

SLOBOTKA ALEKSOVSKA

KİMYA

VIII.
SINIFI İÇİN

Prof. Dr. Slobotka Aleksovska

KİMYA

VIII. SINIFI İÇİN



ПРОСВЕТНО ДЕЛО

Üsküp, 2026

İnceleyenler:

Prof D-r Valentin Mirceski

Prof D-r Miha Bukleski

Vesna Bakovska – İlkokulda kimya öğretmeni

Kuzey Makedonya Cumhuriyeti Ders Kitapları Ulusal Komisyonu'nun 14.05.2026 tarihinde aldığı onayla ve Kuzey Makedonya Cumhuriyeti Eğitim ve Bilim Bakanlığı Pedagoji Hizmetleri tarafından 20.05.2026 tarihinde 26-637/1 sayı ile kayda geçirilen kararıyla, ilköğretim 8. sınıflarda okutulmak üzere Kimya dersi ders kitabının kullanımına onay verilmiştir.

İÇİNDEKİLER

1.1. ATOMUN YAPISI	10
Atomu oluşturan parçacıklar.....	10
Atom numarası ve kütle numarası	12
İzotoplar ve izobarlar	15
Bağıl atom ve bağıl moleküler kütle	18
İzotopi ve kozmokimya	22
Elektron katmanları	23
1.2. ELEKTRON KABUĞUNUN KATMANLARI	23
Elektronların elektron katmanlarındaki dağılımı.....	24
Atom modellerinin tarihsel gelişimi	29
1.3. ELEMENTLERİN PERİYODİK SİSTEMİ.....	31
Kimyasal elementlerin sınıflandırılması neden gereklidir?	31
Mendeleyev ve elementlerin ilk periyodik tablosu	
Mendeleyev'den önce elementlerin sınıflandırılması.....	34
Periyodik tablonun yapısı	35
Elektron kabuğunun yapısı ile periyodik tablo arasındaki ilişki	37
Elementlerin özelliklerinin periyodik değişimi	41
Element grupların adlarının anlamları	43
2.1. OKSİTLER	48
Bileşiklerin sınıflandırılması neden gereklidir?.....	48
Oksitlerin yapısı ve sınıflandırılması.....	49
Oksitlerin adlandırılması	50
Oksitlerin elde edilmesi.....	54
Oksitlerin kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılması.....	56
Bazı oksitlerin özellikleri ve kullanımları	58
Oksitler ve sera etkisi üzerindeki rolü	61
2.2. HİDROKSİTLER.....	67
Hidroksitlerin bileşimi.....	67
Hidroksitlerin adlandırılması	68

Hidroksitlerin elde edilmesi.....	70
Hidroksitlerin özellikleri.....	71
Bazı önemli hidroksitler	75
Pillerde hidroksitler	79
2.3. ASİTLER.....	81
Asitlerin yapısı ve sınıflandırılması	81
Asitlerin adlandırılması	83
Asitlerin fiziksel özellikleri.....	85
Asitlerin elde edilmesi.....	90
Asitlerin kimyasal reaksiyonları	91
Asit yağmurları ve çevre üzerindeki etkileri	95
Bazı asitlerin özellikleri ve kullanımları.....	97
Süperasitler	100

Önsöz

Bu ders kitabı, ilköğretim sekizinci sınıf öğrencileri için hazırlanmış olup, Kimya dersi sekizinci sınıf öğretim programı ve ders kitabı hazırlama konseptine uygun olarak yazılmıştır. Kitabın hazırlanmasında, öğretim programında yer alan tüm içeriklerin ve kavramların kapsanmasına, ayrıca değerlendirme standartlarının eksiksiz bir şekilde karşılanmasına dikkat edilmiş; içerikler bilimsel doğrulukla sunulmuş ve öğrencilerin yaş düzeyine uygun hale getirilmiştir.

Öğretim programına uygun olarak ders kitabı iki üniteden oluşmaktadır. **Atomun yapısı ve Periyodik elementler tablosu** başlıklı ilk ünite, öğrenciler atomun yapısı, atomu oluşturan parçacıklar ve elektron kabuğunun yapısı ile tanışmaktadır. Ayrıca bu ünite, periyodik elementler tablosunun yapısı ve elementlerin bu tabloda nasıl düzenlendiği ile ilgili kurallar da ele alınmaktadır.

İkinci ünite, **Oksitler, hidroksitler ve asitler** başlığı altında. Öğrenciler öncelikle oksit, hidroksit ve asit kavramlarını ve bu bileşik sınıflarının adlandırma kurallarını öğrenmektedir. Daha sonra bu maddelerin elde edilme yöntemleri ile fiziksel ve kimyasal özellikleri ve bu özelliklere bağlı kullanım alanları üzerinde durulmaktadır. Bu ünite, ayrıca bu bileşik sınıflarının çevresel önemi de ele alınmaktadır. Öğrenciler sera gazları, sera etkisi, asit yağmurları gibi kavramlarla ve bunların çevre üzerindeki etkileriyle tanışmaktadır. Böylece öğrenciler çevrenin korunması konusunda daha yüksek bir bilinç ve olumlu alışkanlıklar geliştirmektedir.



Hatırlayalım!

Her öğretim konusu, Hatırlayalım bölümünde yer alan birkaç soru ile başlar. Bu sorular, daha önce öğrenilen kavramların yeni öğrenilecek konularla ilişkilendirilmesini sağlar. Metin içeriğinin yanı sıra konular; çok sayıda görsel, tablo, şema, çözümlü problem örnekleri ve deneylerle zenginleştirilmiştir. Tüm bu unsurlar, öğrencilerin bilimsel gerçekleri daha kolay anlamaları ve öğrenmeleri amacıyla ana metin içine yerleştirilmiştir.



Deney

Deney, kimya öğreniminde en önemli yöntemsel ve didaktik araçtır. Bu nedenle deneyler, bu kimya ders kitabının vazgeçilmez bir parçasıdır. Ayrıca deneyler, öğrencilerde merak ve araştırma ruhunu uyandırmayı amaçlar. Daha basit deneyler öğrenciler tarafından öğretmen gözetiminde ve gerekli güvenlik önlemleri alınarak yapılabilirken, daha karmaşık veya tehlikeli deneyler öğretmen tarafından gerçekleştirilir.

Çözümlü örnek:

Çözümlü örneklerde, bir problemin çözüm süreci ve çözüm yöntemi ayrıntılı olarak verilmiş olup, düşünme adımları ve bilgilerin ilişkilendirilmesi de gösterilmiştir. Bu şekilde öğrenciler yalnızca konuyu öğrenmekle kalmaz, aynı zamanda öğrenme becerilerini de geliştirirler; yani edindikleri bilgileri nasıl sentezleyeceklerini ve bunları somut örnekler üzerinde nasıl uygulayacaklarını öğrenirler.



Soru ve Alıştırma

Her konunun sonunda, öğrencinin edindiği bilgileri değerlendirmek ve uygulamasını sağlamak amacıyla hazırlanmış Sorular ve Alıştırmalar yer almaktadır.



Araştır

Araştır bölümü, öğrenciyi araştırma yapmaya teşvik etmeyi amaçlamaktadır.



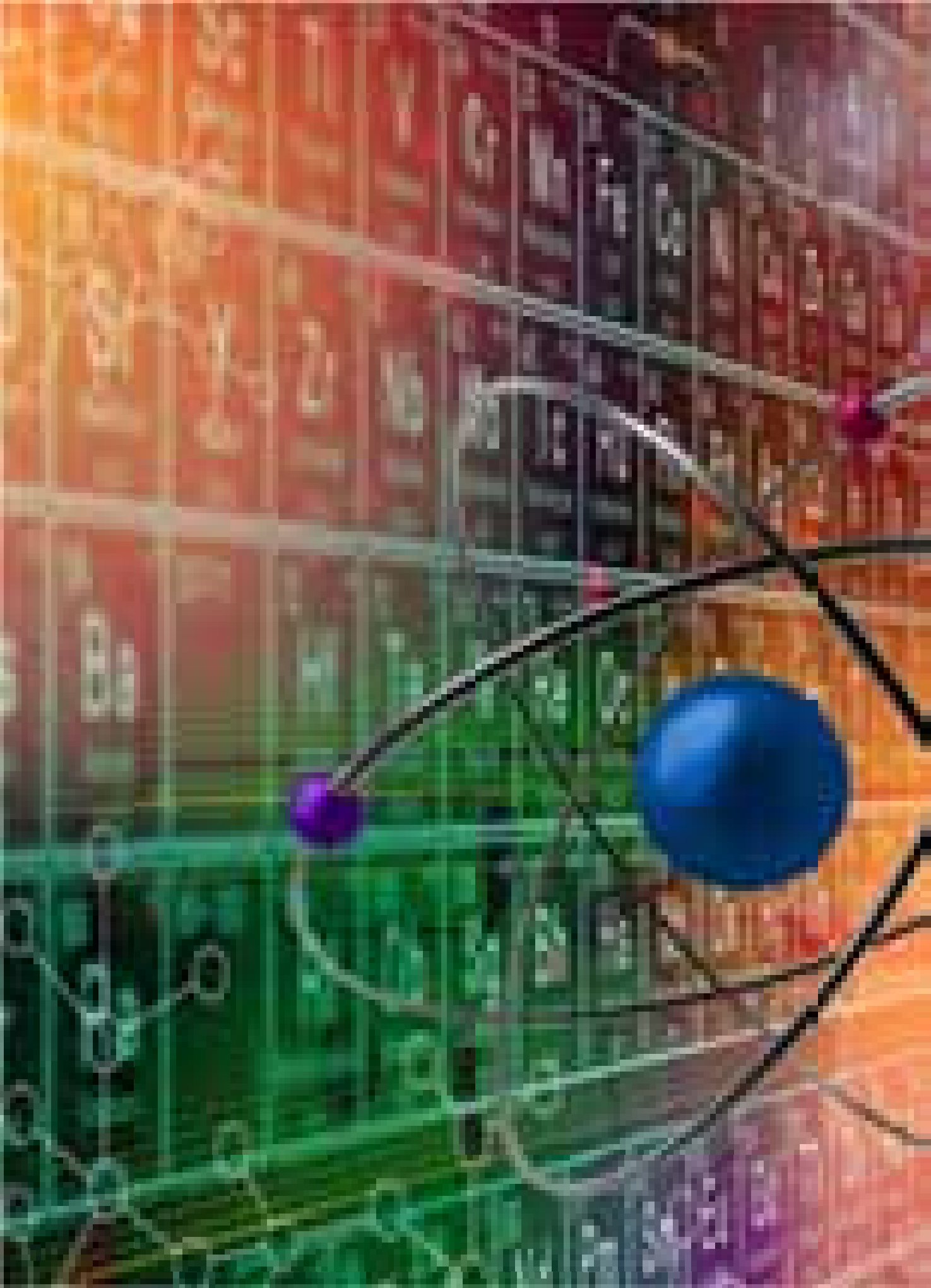
Daha Fazlasını Öğren

Ders kitabının bazı bölümlerinde, **Daha Fazlasını Öğren** başlıklı ayrı metinler yer almaktadır. Bu bölümde, ana metinle ilgili ilgi çekici bilgilere yer verilmektedir. Bu metinlerin öğrenilmesi zorunlu değildir; ancak okunmaları tavsiye edilir. Amaçları, kimya bilimini daha ilgi çekici hâle getirmek, öğrencilerin ilgisini çekmek ve onları yeni bilgiler edinmeye teşvik etmektir.

Bu ders kitabı, içinde yer alan temel kavramların uygun öğrenim düzeyine göre sunulduğu **Terimler Sözlüğü** ile sona ermektedir.

Sevgili öğrenci, bu ders kitabının sana kimya alanında yeni bilgiler kazandırmasını, aynı zamanda kimyaya olan sevgini geliştirmesini ve seni öğrenmeye ve araştırmaya teşvik etmesini umuyorum.

Kimya öğreniminde başarılar diliyorum!



1. TOMUN YAPISI VE ELEMENTLERİN PERİODİK SİSTEMİ

Bu konuyu öğrendikten sonra şunları yapabileceksin:

- ◆ atomun yapı taşlarıyla birlikte gezegensel atom modelini açıklayabileceksin;
- ◆ atom numarası ile kütle numarası ve izotoplar ile izobarlar arasındaki farkı ayırt edebileceksin;
- ◆ bağıl(relative) molekül kütlesini hesaplayabileceksin;
- ◆ elektron kabuğunun yapısını elektron katmanlarını kullanarak açıklayabileceksin;
- ◆ Periyodik Tablodaki ilk 20 elementin elektron katmanlarındaki elektron sayılarını ve (değerlik) valans elektron sayılarını belirleyebileceksin;
- ◆ Periyodik Tablonun yapısı ile elektron katmanlarının yapısı arasındaki ilişkiyi kurabilecek;
- ◆ Periyot ve gruplarda metalik ve ametalik özelliklerin değişim eğilimini açıklayabilecek.

Kavramlar:

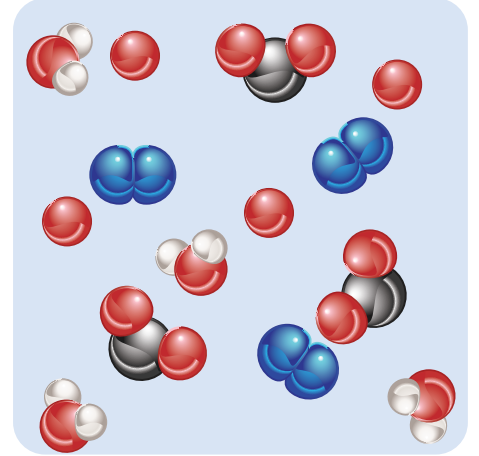
atom, atom çekirdeği, elektron kabuğu, proton, nötron, elektron, atom numarası, kütle numarası, izotoplar, izobarlar, bağıl atom kütlesi, bağıl molekül kütlesi, elektron kabuğu, elektron katmanı, (değerlik) valans elektronları, kararlı elektron dizilimi, Periyodik Elementler Tablosu, periyot, grup, atom numarası, alkali metaller, toprak alkali metaller, kalkojen elementler, halojen elementler, soy gazlar

1.1. ATOMUN YAPISI



Hatırla!

- Maddelerin temel yapı taşları olarak hangi parçacıklar kabul ederiz?
- Moleküller nedir?



Atomun yapısındaki temel parçacıklar

MGeçen yıl maddelerin temel yapı taşı olarak atomu öğrendin. Ayrıca farklı atom türlerinin birbirinden farklı olduğunu ve aynı tür atomların oluşturduğu yapıya kimyasal element denildiğini de öğrendin. Peki, farklı atomlar birbirinden neye göre farklıdır? Bu soruyu cevaplamak için atomun yapısını incelememiz gerekir.

Atomun maddelerin en küçük yapı taşı olduğu kavramını bilim dünyasına ünlü bilim insanı John Dalton kazandırmıştır. Dalton, Antik Yunan filozofu Demokritos gibi, atomun daha küçük parçalara ayrılamayan bir tanecik olduğunu düşünmüştür. Yani atomun daha küçük taneciklerden oluşmadığını kabul etmiştir. Dalton'a göre her element, birbirinin aynı olan atomlardan oluşur ve farklı elementlerin atomları birbirinden farklıdır. Ayrıca farklı elementlerin atomları çeşitli şekillerde birleşerek molekülleri oluşturur.

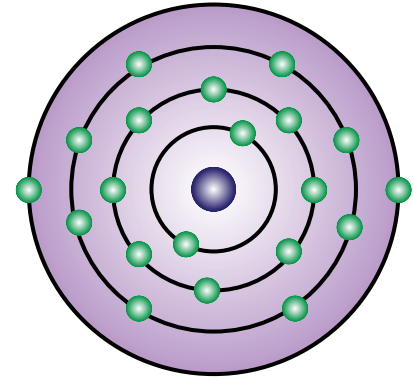
Bunların yanı sıra Dalton atomun kütlesi olduğunu da ileri sürmüştür.



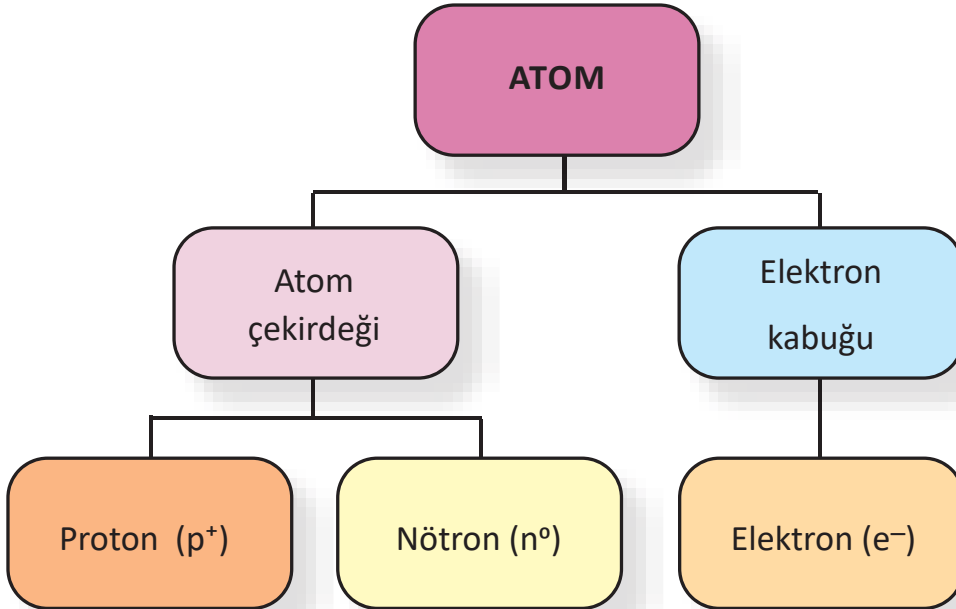
Resim 1.1.
John Dalton (1766 – 1840)

Bilimin gelişmesiyle birlikte atomun basit bir tanecik olmadığı, daha küçük taneciklerden oluşan karmaşık bir yapı olduğu anlaşılmıştır. Bu tanecikler **proton**, **nötron** ve **elektron** olarak adlandırılır. Protonlar ve nötronlar, **atomun merkezinde bulunan atom çekirdeğini** oluşturur. Atom çekirdeği atomun ortasında (merkezinde) yer alır. Elektronların atom çekirdeğinin etrafında hareket ettiği ve atomun **elektron kabuğunu** oluşturduğu düşünülmektedir. Atomun yapısına ilişkin bu görüşe göre elektronlar, atom çekirdeği etrafında gezegenlerin Güneş e trafinda dönmesine benzer şekilde **daireseel yörüngelerde** hareket eder. Bu nedenle atomun yapısını açıklayan bu model **gezegensel model (planet modeli)** olarak adlandırılır. (resim 1.2.).

Protonlar, elektronlar ve nötronlar kütleleri ve elektrik yükleri bakımından birbirinden farklıdır. Proton ve nötronların kütleleri yaklaşık olarak eşittir. Elektronların kütlesi ise onlara göre ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Protonlar pozitif yüklü parçacıklardır. Elektronlar ise protonlarla eşit büyüklükte yüke sahiptir, ancak negatif yüklüdür. Nötronlar ise elektrik yükü taşımayan yüksüz parçacıklardır. Genel olarak atom elektriksel olarak nötr bir taneciktir. Bu nedenle bir atomda **proton sayısı ile elektron sayısı birbirine eşittir**.



Resim 1.2. Atomun gezegensel modeli



Resim 1.3. Atomu Oluşturan Parçacıklar

Atom numarası ve kütle numarası

Daha önce de belirttiğimiz gibi, atom yüksüz bir tanecik olduğu için atomdaki proton sayısı ile elektron sayısı birbirine eşit olmalıdır. Ancak atom çekirdeğindeki nötron sayısı, proton ve elektron sayısından farklı olabilir. Bu durum atomun elektriksel nötrlüğünü bozmaz. İlerleyen konularda, belirli koşullar altında atomun belirli sayıda elektron verebileceğini veya alabileceğini, böylece yüklü bir taneciğe dönüştüğünü öğreneceksin. Atomun yapısındaki sayısı değişmeyen tek tanecikler protonlardır. Bu nedenle, çekirdekteki proton sayısı atomun önemli bir özelliğidir. Çünkü bu sayı, atomun hangi elemente ait olduğunu belirlememizi sağlar.

Atom çekirdeğindeki proton sayısına atom numarası denir ve Z harfi ile gösterilir. Bu sayı, kimyasal elementin simgesinin sol altına alt indis olarak yazılır. Aslında atom numarası, atomun hangi elemente ait olduğunu gösterir.

Protonlar ve nötronlar belirli bir kütleyle sahip taneciklerdir. Daha önce de belirttiğimiz gibi, elektronların kütlesi bunlarla karşılaştırıldığında ihmal edilecek kadar küçüktür. Bu nedenle atomun kütlesi, neredeyse tamamen atom çekirdeğinde bulunan proton ve nötronların kütleleri tarafından belirlenir. Bu nedenle, **atom çekirdeğindeki proton ve nötron sayılarının toplamı atomun önemli bir özelliğidir, bu sayıya kütle numarası denir ve A harfi ile gösterilir.**

$$\begin{array}{ccccc} Z & + & N(\text{nötronlar}) & = & A \\ \text{proton} & & \text{nötron} & & \text{kütle} \\ \text{sayısı} & & \text{sayısı} & & \text{numarası} \end{array}$$

Kütle numarası, kimyasal elementin simgesinin sol üstüne yazılır. Bir elementin atomlarının atom numarası ile kütle sayısı aşağıdaki gibi gösterilebilir:

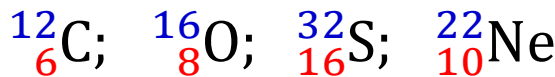


A – kütle numarası

Z – atom numarası

E – element simgesi

Örnekler:



Çözümlü Örnek 1.1:

Fosfor atomunun atom numarası 15, kütle sayısı ise 31'dir. Fosforun element simgesini atom numarası ve kütle sayısı ile birlikte yazınız.

Çözüm: Atom numarası, element simgesinin sol altına; kütle sayısı ise sol üstüne yazılır. Fosforun atom numarası ve kütle sayısı ile birlikte gösterimi şöyle yazılır ${}_{15}^{31}\text{P}$.

Bir elementin atom çekirdeğindeki proton ve nötron sayılarını biliyorsak, atom numarasını ve kütle sayısını kolayca belirleyebiliriz.

Çözümlü Örnek 1.2:

Azot atomu çekirdeğinde 7 proton ve 7 nötron içerir. a) Azot atomunun atom numarası ve kütle sayısı kaçtır? b) Azotun simgesini atom numarası ve kütle sayısı ile birlikte yazınız.

Çözüm: a) Atom numarası Z ile gösterilir ve atom çekirdeğindeki proton sayısı ile tanımlanır. Buna göre azot atomunun atom numarası 7'dir ($Z = 7$). Kütle sayısı A ile gösterilir ve atom çekirdeğindeki proton ve nötron sayılarının toplamını ifade eder. Bu durumda, $A = 7 + 7 = 14$ ($A = 14$).

b) Azotun atom numarası ve kütle sayısı ile gösterimi şöyledir: ${}_{7}^{14}\text{N}$

Bir atomun atom numarası ve kütle sayısı bilindiğinde proton, nötron ve elektron sayısı kolayca hesaplanabilir. Bunu aşağıdaki örneklerle inceleyelim.

Çözümlü Örnek 1.3:

Alüminyum atomundaki nötron sayısını aşağıdaki gösterime göre hesaplayınız
 ${}_{13}^{27}\text{Al}$:

Verilenler: **Aranıyor:**

$$Z = 13; \quad N(\text{nötron}) = ?$$

$$A = 27$$

Çözüm:

$$A = Z + N(\text{nötron})$$

$$N(\text{nötron}) = A - Z$$

$$N(\text{nötron}) = 27 - 13 = 14$$

Cevap: Alüminyum atomundaki nötron sayısı **$N(\text{nötronlar}) = 14$**

Çözümlü Örnek 1.4:

Klor atomunun kütle numarası 35, atom çekirdeğindeki nötron sayısı ise 18'dir. Klor atomunun atom numarası ve elektron sayısı kaçtır?

Verilenler: **Aranan:**

$$A = 35; \quad Z = ?$$

$$N(\text{nötron}) = 18 \quad N(\text{elektron}) = ?$$

Çözüm: Atom numarası, aslında atom çekirdeğindeki proton sayısıdır. Bu sayıyı (yani Z), eğer kütle numarasından nötron sayısını çıkarırsak buluruz.

$$Z = A - N(\text{nötron}) = 35 - 18 = 17$$

$$Z = 17 \quad N(\text{proton}) = 17$$

Atomdaki elektron sayısı, proton sayısına eşittir; bu da bu durumda $N(\text{elektron}) = 17$.

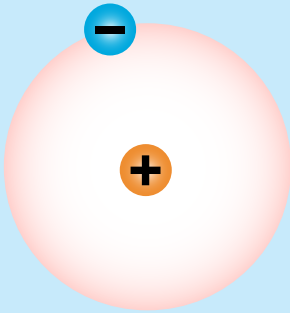
Cevap: Kütle numarası 35 olan klor atomunun atom numarası 17'dir.

Buradan: $N(\text{proton}) = N(\text{elektron}) = 17$

İzotoplar ve izobarlar

Atom çekirdeğindeki nötron sayısının proton ve elektron sayısından farklı olabileceğini ve bunun atomun elektriksel nötrlüğünü bozmadığını söyledik. Bu nedenle aynı element için atom çekirdeğinde farklı sayıda nötron bulunan atomlar vardır; dolayısıyla farklı kütle numaraları ortaya çıkar. Aynı atom numarasına sahip fakat farklı kütle numarasına sahip atomlara izotoplar denir. Aşağıda hidrojen, karbon ve oksijenin izotopları verilmiştir.

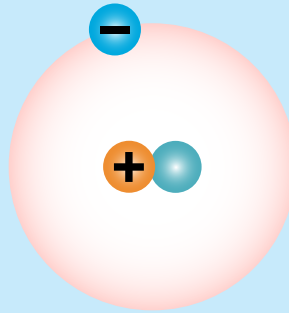
Hidrojenin izotopları



${}^1_1\text{H}$

protium

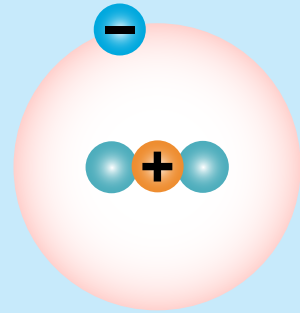
1 proton
1 elektron
0 nötron



${}^2_1\text{H}$

döteryum

1 proton
1 elektron
1 nötron



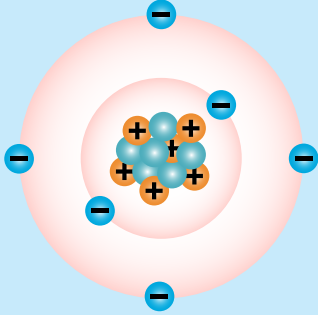
${}^3_1\text{H}$

trityum

1 proton
1 elektron
2 nötron

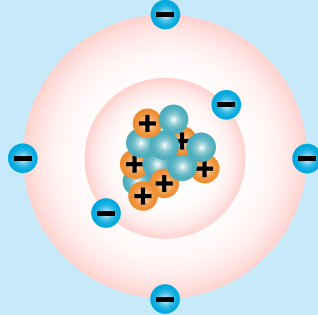
Protium, çekirdeğinde nötron bulunmayan tek kararlı atomdur!

Karbonun İzotopları



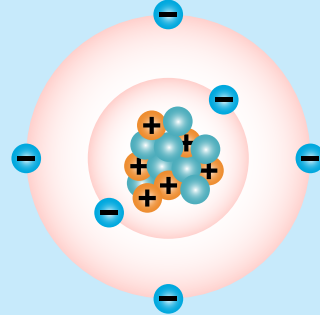
$^{12}_6\text{C}$

6 proton
6 elektron
6 nötron



$^{13}_6\text{C}$

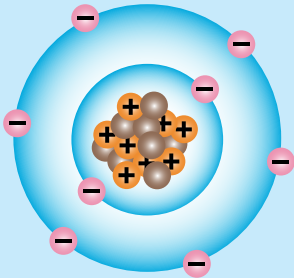
6 proton
6 elektron
7 nötron



$^{14}_6\text{C}$

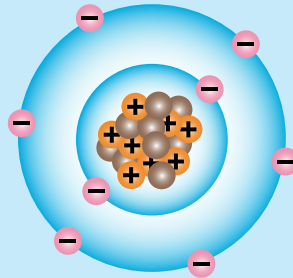
6 proton
6 elektron
8 nötron

Oksijenin İzotopları



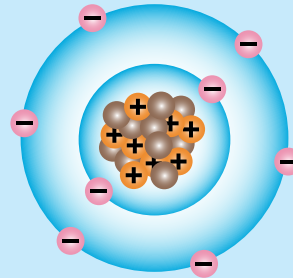
$^{16}_8\text{O}$

8 proton
8 elektron
8 nötron



$^{17}_8\text{O}$

8 proton
8 elektron
9 nötron



$^{18}_8\text{O}$

8 proton
8 elektron
10 nötron

Verilen örneklerden kolayca görülebileceği gibi, **aynı elementin tüm izotoplarında atom çekirdeğindeki proton sayısı aynıdır**. Elbette elektron sayısı da aynıdır; ancak daha önce de belirttiğimiz gibi, belirli koşullar altında elektron sayısı değişebilir. Buna karşılık, aynı elementin farklı izotoplarında **nötron sayısı farklıdır**. Görüldüğü üzere, aynı elementin atomlarında değişmeyen tek özellik **çekirdekdeki proton sayısı**, yani **atom numarasıdır**. Dolayısıyla, atom numarası (proton sayısı) atomun hangi elemente ağıt olduğunu belirleyen en önemli özelliktir. Buna göre, **kimyasal elementi, aynı atom numarasına sahip atomlar kümesi** olarak tanımlayabiliriz.

Örneğin, bir elementin atomlarının **atom numarası 26** ise, bu element **demirdir**. **Atom numarası 16** olan element **kükürttür**. Bir elementin atom numarası **9** ise, o element **flordur** vb.

Aynı kütle numarasına sahip, ancak farklı atom numarasına sahip atomlar da vardır. Bunlara **izobarlar** denir. Elbette, bu atomlar farklı elementlerin atomlarıdır, çünkü atom numaraları farklıdır.

Örneğin:



İzotoplar ve izobarlar arasındaki farkı yapabilmek için aşağıdaki örneği inceleyeceğiz:

Çözümlü örnek 1.5:

Aşağıdaki örnekler arasında hangilerinin izotopları, hangilerinin ise izobarları temsil ettiğini belirleyiniz: ${}^4_2\text{He}$; ${}^{65}_{29}\text{Cu}$; ${}^7_3\text{Li}$; ${}^{25}_{12}\text{Mg}$; ${}^{29}_{14}\text{Si}$; ${}^{65}_{30}\text{Zn}$; ${}^6_3\text{Li}$; ${}^{28}_{14}\text{Si}$; ${}^8_3\text{Li}$;

Çözüm: İzotoplar, aynı atom numarasına sahip atomlardır, çünkü aynı sayıda proton içerirler. Verilen ifadelerden izotoplar şunlardır: ${}^6_3\text{Li}$, ${}^7_3\text{Li}$ и ${}^8_3\text{Li}$, како и ${}^{28}_{14}\text{Si}$ и ${}^{29}_{14}\text{Si}$.

