ÖMER BAYIN

BOĞAZİÇİ DERSANESİ
Müdürlüğü
Bağdat Cad. 293/7 Caddebostan
69

# KİMYA

LİSE — I

Millî Eğitim Bakanlığınca Lise Birinci sınıf
için ders kitabı olarak kabul edilmiştir.

EMEL OFSET – İSTANBUL 1980

Baskı : 23

# İÇİNDEKİLER


**GİRİŞ**

Sahife

Hayatta Kimya ..... 9

**BÖLÜM 1**

Kimyanın Tanımı, Madde ve Cisim ..... 11
Maddenin Temel Grupları ..... 12
Elementler ve Sınıflandırılması ..... 13
Maddede Değişme (Fiziksel ve Kimyasal) ..... 16
Bileşikler, Karışımlar ve Mukayesesi ..... 17
Analiz ve Sentez ..... 19
Madde ve Enerjinin Sakımı Kanunu ..... 19

**BÖLÜM 2**

Belirli Ağırlık Oranları Kanunu ..... 23
Katlı Oranlar Kanunu ..... 24
Dalton'ın Atom Teorisi ..... 26
Gerçek ve Bağıl Atom Ağırlığı, Molekül Ağırlığı ..... 27

**BÖLÜM 3**

Kimyasal Sembol ve Önemi ..... 30
Atom - Gram, Molekül - Gram ..... 31
Bileşik Formülleri ..... 33
Bir Bileşiğin Kimyasal Formülünün Tayini ..... 34
Kimyasal Tepkime (Reaksiyon) ve Denklemler ..... 35
Kimyasal Tepkime Tipleri ..... 36
Kimyasal Formül Tayini ve Yüzde Hesapları ..... 39

**BÖLÜM 4**

Oksijen, Yanma Çeşitleri ve Yangın Söndürme ..... 43
Ozon ve Allotropi ..... 53
Hidrojen ..... 55
Su ..... 63
Kimya Bakımından Önemli Gaz Kanunları ..... 72

**BÖLÜM 5**

Eriyik, Süspansiyon. Emülziyon ..... 78
Eriyiklere Ait Bazı Tanımlar ..... 79
Eriyiklerin Sınıflandırılması ve Eriyikler Üzerine Problemler ..... 80

Sahife

Erirlik, Erirlik Eğrisi ..... 83
Erirliğe Etki Eden Etkenler ..... 85
Kristal ve Kristalleşme ..... 85
Çökelme ve Çökelek ..... 88

BÖLÜM 6

Modern Atom Teorisine Giriş ..... 89
Elektron, Proton ve Nötron ..... 90
Modern Atom Teorisi ..... 93
Çekirdeğin Yapısı ..... 97
İzotop Elementler ..... 99
Atomda Elektron Dağılımı ..... 102
Atom Modelleri ..... 104
Pozitif ve Negatif Değerlik ..... 105
Formüllerin Doğru Yazılması ..... 106
Kimyasal Değişme ..... 107
Kökler ve Değerlikleri ..... 108
İyon Şebekesi, Polar Bileşikler ve Apolar Bileşikler ..... 109

BÖLÜM 7

Redoks ..... 115
Redoks Denklemlerine Örnekler ve Redoks Denklemlerinin Katsayılarının Konması ..... 117

BÖLÜM 8

Oksitler ..... 119
Asitler ..... 121
Bazlar ..... 123
Kuvvetli ve Zayıf Asit ..... 124
Kuvvetli ve Zayıf Baz ..... 126
Suyun İyonlaşması ve $P_H$ ..... 127
Tuzlar ..... 128

BÖLÜM 9

Tepkime (Reaksiyon) Hızı ve Kimyasal Denge ..... 133
Tepkime Hızına Etki Eden Etkenler ..... 134
İyon, İyonlaşma ..... 138
Elektrolit ve Elektrolit Olmayan Sıvılar ..... 139

BÖLÜM 10

Elektroliz ..... 203
Minimum Ayrışma Gerilimi ..... 145
Elektrolize Örnek (Sodyum sulfat eriyiği) ..... 146
Hidrojen Peroksit ..... 148

Sahife

**BÖLÜM 11**

Halojenler ve Genel Özellikleri ..... 151
Klor ..... 152
İzmit Klor - Alkali Fabrikası (Okuma Parçası) ..... 156
Hidroklorik Asit ..... 157
Brom ..... 160
Hidrojen Bromür ..... 162
İyot ..... 163
Flor ..... 164
Hidrojen Florür ..... 165
Cam Hakki ..... 166

**BÖLÜM 12**

Hava ve Soygazlar ..... 168
Havanın Yüzde Karışımı ..... 170
Havanın Önemi ..... 172
Azot ..... 172
Amonyak ..... 175
Amonyum Tuzları ..... 180

**BÖLÜM 13**

Azotun Oksitleri ..... 183
Nitrik Asit ..... 186
Önemli Nitratlar ..... 189
Azot Devri ..... 191
Türkiye'de Azot Sanayii ..... 193

**BÖLÜM 14**

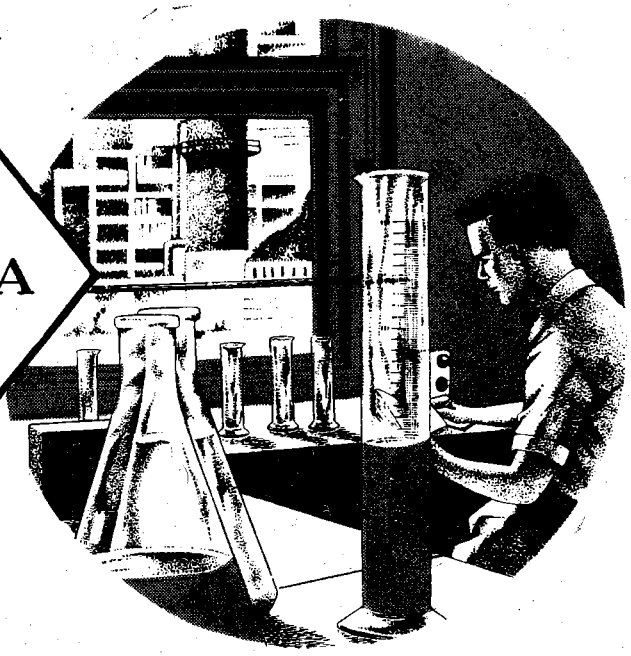
Fosfor ..... 197
Fosforun Allotropları ..... 198
Kibrit ..... 199
Fosfin ..... 200
Fosforun Oksitleri ..... 200
Fosforik Asit ..... 201

**EK BÖLÜM**

Sözlük ..... 203
Uluslararası Atom Ağırlıkları Çizelgesi ..... 206
Kısaltma ve Bilgin Adlarının Okunuşu ..... 208

# İNORGANİK KİMYA

# KİMYA



## GIRIŞ

### HAYATTA KİMYA

Deney tüpleriyle yapılan basit ve mütevazi bilimsel çalışmalar sonunda, insanlığa sağlık, yararlık, kısaca refah getiren binlerce değerli buluşlara ulaşılmıştır.

Günlük hayatımızın her alanında kimya biliminin etkisi büyüktür. Her gün birçok kimyasal madde kullanırız. Çevremizde sayısız kimyasal olay meydana gelir. Bu arada, içtiğimiz ve başka maksatlarla kullandığımız sudaki mikroplar, kimyasal maddelerle yok edilir. Kimyasal bir ürün olan sabunla temizleniriz. Giydiğimiz elbiselerin iplikleri, birer kimyasal madde olan çeşitli boyalarla boyanır.

Okulda kullanılan kâğıt, kalem, tebeşir, kimya biliminin konularıdır. Daha ileri giderek, hastalıkların tedivisinde kullanılan her türlü ilâç, toprağın verimini artıran gübreler ve bu arada, mükemmel yollar ve bunlar üzerinde hızla giden otomobil, otobüs, kamyon vb. ile, uçak, gemi gibi taşıtlar ve daha birçok araç ve gerecin yapılmasında kimya biliminin önemli katkısı vardır. Kimya sanayiinin gelişmesi ile insanların yararına kullanılan çeşitli maddeler yanında, patlayıcı, yok edici çeşitli maddeler de yapılmıştır. Ancak, bu gibi maddelerin, insanlığın yararına değil de zararına kullanılmasında, bilim ve bilim adamları suçlanamaz.

Mademki, her gün çevremizde çeşitli kimyasal olay meydana geliyor ve birçok kimyasal madde ile temas halinde bulunuyoruz o halde, insanların iyi bir üretici ve tüketici olabilmesi için bir ölçüde kimya bilgisine ihtiyaçları vardır.

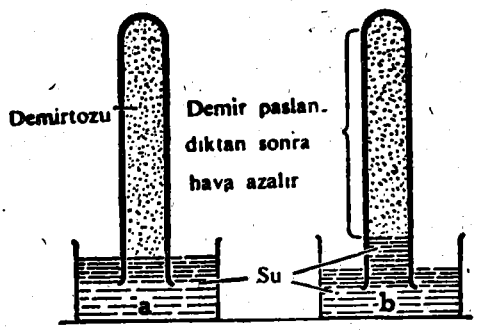
**Kimya Bilgisi Doğru ve Müspet Düşünmeyi Öğretir :**

Örneğin, kuru (nemsiz) havada bırakılan kuru bir demir kap paslanmaz. Fakat, ıslak demir kap, kuru havada bırakılsa bile paslanır. Demir pasının sebebi nedir? Birçok kimse demirin kuru ortamda paslanmadığı, ıslakken paslandığına aldanarak, paslanmanın sadece sudan ileri geldiğini söyler. Bu cevap, demirin neden, nasıl paslandığını açıklayan doğru bir cevap değildir. Bir nev'i peşin yargıdır. Bilimsel inceleme yöntemi ile yapılan çalışmalarda peşin yargılara yer yoktur.

Bilimsel inceleme yöntemine göre; cevap isteyen olay, o olayı etkileyen şartların tümü ya da bir kısmı laboratuvarda kontrol altına alınarak tekrarlanır. Elde edilen verilere dayanılarak da olayın nedeni, en doğru biçimde açıklanır.

Yukarıda sözü edilen demirin paslanması olayına tekrar dönelim.

**DENEY : Bir kaba konan suya, demir tozları atılarak bir süre beklenir. Demir tozlarının çok az paslandığı görülür.**
**Bu basit deneyle suyun, tek başına demirin paslanmasına neden olmadığı, paslanmada başka bir etkeninde rolü olduğu anlaşılır.**




(Şekil : 1)
Demirin paslanması

**Bir başka deneyle bunu açıklayalım; içi su ile ıslatılmış bir deney tüpüne, tüpün iç yüzeylerine yapışacak şekilde demir tozları serpilir. Daha sonra tüp, su üzerine kapatılır (Şekil: 1 a). Örneğin bir gün kendi halinde bırakılır. Ertesi gün incelenirse, demirin paslandığı, ve bu arada su seviyesinin yükseldiği, yani tüpdeki havanın azaldığı görülür (Şekil : 1 b).**

Başka bir deneyle de tüpdeki havanın azalan kısmının, oksijen gazı olduğu ispat edilebilir. (Bunun için bkz. bölüm: 12.) O halde, demirin paslanması; demir, oksijen ve suyun beraberce birleşmesinden ibaret bir olaydır. Bu suretle, daha önce demir kabın paslanma nedeni ile ilgili peşin yargının yanlış olduğu anlaşılmış olur.

O halde, kimya bilimi, sadece sınıfta değil, meslek hayatında insanlara peşin yargılardan kaçınma, her zaman etraflı ve doğru düşünme alışkanlığının ve yeteneğinin kazanılmasına yardım eder. İnsanın, mesleğinde yeni ve ileri hamleler yapabilmesine katkıda bulunur. Ayrıca, icat yeteneğini de artırır.

**Kimya bilimi, etrafımızda meydana gelen olayların; değişmeyen birtakım tabiat (doğa) kanunlarıyle açıklanabileceğini öğretir :**

Tabiat olayları, daima bir düzen içinde meydana gelirler. Yani, aynı şartlar, aynı olayları meydana getirir. Örneğin, nemli havada bırakılan demir daima paslanır. Bununla beraber, demir tozu, açık havada yüksek sıcaklıkta ısıtılırsa, yani şartlar değiştirilirse bu defa, pastan başka bir madde (diğer bir demir oksit) elde edilir.

Bir başka deyişle, tabiat olayları, bağlı oldukları tabiat kanunlarından yararlanılarak kontrol altına alınabilir.

**Kimya bilimi, diğer müspet bilimler gibi, bugünkü rahat ve modern yaşayışımızı büyük bilginlerin buluşlarına borçlu olduğumuzu öğretir, böylece, bizde, değerlendirme ve takdir yeteneğini geliştirir.**

Tabiatta görülen her olay, bağlı olduğu bir kanuna göre meydana gelir. Tabiat olaylarını açıklayabilmek için, bağlı oldukları kanunları bulmak gerekir. Fakat, bu kanunları açıklamak ortaya koymak güç bir iştir. Bilginler, tabiatın bir veya birkaç sırrını açıklayabilmek için hayatları boyunca bitmez tükenmez bir gayretle ve sabırla çalışmışlardır. Bundan böyle de çalışmak zorundadırlar.

İnsanlık daha rahat ve daha uygarca yaşamasını, bu çalışmalara borçludur.

# BÖLÜM 1 MADDE, MADDEDE DEĞİŞME, ELEMENT, BİLEŞİK, KARIŞIM VE MADDENİN SAKIMI KANUNU

## 1.1 KİMYANIN TANIMI, KİMYA NEDİR?

Kimya müspet (pozitif) bilimlerden biri olup, konusu maddedir. Maddenin özelliklerini, yapısını ve ayrı ayrı maddeler arasındaki değişmeleri inceleyerek, bu değişmelerin bağlı oldukları kanun ve kurallardan bahseden bilimdir.

## 1.2 MADDE VE CİSİM

Uzayda bir yer işgal eden ve ağırlığı bulunan her şeye madde denir; kurşun, kükürt, toprak, su v.b. gibi.

Maddenin şekil almış haline (ağırlıkça ve hacımca belirli maddeye) cisim denir. Bakır tencere, demir çubuk, altın yüzük v.b. gibi. .

Kimya bilimi, maddenin şekli ile, yani cisimlerle katiyen ilgili değildir. Örneğin, bakır tabak ve bakır kazan, şekilleri ayrı olmakla beraber kimyaca aynı maddedir. Çünkü, her ikisi de bakırdan yapılmıştır. Diğer bir örnek: Tebeşir, kireç taşı ve mermer jeolog ile heykeltraşa göre ayrı ayrı madde olmakla beraber, kimyacıya göre her üçü de aynı maddedir. Çünkü, üçünün de bileşimi aynıdır.

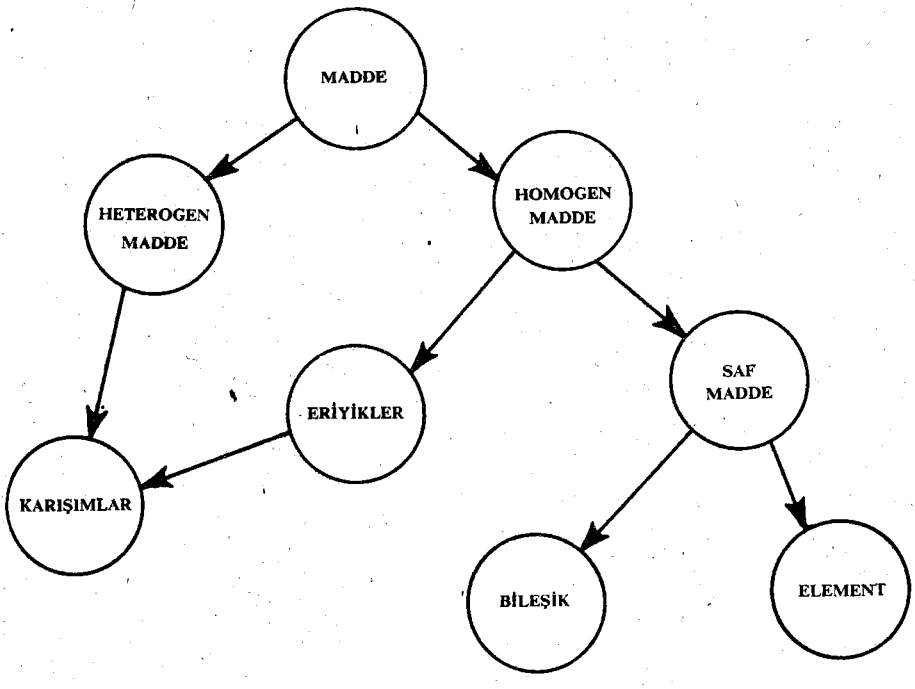
## 1.3 KİMYANIN KONUSU OLAN MADDE

Kimya madde bilgisidir. Ancak, odun, toprak, kaya, taş gibi maddeler doğrudan doğruya kimyanın konusuna girmezler. Çünkü, bu gibi maddeler sayısız denecek kadar çok ve yapıları karışıktır. Kimya; bu gibi maddelerin de yapılarını aydınlatmağa çalışsaydı, bunun için de uzun yıllar sarfetmesi gerekirdi. Bu suretle asıl amacından uzaklaşmış olur ve hiç bir zaman bugünkü ileri durumuna erişemezdi. Kimya bilimi, maddî değişmelere uğrayabilen, bütün özellikleri her yerinde aynı olan kimyasal maddelerden bahseder (kükürt, tuz, iyot, v.b. gibi). Her kimyasal maddenin kendine ait birtakım temel özellikleri vardır.

Kimyanın konusuna giren bu maddeler, yapı bakımından üç büyük gruba ayrılır. Bunlar: 1. elementler, 2. bileşikler, 3. karışımlardır.

Bir granit parçası büyüteçle incelenirse, içerisinde birbirinden farklı üç ayrı kristal görülür. Bu kristaller, graniti meydana getiren feldspat, kuvars ve mika gibi üç ayrı maddenin kristalleridir. İşte, granitte olduğu gibi, kendine has özellikleri olmayan, sadece içindeki maddelerin özelliklerini ayrı ayrı gösteren maddelere heterogen (heterojen) madde denir.

Buna karşılık, bir kuvars parçası incelenirse, tamamen kuvars kristallerinden yapıldığı görülür. Yani, bir kuvars parçasının bütün özellikleri her yerinde aynıdır. İşte kuvarsta olduğu gibi, bütün özellikleri her yerinde aynı olan maddelere de homogen (homojen) maddeler denir. Bileşikler homogen, karışımlar ise heterogendir. Fakat, bazı istisnaları (ayrıkları) da vardır. Şöyle ki, şekerin suda eriyerek meydana getirdiği şekerli su yani, şeker eriyiği, bir karışım olduğu halde, özellikleri ve görünüşü her yerinde aynıdır. Bunun için, şeker eriyiği ve diğer eriyikler homogen maddelerdir.




(Şekil: 1)
Maddenin temel grupları

**Saf madde;** bütün özellikleri her yerinde aynı olan, bileşimleri belirli (homogen) maddelere saf madde denir. İki türlü saf madde vardır; herhangi bir saf madde, kendisinden daha basit maddelere ayrılabiliyorsa buna bileşik denir. Su, şeker v.b. birer bileşik maddedir. Çünkü, meselâ,

su, kendisinden daha basit maddelere yani, hidrojen ve oksijine ayrılır. Oksijen ve hidrojen ise kendilerinden daha basit maddelere ayrılamazlar. Onun için bu gibi saf maddelere de element denir. (Şekil: 1) maddenin yukarıda açıklanan temel gruplarını göstermektedir.

