Me aplikimin e metodave spektroskopike mundësohet analiza kualitative dhe kuantitative për elemente të llojllojshme dhe substanca në gjurmë.

Më shumë instrumente spektroskopike përbëhen prej pesë komponentëve (pjesëve) (Fig. 25):

- burimi i rrezatimit;
- selektuesi i gjatësisë valore (monokromatori);
- ena për mostër (kampion);
- detektori dhe shndërruesi i sinjalit;
- përpunuesi i sinjalit dhe treguesi

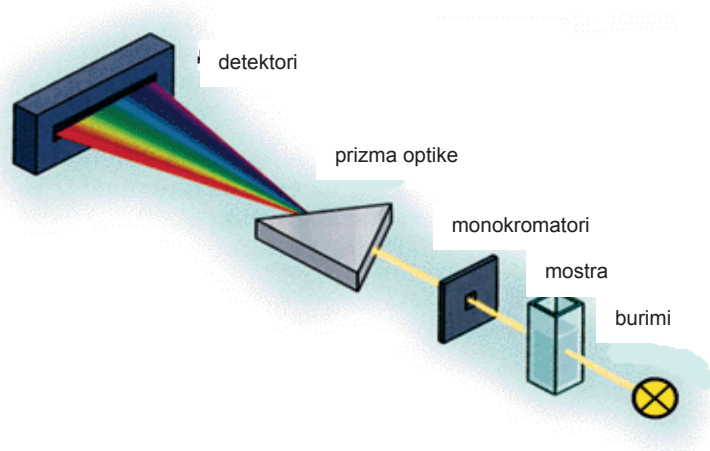


Figura 25. Pjesët përbërëse kryesore të instrumenteve optike.

## KARAKTERISTIKAT E ENËVE PËR MOSTRËN E ANALIZUAR

Enët për mostrën e analizuar, të cilat aplikohen në metodat instrumentale spektroskopike, të ashtuquajtura **kiveta** (Fig. 26) prpunohen nga materiali transparent për regjionin spektral në të cilin përdoren.

Për matje në regjionin ultraviolet (nën 350 nm) nevojiten kiveta të përpunuara nga kuarci, të cilat mundet të përdoren në regjionin e gjerë spektral (deri 3000 nm).

Për shkak të çmimit të ultë, për regjionin midis 375 dhe 2000 nm, përdoren kiveta të qelqit, gjithnjë e më shpesh edhe kiveta plastike.

Për spektrofotometrat infra të kuq përdoren kiveta të përpunuara nga kloruri i natriumit kristalor.

Kualiteti i të dhënave spektroskopike, në masë të madhe, varet nga mënyra e shfrytëzimit dhe mirë mbajtjes së kivetave. Gjurmët e gishtave, yndyrave dhe papastërtive tjera në mure dukshëm e ndryshojnë transparencën e kivetës. Për këtë arsye, para dhe pas çdo përdorimi, patjetër duhet pastrimi themelorë, ndërsa pas pastrimit dhe përdorimit të kujdesshëm. Kivetat kalibruese, kohë pas kohe, duhet të kontrollohen dhe kalibrohen njëra në raport me tjetrën.



Figura 26. Kiveta (ena për mostrën e analizuar).

## KOLORIMETRI

Përcaktimet kolorimetrike bazohen në krahasimin e ndryshimit kuantitativ të dritës, pas kalimit nëpër tretësirë të substancës së analizuar.

Në numrin e madh të rasteve esenca e përcaktimeve kolorimetrike bazohet në transformimin e substancës së analizuar në komponim të ngjyrosur rrugës së reaksionit kimik. Pas transformimit, në mënyrë të përshtatshme, krahasohet intensiteti i ngjyrit të tretësirës nga substanca e hulumtuar, me ngjyrën e tretësirës standarde nga substanca e njëjtë.

## PARIMI I PUNËS TË KOLORIMETRIT VIZUAL

Një nga instrumentet më të thjeshta për analizë kolorimetrike paraqet kolorimetri vizual (Fig. 27). Kolorimetra vizual më të përdorur janë kolorimetrat e Dibosk-ut dhe Hener-it (Fig. 28). Dy rrezet e dritës pas pasqyrit nga pasqyra arrijnë deri në dy gypat cilindrik në të cilat janë vendosur tretësirat e substancave, pastaj kalon nëpër cilindrat e qelqit, refraktohet në prizëm dhe bie në okularin e instrumentit. Prizma shërben për afrimin e dy rrezeve të dritës në regjionin e dukshëm. Në regjionin e dukshëm paraqitet sipërfaqja rrethore e ngjyrosur, e ndarë në dy pjesë. Lartësia e shtresave të tretësirave lexohet në shkallë, e cila është e shkallëzuar, pastaj njehsohet përqendrimi sipas formulës:

$$c_1 = (h_2 / h_1) c_2$$

- $c_1$  – përqendrimi i tretësirës të substancës së analizuar
- $c_2$  - përqendrimi i tretësirës standarde
- $h_1$  – lartësia e shtresës të tretësirës së analizuar
- $h_2$  - lartësia e shtresës të tretësirës të tretësirës standarde

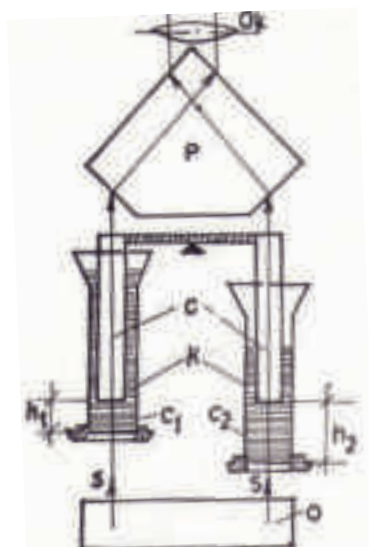


Figura 27. Elementet përbërëse të kolorimetrit vizual (okulari - Ok, prizma - p, kiveta - κ, rrezet e dritës - s, cilindra - c, pasqyra - O, lartësia e shtresave -  $h_1$  dhe  $h_2$  dhe përqendrimet e tretësirave -  $c_1$  dhe  $c_2$ ).

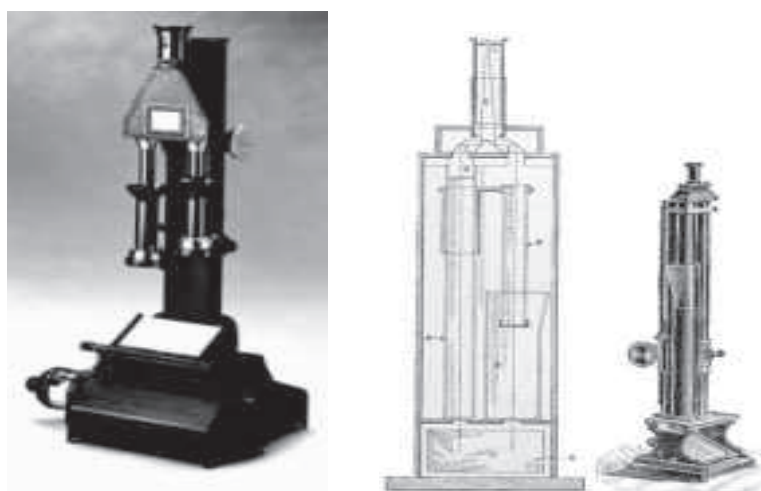


Figura 28. Kolorimetri vizual i Diboskut dhe Henerit.

Përkaj kolorimetrave vizual të Diboskut dhe Henerit, ekzistojnë kolorimetra fotoelektrik (Fig. 29), puna dhe mënyra e të cilëve janë identike me spektrofotometrit

fotoelektrik, por konstruktimi është i ndryshëm. Më shpesh përdoren kolorimetri fotoelektrik i Dibosk-ut dhe Hener-it.



Figura 29. Kolorimetrat fotoelektrik.

### VEPRIMI PËR ANALIZË ME KOLORIMETRIN VIZUAL

Me ndihmën e serisë së tretësirave standarde, konstruktohet diagrami kalibruar për analizë kuantitative të ndonjë substanca (shembull, e kaltra metilenike).

Së pari vërtetohet pozicioni zero i kivetës (fundi i kivetës dhe sipërfaqja e poshtme e cilindrit të qelqit duhet të përputhen). Për kivetën e majtë (për shembull) leximi i shkallës është 0,5 mm, ndërsa për të djathtën 0,0 mm. Kjo d.m.th. se për gjitha vlerat e leximeve të mëtejme duhet të korrigjohen me zbritjen e 0,5 mm.

Faza vijuese është konstruktimi i diagramit kalibruar për analizë kuantitative të së kaltrës metilenike (përcaktimi i vëllimit të tretësirës). Në kolbet vëllimetrike prej  $50 \text{ cm}^3$ , me biritë shtohen saktësisht 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; dhe  $5,0 \text{ cm}^3$  tretësirë e të kaltrës metielnike me përqendrim të njohur dhe plotësohen me ujë të distiluar deri në markë. Tretësira përqendrimi i të cilës i përgjigjet përqendrimit të mesëm të serisë së tretësirave standarde përmban  $3,0 \text{ cm}^3$  nga tretësira fillestare, hollohet me shtimin e ujit të distiluar deri  $50 \text{ cm}^3$  (marka). Me këtë tretësirë mbushet kiveta e majtë e aparatit. Gjitha tretësirat standarde nga seria, sipas radhës, mbushen në kivetën e majtë, e cila vendoset në lartësi prej 5 cm. Barazimi i intensitetit të ngjyrimit në fushën e dukshme me ndërrimin e lartësisë së kivetës së majtë. Pas leximit të vlerave të shkallës, janë fituar vlerat vijuese, të cilat paraqiten në tabelë (Tab. 2):

Tabela 2.

<b>Përqendrimi i tretësirës standarde cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>3</sup></b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>
<b>vlera të lexuara në shkallën e instrumentit (mm) – kiveta e majtë</b>	<b>4,5</b>	<b>15,5</b>	<b>25,5</b>	<b>34,8</b>	<b>43,4</b>
<b>vlerat e lexuara të korrigjuara – kiveta e majtë</b>	<b>4,0</b>	<b>15,0</b>	<b>25,0</b>	<b>34,3</b>	<b>42,9</b>

Në bazë të dhënave të paraqitura në tabelë konstruktohet diagrami kalibrues, me çka në apsisë paraqiten përqendrimet (në cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>3</sup>), ndërsa në ordinatë vlerat e lexuara në shkallën e instrumentit (në mm).

Vija e plotë e diagramit paraqet vlerat e shkallës (vlerat eksperimentale), ndërsa vlerat e korrigjuara me vijë të ndërprerë. Nga diagrami konstatohet se gjatë përqendrimeve më të ulëta bëhen shmangie më të mëdha.

Tretësira e kaltër metilenike, e cilat duhet të analizohet (me vëllim të panjohur) gjendet në kolbë vëllimtriqe prej 50 cm<sup>3</sup> dhe plotësohet me ujë të distiluar deri në markë. Me atë mbushet kiveta e djathtë, e vendosur në lartësi prej 25 cm<sup>3</sup>, pastaj bëhet barazimi i fushës së dukshme në aparat.