İzobarlar, kütle numarası aynı olan ancak farklı elementlere ait atomlardır. Verilen ifadelerden izobarlar şunlardır ${}^{65}_{29}\text{Cu}$ и ${}^{65}_{30}\text{Zn}$.

Bağıl atom kütlesi ve bağıl molekül kütlesi

Atomların kütlesi olduğunu söylemiştik. Ancak atomun kütlesi o kadar küçüktür ki doğrudan ölçemeyiz. Buna rağmen, bu kütleyi bir şekilde ifade etmemiz gerekir. Atomun kütlesini, **bağıl atom kütlesi** olarak adlandırılan bir büyüklük ile ifade ederiz. Bugün bilimde her element için bağıl atom kütlesini belirlemenin bir yolu vardır. Ancak bağıl atom kütlesinin nasıl belirlendiğini ilerleyen konularda öğreneceksin. Şimdilik bilmen gereken, her elementin bağıl atom kütlesinin bulunduğu ve bu değerlerin Elementlerin Periyodik Tablosu'nda verildiğidir.

Bağıl atom kütlesi A_r ile gösterilir ve **birimsiz bir sayıdır**. Örneğin, magnezyumun bağıl atom kütlesi 24,30; klorunki ise 35,45'tir vb.

Daha önce atomların birbirleriyle bağlanarak molekülleri oluşturabildiğini öğrenmiştin., Moleküllerin de bir kütlesi vardır. Bu kütleyi bağıl **molekül kütlesi** olarak ifade ederiz ve M_r ile gösteririz. Bağıl molekül kütlesi de birimsiz bir sayıdır. Moleküller atomlardan oluştuğu için, molekülün kütlesi onu oluşturan atomların kütlelerinin toplamına eşittir. Buna göre, bir bileşiğin veya moleküllerden oluşan bir elementin doğru formülünü ve yapısındaki elementlerin bağıl atom kütlelerini biliyorsak, bağıl molekül kütlesini kolayca hesaplayabiliriz. Bildiğin gibi, bir molekülün yapısında bulunan her elementin toplam atom sayısı kimyasal formüldeki alt indis (indeks) ile gösterilir. Her elementin bağıl atom kütlesini ise Elementlerin Periyodik Tablosu'ndan bulabiliriz. Bağıl molekül kütlesinin nasıl hesaplandığını aşağıdaki örneklerle göstereceğiz..

Çözümlü örnek 1.6:

a) Cl_2 ; б) SO_3 и в) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. 'nin bağıl molekül kütesini hesaplayınız.

Çözüm: a) Cl_2 'nin bağıl molekül kütesini hesaplamak için, klorun bağıl atom kütesini bilmemiz gerekir. Bunu Elementlerin Periyodik Tablosu'ndan bulabiliriz. Bu değer 35,45'tir. Yani,

$$M_r(\text{Cl}_2) = 2 \cdot A_r(\text{Cl})$$

$$M_r(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 35,45 = 70,90$$

$$M_r(\text{Cl}_2) = 70,90$$

b) SO_3 'ün bağıl molekül kütesini hesaplamak için, kükürdün ve oksijenin bağıl atom kütlelerini bilmemiz gerekir. Kükürdün bağıl atom kütesi, $A_r(\text{S}) = 32,06$, oksijenin bağıl atom kütesi $A_r(\text{O}) = 16,00$ 'dir. Yani,

$$M_r(\text{SO}_3) = 1 \cdot A_r(\text{S}) + 3 \cdot A_r(\text{O})$$

$$M_r(\text{SO}_3) = 32,06 + 3 \cdot 16,00 = 80,06$$

$$M_r(\text{SO}_3) = 80,06$$

c) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'deki elementlerin bağıl atom kütleleri şunlardır:

$$A_r(\text{Ca}) = 40,08; A_r(\text{N}) = 14,01 \text{ и } A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$M_r[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = A_r(\text{Ca}) + 2 \cdot A_r(\text{N}) + 3 \cdot 2 A_r(\text{O})$$

$$M_r[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = 40,08 + 2 \cdot 14,01 + 6 \cdot 16,00 = 164,09$$

$$M_r[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = 164,09$$



Soru ve Alıştırmalar

1. Bir atomun çekirdeğinde 37 proton vardır. Elektron kabuğundaki elektron sayısı kaçtır?
2. Bir elementin atom çekirdeğinde bulunan proton sayısı 19'dur ve bu element canlı organizmalarda bulunur. Nötron sayısı ise 20'dir. Bu elementin atom numarası kaçtır ve kütle numarası kaçtır?
3. Verilen elementlerin kimyasal sembollerini, atom numaraları ve kütle numaralarıyla birlikte yazınız: a) Atom numarası 11 olan ve 12 nötrona sahip sodyum; b) Kütle numarası 11 olan ve 6 nötrona sahip bor; c) 12 elektronu ve 14 nötrona sahip magnezyum.
4. Aşağıdaki tabloyu defterine yeniden yaz ve boş alanları doldur.

Element	$N(p^+)$	$N(n^0)$	$N(e^-)$	Z	A	Elementin tam yazımı
Be				4	9	
Mn	25	30				
Co			27		86	
Br		44		35		
Cu		34	29			
Se		46			80	
Ba	56				133	

5. Fosforun izotopu $^{18}_9F$ ve ayrıca iyotun izotopu $^{131}_{53}I$, tıp alanında kullanılırlar. Bu izotoplardaki proton, nötron ve elektron sayısını belirleyiniz.
6. Gösterimlerden hangileri $^{26}_{12}Mg$; $^{40}_{20}Ca$; $^{35}_{17}Cl$; $^{40}_{19}K$; $^{52}_{24}Cr$; $^{24}_{12}Mg$; $^{37}_{17}Cl$; $^{87}_{37}Rb$; hangileri izotopları, hangileri izobarları göstermektedir.
7. Aşağıdaki elementer (saf) maddelerin moleküllerinin bağıl molekül kütlelerini hesaplayınız: a) Br_2 ; b) P_4 ; c) N_2 ; d) S_8 ; e) O_2 ; f) H_2 . Elementlerin bağıl atom kütlelerini Periyodik Tablo'da bulun.

8. Fotokimyasal smog oluşumundan en çok sorumlu olan madde azot dioksittir ve formülü NO_2 'dir. Bu bileşiğin dışında azot, oksijen ile aşağıdaki formüllere sahip başka bileşikler de oluşturur: N_2O , NO , N_2O_3 и N_2O_5 . Azotun bağıl atom kütlesi $A_r(\text{N}) = 14,01$ ve oksijenin bağıl atom kütlesi $A_r(\text{O}) = 16,00$ olduğu bildirildiğine göre, bu bileşiklerin tamamının bağıl molekül kütlelerini, ayrıca NO_2 'nin de bağıl molekül kütlelerini hesaplayınız.
9. İnorganik asitler (ileride üzerinde durulacaktır) teknik ve teknolojiye önemli maddelerdir. Aşağıdaki asitlerin bağıl molekül kütlelerini hesaplayınız: HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 , HClO_4 . Bu bileşiklerdeki elementlerin bağıl atom kütleleri şöyledir: $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{N}) = 14,01$; $A_r(\text{S}) = 32,06$; $A_r(\text{P}) = 30,97$; $A_r(\text{Cl}) = 35,45$.
10. Hidroksitler (bunlar hakkında ileride öğreneceksin) da teknik ve teknolojinin çeşitli alanlarında geniş kullanım alanı bulan maddelerdir. Aşağıdaki hidroksitlerin bağıl molekül kütlelerini hesaplayınız: a) NaOH ; b) $\text{Ca}(\text{OH})_2$; c) $\text{Pb}(\text{OH})_4$; ç) $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Bu bileşiklerdeki elementlerin bağıl atom kütleleri şöyledir: $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{Na}) = 22,99$; $A_r(\text{Ca}) = 40,08$; $A_r(\text{Pb}) = 207,20$; $A_r(\text{Fe}) = 55,85$.
11. Sıradaki maddeler, insan sağlığı için önemli oldukları için gıda veya diğer ürünlere katkı maddesi olarak kullanılır: a) KI (sofra tuzunda katkı maddesi); b) SnF_2 (diş macunlarında katkı maddesi); c) MgSO_4 (mineral preparatlarda katkı maddesi); ç) NaHCO_3 (kabartma tozu). Bu bileşiklerin bağıl molekül kütlelerini hesaplayınız. Gerekli bağıl atom kütlelerini Periyodik Elementler Tablosundan bulunuz.
12. Doğada mineral olarak bulunan çok sayıda bileşiğe pigment adı verilir; çünkü bunlar boya olarak kullanılır. Тақвн се: TiO_2 (Rutil, beyaz pigment); As_2S_3 (Auripigment, altın rengine); CoAl_2O_4 (Kobalt spineli, mavi renkte). Bu pigmentlerin bağıl molekül kütlelerini hesaplayınız. Gerekli bağıl atom kütlelerini Periyodik Elementler Tablosundan bulunuz.



Araştırınız

1. Tıpta izotopların kullanımını araştırınız. Kısa bir sunum hazırlayınız ve bunu sınıf arkadaşlarınızın önünde sununuz.
2. Fosillerin yaşının belirlenmesinde izotopların kullanımını araştırınız. Kısa bir sunum hazırlayınız ve bunu sınıf arkadaşlarınızın önünde sununuz.



Daha fazla öğren

İzotoplar ve kosmokimya

Dünya’da her bir kimyasal element en az iki izotopla bulunur. Ancak uzay araştırmalarının ilerlemesiyle birlikte, farklı elementlerin izotoplarının Güneş, Ay, gezegenler, asteroitler, kuyruklu yıldızlar ve yıldızlar gibi diğer gök cisimlerinde ve ayrıca galaksiler arası uzayda da yayıldığı açık hale gelmiştir. Örneğin, Mars gezegeninin incelenmesiyle, Mars’ta döteryum / protium (^2H / ^1H) oranının Dünya’daki orandan beş kat daha büyük olduğu, belirlenmiştir. ^{17}O / ^{18}O oranı da Mars’ta Dünya’ya göre daha yüksektir. İzotopların dağılımındaki bu tür farklılıklar, Güneş Sistemi’nin kökeni ve tarihine ilişkin teoriler geliştirmek için kullanılır.

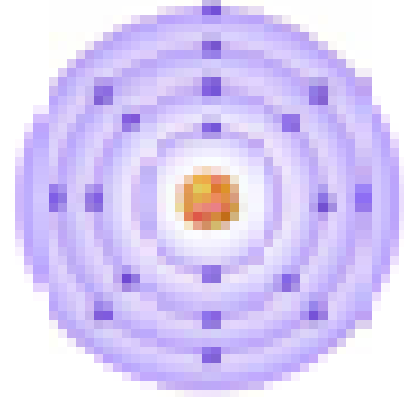
Ayrıca, Dünya’da bulunan bazı meteoritlerdeki izotop içeriklerinin karşılaştırılması, onların kökeni hakkında tahminler yapmamıza olanak sağlar. Örneğin, bugün bazı meteoritlerin Dünya’ya Mars’tan geldiğine inanılmaktadır. Bilim insanları, bu meteoritlerin Mars’ın yüzeyinden, Kızıl Gezegen (Mars) başka büyük bir gök cismiyle, muhtemelen bir asteroitle çarpıştığında fırlatıldığını varsaymaktadır.

1.2. ELEKTRON KABUĞUNUN YAPISI



Hatırlayalım!

- Atom hangi parçacıklardan oluşur?
- Gezegensel model yardımıyla atomun yapısı nasıl açıklanır?



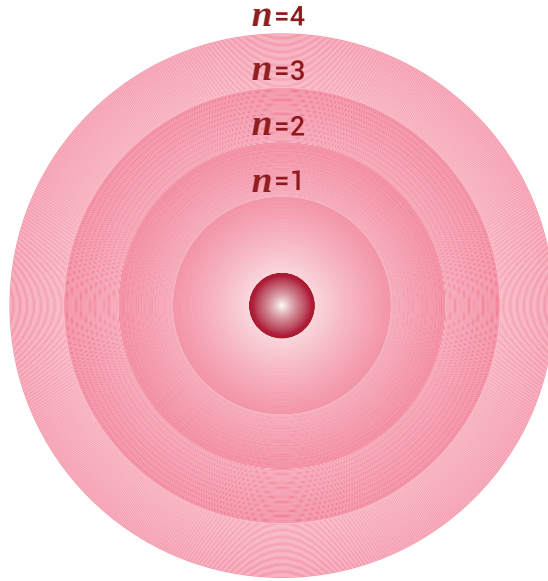
Elektron katmanları

Atomun protonlar, nötronlar ve elektronlardan oluştuğunu ve elektronların, proton ve nötronların kütlesine kıyasla ihmal edilebilecek kadar küçük bir kütleye sahip olduğunu söylemiştik. Bunun yanında, atomun yapısı için sözde gezegensel modele göre protonlar ve nötronlar atom çekirdeğini oluşturur, elektron kabuğunu ise elektronlar oluşturur. Elektronlar, atom çekirdeği etrafında büyük bir hızla dairesel yörüngelerde, gezegenlerin Güneş etrafında hareketine benzer şekilde hareket eder.

Elementin atom kimliğini belirleyen proton sayısının yanı sıra, kimyagerler için elektron kabuğunun yapısı da özel bir öneme sahiptir, çünkü ileride öğreneceğin gibi elektronlar atomlar arasındaki kimyasal bağlanmada rol oynar. Atomun gezegensel modeliyle, elektron kabuğunun yapısı hakkında bir fikir vermeye çalışılmıştır, ancak bu model bazı fizik yasalarıyla uyumlu değildir; burada bunlardan söz edilmeyecektir. Bu nedenle, atomun yapısını açıklamak için elektron kabuğunun yapısını ve içindeki elektronların düzenini tanımlayan yeni modeller önerilmiştir.

Elektron kabuğunun yapısı için modern bilimsel modele göre, elektronlar belirli dairesel yörüngelerde (orbita) hareket etmez; bunun yerine çekirdek etrafındaki alanın belirli bölgelerinde bulunurlar. Bu bölgelere elektron katmanları denir. Elektron katmanları 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 sayılarıyla ya da K, L, M, N, O, P, Q harfleriyle gösterilir. Birinci katman (K katmanı) atom çekirdeğine en yakın katmandır. Katman numarası ne kadar büyük olursa, katman çekirdekten o kadar uzak olur (resim 1.4). Elektronların elektron katmanı içindeki

konumu belirlenemez, ancak elektronların yalnızca elektron katmanlarında bulunabileceği ve katmanlar arasında bulunamayacağı kabul edilir. Ayrıca, her elektron katmanının yalnızca belirli sayıda elektron içerebileceği bilinmektedir.



Resim 1.4. Elektron katmanlarına göre atom modeli.

Elektronların elektron katmanlarına dağılımı

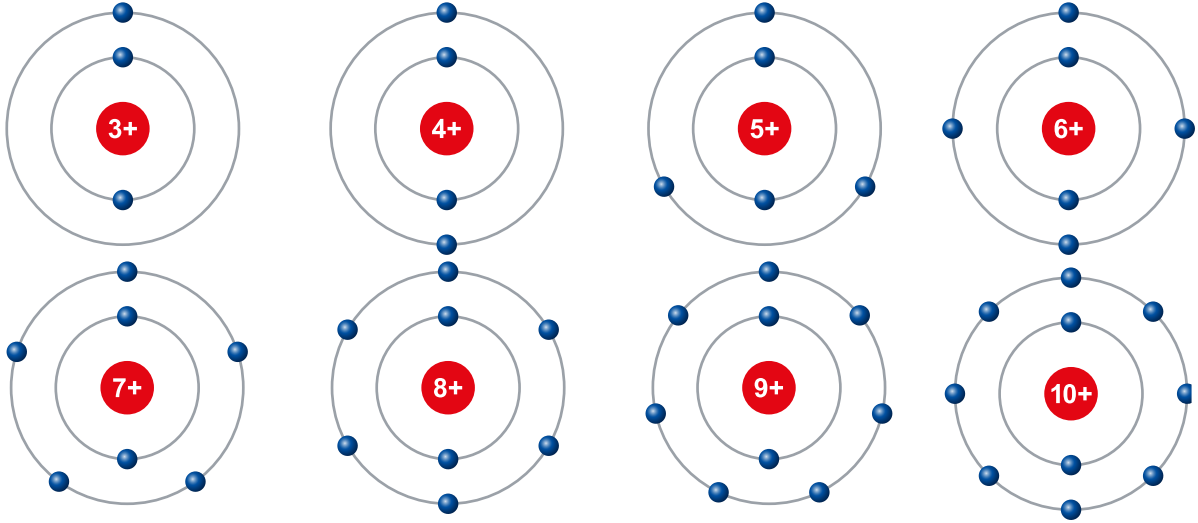
Bilinen elementlerin atomlarında, belirli sayıda elektronun yerleştiği bir ile yedi arasında elektron katmanı bulunabilir. Elektronlar, çekirdeğe en yakın ve enerjisi en düşük olan birinci elektron katmanından başlayarak elektron katmanlarına yerleştirilir. Birinci katman en fazla iki elektron alabilir, yani bu katmanda bir veya iki elektron bulunabilir. (resim 1.5.)



Resim 1.5. Birinci katmanın elektronlarla doldurulması:
a) bir elektronla; b) iki elektronla.

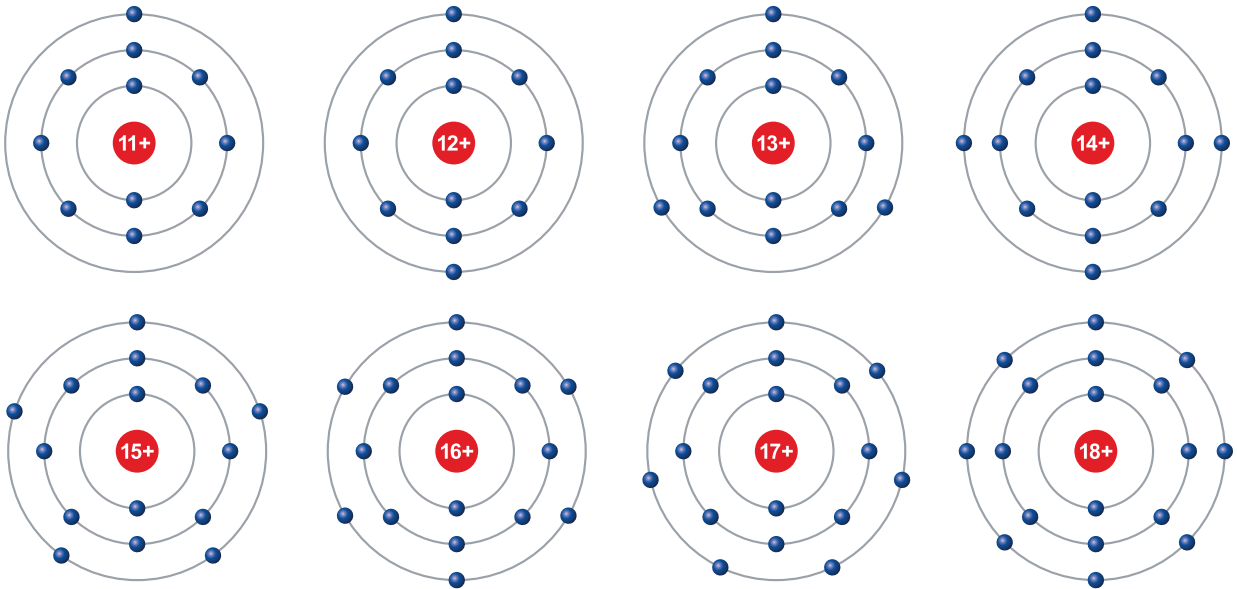
Şekilde, katmanlar basitleştirilmiş olarak dairelerle gösterilmiştir.

Birinci katman elektronlarla dolduktan sonra, sonraki elektron ikinci elektron katmanına yerleşir. İkinci katman en fazla sekiz elektron alabilir. (resim 1.6.). Buna göre, her elektron katmanı en fazla belirli sayıda elektron alabilir.



Resim 1.6. İkinci katmanın elektronlarla doldurulması.

İkinci katman sekiz elektronla doldurulduktan sonra, üçüncü katmanın elektronlarla doldurulması katmanın doldurulmasına başlanır.



Resim 1.7. Üçüncü katmanın elektronlarla doldurulması.

İlk yirmi elementin atomlarında elektronların elektron katmanlarına dağılımı 1.1. tabloda verilmiştir.

Tablo 1.1. Atom numarası 1'den 20'ye kadar olan elementler için elektronların elektron katmanlarındaki dağılımı.

Element	Atom numarası	Atom Numarası	Toplam elektron sayısı	Katmanlara Göre Elektron Dağılımı
Hidrojen	H	1	1	1
Helyum	He	2	2	2
Lityum	Li	3	3	2, 1
Berilyum	Be	4	4	2, 2
Bor	B	5	5	2, 3
Karbon	C	6	6	2, 4
Azot	N	7	7	2, 5
Oksijen	O	8	8	2, 6
Flor	F	9	9	2, 7
Neon	Ne	10	10	2, 8
Sodyum	Na	11	11	2, 8, 1
Magnezyum	Mg	12	12	2, 8, 2
Alüminyum	Al	13	13	2, 8, 3
Silisyum	Si	14	14	2, 8, 4
Fosfor	P	15	15	2, 8, 5
Kükürt	S	16	16	2, 8, 6
Klor	Cl	17	17	2, 8, 7
Argon	Ar	18	18	2, 8, 8
Potasyum	K	19	19	2, 8, 8, 1
Kalsiyum	Ca	20	20	2, 8, 8, 2

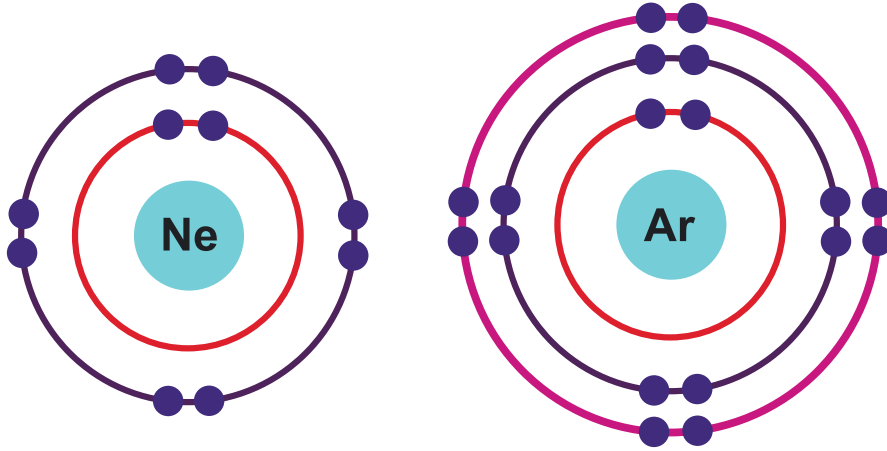
Üçüncü elektron katmanı en fazla on sekiz elektron içerebilmesine rağmen, bu katman sekiz elektronla dolduğunda dördüncü katman doldurulmaya başlar. Aslında, üçüncü katmandan itibaren katmanların doldurulması burada söz edilmeyecek karmaşık kurallara göre gerçekleşir. Şimdilik, atom numarası 1'den 20'ye kadar olan elementler için elektron katmanlarının doldurulma sırasını bilmek yeterlidir.

Kimyacılar için en büyük öneme sahip olanlar, bir atomun son katmanında bulunan elektronlardır. Bu elektronlara **değerlik elektronl (valans elektronları)** denir. İleride öğreneceğin gibi, kimyasal bağlanmada tam olarak bu elektronlar görev alır. Farklı elementlerin atomlarındaki değerlik elektronlarının sayısı bir ile sekiz arasında olabilir. (tablo 1.2.). Aşağıdaki tabloda, ilk yirmi elementin atomları için toplam elektron sayısı ile birlikte değerlik elektronları verilmiştir.

Tablo 1.2. Atom numaraları 1 ile 20 arasındaki elementlerin değerlik elektron sayısı

Element	Atom numarası	Toplam elektron sayısı	Elektronların katmanlara dağılımı	Değerlik elektron sayısı
H	1	1	1	1
He	2	2	2	2
Li	3	3	2, 1	1
Be	4	4	2, 2	2
B	5	5	2, 3	3
C	6	6	2, 4	4
N	7	7	2, 5	5
O	8	8	2, 6	6
F	9	9	2, 7	7
Ne	10	10	2, 8	8
Na	11	11	2, 8, 1	1
Mg	12	12	2, 8, 2	2
Al	13	13	2, 8, 3	3
Si	14	14	2, 8, 4	4
P	15	15	2, 8, 5	5
S	16	16	2, 8, 6	6
Cl	17	17	2, 8, 7	7
Ar	18	18	2, 8, 8	8
K	19	19	2, 8, 8, 1	1
Ca	20	20	2, 8, 8, 2	2

Son elektron katmanına sekiz elektron yerleştiğinde, atomun **kararlı elektron yapısı** oluşur. Bu nedenle, böyle bir elektron yapısına ulaşıldığında yeni bir elektron katmanı dolmaya başlar. Son elektron katmanı sekiz elektronla dolu olan atomlar neon ve argon atomlarıdır (Aşağıdaki tabloya 1.2. ve resme 1.8. bakınız). Birinci katmanında yalnızca iki elektron bulunan atom (helyum atomu) da kararlı bir elektron yapısına sahiptir. Çünkü birinci elektron katmanı yalnızca iki elektron içerebilir.



Resim 1.8. Neon ve argon atomları, son elektron katmanında sekiz elektron bulunan kararlı bir elektron yapısına sahiptir.

Çözümlü örnek 1.7:

Atom numarası 16 olan elementin atomundaki değerlik elektron sayısını belirleyiniz.

Çözüm: Atom numarası, proton sayısıdır ve atomda elektron sayısına eşittir. Bu nedenle bu atomdaki elektron sayısı 16'dır. Bu 16 elektron, elektronların elektron katmanlarına dağılım kurallarına göre yerleştirilir. Birinci katmanda iki elektron dağıtılır ve böylece birinci katmanın dolumu tamamlanır. İkinci katmanda sekiz elektron dağıtılır ve böylece ikinci katmanın dolumu tamamlanır. Kalan altı elektron üçüncü katmana dağıtılır. Bunlar aslında değerlik elektronlarıdır. Sonuç olarak atom numarası 16 olan elementin atomundaki değerlik elektron sayısı 6'dır.



Daha fazla bilginin

Atomun yapısal modelinin tarihsel gelişimi

Bilimsel gelişimin tarihsel sürecinde atomun yapısal modelinin gelişimi önemli bir yer alır. Atom kavramını ilk kez antik Yunan filozofu Demokritos ortaya atmıştır. O, atomun maddenin özelliklerini taşıyan en küçük bölünemez parçacık olduğunu ve farklı maddelerin, şekilleri birbirinden farklı olan atomlardan oluştuğunu düşünmüştür. Demokritos’a göre atomlar farklı geometrik şekillere sahip olabilir.

Yüzyıllar sonra Demokritos’un fikrini John Dalton yeniden canlandırmıştır. O da atomun bölünemez olduğunu ve farklı elementlerin atomlarının birbirinden farklı olduğunu düşünmüş, ancak atomların küresel bir şekle sahip olduğunu, yani küçük küreler olduğunu düşünüyordu.

Bilimin gelişmesiyle birlikte elektronların ve katot ışınlarının (atomlardan yayılan elektron demetleri) keşfi ile radyoaktivite çalışmaları sonucunda atomun bölünemez olmadığı, bunun pozitif ve negatif yüklü taneciklerden, elektronlar ve protonlardan oluştuğu sonucuna varılmıştır. Atomun elektriksel olarak nötr olması nedeniyle bu taneciklerin sayılarının eşit olması gerektiği kabul edilmiştir. Bu bulgulara dayanarak bilim insanı J. J. Thomson, atom için „üzümlü kek modeli“ (plum pudding modeli) olarak adlandırılan bir model önermiştir. Bu modele göre atom, elektronların üzümlü kekteki gibi dağıldığı pozitif yüklü bir küre olarak düşünülmüştür. Ancak bu modelin ortaya atılmasından kısa bir süre sonra Ernest Rutherford, yaptığı bir deneyle pozitif yükün atomun merkezinde ve çok, çok küçük bir hacimde yoğunlaştığını kanıtlamıştır. Atomun bu kısmına atom çekirdeği adı verilmiştir. Elektronlar ise atom çekirdeği etrafında, Güneş etrafındaki gezegenler gibi rastgele dairesel yörüngelerde hareket eder. Daha sonra nötronlar, atom çekirdeğinde bulunan parçacıklar olarak keşfedilmiştir. Atomun yapısına ilişkin bir sonraki modeli Niels Bohr önermiş, elektronların rastgele dairesel yörüngelerde değil, belirli ve kesin yörüngelerde hareket ettiğini varsaymıştır yani belirli yörüngeler, atom çekirdeğinden kesin olarak belirlenmiş uzaklıklarda ve buna bağlı olarak belirli enerji düzeylerinde bulunur. Ancak bu model de atomlardaki elektronların davranışını ve maddenin etkileşimini açıklayamamıştır.

Günümüzde bilimde, atomun yapısı için Erwin Schrödinger tarafından önerilen model.

Bu modele göre elektronlar yörüngelerde hareket etmez, bunun yerine sözde elektron katmanlarında (enerji katmanlarında) dağılmıştır.



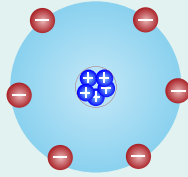
Demokrit
M.Ö 400



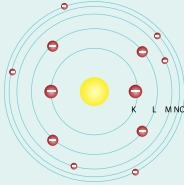
J. Dalton
1808



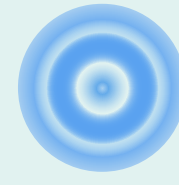
J. J. Thomson
1897



E. Rutherford
1911



H.Bohr
1913



E. Schrödinger
1926

Resim 1.9. Atomun yapısı hakkındaki görüşlerin tarihsel gelişimi



Soru ve Alıştırmalar

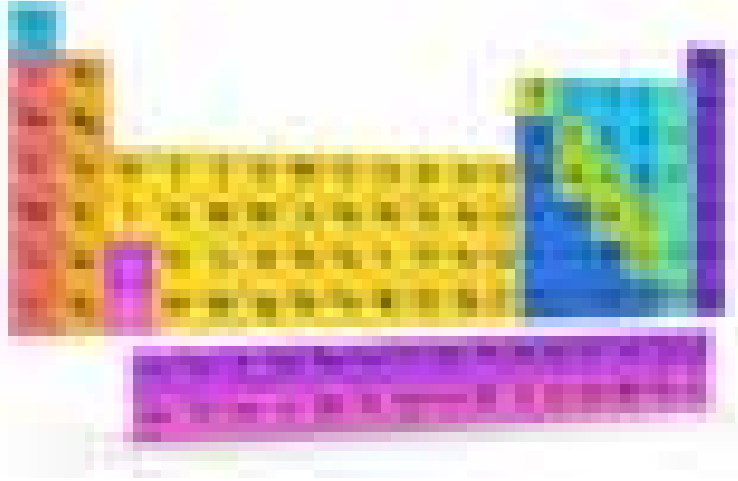
1. Üçüncü elektron katmanı hangi harfle gösterilir?
2. İkinci elektron katmanına en fazla kaç elektron yerleşebilir?
3. Atom numarası a) 3, b) 7, c) 12, ç) 17, d) 18 ve e) 20 olan elementlerin atomlarında elektronların katmanlara dağılımını yazınız.
4. Atom numarası a) 2, b) 5, c) 8, ç) 10, d) 14 ve e) 19 olan elementlerin atomlarındaki değerlik elektron sayısını belirleyiniz.
5. Değerlik elektronları üçüncü elektron katmanında bulunan ve kararlı bir elektron yapısına sahip olan elementin atomunda toplam kaç elektron vardır?
6. Kararlı bir elektron yapısına ulaşmak için gereken elektronların yarısı ikinci elektron katmanına yerleşmişse, bu elementin atomundaki toplam elektron sayısı kaçtır?