## 1.4 ELEMENTLER, TANIMI, SEMBOLLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

**DENEY : Civa sülfür bir deney tüpünde yaklaşık olarak 400-500°C ye kadar ısıtılırsa, civa ile kükürde ayrışır. Meydana gelen civa ile kükürt tüpün soğuk kısımlarında görülebilir.**

Kimyasal maddelerin yapıları hakkında ilk müspet bilgileri *Robert Boyle** (1627 - 1691) adlı bilgin vermiştir. Robert Boyle yaptığı deneyler sonucunda bazı kimyasal maddelerin, yukarıdaki deneyde olduğu gibi, daha basit maddelere ayrıldığını, bazı maddelerin ise böyle ayrışmaya uğramadığını gördü ve daha basit maddelere ayrılamayan bu gibi maddelere element dedi (civa, demir, kükürt, çinko v.b. gibi). Bileşiklerin de elementlerden meydana geldiğini söyledi. (civa-sülfür, demir-oksit, çinko-karbonat v.b. gibi). O zaman için Robert Boyle'un bu element tanımı, teorik alanda kalıyordu. Çünkü, doğruluğu henüz nicel olarak saptanamamıştı. Bu nedenle, Boyle'un ileri sürdüğü element tanımı uzun süre kabul edilmedi.

Daha sonra Robert Boyle'un yaptığı deneylerin doğruluğu nicel olarak saptandıktan sonra Robert Boyle'un element tanımı biraz daha genişletilerek şu şekli aldı : ***Element, kimyasal ayrıştırma metotları ile kendisinden daha hafif, başka özellikte yeni maddelere ayrılamayan maddedir.*** Bugün için kimyaca bilinen 104 element vardır.

Bunlardan 16 tanesi tabiatta bulunmaz, çok kısa ömürlüdürler. Bilginler tarafından sentez edilmişlerdir. Geriye kalan 88 element tabiatta bulunur. Çoğu tabiatta serbest bulunmayıp, birbirleriyle meydana getirdikleri çeşitli bileşikleri halinde bulunur. Elementlere, serbest veya bileşikler halinde havada, denizlerde ve yerkabuğunun 16 km. derinliklerine kadar geniş bir yüzeyde rastlamak mümkündür. Elementlerden yer küresinde en çok bulunanların yüzde miktarları (Şekil: 2) de gösterilmiştir.

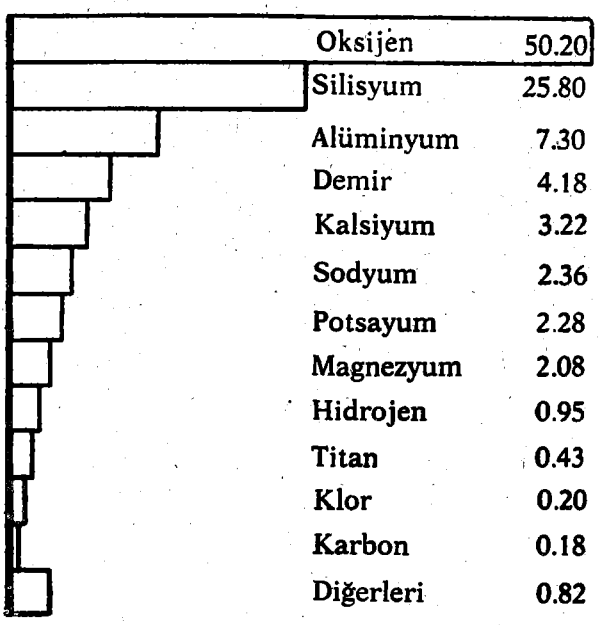
Dünyamızda bulunan elementler miktarının % 99 unu (Şekil: 2) de görülen 12 element teşkil eder. Geriye kalan yaklaşık % 1 lik kısım da 76 element veya onların bileşiklerinden ibarettir.

---

[*] Bilgin adlarının okunuşları için (bk. sahife 208).

**Elementlerin sınıflandırılması :** Elementler, saf ya da bileşikler halindeyken göstermiş oldukları özellikleri dikkate alınarak iki ana gruba ayrılır.

Bilinen 104 elementin 82 si metal, 22 si ametaldir. Ametallerin 6 sı soygazdır.




(Şekil : 2)
Elementlerin serbest ya da bileşikler halinde yerküresinde yüzde itibariyle bulunuş miktarları.

## 1.5 METALLER VE AMETALLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Metaller : *Metalik özellik* denilen aşağıda açıklanan temel özellikleri gösterirler. Metallerin bu temel özellikleri şunlardır: 1. Yüzeyleri parlaktır (altın, gümüş, nikel, bakır v.b. gibi). Bu parlaklığın sebebi, metallerin, üzerlerine düşen ışığın bir kısmını yansıtmalarındandır. 2. Metalik maddeler ergimiş halde iken birbirleri içerisinde belirli oranlarda eriyebilirler; soğudukları zaman, alaşım dediğimiz metal karışımlarını meydana getirirler [*]. Örneğin, pirinç, «bakır-çinko»; tunç, «bakır-kalay» karışımıdır. 3. Birbirleriyle birleşerek kimyasal bileşik yapamazlar. 4. Metalik maddeler ısıyı ve özellikle elektrik akımını diğer elementlere göre çok daha iyi iletirler. Bu iletmede herhangi bir değişikliğe uğramazlar.

[*] Bazen, metallerle, ametaller de birbiriyle alaşım yapabilir. Fakat ametaller birbirleriyle karışarak alaşım yapamazlar.

Metalik maddelerin bu özellikleri katı ve sıvı halde bulunmalarına bağlıdır. Buhar halinde bu özellikleri göstermezler. Esasen, metaller çok güç buharlaşırlar. 5. Oda sıcaklığında (civa hariç), bütün metaller katı halde olup, kolaylıkla işlenebilirler. Yani, tel ve levha haline getirilebilirler. Sözgelimi 1 gr. altından, kopmadan, 1000 m. uzunluğunda tel yapılabilir.

**Ametaller :** 1. Ametallerin (fosfor, karbon, kükürt, klor, oksijen v.b.) tek bir kristali incelenirse, saydam oldukları anlaşılır. Fakat, çoğu zaman, saydam değilmiş gibi görünürler. Çünkü, çok sayıda kristallerin bir yığını halinde bulunurlar. Kristal yığını üzerine düşen ışık, her kristal tarafından ayrı ayrı yönlere yansıtılacağından, ışık, o maddeyi geçemez, geri döner. Sonuç olarak da o madde (ametal), saydam değilmiş gibi görünür. 2. Ametaller birbirleri içinde erirler fakat, çoğu zaman ergimiş bir metal içerisinde erimezler. 3. Grafit dışında ısı ve elektriği ya iletmezler ya da çok az iletirler. Ametaller elektrik akımını iletirken, ilerde açıklanacağı gibi, kimyasal değişikliğe uğrarlar. 4. Ametaller, metallerin aksine, birbirleriyle kimyasal bileşik yaparlar; su, karbon dioksit v.b. gibi.

### 1.6 METALLERİN SINIFLANDIRILMASI

Metaller, fiziksel bakımdan *ağır* ve *hafif* olmak üzere ikiye ayrıldığı gibi, kimyasal bakımdan da *soy* ve *soy olmayan* metaller diye iki sınıfa ayrılırlar.

**Soy metaller :** Elementel halde bulunmayı isteyen metallerdir. Bunlar yer yüzeyinde daima serbest halde bulunurlar. Örnek olarak altın, Au; platin, Pt; v.b. ni gösterebiliriz. Bu metaller, havanın oksijeninden etkilenmedikleri gibi, kızıl derecede bile oksijenle birleşmezler.

**Soy olmayan metaller :** Çok kolay bileşik yaparlar. Bu nedenle, soy olmayan metallere, yer yüzeyinde serbest halde rastlamak mümkün değildir. Örneğin, sodyum metaline su bile etki eder.

**DENEY : Yarısı su ile dolu bir cam kap içine, bir parça sodyum atılacak olursa, şiddetli bir tepkime ile sodyum bileşik haline geçer.**

### 1.7 MADDENİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Maddeler birbirinden ağırlık, hacım, yoğunluk, koku, tat ve benzeri özellikleriyle ayırt edilebilir. Örneğin, amonyağın kokusunu, tuzun tadını kolaylıkla diğer tat ve kokulardan ayırt edebiliriz. Ancak, bu şekilde, duyu organlariyle yapılan tanımalar, aldatıcıdır. Bu tür tanımalar, şüphesiz kimyanın tanıma yöntemlerine dahil değildir. Kimyaca tanımalar, esaslı laboratuvar deneyleri sonunda mümkündür.

Maddelerin kullanıldığı yerler kendi özelliklerine bağlıdır. Örneğin, bakır, iletken olarak kullanılır. Çünkü, bakır özellik itibariyle metaller arasında en iyi iletkenlerden biridir. Keza, uçak gövdesi alüminyum alaşımlarından yapılır. Nedeni açık; alüminyum hafif ve havaya karşı en dayanıklı metallerden biridir. Bu sebepten, teknikte, maddeleri yararlı bir şekilde kullanabilmek için, her şeyden önce onları çok iyi tanımak, yani, özelliklerini bilmek gerekir.

Genel olarak maddelerin özellikleri a. Fiziksel özellikleri, b. Kimyasal özellikleri, olmak üzere iki grup halinde incelenir.

**a. Maddenin fiziksel özellikleri :** Daha çok, maddenin dış görünüşüyle ilgilidir. Örneğin, renk, koku, tat, sudaki erirliği, sertliği, kristal veya amorf olup olmadığı, ısı, elektrik iletkenliği, şekil verilip verilememesi, dövülmeğe karşı dayanıklı olup olmaması v.b. dir.

**b. Kimyasal özellikleri ise :** Bir maddenin, diğer maddelere karşı birleşme meylini gösterir. Çoğu zaman aşağıdaki veya benzeri sorulara verilecek cevaplarla tayin edilir.

1°. Madde kimyaca etkin midir, değil midir?
2°. Havada yanar mı?
3°. İçersinde diğer maddeler yanabilir mi?
4°. Su ve diğer ayıraçlarla tepkimeye girer mi?

Örneğin, kükürdün havada yanması, karbon dioksit gazı içinde yanmaması, asitlerin bazı metaller üzerine etki etmesi, bazılarına etki etmemesi v.b; bu maddelerin birer kimyasal özelliğidir.

## 1.8 MADDEDE DEĞİŞME, FİZİKSEL VE KİMYASAL OLAYLAR

Her an çevremizde binlercesi olmakta olan değişiklikler «olaylar» iki kısma ayrılır :

**1. Fiziksel olaylar :** Maddenin fiziksel özelliklerinin değişmesine neden olan, bir başka deyimle, maddenin esas yapısını değiştirmeyen, sadece maddenin dış şeklini (fiziksel şekil) değiştiren olaylardır. Örneğin, bir parça platin tel tartılır. Sonra bunzen bekinde ısıtılırsa, tel kızarır yani şekil değiştirir, soğuduğu zaman yine eski halini alır. Tekrar tartılacak olursa, ağırlığının da değişmemiş olduğu görülür, bu olay fizikseldir. Aynı şekilde buzun, su; suyun, buhar haline gelmesi de fiziksel olaylardır. Çünkü, her üçü, gerek buz gerek su ve gerekse su buharı, aynı kimyasal maddedir.

Su, fiziksel hallerine dönüşürken ağırlığı değişmez, örneğin, 10 gr. buz, sıvı hale geçse 10 gram su yapar, bu da buharlaşsa 10 gram su buharı meydana gelir. Bu örnek, genelleştirilecek olursa, bütün maddelerin katı halden sıvı hale, sıvı halden buhar haline geçmeleri, birer fiziksel olaydır. Kükürt çubuğunun havada dövülerek toz haline getirilmesi de fiziksel olaydır. Çünkü, kükürdün şeklinden başka hiç bir özelliği değişmemiştir, her toz parçası yine kükürttür.

**2. Kimyasal olaylar** : Olaya katılan madde, dış şekli ile beraber maddî yapılış ve özelliklerini değiştiriyorsa, bu olay kimyasaldır.

Açıkta bırakılan demir paslanır, çinko; beyaz bir katman ile örtülür. Bu katmanlar incelenirse, ne pas; demirin, ne de beyaz örtü; çinkonun özelliklerini göstermezler. Burada demir ve çinko, kendi maddî özelliklerini kaybedecek biçimde değişikliğe uğrayarak, onların yerine yeni özelliklerde başka maddeler meydana gelmiştir. Burada olduğu gibi, maddenin, maddî özelliklerini değiştiren olaylar kimyasaldır. Kitabın başında da değinildiği gibi, kimyasal olayları inceleyerek, maddelerin özelliklerini aydınlatmaya çalışan bilim, kimyadır.

## 1.9 BİLEŞİKLER VE KARIŞIMLAR

### a. BİLEŞİKLER

**DENEY : 7 gram demir tozu, 4 gram kükürt tozu ile iyice karıştırılır. Bu karışım, gözle incelenirse, demir tanecikleri ile kükürt tanecikleri ayrı ayrı görülemez. Fakat, büyüteçle bakılırsa, demir tanecikleri ile kükürt tanecikleri ayrı ayrı görülebilir. Çeşitli usullerle bu tanecikler birbirinden ayrılabilir. Örneğin, karışıma bir mıknatıs yaklaştırılırsa, demir tozlarının mıknatıs tarafından çekildiği, geride kükürdün kaldığı görülür. İkinci bir ayırma usulü de şudur : Demir - Kükürt karışımı, karbon sülfür denilen renksiz bir sıvı ile muamele edilirse, kükürt, karbon sülfürde erir, demir erimez. Süzülerek demir ayrılır. Karbon sülfür eriyiği ısıtılırsa, karbon sülfür buharlaşır * ve geride kükürt kalır. Bu suretle de demir ile kükürt birbirinden ayrılmış olur. Demekki, bu karışımı teşkil eden elementler, karışımda, kendi maddî özelliklerini kaybetmemişlerdir. Şimdi, aynı karışıma kızgın bir tel sokulursa, telin sokulduğu yerden itibaren şiddetli, ateş gösterisi ile bir tepkime başlar ve bütün karışım parlak siyah bir kütleye dönüşür. Bu kütle, büyüteçle incelenirse, demir ve kükürt tanecikleri ayrı ayrı görülemez.**

Yukarıda anlatılan metotlarla da birbirlerinden ayrılamazlar. Bu takdirde demir ve kükürt elementleri arasında, kendi özelliklerini kay-

* Karbon sülfür ($CS_2$), kolay yanıcı bir sıvı olduğundan çalışırken dikkatli olmak gerekir.

bettiren maddî bir değişme (kimyasal bir olay) olmuştur. Deney, havasız yerde yapılırsa aynı sonuç alınır. O halde, bu değişiklik sadece demir ile kükürt arasında olmuştur. Demir ile kükürtten demir sülfür denilen yeni bir madde oluşmuştur.

Demir + Kükürt → Demir sülfür

Böyle, bütün maddî özelliklerin değişmesiyle meydana gelen birleşmeye *kimyasal birleşme*, meydana gelen maddeye de *kimyasal bileşik* denir.

### b. KARIŞIMLAR

İki veya daha fazla elementin ya da bileşik maddenin, aralarında maddî değişme olmadan meydana getirmiş oldukları katışıklardır. Hava, toprak, tuzlu su, yukarıdaki örnekte (demir - kükürt) v.b. gibi. Karışımların, çok defa ergime noktası e.n., kaynama noktası k.n. gibi belirli özellikleri ve belirli eritkenleri yoktur. Örneğin, demir - kükürt karışımında, kükürt, karbon sülfürde erir; demir ise erimez. Çünkü, her ikisinin özellikleri ayrıdır. Karışımları, bu özellik farklarından yararlanarak, saf maddelerine ayırmak mümkündür. Sıvı halindeki karışımlar; damıtma, kristallendirme ile katı karışımlarda; karışım, eritkenlerle muamele edilerek, eriyeni, erimeyenden süzerek, ayırmak mümkündür. Süblimleştirme [*] de bazı katı karışımları, saf maddelerine ayırmakta kullanılan ayrı bir yöntemdir. Gaz karışımları ise, sıvılaştırıldıktan sonra, damıtma ile ayrı ayrı gazlarına ayrılabilir (bkz. sıvı hava sh. 172).

### 1.10 BİLEŞİKLERLE KARIŞIMLARIN MUKAYESESİ

1°. Bileşiklerin belirli özellikleri vardır; özgül ağırlıkları, ergime ve kaynama noktaları sabittir. Belirli eritkenlerde ya tamamıyle erirler ya da erimezler. Karışımların ise ergime ve kaynama noktaları sabit değildir, belli eritkenleri de yoktur.

2°. Bileşikleri teşkil eden basit maddeler, mekanik usullerle birbirinden ayrılamaz. Karışımları meydana getiren maddeler ise, kolaylıkla birbirinden ayrılabilir.

3°. Bileşiğin yapısındaki elementler, kendilerine has özelliklerini gösteremezler. Örneğin, demir sülfür (FeS) bileşiği, hiç bir zaman, demir ve kükürdün özelliklerini göstermez. Demir sülfür bileşiği kendine has özelliklerini gösterir. Karışımlarda ise durum, bunun tamamıyle aksidir.

4°. Bileşik meydana gelirken, karışımlardan farklı olarak bir gaz çıkışı, bir çökelme ya da ısı değişimi gibi olaylar görülebilir.

5°. (Sahife 24) de bir başka önemli farktan daha söz edilmiştir.

(*) (sh. 203 deki) sözlüğe bakınız.

## 1.11 ANALİZ VE SENTEZ

Sahife 17 de anlatıldığı gibi, bir bileşiğin teşekkülü kimyasal bir olaydır. Bunun aksi de yani, bir bileşiğin kendisini meydana getiren daha basit maddelerine ayrılması da yine kimyasal bir olaydır. Bu itibarla kimyasal olayların mahiyetini birbirinden ayırmak için, yeni bazı tanımlara ihtiyaç vardır. Bunlardan en önemlileri *sentez* ve *analiz*dir.

**Sentez:** İki veya daha fazla kimyasal maddenin tepkimeye girerek özellik bakımından kendilerinden tamamiyle farklı başka bir madde meydana getirmeleri olayına, *sentez* denir. Örneğin, hidrojen ile oksijen birbiriyle tepkimeye girerek özellik bakımından kendilerinden çok farklı olan suyu meydana getirirler ki, bu olay bir sentezdir.

Bileşik anlatılırken, kükürt ve demir tozlarını tepkimeye sokmuştuk. Tepkime sonunda siyah renkli; kükürt ve demire benzemeyen yeni bir madde, demir sülfür meydana geldi. Demir sülfürün meydana gelişi de bir sentez olayıdır.

**Analiz** *: Homogen olan bir bileşiğin, çeşitli etkenler (ısı, elektrik v.b.) yardımı ile kendisini meydana getiren ve kendisinden hafif olan basit maddelerine ayrılması olayına *analiz* denir. Buna göre, sentez ve analiz karşıt iki olaydır. Örneğin, suyun ayrıştırılmasında, su kendisini meydana getiren hidrojen ve oksijen gibi basit maddelerine ayrılmıştır. Bundan dolayı bu bir analizdir. Mermer ısıtılırsa:

(Kalsiyum karbonat) mermer → sönmemiş kireç + karbon dioksit

Sönmemiş kireç ve karbon dioksite ayrışır. Bu olay da analize bir örnektir.

## 1.12 MADDE VE ENERJİNİN SAKIMI (KORUNUMU) KANUNU

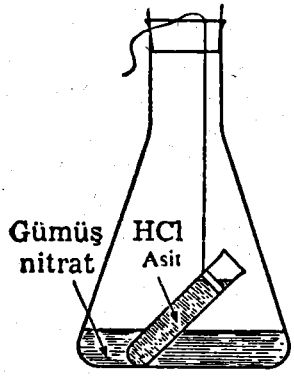
**Maddenin sakımı kanunu:** Bu konuda şimdiye kadar üzerinde hiç durulmamış, önemli bir sorunun cevabını vermeğe uğraşacağız. Kimyacılar tarafından gözlenen maddî değişmelerde, madde yok olabilir veya yoktan var olabilir mi?