Të dhënat paraqiten në tabelë (Tab. 3):

Tabela 3.

numri rendor I matjes	1	2	3
vlerat e lexuara në shkallën e instrumentit (mm) – kiveta e majtë	22,6	22,8	22,4
Vlerat e korrigjuara – kiveta e majtë (mm)	22,1	22,3	21,9
vlera mesatare (mm)		22,1	

Në bazë të vlerës së fituar mesatare (22,1 mm) nga diagrami kalibrues (Fig. 30) thjeshtë tërheqja e normales kah vija e plotë, gjendet vëllim i panjohur i tretësirës së hulumtuar të kaltrës metilenike (në apsisë), ajo është  $2,7 \text{ cm}^3$ .

Rezultati është  $2,7 \text{ cm}^3$ .

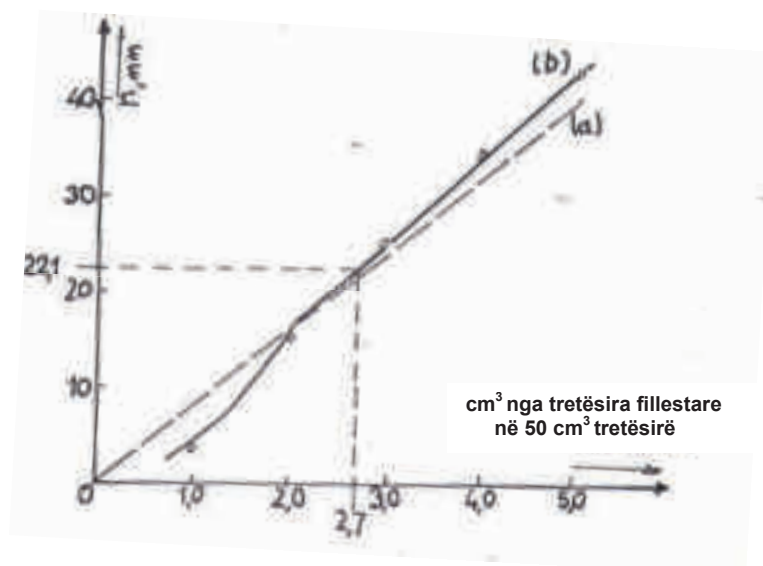


Figura 30. Diagrami kalibrues për përcaktimin e të kaltrës metilenike.



## SPEKTROFOTOMETRI – PARIMI I PUNËS TË SPEKTROFOTOMETRIT TË BEKMANIT

Spektrofotometri I Bekmanit (Fig. 32) punon sipas parimit të thjeshtë. Drita e bardhë që fitohet nga llamba e Volframit kalon nëpër hapjen e ngushtë dhe zbërthehet me ndihmë të rrjetës difraktuese. Një pjesë e dritës (me gjatësi valore përafërsisht të njëjtë) ose dritë monokromatike, kalon nëpër hapjen tjetër, pastaj nëpër kivetë në të cilën gjendet tretësira e substancës së analizuar. Drita e paabsorbuar lëvizë kah fotogypi i instrumentit ku matet intensiteti i dritës së transmittuar (lëshuar).

Rrjeta difraktuese paraqet pllakë të qelqit, të mbuluar me masë plastike, në të cilën janë të gërryera vija të mira paralele (rreth 600 në 1 mm).

### VEPRIMI PËR ANALIZË ME SPEKTROFOTOMETRIN E BEKMANIT

Është e nevojshme të analizohet sasia e kromit në tretësirën e nitratit të kromit (III) (si shembull).

Instrumenti kyçet 20 minuta para fillimit të punës. Në aparat zgjidhet gjatësia valore në të cilën instrumenti ka ndjeshmëri maksimale, përkatësisht mostra e analizuar të kenë **transmitansë** minimale -  $T$  (lëshueshmëri), përkatësisht **absorbansë** maksimale -  $A$  (absorbim). Gjatësia valore e zgjedhur për këtë rast është 375 nm.

Absorbansa paraqet llogaritmin dhjetor negativ të treansmitansës. Shprehet me formulën:

$$A = - \log_{10} T$$

Instrumenti rregullohet në 0 %  $T$  dhe 100 %  $A$ , kur kiveta është e mbushur me ujë të distiluar (prova e verbër) është e vendosur në stativin për kiveta të instrumentit.

Kivetat tjera (tri ose katër) mbushen me tretësira të substancës së analizuar, por me përqendrim të njohur. Në shkallën e instrumentit lexohet vlera e treansmitansës. Leximi përsëritet pas rregullimit të sërishëm në 0 %  $T$  dhe 100%  $T$ , deri sa të fitohen vlera identike. Në bazë të rezultateve të fituara konstruktohet diagrami kalibrues për përcaktimin e sasisë së kromit.

Gjatë përcaktimit të përqendrimit të panjohur, kiveta spektrofotometrike mbushet me tretësirën që analizohet, pastaj lexohet vlera e absorbansës në shkallën e instrumentit. Në bazë të vlerës së fituar përabsorbansën, nga diagrami kalibrues fitohet përqendrimi i panjohur i kromit në tretësirë.

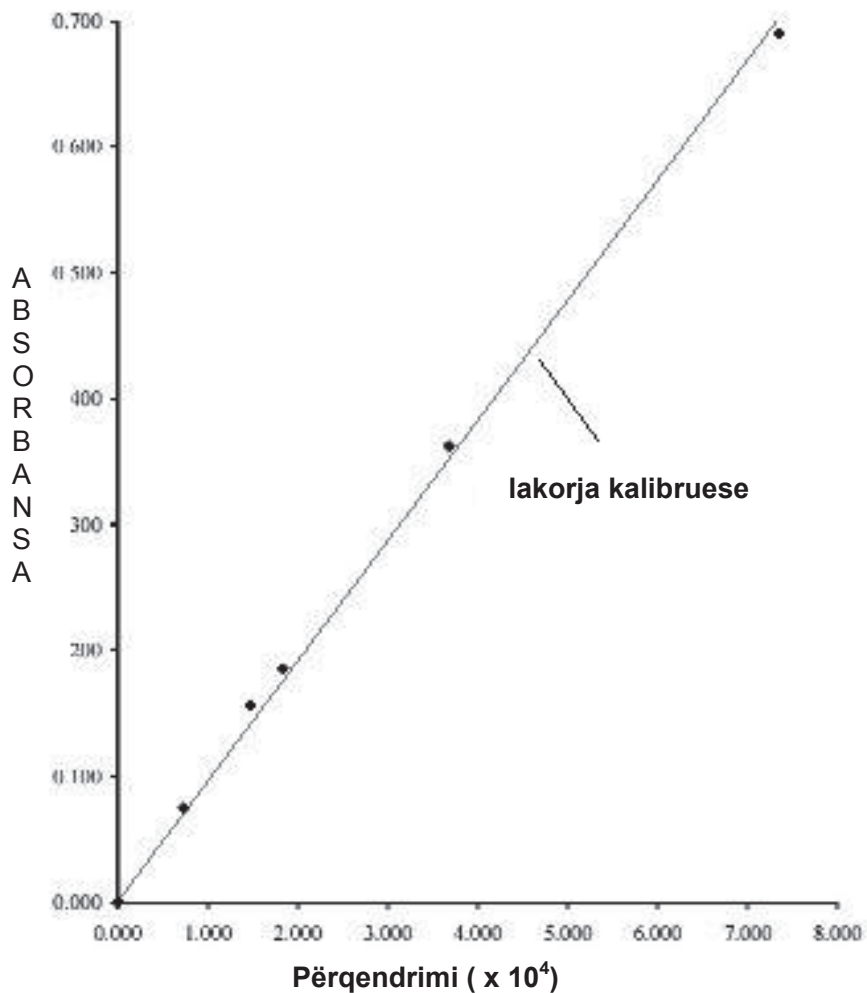


Figura 31. Diagrami kalibrues.

Spektrofotometrat dhe kolorimetrat në laboratorët bashkëkohorë i përpunojnë të dhënat, të përfutur me analizë, me anë të softuerit kompjuterik me qëllim të shmangies të mundësive për gabim të vrazhdët dhe të rastit gjatë vizatimit manual (me dorë) të diagrameve kalibruese (Fig. 31).



Figura 32. Spektrofotometri i Bekmanit.

#### **PYETJE TEMATIKE DHE DETYRA**

1. Numëro llojet themelore të metodave optike!
2. Si ndahen mikroskopët sipas parimit të punës?
3. Cilat elemente të gjeometrisë optike i njeh?
4. Cila madhësi matet në refraktometri?
5. Çka matet në polarimetri?
6. Cilat janë përparësitë e metodave instrumentale optike në raport me metodat klasike?
7. Përmend shembuj të secilës metodë për aplikim në praktikë!

## **2 APLIKIMI I KIMISË KOLOIDALE NË PRAKTIKË**

***Nuk është dituri të dish, por dituri është të japësh***

***Thënie popullore***

### **Qëllimet themelore të temës: Aplikimi i kimisë koloidale**

- Përshkrimi i vetive elektrike dhe optike të sistemeve koloidale;
- Lidhshmëria e vetive të sistemeve koloidale me aplikim përkatës;
- sqarimi proceseve të: dializës, elektroforezës dhe parimit të punës me aparate përkatëse, teknika kromatografike (të letrës, adsorbimit, jonokëmbyese dhe veprimit për mënjanimin e fortësisë së ujit);
- Cek përmes shembujve për aplikimin e rëndësisë së kimisë koloidale në praktikë (mjekësi, farmaci etj);

### **2.1 SISTEMET DISPERSE KOLOIDALE DHE VETITË E TYRE**

Siç është e njohur, nëse madhësia e grimcave të substancave dispersive është midis 1-100nm, punohet për sistem dispersiv koloidal. Për këtë arsye, madhësia e grimcave të sistemeve disperse koloidale janë midis grimcave të sistemeve koloidale të vrazhdëta dhe grimcave të tretësirave të vërteta (molekulare).

Grimcat koloidale (micelet), (Fig.1), nuk mundet të shihen me syrin e zhveshur ose me mikroskop të rëndomtë. Që të mundet të shihen, më herët janë përdorur të ashtuquajturit ultramikroskop. Ai është mikroskop te i cili tufa e rrezeve bie normalisht me boshtin e tubusit dhe në të cilin grimcat koloidale shihen si pika të ndritshme në prapavijën e errët, duke i falënderuar difraksionit të dritës. Sot ultramikroskopët janë zëvendësuar me mikroskopa elektronik, me ndihmë të cilëve mundet të fitohet fotografi e grimcës koloidale.

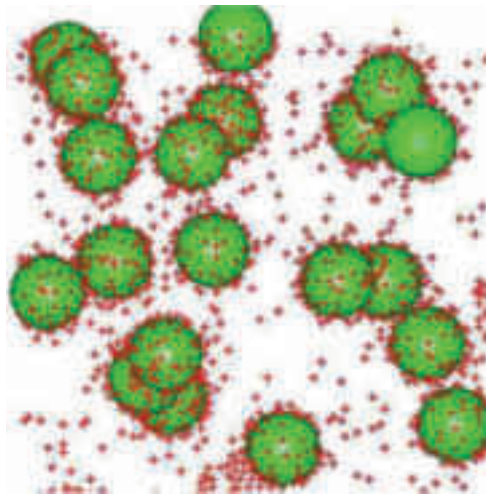


Figura 1. Grimca koloidale

Përdorimi i ultramikroskopëve dhe mikroskopëve elektronik, ka mundësuar të përcaktohet struktura dhe disa veti të grimcës koloidale në sistemet dispersive koloidale .