1.3. ELEMENTLERİN PERİYODİK SİSTEMİ



Hatırla!

- Kimyasal elementlerin sıralandığı tabloya ne ad verilir?
- Periyodik elementler tablosunda hangi sıralara periyot, hangilerine grup denir?



Kimyasal elementlerin sınıflandırılması neden gereklidir?

Geçen yıl Periyodik Elementler Tablosu ile kısaca tanıştınız. Elementlerin ve onların elementer (basit) maddelerinin özelliklerinin periyodik olarak tekrar edecek şekilde sıralandığı tabloya Periyodik Elementler Tablosu denir. Kimyasal elementler hakkında önemli bilgiler içeren bu tablo ilk olarak Rus kimyager Dmitri İvanoviç Mendeleyev tarafından önerilmiştir. Burada, Periyodik Elementler Tablosu hakkında şimdiye kadar öğrendiklerinize yeniden değinecek, ayrıca bilgilerinizi genişletecek ve derinleştireceksiniz.

Çok eski zamanlardan beri bilim insanları, elementer maddelerin özellikleri arasında farklılıklar olduğunu, ancak bazıları arasında önemli benzerlikler de bulunduğunu fark etmişlerdir. Örneğin, oda koşullarında elementer maddeler doğada farklı fiziksel hâllerde bulunabilirler. Bunların erime sıcaklıkları, kaynama sıcaklıkları, yoğunlukları, renkleri vb. birbirinden farklıdır. Ayrıca kimyasal özellikleri bakımından da önemli farklılıklar vardır. Örneğin bazı elementler çok reaktiftir, bazıları ise kimyasal tepkimelere çok zor girer. Buna göre, kimyasal davranışlarına göre elementler üç gruba ayrılır: metaller, ametaller ve yarı metaller. Metallerin kendi aralarında ve ametallerin kendi aralarında bazı benzer özellikler vardır, özellikle kimyasal özellikleri açısından. Elementler ve dolayısıyla onların elementer maddeleri arasındaki bu benzerliklerin varlığı, onların öğrenilmesini kolaylaş-

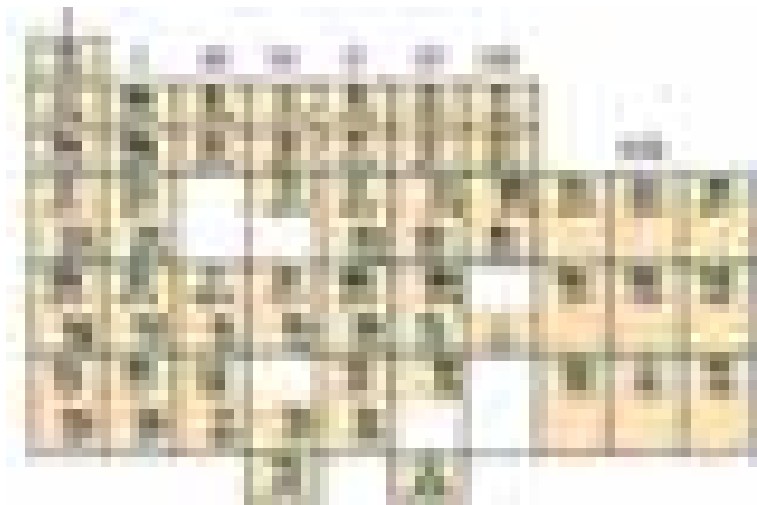
tırır. Bilim insanları bunu çok eski zamanlardan beri fark etmiş ve bu nedenle elementleri özelliklerine göre sınıflandırmaya çalışmışlardır.

Mendeleev ve Periyodik Elementler Tablosunun İlk Hâli

Birçok bilim insanı, kimyasal elementleri özelliklerindeki benzerliklere dayanarak sınıflandırmaya çalışmıştır. Ancak en büyük başarıyı Rus bilim insanı Dmitri İvanoviç Mendeleev elde etmiştir. O, kimyasal elementlerin tabii olduğu doğal periyodik yasayı ilk kez fark etmiştir. Bu bağlamda, elementlerin görelî atom kütlesi arttıkça (o dönemde atom ağırlığı olarak adlandırılıyordu), kimyasal özelliklerinde benzerliklerin periyodik olarak tekrarlandığını gözlemlemiştir. Bu nedenle 1869 yılında, o zamana kadar bilinen 63 elementi görelî atom kütlelerinin artışına göre bir tabloya yerleştirmeye çalışmıştır. Bu sırada benzer kimyasal özelliklere sahip elementleri alt alta sıralamıştır, Oluşturduğu bu tabloya **Periyodik Elementler Tablosu** adını vermiştir.



Resim 1.10. Dmitri İvanoviç Mendeleev
(1834 – 1907)



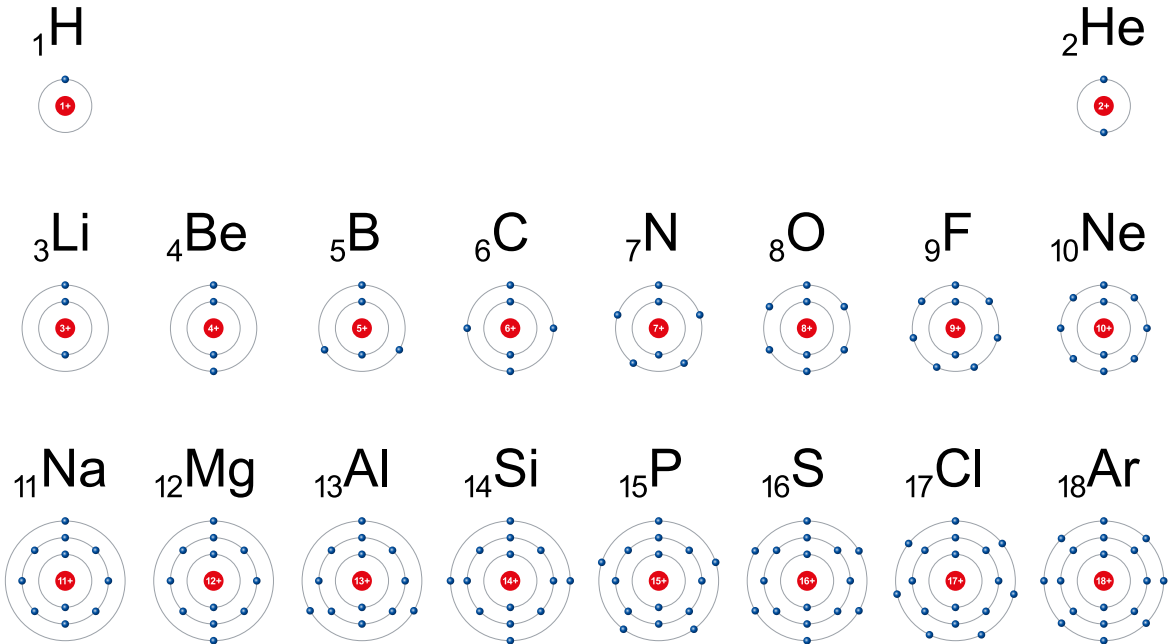
Resim 1.11. Mendeleev tarafından oluşturulan ilk Periyodik Elementler Tablosu.

Mendeleyev, hazırladığı periyodik tabloda birçok boş yer olduğunu fark etti ve bu boş yerlerin henüz keşfedilmemiş elementlere ait olduğu sonucuna vardı. Tablodaki boş bir yerin çevresindeki elementlerin özelliklerine dayanarak, o yere yerleşecek elementin özelliklerini önceden tahmin etmeyi başardı.

Elementlerin sıralanmasında ölçüt olarak bağıl atom kütlesi çok başarılı sonuçlar vermiş olsa da bazı istisnalar ortaya çıkmıştır. Örneğin, argonun bağıl atom kütlesi potasyumunkinden daha büyüktür. Ancak özelliklerine göre periyodik tabloda potasyumdan önce yer alması gerekir. Bu tür istisnalar, elementlerin sınıflandırılması için başka bir ölçütün bulunması gerektiğini açıkça göstermiştir.

Mendeleyev, Elementlerin Periyodik Sistemini önerdiğinde atomun yapısı henüz bilinmiyordu. Atomun yapısını oluşturan parçacıklar ve atomun yapısı keşfedildikten sonra, Periyodik Sistemde elementlerin sıralanmasında kullanılan ölçütün, bağıl atom kütlesiyle yakından ilişkili olan bir büyüklüğe, yani elementin **atom numarasına** dayandığı sonucuna varılmıştır. Bu konuda genç İngiliz bilim insanı **Henry Moseley** büyük katkı sağlamıştır.

Bir elementin Periyodik Tablo'daki yeri atom numarasına bağlıdır, bu nedenle atom numarasına aynı zamanda elementin **sıra numarası** da denir. **Yani Periyodik Sistemde elementler, atom (sıra) numaralarının artışına göre düzenlenmiştir.**



Resim 1.12. Elementler Periyodik Tablo'da atom numaralarının artışına göre sıralanmıştır.



Daha fazla öğren

Elementlerin Mendeleyev'den önceki sınıflandırılması

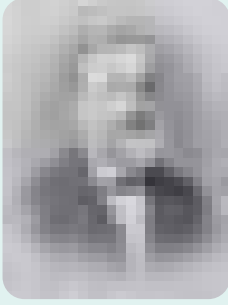
Kimyasal elementlerin modern anlayışının temelleri, „kimyanın babası“ olarak kabul edilen **Antoine Lavoisier**'e kadar uzanır. Lavoisier, ders kitabında daha basit maddelere ayrılamayan metal ve ametal maddelerden oluşan basit bir tablo vermiş ve bunlara kimyasal elementler adını vermiştir. 18 ve 19. yüzyıl boyunca birçok araştırmacı, o zamana kadar bilinen elementlerin ve onların bileşiklerinin özellikleri hakkında çok sayıda veri toplamayı başarmış, bu da elementlerin sistemleştirilmesi için temel oluşturmuştur.

Elementlerin sistemleştirilmesine yönelik ilk bilimsel çalışmayı yapan kişi, Alman kimyager **Johann Wolfgang Döbereiner**'dir. Döbereiner, 1817 yılında „**üçlüler yasası (triadlar yasası)**“ olarak adlandırılan bir öneri ortaya koymuştur. Bu yasaya göre, üçlü bir grup (triad) içindeki ortadaki elementin atom ağırlığı (o dönemde atom kütlesi için kullanılan terim), birinci ve üçüncü elementlerin atom ağırlıklarının aritmetik ortalamasına eşittir ve bu element, diğer ikisine benzer özellikler gösterir.

İlk üçlü (triad)	İkinci üçlü (triad)	Üçüncü üçlü (triad)
Li (7,0)	Ca (40,0)	Cl (35,5)
$\text{Na } (7,0 + 39,0)/2 = 23,0$	$\text{Sr } (40,0 + 137)/2 = 88,5$	$\text{Br } (35,5 + 127,0) = 81,5$
K (39,0)	Ba (137,0)	I (127,0)

O, üçlülerdeki elementlerin benzer kimyasal özellikler gösterdiğini fark etmiştir. Örneğin lityum, sodyum ve potasyum su ile şiddetli tepkimeye girerek bazları oluşturur; kalsiyum, stronsiyum ve baryum daha az şiddetli tepkime verir ve daha zayıf bazlar oluşturur; klor, brom ve iyot ise lityum, sodyum ve potasyum ile tepkimeye girdiklerinde aynı tür bileşikler oluştururlar vb.

İngiliz kimyager John Alexander Newlands, o dönemde bilinen elementleri sekiz sütun ve yedi satır halinde sıralamıştır. Bu düzenleme sırasında, her sekizinci elementte benzer özelliklerin tekrarlandığını fark etmiş ve bu düzenliliğe „oktavlar yasası“ adını vermiştir. Bazı element çiftlerini aynı yere yerleştirmiştir, çünkü onlar için hesaplanan bağıl atom ağırlıkları (kütleleri) aynıydı; ayrıca Di ile bilinmeyen bir elementi göstermiştir.

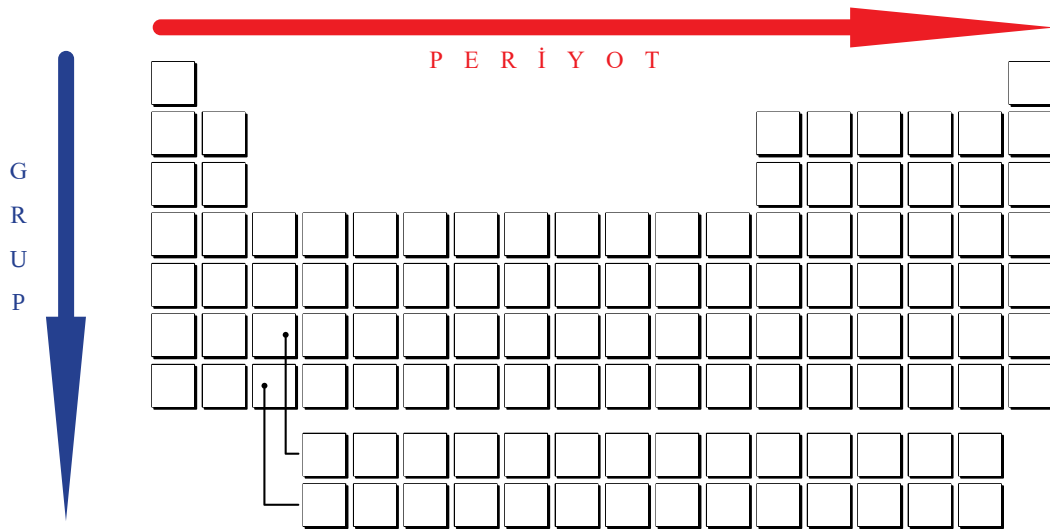


H	F	Cl	Co/Ni	Br	Pd	I	Pt/Ir
Li	Na	K	Cu	Rh	Ag	Cs	Tl
C	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba/Y	Pb
Be	Al	Cr	Y	Ce/La	U	Ta	Th
C	Si	Ti	In	Zn	Sn	W	Hg
N	P	Mn	As	Di/Mo	Sb	Nb	Bi
O	S	Fe	Se	Ro/Ru	Te	Au	Os

Alman kimyager **Lothar Meyer**, benzer kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip elementlerin diziler oluşturduğunu ve bu özelliklerin periyodik olarak tekrarlandığını fark etmiştir. Ancak daha önce de belirttiğimiz gibi, elementlerin özelliklerinin periyodik olarak tekrarlandığı ilk tabloyu hazırlayan kişi Mendeleyev'dir.

Elementlerin Periyodik Tablosunun yapısı

Günümüzde 118 element bilinmektedir; bunların 92'si doğada bulunur, diğerleri ise laboratuvar ortamında yapay olarak elde edilmiştir. Bildiğin gibi, Elementlerin Periyodik Tablosunda (Resim 1.11) yatay ve dikey sıralar vardır. Yatay sıralar **periyot** olarak adlandırılır ve 1'den 7'ye kadar Arap rakamlarıyla numaralandırılır. Genellikle Periyodik Tablo'da, altıncı ve yedinci periyoda ait olan ve her biri 14 elementten oluşan iki ayrı seri özel olarak gösterilir. Bu seriler sırasıyla lantanitler ve aktinitler olarak adlandırılır.

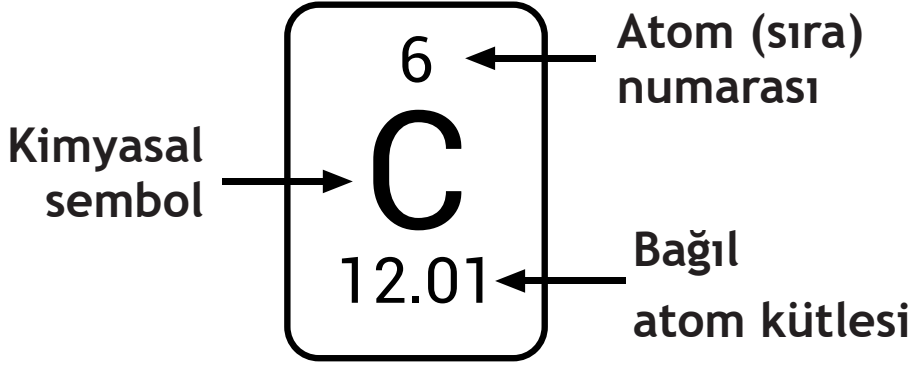


Resim 1.13. Periyodik tablonun en yaygın yapısı. Yatay sıralara periyot, dikey sıralara ise grup denir.

Dikey sıralar grup olarak adlandırılır. Son zamanlarda Periyodik Tablo'daki gruplar 1'den 18'e kadar Arap rakamlarıyla numaralandırılmaktadır. Ancak hâlâ birçok periyodik sistemde gruplar 1'den 8'e kadar Roma rakamlarıyla (I–VIII) gösterilmekte ve her rakamdan sonra A veya B şeklinde Latin harfi kullanılmaktadır. Bu, Roma rakamlarıyla gösterim yapıldığında A ve B grupları şeklinde bir ayırım bulunduğu anlamına gelir (Resim 1.14). Hangi grupların A, hangilerinin B olarak adlandırılacağı konusunda farklı öneriler vardır, ancak birinci ve ikinci gruplar her zaman A olarak gösterilir. Bazı periyodik tablolarda 3–10. gruplar Roma rakamlarıyla gösterildiğinde A, 11–17. gruplar B olarak adlandırılır ve son 18. grup yalnızca VIIIB grubu olarak gösterilir. Diğer bazı periyodik tablolarda ise 13–18. gruplar A olarak adlandırılır. VIII grubu (A veya B olarak gösterilmesine bakılmaksızın), üç elementten oluşur (8. 9. ve 10. gruptan) ve bu elementler “üçlüler (triadlar)” olarak adlandırılır.

Resim 1.14. Periyodik tablodaki grupların farklı gösterim biçimleri

Periyodik Sistemdeki 118 elementin her biri için, elementin sembolünün, atom numarasının ve çoğu zaman bağıl atom kütesinin yazılı olduğu ayrı bir kare/dikdörtgen bulunur (Şekil 1.15). Bazı periyodik tablo türlerinde elementin adı, izotoplarının sayısı ve elementin basit maddesine ait erime noktası, kaynama noktası, yoğunluk gibi diğer fiziksel büyüklüklerin değerleri de verilmiştir.



Resim 1.15. Tüm periyodik tablolarda bulunan elemente ait bilgiler.

Elektron kabuğunun yapısı ile periyodik tablodaki elementler arasındaki ilişki

Periyodik elementler tablosu, insanın yaptığı en mükemmel sınıflandırmadır, çünkü atomun yapısını yansıtır. Atomun yapısı, özellikle de onun elektron kabuğu, ileride göreceğimiz gibi, elementlerin ve onların oluşturduğu elementer maddelerin birçok özelliğinin düzenli bir şekilde değişmesine yol açar.

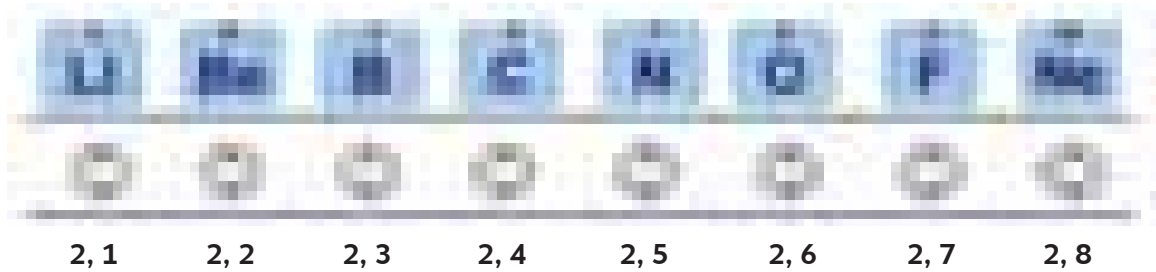
Daha önce de belirttiğimiz gibi, elementler periyodik tabloda atom numaralarının artış sırasına göre dizilmiştir. Atom numarası, aslında çekirdekte bulunan protonların sayısıdır ve bu sayı elektron kabuğundaki elektron sayısına eşittir. Atom numarası arttıkça, her bir sonraki elementte proton sayısı ve buna bağlı olarak elektron sayısı birer artar. Ancak daha önce de gördüğümüz gibi, elektronlar elektron katmanlarına yerleşmiştir ve her katman en fazla belirli sayıda elektron alabilir. Birinci katman en fazla iki elektron alabilir. Periyodik tabloya baktığımızda, birinci periyodun yalnızca iki elementten hidrojen ve helyumdan oluştuğunu görürüz. İkinci periyotta ise ikinci elektron katmanının birden sekize kadar

elektronlarla dolduğu elementler yer alır. Periyodik tablodan da görülebileceği gibi, ikinci periyot sekiz element içerir. Buradan aşağıdaki sonuçları kolaylıkla çıkarabiliriz:

- **Periyodik tablodaki periyot numarası, o periyottaki elementlerin atomlarında elektronlarla dolan son elektron katmanının sıra numarasına karşılık gelir.**

PERİYOT NUMARASI = SON ELEKTRON KATMANININ SIRA NUMARASI

- **Periyodik tablodaki bir periyotta bulunan element sayısı, periyot numarasıyla aynı numaraya sahip elektron katmanına yerleşebilecek en fazla elektron sayısına karşılık gelir.**



Resim 1.16. Periyodik tablonun ikinci periyodunda sekiz element bulunur; çünkü ikinci elektron katmanına yerleşebilecek en fazla elektron sayısı sekizdir.

Periyot sayısının yanı sıra grup sayısı da elektron kabuğunun yapısıyla ilişkilidir. Son elektron katmanının dolması tamamlandığında periyot da tamamlanmış olur. Bir sonraki periyotta yeni bir elektron katmanı dolmaya başlar. Her yeni periyot, yeni bir elektron katmanının dolmasıyla başlar. Her periyodun başlangıcında, yani yeni bir elektron katmanının elektronlarla dolmaya başladığı tüm elementler, periyodik tablonun birinci grubunda yer alır. Her yeni elektron katmanının ilk olarak bir elektronla dolduğunu bildiğimiz için, periyodik tablonun birinci grubundaki tüm elementlerin son elektron katmanında bir elektron bulunduğunu, yani bir değerlik elektrona (valans elektronu) sahip olduğunu kolayca söyleyebiliriz. Aynı şekilde, son elektron katmanı iki elektronla dolan, yani iki değerlik elektrona sahip olan elementler periyodik tablonun ikinci grubunda yer alır ve bu şekilde devam eder. Buradan şu sonucu çıkarabiliriz:

Periyodik tablonun aynı grubunda, aynı sayıda değerlik elektrona sahip elementler bulunur,yani bir element atomunun değerlik elektron sayısı, bulunduğu grubun numarasına eşittir.

DEĞERLİK ELEKTRONU(valans elektronu) SAYISI = GRUP NUMARASI

Aslında değerlik elektron sayısı, grup numarası Roma rakamlarıyla gösterildiğinde grup numarasına eşittir. Örneğin IIIA ve IIIB gruplarındaki tüm elementlerin üç değerlik elektronu vardır. Gruplar 1'den 18'e kadar numaralandırıldığında ise 8. gruba kadar değerlik elektron sayısı grup numarasına eşittir. 12. ile 18. gruplar arasındaki elementlerde değerlik elektron sayısı, grup numarasından 10 çıkarılarak bulunur. 9., 10. ve 11. gruplardaki değerlik elektronları ise burada ele alınmayacaktır.

Bir elementin atom numarasını ve elektron katmanlarının dolma biçimi ile periyodik tablonun yapısı arasındaki ilişkiyi biliyorsak, belirli bir atom numarasına sahip bir elementin hangi grupta ve hangi periyotta yer aldığını kolayca belirleyebiliriz. Tersine, bir elementin hangi periyotta ve hangi grupta bulunduğunu biliyorsak, o elementin atom numarasını ve elektronlarının elektron katmanlarındaki dağılımını da belirleyebiliriz. Bunu aşağıdaki örneklerde inceleyeceğiz:

1 група

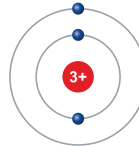
1H



1

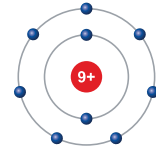
17 группа

3Li



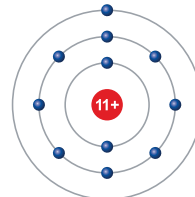
2, 1

9F



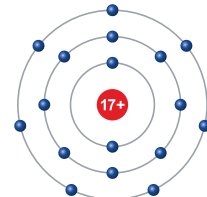
2, 7

11Na



2, 8, 1

17Cl



2, 8, 7

Resim 1.17. Grup numarası, değerlik elektron sayısına eşittir

Çözümlü örnek 1.8:

Atom numarası 15 olan element hangi grupta ve hangi periyotta bulunur?

Çözüm: Bir elementin sıra numarası, aynı zamanda atom numarasıdır, yani atom çekirdeğindeki proton sayısıdır ve bu sayı elektron kabuğundaki elektron sayısına eşittir. Bu, atom numarası 15 olan elementin 15 elektrona sahip olduğu anlamına gelir. Bu durumda elektronların elektron katmanlarındaki dağılımı şöyledir:

birinci katman 2

ikinci katman 8

üçüncü katman 5

Sonuç olarak elektronlarla dolan son katman üçüncü katmandır; bu da elementin 3. periyotta bulunduğu anlamına gelir. Atomun son elektron katmanında beş elektron vardır, yani değerlik elektron sayısı beştir. Bu da elementin VA/VB grubunda, yani 15. grupta yer aldığını gösterir.

Cevap: Element üçüncü periyotta ve 15-inci grupta yer alır.

Çözümlü örnek 1.9:

a) Periyodik tablonun üçüncü periyodunda ve 13-üncü grubunda bulunan bir elementin atomundaki elektronların elektron katmanlarındaki dağılımını yazınız. b) Bu elementin atom numarası kaçtır?

Çözüm: a) Elementin 3. periyotta bulunması, atomun ilk üç elektron katmanının elektronlarla dolduğu anlamına gelir. Elementin 13-üncü grupta bulunması ise, bu elementin son elektron katmanındaki değerlik elektron sayısının $13 - 10 = 3$ olduğunu gösterir. Buna göre elektronların elektron katmanlarındaki dağılımı: 2, 8, 3'tür.

b) Bu elementin atomundaki toplam elektron sayısı (2, 8, 3) 13'tür. Bu sayı, atom çekirdeğindeki proton sayısına eşittir; yani atom numarası 13'tür.

Cevap: a) Elektronların elektron katmanlarındaki dağılımı: **2, 8, 3'tür.**

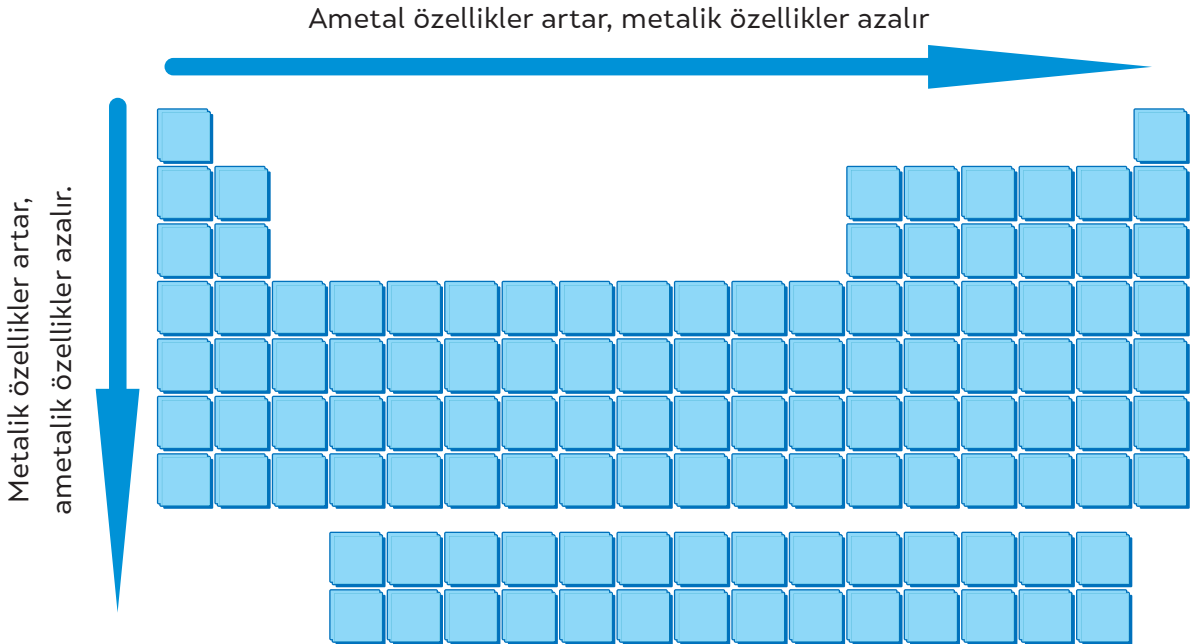
b) **Z = 13.**

Elementlerin özelliklerinin periyodik olarak değişimi

Periyodik tablo, atomun elektron kabuğunun yapısını yansıtır ve elementlerin ve onların oluşturduğu basit maddelerin özellikleri bu yapıya bağlıdır. Bir periyot içinde soldan sağa doğru gidildikçe elementlerdeki elektron sayısı arttığı için, özellikleri de yavaş yavaş değişir. Öte yandan, aynı gruptaki elementlerde ise son elektron katmanındaki elektron sayısı periyodik olarak tekrar eder; bu nedenle elementlerin özellikleri de periyodik olarak tekrarlanır. Bu yüzden elementlerin periyodik tablodaki konumuna bakarak onların ve oluşturdukları basit maddelerin özellikleri hakkında bilgi edinebiliriz.