Cevabımızı deneyle vermeğe çalışalım:

**DENEY I. İki erlenmayer alınır, birinin içerisine bir miktar bakır sulfat eriyiği, diğerine de sodyum hidroksit eriyiği konur. Her iki erlenmayer beraberce tartılır, sonra bakır sulfatlı erlenmayer içerisine sod-**

[*] Tanıma göre, analiz; bir ayrıştırma olayı veya işlemidir. Özellikle kimyasal bir maddenin bileşimini tayin etmek için yapılır.

**yum hidroksit eriyiği dökülür (Hiç bir damlanın dışarı dökülmemesine dikkat edilmelidir.). Derhal çökelek teşkiliyle maddî bir değişme olur. Boş kalan erlenmayerle diğeri tekrar beraberce tartılır, her iki haldeki ağırlığın birbirine eşit olduğu görülür.**



(Şekil : 3)
Maddenin Sakımı Kanununun deneyle gerçekleşmesi

**DENEY II. (Şekil: 3) de görüldüğü gibi erlenmayer içerisine bir miktar saf gümüş nitrat eriyiği konur. Erlenmayere, içerisinde hidroklorik asit bulunan bir tüp sarkıtılır. Hepsi birden tartılır. Daha sonra tüp eğilerek hidroklorik asit, gümüş nitrat içerisine dökülür. Bu anda beyaz bir çökelek teşkiliyle kimyasal bir tepkime olur. Tekrar tartılacak olursa, ağırlığın değişmediği görülür.**

Bu iki deneyden anlaşılacağı gibi *hiç bir maddî değişmede var olan madde yok olmaz, yoktan da var olmaz.* Bu genel bir kanundur. Buna *«Maddenin Sakımı Kanunu»* denir.

Kimya biliminde, *«tepkimeye giren maddelerin ağırlıkları toplamı, tepkimeden çıkan maddelerin ağırlıkları toplamına eşittir»* şeklinde ifade edilir. Bu hale göre, evrendeki madde miktarı (ağırlık bakımından) daima sabittir. Değişen, sadece maddenin şeklidir.

Yunan filozofları, sadece düşünce ürünü olarak maddenin sakımına benzer fikirler ileri sürmüşlerdir. Fakat maddenin sakımını deneyle gerçekleyen ilk bilgin, Fransız kimyacısı *Lavoisier* (1743 - 1794) dir. Bu bilgin, kimyada teraziyi ilk defa kullanarak bu bilimin gerçek yolunda ilerlemesini sağlamıştır.

Yirminci yüzyılın başına kadar, evrenin temelinin madde olduğu ve maddenin yok edilemeyeceği fikri kabul edilirdi. Son zamanlarda ise, sadece kimyasal olaylara giren maddeler için, maddenin sakımı kanununun doğru olduğu, fakat daha derin olaylar için doğru olmadığı bilinir. Bu takdirde, madde ve enerjinin ortak sakımı (korunumu) kanunu söz konusu edilir.

**Enerji :** Bir sistemin iş yapabilme yeteneğidir. Tabandan biri 5 m., diğeri 10 m. yüksekte duran, hacım ve ağırlıkça eşit iki cisimden yüksekteki, düşmede diğerinden daha fazla iş yapacağından, daha fazla ener-

jisi vardır denir. Isı, elektrik, kinetik, mekanik, kimyasal enerji gibi, enerjinin türlü şekilleri bilinmektedir.

**Enerjinin sakımı kanunu** : Evrende enerji miktarı daima sabittir. Sadece enerjinin şekli değişir. Sözgelimi, elektrik enerjisi ampullerde ışık, elektrik fırınlarında ısı enerjisi haline dönüşür. Fakat bu dönüşmede, enerji miktarı daima sabittir. Yani, bir şekildeki enerjinin değeri, dönüştüğü diğer bir enerjinin değerine eşittir.

Büyük Alman Fizikcisi Einstein (Aynştayn)'a göre, madde yoğunlaşmış bir enerjidir. Bu itibarla, enerji maddeye, madde de enerjiye dönüşebilir. Bu dönüşme,

$$m = \frac{E}{c^2}$$

yukardaki Einstein denklemine göre olur. c=Işık hızı çok büyük olduğundan (saniyede 300.000 km), $E = m.\ c^2$ ye göre azıcık bir madde miktarı enerjiye dönüşünce, çok büyük miktarda enerji meydana gelir.

Bu hipoteze göre genel olarak tek başına maddenin sakımı kanunundan ve yine tek başına enerjinin sakımı kanunundan bahsetmek yanlıştır. Evrende, maddenin ve enerjinin beraberce sakımından söz edilebilir Yani, evrendeki enerji ve madde miktarlarının toplamı sabittir. Fakat icabında madde enerjiye, enerji de maddeye dönüşebilir.

## BÖLÜM I

### Alıştırma ve İnceleme Soruları :

1 — Madde ve cisim nedir? Tanımlarını yaparak örnekler veriniz.
2 — Element nedir? Yeryüzünde en çok bulunan elementler hangileridir? Birkaç örnek yazınız.
3 — Bileşik nedir? Element ve bileşiklere örnekler veriniz.
4 — Bileşik ve karışım arasındaki farkları yazınız.
5 — Maddenin sakımı kanununu siz de başka bir deneyle gerçeklemeye çalışınız.
6 — Her insanın az da olsa kimya öğrenmesi gereklidir? Niçin?
7 — Sentez ve analiz ne demektir? Birer örnek üzerinde açıklayınız.
8 — Heterogen ve homogen maddelere birer örnek veriniz.
9 — Her kimyasal bileşik homogen bir maddedir. Fakat, her homogen madde mutlaka bileşik olmayabilir. Neden?
10 — Metallerle, ametalleri özellikleri bakımından karşılaştırınız.

11 — Bir maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini bilmenin bizlere sağlayacağı faydaları açıklayınız.

12 — Tuzlu su, bir karışım olduğu halde homogen bir maddedir. Niçin?

13 — Aşağıdaki değişmelerin hangisi fiziksel, hangisi kimyasaldır. Karşılarına yazınız :

| | |
|---|---|
| Odunun yanması ..... | Kalemin kırılması ..... |
| Odunun biçilmesi ..... | Suyun kaynaması ..... |
| Barutun yanması ..... | Kibritin yanması ..... |
| Etin kokması ..... | Rengin solması ..... |
| Yaprakların çürümesi ..... | Şekerin suda erimesi ..... |

14 — Aşağıdaki maddelerden hangisi bileşik, hangisi karışımdır?

Tuz ..... Süt ..... Ekmek ..... Toprak ..... Limonata .....

Su ..... Yağ ..... Buz ..... Şeker ..... Kemik .....

# BÖLÜM 2

# ÖNEMLİ KİMYA KANUNLARI VE DALTON'IN ATOM TEORİSİ

## 2.1 BELİRLİ AĞIRLIK ORANLARI KANUNU (SABİT ORANLAR KANUNU)

Bileşikler ve karışımlar incelendikten sonra, akla şöyle bir soru gelebilir. Acaba, bileşiği teşkil eden elementlerin bileşikteki oranı sabit midir değil midir? Bu sorunun cevabını bir deney ile araştıralım :

**DENEY : Çinko (Zn), kükürtle (S) karıştırılıp ısıtılırsa, (demir sülfürde olduğundan daha) şiddetli bir kimyasal değişme sonucu, çinko sülfüre (ZnS) dönüşür.**

**Tartılarak bir kroze içerisine konan çinko, krozede bütün Çinkoyu sarfedecek miktarda kükürt ile (kükürtten daima fazla alınmalı artanı yanarak uzaklaşır.) karıştırılır. Karışım ısıtılarak, (ZnS) haline getirilir. Meydana gelen Çinko sülfür tartılır. Örneğin, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiş olsun.**

| Sonuç | Ağırlık | Gram |
|---|---|---|
| Kroze, kapağı ve çinko | X = 22.100 | gr. |
| Kroze ve kapağı | Y = 15.600 | » |
| Çinko | X — Y = 6,500 | » |
| Kroze, kapağı ve çinko sülfür | Z = 25.300 | » |
| Çinko sülfür | Z — Y = 9.700 | » |
| Çinko sülfürdeki kükürt miktarı | Z — X = 3.200 | » |

Buna göre,

1 gram çinko ile birleşen kükürt miktarı :

6,5 gr. çinko ile 3,2 gram kükürt birleşirse

1 gr. çinko ile x gram kükürt birleşir.

$$x = \frac{3,2}{6,5} = 0,492 \text{ gr. bulunur.}$$

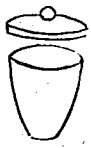
Çinko sülfürün yüzde bileşimi de, aşağıdaki şekilde bulunur.

9,700 gr. çinko sülfürde 3,2 gr. kükürt bulunursa

100 gr. çinko sülfürde x gr. kükürt bulunur.

Buradan

$$x = \% S = \frac{3,2}{9,700} \times 100 = 32,9$$



Kroze : Dar, uzun küçük bir porselen kaptır.

Çinkonun yüzdesi ise,

% Zn = 100 — 32,9 = 67,1 bulunur.

Deney, değişik miktarlar alınarak tekrarlanırsa, yine aynı sonuçlar (yüzdeler) elde edilir.

Bulunan bu sonuçlar belirli ağırlık oranları kanunu adı altında aşağıdaki şekilde genelleştirilebilir.

**Kanun: Bir bileşiği meydana getiren elementlerin, o bileşikteki ağırlıkları arasında belirli (sabit) bir oran vardır. Bir başka deyişle, bileşiği teşkil eden elementlerin, bileşikteki yüzde oranları sabittir.** Örneğin 56 gr. demir, 32 gr. kükürtle birleşebilir. 56/32 oranı daima sabittir. Buradan karışım ile bileşik arasında şöyle bir farkın var olduğu görülür. Bileşikte, bileşiği teşkil eden elementlerin ağırlıkları arasında belli bir oran vardır. Karışımda ise, karışımı meydana getiren maddeler, birbirleri ile her oranda karışabilir. Örneğin, bir kilo kükürt, bir kilo demirle karışabildiği gibi bir ton demir ile de karışarak (Fe + S) karışımı yapar.

## 2.2 KATLI ORANLAR KANUNU

Elementlerin çoğu birbirleriyle birleşerek birden fazla bileşik yaparlar. Örneğin, karbon ile oksijen birleşerek birbirinden özellik itibariyle farklı iki bileşik meydana getirirler. Bunlardan biri karbon monoksit diğeri de karbon dioksittir.

Bu iki bileşikte, aynı karbon miktarı ile birleşen oksijen miktarları arasında, aşağıda gösterildiği üzere ½ gibi basit ve değişmez bir oran vardır.

12 gr. karbon 16 gr. oksijen ile birleşerek karbon monoksit (CO) yapar. Yine, 12 gr. karbon 32 gr. oksijenle birleşerek bu defa karbon dioksit ($CO_2$) yapar.

O halde, karbonun sabit miktarı ile (12 gr. karbonla) birleşen oksijenin her iki bileşikteki miktarları arasında ½ ile gösterilen basit ve değişmez oran ortaya çıkar (Şekil: 4).

**Diğer bir örnek:**

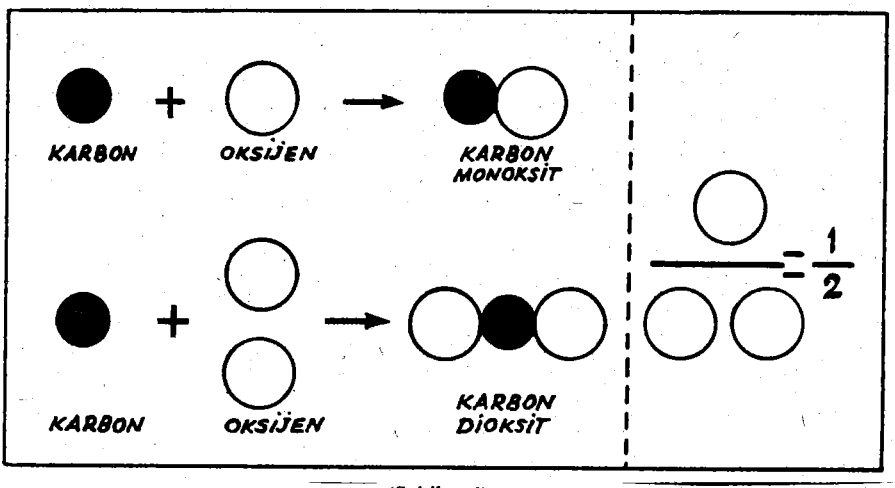
119 gr. Sn, 32 gr. S ile birleşerek, (SnS) siyah kalay sülfürü yapar.
119 gr. Sn, 64 gr. S ile birleşerek, ($SnS_2$) sarı kalay sülfürü yapar.

**Burada da aynı miktar kalay ile birleşen kükürt miktarları arasında 1/2 ile gösterilen, basit ve değişmez bir oran vardır.**

Deneyle elde edilen sonuçlar katlı oranlar kanunu adıyle genelleştirilir.

**Kanun: İki ayrı element, aralarında birden çok bileşik yaparsa, elementlerden birinin sabit miktarıyle birleşen, diğer elementin, bileşiklerdeki miktarları arasında, küçük tam sayılarla belirtilen bir oran vardır.**

(Şekil : 4) bu kanunu şematik olarak açıklamaktadır.




(Şekil : 4)
Katlı oranlar kanununun şematik olarak ve atomlar üzerinden açıklanması.

Bu kanunu ilk defa bulan İngiliz bilgini Dalton'dır (Şekil : 5). Bundan dolayı bu kanuna *Dalton'ın katlı oranlar kanunu* denmiştir.

(Şekil : 5)
John Dalton (İngiliz: 1766-1844) Fizik ve kimyacıdır. Çeşitli okullarda uzun yıllar öğretmenlik yapmıştır. Bilimsel çalışmalara katkısı çoktur. Adı ile bilinen atom teorisini kurdu. Gazların özelliklerini ve birleşmelerindeki kanunları inceledi. Ayrıca, eserleriyle de Kimyanın gelişmesine geniş ölçüde yardım etmiş olan büyük bir bilgindir.

## 2.3 · DALTON'IN ATOM TEORİSİ

Büyük problemlerin çözümü; daima aynı konuyla ilgili çok sayıda küçük problemlerin çözülmesi ve sonuçlarının birbirine bağlanmasıyla ortaya çıkar. Atom ve yapısı hakkındaki bugünkü bilgimiz de, çeşitli milletlerden bilim adamlarının özellikle, 19 uncu yüzyılın başından beri yapagelmekte oldukları çalışmalara ve araştırmalara dayanır.

Maddenin atomlardan yapıldığı fikri, yeni değildir. M. Ö. 500 yılında Grek düşünürü *Leucippus*, bütün maddelerin son derece küçük, sayısız taneciklerden ibaret olduğunu ileri sürdü. Öğrencileri *Democrite* ve *Epicure* de aynı fikri savundular. Fakat, o zamanın bilimsel araştırma ve deneme olanaklarının çok az olması yüzünden, bu kıymetli fikirler sadece, bir düşünce olmaktan ileriye gidemedi. Aradan yüzyıllar geçti. Maddelerin atomlardan yapıldığı tezi 19 uncu yüzyılın başlarında yeniden kuvvet kazandı. Nihayet 1808 yılında büyük kimyacı John Dalton atom teorisini açıkladı. Bu teori ile kimya, büyük bir gelişme devrine girdi. John Dalton, teorisini şöyle bir düşünceye dayanarak ortaya koymuştur:

Kendisinin bulduğu katlı oranlar kanununa göre meydana gelmiş, biri SnS diğeri de $SnS_2$ olmak üzere iki türlü kalay sülfür vardır. Her iki sülfürdeki kükürtlerin birbirine oranı ½ dir. Yani biri, ötekinin tam iki katıdır. Sarı kalay sülfürü teşkil etmek için; meselâ, 119 gr. kalay ile 50 gr. kükürdü tepkimeye sokalım. Sarı kalay sülfür ($SnS_2$) meydana gelmez. 119/32) oranında birleşerek siyah kalay sülfürü (SnS) yapar. Arta kalan $50 - 32 = 18$ gr. kükürtte tepkimeye girmeden geriye kalır. Ancak kükürt, siyah kalay sülfürdeki miktarın tam katı, yani, $2 \times 32 = 64$ gr. olduğu takdirde sarı kalay sülfür meydana gelir. Burada siyah kalay sülfür için 119/32 oranı o kadar küçük alınabilir ki, 119 rakamı tepkimeye giren kalayın, bütün özelliklerini gösteren en küçük parçasının (taneciğinin) kütlesini ifade etsin. 32 de tepkimeye giren kükürdün en küçük parçasının kütlesini ifade eder. Sarı kalay sülfürdeki kükürt miktarı, siyah kalay sülfürdeki kükürt miktarının iki katıdır. O halde, aynı miktar kalay ile yani, bir kalay taneciğiyle iki kükürt parçacığının (taneciğinin) tepkimeye girmesi gerekir.

Burada sözü edilen tanecikler, kimyasal metotlarla, temsil ettikleri elementlerin özelliklerini taşıyan, daha küçük parçalara bölünemeyeceklerinden, artık, daha fazla parçalanmaları (bölünmeleri) mümkün olmayan bu parçacıklara, Latince bu anlama gelmek üzere (atomos) dan, atom denmiştir. İşte elementler, atomlar halinde tepkimeye girerler. Bütün maddeler atomlardan yapılmıştır.

**Dalton'ın atom teorisi şu maddeler üzerine özetlenebilir:**

1. Madde, Latince bölünemeyen parça anlamına gelen atomlardan yapılmıştır.

2. Aynı elementin atomları; ağırlık, hacım ve şekil bakımından birbirlerinin aynı, fakat ayrı ayrı elementlerin atomları tamamıyle birbirlerinden farklıdır. Bu hale göre *element; aynı cins atomlardan meydana gelen maddedir*, diye de tanımlanabilir. Örneğin, saf demir, elementtir. Çünkü bir demir parçasında milyonlarca atom vardır. Fakat, bu atomların hepsi birbirinin aynıdır.

3. Kimyasal bileşikler, atomların basit sayı oranları üzerine birleşmeleri ile meydana gelirler.

4. Birden çok atom birbiri ile birleşerek, yeni kapalı bir birim teşkil ederler. Bu birim, meydana gelen bileşiğin en küçük parçasıdır. Dalton buna *karışık atom* demiştir. Bugün bu birime, çoğu zaman *molekül* denir.

## 2.4 GERÇEK ATOM AĞIRLIĞI VE BAĞIL ATOM AĞIRLIĞI

Bir atomun gerçek ağırlığı son derece küçüktür. Öğrenciler için en güç olanı, atom denilen ve en kuvvetli mikroskoplarla dahi görülemeyen, bu son derece küçük parçacıkların varlığını ve ağırlıklarının kesinlikle hesaplandığını kabul etmektir. Berçek şu ki, bugün bir tek atomun gerçek ağırlığı büyük bir kesinlikle hesaplanmaktadır. Sözgelimi, bir hidrojen atomunun gerçek ağırlığı, $1{,}67 \times 10^{-24}$ gr. Bir karbon atomunun gerçek ağırlığı ise, $1{,}99 \times 10^{-23}$ gr. dır. En ağır olan atomun gerçek ağırlığı da $5 \times 10^{-22}$ gramdan daha azdır. Bunun için, gerçek atom ağırlıkları çok küçüktür. Hesap işlemlerinde zaman kaybettireceği ve istenilmeyen güçlükler çıkaracağı düşünülerek kullanılmaz. Kimya hesaplarında gerçek atom ağırlıkları yerine, bağıl atom ağırlıkları kullanılır.