## **2.2 STABILITETI I SISTEMEVE KOLOIDALE**

Madhësia e grimcës koloidale është një nga faktorët për stabilitetin e sistemeve koloidale, çka nuk do të thotë se gjithnjë është ashtu. Ekzistimi i dy llojeve të sistemeve koloidale, liofile dhe liofobe është faktor më i madh për stabilitetin e sistemeve koloidale. Koloidet liofobe (hidrofobe) kanë madhësi më të vogël në raport me grimcat liofile (hidrofile), por janë më stabile se ato hidrofile.

Arsyeja për këtë fenomen duhet të kërkohet në atë se, grimcat hidrofobe nuk kanë shtresë të ujit rreth tyre dhe nuk janë në varësi nga ngarkesa elektrike. Ato shumë lehtë dhe shpejtë e rrisin masën.

Koloidet hidrofile rreth tyre kanë shtresë të ujit, që i bën shumë më stabile në raport me hidrofobe.

Nëse në grimcat koloidale, ngarkesa elektrike e granulës është e njëjtë, vjen deri te shtyrja e tyre. Me këtë është e pamundësuar ngjitja (koagulimi) i grimcave koloidale dhe nuk formojnë agregate më të mëdha.

Sistemet koloidale mundet të ngelin stabile kohë më të shkurtë ose më të gjatë. I tillë është shembulli i tretësirës koloidale të përgatitur nga ari, (Fig.2), që ruhet në Londër e përgatitur nga Majkëll Faradeji.

Koagulimi mundet të bëhet, nëse neutralizohet ngarkesa e granulave, me ngrohje ose me shtimin e elektroliteve në tretësirën koloidale.



Figura 2. Sistemet koloidale janë stabile (ari koloidal).

### **2.3 VETITË OPTIKE TË SISTEMEVE KOLOIDALE**

Për shkak të madhësisë të grimcave të tyre, si dhe për shkak të ngarkesës elektrike të grimcave të tretësirës koloidale (sistemeve), paraqiten disa veti që i dallojnë nga sistemet e vrazhdëta-dispersive dhe nga tretësirat e vërteta. Veti kryesore të sistemeve koloidale janë: optike, molekulare-kinetike, adsorbimi dhe vetitë elektrike.

Në këtë pjesë të librit, akcent më të madh do t'i kushtojmë vetive elektrike dhe optike të sistemeve koloidale.

Vetitë që janë pasojë të ekzistimit të sipërfaqeve kufitare të fazave janë: adsorbimi dhe vetitë elektrike .

#### **VETITË ELEKTRIKE**

Adsorbimi selektiv i joneve njëjtë i elektrizon gjitha grimcat koloidale dhe është një nga mënyrat më të rëndësishme sipas të cilës grimcat koloidale vetvetiu elektrizohen.

Megjithatë, që të ruhet elektroneutraliteti i sistemit, në afërsi të grimcës së elektrizuar kësi soji grumbullohen jonet me ngarkesa të kundërta. Kështu rreth grimcës koloidale formohet e ashtuquajtura **shtresë elektrike dyfishe**.

Si pasojë e formimit të shtresës elektrike dyfishe me strukturën e saj të veçantë (e sqaruar në pjesën e parë të librit, te vetitë e sistemeve koloidale), në kufirin midis fazës së lëngët dhe të ngurtë paraqiten dy potenciale: **potenciali termodinamik dhe elektrokinetik**.

Lëvizja e grimcës koloidale nën veprimin e fushës elektrike në kahje të kundërt me elektrodën e elektrizuar quhet **elektroforezë**.

## VETITË OPTIKE

Nëse rrezet e dritës bien mbi grimcat dimensionet (rrezet) e të cilave janë dukshëm më të mëdha nga gjatësia valore e dritës, ato reflektohen, mirëpo nëse dimensionet e grimcave janë rreth 1/10 nga gjatësia valore e dritës, atëherë rrezet nuk do të reflektohen, por do të shpërndahen në mënyrë difraktuese. Kjo i besohet efektit të Tindalit (ekzistimi i konusit të ndritshëm nëpër tretësirat koloidale, të ndriçuara nga ana e tufës së hollë të rrezeve dhe e vërejtur normal me drejtimin e lëvizjes së dritës). Dhe po ashtu fakti se në dritën e lëshuar shumë tretësira koloidale (sisteme) janë të kuqe ose portokalle (drita e kuqe ka gjatësi valore më të madhe në pjesën e dukshme të spektrit), ndërsa dritën e rëndomtë (d.m.th. e shpërhapur) janë të kaltra (Fig.3).



Figurat 3. Efekti i Tindalit

Fakti që me ultramikroskop shihen figurat difraktuese të grimcave koloidale, po ashtu i besohet këtij fenomeni – efekti i Tindalit.

## Dializa

Sistemet koloidale karakterizohen me veti elektrike dhe optike, ndërsa këto varen nga stabiliteti i sistemit koloidal, që janë të rëndësishme në procesin e dializës dhe elektroforezës.

Gjatë përgatitjes së sistemeve koloidale, mund të ndodhë në to të mbetet sasi e caktuar e elektrolitit i cili është përdorur për përgatitjen e tij.

Ndarja e grimcave koloidale nga elektrolitet arrihet me dializë.

Procesi i **dializës**, bazohet në vetitë e grimcave koloidale, që për shkak të madhësisë së tyre ato nuk mundet të kalojnë nëpër poret e membranave gjysmëlëshuese.

Molekulat dhe jonet kanë rreze më të vogël dhe kalojnë nëpër poret e membranës gjysmëlëshuese në ujë. Nëse përpiqemi, ta kryejmë ndarjen me anë të veprimit të filtrimit, grimcat nga tretësirat koloidale lehtë kalojnë nëpër letrën filtruese. Prandaj, përdoret membrana gjysmëlëshuese, e cila mundet të përpunohet nga: qesja e kafshëve ose cellofani.

Membrana gjysmëlëshuese nga njëra anë duhet të jenë e mbyllur, vendoset në një enë në të cilën ndarja e koloideve nga elektrolitet. Në bazë të këtij veprimi, mundet të përgatitet aparati i thjeshtë për dializë i quajtur **dializer**.

Në laboratorët e vogla, mundet të përgatitet aparati për dializë, siç është dhënë në Figurë, (Fig.4).



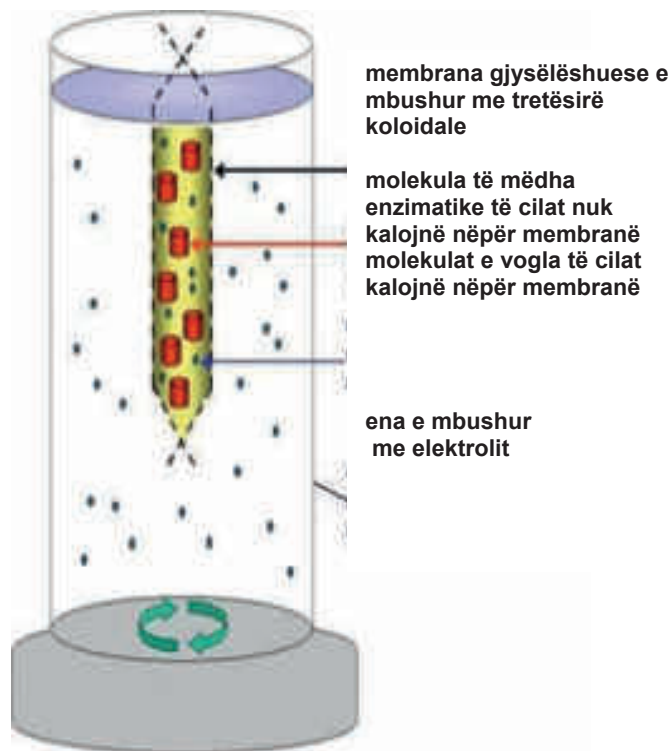


Figura 18. Aparat i thjeshtë për dializë

Në qese, të vendosur në enë me ujë ose pufër, gjendet tretësura koloidale dhe elektroliti. Qesja ka rolin e membranës gjysmëlëshuese. Në këtë pjesë fillon dializa. Pas një kohe kryhet ndarja e tretësirës koloidale nga elektroliti. Dializa do të kryhet derisa nuk arrihet ekuilibri.

Dializa është me rëndësi të veçantë, si proces për pastrimin e gjakut. Përdorim të veçantë, dializa ka të sëmurit nga veshkat të cilat nuk kryejnë funksionin e tyre. Te ky grup i njerëzve të sëmurë, gjaku lëshohet nëpër aparat për dializë. Në dializer, nëpër membranën gjysmëlëshuese kalojnë materiet e dëmshme (substancat) dhe ndahen nga plazma e gjakut.

Veshkat e njerëzve të shëndoshë e kryejnë rolin e ndarjes së koloideve nga materiet tjera.

Për njohje më të mirë me procesin e dializës, është e nevojshme të vizitohen laboratorët speciale.

## ELEKTROFOREZA

Grimcat koloidale kanë ngarkesë elektrike të caktuar, e cila ndikon në vetitë, lëvizshmërinë dhe stabilitetin e grimcave. Ngarkesa elektrike e grimcave koloidale ka rëndësi të veçantë për procesin e elektroforezës. Granulet si pjesë e mices janë të elektrizuara pozitivisht ose negativisht, ndërsa që të sigurohet elektroneutraliteti në sistemin koloidal, rreth granulës do të grumbullohen jone me ngarkesë të kundërt.

Lëvizshmëria e grimcave koloidale varet nga masa e ngarkesës elektrike të grimcës. Grimcat koloidale me masë të vogël kanë ngarkesa më të mëdha, përderisa grimcat koloidale me masë të madhe kanë ngarkesë elektrike më të vogël.

Kur nëpër sisteminkoloidal lëshohet të rrjedhë rryma njëkahëshe nën ndikimin e fushës elektrike, grimcat koloidale do të lëvizin ë ndryshme kah elektrodën e zhytura në elektrolite. Kahja e lëvizjes e grimcave koloidale varet nga ngarkesa e grimcave.

Lëvizja e grimcave koloidale të elektrizuara nëpër lëngun e lëvizshëm, nën ndikimin e fushës elektrike quhet **elektroforezë**.

Zhvillimi procesit të elektroforezës varet nga mjedisi i **pH** ëtë cilin kryhet pika izoelektrike e tretësirës koloidale. Kështu për shembull: për elektroforezën e gjakut, më shpejtë lëvizin grimcat koloidale të albuminit në  $pH = 4,6$  dhe me pikë izoelektrike më të ultë.

Kur elektroforeza shfrytëuhet për fitimin e proteinës së pastër nga përzierja e proteinave, tretësira shtohet në bartësin e ngurtë, i cili është i zhytur në tretësirë puferike me qëllim që të rregullohet vlera e **pH**.

Për izolimin e një proteina nga përzierja e proteinave, ose aminoacidi nga më shumë lloje të aminoacideve, shfrytëzohen metoda të ndryshme, midis të cilave shfrytëzohet e ashtuquajtura elektroforeza regjionale – e përmendur më lart.

Për zhvillimin e procesit të elektroforezës përdoren aparate elektroforizerë, (Fig.5).



Figura 5. Aparati për elektroforezë

Veprimet të cilat kryhen në aparatin për elektroforezë janë të rëndësishme për përcaktimin e karakterit dhe vetitë e proteinave.