Periyodik tablodaki elementler, atom numaralarının artışına göre sıralanmıştır; buna bağlı olarak kütle numaraları ve bağlı atom kütleleri de artar. Periyodik tablodaki her periyot belirgin bir metalle başlar ve soygaz adı verilen bir elementle biter. Bu nedenle soldan sağa doğru gidildikçe elementlerin ve onların oluşturduğu basit maddelerin özellikleri metalik özelliklerden ametalik özelliklere doğru yavaş yavaş değişir. Gruplarda ise yukarıdan aşağıya doğru metalik özellikler artar. Sonuç olarak:

En belirgin metaller periyodik tablonun sol alt kısmında, en belirgin ametaller ise sağ üst kısmında yer alır.



Resim 1.18. Elementlerin metalik ve ametalik özelliklerinin grup ve periyot boyunca değişimi.

Elementlerin özelliklerinin benzerliği nedeniyle, bazı gruptaki elementler ortak isimlerle adlandırılır. Buna göre birinci gruptaki elementler **alkali metaller**, ikinci gruptaki elementler ise **toprak alkali metaller** olarak adlandırılır. 16. gruptaki elementler **kalkojenler**, 17. gruptaki elementler **halojenler** olarak bilinir. Periyodik tablonun son grubu olan 18. grupta ise **soy gazlar** yer alır. Bu gruptaki elementlerin sembolleri, atom numaraları ve isimleri Şekil 1.19'da verilmiştir.

1. Grup		2. Grup	
Alkali Metaller		Toprak Alkali Metaller	
	Lityum		Berilyum
	Sodyum		Magnezyum
	Potasyum		Kalsiyum
	Rubidyum		Stronsiyum
	Sezyum		Baryum
	Fransiyum		Radyum

16. Grup	17. Grup	18. Grup
Alkali Metaller	Halojen Elementleri	Soy Gazlar

Resim 1.19. Alkali metallerin, toprak alkali metallerin, kalkojenlerin, halojenlerin ve soy gazların sembolleri ve isimleri.

18-inci grupta periyodik tablonun yer alan son element olan oganesson da (atom numarası 118) bulunur, ancak onun soy gaz özelliklerine sahip olmadığı kabul edilir.

Tüm alkali metaller bir değerlik elektrona, toprak alkali metaller iki değerlik elektrona, kalkojenler altı, halojenler ise yedi değerlik elektrona sahiptir. Soy gaz atomlarında ise en fazla sekiz değerlik elektron bulunur (istisna olarak helyum atomunda iki elektron vardır). Bu elementlerin atomlarında son elektron katmanı tamamen elektronlarla doludur; bu nedenle kararlı bir elektron düzenine sahiptirler ve kimyasal reaksiyonlara zor girerler. Bu

nedenle bunlara soy gazlar denir. Onların aksine, 1., 2., 16. ve 17. gruptaki elementler oldukça reaktiftir, bazıları ise aşırı derecede reaktiftir.

H•																		He•
Li•	•Be•													•O•	•F•	•Ne•		
Na•	•Mg•													•S•	•Cl•	•Ar•		
K•	•Ca•													•Se•	•Br•	•Kr•		
Rb•	•Sr•													•Te•	•I•	•Xe•		
Cs•	•Ba•													•Po•	•At•	•Rn•		
Fr•	•Ra•													•Lv•	•Ts•	•Og•		

Resim 1.20. 1., 2., 16., 17. ve 18. gruptaki elementler, değerlik elektronları nokta gösterimiyle gösterilmiştir

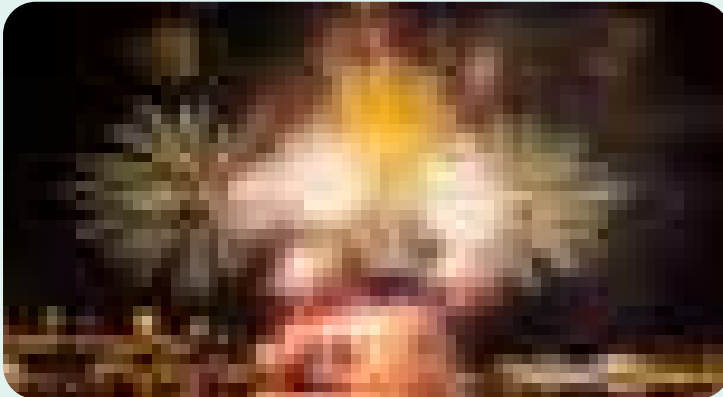


Daha fazla öğren

Element gruplarının isimlerinin anlamı

Alkali metaller – Güçlü bazlar (alkaliler) oluşturma özelliğine sahip metaller.

Toprak alkali metaller – Alkali oluşturan metallerdir. "**Toprak**" ön eki, toprakta bulunan, suda çözünmeyen ve ısıtıldığında değişmeyen maddeleri ifade eder. Bu metallerin oksitleri de bu tür maddelere örnektir.



Resim 1.21. Büyük tepkime eğilimleri nedeniyle bazı alkali metaller ve toprak alkali metaller havai fişek yapımında kullanılır.

Kalkojen elementler – maden oluşturan, yani „maden doğuran“ elementlerdir. Bu terim, Eski Yunancadaki: khalkos- maden ve genan – doğurmak anlamına gelen iki sözcüğün birleşiminden oluşmuştur.

Halojen elementler – tuz oluşturan „tuz doğuran“ elementlerdir. Bu ad, metallerle doğrudan tepkimeye girerek tuz oluşturmalarından gelir.

Soy gazlar – Son derece düşük tepkime eğilimine sahip ve kararlı gazlardır; yani diğer elementlerle bağ kurmaya istekli değildirler. Bu ad, geçmişte soyluların „sıradan“ insanlarla bir araya gelmek istememelerine benzetilerek.



Resim 1.22. Soy gaz helyum, tepkimeye girmediği ve yoğunluğu çok düşük olduğu için balonların doldurulmasında kullanılır.



Soru ve Alıştırmalar

1. Bir elementin atom numarasına neden aynı zamanda elementin sıra numarası da denir?
2. Bir periyottaki elementlerin atomlarında dolan son elektron katmanının numarası beş ise, bu periyodun numarası kaçtır?
3. Bir elementin atomunda üç elektron kabuğu (katmanı) bulunuyorsa, bu element hangi periyotta yer alır?
4. Elektronların elektron katmanlarına dağılımı 2, 8, 8, 2 şeklinde gösterilebilen bir element hangi periyotta bulunur?
5. Periyodik tablodaki aynı grupta bulunan elementler için ne aynıdır?

- a) Toplam elektron sayısı b) Proton sayısı
c) Değerlik elektron sayısı ç) Kütle numarası
6. Atomunda dört değerlik elektronu bulunan element, Periyodik Sistemin hangi grubunda yer alır?
 7. Bir elementin atom çekirdeğindeki proton sayısı 16'dır. Bu element, Periyodik Sistemin hangi periyodunda ve hangi grubunda yer alır?
 8. Periyodik Sistemin üçüncü periyodunda ve 14. grubunda yer alan bir elementin atomunda kaç proton ve kaç elektron bulunur?
 9. Periyodik Sistemin dördüncü periyodunda ve birinci grubunda yer alan elementin atomundaki elektronların elektron katmanlarına dağılımını yazınız.
 10. Periyodik Sistemin hangi bölümünde en belirgin metaller, hangi bölümünde ise en belirgin ametaller bulunur?
 11. Periyodik Sistemin ikinci grubunda yer alan elementler hangi ortak isimle adlandırılır?
 12. Periyodik Sistemde hangi gruplarda a) halojen elementler, b) soygazlar, c) alkali metaller bulunur?
 13. Periyodik Sistemde bir grupta yukarıdan aşağıya doğru gidildikçe metalik / ametallik özellikler nasıl değişir?



Araştır

Soygazların ışıklı reklamlar için kullanımını araştırın.

Kısa bir sunum hazırlayın ve bunu sınıf arkadaşlarınızın önünde sunun!



KSİTLER, 2. HİDROKSİTLER, VE ASİTLER

Bu konuyu öğrendikten sonra şunları yapabileceksin:

- ◆ oksitlerin bileşimini açıklayabileceksin;
- ◆ oksitleri sınıflandırabileceksin;
- ◆ oksitlerin adlandırma kurallarını doğru bir şekilde uygulayabileceksin;
- ◆ elementer bir maddenin oksijenle birleşmesi sonucu oluşan oksitlerin elde edilme reaksiyonlarını kimyasal denklemlerle açıklayabileceksin ve gösterebileceksin;
- ◆ hidroksitlerin bileşimini açıklayabileceksin;
- ◆ hidroksitlerin adlandırma kurallarını doğru bir şekilde uygulayabileceksin;
- ◆ hidroksitlerin elde edilme reaksiyonlarını ve hidroksitlerin karakteristik kimyasal reaksiyonlarını kimyasal denklemlerle açıklayabileceksin ve gösterebileceksin;
- ◆ asitlerin bileşimini açıklayabileceksin;
- ◆ asitleri sınıflandırabileceksin;
- ◆ asitlerin adlandırma kurallarını doğru bir şekilde uygulayabileceksin;
- ◆ asitlerin elde edilme reaksiyonlarını ve asitlerin karakteristik kimyasal reaksiyonlarını kimyasal denklemlerle açıklayabileceksin ve gösterebileceksin.

Kavramlar:

oksit, metalik oksit, ametalik oksit, asit oksidi, bazik oksit, amfoter oksit, nötr/indiferent oksit, nomenklatür, birleşme reaksiyonu, sera etkisi, hidroksit, hidroksil grubu, baz, asit, asit kalıntısı, oksijensiz asit, oksijenli asit, indikatör, pH değeri, nötralleşme reaksiyonu, asit yağmuru.

2.1. OKSİTLER



Hatırlayalım!

- ◆ Elementer (basit) maddeler özelliklerine göre nasıl sınıflandırılır?
- ◆ Elementler Periyodik Sistemde hangi kriterlere göre sıralanmıştır?
- ◆ Periyodik Sistemde metaller nerede, ametaller ve yarı metaller nerede bulunur?
- ◆ Değerlik nedir ve sabit değerlik ile değişken değerlik ne anlama gelir?



Bileşiklerin sınıflandırılması neden gereklidir?

Bildiğin gibi, elementer (basit) maddeler özelliklerine göre metaller, ametaller ve yarı metaller olarak sınıflandırılır. Elementlerin Periyodik Sistemdeki düzeni ve sınıflandırılması, Periyodik Sistem konusunu işlerken ele alınmış ve elementlerin ve onların elementer maddelerinin sınıflandırılmasının öğrenmeyi kolaylaştırdığı vurgulanmıştı. Bileşiklere gelince, onların sınıflandırılmasına olan ihtiyaç çok daha fazladır çünkü bileşiklerin sayısı çok fazladır ve bu nedenle her birini ayrı ayrı incelemek oldukça zordur. Ancak belirli bileşikler arasında birçok benzerlik bulunabilir, bu yüzden onları sınıflandırmak mümkündür.

Bileşikler, bileşimlerine ve bazı ortak özelliklerine göre dört temel türe ayrılır: oksitler, hidroksitler, asitler ve tuzlar. Özel bir bileşik sınıfını (birkaç istisna dışında) karbon elementinin bileşikleri oluşturur, ancak bu bileşikler kimya öğreniminin ilerleyen aşamalarında ele alınacaktır. Burada oksitleri, hidroksitleri ve asitleri öğreneceksin.

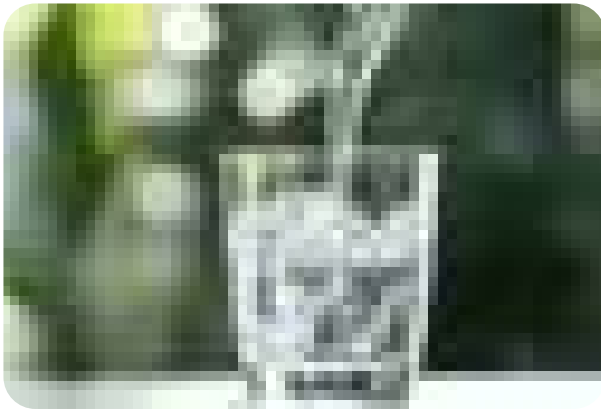
Oksitlerin bileşimi ve sınıflandırılması

Öncelikle aşağıdaki bileşiklerin formüllerini inceleyelim:



Eğer verilen formülleri dikkatlice incersen, hepsinin yalnızca iki elementten oluştuğunu (sözde ikili bileşikler) ve bunlardan birinin her zaman oksijen olduğunu kolayca çıkarabilirsin. Açıkça, bu formüller oksijen elementini içeren belirli bir bileşik sınıfını temsil etmektedir. Bildiğin gibi, oksijenin Latince adı oxygenium 'dur, bu yüzden bu bileşik sınıfının ortak adı **oksitlerdir**. Buradan, diyebiliriz ki:

Oksitler, iki elementten oluşan ve bunlardan birinin her zaman oksijen olduğu bileşiklerdir.



Resim 2.1. Yaşamımız için gerekli olan su, kimyasal bileşimine göre bir oksittir.



Resim 2.2. Pas, demir oksitleri.

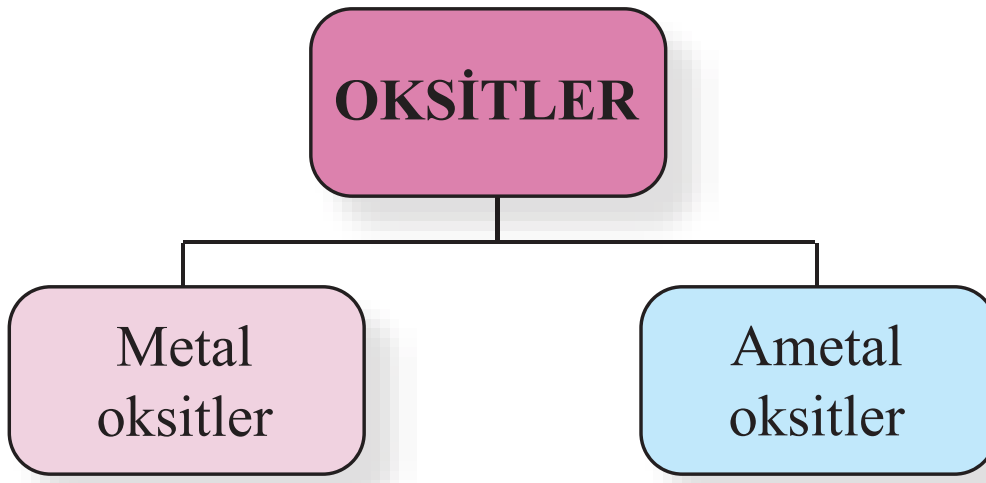


Daha fazla öğren

Oksijenin oksit olmayan ikili bileşikleri

Oksijenin oksitler arasında sayılmayan başka ikili bileşikleri de vardır. Örneğin, hidrojen peroksit (H_2O_2), günlük hayatta hidrojen peroksit olarak bilinir ve oksijenin ikili bir bileşiği olmasına rağmen bir oksit değildir. Diğer kimyasal elementlerin de peroksitleri vardır. Ayrıca, oksijenin flor ile oluşturduğu ikili bileşik de bir oksit değildir. Bu bileşiklerin neden oksit olmadığı konusunu, kimya öğreniminin ilerleyen aşamalarında anlayacaksın.

Verilen oksit formüllerine bakıldığında, bazı oksitlerde oksijenin bir metal ile, bazılarında ise bir ametal ile bağlı olduğu görülür. Buradan oksitlerin sınıflandırılmasıyla ilgili bazı sonuçlara varabiliriz. Böylece, elementer maddeleri metaller ve ametaller olarak sınıflandırdığımız gibi, oksitler de **bileşimlerine ve özelliklerine göre metal oksitler ve ametal oksitler** olarak sınıflandırılır. Yukarıda verilen oksit örneklerinden metal oksitler, şunlardır: Na_2O , MgO , Fe_2O_3 , CaO , PbO_2 ve CuO , ve ametal oksitler şunlardır: H_2O , N_2O_5 , CO_2 ve SO_3 .



Resim 2.3. Oksitlerin bileşimlerine göre sınıflandırılması.

Oksitlerin nomenklatürü

Bileşiklerin, bileşik formüllerine dayanarak belirli kurallara göre adlandırılmasına nomenklatür (adlandırma sistemi) denir. Oksitlerin nomenklatürü oldukça basittir, çünkü oksitler en basit bileşikler arasında yer alır. Oksitler adlandırılırken önce oksidi oluşturan elementin adı yazılır. Hemen ardından, bitişik olarak küçük parantez içinde Romen rakamlarıyla elementin değeri belirtilir. Son olarak ise ayrı olarak **oksi** sözcüğü yazılır. Değişken değeriye sahip olmayan, yani sabit değeriye sahip elementlerde değeri yazılmaz. Bu durumda söz konusu element yalnızca bir oksit oluşturur. Yukarıda verilen oksitlerden bazılarının nasıl adlandırıldığına bakalım:

Çözümlü örnek 2.1:

Aşağıdaki oksitlerin adları nelerdir: a) Fe_2O_3 ; b) Na_2O ?

Çözüm: a) Söz konusu demir oksididir. Oksidin doğru adını yazabilmek için önce elementin, yani demirin değerliğini bulmamız gerekir. Oksijenin iki değerlikli olduğunu ve ayrıca bir elementin değerliği ile alt indisinin çarpımının, diğer elementin değerliği ile alt indisinin çarpımına eşit olması gerektiğini biliyoruz. Demek ki:

$$\begin{aligned} x & \text{ II} \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ 2 \cdot x &= 3 \cdot 2 \\ x &= 3 \end{aligned}$$

Buna göre oksidin adı şudur: **Demir(III) oksit.**

b) Bu, sodyum oksit formülüdür (Na_2O). Sodyum değişken değerliğe sahip olmadığı için bu oksidin adı: **Sodyum oksit.**

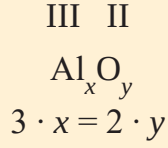
Verilen bir formüle göre bir oksidi adlandırmanın yanı sıra, oksidin adını bildiğinde onun formülünü doğru bir şekilde belirlemek de çok önemlidir. Bunu aşağıdaki örneklerle inceleyelim:

Çözümlü örnek 2.2:

Formülü nedir: a) alüminyum oksit b) kurşun (IV) oksit?

Çözüm: a) Alüminyum oksidin formülünü bulmak, aslında formüldeki indisleri bulmak anlamına gelir. Bunun için hem alüminyumun hem de oksijenin değerliğini bilmemiz gerekir. Oksidin adında alüminyumun değerliği verilmemiştir, bu da onun değişken değerliğe sahip olmadığını gösterir. Alüminyum Periyodik Tablo'nun 13. grubunda yer alır, bu nedenle üç değerliklidir. Oksijenin ise iki değerlikli olduğunu biliriz. Oksidin formülünde alüminyumun değerliği ile indeksinin (x ile göstereceğiz)

çarpımı, oksijenin değeriği ile onun indeksinin (y) çarpımına eşit olmalıdır. Yani:

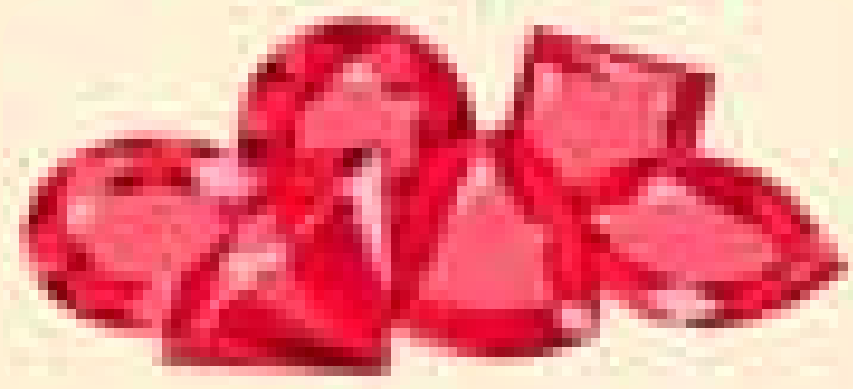


Alüminyumun ve oksijenin indekslerini bulmak için, onların değeriğlerinin en küçük ortak katını (EKOK) buluruz.

3 ve 2, EKOK 6'dır, buradan

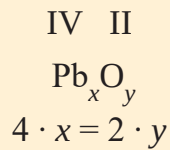
$$6 : 3 = 2 \text{ ve } 6 : 2 = 3$$

Alüminyum için indeks 2, oksijen için 3'tür. Buna göre alüminyum oksidin formülü Al_2O_3 .



Rubin, bileşimine göre Al_2O_3 'tür, krom katkıları içerir.

b) Verilen isme göre kurşunun değeriğinden değeriğlikli bir element olduğu ve bu oksitte dört değeriğlikli olduğu sonucuna varabiliriz. Oksidin formülünü bulmak için önceki örnekte olduğu gibi işlem yapacağız. Oksitte kurşunun değeriği ile indeksini (x ile göstereceğiz) çarpımı, oksijenin değeriği ile onun indeksi (y) çarpımına eşit olmalıdır. Yani:



4 ve 2, EKOK 4'tür. Buradan,

$$4 : 4 = 1 \text{ и } 4 : 2 = 2$$

Sonuç olarak kurşun için indeks 1, oksijen için 2'dir. Buna göre kurşun (IV) oksidin formülü **PbO₂**.

Açıklanan adlandırma (nomenklatur) tüm oksitler için geçerlidir. Ancak kullanımda, özellikle ametallerin oksitleri için daha çok kullanılan başka bir adlandırma sistemi daha vardır. Bu sisteme göre, elementin adı ile 'oksit' kelimesinin önüne, moleküldeki element atomlarının ve oksijen atomlarının sayısını gösteren, Yunanca kökenli ön ekler getirilir. Eğer oksit molekülünde ametalden yalnızca bir atom varsa моно- ön eki yazılmaz, ancak bu durum oksijen için geçerli değildir. Bunu aşağıdaki örneklerle inceleyelim:

Çözümlü örnek 2.3:

Oksit nasıl adlandırılır a) N₂O₃; b) CO? c) Difosfor pentaoksidin formülü nedir?

Çözüm: a) Formülden, oksidin bir molekülünün iki azot atomu içerdiğini ve bunları isimlendirmede di- ön eki ile göstereceğimizi; ayrıca üç oksijen atomu içerdiğini ve bunu tri- ön eki ile göstereceğimizi çıkarırız. Buna göre bu oksidin adı **diazot trioksittir**.

b) Verilen formülden, bir CO molekülünün bir karbon atomu ve bir oksijen atomu içerdiği görülür; bu, isimlendirmede mono- ön eki ile gösterilir. Ancak yukarıda verilen kurala göre mono- ön eki karbonun önüne yazılmaz. Bu nedenle CO'nun adı **karbon monoksittir**.

b) Difosfor pentaoksidin formülüne göre, bu oksidin bir molekülünün iki fosfor atomu ve beş oksijen atomu içerdiğini söyleyebiliriz. Buna göre oksidin formula **P₂O₅**'tir.

Yunan ön ekleri (prefixleri) ilgili sayılar için şu şekildedir:

bir: mono-, iki: di-, üç: tri-, dört: tetra-, beş: penta-, altı: hekta-, yedi: hekta-, sekiz: okta-, dokuz: nona-, on: deka- .

Verilen tabloda (Tablo 2.1.) oksitlerin adlandırılmasına ait örnekler verilmiştir.

Tablo 2.1. Oksitlerin adlandırılmasına (nomenklatürüne) ait örnekler.

Formül	Adı	Formül	Adı
Değişken değerlikli elementlerin oksitleri			
Co_2O_3	kobalt(III) oksit	NiO	nikel (II) oksit
Cu_2O	bakır(I) oksit	SnO_2	kalay (IV) oksit
HgO	cıva (II) oksit	Mn_2O_7	manganez (VII) oksit
Sabit değerlikli elementlerin oksitleri			
K_2O	potasyum oksit	CaO	kalsiyum oksit
ZnO	çinko oksit	Al_2O_3	alüminyum oksit
Ag_2O	gümüş oksit	SrO	stronsiyum oksit
Ametallerin oksitleri			
Cl_2O_7	diklor heptaoksit	N_2O_5	diazot pentaoksit
SO_3	kükürt trioksit	BrO_2	brom dioksit
N_2O	diazot monoksit	P_2O_3	difosfor trioksit

Oksitlerin elde edilmesi

Doğada çok sayıda oksit bulunur. Doğada en yaygın bulunan oksit sudur. Ancak su ve birçok başka oksit laboratuvar da elde edilebilir. Oksitlerin elde edilmesinin çeşitli yolları vardır, ancak burada yalnızca elementel (basit) bir maddenin oksijenle doğrudan birleşmesi yöntemini ele alacağız. **Birleşme tepkimesi**, iki veya daha fazla maddenin birleşerek tek ve daha karmaşık bir madde oluşturduğu kimyasal tepkime türüdür. Metallerin ve ametallerin büyük bir kısmı, oksijen veya hava ortamında oksijenle doğrudan birleşerek oksitleri oluşturur. Oksitlerin bu yolla elde edilmesini aşağıdaki deneylerle inceleyeceğiz.



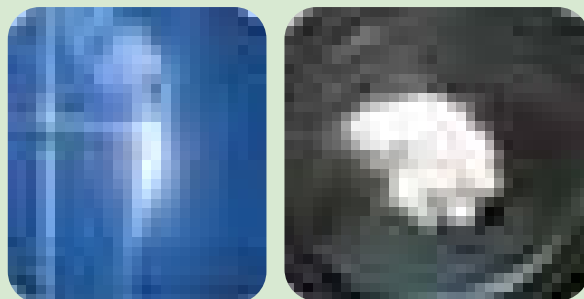
Deney 2.1.

Elementel bir maddenin oksijenle doğrudan birleşmesi yoluyla oksitlerin elde edilmesi

a) Magnezyum oksidin elde edilmesi

Gerekli araç-gereç ve maddeler:

Metal maşa, ıspirtolu lamba, saat camı, magnezyum şeridi, koruyucu gözlük ve eldiven.



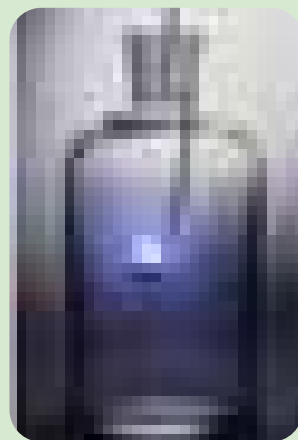
Magnezyum oksit

Uygulama: Metal maşa ile bir parça magnezyum şeridi tutulur ve alev tutulur. Ne gözlemleniyor? Oluşan beyaz madde saat camı üzerine toplanır.

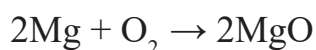
b) Kükürt dioksitin elde edilmesi

Gerekli araç-gereç ve maddeler: Yanma kaşığı, ıspirtolu lamba, cam şişe, toz kükürt, koruyucu gözlük ve eldiven.

Uygulama: Toz kükürt, yanma kaşığına az miktarda konur ve kükürt tutuşana kadar ıspirtolu lamba üzerinde ısıtılır. Daha sonra yanan kükürt cam şişeye sokulur. Yeterli miktarda gaz toplandığında şişe bir tıpa ile kapatılır.



Magnezyumun yanması sırasında, magnezyum havadaki oksijenle birleşir ve magnezyum oksit adı verilen beyaz bir toz oluşur. Bu kimyasal reaksiyonu aşağıdaki denklemle yazabiliriz:



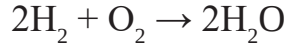
Sülfürün yanması sırasında, sülfür havadaki oksijenle birleşerek kükürt dioksit gazını oluşturur. Bu kimyasal reaksiyonun denklemi şöyle yazılabilir:



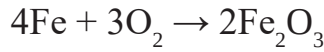


Resim 2.4. Kükürt dioksit molekülünün modeli

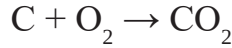
Bu deneylerden şu sonuca varabiliriz: Metaller de ametaller de havada yanarak oksit oluşturabilir. Yanma sırasında elementel madde havadaki oksijenle birleşir ve oksit meydana gelir. Aynı reaksiyon, hava yerine saf oksijen kullanıldığında da gerçekleşir, ancak bu durumda reaksiyon daha şiddetli olur. Örneğin, hidrojen oksijen içinde yanabilir ve bu süreçte su oluşur ve büyük miktarda enerji açığa çıkar.



Demir yününün havada yanma tepkimesi aşağıdaki denklemle gösterilebilir:



Karbonun havada yanması sonucunda karbon dioksit elde edilir:

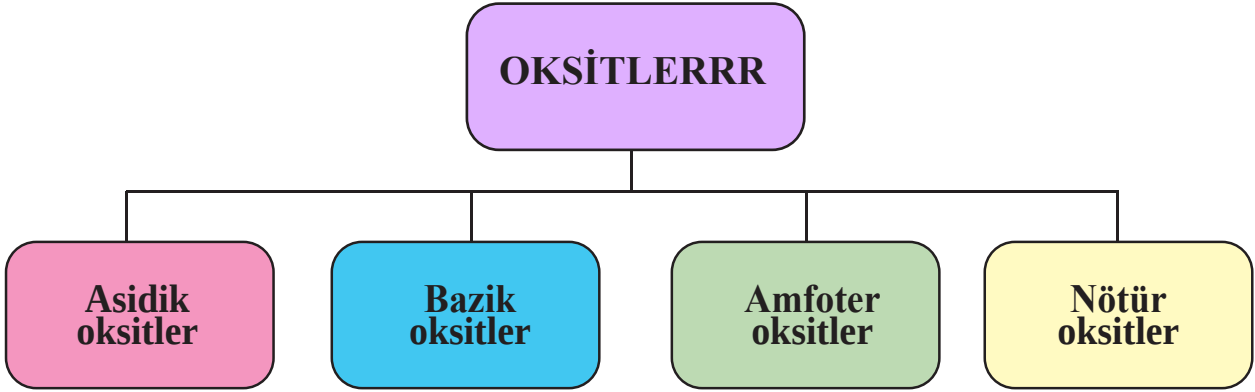


Elementel maddelerin yanma tepkimelerinin daha birçok örneği vardır. Ancak bilmen gereken en önemli nokta, bu tepkimelerin büyük çoğunluğunda elementel maddenin oksidinin oluşmasıdır.

Oksitlerin kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılması

Daha önce incelediğimiz oksit elde etme örneklerinden, magnezyum oksidin katı bir madde, kükürt dioksidin gaz hâlinde bir madde ve suyun ise sıvı bir madde olduğunu gördük. Buradan, oksitlerin fiziksel özellikleri bakımından birbirlerinden farklı oldukları sonucuna varabiliriz. Oksitlerin sayısı oldukça fazladır ve bunlar yalnızca fiziksel hâlleri bakımından değil; renkleri, suda çözünürlükleri gibi diğer fiziksel özellikleri bakımından da birbirlerinden farklıdır. Oksitler yalnızca fiziksel özelliklerine göre değil, kimyasal özelliklerine göre de birbirlerinden farklıdır. Kimyasal özelliklerindeki farklılıklara dayanarak oksitler dört sınıfa ayrılır: **asidik oksitler, bazik oksitler, amfoter oksitler ve nötr (indiferent) oksitler.**

Bu sınıflandırma öncelikle oksitlerin suyla, ayrıca ilerleyen bölümlerde ele alınacak olan asitler ve bazlar gibi diğer maddelerle verdikleri tepkimelere dayanılarak yapılmıştır.