Herhangi bir atomun bağıl ağırlığı, bir mukayese atomundan kaç defa ağır veya hafif olduğunu gösterir. Bunun için mukayese atomu olarak karbon ($C^{12}$)atomu alınır, ağırlığı 12 olarak kabul edilir. Buna göre, meselâ magnezyumun atom ağırlığı 24 dür denince bu, magnezyum atomunun, karbon atomundan 2 defa (24/12) daha ağır olduğunu gösterir. Keza hidrojen atomunun ağırlığı 1 dendiği zaman, bu, bir hidrojen atomunun, bir karbon atomundan 12 defa daha hafif olduğunu ifade eder. *Son zamanlarda bağıl atom ağırlıkları (atomik kütle birimi, «a.k.b.» şek-*

*linde gösterilmektedir. Bir karbon* ($C^{12}$) *atomunun kütlesi, 12 olarak kabul edildiği takdirde, bunun, 12 de birine 1 atomik kütle birimi denir. Yani kısaca (a.k.b.) şeklinde gösterilir.* Sözgelimi, sodyum atomunun bağıl ağırlığı 23 a.k.b. demek, bir sodyum atomu; bir karbon atomunun ağırlığının 12 de 1 inden, 23 defa ağır demektir. Kükürdün atom ağırlığı 32 a.k.b. demek, bir kükürt atomu, bir karbon atomunun ağırlığının 12 de birinden 32 defa daha ağır demektir. Yani, bir karbon atomundan 2,66 defa daha ağır olduğunu gösterir. Kitabın sonuna bütün elementlerin bağıl atom ağırlıklarını gösteren alfabetik sıraya göre hazırlanmış bir çizelge eklenmiştir. Burada verilen değerler (a.k.b.) olarak düşünülebilir (Ay. Bk. Sh. 101).

**Bağıl molekül ağırlığı:** Moleküller, birkaç atomun birleşmesiyle meydana gelen parçacıklardır. Bu nedenle, moleküller de çok küçüktür. Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı gerçek ağırlıkları kullanılmaz. Bağıl molekül ağırlıkları kullanılır. Bağıl molekül ağırlığı, molekülü meydana getiren atomların, bağıl ağırlıkları toplamına eşittir. Örneğin, oksijen molekülü, 2 oksijen atomundan meydana gelmiştir. O halde bağıl molekül ağırlığı $2 \times 16 = 32$ a.k.b. den ibarettir.

**Mukayese atomu olarak niçin karbon atomu seçilmiştir. Başka herhangi bir atom alınamaz mı?**

Cevap: Alınabilir. Zamanımıza kadar çeşitli elementlerin atomları mukayese atomu olarak alınmıştır. Örneğin, önce hidrojen atomu mukayese atomu alınmış, daha sonra hidrojenden vazgeçilerek mukayese atomu olarak ($O^{16}$) alınmıştır. Oksijen 1961 yılına kadar mukayese atomu olarak kullanılmıştır. 1961 yılından bu yana karbon ($C^{12}$) nin atom ağırlığı 12.0000 a.k.b. alınarak mukayese atomu olarak kullanılmaktadır. Oksijene göre hesaplanan bağıl atom ağırlıkları ile karbona göre hesaplanan bağıl atom ağırlıkları arasındaki farklar çok azdır. Önemli farklar yoktur, ancak çok duyar bilimsel araştırmaları etkileyecek niceliktedir.

## BÖLÜM II

**Alıştırma ve İnceleme Soruları:**

1 — **Belirli ağırlık oranları kanununu bir örnek üzerinde açıklayınız.**

2 — Belirli ağırlık oranları kanununa göre 7 gr. demir, 4 gr. kükürtle birleşir. Niçin? Meselâ, 3 gr. demir, 3 gr. kükürtle birleşerek 6 gr. demir sülfür meydana getiremez. Sebebini atom teorisiyle açıklayınız.

3 — Katlı oranlar kanununa göre, birinci elementin sabit miktarıyle birleşen ikinci elementin, ağırlıklarının oranı sabit ve tamsayıdır. Sebebini açıklayınız.

4 — Kimya hesaplarında gerçek atom ağırlığı kullanılmaz, sebebini açıklayınız.

5 — Atomik kütle birimi nedir? Demirin atom ağırlığı 56 atomik kütle birimi dendiği zaman ne anlaşılır?

6 — Dalton'ın atom teorisini maddeler halinde özetleyiniz.

## PROBLEMLER :

1 — 1,52 gr. magnezyum, 1 gr. oksijen içerisinde yanarak bileşik meydana getirirse, 12,2 gr. magnezyum kaç gram oksijenle birleşebilir?

Cevap : 8,03 gr.

2 — 12 gr. azot ile 12 gr. hidrojenden kaç gram amonyak ($NH_3$) elde edilir? (Amonyağın% 82 si azot, % 18 i hidrojendir.)

Cevap : 14,6 gr.

3 — Karbon monoksitin (CO), % 42,8 i karbon, % 57,2 si de oksijendir. Karbon dioksitin de % 27 si karbon, % 73 ü oksijendir. Bu örneğin, Dalton'ın katlı oranlar kanununa uyup uymadığını gösteriniz.

Cevap : Uyar

4 — Bir atom kükürtle, bir atom demirin birleştiği bilindiğine göre 336 gr. demirle kaç gram kükürt birleşebilir?

Cevap : 192 gr.

5 — Karbondan 4 defa daha ağır olan bir elementin bağıl atom ağırlığı, kaç atomik kütle birimidir?

Cevap : 48 a.k.b.

# BÖLÜM 3

# KİMYASAL SEMBOL VE ÖNEMİ, ATOM - GRAM, MOLEKÜL - GRAM, PROBLEMLER, KİMYASAL TEPKİME (Reaksiyon) TİPLERİ

## 3.1 KİMYASAL SEMBOL VE ÖNEMİ

Kimyacılar, elementleri ve onların meydana getirdikleri bileşikleri, *sembol*'lerle göstermek suretiyle aralarında uluslararası bir anlaşma temin etmişlerdir.

Element ve bileşiklerini sembollerle göstermek zorunludur. Çünkü, bugün için sayıları bir milyonu aşan bileşikleri ve birbirleri arasında meydana gelen kimyasal değişmeleri gösteren denklemleri, yazı ile ifade etmek hem çok karışıklıklara sebep olur, hem de büyük zaman kaybını gerektirir.

Element ve bileşiklerini sembollerle göstermek fikri yeni değildir. Çok önceleri alşimistler zamanında da kimyal maddeler sembollerle gösterilmiştir (Şekil : 6).

Örnek :

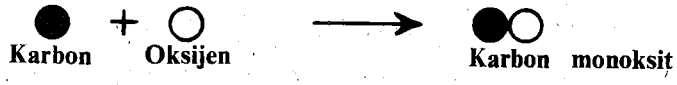
(Şekil : 6)
Alşimistler tarafından kullanılan bazı semboller.

Fakat, her maddeye sembol olarak gelişigüzel bir şekil veriliyordu. Bu usulün pratik ve aynı zamanda bilimsel bir değeri de yoktur. Sayıları bir milyonu aşan bileşiklerin her birine sembol olarak ayrı bir şekil bulmak ve bu sembollerle kolayca anlaşmak mümkün değildir.

Bir elementin atomu, diğer elementlerin atomlarından farklı olduğu için, Dalton da her element için ayrı bir sembol kullanmıştır.

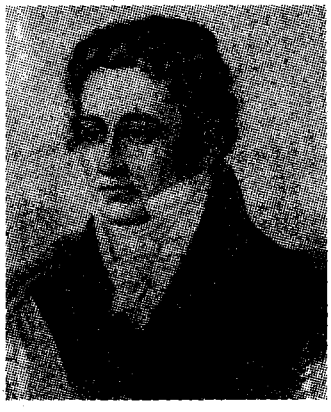
Dalton'ın kullandığı semboller geometrik şekillerden ibarettir. Örneğin, oksijen atomu «○» şeklinde bir daireyle, karbon atomu ise «●» şek-

linde ortası siyah bir daire ile gösterilmiştir. Dalton her bileşik için, ayrı bir sembol kullanmamıştır. Bileşikleri aşağıda gösterildiği gibi,




bileşiği meydana getiren elementlerin sembollerini yan yana yazarak ifade etmiştir. Bu itibarla, Dalton'ın sembol sistemi alşimistlerinkinden daha ileri ve daha pratiktir. Buna rağmen, kimyasal bileşiklerin geometrik şekillerle gösterilmesi de büyük zaman kaybını gerektirir. Ve bileşiklerin hepsinin bu tarzda doğru ve bilimsel bir şekilde ifadesi de mümkün değildir. Bu bakımdan, bilim adamları daha pratik bir gösteriş şeklini bulmak için çalışmışlardır.

Kimyada, bugünkü anlamda sembolleri ilk defa kullanarak kimyanın gelişmesine hizmet eden bilgin İsveçli kimyacı *Berzelius* (Berzelyus, şekil : 7) olmuştur. Berzelius'un sembolleri zamanımızda da kullanılmaktadır.



(Şekil : 7)
İsveçli kimyacı Berzelyus
(Berzelius) (1779 - 1848)

Berzelius'a göre, elementler Latince adlarının baş harfleriyle gösterilir. Örneğin ; Oksijenin Latince adı (Oxigenium) dur. O halde, sembolü (O) dur. Hidrojenin Latince adı (Hidrogenium) dur. Sembolü : «H» dir.

Bazı elementlerin Latince adlarının baş harfleri, birbirinin aynıdır. Bu takdirde, bu gibi elementlerden biri yine baş harf olarak, ikinci elementte; biri yine baş harf olmak üzere, iki harf ile gösterilir. Örneğin; Karbon (Carbon) = C, Kadmiyum (Cadmium) = Cd, Flor (Fluor) = F, Demir (Ferrum) = Fe gibi.

İlk harf daima büyük (majiskül), varsa ikinci harf küçük (miniskül) olarak yazılır. Bu sembollerle dünyanın bütün kimyacıları arasında da uluslararası bir anlayış sağlanmıştır. Örneğin ; Demir'in İngilizcesi Iron' dur. Fakat Türk kimyacıları ile İngiliz kimyacılar demiri aynı «Fe» sembolü ile gösterirler.

## 3.2 ATOM - GRAM, MOLEKÜL - GRAM

Bir elementin bağıl atom ağırlığının yani, (a.k.b.) miktarının, gram olarak değerine, o elementin bir (atom - gram) ı denir. Kimya problemlerinin çözümünde, atom - gram kullanılır.

Oksijen'in atom ağırlığı 16 a.k.b. dir. O halde bir atom - gramı da 16 gr. dır. Keza, 32 gram kükürt, kükürdün atom ağırlığı da 32 olduğuna göre, 1 atom - gram kükürttür. Buna göre, sözgelimi: 3,2 gr. kükürt ise 3,2/32 = 0,1 atom - gram kükürt demektir.

Her elementin sembolü, o elementin adını ifade ettiği gibi, bir atomgramını da gösterir. Örneğin, «O» hem oksijen atomunu, hem de bir atom - gram yani, 16 gr. oksijeni gösterir. Moleküllerde, atomu gösteren sembolün sağ alt köşesine, molekül içindeki atom sayısını yazarak ifade edilir. «O» oksijen atomunu, «$O_2$» de oksijen molekülünü (oksijen gazını), «H» hidrojen atomunu, ($H_2$» de hidrojen molekülünü (hidrojen gazını) gösterir. Molekül formülleri, aynı zamanda o molekülün, 1 molekülgramını da ifade eder.

$O_2 = 2.16 = 32$ gr. yani, 1 molekül - gram oksijeni

$H_2 = 1.2 = 2$ gr. yani, 1 molekül - gram hidrojeni gösterir.

Molekül - gram yerine çoğu zaman kısaca *mol.* kısaltması kullanılır.

Herhangi bir elementin bir atom - gramında, daima eşit sayıda atom bulunur. Bu sayı, $6.02 \times 10^{23}$ olup, *Avogadro* sayısı olarak bilinir.

Avogadro sayısının nasıl bulunduğu konumuz dışıdır. Fakat, çok dikkatle yapılan deneylerle kesin olarak tayin edilmiştir. Avogadro sayısı bilinince, bir atomun gerçek ağırlığını bulmak mümkündür. Örneğin, bir karbon atomunun gerçek ağırlığı,

$$\frac{12}{6{,}02 \times 10^{23}} = 1.99 \times 10^{-23} \text{ gr. dır.}$$

İki elementin birer atom - gramı tepkimeye sokulursa, Avogadro sayısına göre, eşit sayıda atom tepkimeye girmiş olur.

Örneğin,

| Fe | + | S | → | FeS |
|---|---|---|---|---|
| Demir | | Kükürt | | Demir sülfür |
| 56 gr. | | 32 gr. | | 88 gr. |

56 gr. demir, 32 gr. kükürtle tepkimeye girerse demir ve kükürt atomlarının sayıları birbirine eşit olduğundan hiç artık vermeden hepsi demir sülfür (FeS) haline dönüşür. Demek oluyor ki, kimya tepkimelerinde ve

hesaplarında atomların gerçek ağırlıkları yerine, atom - gramlarını almak mümkündür.

**Problemler :**

**Örnek - 1:** Demirin atom ağırlığı 56 a.k.b. olduğuna göre, 336 gr. demirin kaç atom - gram demire eşit olduğunu bulunuz.

Cevap : Mademki 56 gr. demir, 1 atom - gram demirdir, o halde 336 gr. demir, 336/56 = 6 atom - gram demir eder.

**Örnek - 2:** Bir atom kükürt ile bir atom demirin birleştiği bilindiğine göre, 336 gr. demir ile kaç gram kükürt birleşir?

Cevap : Birinci problemden 336 gr. demir 6 atom - gram demirdir.

1 atom demir ile bir atom kükürt birleştiğinden, Avogadro sayısına göre,

1 atom - gram demirle, 1 atom - gram kükürdün birleşeceği tabiîdir.

O halde, 6 atom - gram demirle de, 6 atom - gram kükürt birleşir.

1 atom - gram kükürt 32 gr. kükürt olduğundan, 6 atom - gramı, $6 \times 32 = 192$ gr. kükürt eder. Buna göre 336 gr. demirle 192 gr. kükürt birleşerek 528 gr. demir sülfür yapar.

(Bu problemi doğrudan doğruya basit bir orantıyla da çözmek mümkündür. Ancak, atom - gram üzerinden yukarıda gösterilen çözüm yolu, kimya öğrenenler için daha uygun bir yoldur.)

**Örnek - 3:** 336 gr. saf demir talaşında kaç tane demir atomu vardır? Hesaplayınız.

Cevap : 336 gr. saf demir, 6 atom - gram'dır.

1 atom - gramda Avogadro sayısı kadar yani, $6{,}02 \times 10^{23}$ atom bulunduğuna göre,

6 atom - gramında ; $6 \times 6{,}02 \times 10^{23} = 3{,}6 \times 10^{24}$ atom bulunur.

### 3.3 BİLEŞİK FORMÜLLERİ

Kimyasal bir bileşik, birden fazla ve ekseriya değişik atomların birleşmesiyle meydana gelir.

O halde, bir bileşik formülü, bileşiğin hangi atomlardan meydana geldiğini gösterdiği gibi, bileşikteki atomların sayılarını da göstermelidir. Bir başka deyişle, bileşiği teşkil eden elementlerin birbirlerine göre bileşikteki bağıl atom - gram sayılarını ifade etmelidir. Sözgelimi, $A_xB_y$ formülü ile gösterilen bir bileşikte; B elementinin «y» atom - gramı ile A elementinin «x» atom - gramının birleştiği anlaşılır. Her elementin bir atom - gramında eşit sayıda atom olduğundan bu formül, aynı zamanda

B'nin y atomu ile A'nın x atomunun birleştiğini de gösterir. Buna göre bir bileşik formülünü yazmak için, o bileşiği meydana getiren atomların sembolleri yan yana yazılır. Sonra, her atomun bileşikteki sayısı, kendi sembolünün altına konur. Meselâ, suyun formülü $H_2O$ dur. Bu formül, suyun iki hidrojen atomu ıle bir oksijen atomundan yapılmış olduğunu gösterir. Sembollerin altındaki atom sayılarını gösteren rakamların, birbirine göre en küçük ortak bölenleri olmalıdır. Sudaki H atomları ile O atomlarının birbirlerine nazaran sayı oranı ½ dir. Böyle bir formül, $H_2O$ ile gösterildiği gibi, $H_4O_2$ ; $H_6O_3$ v.b. şeklinde de gösterilebilir. Fakat suyun formülü, bunların en küçük ortak böleni olan $H_2O$ şeklindedir.

### 3.4 BİR BİLEŞİĞİN KİMYASAL FORMÜLÜNÜN TAYİNİ

Atom ağırlığı 121,76 a.k.b. olan antimon (Sb) elementi, kükürtle ısıtılarak tepkimeye sokuluyor, meydana gelen antimon sülfür bileşiğinin formülünü tayin edelim.

Meselâ, yapılan deneyde ; 2,435 gr. antimon, 0,967 gr. kükürtle birleşerek, 3,402 gr. antimon sülfür meydana getirmiş olsun.

Mademki bileşik formülü, bileşiği meydana getiren elementlerin o bileşikteki bağıl atom - gram sayılarını göstermektedir. O halde, kaç atom - gram antimon ile kaç atom - gram kükürdün birleştiği hesaplanmalıdır.

2,435 gr. antimon, 2,435/121,76 = 0,02 atom - gramdır.

0,967 gr. kükürt, 0,967/32 = 0,03 atom - gramdır.

Bileşik formülü, bileşikteki atomların bağıl atom - gram sayılarını gösterdiğine göre, antimon sülfür bileşiğinin formülü; $Sb_{0,02}\ S_{0,03}$ olmalıdır. Ancak, atomlar bölünemeyeceğine göre, kesirli sayıların tamsayıya çevrilmesi gerekir. Bunun için, yukarıdaki kesirli rakamlar en küçük ortak katlarıyla çarpılarak tamsayıya çevrilir. Bu takdirde, 0,02; 2, 0,03; 3 olur. Buna göre bileşiğimizin formülü,

$Sb_2S_3$ den ibarettir.

Bazen formülü tayin edilecek bileşiğin yüzde bileşimi verilir. Yüzde bileşimi verilen bir bileşiğin formülünün nasıl tayin edileceğini örnek bir problemi çözerek açıklayalım.

**Örnek problem :**

**Bir bileşiğin analizinde, o bileşiğin, ağırlıkça, %50,05'i S ve %49,95'i oksijenden ibaret olduğuna göre, bu bileşiğin formülünü tayin ediniz.**

**Cevap:** Bileşik formülünü tayin için, bileşiği meydana getiren elementlerin, burada kükürt ve oksijenin, bileşikteki atom - gram sayılarını hesaplamak gerekir.

Bileşiğin yüzdesi verildiğinden, buna göre 100 gram bileşiğin 50,05 gr. ı kükürt, 49,95 gr. ı oksijen demektir. Kükürdün atom - gramı, 32, oksijenin atom - gramı da 16 olduğundan,

50,05 gr. kükürt, 50,05/32 = 1,56 atom - gramdır.

49,95 gr. oksijen, 49,95/16 = 3,12 atom - gramdır. Buna göre, meydana getirdikleri bileşiğin formülü,

$S_{1,56}\ O_{3,12}$ şeklinde ifade edilir. Kesirler tamsayı haline getirilirse, esas formül $SO_2$ olur. Tamsayı yaparken görülen küçük farklar deney hatası kabul edilerek, ihmal edilebilir.

## 3,5 KİMYASAL TEPKİME (REAKSİYON) VE DENKLEMLER

**Kimyasal Tepkime (Reaksiyon):** Değişik özelliklerde yeni maddelerin meydana geldiği, kimyasal değişmelere reaksiyon - tepkime denir. Birbirleri üzerine etki ederek, yeni maddeler meydana getirmek suretiyle değişikliğe uğrayan; yani, reaksiyona giren maddelere *reaktif*, reaksiyondan meydana gelen maddelere de *ürün* denir. Her reaksiyon bir denklemle gösterilir.