Elektroforeza gjen përdorim të madh në praktikën mjekësore për diagnostifikimin e sëmundjeve të ndryshme.

## 2.4 APLIKIMI PRAKTIK I KIMISË KOLOIDALE

Kimia koloidale si pjesë e kimisë ka përdorim të madh praktik dhe rëndësi në jetën e përditshme. Sistemet koloidale dhe vetitë e tyre gjejnë përdorim në: mjekësi, farmaci, industrinë ushqimore dhe kozmetikë.

Rëndësi të veçantë dhe përdorim kanë dializa dhe elektroforeza të sëmurët prej veshkave, analiza e plazmës së gjakut, gjatë prodhimit të numrit të madh të preparateve, xheleve, kremave, emulgatorëve të cilët shfrytëzohen në kozmetikë.

Në pjesën e industrisë ushqimore prodhohen produkte të gatshme ushqimore siç është pudingu, shllagu, shkuma, zhelet dhe prodhime tjera.

### **XHEL– ELEKTROFOREZA**

Xhel – elektroforeza është metodë kromatografike e cila shfrytëzohet për ndarjen e pjesëve të ndryshme të **ADN**, në bazë të gjatësisë së tyre. Më shpesh përdoret për ndarjen e fragmenteve (pjesëve) të rralla (retrifikuese).

Ekzemplari i ADN-së (i cili është në puferin përkatës) shtrihet në pllakën xhel kromatografike, të cilat janë të përgatitura në bazë të poliakrilamidit dhe pas lidhjes së xhelit me burimin e rrymës elektrike, vjen deri te lëvizja e tyre, nën veprimin e fushës elektrike. Lëvizja në fushën elektrike është e mundur, sepse nukleotidet në molekulat e ADN përmbajnë grupe fosfate të elektrizuara negativisht, të cilat do të lëvizin kah anoda (elektroda pozitive). Molekulat difundojnë nëpër xhelin me shpejtësi e cila varet nga madhësia e tyre, dhe molekulat më të vogla do të lëvizin me shpejtësi më të madhe nëpër xhelin, se sa molekulat më të mëdha.

Megjithatë, molekulat e ADN të cilat janë shtuar në xhel, nuk mund të shihen, dhe janë zhvilluar disa mënyra për vizualizimin e tyre:

- Xheli mundet të ngjyroset me disa kemikate, të cilat në mënyrë specifike e ngjyrosin ADN. Për shembull, bromuri i etidiumit. ADN paraqitet në formë të shiritit të kaltër. Kjo metodë është e thjeshtë, por shumë e ndieshme.
- Kampionet (ekzemplarët) e ADN shënohen me izotope radioaktive, si shembull  $P^{32}$ . Kur në hapësirë të errët, përmes xhelit janë ndarë fragmentet (pjesë) vendoset film fotografik, ADN në film paraqitet në formë të vijës së errtë. Metoda është përjashtimisht bindëse.

Kampionët e ADN shënohen me molekula fluoreshente dhe ndriçojnë kur xheli di të rrezatohet me rreze UV.

Teknika xhel – elektroforezë dhe ekzemplari i fituar nga xheli i ngjyrosur është treguar në figurën 6.

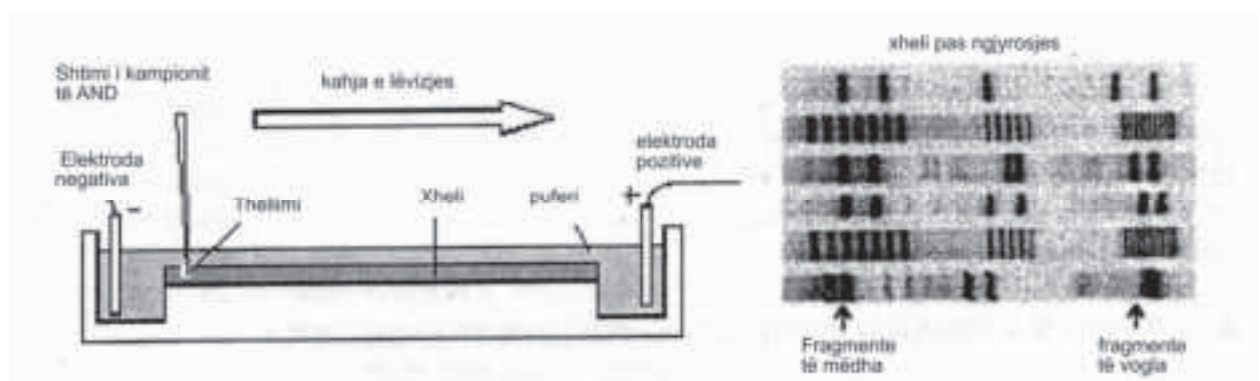


Figura 6. Skema e xhel –elektroforezës (djathtas) dhe xheli i fituar pas ndarjes dhe ngjyrosjes së fragmenteve (majtas).

Xhel– elektroforeza mund të përdoret për vërtetimin, se me klonimin e mikroorganizmave prodhohet proteina dhe në çfarë sasive.

Posaçërisht është i dobishëm veprimi si “ngjyrim imun” ose “Western blot”. Te kjo teknikë proteinat e jodenaturuara së pari zhvillohen me anë të xhelt, pastaj barten në letrën e nitrocelulozës (membranë), dhe me teknikë identifikuese lidhen për antitruapat specifik të cilat janë shënuar në mënyrë radioaktive dhe formojnë komplekse antitruapa - antigjen. Shiriti i cili paraqitet si rezultat i lidhjes së antigjeneve për antitruapat vizualizohet, ashtu që letra e nitrocelulozës i nënshtrohet veprimit të rrezeve -X.

## **2. 5 TEKNIKAT KROMATOGRAFIKE THEMELORE**

Kromatografia si metodë për analizën e substancave në kohën e sotme konsiderohet si metodë më gjerësisht e përdorur. Ajo shfrytëzohet si metodë preparative, e po ashtu edhe si metodë për hulumtimin e vetive fiziko – kimike të substancave. Me rëndësi të veçantë është aplikimi, ku do të ndalemi në: kromatografinë e letrës, adsorbimit, jonkëmbyese dhe xhel filtrimin.

### **KROMATOGRAFIA NË LETËR**

Kjo metodë kromatografike bazohet në shfrytëzimin e koeficientëve të ndryshëm të shpërndarjes, te komponentët në përzierje, të cilët janë në gjendje agregate të lëngët. Kolona në shtyllë e cila është përdorur shpesh në kromatografi është zëvendësuar me shiritin e letrës. Në shirit shtohet sasi e vogël e përzierjes e cila analizohet. Shiriti paraqet fazën e palëvizshme (stacionare), e cila zhytet në ujë ose tretës të përshtatshëm, i cili paraqet fazën e lëvizshme (mobile). Ky lloj i kromatografisë quhet kromatografi shpërndarëse. Lëvizja e komponentëve të fazës mobile shprehet me anë të parametrin  $R_f$ . Parametri paraqet raportin midis rrugës së kaluar të një komponent dhe rrugës së kaluar të tretësit, të shprehur përmes relacionit:

$$R_f = \frac{x}{x_f}$$

Nëse, përzierja e analizuar ka dy komponentë, atëherë  $x_1$  dhe  $x_2$  janë rrugët e kaluara të komponentëve në raport me vendin ku janë shtuar, ndërsa  $x_f$  rruga e kaluar e tretësit. Nëse  $x_1 \neq x_2$ , atëherë edhe  $R_{f1} \neq R_{f2}$ , kjo do të thotë, komponentëve e përziera gjenden në vende të ndryshme në shirit. Madhësia  $\Delta R_f$  paraqet karakteristikë të sistemit në të cilin kryhet procesi kromatografik. Mundësia për ndarjen e komponentëve  $\Delta R_f$  paraqitet me relacionin:

$$\Delta R_f = (R_{f1} - R_{f2})$$

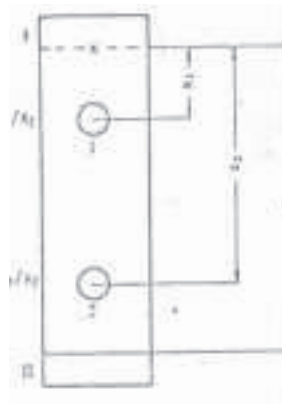


Figura 7. Kromatografia në letër.

Në (Fig.7), është dhënë skema për përcaktimin e  $R_f$  - të komponentëve në përzierje në bazë të kromatogramit të fituar.

Koeficienti i shpërndarjes mundet të njehsohet me anë të shprehjes:

$$Kd = \frac{s_p}{s_n} \left( \frac{1}{R_f} - 1 \right)$$

ku,  $Kd$  është koeficienti i shpërndarjes, ndërsa  $s_p$  dhe  $s_n$  – koeficientët e fazës lëvizëse dhe të palëvizshme.

**Teknika e veprimit** – Teknika të njohura dhe më shpesh të përdorura janë: kromatografia njëdimensionale dhe dydimensionale (hyrëse dhe dalëse), kromatografia rrethore, kromatografia në letër me ndihmë të elektroforezës.

Kromatografia njëdimensionale hyrëse dhe dalëse në letër, kryhen në të njëjtin parim. Dallimi është në vendin e shtimit të mostrës.

Shiriti i letrës zhytet në fazën lëvizëse (Fig. 8). Komponentët nga përzierja e cila analizohet nën ndikimin e forcave kapilare, ngriten nëpër gjatësinë e letrës. Te kromatografia dalëse në letër, komponentët nën veprimin e gravitetit lëshohen nëpër gjatësinë e shiritit.

Shiriti i ri i formuar thahet dhe analizohet.

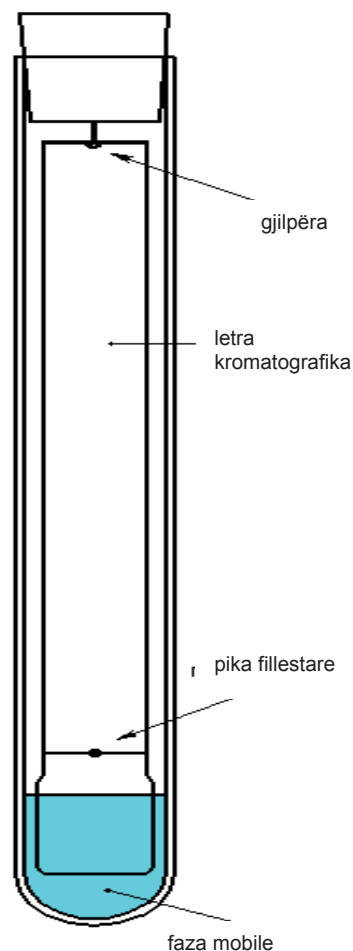


Figura 8. Kromatografia në letër

Përskaj kromatografisë në letër, ekziston kromatografia rrethore në letër.

Në rastin kur në një tretës të kromatografia në letër, nuk mundet të fitohet ndarje e mirë e komponentëve, përdoret kromatografia dydimensionale.