Resim 2.5. Oksitlerin kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılması

Bu oksit türlerinin tepkimelerini ilerleyen bölümlerde aşamalı olarak inceleyeceğiz. Burada yalnızca bunların bazı genel kimyasal özelliklerinden söz edeceğiz.

Asidik oksitler, ametallerin ve az sayıdaki metalin oksitleridir. Bunlar su ile tepkimeye girdiklerinde asit oluştururlar. Ayrıca bazlar ve bazik oksitlerle de tepkimeye girerek tuz oluştururlar. Bu bileşik sınıflarının tümünü ilerleyen konularda öğreneceksin.

Bazik oksitler, su ile tepkimeye girdiklerinde baz oluşturan metal oksitleridir. Ayrıca asitlerle ve asidik oksitlerle de tepkimeye girerek tuz oluştururlar.

Amfoter oksitler, hem asitlerle hem de bazlarla tepkimeye girebilen metal oksitleridir

Nötr (indiferent) oksitler, suyla, asitlerle veya bazlarla tepkimeye girmeyen az sayıdaki ametal oksitlerdir.

Tablo 2.2’de, kimyasal özelliklerine göre farklılık gösteren dört sınıfa ait oksitlerden örnekler yer almaktadır.

Tablo 2.2. Kimyasal özelliklerine göre farklı oksit türlerine örnekler.

Asidik oksitler		Bazik oksitler		Amfoter oksitler		Nötr (indiferent) oksitler	
karbon dioksit	CO_2	lityum oksit	Li_2O	çinko oksit	ZnO	karbon monoksit	CO
kükürt trioksit	SO_3	kalsiyum oksit	CaO	alüminyum oksit	Al_2O_3	diazot monoksit	N_2O
diazot pentaoksit	N_2O_5	barium oksit	BaO	kurşun(II) oksit	PbO	azot monoksit	NO
tetrafosfor dekaoksit	P_4O_{10}	bakır (II) oksit	CuO	kalay(IV) oksit	SnO_2		
kükürt dioksit	SO_2	nikel (II) oksit	NiO	krom(III) oksit	Cr_2O_3		

Bazı oksitlerin özellikleri ve kullanım alanları

Oksitlerin sayısının çok fazla olduğunu, bu nedenle onların gösterdiği farklı özelliklerin de çok çeşitli olduğunu söylemiştik. Bildiğin gibi, maddelerin kullanım alanları onların özelliklerine bağlıdır. Oksitler; özel özelliklere sahip malzemeler olarak, elektronikte, biyomedikal alanda vb. yerlerde kullanılır. Burada, uygun kullanım alanları bulunan bazı önemli oksitlerin özelliklerini ele alacağız.

Magnezyum oksit, MgO , beyaz, toz hâlinde bir maddedir ve yüksek erime sıcaklığına sahiptir. Elektrik iletkenliği düşüktür, ancak ısı iletkenliği yüksektir. Magnezyum oksit, su ile tepkimeye giren bazik bir oksittir.

Özellikleri sayesinde magnezyum oksit (MgO) metalürjide fırınların kaplanması için kullanılan ateşe dayanıklı bir



Resim 2. 6. Magnezyum oksit, yapı malzemelerinin üretiminde kullanılır.

malzeme olarak elektronikte elektrik yalıtkanı olarak ve yapı malzemelerinde yangından korunma amacıyla kullanılır.

Magnezyum oksit, tıp ve eczacılıkta antasit (mide asidinin fazlalığına karşı kullanılan madde) ve laksatif (sindirimi kolaylaştıran ve kabızlığa karşı kullanılan madde) olarak kullanılır.

Ayrıca çevresel bir role de sahiptir, çünkü su arıtımında kullanılır.

Kalsiyum oksit, CaO , yüksek erime sıcaklığına sahip, gri-beyaz renkli, toz hâlinde bir maddedir. Su ile tepkimeye girdiğinde büyük miktarda ısı açığa çıkaran tipik bir bazik oksittir.

Yüksek erime sıcaklığı nedeniyle kalsiyum oksit, mükemmel bir refrakter (ısıya dayanıklı) malzeme olarak kullanılır. İnşaat sektöründe kalsiyum oksit, sönmemiş kireç adıyla bilinir. Su ile tepkimesi sonucunda sönmüş kireç elde edilir; bu nedenle inşaat- ta kalsiyum oksit ile su arasındaki reaksiyona “kireç söndürme” adı verilir. Kalsiyum oksit, havadaki karbondioksiti bağlayarak kireç taşı oluşturur. Tüm bu özellikleri nedeniyle kalsiyum oksit, çimentonun bileşenlerinden biridir.



Resim 2.7. Magnezyum oksit, tıpta antasit ve laksatif olarak kullanılır.



Resim 2.8. Kalsiyum oksit

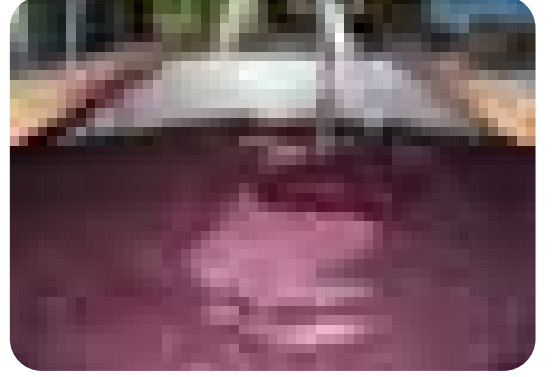


Resim 2.9 Çimento, kalsiyum oksit içerir.

Kükürt dioksit, SO_2 , oda sıcaklığında renksiz, yanıcı olmayan, havadan daha yoğun bir gazdır ve keskin, tahriş edici veya boğucu bir kokuya sahiptir. Su ile tepkimeye giren tipik bir asidik oksittir; ancak birçok başka maddeyle de reaksiyona girer ve oldukça reaktif bir bileşik olarak kabul edilir.

Endüstride, ileride öğreneceğin sülfürik asit üretiminde kullanılır. Antimikrobiyal özellikleri nedeniyle özellikle şarapçılıkta koruyucu madde olarak kullanılır.

Kükürt dioksit, endüstriyel tesislerden salınan gazlardan biridir. Ancak havadaki su buharı ile tepkimeye girmesi nedeniyle, ileride ele alınacak olan asit yağmurlarının başlıca nedenlerinden biridir. Bu nedenle atmosfere salınması yasal düzenlemelerle kontrol altına alınmıştır.



Resim 2.10. Kükürt dioksit, şarap üretiminde koruyucu madde (konservan) olarak kullanılır.



Resim 2.11. Havadaki kükürt dioksit konsantrasyonu düzenli olarak ölçülmeli ve yüksek olduğu durumlarda gerekli önlemler alınmalıdır.

Karbondioksit, CO_2 , renksiz, kokusuz, yanıcı olmayan, havadan daha yoğun bir gazdır ve Dünya'daki yaşam için çok önemlidir. Su içinde çözünen ve su ile tepkimeye giren asidik bir oksittir.



Resim 2.12. Karbondioksit molekülünün yapısal formülü ve modelleri.

Yanıcı olmadığı için karbondioksit, yangın söndürme cihazlarında kullanılır. Bunun yanı sıra gazlı içeceklerin gazlandırılmasında da kullanılır.

Karbondioksit, biyokimyasal süreçlerde, özellikle de fotosentezde, temel bir bileşendir. Fotosentez, bitkilerin Güneş'ten gelen ışık enerjisini kullanarak besin maddelerini sentezlediği ve bu süreçte oksijenin açığa çıktığı bir olaydır. Hayvanlarda ve insanlarda karbondioksit, metabolizma sırasında oluşur ve solunum yoluyla dışarı atılır. Bu şekilde karbondioksit, karbon döngüsünde rol alır ve onun temel bileşenlerinden biridir; atmosferdeki konsantrasyonu da belirli bir düzeyde tutulur.



Resim 2.13. Yangın söndürme cihazları karbondioksit açığa çıkarır.

Karbondioksit, gezegenimizin yüzey sıcaklığının korunmasında önemli bir role sahiptir. Bu nedenle atmosferdeki oranının artması ciddi sorunlara yol açar. Bu konu, takip eden bölümde daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

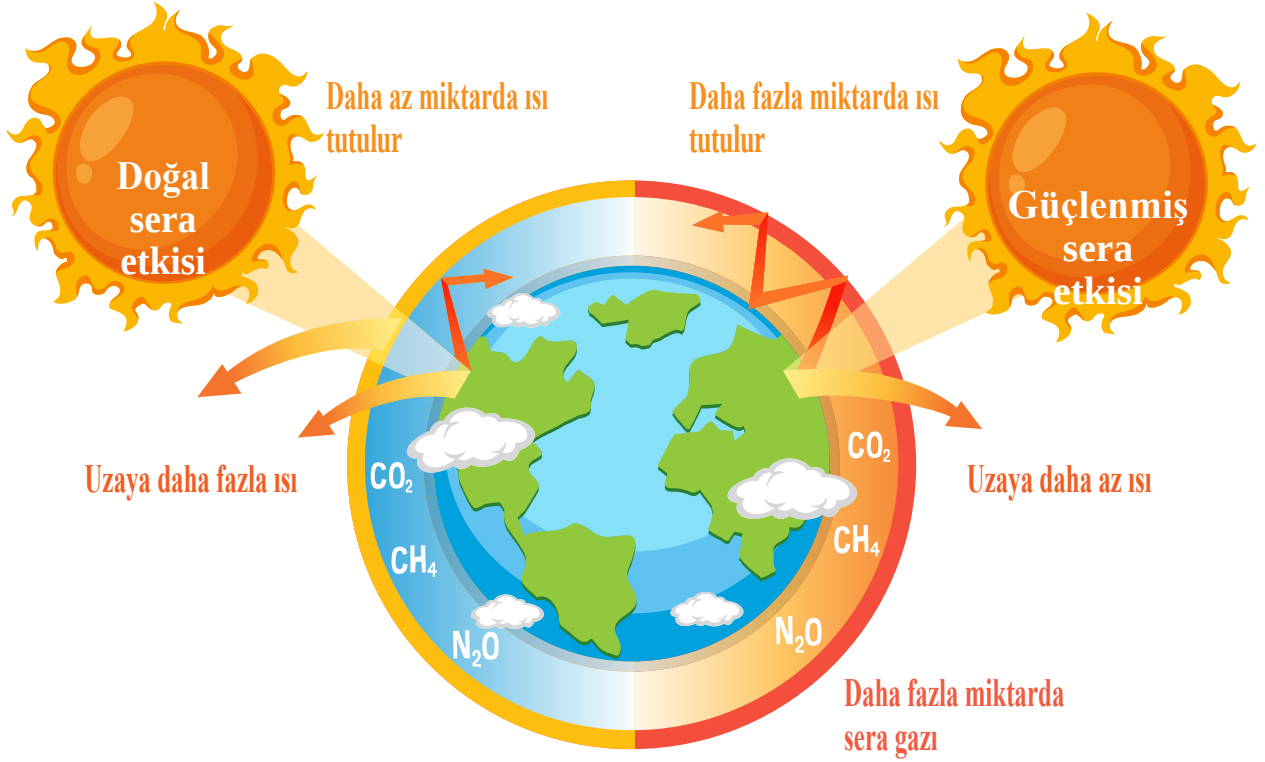
Oksitler ve sera etkisi

Doğadaki birçok oksitten ikisi, insan ve canlı yaşamı için özel bir öneme sahiptir. Bunlardan biri, önemi açıkça görülen sudur. Diğer önemli oksit ise karbondioksittir. Karbondioksit ve su buharı atmosferde çok küçük oranlarda bulunur. Suyun doğadaki döngüsü ve karbon döngüsündeki süreçler sayesinde, atmosferdeki seviyeleri sürekli olarak korunur; çünkü bu gazlar Dünya'daki yaşamın devamı için büyük önem. Bildiğin gibi, su ve karbondioksit fotosentez sürecinin olmazsa olmaz maddelerindendir. Güneş ışınlarının yardımıyla şekerlerin sentezinde kullanılırlar. Şekerler, besin zincirindeki ilk maddelerdir.



Resim 2.14. Karbon döngüsü sayesinde atmosferde doğal ve dengeli bir karbondioksit seviyesi korunur.

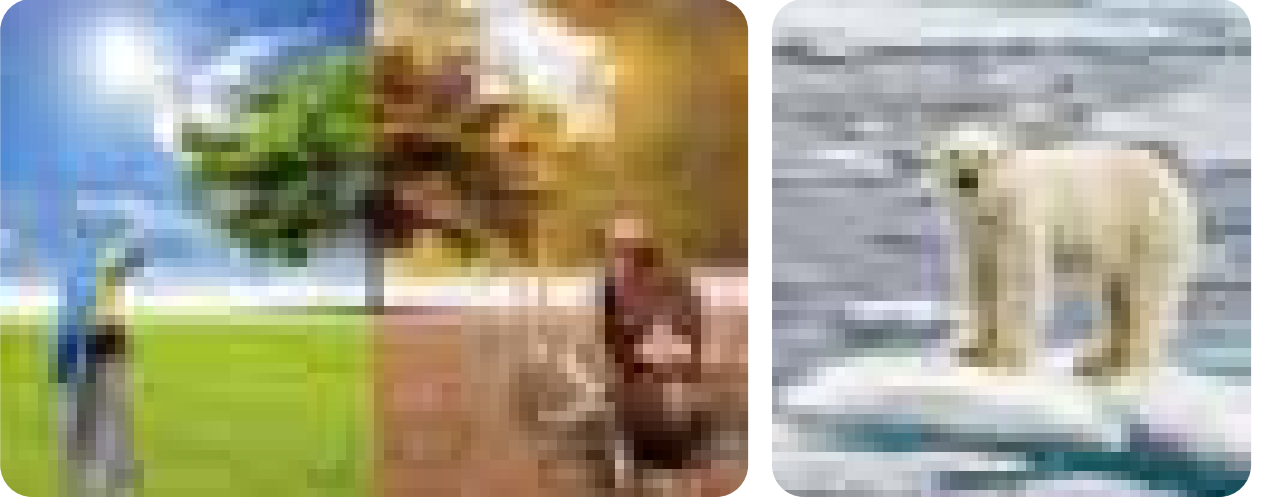
Bunun yanı sıra, bu gazların başka önemli bir görevi daha vardır; bu da Dünya yüzeyindeki ortalama sıcaklığın korunmasını sağlamaktır. Atmosfer ve Dünya'nın yüzeyi, Güneş'ten gelen ışınlam ile ısınır. Bu ışınlam Dünya yüzeyine ulaştığında yüzeyden yansır. Ancak atmosferdeki bazı gazlar, özellikle de su buharı ve karbondioksit, bu ışınlamı tutar (absorbe) ve uzaya geri dönmesini engeller. Bu durum, Dünya yüzeyindeki sıcaklığın ortalama 15 °C değerinde kalmasını sağlar; aksi takdirde bu sıcaklık -18 °C civarında olurdu. Bu etki, cam seralarda gerçekleşen etkiye benzediği için, Dünya yüzeyinden yansıyan ısıyı absorbe etme özelliğine sahip gazlara **sera gazları**, bu olaya ise **sera etkisi** adı verilir.



Resim 2.15 Normal, doğal sera etkisi ve güçlendirilmiş sera etkisi.

Sanayinin gelişmesi ve modern yaşam tarzı nedeniyle sera gazlarının doğal dengesi bozulmaktadır. Buna; sanayiden kontrolsüz şekilde gaz salınması, motorlu taşıtlardan çıkan egzoz gazları, ısıtma tesislerinden ve evlerden yayılan gazlar vb. neden olmaktadır. Tüm bunlar sonucunda havanın bileşimi değişmekte ve sera gazlarının, özellikle de karbondioksitin, atmosferdeki oranı artmaktadır. Bu durum **güçlendirilmiş sera etkisinin** ortaya çıkmasına neden olur.

Güçlendirilmiş sera etkisi, bazı diğer olaylarla birlikte, Dünya'nın ortalama sıcaklığının artmasına neden olabilir. Bu olaya küresel ısınma adı verilir. Küresel ısınma, ekosistemlerdeki dengeyi bozan ve kalıcı, zararlı sonuçlara yol açan iklim değişikliklerine neden olur; hatta bazı türlerin yok olmasına bile sebep olabilir. Örneğin, gezegenin bazı bölgelerinde kurak ve çöl alanları oluşabilir; diğer bölgelerde ise kutup bölgelerindeki buzların erimesi nedeniyle su seviyelerinde artış görülebilir.



Resim 2.16. Küresel ısınma ekosistemleri bozar.

Atmosferdeki karbondioksit ve diğer sera gazlarının miktarındaki artış, özellikle sanayi, ulaşım ve evlerde fosil yakıtların (kömür, petrol, petrol türevleri ve doğal gaz) kullanılmasından, kaynaklanmaktadır. Bunların hepsi karbon içerir; bu nedenle yakıldıklarında karbondioksit oluşur. Orman yangınları ve biyokütlenin yakılması da atmosferdeki karbondioksit miktarının artmasına önemli ölçüde katkıda bulunur.



Resim 2.17. Sanayide, ulaşımda ve evlerde fosil yakıtların kullanılması, atmosferdeki sera gazlarının seviyesini artırır.

Küresel ısınmanın neden olduğu ciddi sorunlar nedeniyle, karbondioksit ve diğer sera gazlarının atmosfere kontrolsüz şekilde salınmasını önlemek amacıyla yasal önlemler uygulanmaya başlanmıştır. Her şeyden önemlisi, herkesin bu sorunlar hakkında bilgi sahibi olması ve bu sorunlar üzerinde kişisel etkisi ile zararlı sonuçları önleme ve azaltma konusunda kişisel sorumluluğu olduğunu bilmesidir.



Fazlasını Öğren

Azot monoksit – kirletici ve biyolojik haberci

Azot monoksit (NO), renksiz bir gazdır. Çevredeki önemi birkaç dekad bilinmesine rağmen, biyolojik önemi ancak günümüzde tamamen anlaşılmıştır.

NO'nun çevre açısından önemi, fosil yakıtların yanması sırasında bir ara ürün olarak oluşmasından kaynaklanır. İçten yanmalı motorlarda ve diğer yanma kaynaklarında, yüksek sıcaklıkta, fosil yakıtlardaki maddelere bağlı olan azot, havadaki oksijenle tepkimeye girerek az miktarda azot monoksit oluşturur. Ancak azot monoksit, havadaki oksijenle neredeyse hemen tepkimeye girer ve çok zehirli bir gaz olan azot dioksit, NO_2 oluşturur. Azot dioksit, fotokimyasal sisin (smog) bileşenlerinden biridir. Ayrıca havadaki su buharıyla tepkimeye girerek asit oluşturur; bu asit de asit yağmurlarının içinde bulunur.

Solunduğunda, azot monoksit (NO) akciğerlerden kana geçer ve burada hemoglobindeki demir ile tepkimeye girer. Bu çok reaktif ve görünüşte tehlikeli bileşiğin, in-

san vücudunda sentezlendiğinin ve kardiyovasküler sistemde sinyal molekülü olarak hayati bir rol oynadığının keşfedilmesi şaşırtıcı olmuştur. Örneğin, azot monoksit kan damarlarının ilk tabakasını (kanla temas eden tabaka) korur ve damarların daha esnek olmasını sağlar. Bu nedenle o bir vazodilatördür, yani kan damarlarını genişleten bir maddedir; böylece kan basıncını da düşürür. Bunun yanı sıra, azot monoksit birçok nörotransmitterin düzenlenmesinde görev alan bir sinyal molekülüdür.

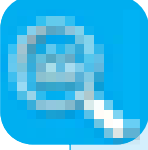
1992 yılında azot monoksit “Yılın Molekülü” ilan edildi. 1998 yılında ise Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü, azot monoksidin bir vazodilatör olarak rolünün keşfi nedeniyle verilmiştir.



Soru ve alıştırmalar

1. Aşağıdaki formüllerden hangileri oksitlerin formülleridir: a) K_2S ; b) NO ; c) $HClO$; d) Cs_2O ; e) $HNCO$?
2. Aşağıdaki oksitleri metal oksitler ve ametal oksitler olarak sınıflandırınız: FeO ; Co_2O_3 ; N_2O ; Cl_2O_7 ; P_2O_5 ; MnO_2 ; Cr_2O_3 ; SrO ; BrO_2 ; Al_2O_3 ; BeO ; HgO .
3. Önceki sorudaki oksitleri adlandırınız. Bilmediğiniz elementlerin değişken değerlikleriyle ilgili bilgileri internetten araştırınız.
4. Aşağıdaki oksitlerin formüllerini yazınız:
a) titanyum(IV) oksit; b) arsenik(III) oksit; c) tetrafosfor dekaoksit;
ç) antimon(V) oksit; d) lityum oksit; e) dibrom monoksit; f) kalay(IV) oksit; g) klor dioksit; ğ) çinko oksit; h) vanadyum(V) oksit; ı) kükürt trioksit; i) renyum(VII) oksit. Bilmediğiniz elementlerin sembollerini Periyodik Sistem’de bulunuz.
5. Aşağıdaki elementlerin oksijenle doğrudan birleşme tepkimeleri için denkleştirilmiş tepkime denklemlerini yazınız: a) lityum; b) baryum; c) bakır; ç) alüminyum; d) fosfor.
6. Herhangi bir metal oksit suda çözünmez, ancak hem asitlerle hem de bazlarla tepkimeye girer. Kimyasal özelliklerine göre hangi oksit sınıfına aittir?

7. Aşağıdaki oksitlerden hangileri asidik oksitlerdir: a) BeO; b) N_2O_5 ; c) N_2O ; r) BaO; d) SO_2 ?
8. Üç bazik, üç asidik, üç amfoter ve üç nötr oksidin formüllerini yazınız.



Araştır

1. Bazı metallerin oksitleri, implantlar (canlı bir organizmaya yerleştirilen yapay malzemeler) olarak kullanılır. İnternette, implant yapımında kullanılan en az bir oksit hakkında bilgi araştırın. Kısa bir sunum hazırlayın ve sınıf arkadaşlarınıza sunun.
2. Küresel ısınmanın okyanusların ortalama sıcaklığının artışı üzerindeki etkisi hakkında internette bilgi araştırın. Son 50 yıla ait verileri bulun ve bu verileri grafik olarak gösterin. Kısa bir sunum hazırlayın ve sınıf arkadaşlarınıza sunun.

2.2. HIDROKSİTLER



Hatırlayalım!

- ◆ Maddelerin özellikleri neye bağlıdır?
- ◆ Bazik oksitler nedir



Hidroksitlerin bileşimi

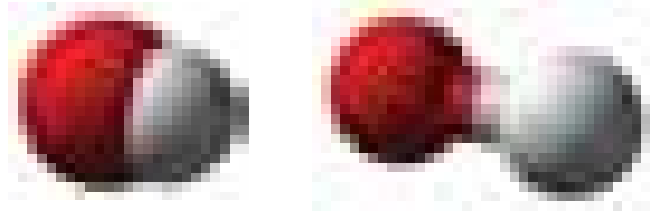
Oksitlerin yanı sıra, bileşiklerin diğer büyük ve önemli bir sınıfını hidroksitler oluşturur. Daha önce söylediğimiz gibi, maddelerin sınıflandırılması onların bileşimlerine dayanır. Bu nedenle, hidroksitlerin bileşiminin özelliğini öğrenmek için birkaç hidroksitin kimyasal formülünü inceleyelim.



Verilen formüllerden iki önemli sonuç çıkarılabilir: (1) tüm formüllerde bir metalin sembolü bulunur; (2) tüm formüllerde bir veya daha fazla (OH) grubu bulunur. Açıkça görüldüğü gibi, hidroksitler metallerin (bir istisna daha sonra ele alınacaktır) bir veya daha fazla OH grubuyla birleşmesiyle oluşur. **-OH** grubuna hidroksit grubu adı verilir; bu sınıf bileşiklerin adı da buradan gelir. Hidroksitlerin bileşimine dayanarak, **hidroksitlerin bir veya daha fazla hidroksit grubuyla bağlanmış bir metalden oluşan bileşikler olduğunu** söyleyebiliriz.

Yukarıda verilen hidroksit formüllerini dikkatlice incellersen, bileşimlerine giren metallerin sabit değerliğe sahip olduğunu fark edeceksin: Buna göre, sodyum ve potasyum her zaman tek değerliklidir; magnezyum ve kalsiyum ise iki değerliklidir, alüminyum ise üç

değerlidir. Buradan, $-\text{OH}$ gruplarının sayısının metalin değerliğine eşit olduğunu kolayca görebilirsin. Buna göre, **$-\text{OH}$ grubunun tek değerlikli** olduğu sonucuna.



Resim 2.18. Hidroksit grubunun modelleri

Hidroksitlerin adlandırılması

Hidroksitlerin adlandırılması, $-\text{OH}$ grubunun tek değerlikli olması nedeniyle oldukça basittir. Hidroksitler, oksitlere benzer şekilde adlandırılır. Hidroksitlerin adları, **metal** **adı ile hidroksit** kelimesinden oluşturulur. Önce hidroksiti oluşturan metalin adı yazılır; eğer metal değişken değerliğe sahipse, hemen yanında küçük bir parantez içinde metalin değeri belirtilir. Daha sonra ayrı olarak “hidroksit” kelimesi eklenir. Bunu aşağıdaki örneklerle inceleyeceğiz:

Çözümlü örnek 2.4:

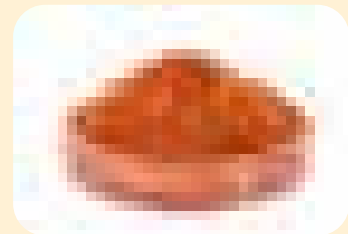
Aşağıdaki hidroksitleri adlandırınız: a) $\text{Fe}(\text{OH})_3$; b) $\text{Ba}(\text{OH})_3$?

Çözüm: a) Bu formül ile demirin bir hidroksiti gösterilmiştir. Demirin değişken değeri vardır; bu nedenle bu hidroksidin doğru adını yazabilmek için öncelikle demirin değerliğini bulmamız gerekir. $-\text{OH}$ grubunun tek değerlikli olduğunu ve ayrıca bir elementin değeri ile indeksinin çarpımının, diğer elementin indeksi ile değerliğinin çarpımına eşit olması gerektiğini biliyoruz; yani atom grubunun. Demek ki:

$$1 \cdot x = 3 \cdot 1$$

$$x = 3$$

Buna göre, hidroksidin adı şöyle olacaktır: **demir(III) hidroksit**.



b) Bu durumda söz konusu olan baryum hidroksittir ve baryumun sabit bir değeri vardır.

Baryum, toprak alkali bir metaldir ve Periyodik Sistemin ikinci grubunda bulunur; bu da onun iki değerlikli olduğu anlamına gelir. Buna göre, bu hidroksidi basitçe **baryum hidroksit olarak adlandıracağız.**

Aşağıdaki örneklerle, isme dayanarak bir hidroksit formülünü nasıl oluşturduğumuzu göreceğiz.

Çözümlü örnek 2.5:

Formüllerini yazınız: a) bakır (II) hidroksit; b) rubidyum hidroksit.

Çözüm: a) Hidroksidin adından, bu hidroksitte bakırın iki değerlikli olduğu anlaşılabilir. Hidroksit grubu tek değerlikli olduğundan, bu hidroksitte bakır iki $-OH$ grubu ile bağlanmıştır. Buna göre, bakır (II) hidroksidin formülü **$Cu(OH)_2$** ’dir.

b) Bu hidroksidin adında metalin değeri belirtilmemiştir; bu da onun değişken değeriye sahip olmadığı anlamına gelir. Rubidyum hidroksidin formülünü yazabilmek için rubidyumun değeriğini bilmemiz gerekir

Rubidyum, alkali bir metaldir ve Periyodik Sistemin birinci grubunda bulunur; bu da onun tek değerlikli olduğu anlamına gelir. Buna göre, rubidyum hidroksidin formülü **$RbOH$** ’tir.



Hidroksitlerin adlandırılmasıyla ilgili diğer örnekler tabloda 2.3.

Tablo 2.3. Bazı hidroksitlerin adları ve formülleri.

Formül	Adı	Formül	Adı
$LiOH$	lityum hidroksit	$Zn(OH)_2$	çinko hidroksit
$Cr(OH)_3$	krom(III) hidroksit	$Pb(OH)_4$	kurşun (IV) hidroksit
$Sn(OH)_2$	kalay(II) hidroksit	$CuOH$	bakır (I) hidroksit

Hidroksitlerin elde edilmesi

Hidroksitleri elde etmenin farklı yolları vardır, ancak şimdilik bazı hidroksitlerin elde edilmesi için yalnızca bir yöntemle tanışacağız. Bu yöntemi aşağıdaki deneyle inceleyeceğiz:



Deney 2.2.

Bazık oksit ve su tepkimesi ile hidroksitlerin elde edilmesi

Kalsiyum hidroksit elde edilmesi

Gerekli malzemeler ve maddeler: Kaşık, 200 mL'lik beher (bardak), cam çubuk, termometre, turnusol kâğıdı (ph kâğıdı), kalsiyum oksit, damıtılmış su, koruyucu gözlük ve eldiven.

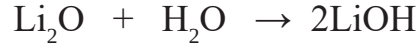
Uygulama: 200 mL'lik behere yaklaşık 100 mL su konulur, suyun sıcaklığı ölçülür ve kaydedilir. Suyun içine bir parça kırmızı turnusol kâğıdı batırılır. Turnusol kâğıdının rengi nasıl? Daha sonra bir kaşık kalsiyum oksit alınır ve beherdeki suya dikkatlice eklenir. Kalsiyum oksit çözünene kadar cam çubukla sürekli karıştırılır. Beherin içindeki karışımın sıcaklığı tekrar ölçülür ve kaydedilir. Beherin dış duvarına dokununuz. Daha sonra behere bir parça kırmızı turnusol kâğıdı eklenir. Turnusol kâğıdının rengi nasıl?