**Kimyasal denklemler:** Tepkimeye giren maddelerin bağıl miktarları ile onların durumlarını formüller yardımıyle gösteren denklemlerdir. Bu denklemlerde tepkimeye giren maddeler ile tepkime sonunda meydana gelen maddeler denklemde bir ok (→) işareti ile ayrılır.

$$H_2 + CuO \longrightarrow H_2O + Cu$$

(Tepkimeye giren maddeler) (Tepkimeden meydana gelen maddeler)

**Böyle bir denklemin doğru olabilmesi için:**

1°. Tepkimeye giren ve tepkime sonunda meydana gelen maddelerin formül ve sembolleri doğru yazılmalıdır. Bunu bir örnek ile açıklayalım.

Demirin havada paslanmasında; demir ve oksijen beraberce tepkimeye girer ve nicel analizinden anlaşılacağı gibi, formülü ($Fe_2O_3$) olan demir pasını [*] yapar. O halde:

Demir + Oksijen → Pas

$$Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$$

[*] Demir pası: Gerçekte, az miktarda su ihtiva eden demir - 3 - oksittir ($Fe_2O_3$)

2°. Mademki atomlar yoktan var olmazlar ve var olanları da yok edilemezler, öyleyse denklemin sağ ve sol tarafındaki elementlerin atom sayıları birbirine eşit olmalıdır. Eşit değilse formül ve sembollerin önüne katsayı denilen uygun rakamlar koymak suretiyle bu iş yapılır. Bu eşitliği yapmak için hiç bir zaman, formülü teşkil eden elementlerin sembollerinin altındaki sayıları değiştirmemelidir. Aksi halde maddenin benliği değişir. Örneğimizde, sol tarafta bir demir atomu, sağ tarafta iki demir atomu var. Öyle ise, sol taraftaki demir atomundan 2 tane almalıdır. Oksijen sol tarafta iki, sağ tarafta üç atomdur. Buradaki eşitliği yapmak için $Fe_2O_3$ deki 3 ü kaldırıp yerine 2 yazmamalıdır. Çünkü, $Fe_2O_3$ (pas) hiç bir zaman 2FeO değildir. Bunun için, baş taraftaki oksijenden 3/2 molekül alınmalıdır.

$$2Fe + 3/2O_2 \rightarrow Fe_2O_3$$

Bu şekildeki denklem doğru yazılmış olur. Burada $3/2O_2$ yerine 3 oksijen alınamaz. Çünkü, «O» sadece oksijen atomunun sembolüdür. Oksijen gazı, $O_2$ yani molekül halindedir. Denklemdeki kesirli sayı mutlaka kaldırılmak isteniyorsa, bütün katsayılar kesirli sayıyı tamsayı yapabilecek rakamla çarpılmalıdır. Buna göre yukarıdaki denklem :

$$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$$

şeklinde de yazılır. Denklemlerin katsayılarını doğru koyabilmek için uygun metotlar vardır (Sahife : 117).

### 3.6 KİMYASAL TEPKİME (REAKSİYON) TİPLERİ

Her kimyasal tepkime sonunda, mutlaka bir enerji değişimi olur. Bazı tepkimeler sonunda dışarı ısı verilir. Bazıları da olabilmesi için dışarıdan ısı alırlar. Isı alış verişi bakımından tepkimeler iki sınıfa ayrılır.

1. **Dışarı ısı veren tepkimeler :** Buna, *ekzoterm tepkimeler* de denir. Örneğin :

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H = -97{,}6 \ \frac{K.kal}{mol} \ [*]$$

$$Fe + S \rightarrow FeS \qquad \Delta H = -23{,}2 \ \frac{K.kal}{mol}$$

yukarıda denklemleri yazılan tepkimeler, dışarı ısı verdiklerinden ekzoterm tepkimelerdir.

2. **Olabilmesi için dışardan ısı alan** (endoterm) **tepkimeler :** Örneğin; azot ile oksijen (2500 - 3000°C) de, ısı alarak birleştiğinden, bu endoterm bir tepkimedir.

---

[*] ΔH : Tepkimedeki ısı değişimini gösterir. ΔH'ın değeri pozitif yazılırsa, tepkimenin endoterm, negatif yazılırsa, ekzoterm olduğunu yani, ortamdan enerji çıktığını, sistemin enerjisinin eksildiğini gösterir. Mol. başına, K. kal cinsinden ifade edilir. K. kal için bkz. shf. 64.

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO \qquad \Delta H = +21{,}6 \frac{K.kal}{mol}$$

**Kural: Bir tepkime ne kadar ısı veren (ekzoterm) ise, bunun karşıtı olan (ters yöndeki) tepkime de o kadar ısı alan (endoterm) dir.**

Tepkimeleri; denge durumlarına göre de aşağıda gösterildiği gibi sınıflandırmak mümkündür.

1. **İki yönlü** (geri dönen) **tepkimeler:** Burada tepkime sonucunda meydana gelen maddeler, şartlar (sıcaklık, basınç ve konsantrasyon) değiştirilirse, kendilerini meydana getiren maddelere ayrılacak şekilde zıt tepkimeye girerler. Böyle tepkimeler, aksi yönde bir çift okla gösterilir. Civa ile oksijen 300°C de birleşerek civa oksiti yaparlar. Civa oksit de 400°C nin üstünde tekrar, kendini meydana getiren elementlerine ayrıldığından;

$$2Hg + O_2 \underset{400°C}{\overset{300°C}{\rightleftarrows}} 2HgO$$

denklemi, geri dönen iki yönlü bir tepkimeyi gösterir.

2. **Tek yönlü** (geri dönmeyen) **tepkimeler:**

$$Fe + S \rightarrow FeS$$

denklemi gereğince meydana gelen demir sülfürü (FeS), tekrar kükürt ve demire ayırmak mümkün değildir. Bundan dolayı bu tepkimeye, geri dönmeyen veya tek yönlü tepkime denir.

Başka örnekler:

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 \qquad \text{v.b.}$$

Tepkimeler, meydana getirdikleri ürünlerin yapısı bakımından sentez ve analiz tepkimeleri diye iki sınıfa ayrılabileceği gibi aşağıda açıklandığı şekilde de sınıflandırılabilir.

1. **Yer değiştirme tepkimeleri veya madde etkimesi ile ayrışma:** Bir elementin (A), bir bileşiğe (BC), etki ederek onun bir elementi ile yer değiştirmesi şeklinde olan tepkimelerdir. Genel olarak:

(1) $$BC + A \rightarrow AC + B$$

(2) $$BC + A \rightarrow AB + C$$

denklemleri ile gösterilir.

Örnekler :

$$CuSO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + Cu$$
$$H_2SO_4 + Zn \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$
$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

**2. Çift bozunma tepkimeleri :** İki bileşiğin birbirleriyle karşılıklı olarak uğramış oldukları değişiklikleri ifade eden tepkimelerdir. Genel olarak,

$$AB + CD \rightarrow AC + BD$$
$$AB + CD \rightarrow AD + BC$$

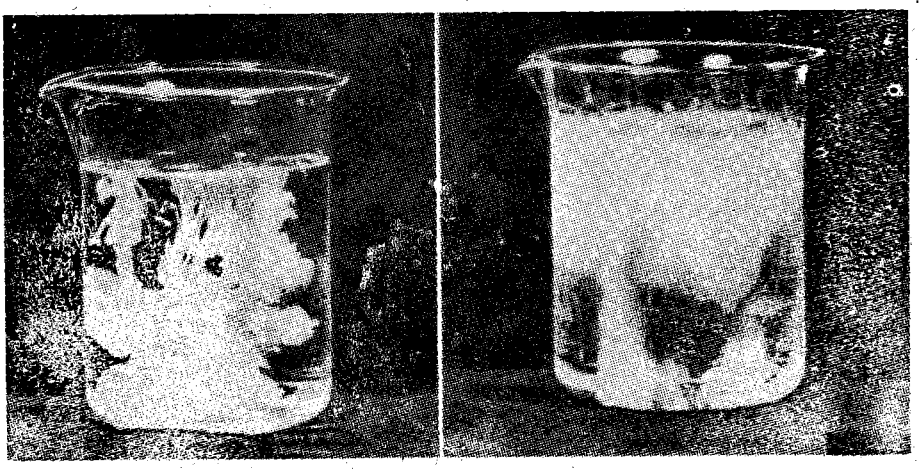
şekillerinde ifade edilir.

Örnekler :

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$$
$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow NaNO_3 + AgCl$$
$$CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

Çift bozunmada meydana gelen maddelerden biri çökelek vererek, veya gaz çıkışıyla tepkime ortamından ayrılırsa, bu şekildeki çift bozunmalar kolaylıkla olur. Ve hemen denge durumuna erişir.

Yukarıdaki ilk ve ikinci örnekte meydana gelen $BaSO_4$ ve AgCl çökelek halinde ortamdan ayrıldıklarından, bu tepkimeler kolaylıkla ve derhal tamamlanır (Şekil : 8 e bakınız).



(Şekil : 8 a, b)

a — AgCl (Gümüş klorür) b — $BaSO_4$ (Baryum sulfat)

Her ikisi de çökelek halinde tepkime ortamından ayrılır. Onun için, bu gibi tepkimeler tek yönlüdür, çok hızlı olur. Kısa zamanda çökelek teşkiliyle tepkime tamamlanır.

## 3.7 KİMYASAL FORMÜL TAYİNİ, KİMYASAL BİLEŞİKLERİN YÜZDE BİLEŞİMLERİNİN HESAPLANMASI VE BUNLARA AİT UYGULAMALAR

**Örnek : 1** 1,832 gr. bakır, oksitlendiği zaman 2,294 gr. bakır oksit meydana getiriyor. Bakır oksidin kimyasal formülünü tayin ediniz.

Cevap : Bakır oksitteki oksijen miktarı... 2,294 — 1,832 = 0,462 gr. dır. Buna göre, bakır ve oksijenin atom - gram miktarları,

| Element | Ağırlığı | Atom ağırlığı | Atom - Gram miktarı |
|---|---|---|---|
| Bakır | 1,832 gr. | 63.6 | 1,832/63.6 = 0,0288 |
| Oksijen | 0,462 gr. | 16 | 0,462/16 = 0,0289 |

Bakır oksidin formülü,

$$Cu_{0,0288}\ O_{0,0289}$$

çıkar, kesirli atom olamayacağından, kesirli sayılar tamsayıya çevrilir. Bulunan değerler birbirine çok yakın olduğundan eşit kabul edilir. Yani, bakır oksitteki, bakır ve oksijen atomlarının sayı oranları birbirine eşittir.

Bu itibarla bakır oksidin formülü,

$$Cu_1O_1$$

olur. Ancak bir rakamları yazılmaz. Bundan dolayı bakır oksidin formülü «CuO» şeklinde gösterilir.

**Örnek : 2** Glikoz'un analizinde, bileşiminde % 40 karbon, % 6,67 hidrojen, % 53,33 oksijen, bulunmuş olsun, buna göre glikozun kimyasal formülünü tayin ediniz.

Cevap :

| Element | % miktarı | Atom ağırlığı | 100 gr. glikozdaki elementlerin atom - gramları |
|---|---|---|---|
| Karbon | 40.00 | 12 | 40/12 = 3.33 |
| Hidrojen | 6.67 | 1 | 6.67/1 = 6.67 |
| Oksijen | 53.33 | 16 | 53.33/16 = 3.33 |

Yukarıdaki çizelgede 100 gr. glikoz içinde bulunan elementlerin atomgram miktarları hesaplanarak gösterilmiştir.

Buna göre glikozun formülü,

$$C_{3,33}\ H_{6,67}\ O_{3,33}$$

olur, kesirleri tamsayı haline getirmek için, her taraf sayıların en küçük ortak katı olan 3,33 e bölünür. Böylece, glikoz için $C_1H_2O_1$ formülü çıkarılmış olur.

**Önemli bir nokta:** Yukarıda glikoz için çıkarılmış olan formülle elementlerin altındaki rakamlar, bileşikte bulunan atomların birbirine nazaran sayı oranlarını gösterir. Bu sayıların bileşikteki gerçek atom sayılarını gösterebilmesi için, elementlerin atom ağırlıkları ile atom sayılarının çarpımından elde edilen değerlerin toplamı, o maddenin deneyle tayin edilen molekül ağırlığına eşit olması gerekir.

Bir başka deyişle,

$$C_1H_2O_1$$

$1 \times 12 + 2 \times 1 + 1 \times 16 = 30$, glikozun molekül ağırlığına eşit olması gerekir. Halbuki, glikozun deneyle tayin edilen molekül ağırlığı, 180 dir. Bu itibarla glikozun kimyasal formülünde bulunan gerçek atom sayıları önce bulunanların, $180/30 = 6$ katı olmalıdır. Bundan dolayı, glikozun içinde bulunan atom sayılarını tam olarak ifade eden formülü, $C_6H_{12}O_6$ dır. Daha önce tayin edilen formül ise; sadece, glikozda bulunan atomların bileşikteki birbirlerine göre sayı oranlarını gösterir. Buna kimyasal formül yerine kaba (basit) formül denir.

### 3.8 BİLEŞİKLERDEKİ ELEMENTLERİN YÜZDE MİKTARLARININ HESAPLANMASI

**Örnek problem:** Bakırın kükürtle birleşmesiyle meydana gelen bakır sülfürdeki, bakır ve kükürt yüzdeleri nedir?

Problemin çözümü için bir deney yapmamız gerekmektedir. Bir kroze içerisine bir miktar bakır tozu konur;

Krozenin ağırlığı ..... 16,50 gr.

Kroze + Bakır'ın ağırlığı ..... 17,93 gr. gelirse

Bakır'ın ağırlığı ..... $17,93 - 16,50 = 1,43$ gr. olur.

Kroze içersine aşırı miktarda kükürt konur, bakırla karıştırıldıktan sonra ısıtılırsa bakır, kükürtle birleşerek bakır sülfür yapar. Kükürtün aşırısı yanarak kükürt dioksit halinde uzaklaşır.

Kroze + Bakır sülfür'ün ağırlığı ..... 18,30 gr.

Bakır sülfür'ün ağırlığı ..... 18,30 — 16,50 = 1,80 gr.

Kullanılan kükürt miktarı ..... 1,80 — 1,43 = 0,37 gr. eder.

$$\text{Bir gram CuS deki Bakır miktarı} = \frac{\text{Bakırın ağırlığı}}{\text{Bakır sülfürün ağırlığı}} = \frac{1,43}{1,80}$$

$$\text{Bakır yüzdesi} = \frac{1,43}{1,80} \cdot 100 = 79,4\ \%$$

$$\text{Keza, Kükürt yüzdesi} = \frac{0,37}{1,80} \cdot 100 = 20,6\ \% \text{ dır.}$$

Diğer yüzde problemleri de aynı esaslar dahilinde çözülür.

### 3.9 FORMÜLÜ VE İÇİNDEKİ ELEMENTLERİN ATOM AĞIRLIKLARI BİLİNDİĞİ TAKDİRDE BİLEŞİKTEKİ ELEMENTLERİN YÜZDE MİKTARLARININ HESAPLANMASI

**Örnek problem :** $CaSO_4$ ü teşkil eden elementlerin yüzde miktarlarını hesaplayınız.

Ca S O

$40 + 32 + (4 \times 16 = 64) = 136$

136 gr. $CaSO_4$ de 40 gr. Ca bulunursa

100 » » x gr. bulunur.

$$x = \frac{40}{136} \cdot 100 = 29,4\ \%$$

Benzer orantıyla,

$$\text{Kükürdün yüzde miktarı} = \frac{32}{136} \cdot 100 = 23,5\ \%$$

$$\text{Oksijenin yüzde miktarı} = \frac{64}{136} \cdot 100 = 47,1\ \% \text{ bulunur.}$$

[*] Küçük farklar, deney hatasında aranmalıdır.

# BÖLÜM III

## Alıştırma ve İnceleme Soruları :

1 — Kimyada sembol kullanmanın önemini belirtiniz.
2 — Berzelius'un sembolleri alfabeye benzetilebilir. Niçin?
3 — Atom - gram ve molekül - gram ne demektir? Açıklayınız.
4 — Avogadro sayısından yararlanarak bir atomun gerçek ağırlığı nasıl hesaplanır?
5 — Bileşik formülü, tepkime, reaktif terimlerinin ifade ettikleri manayı açıklayınız.
6 — Bir kimyasal denklemin, doğru olabilmesi şartları nelerdir? Yazınız.

## PROBLEMLER :

1 — 2 alüminyum atomu ile 3 oksijen atomu birleşerek alüminyum oksit yapıyor, buna göre, 10 gr. oksijen ile kaç gr. alüminyum birleşir ve ne kadar alüminyum oksit meydana gelir?

Cevap : 11,3 gr. Al
21,3 gr. $Al_2O_3$

2 — Uranyum metalinin atom ağırlığı 238,07 a.k.b. dir. Buna göre, bir uranyum atomunun gerçek ağırlığı gram olarak nedir? Hesaplayınız.

Cevap : $3,95 \times 10^{-22}$ gr.

3 — a. 50 gr. demir, b. 5 atom-gram azot ($N_2$), c. 0,10 atom-gram kükürtten hangisi daha ağırdır?

Cevap : b, a, c.

4 — Aşağıda gösterilen kimyasal değişiklikleri uygun ve doğru kimyasal denklemlerle gösteriniz.

a. Kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) bozunarak, kalsiyum oksit (CaO) ve karbon dioksit gazı ($CO_2$) vermektedir.
b. Hidrojen ($H_2$) ve Klor ($Cl_2$) gazları HCl (klorlu hidrojen) gazı vermek üzere birleşiyor.

5 — 0,125 atom - gram azot (N) ile 0,250 atom - gram oksijen (O) ihtiva eden bileşiğin kimyasal formülünü tayin ediniz.

Cevap : $NO_2$

6 — 28 gr. demir, 44 gr. kükürtle tepkimeye sokuluyor, meydana gelen demir sülfürdeki demir yüzdesi nedir? Hesaplayınız.

Cevap : 63,7 %

7 — % 40 kükürt ve % 60 oksijen ihtiva eden kükürt oksidin kimyasal formülünü bulunuz.

Cevap : $SO_3$

8 — % 30 oksijen ve % 70 demir ihtiva eden demir oksidin, formülünü tayin ediniz.

Cevap : $Fe_2O_3$

9 — 39 gr. civa oksit ısıtılınca, civa ve oksijene ayrılıyor ve 1,75 gr. oksijen açığa çıkıyor. Buna göre civa oksitin kimyasal formülünü bulunuz.

Cevap : $Hg_2O$

# BÖLÜM 4 — SU VE SUYU MEYDANA GETİREN ELEMENTLER (Oksijen, Hidrojen), OZON VE ÖNEMLİ GAZ KANUNLARI

## 4 A. OKSİJEN, OZON ve HİDROJEN

### OKSİJEN

($O_2$)

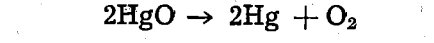
Atom ağ.: 16, Molekül ağ.: 32.

#### 4.1 BULUNUŞU

Yeryüzünde en bol bulunan element, oksijendir. Yerkabuğunun yaklaşık olarak ağırlıkça % 50 si oksijen bileşiklerinden ibarettir. Aynı zamanda, suyun ağırlığının % 89 u havanın ağırlığının, % 23 ü yine oksijendir. İlk defa Joseph Priestley tarafından keşfedildi (Şekil: 10).

#### 4.2 ELDE EDİLİŞİ

**1°. Civa oksidin ısıtılması ile:**



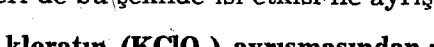
$$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$$

Civa oksit → Civa + Oksijen

Civa, oksijen ile ısıtılırsa civa oksit meydana gelir. Bu da 400°C'nin üstünde tekrar kendisini meydana getiren elementlerine ayrışır ve bu arada oksijen çıkar. Bu deneyi ilk defa, Priestley ve Lavoisier yapmışlardır. Birçok metal oksitleri de bu şekilde ısı etkisi ile ayrışarak oksijen verirler.