Kur sistemi në të cilin kryhet procesi kromatografik në letër, i disponuar nën veprimin e fushës elektrike, përfitohet më mirë me ndarjen e komponentëve. Kromatogramet e tilla quhen **kromatograme** të fituara me **elektroforezë**. Kjo mënyrë fillon me zhytjen e letrës kromatografike, me elektrolitin paraprakisht të zgjedhur. Letra vendoset në fushë elektrike, midis dy elektrodave. Për këtë teknikë nevojitet kohë më e

shkurtë për zhvillim dhe aparaturë speciale. Letra kromatografike duhet të jenë kimikisht e pastër, neutrale adsorbuese, të sigurojë përcjellshmëri dhe shpejtësi të njëjtë nëpër tërë sipërfaqen e tretësit. Letra është e ndërtuar nga materiali i tillë, që struktura dhe orientimi i fijeve të celulozës të jenë të vendosura drejtë.

Në kohën e sotme zgjidhen metoda me teknika më bashkëkohore. Shembull i tillë është kromatografia adsorbuese.

## KROMATOGRAFIA ADSORBUERE

Metodat kromatografike bazohen në mekanizmin e ndryshëm të interaksionit të molekulave të adsorbensit dhe adsorbatit.

Shembull, lëvizja e substancës nëpër kolonën e mbushur me adsorbent. Faza stacionare më shpesh është në gjendje agregate të ngurtë. Lëvizja e substancave nëpër kolonë e cila është e mbushur me adsorbent është paraqitur në figurën 9. Komponentët në procesin kromatografik shpërndahen në kolonë në regjione ( $n$ ).

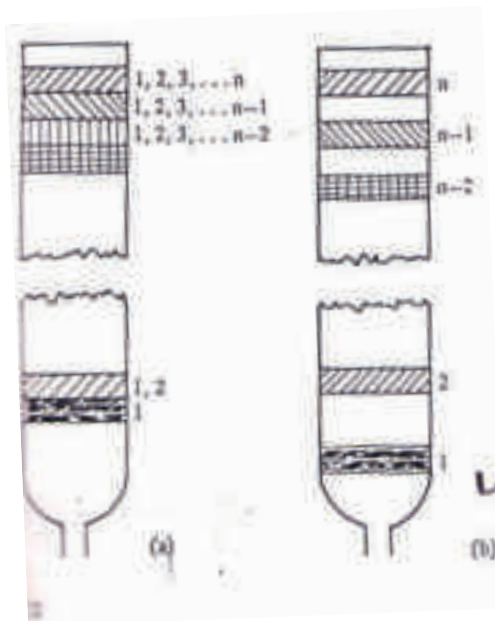


Figura 9. Kolonat për kromatografinë adsorbuese.

Tregim skematik i shpërndarjes të së paku dy komponentëve është dhënë në figurën 10. Në apsisë jepet kohëzgjatja e procesit  $\tau$  (tau)/[sek, min, h], ndërsa në ordinatë informata për sasinë e substancës, e cila mundet të shprehet si: përcjueshmëri optike, përqendrim etj. Pjesët e lakoreve quhen kulmet (piket – peak) kromatografike.



Koha (sekondat) e mbajtjes (koha e retonionit) e komponentëve I dhe II është shënuar me  $t_{R1}$  dhe  $t_{R2}$ , përderisa  $t_0$  është e ashtuquajtur koha e vdekur e sistemit kromatografik, e cila i përgjigjet kohës së daljes nga kolona e cila nuk adsorbohet.

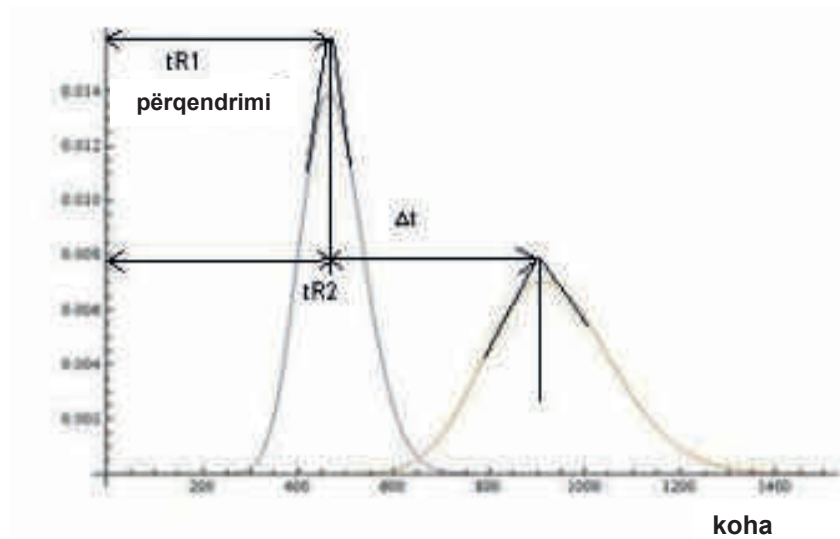


Figura 10. Kromatogrami.

Ndarja e dy kulmeve kromatografike fqinje  $R_s$  është dhënë me shprehjen:

$$R_s = 2 \frac{t_{R2} - t_{R1}}{W_2 + W_1}$$

ku,  $W_2$  dhe  $W_1$ , paraqesin gjerësitë e kulmeve kromatografike të komponentëve I dhe II të matura në apsisë. Ndarja e kulmeve kromatografike varet nga gjerësia e tyre dhe nga largësia e vlerave të tyre maksimale.

**Teknika e punës** – Në kromatografinë adsorbuese shfrytëzohen kolona speciale, adsorbate dhe adsorbent në gjendje të ndryshme agregate. Faktorët që ndikojnë në procesin e ndarjes së komponentëve janë: efikasiteti dhe selektiviteti i kolonës.

Efikasitei i kolonës mundet të shihet përmes formës së kulmit kromatografik në kromatogram.

Selsktiviteti i kolonës varet nga natyra dhe temperatura e fazës lëvizëse dhe të palëvizshme të sistemit.

## **XHEL KROMATOGRAFIA**

Xhel kromatografia ose xhel filtrimi është metodë kromatografike e cila shfrytëzohet në teknikat laboratorike për ndarjen e molekulave mikrobiologjike në tretësira ujore. Përdoret për pastrimin e enzimave, polisakarideve proteinave, acideve nukleike dhe komponimeve tjera makromolekulare.

Parimi i punës është sqaruar te xhel – elektroforeza.

### **PYETJE TEMATIKE DHE DETYRA:**

1. Numëro vetitë elektrike dhe optike të sistemeve koloidale!
2. Çfarë vetie është efekti i Tindalit?
3. Sqaro dializën dhe elektroforezën!
4. Cilat teknika themelore kromatografike i njeh?
5. Përmend shembuj për përdorimin e kimisë koloidale.

## **3 PROCESSET ELEKTROKIMIKE NË PRAKTIKË**

*Çdo njeri duhet të formohet deri në çastin e fundit*

*Masimo D'Azelo*

### **Qëllimet themelore të temës: Proceset elektrokimike në praktikë**

- Dallimi i proceseve të korrozionit kimik nga elektrokimik, galvanizimi nga galvanoplastika, elektroliza nga elementi galvanik;
- Sqarimi i mbrojtjes sipërfaqësore elektrolitike të materialeve me galvanizim dhe galvanoplastikë;
- Përshkrimi i proceseve: eloksimi, nikelimi dhe kromimi;
- Veprimi për përgatitjen e metalit dhe kryerja e galvanizimit;
- Dhënia e shembujve për përfitimin e metaleve të pastra;
- Njeh përdorimin e galvanoplastikës në fusha të ndryshme të teknikës dhe artit të aplikuar;
- Hulumton dhe elaboron probleme të thjeshta nga fusha e kimisë fizike dhe
- Shfrytëzimi i burimeve të ndryshme të informatave.

### **3.1 KUPTIMET THEMELORE PËR KORROZIONIN**

Korrozioni i metaleve haset gjithkrah në jetën tonë të përditshme. Ashtu që, korrozioni si proces, metalet i shndërron në produkte të panevojshme me dëme të mëdha materiale.

Hekuri, është metal i cili gjendet në korën e Tokës, shumë reaktiv, pothuajse asnjëherë nuk është në gjendje elementare (të lirë), llogaritet se është metal i cili më së shumti korrodohet, posaçërisht çeliku.

Në numër më të madh të rasteve, korrozioni vepron spontanisht, vjen deri te ndryshimi i materies në kuptimin fizik dhe kimik, me çka shkaktohet shpërbërja e metaleve. Korrozioni është proces i ngadalshëm dhe mundet të ngadalësohet ose të pamundësohet.

Zhvillimi teknik ka dhënë rëndësi të madhe për ndikimin e mekanizmit të korrozionit, të cilët sqarojnë përmes teorive specifike. Sqarimet teorike bazohen në dy veprime themelore, kimike dhe elektrokimike. Në bazë të këtyre veprimeve, ekzistojnë edhe dy teori për sqarimin e korrozionit të metaleve, ato janë:

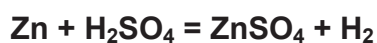
- Teoria kimike për korrozionin e metaleve;
- Teoria elektrokimike për korrozionin e metaleve.

**Teoria kimike për korrozionin e metaleve** – Sipërfaqja e pastër metalike të metalet, më shpesh mbulohet me shtresë okside, mbi të cilën oksigjeni difundon deri në metalin e pastër dhe më tutje ta vazhdon oksidimin.

Shtresa okside e cila formohet në sipërfaqen metalike rritet në varësi nga shpejtësia e difuzionit të atomeve të oksigjenit, përkatësisht nga shpejtësia e difuzionit të atomeve metalike nëpër atë dhe shtresën okside.

Sipas teorisë kimike, në fillim shpejtësia e difuzionit të atomeve të oksigjenit është më e madhe se shpejtësia e difuzionit të atomeve metalike, ashtu që shtresa korrozive rritet në brendi të metalit dhe formohen okside të metalit me valencë më të vogël. Pastaj, shpejtësia e difuzionit të atomeve metalike dhe shtresës korrozive rritet edhe në brendi të metalit. Në fund të procesit – korrozioni, shpejtësia e difuzionit të atomeve të oksigjenit është më e vogël nga shpejtësia e atomeve të metalit, me çka shtresa korrozive rritet në sipërfaqe të metalit dhe formohen okside të metalit me valencë më të madhe. Nga e gjithë kjo mund të thuhet se, shtresa korrozive llogaritet si përzierje e oksideve të ndryshme nga ai metal.

**Teoria elektrokimike për korrozionin e metaleve** – Qysh në shek. XIX është konstatuar se metalet lehtë shpërbëhen në prani të elektroliteve, për shkak të këmbimit jonik. Shkencëtari August dela Rive e ka sqaruar përmes barazimit të reaksionit midis zinkut dhe acidit sulfurik:



Teoria elektrokimike për korrozionin e metaleve është sqaruar në tërësinë tematike 4. (Korrozioni elektrokimik dhe mbrojtja), për mësim të rregullt.

## **3.2 MROJTJA E METALEVE NGA KORROZIONI**

### **MBROJTJA ELEKTROLITIKE E MATERIALEVE**

Galvanizimi – Sipërfaqet metalike për t'u mbajtur të pastra dhe të mbrojtura nga korrozioni, mbulohen elektrolitikisht, me shtresë të ndonjë metali fisnik ose legurë. Ky veprim quhet galvanostegji (**elektroplatinim**).

Parimi i galvanostegjisë është, sipërfaqet të cilat duhet të mbulohen me shkëlqim metalik, vendosen në kada elektrolitike si katoda, ndërsa anoda për galvanizim të metaleve mundet të jenë të tretshme ose të patretshme.