Bu deneyden gözlemlenen sonuç, kalsiyum oksit suya eklendiğinde sıcaklığın artmasıdır. Bu durum, ısı açığa çıktığını gösterir. Isı bazı fiziksel süreçlerde de açığa çıkabilir, ancak bildiğiniz gibi ısının açığa çıkması kimyasal bir tepkimenin gerçekleştiğinin göstergelerinden biridir. Bu deneyde gerçekten bir kimyasal tepkime gerçekleştiğinin kanıtı, turnusol kâğıdının rengindeki değişimdir. Tepkime tamamlandıktan sonra behere konulan kırmızı turnusol kâğıdı mavi renge dönüşür. Aslında bu deneyde kalsiyum oksit ile su arasında bir tepkime gerçekleşir ve bunun sonucunda kalsiyum hidroksit oluşur. Bu tepkimeyi aşağıdaki kimyasal denklemle gösterebiliriz:



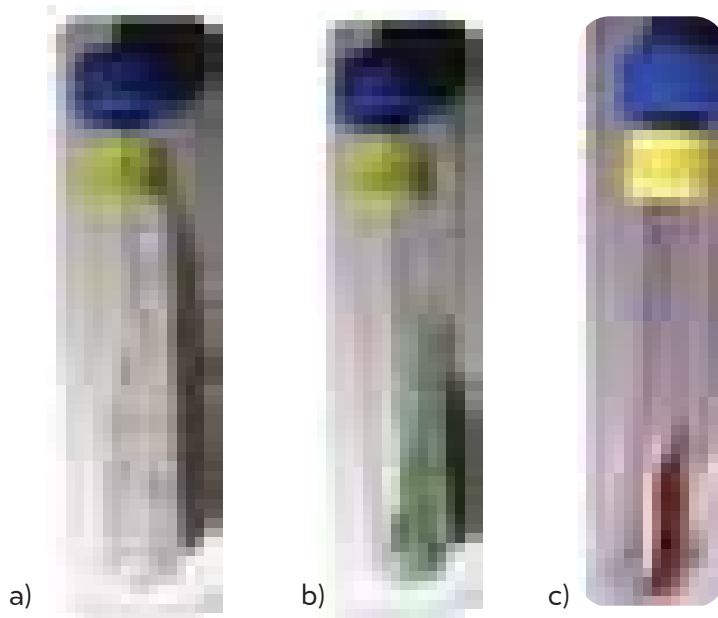
Diğer bazik oksitler de su ile tepkimeye girerek hidroksitler oluşturur. İşte birkaç örnek:



Denkleştirilmiş bu tepkimelerin denklemlerinden kolayca şu sonuca varılabilir: Bazik bir oksit su ile tepkimeye girdiğinde her zaman yalnızca bir ürün oluşur; bu ürün, bazik oksitteki metalin hidroksitidir. Daha önce, iki veya daha fazla maddenin birbirleriyle birleşerek yalnızca bir ürün oluşturduğu kimyasal tepkimelere birleşme (sentez) tepkimesi denildiğini öğrenmiştiniz. Bu nedenle, bazik oksit ile su arasındaki tepkime bir birleşme tepkimesidir ve bu tepkime sonucunda hidroksit.

Hidroksitlerin özellikleri

Hidroksitler, oda koşullarında katı hâlde bulunan maddelerdir. Bunların büyük bir kısmı beyaz renklidir, ancak bazıları kendilerine özgü karakteristik bir renge sahiptir.



Resim 2.19. Bazı renkli hidroksitler: a) çinko hidroksit; b) nikel (II) hidroksit; c) demir (III) hidroksit.

Bazı hidroksitler suda iyi çözünür, bazıları ise çok az çözünür. Bunu aşağıdaki deneyde inceleyeceğiz.



Deney 2.3.

Bazı hidroksitlerin sudaki çözünürlüğü

Gerekli malzemeler ve maddeler: Üç adet 200 mL'lik beher, üç kaşık, üç cam çubuk, sodyum hidroksit, kalsiyum hidroksit, alüminyum hidroksit, damıtılmış su, koruyucu gözlükler ve eldivenler.

Uygulama: Üç adet 200 mL'lik beher bardağın yarısı su ile doldurulur. Birinci behere bir kaşık yardımıyla birkaç tane **sodyum hidroksit** tanesi; ikinci behere bir kaşık **kalsiyum hidroksit**; üçüncü behere ise bir kaşık **alüminyum hidroksit** konur. Her bir beherin içeriği ayrı bir cam çubukla karıştırılır. Ne gözlemlenir? Üç beherin her birine bir parça **kırmızı turnusol kâğıdı** konur. Hangi beherlerde turnusol kâğıdının rengi değişir? Hangi renge dönüşür?

Deney 2.3'ten şu sonuca varılabilir: Sodyum hidroksit suda tamamen çözünür, kalsiyum hidroksit suda kısmen çözünür, alüminyum hidroksit ise suda çözünmez., Sodyum hidroksit çözeltisinde ve kalsiyum hidroksidin berrak çözeltisinde turnusol kâğıdı maviye döner. Buna karşılık, çözünmemiş alüminyum hidroksit ile suyun bulunduğu kapta turnusol kâğıdı rengini değiştirmez.

Suda çözünebilen hidroksitlere **baz** denir. Suda az çözünen veya çözünmeyen hidroksitler için ise baz terimi kullanılmaz. Baz kavramının daha geniş anlamını ve hangi diğer maddelerin baz olarak kabul edildiğini ilerleyen eğitim sürecinde öğreneceksiniz. Alkali metallerin ve toprak alkali metallerin çoğunun hidroksitleri suda iyi çözünür ve bunların sulu çözeltileri bazdır. Bu hidroksitlerden bazıları suda çözünürken ısı açığa çıkar. Ayrıca, hidroksit çözeltisinde, yani bazik çözeltilerde, turnusol kâğıdı maviye döner.

Bazlarla ilgili önemli bir istisna vardır. Suda çözünebilen hidroksitlerin yanı sıra, amonyak NH_3 adı verilen, keskin ve boğucu kokulu bir gaz da suda çözündüğünde bazik

bir çözelti oluşturur. Amonyak suda çözüldüğünde, amonyak ile su arasında bir kimyasal tepkime gerçekleşir ve bu tepkimenin sonucunda genellikle amonyum hidroksit NH_4OH olduğu söylenir. Aslında, NH_4OH formülüne sahip bir bileşik ne katı ne de sıvı hâlde izole edilebilir; ancak sulu çözeltide var olduğu kabul edilir. Bu çözelti baziktir. Bu durum, çözeltiye bir parça kırmızı turnusol kâğıdı konulduğunda kâğıdın maviye dönmesiyle kolayca gösterilebilir.

Bazlar ve bunların çözeltileri, özellikle alkali metallerin ve toprak alkali metallerin bazıları, çok reaktif ve çok aşındırıcı (korozyon) maddelerdir. Bunlar deriyi, ahşabı, kâğıdı, tekstili, saç, yağları ve benzeri maddeleri aşındırır. Bu nedenle, bu maddelerle çalışırken gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.



Resim 2. 20. Amonyak molekülünün modeli.



Resim 2.21. Katı sodyum hidroksit (kostik soda) şişelerinin ve onun derişik çözeltilerini içeren şişelerin üzerinde aşındırıcı (korozyon) madde uyarı işareti mutlaka bulunur.

Hidroksitler birçok kimyasal tepkimeye girer. Şimdilik yalnızca hidroksitler ile asidik oksitler arasındaki tepkimeyi ele alacağız. Bu tepkimeyi aşağıdaki deneyde inceleyeceğiz.



Deney 2.4.

Baz ile asidik oksit arasındaki tepkime

Kalsiyum hidroksit çözeltisinin karbondioksit ile reaksiyonu.

Gerekli malzemeler ve maddeler: Deney tüpü, pipet, balon, kısıkaç, plastik boru, kalsiyum hidroksit çözeltisi (kireç suyu), koruyucu gözlük ve eldivenler

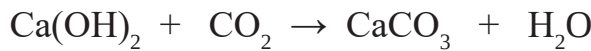
Uygulama: Bir deney tüpüne seyreltilmiş kalsiyum hidroksit çözeltisi konur. Bir balon şişirilir, kısıkaçla kapatılır ve plastik bir boruya bağlanır. Boru, kalsiyum hidroksit çözeltisinin içine yerleştirilir ve balondaki hava dikkatlice çözeltinin içine gönderilir.

Deney tüpündeki değişimleri gözlemleyin.

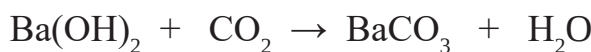
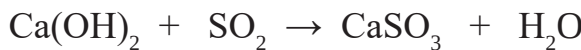
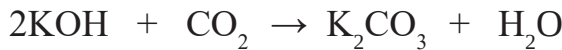
Ne gözlemliyorsunuz?



Balondaki hava, kalsiyum hidroksit çözeltisine verildiğinde çözelti bulanıklaşır, yani beyaz bir çökelti oluşur. Bildiğin gibi, balona üflenene nefes havası karbondioksit içerir. Bu hava kalsiyum hidroksit çözeltisine gönderildiğinde, balondaki karbondioksit ile kalsiyum hidroksit arasında bir tepkime gerçekleşir. Bu tepkime sonucunda suda az çözünen bir madde oluşur; bu maddeye kalsiyum karbonat denir (bu tür bileşiklerin adlarını ilerde öğreneceksin). Tepkime aşağıdaki denklemle gösterilebilir:



Hidroksitler yalnızca karbondioksit ile değil, diğer asidik oksitlerle de tepkimeye girer. Bu tür tepkimeler sonucunda tuz ve su oluşur. Tuzlar hakkında ilerde öğreneceksin. İşte birkaç örnek:



Bazı önemli hidroksitler

Sodyum hidroksit, NaOH, kostik soda olarak bilinen, genellikle granül halinde bulunan beyaz kristal yapılu bir maddedir.

Katı NaOH havaya maruz kaldığında, havadaki CO₂ ile tepkimeye girer ve yüzeyinde aşağıdaki denklem uyarınca NaHCO₃ oluşur:



Sodyum hidroksit suda kolayca çözünür ve bu sırada ısı açığa çıkar. Elde edilen çözelti, oldukça aşındırıcı (korozyif) bir bazdır. Sodyum hidroksit plastiği çözmez, ancak yağları ve diğer biyolojik maddeleri çözer.

Sodyum hidroksidin en önemli kullanım alanı, yağlarla verdiği tepkimeye dayanır. Bu nedenle sabun ve deterjan üretiminde önemli bir bileşendir. Ayrıca tekstil sanayisinde ve hayvan derisi üzerindeki etkisinden dolayı deri sanayisinde de kullanılır. Bunun yanı sıra sodyum hidroksit önemli bir laboratuvar reaktifi olup, asidik atık suların arıtılmasında da kullanılır.



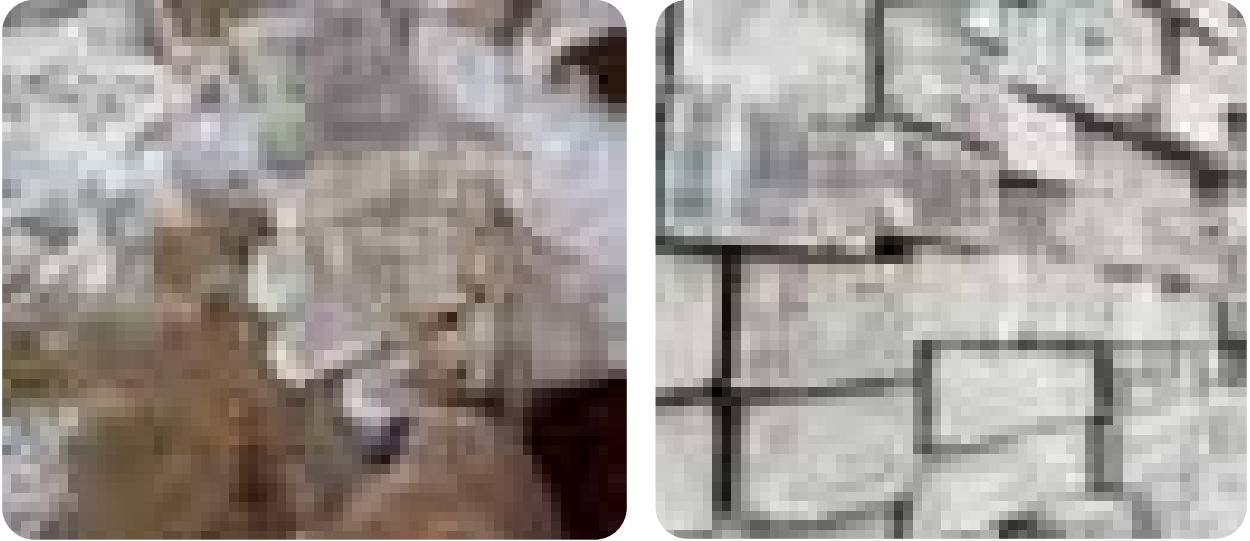
Resim 2.22. Sodyum hidroksit kristalleri (granülleri).



Resim 2.23. Sodyum hidroksit, sabun endüstrisinde kullanılır.

Kalsiyum hidroksit, Ca(OH)_2 , sönmüş kireç olarak bilinen; renksiz kristaller veya beyaz toz hâlinde bulunan bir maddedir. Kalsiyum hidroksit suda orta derecede çözünür ve çözünmesi sırasında ısı açığa çıkar. Kalsiyum hidroksit çözeltisi, kireç suyu olarak bilinir ve bir bazdır. Sodyum hidroksitle karşılaştırıldığında, kalsiyum hidroksit ve çözeltileri daha az koroziftir, ancak yine de deride yanıklara neden olabileceğinden dikkatli kullanılmalıdır.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, çözünmüş kalsiyum hidroksit havadaki karbondioksitle tepkimeye girerek kireç taşı (kalsiyum karbonat) oluşturur. Kalsiyum hidroksitin bu özelliği, yapı sektöründe harç ve çimentonun bileşenlerinden biri olarak kullanılmasının temelini oluşturur. Ayrıca alçı üretiminde de kullanılır.



Resim 2.24. Kalsiyum hidroksit, inşaat sektöründe kullanılır.

Kalsiyum hidroksitin çevresel açıdan önemli olan bir diğer kullanım alanı, atık suların arıtılmasında kullanılmasıdır. Tarımda ise mantar ilacı (bitkileri zararlı mantarlardan koruyan bir madde) olarak kullanılır.



Resim 2.25. Tarımda kalsiyum hidroksit mantar ilacı (fungisit) olarak kullanılır.

Amonyum hidroksit, NH_4OH , yalnızca NH_3 gazının suda çözünmesiyle oluşan sulu çözelti hâlinde bulunur. Daha önce belirttiğimiz gibi, amonyum hidroksit bir bazdır.

Amonyum hidroksitin tarımda büyük önemi vardır; çünkü yapay gübrelerin üretiminde kullanılır. Ayrıca atık suların arıtılmasında kullanılır ve bunun yanında ev temizlik ürünlerinin bileşiminde önemli bir madde olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.



Resim 2.26. Bazı laboratuvar şişelerinin üzerinde amonyum hidroksit (a) yazan bir etiket bulunabilirken, bazılarında amonyak çözeltisi (b) yazan bir etiket bulunur. Aslında her iki durumda da aynı tür çözelti söz konusudur.



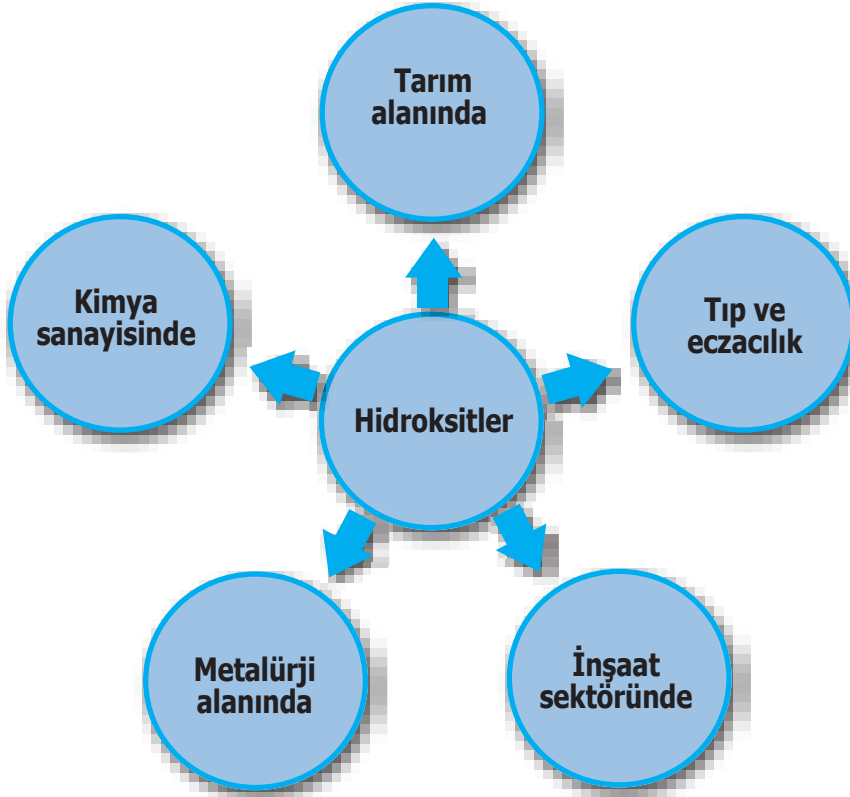
Resim 2.27. Evde kullanılan temizlik maddelerinin çoğu amonyum hidroksit içerir.

Alüminyum hidroksit, $\text{Al}(\text{OH})_3$, suda neredeyse çözünmeyen beyaz, toz hâlinde bir maddedir.

Alüminyum hidroksit, sanayide ateşe dayanıklı malzemelerin bileşenlerinden biri olarak kullanılır. Özellikle atık suların arıtılmasında önemli bir uygulama alanına sahiptir. Tıpta ise bu bileşik, antiasit olarak, yani mide asidinin fazlalığından kaynaklanan belirtileri hafifletmek amacıyla.



Resim 2.28. Alüminyum hidroksit, mide rahatsızlıklarını hafifletmek için kullanılan antiasitlerin önemli bir bileşenidir.



Resim 2.29. Hidroksitler çeşitli alanlarda kullanılır.



Daha fazla öğren

Pillerde hidroksitler

Bazı hidroksitlerin başka çok önemli kullanım alanları da vardır. Cep telefonlarımızda ve dizüstü bilgisayarlarımızda kullanılan pillerde, yakın zamana kadar nikel(II) hidroksitin kullanıldığını biliyor muydunuz? Nikel(II) hidroksit $\text{Ni}(\text{OH})_2$, kimyasal tepkimeler sayesinde enerjinin depolanmasını ve serbest bırakılmasını sağlayan sözde nikel-metal-hidrit pillerin üretiminde kullanılan bir malzemedir. Günümüzde lityum hidroksit LiOH , modern pillerde bir “yıldız” hâline gelmiştir; çünkü elektronik alanında çok yaygın kullanılan sözde lityum-iyon pillerin üretimi için temel bir malzemedir. Günümüzde lityum-iyon piller hâkim olsa da, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ hibrit otomobillerde hâlâ önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra, elektronik alanında kullanılabilecek başka metal hidroksitlerin uygulamaları da sürekli olarak araştırılmaktadır.



Soru ve Alıştırmalar

1. Aşağıdaki hidroksitleri adlandırınız: a) $\text{Sr}(\text{OH})_2$; b) CsOH ; c) $\text{Mn}(\text{OH})_3$; d) $\text{Be}(\text{OH})_2$; e) $\text{Ti}(\text{OH})_4$. Sembolünü bilmediğiniz elementler için Elementlerin Periyodik Sistemi'ni kullanınız.
2. Aşağıdaki hidroksitlerin kimyasal formüllerini yazınız: a) kurşun (II) hidroksit; b) kadmiyum hidroksit; c) demir (II) hidroksit; ç) kalay (IV) hidroksit; d) kobalt (III) hidroksit. Sembolünü bilmediğiniz elementler için Elementlerin Periyodik Sistemi'ni kullanınız.
3. Aşağıdaki maddeler arasındaki tepkimelerin denkleştirilmiş denklemlerini yazınız a) rubidyum oksit ve su; b) stronsiyum oksit ve su.
4. Aşağıdaki maddeler arasındaki tepkimelerin denkleştirilmiş denklemlerini yazınız: a) bakır (II) hidroksit ve karbon dioksit; b) sodyum hidroksit ve kükürt dioksit; c) demir (III) hidroksit ve karbon dioksit. Yardım: Bu tepkimelerde oluşan tuzların formüllerini oluştururken 74. sayfadaki örnek olarak verilen kimyasal denklemleri dikkate alınız.



Araştır

1. Kalsiyum hidroksitin karbondioksit (CO_2) seviyesinin azaltılmasındaki çevresel önemi ve bunun küresel ısınma ile iklim değişikliği üzerindeki etkisi hakkında internette bilgi araştırınız. Araştırmanıza dayanarak kısa bir sunum hazırlayınız ve sınıf arkadaşlarınıza sununuz.
2. “Çevremizdeki Hidroksitler” konusunu araştırınız. Bir hidroksit seçiniz (örneğin NaOH , LiOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ vb.) ve onun özellikleri ile kullanım alanları hakkında bilgi toplayınız. Araştırmanıza dayanarak kısa bir sunum hazırlayınız ve sınıf arkadaşlarınıza sununuz.

2.3. ASİTLER



Hatırla!

- ◆ Günlük yaşamdan hangi asitleri biliyorsunuz?
- ◆ Asidik oksitler nedir?



Asitlerin Yapısı ve Sınıflandırılması

Asitler, oksitler ve hidroksitler gibi, günlük yaşamda sıkça karşılaştığımız bir başka büyük bileşik sınıfını oluşturur. Örneğin, hidroklorik asit kireç taşı (kireç birikintilerini) gidermek için kullanılan bir temizlik maddesi olarak kullanılır. Bu asit aynı zamanda midemizde salgılanır ve besinlerin parçalanmasına yardımcı olur. Karbonik asit ise gazlı içeceklerde bulunur. Bazı asitler ise hava kirliliği sonucunda atmosferde oluşur.

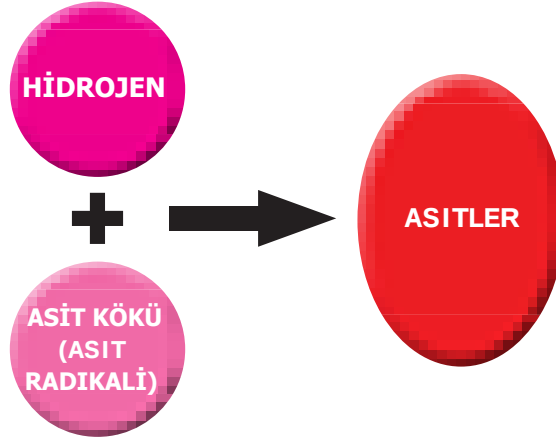
Birden fazla bileşiği aynı sınıfta toplayabilmek için, bunların bazı ortak özelliklere sahip olması gerekir. Bildiğiniz gibi, bu ortak özellikler bileşiklerin kimyasal yapılarıyla ilişkilidir. Bu nedenle, asitleri incelerken öncelikle onların hangi elementlerden oluştuğunu görmemiz gerekir. Bunun için birkaç asidin formüllerini dikkatlice inceleyelim:



Bu formüllerden kolayca görülebileceği gibi, her biri hidrojenin sembolüyle (H) başlamaktadır. Birinci ve dördüncü formüllerde hidrojen bir ametale bağlıdır, diğer üç formülde ise oksijen içeren bir atom grubuna bağlıdır. Hidrojenin bağlı olduğu atom veya

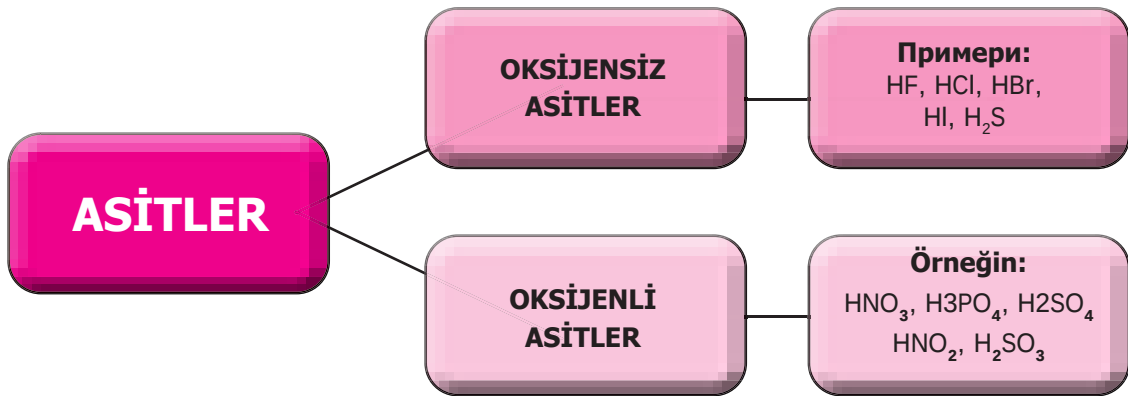
atom grubuna **asit kökü (asit radikali)** denir. Buna göre, bileşimlerine dayanarak asitlerin ne olduğunu artık şu şekilde tanımlayabiliriz :

Asitler, hidrojen ile bir asit kökünden (asit radikalinden) oluşan bileşiklerdir.



Resim 2.30. Asitler, hidrojen ve asit kökünden (asit radikalinden) oluşur.

Sonuç olarak anlayabileceğiniz gibi, asitler hidrojen ve asit kökünden oluşur. Asit kökü ise bir ametalden veya oksijen içeren bir atom grubundan oluşabilir. Bu nedenle asitlerin sınıflandırılması, asit kökünün oksijen içerip içermemesine göre yapılır. Buna göre asitler iki gruba ayrılır: **oksijenli asitler** ve **oksijensiz asitler**. Resim 2.31’de asitlerin sınıflandırılması ve her gruptan bazı önemli asitlerin formülleri verilmiştir:



Resim 2.31. Asitlerin oksijensiz ve oksijenli asitler olarak sınıflandırılması.

Asitlerin adlandırılması (nomenklatürü)

Yukarıda verilen formüllerden, her formülün hidrojen sembolü ile başladığı kolayca görülebilir. Bir asit molekülündeki hidrojen atomlarının sayısı, farklı asitler için farklıdır. Hidrojenin tek değerlikli olduğunu bildiğimiz için, asit kalıntısının değerliğinin kaç olduğunu kolayca belirleyebiliriz.

Asitlerin adlandırılması, oksijensiz asitler (binary acids) veya oksijenli asitler olmalarına bağlıdır. Öncelikle oksijensiz asitlerin ve bunların asit köklerinin adlandırılmasını ele alacağız. **Oksijensiz asitler**, hidrojen ile bir ametalin oluşturduğu iki elementli bileşiklerdir. Bu asitlerin adlandırılmasında „**hidro-**“ öneki kullanılır. Ametal adı söylenir ve sonuna „**-ik asit**“ eklenir. İşte birkaç örnek.

HI – Hidroiyodik asit

H₂S – Hidrosülfürik asit

Bazı elementler yalnızca bir oksijenli asit oluştururken, çoğu element birden fazla oksijenli asit oluşturur. Bu asitler, çoğu durumda asit kökündeki oksijen atomlarının sayısına göre birbirinden ayrılır. Örneğin:



Daha fazla oksijen atomu içeren oksijenli asitler, asidi oluşturan elementin (örneğin kükürt, azot, fosfor) adına **-ik** eki getirilerek ve ardından **asit** kelimesi eklenerek adlandırılır. Bu tür asitlerde, asidi oluşturan element en yüksek yükseltgenme basamağındadır (en yüksek değerliğindedir). Bu nedenle bu asitler bazen o elementin temel (ana) asidi olarak da adlandırılır.

Bu adlandırma kuralı, yalnızca bir tek oksijenli asit oluşturan elementlerin asitleri için de geçerlidir.

Temel asitten daha az oksijen atomu içeren oksijenli asitler ise, asidi oluşturan elementin adına **-öz ya da -oz** eki getirilerek ve ardından **asit** kelimesi eklenerek adlandırılır. Örneğin:



Asitlerin adlandırılmasını aşağıdaki örnekle açıklayalım:

Çözümlü örnek 2.6:

Aşağıdaki asitler nasıl adlandırılır: a) HBr; b) HNO_3 ; c) HNO_2 ?

Çözüm:

- a) HBr, bromun oksijensiz bir asididir. Bu nedenle bu asidin adı, „brom“ sözcüğüne „hidro-“ ön eki ve „-ik asit“ eki getirilerek oluşturulur. Buna göre bu asidin adı **Hidrobromik asit**.
- b) HNO_3 , azotun oksijenli bir asididir. Bu asitte azot, en yüksek değerliğindedir; yani beş değerlidir. Bu asidin adı, „azot“ kelimesine „-ik“ eki getirilerek ve ardından ayrı olarak „asit“ kelimesi yazılarak oluşturulur. Buna göre bu asidin adı **nitrik asittir**.
- c) HNO_2 asidi, temel asit olan HNO_3 'ten bir oksijen atomu daha az içerir. Bu nedenle „azot“ kelimesine „-öz“ eki getirilir ve ardından ayrı olarak „asit“ kelimesi yazılır. Buna göre bu asidin adı **nitröz asittir**.

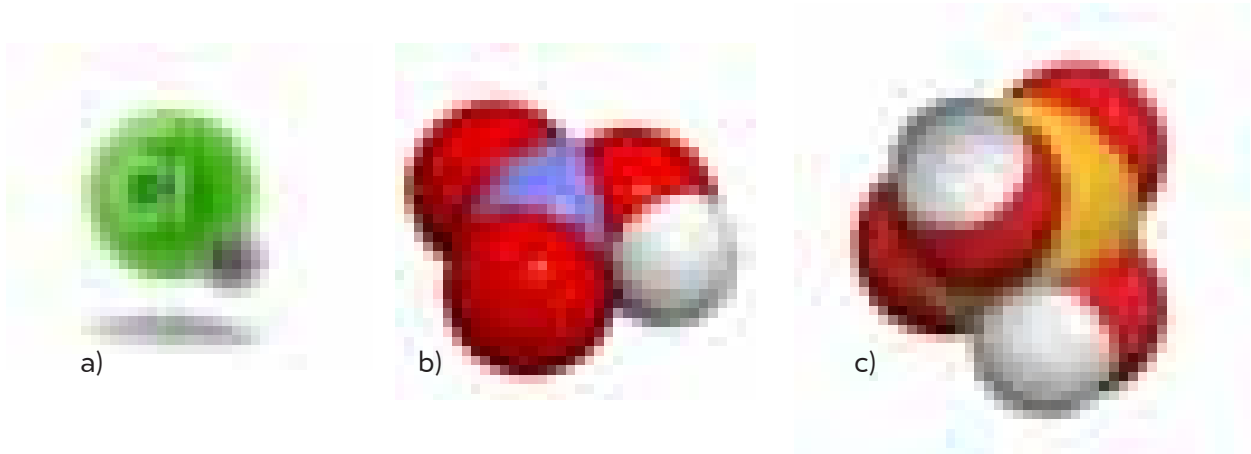
Tablo 2.4'te bazı oksijenli ve oksijensiz asitlerin formülleri ve adları verilmiştir.

Tablo 2.4. Bazı oksijenli ve oksijensiz asitlerin adları ve formülleri.