**2°. Potasyum kloratın ($KClO_3$) ayrışmasından:**

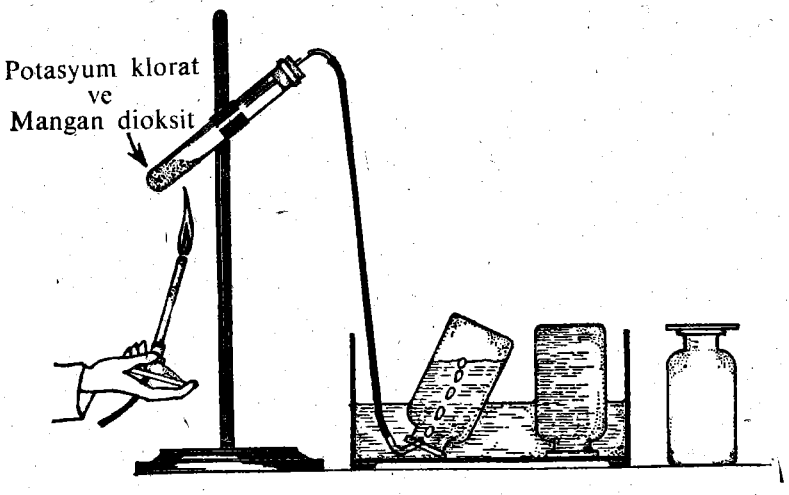
Potasyum klorat 370°C nin üstünde ısıtılırsa, aşağıdaki denklemde görüldüğü gibi bozunarak oksijen verir. Ancak, bozunma çok yavaş olur.



$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$$

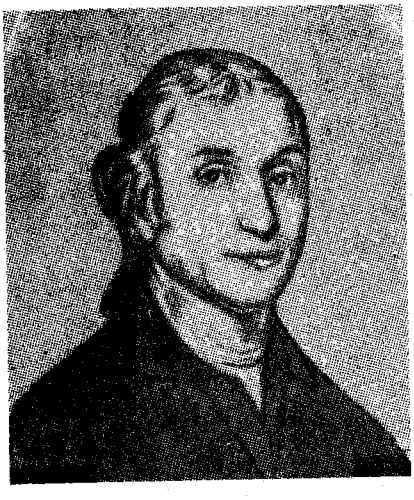
Potasyum klorat → Potasyum klorür + Oksijen

Bozunmayı hızlandırmak için, potasyum klorat; toz halindeki mangan dioksit veya bakır oksit gibi maddelerle karıştırılarak ısıtılır. Bu takdirde, bozunma daha düşük sıcaklıkta, daha hızlı olur ve bol olarak oksijen elde edilir. Bu örnekteki mangan dioksit ($MnO_2$) gibi, bir tepkimenin hızını artıran maddelere katalizör denir (Sahife: 136).




(Şekil : 9)
Laboratuvarda potasyum kloratın ayrıştırılmasıyle oksijenin elde edilişi.

**DENEY : Şekilde gösterilen aygıt hazırlanır. Deney tüpünde bir miktar potasyum klorat; miktarının 1/4 ü kadar mangan dioksit ($MnO_2$) ile karıştırılıp ısıtılırsa, oksijen çıkar. Çıkan bu oksijen, (Şekil : 9) da gösterildiği gibi su üstünde toplanır.**



(Şekil : 10)
JOSEPH PRIESTLEY (İngiliz — 1733 - 1804) Öğretmen, din adamı, filozof, oksijeni bulan değerli bir bilgindir. İlk olarak hidroklorik asiti, kükürt dioksiti ve amonyağı elde etti. Lavoisier'in meşhur civa deneyini daha önce başka maksatla yaptı.

[*] Suyun elektrolizi için mutlaka Hoffmann voltametresini kullanmak şart değildir. Bu amaçla, çok değişik şekilde voltametre (elektroliz kabı) kullanılabilir.

**3°. Suyun elektrolizinden :**

Suyun elektrolizi, (Şekil : 11) deki Hofmann *voltametresinde* yapılır:

A — Asitli su konur, icabında güvenge borusu ödevini görür.

B — Elektrolizde meydana gelen gazların toplandığı yer,

C — » » » » »

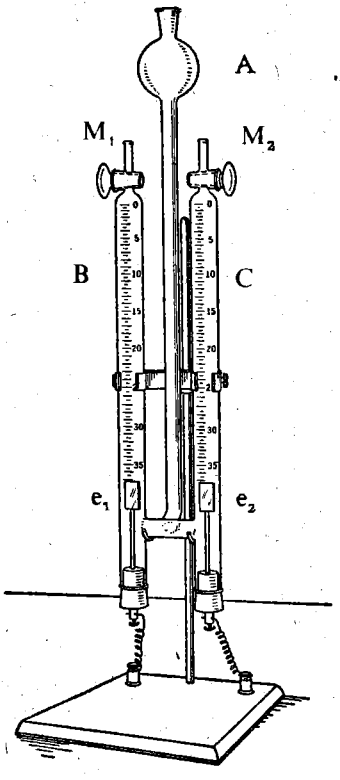
$e_2$ — Platin elektrot

$e_1$ — Platin »

$M_1$, $M_2$ elde edilen gazları almaya yarayan musluklar.

Elektrotlardan üretecin negatif kutbuna bağlı olanına katot, pozitif kutbuna bağlı olanına da anot denir.

Saf su elektriği iletmediğinden içerisine elektriği iletebilmesi için bir miktar sülfürik asit konur, asit, burada katalizör ödevini görür. İçerisine asitli su konmuş apareyin elektrotları bir üretece bağlanıp, devreden akım geçirilirse, su elektrolize uğrar. Eğer, $e_1$ elektrodu, üretecin negatif kutbuna bağlanmış ise *katot* olur. Katodun bulunduğu B bölmesinde hidrojen, anotta (C bölmesinde) de oksijen toplanır. İstenildiği zaman musluk açılmak suretiyle oksijen alınabilir. Elektroliz Bölüm 10 da daha etraflıca incelenmiştir.




(Şekil : 11)
Suyun elektrolizi

**4°. Sıvı havadan :** Hava, içindeki gazların kritik sıcaklıklarının aşağısına kadar soğutulduktan sonra, üzerine basınç yapılırsa, sıvılaştırılabilir. Sıvı havadan, önce kaynama noktası —195,7°C olan azot buharlaşır. Daha sonra kaynama noktası —181,5°C olan oksijen buharlaşır. Böylece, oksijen azottan ayrılmış olur.

**5°. Kuru havadan :** Baryum oksit (BaO), havada kızıl dereceye kadar ısıtılırsa havanın oksijenini alarak baryum peroksit olur ($BaO_2$) :

Baryum oksit + Oksijen → Baryum peroksit

$$2BaO + O_2 \rightarrow 2BaO_2$$

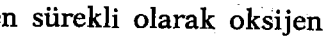
Bu da akkora kadar ısıtılırsa :

$$2BaO_2 \rightarrow 2BaO + O_2$$

* Bir gaz, kritik sıcaklık denilen bir sıcaklığın altına düşürülmeden, basınçla sıvılaştırılamaz.

denklemine göre aldığı oksijeni tekrar bırakır. Bu suretle, baryum oksit miktarı değişmeden sürekli olarak oksijen elde edilir :

Toplu denklem ;



$$2BaO_2 \leftrightarrows 2BaO + O_2$$

olup bu da iki yönlü tepkimelere güzel bir örnektir.

### 4.3 OKSİJENİN KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Oksijen, renksiz ve kokusuz olup suda az erir (100 lt. suda 0°C de 4,89 litre adî sıcaklık (20°C) de 3,4 litre erir). Normal şartlar altında bir litresinin gram olarak ağırlığı, yani, yoğunluğu * D = 1.429 gr/lt dir.

Hidrojenin, bir litresinin gram olarak ağırlığı, ise,

$$D_1 = 0{,}09 \text{ gr/lt} \quad \text{dir.}$$

O halde, oksijenin hidrojene göre bağıl yoğunluğu :

$$\frac{D}{D_1} = \frac{1{,}429}{0{,}09} = 15.88$$

dir. Havaya göre bağıl yoğunluğu ise,

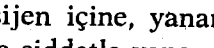
$$\frac{D}{D_2} = \frac{1{,}429}{1{,}293} = 1.106 \quad \text{dır.}$$

$D_2 = 1{,}293$, bir litre havanın gram olarak ağırlığıdır. Görülüyor ki, oksijen, hidrojenden 15,88, havadan da, 1,106 kere daha ağırdır.

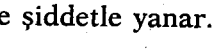
Oksijeni diğer gazlardan ayıran özellik; bunun, soy gazlar ve çoğu soy metaller dışında, diğer bütün elementlerle tepkimeye girerek bileşik yapmasıdır. Ekseriya bu olay, ısı ve ışık gösterisi ile olduğundan buna *yanma* denir. Oksijen, yanma için gerekli olan yakıcı bir gazdır.

Oksijen içine, yanan bir tahta parçası sokulursa, daha parlak bir alevle ve şiddetle yanar.

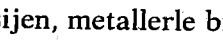
Oksijen, metallerle birleşerek, ileride açıklanan bazik oksitleri yapar.



$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$ (Kalsiyum oksit)

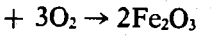


$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$ (Demir - 3 - oksit)

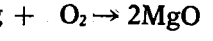


$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ (Magnezyum oksit)

Ametaller ile de birleşerek, asit oksitleri yapar. Örneğin :



$S + O_2 \rightarrow SO_2$ (Kükürt dioksit)



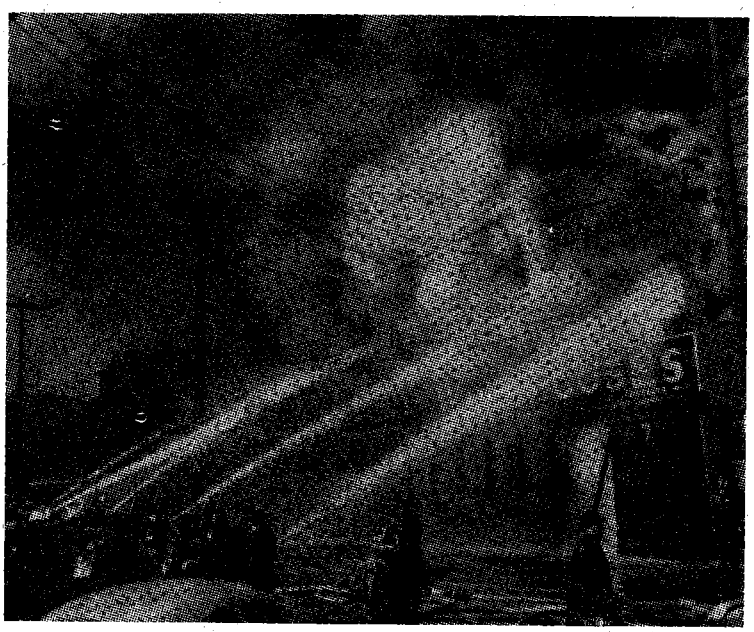
$P_4 + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$ (Fosfor pentaoksit) gibi.

(*) Gazlar hafif olduğundan, yoğunlukları, gr/cm³ yerine gr/litre olarak ifade edilir.

## 4.4 OKSİTLENME VE YANMA

**Oksitlenme:** Işık ve ısı veren bütün tepkimelere *yanma* denir. Oksitlenme ise yanmanın özel bir şeklidir. Oksijen içindeki yanmalara *oksitlenme* denir. Meselâ, oksijenin metal ve ametallerle tepkimeye girerek meydana getirdikleri bileşiklere genel olarak oksit, bu olaya da oksitlenme denir.

Bu şekilde ışık ve ısı veren, yani, çok şiddetli olan oksitlenmelere *çabuk oksitlenme* denir (Şekil: 12). Fakat, her yanma veya oksitlenme



(Şekil: 12)
Çabuk oksitlenme. — Bir şehir yangını.

muhakkak ışık ve ısı gösterisi ile olmaz. Sözgelimi, demirin nemli havada paslanması, beyaz fosforun karanlıkta parlaması gibi. Bu takdirde yanma veya oksitlenme olayı, çok yavaş olduğundan buna *yavaş yanma* veya *yavaş oksitlenme* denir. Solunum, kokma ve çürüme olayları da birer yavaş yanmadır.

Yavaş yanmada, tepkime hızı çok az olduğundan, kısa zamanda gözle görülebilecek bir değişiklik farkedilmez. Oksijen, bu durumundan dolayı

hayat yönünden de büyük bir önem taşır. Çünkü, gerek bitkisel ve gerekse hayvansal varlıklar aldıkları besinleri yakmak zorundadırlar. Hayvansal varlıklar aldıkları besinlerin karbonunu yakarak karbon dioksite, hidrojenini de su buharına dönüştürürler. Bunlar solunumla dışarı atılırlar. Bu şekle göre, havada hayatı devam ettirmek için gerekli olan oksijenin azalması, buna karşılık belirli bir oranı aştığı anda öldürücü etki yapan karbon dioksit miktarının artması, ilerisi için endişe verici bir durum ise de bitkiler fotosentez (özümleme) denilen bir olay ile bu gediği kapatırlar.

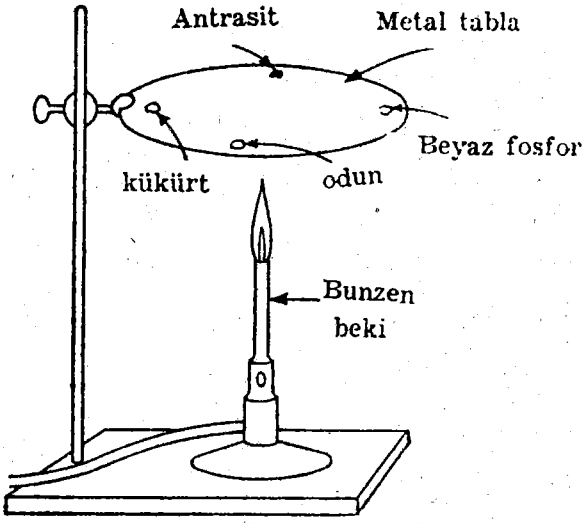
**Yanma :** Oksitlenme bölümünde de açıklandığı gibi yanma, iki madde arasında ısı çıkışı ile meydana gelen bir olaydır. Hava veya saf oksijen içerisindeki yanmalara oksitlenme denir. Saf oksijen içerisindeki yanmalar havadaki yanmalara göre daha şiddetlidir. Çünkü, havanın ancak 1/5 i oksijen, diğer kısmı ise içerisinde yanma olayı olmayan azot gazıdır. Yani havada birim hacımdaki oksijen miktarı azdır. Aynı zamanda yanma anında ısının büyük bir kısmı da azot gazını ısıtmaya harcanır. Çoğu zaman maddeleri yakabilmek için, onları tutuşma sıcaklıklarına getirmek için, önceden bir miktar ısının dışarıdan verilmesi gerekir. Yanma başladıktan sonra meydana gelecek ısı, yanmayı devam ettireceğinden, artık dışarıdan ısı verilmesi gerekli değildir.

## 4.5 KENDİLİĞİNDEN TUTUŞMA

**DENEY : Ateşe dayanıklı metal bir levha (Şekil : 13) de görüldüğü gibi bir desteğe tutturulur. Üzerine merkezinden ve birbirlerinden eşit uzaklıkta olmak üzere sıra ile fosfor, antrasit, kükürt ve odun parçaları dizilerek metal levha alttan merkezine isabet edecek şekilde ısıtılır. Sıra ile önce fosfor, kükürt, odun ve daha sonra antrasit'in tutuşarak yandığı görülür.** Demek ki, her maddenin kendisine has bir tutuşma sıcaklığı vardır. Örneğin, odunun tutuşma sıcaklığı kükürdünkinden büyük, antrasitinkinden küçüktür.

Bu arada beyaz fosfor v.b. gibi bazı kimyasal maddelerin tutuşma sıcaklıkları çok düşüktür. Açık havada bile kendiliğinden tutuşurlar ki, bu olaya *kendiliğinden tutuşma* denir.

Gayet tabiî, açıkta hava ile temasta bırakılan böyle maddelerin yangın tehlikeleri büyüktür. Bu tehlikenin önüne geçmek için o maddenin hava ile ilgisini kesmek gerekir. Bundan dolayı beyaz fosfor su içinde saklanır.




(Şekil : 13)
Bazı maddelerin tutuşma sıcaklıkları

### 4.6 KOKMA VE ÇÜRÜME

1. Sıcakta bırakılan et bozulur, süt ekşir.
2. Uzun süre nemli yerde veya suda kalmış olan ağaçlar çürür.
3. Yaz günleri açıkta bırakılan yiyeceklerimizin çoğu bozularak çok kötü bir koku çıkarırlar, kokarlar.

Bunlara benzer olayların sebebi, *bakteri* adı verilen mikro organizmalardır. Organik maddelerin, bakteri ve diğer mikro organizmaların etkisi altında bozulmaları halinde, fena kokulu maddeler oluşur. Bu nedenle, bu gibi olaylara *kokma,* bu sırada organik maddelerin yapısı parçalanmış olduğundan da *çürüme* denir.

**Kokma ve çürümeye karşı korunma :** Bakteriler ancak, sıcak ve nemli ortamlarda yaşayabilirler. O halde, tek korunma çaresi, bakterilerin yaşayabileceği bu şartları, ortadan kaldırmaktır.

Bunun için :

a. Kokmasından ve çürümesinden korktuğumuz maddeler, soğuk yerlerde saklanır. Ortam ne kadar soğuk olursa, bakterilerin faaliyetleri de o kadar azalır ve nihayet ölürler.

b. Maddeleri nemden korumak için de, üzerleri, içeri su sızdırmayacak şekilde zift, yağ, balmumu v.b. gibi maddelerden biriyle kaplanır.

Örneğin, tren yollarında kullanılan tahta traversler, telefon ve telgraf direkleri, uzun süre dayansın diye ziftlenirler.

Tuzlu ortamda mikro organizmalar yaşayamazlar (Neden?). Bu yüzden, bazı besin maddeleri (et, peynir, balık v.b.) tuzlanmak suretiyle, kokma ve çürümelerinin önüne geçilir.

c. Yüksek sıcaklıkda bakteriler öldüğünden, bazı besinlerimizin kokmasını ve çürümesini, onları kaynatmak suretiyle önleyebiliriz. Fakat, sonradan bakterilerin tekrar girmesine engel olmak için, bu gibi besinleri, havasız kapalı kaplarda saklamalıdır. Sütün pastörize edilmesi ve konservecilik bu esasa dayanır.

### 4.7. YANGIN SÖNDÜRME

Yangınların meydana geliş nedenlerini bildikten sonra, çıkacak yangınları büyümeden söndürmekte başarılı sonuçlar alınabilir. *(Bu alandaki bilgisizlik ve dikkatsizlik yüzünden, her yıl çeşitli yerlerde çıkan yangınlardan binlerce insan ve milyonlarca lira kaybedilmektedir.)*

Gayet tabiî, yanabilen maddelerin olmadığı yerde yangın olmaz. Orman yangınlarında, yangının önüne raslayan ağaçlardan, birkaç sıra kesilip ağaçların arası yanmayan bir ortamla ayrılarak yangının bütün ormanı kaplamasına engel olunur. Tehlikeli şehir yangınlarında da yanan binaların çevresindeki evleri yıkmakla yangının bütün çevreyi kaplamasının önüne geçilir.