Nën veprimin e rrymës elektrike me potencial katodik të caktuar, metali i kërkuar elektrolitikisht fundërrrohet si shtresë e hollë në sipërfaqen metalike. Qëllimi themelorë i mbulesës metalike është të jenë i rrafshët, homogjene, e hollë, e qëndrueshme dhe mirë e thithur për metalin themelorë. Që të arrihet e gjithë kjo, duhet sipërfaqja metalike të jenë mirë e pastruar, përkatësisht të pastrohet mirë nga yndyra dhe papastërtitë (oksidet, ndryshku), pastaj të polirohet derisa përfitohet sipërfaqe e rrafshët. Pas këtij trajtimi, në sipërfaqen metalike bëhet mbulimi galvanik dhe vetëm sipërfaqet shumë të pastra e pranojnë shtresën (mbulesën) galvanike njëtrajtësisht.

**Galvanoplastika** – Galvanoplastika përdoret për përfitimin e kopjeve të sakta për metale të ndryshme dhe lëndë, zbukurime, klisheve (kallëpeve speciale për shtypjen e të hollave, medaljoneve, cilindrave, statueve etj).

Gjatë galvanoplastikës kryhet fundërrimi elektrolitik i shtresës metalike në sipërfaqe referente. Galvanoplastika për dallim nga galvanostegjija, materiali themelorë i cili mbulohet në më shumë raste nuk është metal.

Fazat teknologjike themelore (hapat) në galvanoplastikë janë:

1. Përgatitja e kallëpeve metalike ose jometalike;
2. Shtuarja e shtresës elektropërçuese në kallëpet metalike;
3. Shtuarja e shtresës metalike për ndarje;
4. Fundërrimi elektrolitik i metalit;
5. Ndarja e kallëpit nga kopja;

Kopja përfundimtare në kallëpe kryhet në dy mënyra:

- a) Kallëpi të jenë negativ i origjinalit;
- b) Kallëpi të përgatitet nga vizatimi.

Kallëpët përgatiten nga dylli, gipsi, kauçuku, masat plastike etj. kallëpi i përgatitur lidhet me përçuesin e bakrit, lëshohet në kada të galvanizuara, me çka ngjanë fundërrimi elektrolitik i shtresës metalike. Galvanoplastika gjen përdorim të gjerë për përgatitjen e figurave të ndryshme, në teknikën e dhëmbëve, përpunimin e matricave dhe shkronjave të shtypshkronjave.

### **3.3 VEPRIMET PËR PËRGATITJEN E MATERIALIT PËR GALVANIZIM**

#### **a) Çyndyrosja**

Për çyndyrosje më shpesh përdoret qelqi uJORË me përqendrim të ndryshëm në varësi nga ajo se çfarë lloj materiali përdoren hidroksidet alkaline (NaOH, KOH). Largimi i yndyrave me këto mjete kryhet me reaksionin e sapunifikimit. Në rast se yndyra nuk mundet të mënjanohej me këtë reaksion, përdoren tretës organik edhe atë: shpirtusi, benzeni, benzina, petroleumi dhe trikloretani. Ekziston edhe i ashtuquajtur i çyndyrimi elektrostatisht i cili kryhet me kada të mbushura me tretësirë të NaOH, në të cilën radhiten lëndët që çyndyrosen. Kadat paraqesin katoda, ndërsa si anoda merren shufra të çelikut, karbonit dhe nikelit. Me lëshimin e rrymës elektrike nëpër tretësirë, në katodë ndahen jone të  $H^+$ , njëkohësisht në anodë rritet përqendrimi i joneve  $OH^-$ , të cilat kryejnë sapunifikimin intensiv.

#### **b) Brejtja**

Që të mënjanohet oksidi (korrozioni apo ndryshku), metali duhet të brehet me tretësirë të përshtatshme. Më shpesh brejtja kryhet me:  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$  dhe NaOH. Sendet prej hekurit mundet të brehen me tretësirë që përmban 2,5 gram acid acetik në  $1dm^3$  dhe 10% tretësirë të klorurit të zinkut me 10%  $H_2SO_4$ . Për brejtjen e bakrit, mesingut, bronzit, dh legurave tjera të bakrit, përdoret përzierja prej një pjesë  $HNO_3$  dhe dy pjesë  $H_2SO_4$ , në të cilën gjendet NaCl dhe blozë. Alumini dhe legurat e tij brehen në HCl të holluar ose tretësirë që përmban 200 g hidroksid natriumi në  $1dm^3$  ujë, dhe 30 g klorur natriumi.

Pas brejtjes, sendet lahen me ujë dhe thahen.

### **c) Mprehja dhe polirimi**

Pas çyndyrimit dhe brejtjes, lëndët e përgatitura nga metali duhet të mprehen që të përfitohet sipërfaqe e lëmuar. Mprehja kryhet me mprehëse të dorës ose mekanike, rërë kuarcore në formë të pastës, vazelin, stearin etj. Polirimi kryhet me mjetet e njëjta vetëm të imëta. Lëndët e përgatitura galvanizohen, galvanizimi më mirë kryhet në nxehtësi, sepse elektroliti ngrohet.

Si shtresa mbrojtëse më shpesh shtohen metalet dhe legurat vijuese: nikli, bakri, mesingu, kadmiumi, bromi, argjendi dhe ari. Shumë rrallë shtohet kobalti, kallaji, plumbi, zinku dhe bronzi.

## **3.4 PROCESET E GALVANIZIMIT**

Kromi edhe pse është metal elektronegativ, për shkak të pasivitetit të shprehur qartë dhe qëndrueshmërisë i afrohet metaleve fisnike. Në atë nuk ndikojnë acidet organike, hidroksidet alkaline,  $H_2S$ ,  $H_2SO_4$ . Mbrojtës i mirë i çelikut është në temperaturë të lartë. Ai është edhe më i shkëlqyeshëm se nikeli, ka shkëlqim të kaltër, me kalimin e kohës nuk errësohet, me çka dallohet nga argjendi. Për shkak të fortësisë së madhe, rezistencës në temperaturë të lartë, stabilitetit kimik, pjesët e kromit janë rezistente ndaj brejtjes.

**Kromimi dekorativ** – Mbulesat e kromit janë me zbrazëtira, sepse para kromimit vihet shtresë nga bakri dhe nikeli. Trashësia e mbështjellësit të kromit është shumë e vogël 1mm. Kromimi kryhet në pjesët e jashtme të automobileve, makinave, instrumenteve, si edhe lëndëve për përdorim shtëpiak.

Te gjithë mbështjellësit e metalit me të cilët kryhet mbështjellja (galvanizimi) është në formë të kationit në tretësirën elektrolitike, ndërsa kromi është në formë të anionit në acidin kromik ( $CrO_4^{2-}$ ).

Mbulesa të mira përfitohen nga tretësira  $H_2CrO_4$  dhe  $H_2SO_4$  në raport,  **$CrO_3 : H_2SO_4 = 100 : 1$**  ( $CrO_3$  është anhidrid i acidit kromik). Reduktimi i kromit deri në kromin elementarë nuk është mjaftë i sqaruar. Për kromim nuk përdoren anoda të kromit, sepse

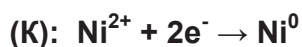
gjatë tretjes përfitohen jone me valencë të ndryshme. Rëndomtë përdoret anoda nga plumbi i patretshëm me antimon 6 - 8 %.



O<sub>2</sub> e oksidon edhe Cr<sup>3+</sup> → Cr<sup>6+</sup>. Për këtë qëllim përdoret densiteti i madh i rrymës për t'u fituar shtresë e kromit. Temperatura dhe densiteti i rrymës elektrike kanë ndikim të madh në fortësinë e kromit elektrolitik, fortësia maksimale fitohet gjatë densitetit më të madh të rrymës elektrike dhe temperaturës më të lartë.

**Niklimi** – Nikeli përdoret për mbështjellje dekorative-mbrojtëse. Niklohen sende për përdorim të gjerë, enë shtëpiake, pjesë automobili, aparate kimike etj. Edhe pse është metal elektronegativ, nikeli është shumë stabil (në ajër nuk oksidohet), gjatë e mbanë shkëlqimin e tij. Nikeli mund ta mbrojë hekurin dhe çelikut. Që të bëhet mbështjellësi me prozitet maksimal, së pari vihet në shtresë të bakrit, pastaj niklohet. Më shpesh gjatë niklimit si anoda shfrytëzohen elektroda e -Pb e patretshme dhe e Ni- e tretshme, ndërsa si katodë është lënda që niklohet. Si elektrolit shfrytëzohen: NiSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O ose kripa e dyfishtë NiSO<sub>4</sub>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O. Elektroliza kryhet në tension të caktuar dhe densitet të rrymës elektrike, temperatura dhe pH(5,6 – 6) dhe pufer citrat -Na.

a) Nëse anoda është - Pb, në katodë kryhen proceset vijuese:



dhe



H<sub>2</sub>, mundet të mbahet në katodë me çka mbështjellësi bëhet poroz, formohen të ashtuquajtura pore të hidrogjenit. Për shkak të çelektrizimit të H<sup>+</sup>, elektroliti rreth katodës mundet të jenë aq alkalik sa që mundet të fundërrohet Ni(OH)<sub>2</sub>, që ndikon negativisht në mbështjellës. Për këtë arsye në elektrolit shtohet citrati i natriumit si pufer.

b) Nëse anoda e -Ni është elektrodë e tretshme, gjatë tretjes anodike nikeli lehtë pasivizohet me çka rritet përqendrimi i joneve H<sup>+</sup>, ndërsa mbështjellja është e njëtrajtshme. Tretja e nikelit si anodë është e penguar nga formimi i Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Kjo pengohet ashtu që në elektrolite shtohen si aktivator – jonet klorure në formë të NaCl, KCl, NiCl<sub>2</sub>.



Për rritjen e përçueshmërisë së elektrolitit shtohen: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Së pari fitohen mat mbështjellësit, të cilat me polirim (lçmim) bëhen të shkëlqyera. Ekzistojnë kada në të cilat menjëherë përfitohen mbështjellje të shkëlqyera me çka shmanget operacioni i vështirë i polirimit.

**Eloksimi** - Alumini ka afinitet të madh kah oksigjeni, dhe nëse qëndron në ajr, do të mbulohet me shtresë okside, e cila e mbron nga korrozioni i mëtutjeshëm. Prandaj ekzistojnë metoda që shfrytëzohen për mbrojtjen e aluminit dhe legurave të tij, të cilat bazohen në formimin e shtresës më të trashë okside. Për dallim nga proceset tjera galvanike, kjo arrihet me përpunim anodik, i cili në industri quhet eloksim (oksidimi elektrolitik). Për shkak të eloksimit, pjesët e aluminit zhyten në kadat elektrolitike me elektrolit, e cila më shpesh është H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i holluar dhe gjatë kësaj lidhen me polin pozitiv të rrymës elektrike. Si katodë shërben pllaka prej plumbit. Ndryshe mundet të punohet me rrymë njëkahëshe, atëherë dy elektodat janë lëndë prej aluminit. Gjatë punës me rrymë njëkahëshe në shtresën e formuar të Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gjatë kohës së polarizimit anodik nuk vjen deri te reduktimi.

Në anodë gjatë elektrolizës lirohet oksigjeni, i cili reagon me A<sub>2</sub> dhe formohet shtresë okside mbrojtëse prej Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



Procesi i oksidimit anodik të aluminit gjatë densitetit optimal kryhet në dy procese paralele.