Formül	Asidin adı
HF	Hidroflorik asit
HCl	Hidroklorik asit
HBr	Hidrobromik asit
HI	Hidroiyodik asit
H_2S	Hidrosülfürik asit
H_2CO_3	Karbonik asit
H_2SO_4	Sülfürik asit
H_2SO_3	Sülfüroz asit
H_3AsO_4	Arsenik asit
H_3AsO_3	Arsenöz asit
H_3PO_4	Fosforik asit
H_3PO_3	Fosforöz asit

Asitlerin fiziksel özellikleri

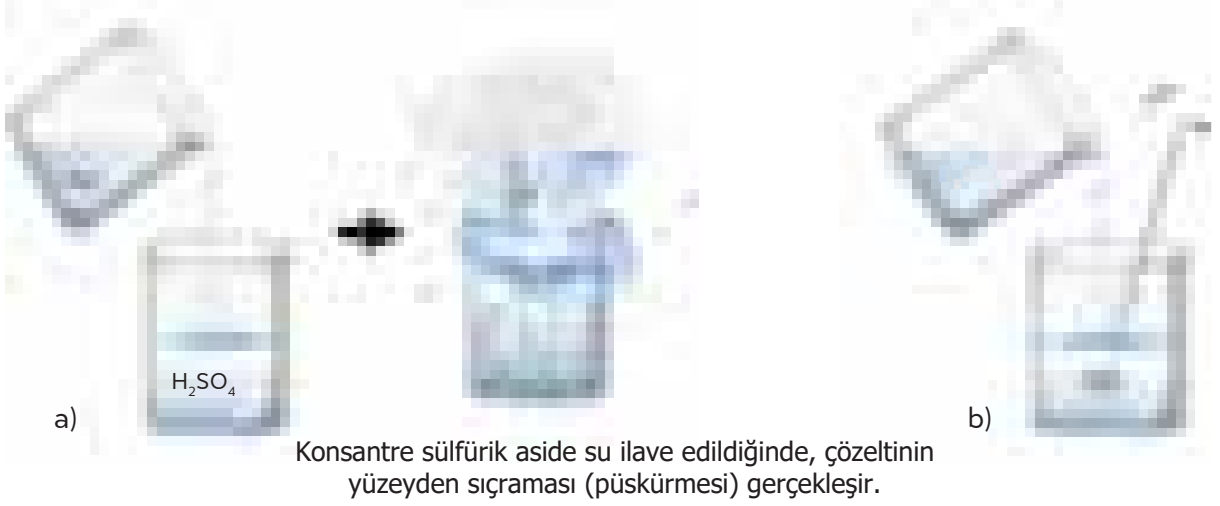
Her bileşiğin ve dolayısıyla her asidin kendine özgü özellikleri olmakla birlikte, asitlerin ortak birçok özelliği de vardır. Bunlardan bazılarını, özellikle en önemli asitler olan nitrik asit, sülfürik asit ve hidroklorik asidi göz önünde bulundurarak inceleyeceğiz.



Resim 2.32. Moleküllerinin modelleri: a) HCl; b) HNO₃; c) H₂SO₄

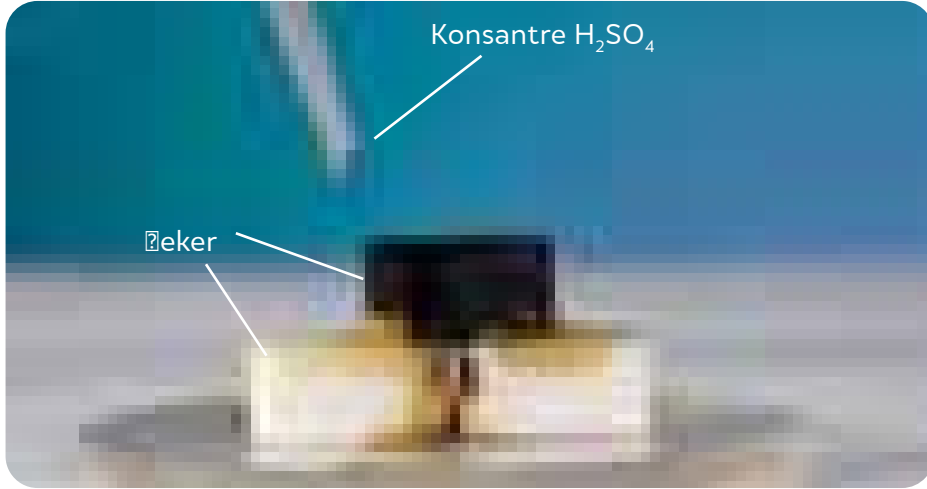
Bütün asitlerin **ekşi bir tadı** vardır; adlarını da bu özelliklerinden alırlar. Ancak elbette asitlerin **tadına bakılmamalıdır**. Asitlerin çoğu (bazı istisnalar dışında), keskin kokulu renksiz sıvılardır. HCl, H₂SO₄ ve HNO₃ gibi bazı derişik (**konsantre**) asitler havaya maruz kaldığında duman çıkarır (dumanlanır). Aslında hidroklorik asit (HCl), hidrojen klorür gazının (HCl) suda çözünmesiyle elde edilir.

Asitler suda kolayca çözünür. Genellikle laboratuvarlarda asitler **derişik (konsantre) çözeltiler** hâlinde bulunur ve daha sonra ihtiyaç duyulduğunda seyreltilir (konsantrasyonu azaltılır). Ancak asitleri seyreltirken, özellikle **sülfürik asit** söz konusu Sülfürik asidin seyreltilmesi sırasında büyük miktarda **ısı açığa çıkar**. Bu nedenle sülfürik asit seyreltilirken her zaman **asit, ince akışlar hâlinde suya eklenir, su asidin üzerine eklenmez**. Sülfürik asidin yoğunluğu sudan çok daha fazladır. Bu nedenle su asidin içine dökülmemelidir; çünkü su yüzeyde kalır ve açığa çıkan ısı nedeniyle sülfürik asit damlalarıyla birlikte sıçrayabilir.



Resim 2.33. Konsantre sülfürik asidin seyreltilmesi a) yanlış: su asidin üzerine eklenir, bu durumda çözeltinin sıçraması meydana gelir.; b) doğru: asit suya eklenir.

Konsantre olduğunda sülfürik asit çevreden nemi emer. Bu nedenle onun higroskopik bir madde olduğunu söyleriz. Bunun dışında, maddelerden suyu uzaklaştırabilir. Açıklama: Şekerin yapısında bağlı su bulunmaz. Bu nedenle sülfürik asidin dehidrasyon özelliğine sahip olduğunu söyleriz. Bunu, az miktarda şekerin üzerine birkaç damla konsantre sülfürik asit damlatarak gözlemleyebiliriz. Bir süre sonra şeker, asidin suyu uzaklaştırması ve geriye yalnızca karbon kalması nedeniyle kararır.



Resim 2.34. Şeker, üzerine konsantre sülfürik asit damlatıldığında kömürleşir.

Bir çözeltide asidin varlığını kanıtlamanın yollarından biri, **indikatörler** olarak adlandırılan maddelerin kullanılmasıdır. İndikatörler; asit, nötr ve bazik çözeltilerde farklı renkler gösteren ve böylece çözeltinin hangi özellikte olduğunu belirlememizi sağlayan maddelerdir. Nötr çözelti, ne asidik ne de bazik olan çözeltidir.

Daha önce turnusol kâğıdından bahsetmiş ve kırmızı turnusol kâğıdının baz çözeltilerinde mavi renge, asidik ortamda ise kırmızı renge dönüştüğünü söylemiştik. Bu nedenle turnusol kâğıdının bir indikatör olduğunu söyleyebiliriz. Turnusol kâğıdının yanı sıra birçok farklı indikatör de vardır ve her biri asidik, nötr ve bazik ortamlarda farklı renkler gösterir. Burada bazı indikatörlerden bahsedeceğiz: universal indikatör, metil oranj ve ayrıca bazı doğal indikatörler; yani kırmızı lahana suyu, yaban mersini çayı gibi gıda ürünlerinde bulunan indikatörler.

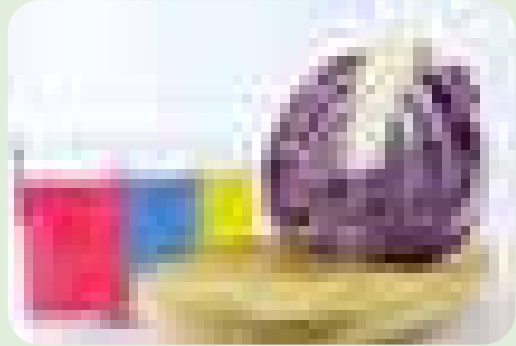
Aşağıdaki deneyde, bazı indikatörlerin asidik, nötr ve bazik ortamlardaki renklerinin nasıl olduğunu göreceğiz:



Deney 2.5.

HCl çözeltisinde, NaOH çözeltisinde ve damıtılmış suda farklı indikatörlerin renkleri

Gerekli malzemeler ve maddeler: Altı deney tüpünden oluşan tüp standı, pipetler, Pasteur pipetleri, laboratuvar gözlüğü ve eldivenler, seyreltilmiş HCl çözeltisi, seyreltilmiş NaOH çözeltisi, damıtılmış su, universal indikatör çözeltisi, berrak kırmızı lahana suyu.



Yapılışı: İki deney tüpü pipet yardımıyla yarısına kadar HCl çözeltisi ile, iki deney tüpü damıtılmış su ile ve iki deney tüpü de NaOH çözeltisi ile doldurulur. HCl çözeltisi bulunan iki deney tüpünden birine Pasteur pipeti ile birkaç damla universal indikatör, diğerine ise berrak kırmızı lahana suyu damlatılır. Aynı işlem, damıtılmış su bulunan deney tüpleri ve NaOH çözeltisi bulunan deney tüpleri için de tekrarlanır. Renkleri gözlemle ve kaydet.

Yapılan deney sonucunda, HCl çözeltisine universal indikatör eklendiğinde çözeltinin kırmızı renge, damıtılmış suda yeşil renge, NaOH çözeltisinde ise koyu mavi-mor renge dönüştüğünü kesinlikle gözlemlemiştir. Kırmızı lahana suyu HCl çözeltisine eklendiğinde çözelti yine kırmızı renge dönüşür; ancak damıtılmış suda mor-mavi renk, NaOH çözeltisinde ise sarı-yeşil renk alır.

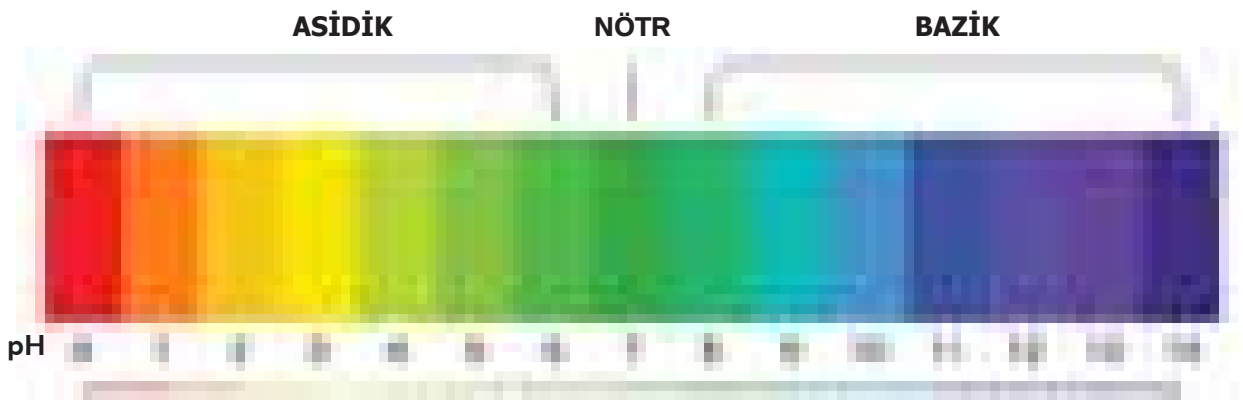
İndikatörler yalnızca bir çözeltinin asit, nötr veya bazik olup olmadığını göstermez; aynı zamanda çözeltinin ne kadar asidik veya bazik olduğunu, yani zayıf mı yoksa kuvvetli mi asit ya da baz olduğunu da gösterir. Bir çözeltinin ne kadar asidik veya bazik olduğunu belirlemek için pH ölçeği kullanılır. Bu ölçekte 0 ile 14 arasında değerler bulunur. pH'nin ne anlama geldiğini ilerleyen kimya eğitiminde öğreneceksin; ancak şimdilik bilmen gereken, pH değerinin bir çözeltinin ne kadar zayıf veya kuvvetli asidik ya da ne kadar zayıf veya kuvvetli bazik olduğunu gösterdiğidir.

Bir çözeltinin pH değerini belirlemek için en sık kullanılan indikatör, universal indikatördür. Universal indikatör; kâğıt şeklinde (indikatör kâğıdı veya indikatör şeritleri şeklinde) ya da çözelti şeklinde olabilir. Universal indikatör, geniş bir pH değerleri aralığında farklı renk değişimleri gösteren birkaç bileşiğin çözeltilerinden oluşur. İndikatör kâğıdı, kâğıdın universal indikatör çözeltisine daldırılmasıyla elde edilir.

İndikatör şeritlerinin bulunduğu kutunun üzerinde, her pH değeri için renk kombinasyonlarının bulunduğu bir ölçek yer alır. Bu ölçek, belirli bir pH değerine sahip çözeltiye batırılan indikatör şeridinin aldığı renklerle karşılaştırılır.



Resim 2.35. Evrensel indikatör şeritleri içeren kutu.



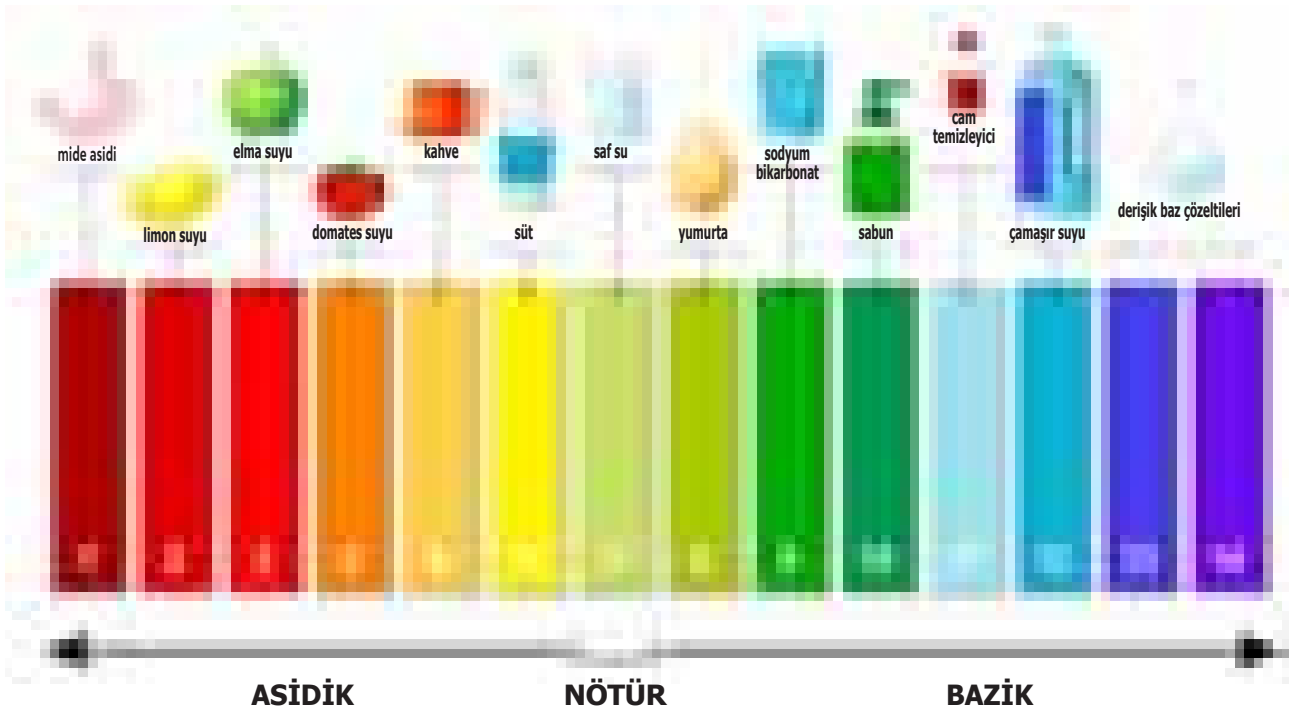
Resim 2.36. Farklı pH değerlerinde universal indikatör çözeltisinin renkleri.

Asidik çözeltilerde pH değeri 0 ile 6 arasında olabilir. pH değeri ne kadar düşüğe (6'dan 0'a doğru), çözelti o kadar asidiktir. Nötr çözeltiler pH = 7 değerini gösterir. Bazik çözeltilerde pH değeri 8 ile 14 arasında olabilir. pH değeri ne kadar yüksekse (8'den 14'e doğru), çözelti o kadar baziktir. Söylediğimiz gibi, farklı indikatörler belirli pH değerlerinde farklı renkler alır (Resim 2.36 ve Resim 2.37).



Resim 2.37. Kırmızı lahana suyu indikatörü çözeltisinin farklı pH değerlerindeki renkleri.

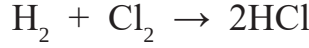
Canlı organizmalardaki vücut sıvıları, gıda ürünleri, evlerde kullanılan hijyen ve temizlik ürünleri gibi birçok sıvının belirli pH değerleri vardır (resim 2.38).



Resim 2.38. Vücut sıvılarının, gıda ürünlerinin ve evde kullanılan hijyen ve temizlik ürünlerinin pH değerlerine örnekler

Asitlerin elde edilmesi

Oksijensiz asitler, asidi oluşturan ametalin hidrojen ile doğrudan tepkimeye girmesiyle elde edilebilir. Örneğin:



Oksijenli asitlerin elde edilme yollarından biri, asidik bir oksit ile su arasında gerçekleşen tepkimedir. Bu nedenle asidik oksitlere asit anhidritleri de denir



Deney 2.6.

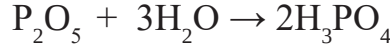
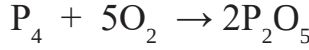
Fosforik asidin elde edilmesi

Gerekli malzemeler ve maddeler: Yanma kaşığı, ispiro ocağı veya Bunsen beki, 1 L hacminde tıpalı şişe, 100 mL'lik beher, kırmızı fosfor tozu, damıtılmış su, kırmızı lahana suyu çözeltisi, laboratuvar gözlüğü ve eldivenler. Deney, çeker ocakta(digestör)veya açık bir pencerenin yanında gerçekleştirilir.

Yapılışı: Yanma kaşığına bir miktar kırmızı fosfor tozu konur. Yanma kaşığı, ispiro ocağının veya Bunsen bekinin alevine tutulur ve fosfor tutuşur. Daha sonra kaşık dik konumda şişenin içine yerleştirilir. Şişede yeterli miktarda gaz oluşuktan sonra şişe tıpa ile kapatılır, Bir behere 100 mL kırmızı lahana suyu çözeltisi konur. Çözeltinin rengi nasıldır. Daha sonra şişenin tıpası açılır ve kırmızı lahana suyu çözeltisi şişenin içine dökülür. Ne gözlemlenir? Şişedeki çözeltinin rengi nasıldır?

Kırmızı fosfor yandığında, difosfor pentaoksit gaz hâlinde oluşur (oda sıcaklığında ise beyaz renkli katı bir maddedir). Difosfor pentaoksit, su ile tepkimeye girerek fosforik asit oluşturur. Bu durum, kırmızı lahana suyu çözeltisinin rengindeki değişimden anlaşılabilir. Mor renkli olan kırmızı lahana suyu çözeltisi, difosfor pentaoksit bulunan şişeye konulduğunda kırmızı renge dönüşür konur.Bu, ortamın asidik pH'a sahip olduğunu gösterir.

Bu tepkimelerin denklemleri aşağıda verilmiştir:



Asidik oksit ile su arasındaki tepkimelerle asitlerin elde edilmesine başka örnekler:



Asitlerin kimyasal tepkimeleri

Asitler, çok sayıda tepkimeye giren reaktif bileşiklerdir; ancak burada onların üç önemli tepkimesini inceleyeceğiz. İlk olarak, aşağıdaki deney ile farklı asitlerin farklı metallerle nasıl tepkimeye girdiklerini inceleyeceğiz.

Yapılan deneylerden, çinko, alüminyum ve demirin hidroklorik asitle tepkimeye gire-



Deney 2.7.

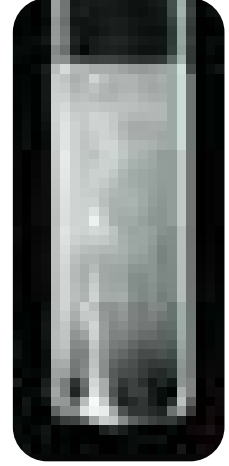
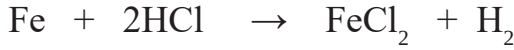
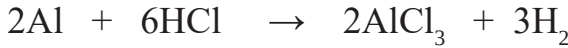
Asitlerin metallerle tepkimeleri

Gerekli malzemeler ve maddeler: Deney tüpleri için statif, çinko, alüminyum, demir ve bakır parçacıkları, seyreltilmiş hidroklorik asit, derişik nitrik asit, koruyucu gözlük ve eldivenler.

Yapılışı: Dört deney tüpü, hacimlerinin yaklaşık üçte biri kadar seyreltilmiş hidroklorik asit ile doldurulur, beşinci deney tüpüne ise az miktarda derişik nitrik asit konur. Birinci deney tüpüne bir parça çinko, ikinciye alüminyum, üçüncüye demir ve dördüncüye bir parça bakır konur. Ne olduğunu gözlemler. Beşinci deney tüpü açık pencerenin yanına götürülür ve daha sonra içine bir parça bakır eklenir. Ne olduğunu gözlemler.

rek gaz kabarcıkları çıkardığı, buna karşılık bakırın hidroklorik asitle tepkimeye girmediği gözlemlenebilir. Ancak bakır, derişik(konsantre) nitrik asit bulunan deney tüpüne konulduğunda şiddetli bir tepkime başlar. Bu tepkime sırasında kahverengi-kırmızı bir gaz açığa çıkar ve çözeltinin rengi yeşil-mavi olur.

Aslında, çinko, alüminyum ve demirin hidroklorik asitle tepkimesi sırasında metal asitteki hidrojenin yerini alır. Bunun sonucunda ilgili tuz oluşur ve hidrojen gazı açığa çıkar. Bu durum, deney tüpünün ağzına yanan bir kibrit çöpü yaklaştırıldığında hafif bir patlama sesi duyulmasıyla kanıtlanabilir. Tepkimeleri aşağıdaki denklemlerle gösterebiliriz:

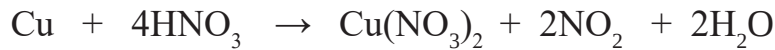


Resim 2.39.
Çinko, hidroklorik asitle tepkimeye girerek hidrojen açığa çıkarır.

Tuzların formüllerini yazarken, asit kökünün değerliğinin asitteki hidrojen atomlarının sayısına eşit olduğuna dikkat et.

Bu şekilde, birçok başka metal de farklı asitlerle tepkimeye girer.

Bakırın derişik(konsantre) nitrik asitle tepkimesinde, açığa çıkan kahverengi-kırmızı gaz azot dioksittir. Çözeltinin yeşil-mavi rengi ise oluşan tuzdan kaynaklanır. Bu tepkimenin denklemi aşağıdaki gibidir:



Resim 2.40.
Bakır, derişik(konsantre) nitrik asitle tepkimeye girer. Bu tepkime sonucunda, kırmızı-kahverengi renkte ve çok zehirli bir gaz olan azot dioksit (NO_2) açığa çıkar.

Bazı metallerin bazı asitlerle tepkimesinde hidrojen açığa çıkarmadığı veya bazı asitlerle hiç tepkimeye girmediği başka örnekler de vardır., Bu tür davranışların nedenlerini ve bu tür tepkimeleri, ilerleyen kimya eğitiminde öğreneceksin.

Asitler, metallerin yanı sıra bazik oksitlerle de tepkimeye girer. Bu tepkimelerde uygun tuz oluşur ve su açığa çıkar. Örneğin:

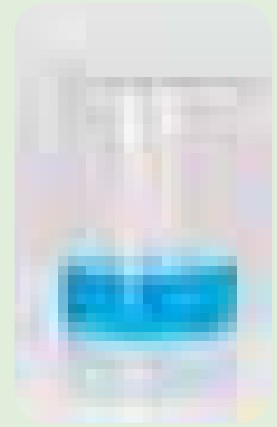


Deney 2.8.

Bakır(II) oksidin sülfürik asitle tepkimesi

Gerekli malzemeler ve maddeler: Yanma kaşığı, 50 mL'lik beher, cam çubuk, ısıtıcı, bakır(II) oksit, seyreltilmiş sülfürik asit çözeltisi, koruyucu gözlük ve eldivenler.

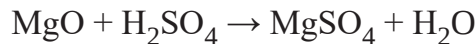
Yapılışı: 50 mL'lik beher, hacminin yarısına kadar seyreltilmiş sülfürik asit çözeltisi ile doldurulur. Bir kaşığın ucuyla az miktarda bakır(II) oksit alınarak beherin içine eklenir. Beher ısıtıcı üzerine yerleştirilir ve hafifçe ısıtılır. Beherin içindeki maddeler cam çubukla iyice karıştırılır Gözlemle ve meydana gelen değişimleri takip et.



Sülfürik asidin siyah renkli bakır(II) oksit tozu ile tepkimesi sırasında, mavi renkli bir çözeltinin oluşmasıyla gözlemlenen kimyasal bir tepkime gerçekleşir. Bu tepkimede aslında suda çözünebilen bir tuz oluşur ve bu tuzun sulu çözeltisi mavi renktedir. Tepkimeyi aşağıdaki denklemle gösterebiliriz:



Bazik oksit ile asit arasındaki tepkimelere birkaç örnek daha:



Asitlerin girdiği en önemli tepkimelerden biri, bazlarla gerçekleştirdikleri tepkimedir.

Bu tepkimeyi aşağıdaki deney ile inceleyeceğiz:



Deney 2.9.

Asit ile baz arasındaki tepkime

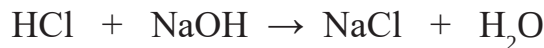
Gerekli malzemeler ve maddeler: iki deney tüpü, iki pipet, universal indikatör, seyreltik hidroklorik asit çözeltisi ve asitle aynı derişime sahip seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi, koruyucu gözlük ve eldiven.

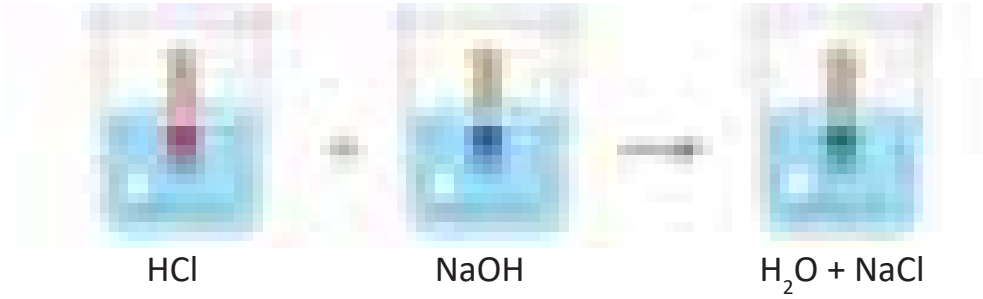
Yapılışı: Temiz ve kuru bir pipetle 5 mL HCl çözeltisi ölçülerek bir deney tüpüne aktarılır. Çözeltiye birkaç damla universal indikatör eklenir. Çözeltinin rengi nasıldır?

Başka bir temiz ve kuru pipetle 5 mL NaOH çözeltisi ölçülerek bir deney tüpüne aktarılır ve birkaç damla universal indikatör eklenir. Bu çözeltinin rengi nasıldır. Daha sonra, bir deney tüpündeki çözelti diğer deney tüpündeki çözeltiye yavaş yavaş eklenir. Meydana gelen değişiklikleri gözlemleyin ve takip edin.

HCl çözeltisinin, universal indikatör varlığındaki rengi kırmızıdır; NaOH çözeltisinin rengi ise mavi-mordur. Bir çözelti diğerine eklenmeye başlandığında, çözeltinin rengi yavaş yavaş değişir ve sonunda yeşile döner. Daha önce öğrendiğin gibi, universal indikatör nötr çözeltilerde yeşil renk alır. Bu, hidroklorik asit ile sodyum hidroksitin birbiriyle tamamen tepkimeye girdiğini ve nötr bir çözelti oluştuğunu gösterir. Bu nedenle, asit ile baz arasındaki **tepkimeye nötralleşme tepkimesi** denir. Her nötralleşme tepkimesinin ürünleri tuz ve sudur. Farklı asitler ile farklı bazların nötralleşme tepkimelerinde farklı tuzlar oluşur; ancak tüm nötralleşme tepkimelerinde su da oluşur.

Deneyde incelediğimiz nötralleşme tepkimesini aşağıdaki denklemle gösterelim:





Resim 2.41. Hidroklorik asit ile sodyum hidroksit arasındaki nötralleşme tepkimesinde tuz (NaCl) ve su oluşur. Şekilde ayrıca, çözeltilerin her birindeki indikatör kâğıdının rengi de gösterilmiştir.

Nötralleşme tepkimeleri, kimya laboratuvarlarında sıkça gerçekleştirilen çok önemli tepkimelerdir. Ayrıca, doğadaki pH dengesinin korunmasında da hayati bir rol oynarlar. Örneğin, endüstriyel atık sular çoğu zaman çok asidik veya bazıktır. Bu nedenle, doğal su kaynaklarına boşaltılmadan önce pH değeri yaklaşık 7 olacak şekilde nötrleştirilmeleri gerekir. Nötralleşme tepkimeleri bitkiler için de önemlidir. Çünkü bitkilerin sağlıklı büyüüp gelişebilmesi için toprağın çoğu zaman belirli bir pH aralığında olması gerekir. Bu nedenle, asidik topraklar bazik maddeler kullanılarak nötrleştirilir. Toprağın asitliğinin artması (düşük pH'lı toprak), büyük ölçüde asit yağmurlarının oluşmasından kaynaklanır..