Genel olarak yangınlar, yanan binaların üzerine su püskürtmekle söndürülür. Burada su, iki şekilde etki eder. Yanan maddelerin sıcaklığını, onların tutuşma sıcaklığının altına düşürür. Maddeler de bundan böyle alevle yanamaz. Ayrıca, meydana gelen su buharı, yanan maddelerin üzerini yorgan gibi kaplar ve ateşin hava ile temasını keser. Şüphesiz, havasız yerde de yanma olmaz.

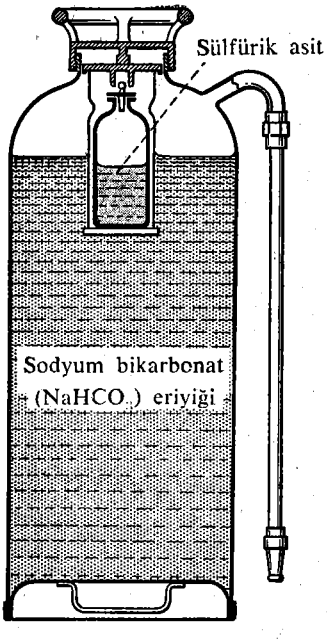
Su ve yangın söndürücü olmadığı zaman, yangını büyümeden söndürmek için, yanan cismin üzeri battaniye, kilim v.b ile, hemen örtülerek yanan cismin hava ile teması önlenmelidir.

Yangın ile başarılı bir mücadele yapabilmek için yangın, başlangıçta büyümeden söndürülmelidir. Bu maksatla, birçok fabrika ve resmî daireler *kimyasal yangın söndürücü* denilen aygıtı kullanırlar. Bunların en çok bilinen tipi (Şekil : 14) de görülen asit - soda, yangın söndürücüleridir. Silindir şeklinde bakır bir kap, içerisi doymuş $NaHCO_3$ (sodyum bikarbonat) eriyiği ile hemen hemen ağzına kadar doldurulur. 2/3 üne kadar derişik sülfürik asitle doldurulmuş küçük bir şişe, şekildeki gibi bakır kabın ağzına yerleştirilir. Şişenin ağzında az bir itmeyle açılabilecek hafifce kapatılmış bir kapak vardır. Yangın söndürücü kullanılmak istenince, kulplarından tutularak baş aşağı getirilir. Bu takdirde asit şişesinin ucun-

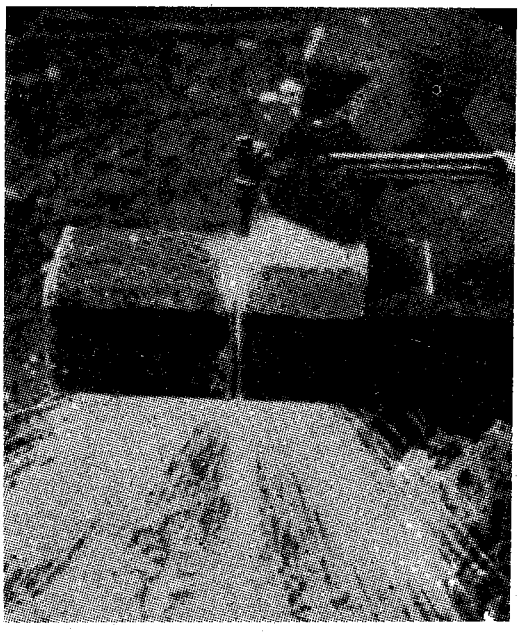
daki kapak derhal düşer ve asit akarak sodyum bikarbonat eriyiği ile temasa gelir.

Sodyum bikarbonat + Sülfürik asit → Sodyum sulfat + Su + Karbon dioksit.

denklemi gereğince bol miktarda karbon dioksit çıkar ve aygıtın ucundaki borudan basınçla dışarı fırlar, yangın üzerine tutulduğu zaman, karbon dioksit havadan ağır olduğu için, yangın üzerine çöker ve yangınla havanın ilgisini keser, kendisi de yanıcı olmadığından bu suretle yangın söndürülmüş olur. Şurasını önemle kaydedelim ki, bu şekilde ancak başlangıç halindeki yangınlar söndürülebilir. Gelişmiş büyük yangınlarda başarılı bir sonuç almak mümkün değildir. Sonra, yangın söndürücülerin bu tipi, yanıcı yağlardan ve elektrik kontaklarından çıkan yangınları söndüremez. Bu maksatlar için daha başka tipte yangın söndürücüler kullanılır. Bu hususta Lise II Kimyasında daha geniş bilgi verilmiştir.




(Şekil : 14)
Yangın söndürücü.



(Şekil : 15)
(Oksijen - Asetilen) hamlacıyle demir, çok kolaylıkla kesilir. Gerektiğinde de birbirine kaynatılır.

**DENEY : Laboratuvarda basit bir şekilde, (Şekil : 14) dekine benzer bir aygıtın nasıl yapılabileceğini düşünüp şeklini çizdikten sonra deneyini yapınız.**

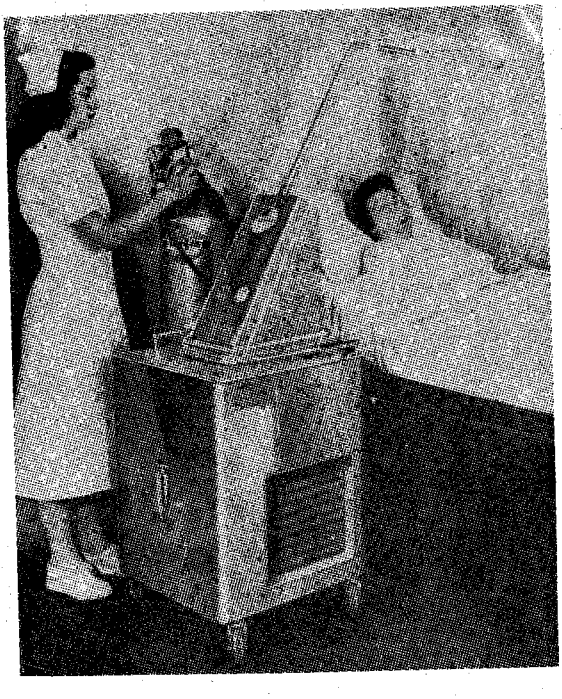
### 4.8 PASLANMAYA KARŞI KORUNMA

Bazı metaller zamanla, havanın oksijeni ile karbon dioksidinin etkisi altında kalarak paslanırlar. Fakat, bu etkinin olabilmesi için, nemli veya ıslak bir ortam gereklidir. Açık havada bırakılan çinko, demir, alüminyum ve kurşun levhalar incelenecek olursa, sadece yüzeylerinin, atmosferin etkisi altında kaldığı görülür. O halde, paslanma yüzeydedir; zamanla daha derinlere nüfuz eder. Yukarıdaki düşünceye dayanarak paslanmanın önüne geçebilmek için, metal yüzeylerinin, atmosferin etkilerine dayanıklı bir madde ile kaplanması gerekir.

Örneğin, demir eşya, yağlı boya ile boyanmak, havanın az veya hiç etki etmediği maddeler ile kaplanmak suretiyle korunur (kromaj, nikelâj v.b.). Bakır ve demirden yapılmış ev eşyalarının kalaylanması da güzel bir korunma çaresidir.

### 4.9 OKSİJENİN KULLANILMASI

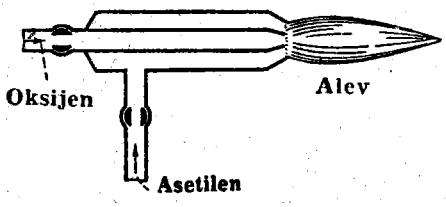
Gerek bitkilerin ve gerekse hayvanların solunumları için oksijen şarttır. Oksijensiz hayat olamaz. Bizlere ısı veren maddelerin yanabilmesi için de oksijen gereklidir; aksi takdirde o maddelerin ısı enerjisinden



(Şekil: 16)
Oksijen çadırı.

yararlanılamaz (odun, kömür v.b.). Oksijen; tıpta, zatürree ve kalp hastalıklarının, gazlardan ileri gelen zehirlenmelerin tedavisinde kullanılır.

Bilindiği gibi, normal solunumun sağlanması için belirli zamanda belirli miktarda oksijenin solunması ve dolaşıma katılması gerekir. Zatürreeli hastaların, kalp ve ciğerleri de zayıf olduğundan, görevlerini tam yapamazlar. Bu nedenle, zatürreeli hastalar normal solunumla havadan yeteri kadar oksijen alamazlar. Bu gibi hallerde, hastalara oksijen yüzdesi fazla olan havayı teneffüs ettirmek gerekir. Bu ise hastaları oksijen çadırına yatırmakla mümkündür (Şekil : 16). Çadıra, dışardaki oksijen tanklarından bir musluk yardımıyle gerekli oranda oksijen, devamlı ve muntazam olarak gönderilir. Çok yükseklere çıkacak pilotlara, balık adamlara yedek oksijen ampulleri verilir. Oksijen, çelik bombalarda saklanır. Özellikle teknikte «asetilen - oksijen» hamlacında kullanılır (Şekil 17). Asetilen - oksijen (oksi - asetilen) hamlacının ucunda, asetilenin oksijenle




**(Şekil - 17)**
**Asetilen - Oksijen hamlacı**

yanmasından büyük ısı enerjisi elde edilir. Hamlacın ucundaki alevin sıcaklığı 3500°C ye kadar yükselir, bu sayede metal parçalarını birbirine kaynatmak mümkündür. Yine, bu hamlaç yardımıyle kalın demir parçaları çok kolaylıkla kesilebilir (Şekil : 15). Son zamanlarda kullanılmakta olan atomik hidrojen hamlacıyle 4000°C nin üstünde bir sıcaklık temin edilmektedir (bk. sahife : 61).

## OZON ($O_3$)

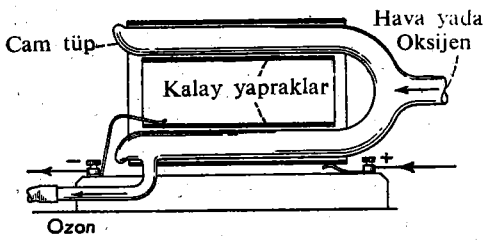
### 4.10 OZONUN TANIMI

Şimşekli havalarda, atmosferde bazen keskin bir koku duyulur. Bu koku, aksi elektrikle yüklü bulutlar arasında meydana gelen elektriksel dejarşın havadaki oksijen üzerine etkisiyle, meydana gelen az miktardaki ozondan ileri gelir. Ozon, üç oksijen atomunun birbirleriyle bileşmek suretiyle meydana getirdikleri, ($O_3$) formülüyle gösterilen bir gazdır.

Çalışmakta olan elektrostatik makinelerinin elektrotları civarında çok az da olsa yine ozon gazı teşekkül eder.

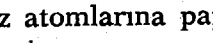
### 4.11 ELDE EDİLİŞİ

Ozon, teknikte geniş ölçüde ozonizatör denilen bir aygıt yardımıyle elde edilir. Bu, (Şekil 18) de görüldüğü gibi iki çıkışı olan ve dış taraftan kısmen ince kalay yapraklarla kaplanmış «u» biçiminde cam bir tüptür. Tüpün iç kısmına rastlayan kalay yaprağın ucu, yüksek gerilim temin eden indükleme makarasının negatif ucuna, diğer kalay yaprak da pozitif ucuna bağlanır.



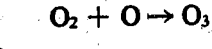

(Şekil : 18)
Ozonizatör.

Devre kapatılarak deneye başlayınca, iki kalay yaprak arasında meydana gelen elektriksel boşalma dolayısıyle tüpe gönderilen oksijen molekülleri, atomlarına parçalanır.



$$O_2 \rightarrow O + O$$

Bunlar da, henüz atomlarına parçalanmamış oksijen moleküllerine çarparak,



$$O_2 + O \rightarrow O_3$$

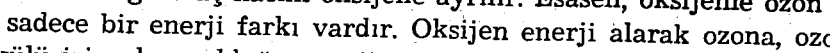
denklemine göre ozon meydana gelir. Ve şekilde gösterilen kısımdan alınır. Fakat, bu ozon arı değildir. Ozon oranı % 8 - 10 dur. Geri kalanı oksijen gazıdır.

### 4.12 FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Fiziksel özellikleri :** K.n —112°C, e.n. —215°C dir. Gaz halinde lâcivert, sıvı iken koyu mavidir. Ozon'un çok şiddetli ve karakteristik bir kokusu vardır, zaten ozon Grekçe kokan demektir.

**Kimyasal özellikleri :** Oksijenden çok daha kuvvetli oksitleyici (yükseltgen) dir. Oksijene, hemen hemen her sıcaklıkta dayanıklı olan gümüşe, ozon adî sıcaklıkta bile etki eder. Suda az olmakla beraber, oksijenden daha fazla erir. Mikropları kolaylıkla öldürür, bunun için şehir sularını dezenfekte etmekte kullanılır. Boyaların rengini giderir. Bu yüzden ozon eriyik halinde, renk giderici olarak kullanılır. Kauçuğa, lastiğe kolaylıkla etki eder. Bundan dolayı ozon ile yapılacak deneylerde, cam borular hiç bir zaman lastik borularla birleştirilmemelidir. Ozon dengesiz-

dir. İki hacım ozon kendiliğinden mol. başına 68,44 K. kal vererek aşağıdaki denkleme göre üç hacım oksijene ayrılır. Esasen, oksijenle ozon arasında sadece bir enerji farkı vardır. Oksijen enerji alarak ozona, ozonda teşekkülü için almış olduğu enerjiye eşdeğer enerjiyi dışarı vererek, oksijene dönüşür.



$$2O_3 \rightleftarrows 3O_2 \qquad \Delta H = -68{,}44 \frac{\text{K. kal}}{\text{mol}}$$

Yukarıdaki denklem bu olayı açıklamaktadır.

### 4.13 ALLOTROPİ

Bazı elementler, iki veya daha fazla (çeşitli) hallerde bulunurlar. Oksijen, bu gibi elementlere örnektir. Oksijen ve ozon, oksijen elementinin iki çeşitli halidir. Buna benzer olarak karbon elementinin de biri elmas diğeri grafit olmak üzere iki türlü hali vardır. Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür.

Ozon ve oksijen takdirinde olduğu gibi, bir elementin fiziksel özellikleri başka başka olan haller göstermesine allotropi, bu hallere de allotrop haller denir.

Allotrop maddeler, kütlenin sakımı kanununa uygun olarak birbirlerine dönüşebilir. Allotrop maddeler arasında, yukarıda da ifade edildiği üzere sadece bir enerji farkı vardır. Birinin enerjisi diğerinden fazladır.

## HİDROJEN
($H_2$)

### 4.14 BULUNUŞU

Atmosfer katmanının üstünde, çok az miktarda serbest olarak bulunur. Bundan başka, yeryüzünde hidrojen daima bileşikler halindedir. En önemli bileşiği sudur. Suyun ağırlık bakımından % 11 i hidrojendir. Hidrojen hayvansal ve bitkisel dokuları yapan esas elementlerden biridir.

### 4.15 ELDE EDİLİŞİ

**1°. Suyun elektrolizinden :** (Oksijen elde edilmesinde, suyun elektrolizi anlatılmıştır.). Elektroliz devamınca, katottan hidrojen çıkar. Katot musluğu açılarak istenildiği zaman alınır.

**2°. Metallerin adî sıcaklıkta suya etkisi ile :** Özellikle soy olmayan sodyum (Na), potasyum (K), lityum (Li) gibi alkali metalleri ile kalsi-

yum (Ca), stronsiyum (Sr) ve baryum (Ba) gibi toprak alkali metallerine su etki eder, hidrojen açığa çıkar. Bunlardan daha soy olan metallere adi sıcaklıkta etki edemez.

**DENEY: Yarısına kadar su ile doldurulmuş bir cam kap içerisine bir parça sodyum atılırsa, çok şiddetli alev ve patlama gösterisi ile bir tepkime olur. Bu arada bol miktarda hidrojen çıkar. Geriye kalan eriyik de kırmızı turnusolu maviye boyar; yani, baz tepkimesi gösterir. Tepkimenin denklemi:**

$$2Na + 2H_2O \rightarrow \underbrace{2NaOH}_{\text{Baz}} + H_2 \quad \text{dır.}$$

**3°. Kızgın kok kömürü üzerinden su buharı geçirmekle:** Bu usul sanayi usulüdür. Amonyak sentezinde ve benzeri yerlerde kullanılan hidrojen, bol miktarda bu metot ile elde edilir. (1500°C nin üstünde) kızdırılmış kok üzerinden su buharı geçirilirse:

$$H_2O + C \xrightarrow{1500°C} \underbrace{H_2 + CO}_{\text{Su gazı}}$$

denklemi gereğince su gazı dediğimiz hidrojen ve karbon monoksitten ibaret bir gaz karışımı elde edilir. Su gazından $H_2$ i ayırmak için bu gaz karışımı soğutularak üzerine basınç yapılır. Karbon monoksit sıvılaşır, hidrojen gaz halinde kalır. Veyahut da su gazı üzerine; demir oksit, nikel oksit gibi katalizörlerin etkisi altında, yüksek sıcaklıkta (400-500°C) su buharı gönderilir. Su gazındaki karbon monoksit:

$$CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$$

denklemince hidrojen ve karbon dioksite çevrilir. Karbon dioksit basınç altında suda çok eridiğinden, ($2H_2 + CO_2$) karışımı, basınç altında su içerisinden geçirilir. Karbon dioksit eriyerek su tarafından tutulur. Hidrojende serbest olarak elde edilir.

**4°. Metaller üzerinden sıcak su buharı geçirmekle:** Eğer metal, alkali, toprak alkali metalleri gibi, soy olmayan metaller değil de yarı soy metaller ise bunlar üzerine su; ancak, yüksek sıcaklıkta etki ederek hidrojen açığa çıkar.

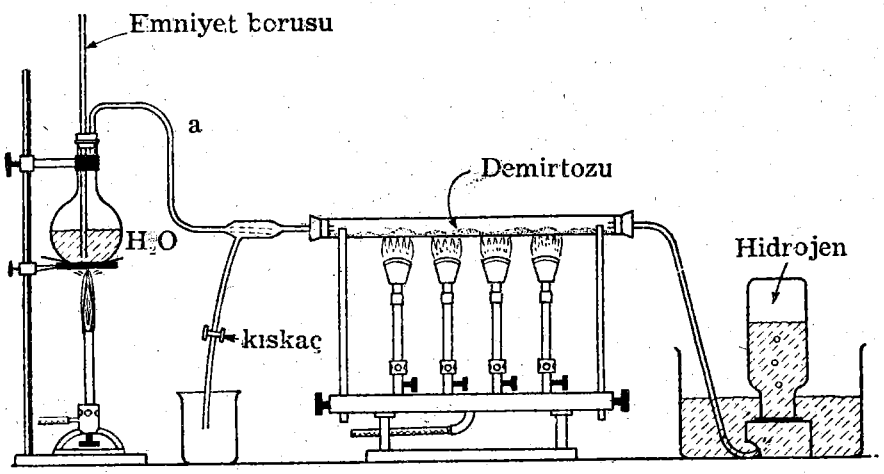
(Şekil: 19) da (a) borusundan su buharı gönderilirken, cam boru içindeki demir, bunzen beki ile ısıtılacak olursa, demir, demir oksit haline geçer, hidrojen açığa çıkar. Hidrojen; çıkış borusu yardımıyle cam silindirde, su üstünde toplanır. Ve özellikleri ile tanınabilir. Tepkimenin denklemi:

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \quad \text{dir.}$$

Eğer demir yerine çinko v.b. metaller kullanılırsa:

$$Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$$
$$Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$$

denklemleri gereğince yine hidrojen elde edilebilir.




(Şekil: 19)
Hidrojen elde edilmesi.