Përpos që formohet oksidi, ka edhe tretje anodike të aluminit.



Vetitë mbrojtëse të shtresës okside mundet të përmirësohen me përpunimin e lëndëve të elokuara me ujë të ngrohtë në temperaturë prej 95 deri 98 °C.

Ky proces në industri quhet silirim, gjatë të cilit Al(OH)<sub>3</sub> hidratohet sepse porët zvogëlohen dhe mbyllen. Nëse me përpunim anodik përpos efektit mbrojtës duam të arrijmë pamje më të mirë të lëndës së elokuar, ajo para silirimit ngjyroset me zhytje në tretësira të ngjyrave organike dhe inorganike.

**Bakërimi** (*formimi i shtresës prej bakrit*)– mbështjellësit prej bakrit nuk shfrytëzohen si mbështjellës galvanik të pavarur, si mbështjellës për zbukurim, e as për mbështjellje për mbrojtje nga korrozioni. Bakri është metal i cili në ajër oksidohet dhe formon kripë të dyfishtë, hidroksidin e bakrit (I) dhe karbonatin e bakrit (I),  $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ . Mbulesat e bakrit përdoren si nënshtresë gjatë niklimit, kromomit, argjentimit dhe në disa procese tjera të galvanizimit. Ana e mirë e bakrit është, se ai mirë polirohet (lëmohet) me këtë mundësohet lidhje më e mirë me metale tjera. Bakrimi kryhet sipas dy veprimeve, veprimi acidik dhe veprimi me cianure.

**Zinkimi** – Ky veprim përdoret për mbrojtjen e metaleve të zeza nga korrozioni. Me kalimin e kohës, mbështjellja e zinkut errësohet, duke formuar shtresë të karbonatit të zinkut. Në ajër të lagësht dhe gjatë ndryshimit të temperaturës, shpejtohet korrozioni i sipërfaqes metalike të zinkuar. Po ashtu sipërfaqen e zinkut e bren edhe uji i detit. Zinkimi kryhet sipas dy veprimeve, edhe atë veprimi sulfat dhe veprimi cianur bazik.

**Argjentimi** – Konsiderohet se një nga metodat më të vjetra të galvanizimit. Kinezët dhe indusët të parët e kanë kryer argjentimin, ndërsa sot ka përdorim të gjerë. Gjitha metalet dhe legurat nuk mundet drejtpërdrejtë të argjentojnë. Argjentimi i drejtpërdrejtë kryhet në lëndët prej bakrit dhe lëndët e përgatitura nga legurat e bakrit. Anodat gjithnjë janë përgatitur nga argjendi i pastër elektrolitik me trashësi prej 1mm. Sipërfaqja e anodave duhet të jenë tri herë më e vogël se e katodave. Tretësirat të cilat përdoren për argjentim, më shpesh përmbajnë argjend në kompleksin cijanur. Ekzistojnë dy metoda për argjentim. Ato janë:

- Veprimi i vjetër i provuar pa cianure;
- Veprimi me cianure.

### 3.5 GALVANIZIMI NË LABORATOR

Kryerja e eksperimentit në laborator, siç është procesi i galvanizimit, adaptohet sipas nevojave dhe mundësive të një laborator kimik. Përpjekja që do të bëhet në laborator është si vijon, por paraprakisht pajisjet e nevojshme laboratorike, si dhe kemikatet duhet të përgatiten para se të fillohet me punë.

Sipas asaj, duhet të bëhen hapat vijues:

- *kemikatet*: acidi i limonit (citrik), etanol 96%, pluhur zinku dhe tretësirë ujore e NaOH me përqendrim të njohur prej  $c(\text{NaOH}) = 2 \text{ moldm}^{-3}$ .

- enët dhe mjetet: përzierëse magnetike, shufra magnetike për përzierje, pinceta magnetike, pinceta, gota prej  $100\text{cm}^3$ , ena e petrijevit.

#### **-masat për kujdesin:**

- \* etanoli është lëng që digjet fuqishëm;
- \* NaOH është substancë korrozive;
- \* duhet të shfrytëzohen syzet mbrojtëse dhe dorëza.

**Mënyra e punës** – Tri pllaka të bakrit pastrohen në tretësirë të ngrohtë të acidit citrik (të limonit). Dy nga monedhat e pastruara dhe 2 gram pluhur zinku vihen në gotë prej  $100 \text{ cm}^3$ , në të cilën janë çitur  $20\text{cm}^3$  NaOH me  $c(\text{NaOH}) = 2\text{moldm}^{-3}$  dhe shufra magnetike për përzierje. Përzierja ngrohet në përzierësen magnetike që të ngadalësohet vlimi. Monedhat nxirren nga tretësira me pincetë magnetike dhe një nga monedhat ngrohet mbi flakë të etanolit të ndezur derisa nuk vërehet ndryshimi i ngjyrës. Monedha rrotullohet derisa të ngrohet, që të ngrohen dy anët njëjtë.

**Rezultati**: dy monedhat e bakrit bëhen të argjenduara në tretësirë të NaOH të përzier me zink. Ngrohja mbi flakë të etanolit shndërron monedhën e argjendtë në të artë.

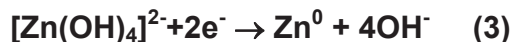
**Diskutim**: Pjesë të zinkut treten në tretësirën alkaline duke formuar zinkate:



Kur monedha e bakrit do të vijë në kontakt me pjesë të zinkut të mbetur, formohet celulë elektrokimike. Elektronet rrjedhin nga zinku kah monedha e bakrit. Në sipërfaqe të monedhës, këto elektrone i reduktojnë jonet e zinkut, të pranishme në tretësirë, monedha e

bakrit plotësisht mbulohet me shtresë të hollë të zinkut, sepse zinku ka ngjyrë të argjendtë.

Barazimet e reaksioneve që kryhen janë si vijon:



Kur monedha e argjendtë do të ngrohet, zinku hynë në sipërfaqe të bakrit, me çka formohet mesingu i cili jep ngjyrë të artë monedhës.

### **3.6 PARIMI TEORIK PËR NDARJEN ELEKTROLITIKE TË METALEVE**

#### **ELEKTROKIMIA TEKNIKE**

##### ***NË PËRGJITHSI DHE NDARJA***

Elektrokimia teknike i studion metodat teknologjike për përfitimin e substancave të pastra kimike me aplikimin e rrymës elektrike. Sipas mënyrës së shfrytëzimit të rrymës elektrike, veprimet në elektrokimi ndahen në dy grupe:

- 1) Elektroliza – në të cilën rryma elektrike shndërrohet në energji kimike;
- 2) Elektrotermia – ku proceset teknologjike kryhen në bazë të shndërrimit të mëparshëm të energjisë elektrike në energji të nxehtësisë, pastaj në kimike.

Gjitha proceset kimike të cilat zhvillohen rreth elektrodave, për kohën e elektrolizës, janë ndryshime elektrokimike midis joneve dhe elektroneve.

Proceset elektrokimike gjatë elektrolizës mundet të ndahen në dy grupe:

- Elektrooksidim, i cili ndodhë në anodë;
- Elektroreduktim, i cili ndodhë në katodë.

Numër i madh i produkteve përfundimtare të fituara gjatë elektrolizës janë produkte kimike sekondare ose primare, të cilat janë fituar nga substancat e posaçme primare.

Si produkte primare të elektrolizës më shpesh janë metalet dhe hidrogjeni, dhe veprimi quhet **elektrometalurgji**.

Nëse, teknika e pastrimit dhe fisnikërimit të metaleve kryhet me anoda të tretshme, ky veprim quhet **elektrorefinim**.

Nëse teknika e pastrimit dhe fisnikërimit të metaleve kryhet me anoda të patretshme, ky veprim quhet **elektroekstraktim**.

Në veprimet elektrotermike, lëndët e para përkatësisht mineralet në elektro-furra të posaçme ju nënshtrohen temperaturave të larta, të cilat fitohen gjatë shndërrimit të energjisë elektrike në energji të nxehtësisë .

Përfitimi i metaleve të fuqishme elektronegative nuk kryhet në tretësira ujore, sepse e tërë energjia elektrike harxhohet për ndarjen e H<sub>2</sub>. Ato përfitohen me elektrolizën e shkrirjeve, ku shkrihet lënda me nxehtësi, ndërsa shkrirja përcjell rrymën elektrike.

## PËRFITIMI ELEKTROLITIK I METALEVE

### ***Përfitimi elektrolitik i metaleve***

Bakri është metal i cili ka përdorim të gjerë si përçues në elektroteknikë dhe si nënshtresë për galvanizimin e sipërfaqeve metalike. Në natyrë bakri gjendet si xehe okside dhe sulfure. Në xehe sulfure të bakrit, përkaj bakrit ka edhe sulfure të metaleve tera të ngjyrosura, si edhe sulfure të hekurit. Përfitimi i bakrit nga xehe sulfure bëhet më shpesh me veprim pirometalurgjik, ndërsa xehe e varfra ne bakër përpunohen me veprimin hidrometalurgjik.

**Veprimi hidrometalurgjik** është përfitimi i **Cu** me elektrolizë të tretësirave të **CuSO<sub>4</sub>**.

Veprimi është si vijon:

Bakri ndahet nga xehe me tretës të ndryshëm, pastaj me elektrolizën e këtyre tretësirave ndahet Cu<sup>0</sup>. Si tretës shfrytëzohet H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ashtu që nga xehe e tij shndërrohet

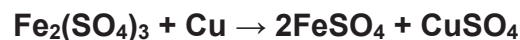
në CuSO<sub>4</sub>. Përqendrimi i CuSO<sub>4</sub> duhet të jenë 5%, ndërsa përqendrimi i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3%. Për kohën e elektrolizës, përqendrimi i CuSO<sub>4</sub> zvogëlohet deri 1.5%, ndërsa përqendrimi i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> rritet deri 8,5%. Në këtë rast të elektrolizës, katodat janë ndërtuar nga bakri elektrolitik, ndërsa anodat nga metali i patretshëm në elektrolitin.

**Elektrorefinimi i bakrit** – ky veprim përdoret për pastrimin e bakrit i cili përban 2-3% primesa (Zn, Ni, Fe, Pb, Ag, Au).

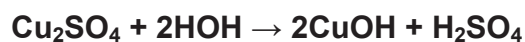
Parimi themelorë bazohet si në vijim:

- Blloqet e trasha të bakrit brut (blister ose çimento) të shkrira në kadë e cila përmban CuSO<sub>4</sub> dhe shërben si anodë e tretshme;
- Katodat janë pllaka të holla të vendosura midis blloqeve anodike, të lyera me grafit. Si elektrolit përdoret CuSO<sub>4</sub>, 1,5-4,5% dhe 8-16%, dhe H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i lirë, i ngrohur në 50° C;
- përzierëse të vendosura;
- tensioni është 0,4V.
- 

gjatë rafinimit të bakrit, duhet pasur kujdes në përqendrimin e Fe<sup>3+</sup> të cilët e pengojnë fundërrimin e bakrit:



Po ashtu kontrollon edhe aciditeti i tretësirës së elektrolitit, për kryerje të suksesshme të elektrolizës. Nëse ky kusht nuk arrihet, do të vjen deri te fundërrimi i bakrit njëvalent në formë të Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kjo kripë hidrolizon në tretësirë ujore që është treguar me barazimin vijues:



Rezultati përfundimtarë i këtij reaksioni do të ishte CuO, i cili ndahet si fundërrinë e kuqe në fundin e kadës, e cila ka rolin e anodës.