Asit Yağmurları ve Çevre Üzerindeki Etkileri

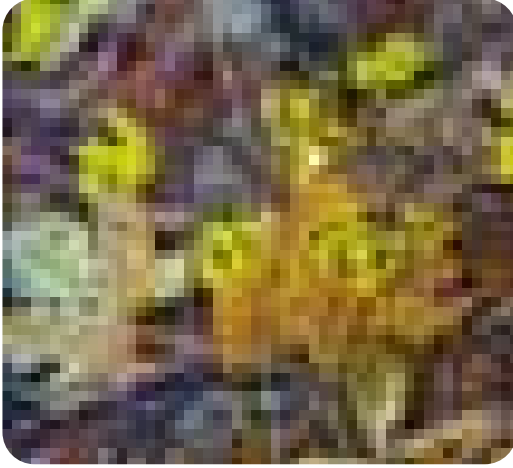
Sanayiden, termik santrallerde ve evlerde fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan gazlar ile motorlu taşıtların egzoz gazları; karbondioksit, kükürt dioksit ve azot oksitleri içerir. Bu durum, atmosferde bu gazların miktarının artmasına neden olur. Bu gazlar su buharı ve yağmur damlalarıyla tepkimeye girerek asitleri oluşturur. Örneğin:



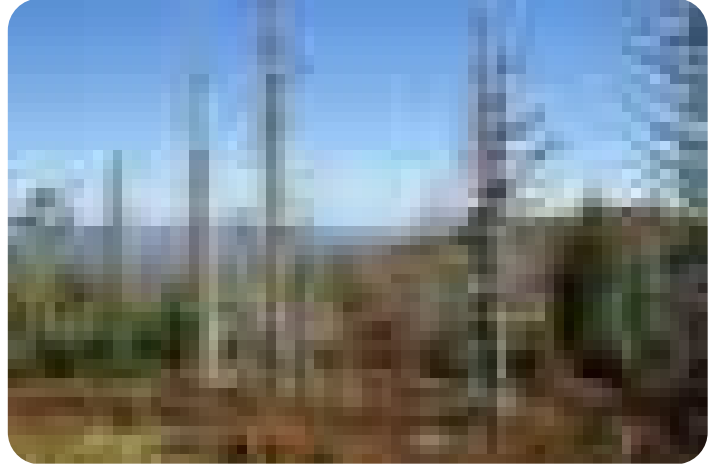
Azot monoksit (NO), atmosferde bazı koşullar altında azot dioksite (NO₂) dönüşebilir. Azot dioksit ise su buharı ile tepkimeye girerek nitroz asit (HNO₂) ve nitrik asit (HNO₃) oluşturur.

Atmosferde oluşan asitler yağmur suyunda çözünür ve yeryüzüne düşer. **Havadaki kirleticiler olan gaz hâlindeki oksitler ile atmosferik suyun tepkimesi sonucunda oluşan çözünmüş asitleri içeren yağmur suyuna asit yağmuru denir.**

Asit yağmurları çevre için büyük bir sorun oluşturur. Yeryüzüne düştükleri toprağın doğal kimyasal bileşimini değiştirerek toprağın daha asidik hâle gelmesine neden olurlar. Toprağın asitliğinin artması nedeniyle bazı bitkiler artık yetişemez. Bunun yanı sıra, asit yağmurları ağaçların yapraklarına zarar verir ve bazı bölgelerde bütün ormanlar yapraksız kalabilir. Asit yağmurları yer altı sularının, derelerin, nehirlerin ve göllerin bileşimini de değiştirir. Bu değişiklikler sonucunda, su ekosistemlerinde çok sayıda balık ve diğer hayvan türü yok olur.



a)



b)

Resim 2.42. Asit yağmurları ağaçların yapraklarına zarar verir (a), asit yağmurları ağaçların yapraklarına zarar verir (b).

Havadaki CO_2 seviyesinin artması ve asit yağmurlarının oluşması nedeniyle denizlerin ve okyanusların asitleşmesi (pH değerinin azalması) meydana gelir. Bu, büyük bir küresel sorundur; çünkü Dünya'daki CO_2 seviyesinin dengede tutulmasını sağlayan karbon döngüsünde okyanuslardaki CO_2 de rol oynar. Ancak okyanusların asitleşmesi; mercanlar, deniz kabukluları, deniz kestaneleri ve diğer bazı deniz canlılarının yaşamını sürdürmesi için büyük bir problemdir. Çünkü artan asitlik, bu canlıların iskeletlerini ve vücutlarının sert kısımlarını oluşturmak için kullandıkları kalsiyum karbonatın çözünmesine neden olur. Okyanusların asitliğinin 2100 yılına kadar iki veya üç kat artacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, deniz ekosistemlerini daha büyük bir tehlike ile karşı karşıya bırakacaktır. Ayrıca balıkçılık, kıyı turizmi gibi ekonomik faaliyetler için de bir tehdit oluşturmaktadır.

Ekosistemlere, balıkçılığa ve turizme büyük zarar vermelerinin yanı sıra, asit yağmurları başka ekonomik zararlara da neden olur; çünkü yapıları ve anıtları tahrip eder.

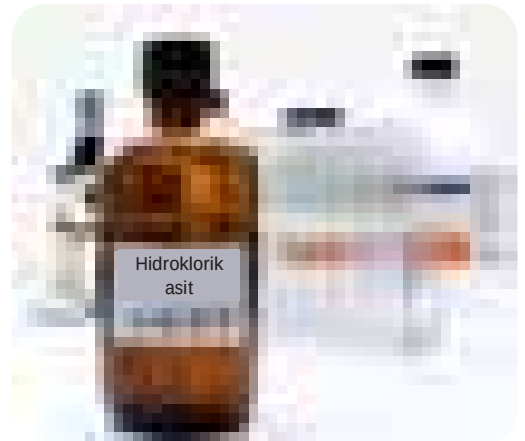


Resim 2.43. Asit yağmurlarından dolayı anıtların zarar görmesi.

Bazı Asitlerin Özellikleri ve Kullanım Alanları

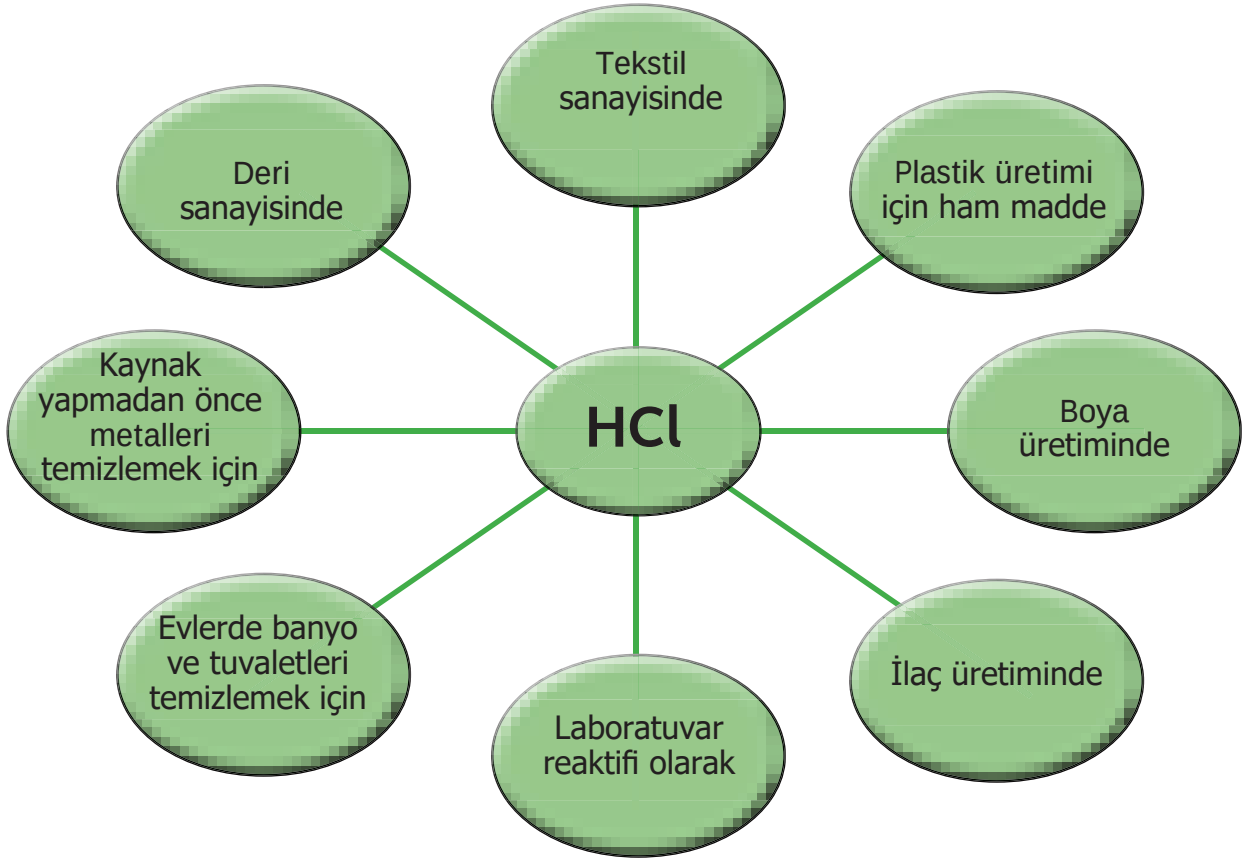
Laboratuvarlarda ve endüstride en önemli ve en yaygın kullanılan üç asit; hidroklorik asit, nitrik asit ve sülfürik asittir.

Hidroklorik asit (HCl), hidrojen klorür gazının (HCl) suya çözündürülmesiyle elde edilen, keskin kokulu, renksiz bir sıvıdır. Metaller, metal oksitler ve hidroksitlerin çoğuyla tepkimeye giren güçlü ve aşındırıcı bir asittir. Cam ve plastikte tepkimeye girmediği için cam ve plastik şişelerde saklanabilir. İlginçtir ki, hidroklorik asit mide öz suyunun en önemli bileşenidir ve besinlerin sindirilmesinde görev alır.



Resim 2.44. Hidroklorik asit, laboratuvarlarda önemli bir kimyasaldır.

Hidroklorik asidin laboratuvarlarda, endüstride ve günlük yaşamda kullanım alanları şekil 2.45’de gösterilmiştir.



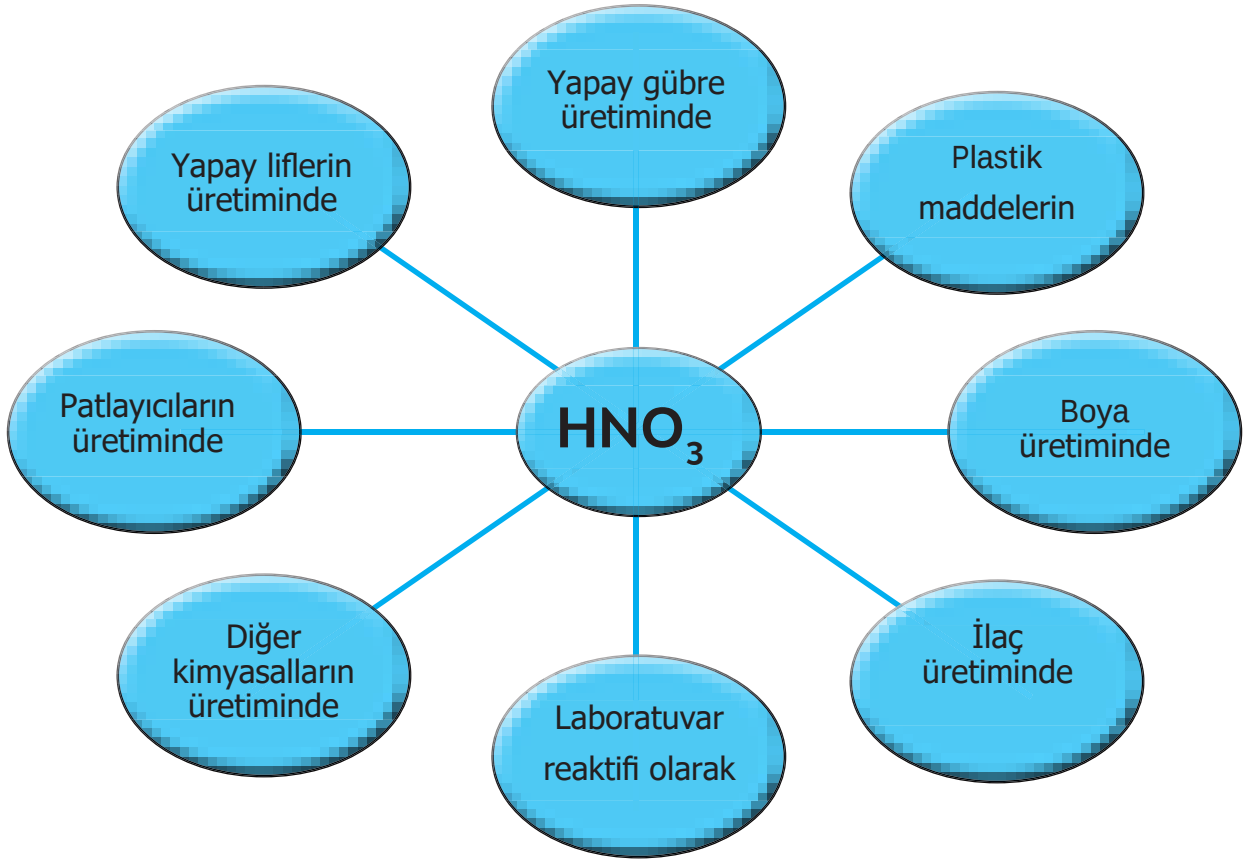
Resim 2.45. Hidroklorik asidin laboratuvar, endüstri ve evlerde kullanım alanları.

Nitrik asit (HNO_3), boğucu kokulu, renksiz bir sıvıdır. Uzun süre beklediğinde, ayrışması ve NO_2 gibi kahverengi-kırmızı renkteki azot oksitlerini açığa çıkarması nedeniyle sarımsı bir renk alır. Nitrik asit, metallerle, hatta gümüş gibi bazı soy metallerle bile tepkimeye giren güçlü bir asittir. Ayrıca birçok oksit ve hidroksitle de tepkime verir. Biyolojik maddelerle şiddetli tepkimeye girerek ciddi hasarlara neden olur. Bu nedenle, özellikle derişik nitrik asitle çalışırken dikkatli olunmalıdır.



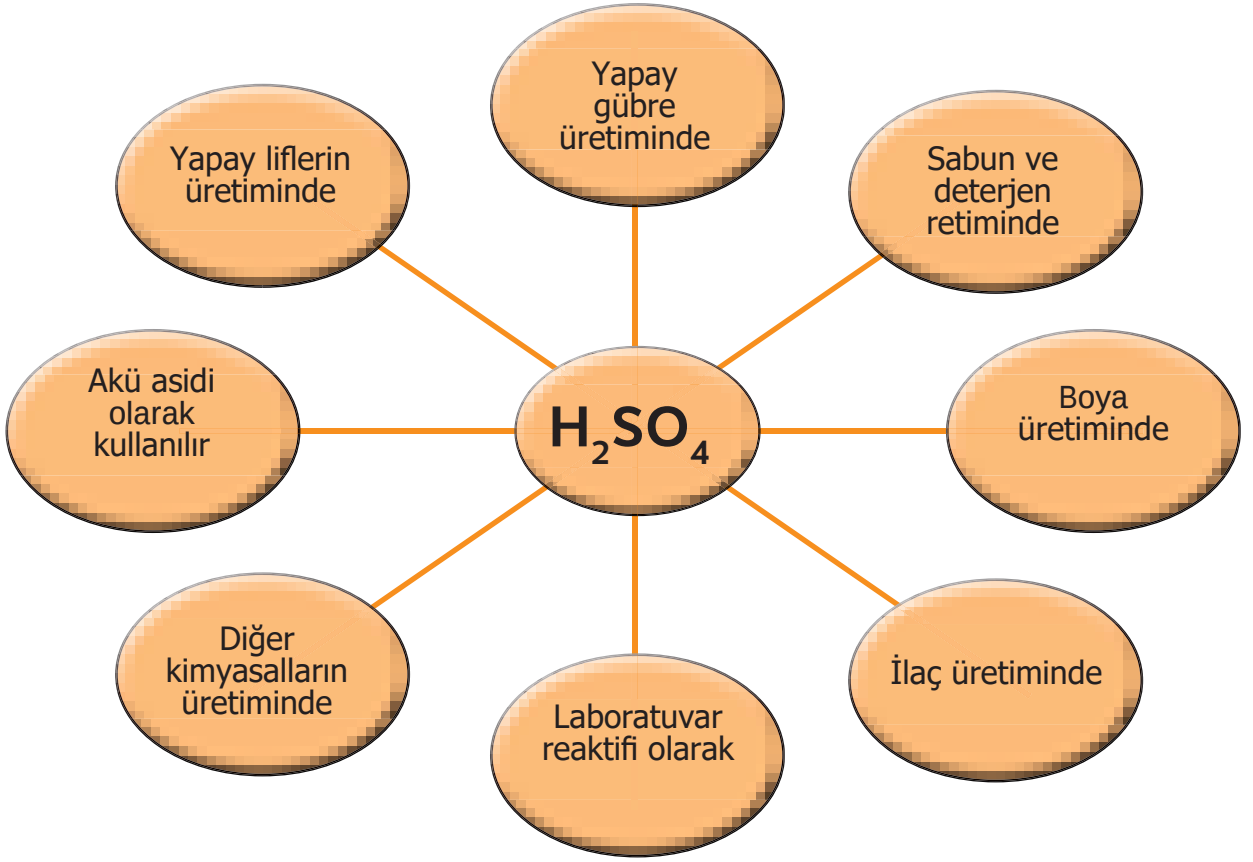
Resim 2.46. Derişik nitrik asitten kaynaklanan yanıklar.

Nitrik asidin laboratuvar ve endüstride kullanım alanları Şekil 2.47’de gösterilmiştir.



Resim 2.47. Nitrik asidin laboratuvar ve endüstride kullanım alanları.

Sülfürik asit (H_2SO_4), kokusuz, renksiz ve yoğunluğu sudan oldukça büyük olan (1,84 g/mL) bir sıvıdır. Güçlü bir asittir ve daha önce belirtildiği gibi higroskopik bir maddedir. Ayrıca dehidrasyon özelliğine sahiptir, yani maddelerden suyu uzaklaştırır. Suda çözünmesi sırasında çok fazla miktarda ısı açığa çıkar. Sülfürik asit seyreltilirken her zaman asit, ince akıntılar hâlinde suya eklenir, su asidin üzerine eklenmez. Sülfürik asit çok aşındırıcı (korozyon) bir maddedir, metaller, oksitler, hidroksitler ve organik maddelerle tepkimeye girer. Sülfürik asidin laboratuvar ve endüstride kullanım alanları Resim 2.48’de gösterilmiştir.



Resim 2.48. Sülfürik asidin laboratuvar ve endüstride kullanım alanları.



Daha fazlasını öğren

Süper asitler

Sülfürik asit çok güçlü bir asit olmasına rağmen, en güçlü oksijenli asit değildir. En güçlü oksijenli asit, perklorik asit (HClO_4) olarak bilinen asittir. Seyreltik çözeltilerde karardır, ancak derişik çözeltilerde patlayıcı olabilir. Süper asit olarak adlandırılan asitler de vardır. Bunlar, saf sülfürik asidin asitlik gücünden daha yüksek asitlik gücüne sahip olan asitlerdir. En güçlü süper asit olarak floroantimonik asit (HSbF_6) kabul edilir. Bu asit, sülfürik asitten milyarlarca kat daha güçlüdür!



Soru ve Alıştırmalar

1. Aşağıdaki formüllerden hangileri asitlerin formülleridir: a) NaF; b) H_2O ; c) H_2Se ; d) NH_3 ; e) H_2SeO_4 ?
2. Aşağıdaki asitleri adlandırınız: a) H_3PO_3 ; b) HI; c) H_3AsO_4 ; d) H_2S ; e) H_2SO_3 .
3. Aşağıdaki asitlerin formüllerini yazınız: a) hidrobromik asit ; b) fosforik asit; c) nitroz asit; d) arsenöz asit; e) selenhidrik asit.
4. Aşağıdaki maddeler arasındaki tepkimelerin denklemlerini denkleştiriniz: a) H_2 и Br_2 ; b) N_2O_5 и H_2O ; c) SO_3 и H_2O ; d) H_2 и S_8 .
5. Magnezyumun sülfürik asitle tepkimesi sırasında hangi gaz açığa çıkar? Tepkimenin denkleştirilmiş denklemini yazınız.
6. Bakır ile derişik nitrik asit arasındaki tepkimenin denkleştirilmiş denklemini yazınız.
7. Aşağıdaki maddeler arasındaki tepkimelerin denkleştirilmiş denklemlerini yazınız: a) kalsiyum ve hidroklorik asit; b) alüminyum ve sülfürik asit; c) sodyum ve fosforik asit.
8. Bu iki asitten hangisi bakır tanklarda taşınabilir: HNO_3 mü yoksa HCl mi? Nedenini açıklayınız!
9. Aşağıdaki maddeler arasındaki tepkimelerin denkleştirilmiş denklemlerini yazınız: a) Kalsiyum oksit ve sülfüröz asit; b) Potasyum oksit ve hidroiyodik asit; c) bakır(II) oksit ve hidroklorik asit.
10. Aşağıdaki asitler ve bazlar arasındaki nötrleşme tepkimelerinin denkleştirilmiş denklemlerini yazınız: a) hidrobromik asit ve kalsiyum hidroksit; b) Sülfürik asit ve sezyum hidroksit; c) Nitrik asit ve baryum hidroksit; ç) Hidroklorik asit ve potasyum hidroksit.



Araştırınız

1. En az üç farklı indikatör hakkında ve bu indikatörlerin asidik, nötr ve bazik ortamlarda, yani farklı pH değerlerinde aldığı renkler hakkında bilgi toplayınız. Sonuçları bir poster üzerinde sununuz.
2. Kırmızı lahana suyu hazırlayınız. Daha sonra en az üç gıda ürününün (örneğin portakal suyu, elma suyu vb.) ve üç kişisel bakım ürününün (örneğin saç şampuanı, vücut losyonu vb.) asitliğini/bazlığını kontrol ediniz. Elde ettiğiniz sonuçları sınıf arkadaşlarınıza tablo halinde sununuz.
3. Asit yağmurları toprağın pH değerini değiştirir ve bu nedenle bazı bitki türleri bu koşullarda yetişemez. Toprağın asitleşmesinin sonuçlarını azaltmak için hangi ticari ürünlerin kullanıldığı ve nasıl uygulandıkları hakkında bilgi toplayınız. Kısa bir sunum hazırlayarak sınıf arkadaşlarınıza sununuz.

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

- **Alkali metaller** – Periyodik Elementler Tablosu’nun 1. grubunda bulunan metallerdir. Bunlar: lityum (Li), sodyum (Na), potasyum (K), rubidyum (Rb), sezyum (Cs) ve fransiyumdur (Fr).
- **Amfoter oksit** – hem asidik oksit hem de bazik oksit gibi davranan metal oksididir.
- **Atom numarası** – bir elementin atom çekirdeğinde bulunan protonların sayısıdır .
- **Atom çekirdeği** – atomun kütlelerinin yoğunlaştığı bölümüdür. Proton ve nötronlardan oluşu.
- **Bazlar** – suda çözünen hidroksitlerdir.
- **Bazik oksit** – su ile tepkimeye girdiğinde baz oluşturan, asitle tepkimeye girdiğinde ise tuz ve su oluşturan oksittir.
- **Oksijensiz asit** – asit kökünde oksijen bulundurmeyen asittir.
- **Soy gazlar** – Periyodik Elementler Tablosu’nun 18. grubunda bulunan gazlardır. Bunlar: helyum (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), ksenon (Xe) ve radondur (Rn). Bu elementlerde en yüksek enerjili elektron katmanı elektronlarla tamamen doludur.
- **Değerlik elektronları** – atomun en dış elektron katmanında bulunan elektronlardır.
- **Gruplar** – Periyodik Elementler Tablosu’ndaki dikey sütunlardır.
- **Döteryum** – kütle numarası 2 olan, yani çekirdeğinde bir proton ve bir nötron bulunan hidrojen izotopudur..
- **Dehidrasyon** – bir maddeden suyun çıkarılması işlemidir.
- **Elektron** – atomun elektron katmanını oluşturan parçacıktır. Negatif yüklüdür.
- **Elektron kabuğu** – atom çekirdeğinin etrafındaki elektronlardan oluşan katmandır.
- **Elektron katmanı** – atom çekirdeğinin çevresinde elektronların bulunduğu bölgedir..
- **Element** – yni atom numarasına sahip atomlardan oluşan saf maddedir.
- **Sera etkisi** – atmosferdeki gazların ısıyı tutarak Dünya yüzeyinin ısınmasına neden olduğu süreçtir.
- **Okyanusların asitleşmesi** – asit yağmurları ve diğer faktörlerin etkisiyle okyanusların pH değerinin azalmasıdır.
- **Toprak alkali metaller** – Periyodik Elementler Tablosu’nun 2. grubunda bulunan metallerdir. Bunlar: berilyum (Be), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), stronsiyum (Sr), baryum (Ba) ve radyumdur (Ra)

- **İzobarlar** – kütle numaraları aynı, atom numaraları farklı olan atomlardır.
- **İzotoplar** – atom numaraları aynı, kütle numaraları farklı olan atomlardır.
- **İndikatör** – farklı pH değerlerine sahip çözeltilerde farklı renkler gösteren maddedir.
- **Nötr (indiferent) oksit** – su, asit veya bazlarla tepkimeye girmeyen oksittir.
- **İnert gazlar** – soy gazlara bakınız..
- **Asit** – molekülleri hidrojen ve asit kökünden oluşan maddedir.
- **Asit yağmuru** – içerdği çözünmüş asitler nedeniyle pH değeri 7’den küçük olan yağmurdur. Bu asitler, genellikle H_2CO_3 ve H_2SO_3 , atmosferde ilgili asidik oksitlerin su buharı ile tepkimesi sonucunda.
- **Asidik oksit** – su ile tepkimeye girdiğinde asit, hidroksitlerle tepkimeye girdiğinde ise tuz ve su oluşturan oksittir.
- **Asit kökü** – asit molekülünden hidrojenin çıkarılmasıyla oluşan kısımdır.
- **Oksijenli asitler** – asit köklerinde oksijen bulunan asitlerdir.
- **Kütle numarası** – bir atomun çekirdeğindeki proton ve nötron sayılarının toplamıdır.
- **Metal** – kendine özgü metalik özelliklere sahip olan elementlerdir.
- **Metal oksit** – metalin oksijenle oluşturduğu oksittir..
- **Ametal** – ametalik özelliklere sahip element türüdür..
- **Ametal oksit** – ametalin oksijenle oluşturduğu oksittir..
- **Nötr oksit** –indiferent oksitlere bakınız.
- **Nötrleşme** – asit ile baz arasında gerçekleşen ve sonucunda tuz ile su oluşan tepkimedir.
- **Nötron** – atom çekirdeğinin yapısında bulunan, kütlesi yaklaşık olarak protonun kütlesine eşit olan ancak elektrik yükü taşımayan parçacıktır.
- **Adlandırma (nomenklatur)** – bileşiklerin formüllerine göre, belirli kurallara uygun olarak isimlendirilmesidir.
- **Oksit** – oksijenin iki değerlikli olduğu, oksijen ile başka bir elementten oluşan ikili bileşiktir.
- **Elementlerin Periyodik Sistemi** – elementlerin atom numaralarının artışına göre sıralandığı tablodur.
- **Periyotlar** – Elementlerin Periyodik Sistemi’ndeki yatay sıralardır.
- **Atomun gezegen modeli** – elektronların, gezegenlerin Güneş’in etrafında dönmesine benzer şekilde atom çekirdeğinin etrafında döndüğünü açıklayan atom modeli.

- **Protium** – Kütle numarası 1 olan hidrojen izotopudur; atom çekirdeğinde yalnızca bir proton bulunur ve nötron içermez.
- **Proton** – Atom çekirdeğinde bulunan ve pozitif elektrik yüküne sahip olan parçacıktır.
- **Atom numarası (sıra numarası)** – Elementin Periyodik Sistemdeki sıra numarasıdır ve elementin atom numarasına eşittir. Bu iki kavram eş anlamlıdır.
- **Bağıl atom kütlesi (A_r)** – bir element atomunun kütlesini ifade etmek için kullanılan birimsiz sayıdır. Elementlerin bağıl atom kütleleri Elementlerin Periyodik Sistemi’nde verilmiştir.
- **Bağıl molekül kütlesi (M_r)** – atom olmayan maddelerin moleküllerinin veya diğer yapı birimlerinin kütlesini ifade etmek için kullanılan birimsiz sayıdır. Maddenin bilinen formülüne göre, maddeyi oluşturan elementlerin atom kütlelerinin, formüldeki ilgili elementin indisiyle çarpılması ve elde edilen değerlerin toplanmasıyla hesaplanır.
- **Kararlı elektron yapısı** – tüm elektron katmanlarının elektronlarla tamamen dolu olduğu elektron yapısıdır. Bu tür elektron dizilimi soy gazlarda bulunur.
- **Sera gazları** – Dünya yüzeyinden yansıyan güneş ışınlarını soğurma özelliğine sahip olan, böylece Dünya atmosferinde ısıyı tutarak sera etkisine neden olan gazlardır.градина.
- **Kalkojen elementler** – Elementlerin Periyodik Sistemi’nde 16. grupta yer alan elementlerdir. Bunlar: oksijen (O), kükürt (S), selenyum (Se), tellür (Te), polonyum (Po) ve livermoryum (Lv) elementleridir.
- **Halojen elementler** – Elementlerin Periyodik Sistemi’nde 17. grupta yer alan elementlerdir. Bunlar: flor (F), klor (Cl), brom (Br), iyot (I), astatin (At) ve tennessin (Ts) elementleridir.
- **Higroskopiklik** – bazı maddelerin çevreden suyu emme özelliğidir.
- **Hidroksit** – bir metal ve hidroksit grubundan oluşan bileşiktir.
- **Hidroksit grubu** – oksijen ve hidrojenden oluşan tek değerlikli gruptur ($-OH$).
- **pH değeri** – bir çözeltinin ne kadar asidik veya bazik olduğunu gösteren sayıdır.

Ders Kitapları ve Öğretim Araçları Yayınevi Anonim Şirketi
PROSVETNO DELO A.Ş. Üsküp, "Dimitrie Çupovski" Cad. No: 15

Yayıncı Hakkında:

Yüksek lisans sahibi Pavle Petrov, Genel Müdür

KİMYA VIII. sınıf için

Orijinal başlık:

Хемија за VIII одделение во основно образование

Yazar: **Slobotka Aleksovska**

Genel Yayın Yönetmeni: **Vesna Dukoska**

Düzeltilme ve dil düzenleme: **Gordana Aceska**

Grafik düzenleme, kapak ve bilgisayar hazırlığı: **Pepi Damjanovski**

İllüstrasyonlar: Shutterstock i Freepik

Makedoncadan Türkçeye çeviri: **Ajlin Isaki-Muharemi**

ISBN: 978-608-228-586-3

Hacim 108 sayfa. Boyut: 195x270 mm.

Yayın yeri ve yılı: Üsküp, 2026

Tiraj: 658

Kitap şu matbaada basılmıştır: EVROPA 92 LTD. ŞTİ.

Križevska Caddesi No: 52, 2300 Koçani

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

373.3.016:54(075.2)=512.161

ALEKSOVSKA, Slobotka

Kimya VIII. sınıf için / Slobotka Aleksovska ; [Makedoncadan

Türkçeye çeviri Ajlin Isaki-Muharemi]. - Üsküp : Prosvetno delo, 2026. -

108 стр. : илустр. ; 27 см

Превод на делото: Хемија за VIII одделение во основно образование. -

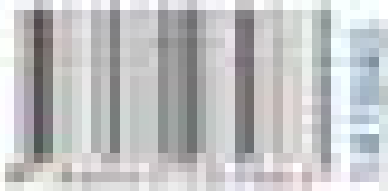
Terimler sözlüğü: стр. 103-106

ISBN 978-608-228-586-3

COBISS.MK-ID 69205765



www.pearson.com



9 780131 123456