### **3.7. INFORMACIONET KIMIKE**

#### **TË DHËNAT DHE INFORMATAT**

Nocionet e **dhënë** dhe **informatë**, midis tyre janë të afërta dhe reciprokisht të lidhura, por prapë ato nuk kanë domethënie të njëjtë.

Në jetën e përditshme takohen **të dhëna** të ndryshme, dhe nëse nga ato të dhëna, në bazë të diçkaje që është mësuar mundet të kuptohet, me atë edhe pasurohen dituritë tuaja, atëherë ajo e dhënë merr dimensione tjera, thjeshtë bëhet **informatë**.

Shkurtë thënë:

Informata është e dhënë të cilën e kuptojmë, me atë e rrisim edhe diturinë.

#### **BURIMET E INFORMATAVE**

Informatat përfitohen nga burimi, përkatësisht vendi prej ku rrjedhin informatat që pranohen, si edhe mënyra në të cilën bartet informata deri te pranuesi.

Mendime të njëjta ekzistojnë edhe për informatat shkencore (shembull nga fusha e kimisë).

Sipas rregullit, burime të informatave shkencore janë raportet nga rezultatet e matjeve, vështrimet, që i ka kryer ndonjë tjetër, ndërsa mundet të përdoren edhe vështrimet personale ose matje.

#### **Llojet e burimeve të informatave**

Burimet prej ku fitohen informatat shkencore ndahen në tri grupe themelore:

- burimet primare;
- burimet sekondare dhe
- burimet terciare.

**Burimet primare të informatave**, konsiderohen ato që janë përfituar nga dora e parë, ndërsa kumtohen në tubime shkencore, ose shtypen në artikuj shkencorë, në revista shkencore. Në vendin tonë del një revistë shkencore në fushën e kimisë. Ai është „Zëri i kimistëve dhe teknologëve në Maqedoni,„. Për primarë konsiderohen punim i magjistraturës, disertacioni i doktoraturës, raportet, patentat etj.

**Burimet sekondare të informacioneve**, të cilat ndryshe quhen edhe burime të dorës së dytë, përmbajnë gjëra të ndryshme. Revistat referente, përmbajnë të dhëna të ndryshme, abstrakte për artikuj, punime të shtypura me vitin e botimit, dhe ngjashëm. Gjitha këto të dhëna për autorin quhet bibliografi. Revistat më të njohura referente për fushën e kimisë janë „Chemical Abstracts”, (botohet në SHBA), „Zhurnali i kimisë referente”, (botohet në Moskë).etj. Në burime sekondare konsiderohen enciklopeditë shkencore, doracakë dhe burime tjera.

**Burimet terciare të informatave**, konsiderohen si lloj special të burimeve shkencore të informatave. Të tilla janë tekstet të cilat adaptohen në mënyrë sa më të thjeshtë që të përdoren nga ana e nxënësve.

Në tekste nuk guxohet të ekzistojnë të dhëna të pavërteta, nxënësi nuk guxon të mësojë prej fjalës në fjalë, shfrytëzon edhe burime tjera si shoqërues për shembull: Pyetje dhe detyra nga kimia për vitin e parë.

**Burimet e kompjuterizuara të informatave shkencore**, formohen vazhdimisht dhe pandërprerë, por me teknikë kompjuterike, dukshëm lehtësohet deri te arritja e informacionit të ë dhënave të cilat janë përgatitur përkatësisht.



## PYETJE TEMATIKE DHE DETYRA

1. Çfarë procesi është korrozioni dhe çfarë mundet të jenë?
2. Përmendi mënyrat për mbrojtje nga korrozioni elektrokimik i metaleve.
3. Sqaro dallimin midis galvanoplastikës dhe galvanostegjisë!
4. Në çfarë mënyre përfitohet metali kimikisht i pastër?
5. Sqaro proceset, eloksimin, niklimit dhe kromimit!
6. Përshkruaje veprimin para kryerjes së galvanizimit të metaleve!
7. Përmend shembuj për aplikim të galvanoplastikës në fushën e teknikës dhe artit të aplikuar:
8. Çka duhet të përdoret që të fitohen informata nga fusha e kimisë fizike?

## Literatura

1. Vasileve, L Toromanova, B. Elektrohemija, Prosvetno dello, Shkup (19770.
2. Todorovski, T, Vasileva, L., Toromanova, B.KIMIA ANALITIKE KUANTITATIVE, Prosvetno dello, Shkup (1991)
3. Shoptrajanov, B. Kimia për vitin e parë të arsimit të reformuar të gjimnazit, Prosvetno dello, Shkup (2006)
4. Belaev,S, Kosmanenko, K KIMIA FIZIKE ME ELEKTROKIMINË, Enti për botimin e teksteve Beograd 1965
5. Mojoviç, Lj Inxhinjia biokimike, fakulteti teknlogjik-metalurgjik, Beograd 2006
6. Herak, M, Kushec,Lj, Galas D, FIZIKALNA KEMIJA-Zagreb, (1971)
7. Karafilakovska F, KIMIA FIZIKE(SKRIPTË INTERNE),Shkup (1995)
8. Sozovski J, FIZIKA, Prosvetno dello, Shkup (2006)

# PËRMBAJTJA

## 1. KIMIA FIZIKE – LËNDË OBLIGATIVE

PARATHËNIE.....	3
HYRJE.....	5

### **1 STRUKTURA E ATOMEVE, MOLEKULAVE**

#### **DHE KRISTALEVE**

1.1 ATOMET DHE MOLEKULAT - NJËSITË MË TË RËNDËSISHME NDËRTUESE TË SUBSTANCAVE.....	6
1.2 MODELET E NDËRTIMIT TË ATOMIT DHE LLOJET E ORBITALEVE ATOMIKE.....	9
1.3 MBIMBULIMI I ORBITALEVE- LIDHJET SIGMA DHE PI.....	19
1.4 LIDHJET POLARE DHE JOPOLARE – DELOKALIZIMI ELEKTRONEVE.....	26
1.5 LIDHJA JONIKE DHE METALIKE.....	29
1.6 SIMETRIA DHE ELEMENTET E SIMETRISË.....	32
1.7 SIMETRIA E DISA MOLEKULAVE DHE JONEVE.....	35
1.8 APLIKIMI DHE NJOHJA E SIMETRISË TE MOLEKULAT.....	36
1.9 MAKROMOLEKULAT – STRUKTURA DHE VETITË.....	37
1.10 GJENDJA E NGURTË – SUBSTANCAT E NGURTA AMORFE DHE KRISTALORE.....	38
1.11 RRJETA KRISTALORE DHE CELULA ELEMENTARE.....	39
1.12 SISTEMET KRISTALORE.....	40
1.13 IZOMORFIZMI DH EPOLIMORFIZMI, KRISTALET E LËNGËTA.....	45

## **2 SPEKTRAT ATOMIK DHE MOLEKULAR**

2.1 KUPTIMET THEMELORE TË SPEKTROSKOPISË.....	51
2.2 NATYRA E RREZATIMIT ELEKTROMAGNETIK.....	52
2.3 NDRYSHIMET ENERGJETIKE SPEKTRALE.....	54
2.4 SPEKTRAT ELEKTRONIK, VIBRUES DHE RROTULLUES TË SUBSTANCAVE.....	55
2.5 SPEKTRAT MOLEKULAR DHE APLIKIMI I TYRE PËR IDENTIFIKIMIN E SUBSTANCAVE.....	57
2.6 SPEKTROSKOPIA E ABSORBIMIT – INTERPRETIMET TEORIKE.....	59
2.7 INSTRUMENTET PËR MATJEN E ABSORBIMIT TË DRITËS.....	60
2.8 KOLORIMETRI DHE FOTOMETRI.....	61
2.9 PARIMI I PUNËS SË SPEKTROFOTOMETRIT.....	62
2.10 ANALIZA SPEKTRALE E EMETIMIT.....	63
2.11 PARIMI I PUNËS SË FOTOMETRIT TË FLAKËS.....	64

## **3. KIMIA KOLOIDALE DHE KIMIA E SIPËRFAQEVE DHE MAKROMOLEKULAVE**

3.1. SISTEMET DISPERSE – KUPTIMI DHE NDARJA.....	68
3.2 STRUKTURA E GRIMCËS KOLOIDALE.....	70
3.3 METODATE PËRFITIMIT TË SISTEMEVE KOLOIDALE.....	73
3.4 KLASIFIKIMI I SISTEMEVE KOLOIDALE.....	74
3.5 VETITË E SISTEMEVE KOLOIDALE.....	77
3.6 FENOMENET SIPËRFAQËSORE, ADSORBIMI DHE IZOTERMA ADSORBUESE.....	81
3.7 KROMATOGRAFIA.....	86
3.8 KOMPONIMET MOLEKULARE DHE BIOMOLEKULARE.....	88

## **4 ELEKTROKIMIA**

4.1 NË PËRGJITHËSI PËR ELEKTROKIMINË.....	92
4.2 PËRÇUESHMËRIA ELEKTRIKE.....	94
4.3 TEORIA E ARENIUSIT PËR SHPËRBASHKIMIN ELEKTROLITIK.....	100
4.4 ELEKTROLITET E FORTË DHE TË DOBËT.....	102
4.5 ELEMENTI ELEKTROKIMIK.....	108
4.6 LLOJET THEMELORE TË GJYSMËELEMENTEVE.....	114
4.7 ELEMENTET GALVANIKE.....	123
4.8 BURIMET KIMIKE TË RRYMËS ELEKTRIKE.....	131
4.9 AKUMULATORËT DHE CELULAT DJEGËSE.....	133
4.10 ELEKTROLIZA.....	136
4.11 KORROZIONI ELEKTROKIMIK DHE MBROJTJA.....	142

## **2. KIMIA FIZIKE – LËNDË ZGJEDHORE**

### **1 METODAT OPTIKE**

1.1 ELEMENTET THEMELORE TË GJEOMETRISË OPTIKE.....	148
1.2 NGJYRAT KOMPLEMENTARE.....	160
1.3 METODAT INSTRUMENTALE.....	161

### **2 APLIKIMI I KIMISË KOLOIDALE NË PRAKTIKË**

2.1 DISPERSIONET KOLOIDALE DHE VETITË E TYRE.....	180
2.2 STABILITETI I SISTEMEVE KOLIDALE.....	181
2.3 VETITË ELEKTRIKE DHE OPTIKE TË SISTEMEVE KOLOIDALE.....	182
2.4 PËRDORIMI PRAKTIK I KIMISË KOLOIDALE.....	187
2.5 TEKNIKAT THEMELORE KROMATOGRAFIKE.....	189

### **3 PROCESSET ELEKTROKIMIKE NË PRAKTIKË**

3.1	KUPTIMET THEMELORE PËR KORROZIONIN.....	195
3.2	MBROJTJA E METALEVE NGA KORROZIONI.....	197
3.3	VEPRIMI PËR PËRGATITJEN E MATERIALIT PËR GALVANIZIM.....	198
3.4	PROCESSET E GALVANIZIMIT.....,	199
3.5	GALVANIZIMI NË LABORATOR.....	203
3.6	PARIMI TEORIK PËR NDARJE ELEKTROLITIKE TË METALEVE.....	204
3.7	INFORMATIKA KIMIKE.....	207
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>310</b>