**5°. Çok soy olmayan metaller üzerine asit etkisi ile:** Seyreltik hidroklorik (HCl) ve sülfürik asit ($H_2SO_4$), adî sıcaklıkta soy olmayan metaller üzerine etki ederek hidrojen çıkmasına sebep olur. Örneğin:

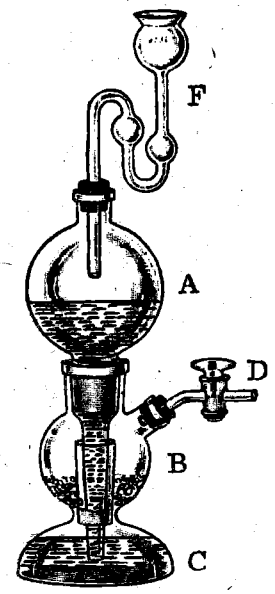
(1) $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

Bu tepkime, hariçten ısı istemediği için *Kip aygıtında* yapılabilir. Laboratuvarda hidrojen elde etmek için en uygun metot budur (Şekil: 20).

A. Asit koymağa mahsus, uç kısmı dar ve uzun bir borudan ibaret cam balon ile birbirine bağlı iki (B, C) cam balonundan ibarettir. A balonu ikinci kısmın dibine kadar uzanır.

F. Güvenge borusu.

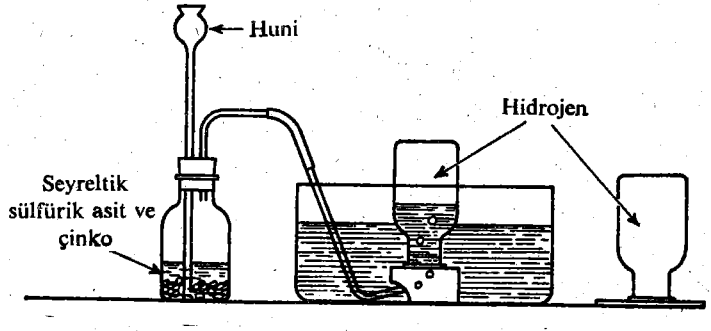
D. Gaz alma musluğu.




(Şekil: 20)
Kip aygıtı.

**Aygıtın işleyişi:** (B) balonuna metal parçaları konur, parçaların dipteki balona düşmemesi için uygun büyüklükte olması gerekir. (A) balonundan dökülen asit, (C) balonunu doldurur ve metal parçaları ile temasa gelir, tepkime başlar, (1) numaralı denkleme göre çıkan gaz, (D) musluğundan alınır. (D) musluğu kapatılırsa, çıkan gaz orta balondaki asit üzerine basınç yaparak, asiti (A) balonunda yükseltir. Bu suretle asitle metalin ilgisi kesilerek daha fazla gaz çıkmaz. (D) musluğu açılırsa orta balonda hazır olan gaz dışarı çıkar. Bundan kalan yere asit hücum eder ve metalle temasa gelerek devamlı gaz çıkarmaya başlar. Bu bakımdan aygıt çok kullanışlıdır. Kip aygıtı sadece hidrojen gazı elde etmek için kullanılmaz. Isıyı gerektirmeyen tepkimeler sonunda hâsıl olan bütün gazları elde etmede kullanılır (Örnekler düşününüz.).

Kip aygıtı bulunmayan laboratuvarlarda hidrojen gazı elde etmek için, (şekil: 21) de görülen basit bir düzen hazırlanır. Görüldüğü üzere elde edilen hidrojen gazı, su üzerinde toplanır.




(Şekil: 21)

**Laboratuvarda basit bir düzenle hidrojen elde edilişi. Hidrojen su üstünde çeşitli şişelerde toplanır. Yanda baş aşağı kapatılmış şişe, hidrojenle doldurulmuştur.**

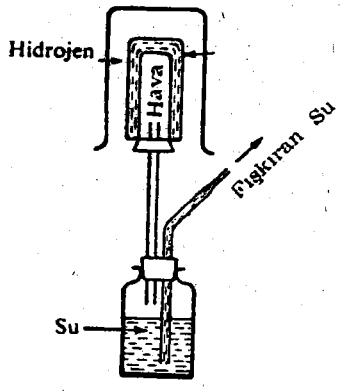
## 4.16 FIZIKSEL VE KIMYASAL ÖZELLIKLERI

**Fiziksel özellikleri:** Hidrojen, renksiz, kokusuz, tatsız ve suda çok az eriyen bir gazdır. Adî sıcaklıkta 100 hacım suda 2 hacım erir. Kaynama noktası —252,7°C, kritik sıcaklığı —241°C ve ergime noktası —259,1°C dir. Bilinen en hafif elementtir. Gözenekli çeperlerden kolaylıkla geçer, yani, (difüzyon) yayılma özelliği çok fazladır.

**Hidrojenin Difüzyon (yayılma) Özelliği:**

**DENEY: (Şekil: 22) deki gibi bir düzen hazırlanır. Gözenekli porselen bir kavanoz; cam boru ile, içerisinde su bulunan ve bir çıkış**

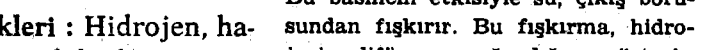
**borusu takılı cam şişeye bağlanır. Porselen kavanoz üzerine, bir cam fanus ters çevrilir. Cam fanusun içine hidrojen gazı gönderilir. Bir süre sonra, alttaki şişenin çıkış borusundan su fışkırdığı görülür. Çünkü, cam fanıstaki hidrojen gazı, porselenin gözenekli yüzeylerinden içeri yayılarak su üzerindeki basıncı artırmıştır. Bunun sonucu olarak su, çıkış borusundan yükselerek fıskiye gibi dışarı fışkırmıştır. Hidrojen dolu cam fanus kaldırılacak olursa suyun fışkırması durur ve eski halini alır. Bundan sonra, porselen kavanoz havayla devamlı temasta olmasına rağmen, herhangi bir difüzyon görülmez. Bu da yayılma özelliğinin, hidrojen gibi hafif ve molekülleri çok hızlı hareket eden gazlarda çok daha yüksek olduğunu gösterir.**




(Şekil : 22)
Hidrojenin difüzyon özelliği
Gözenekli porselen (yarı geçirici kap) üzerine bir cam fanus kapatılıp, içine hidrojen gazı gönderilir. Hidrojen gazı gözenekli porselenden içeri yayılır. Şişedeki su üzerine basınç yapar. Bu basıncın etkisiyle su, çıkış borusundan fışkırır. Bu fışkırma, hidrojenin difüzyona uğradığını gösterir.

Yoğunluğu D=0,09 gr./litredir. Aynı şartlar altındaki havadan 14,4 defa daha hafiftir.

**Kimyasal özellikleri :** Hidrojen, havada veya oksijende parlak olmayan soluk, mavi bir alevle yanar, fakat bu alev çok sıcaktır (1500°C). Bu alev içersine, yüksek sıcaklığa dayanıklı bir metal parçası sokulursa, derhal akkora kadar ısınır. Ve etrafa parlak ışık saçar. İki hacım hidrojen ve bir hacım oksijenden ibaret bir karışım, alev temasında şiddetle patlar. Onun için bu karışıma, patlayıcı gaz denir.



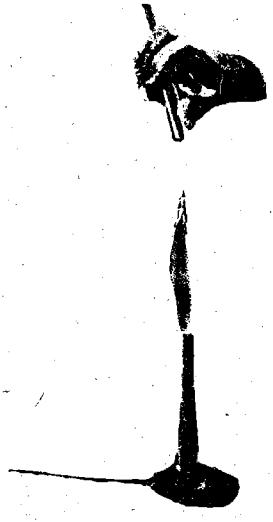
$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \qquad \Delta H = -68{,}34 \text{ K.kal/mol}$$

Denklemde görüldüğü gibi, sıvı halde su meydana geldikten sonra dışarı, mol. başına 68,34 K. kalorilik ısı verilir ki, bu ısıya *suyun teşekkül ısısı* denir. Bir molekül suyun elektrolizi için de, bu teşekkül ısısına eşdeğer enerjiyi, elektrik enerjisi olarak dışarıdan vermemiz gerekir.

Hidrojenin, hava ile patlayıcı bir gaz karışımı meydana getirdiği bilindiğine göre, bir yerden çıkan hidrojenin tehlikesizce ve devamlı olarak yakılması isteniyorsa, hidrojenin elde edildiği düzenekteki havanın tamamıyle çıkarılmış olması gerekir. Aksi taktirde, patlama olur.

**DENEY : Kip aygıtının hidrojen çıkan musluğuna bir deney tüpü**

**sokulur, bir süre bekletildikten sonra tüp, bunzen beki alevine tutulursa, patlama işitilir (Şekil : 23). Çünkü, deney tüpü içerisinde hava ile hidrojen, patlayıcı gaz karışımı meydana getirmişlerdir. Bu durum bize, kip aygıtının içindeki havanın tam boşalmadığını gösterir.**



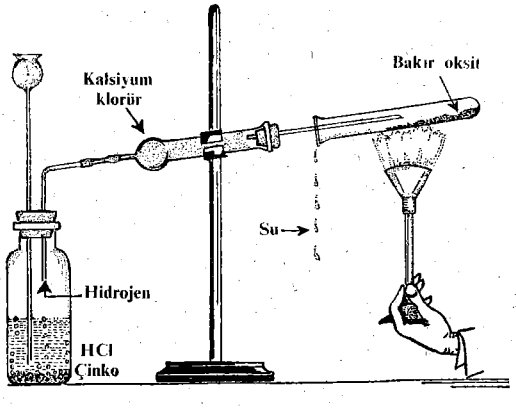
(Şekil : 23)
(Hava ve hidrojen) den ibaret patlayıcı gaz karışımının patlatılması. (Deney esnasında tüp boşluğa tutulmalı ve dikkatli bulunmalıdır.)

Hidrojen çok kuvvetli indirgen maddedir. Bu özelliğini deneyle açıklayalım :

(Şekil : 24) deki düzenek hazırlanır. Ve içinde bakır oksit bulunan tüp, altından ısıtılırken, üzerinden kuru hidrojen gazı geçirilir. Bu takdirde, tüpün dibinde bakır açığa çıkar ve aşağı doğru su akar. Tepkimenin denklemi :

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

olmalıdır. Burada bakır indirgenmiştir, $H_2$ de, $H_2O$ teşkili ile oksitlenmiştir. Hidrojen, alkali metal oksitleri hariç, diğer metal oksitlerini indirger. Alkali metal oksitlerini indirgeyemez. Çünkü, bu metallerin oksijene olan ilgileri hidrojeninkinden fazladır. Bu, oksitleme ve indirgeme terimleri (bölüm: 7) de daha bilimsel bir şekilde açıklanmaktadır.




(Şekil : 24)
Hidrojenin indirgen özelliğini gösteren deney.

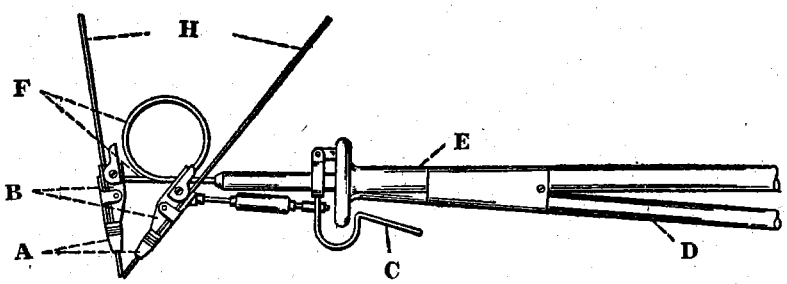
### 4.17 KULLANILMASI

Haber metoduna (Bölüm : 12) göre, amonyak elde edilmesinde, nikel tozlarının katalitik etkisi altında sıvı yağların katılaştırılmasında, kok kömüründen benzin yapılmasında kullanılır. Hamlaçlarda oksijen - hidrojen karışımı yakılırsa 2600°C sıcaklık elde edilir. Bundan dolayı bu şekilde kaynakçılıkta da kullanılır.

### 4.18 HİDROJEN MOLEKÜLLERİNİN ATOMLARINA PARÇALANMASI VE ATOMİK HİDROJEN HAMLACI

Hidrojen molekülü iki hidrojen atomundan yapılmıştır. Amerikalı kimyacı Dr. Irving Langmuir (1881 - 1957); hidrojen moleküllerinin tungsten elektrotlar arasında meydana getirilecek bir elektriksel yay içerisinden geçirildiği takdirde, atomlarına ayrıldığını göstermiştir. Bu ayrılma işi için çok fazla enerji sarfetmek gerekir.

Meydana gelen hidrojen atomları, tekrar molekül meydana getirmek üzere birleştirildiği takdirde, parçalanabilmesi için verilen enerjiyi, tekrar dışarı salar.




(Şekil : 25)
Atomik Hidrojen Hamlacı.

A : Serbest hidrojen atomlarını birleştiren iki uç, B : Elektrot kıskaçları, C : Ark kontrol kolu, D : Hidrojen tüpü, E : Kulp, F : Gaz ve elektrik iletkenleri, H : Tungsten elektrotlar.

Bu prensipten faydalanılarak yapılan atomik hidrojen hamlacı (Şekil : 25) ile yaklaşık olarak 4000°C lik bir sıcaklık temin edilir. Bu sebeple hamlaç, her türlü metalin kesilmesinde ve kaynakçılıkta kullanılır.

Elektrotlar arasında meydana getirilen serbest hidrojen atomları, hamlacın iki ucunda tekrar birleştirilerek istenilen yüksek sıcaklık, hamlacın ucunda meydana getirilir.

# BÖLÜM IV. A

## Alıştırma ve İnceleme Soruları :

1 — Oksijenin fiziksel özelliklerini yazınız.

2 — Kolaylıkla ateş yakmak için neden küçük ve ince odun parçaları, çıra veya kâğıt kullanılır?

3 — Kendiliğinden tutuşma, yanma ve oksitlenme olaylarına birer örnek veriniz.

4 — Potasyum klorat ısıtılınca, meydana gelen kimyasal değişmenin denklemini yazınız.

5 — Yangın çıkması için 3 şartın bir araya gelmesi gerekir. Bunlar nelerdir? Yazınız.

6 — Baryum oksit kullanarak havadan oksijen nasıl elde edilir? Açıklayınız.

7 — Allotropi nedir? Açıklayınız.

8 — Ozon, oksijenden daha etkindir. Niçin?

9 — Hidrojeni saf ve kuru olarak elde etmek için nasıl bir aygıt kullanmalıdır? Şeklini çiziniz.

10 — Hidrojenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden başlıcalarını sayınız.

11 — Hidrojen neden indirgendir? Bir örnek üzerine açıklayınız.

12 — Kandil mumu hidrojen ihtiva eden bir maddedir. Mum yakıldığı zaman hidrojen ne olur? Fikrinizi deneyle ispat ediniz.

13 — Hidrojen gazından aydınlatma vasıtası olarak mı, yoksa ısı vasıtası olarak mı faydalanılır. Neden?

14 — Hidrojen niçin kolaylıkla difüzyona uğrar, sebebini açıklayınız.

15 — Atomik hidrojen hamlacının prensibini izah ediniz.

## PROBLEMLER :

1 — 100 gr. çinko üzerine asit etki ettirilirse ne kadar hidrojen açığa çıkar? (Çinkonun % 2 si yabancı madde olarak kabul edilecektir.) Cevap : 2,99 gr.

2 — 99 ton sudan ne kadar oksijen elde edilir? Cevap : 88 ton

3 — 800 litre hidrojen gazı yakıldığı zaman, ne kadar su buharı meydana gelir? Cevap : 648 gr.

4 — 295 gr. $KClO_3$ ın ısıtılmasıyle kaç gram oksijen elde edilir? Cevap : 115,2 gr.

5 — 100 gr. bakır oksitin hidrojenle indirgenmesinden elde edilecek bakır miktarını bulunuz. Cevap : 80 gr.

6 — Kızgın demir üzerinden su buharı geçiriliyor. Su buharının ayrışmasıyle 1 gr. hidrojen elde etmek için, reaksiyona girmesi gereken demir miktarını bulunuz. Cevap : 21 gr.

## 4 B. HİDROJENİN OKSİJEN İLE BİLEŞİKLERİ

Hidrojen ve oksijen elementleri birbirleriyle birleşerek iki türlü bileşik yaparlar. Bunlardan biri $H_2O$ formülü ile gösterilen su, diğeri de $H_2O_2$ ile gösterilen hidrojen peroksittir. Şimdi sıra ile inceleyelim :

### S U
### ($H_2O$)

#### 4.19 BULUNUŞU VE ÖNEMİ

Yer yüzeyinin 3/4 ü kadarı, ortalama, derinliği 5,5 kilometre olan su ile kaplıdır. Kutuplar bölgesi, katı sudan başka bir şey olmayan buz katmanları ile örtülüdür. Atmosfer içerisinde de büyük miktarda, su buhari vardır. Bundan başka, yiyeceklerimizin, meyvaların ve insan vücudunun da yarıdan çoğu sudur. Yeryüzünde rastlanan bileşiklerin çoğunun içinde, kristal suyu denilen su vardır. Bunlar göz önüne alınacak olursa, susuz hayatın olamayacağı açıktır. O halde, su, her şeyden önce hayat için şart olduğundan önemlidir.

Birçok kimyasal tepkimeler eriyik halinde olduğundan, tepkimeye giren maddeleri eritebilecek, eritkene ihtiyaç vardır. Bunun için de en uygunu sudur. Çünkü su, her maddeyi az çok eritebilir. Buna göre kimya bakımından da çok önemlidir. Susuz hayat olamayacağı gibi, susuz kimya da olamaz denilebilir.

#### 4.20 FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Fiziksel özellikleri :** Arı olduğu zaman saydam, renksiz, tatsız, kokusuz bir sıvıdır. Altı metre derinlikten sonra su katmanları hafif mavi gözükür. 760 mm. civa basıncında, 100°C de kaynar, sıfır derecede donar. Bu sıcaklıklar termometre derecelenmesinde sabit noktalar olarak alınırlar. Suyun yoğunluğu sıcaklığa bağlıdır. + 4°C de maksimum değerde ve birdir. Su donarken genişlediğinden, buzun yoğunluğu suya nazaran daha azdır. Bunu, denizlerde yüzen buz dağları, açıkça gösterir. 14,5°C de 1 gr. suyun sıcaklığını, 1 santigrat derece yükseltmek için verilmesi gereken ısı miktarı, ısı birimi olarak kabul edilip, buna 1 küçük

kalori denir, kısaca (kal.) şeklinde, küçük kalorinin 1000 katı kilo kaloridir, kilo kalori de kısaca (K.kal) kısaltmasıyle gösterilir. Kilo kaloriye, büyük kalori de denir. Kilo kalori de, bir kilogram suyun sıcaklığını, bir santigrat derece yükseltmek için verilmesi gereken ısı miktarıdır.

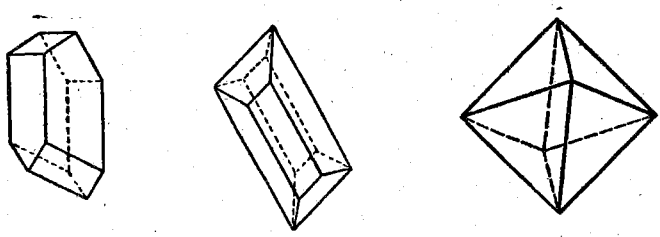
**Su iyi bir eritkendir :** Birçok katı, sıvı ve gaz maddeler suda erirler; katılardan kömür, kireç taşı, kum ve baryum sulfat pratik olarak suda hiç erimezler (bk. sahife : 82).

**Kimyasal özellikleri :** Aşağıdaki şekilde özetlenebilir :

1. Hidrojen ile oksijen, dışarı büyük bir ısı vererek kolaylıkla birleşirler. Böyle birbirleriyle kolaylıkla birleşen iki maddenin birbirlerine kimyasal ilgisi fazladır denir. Büyük bir kimyasal ilgi ile meydana gelen maddelerin ayrılması güç olduğundan, böyle maddeler dayanıklıdır (sebatlıdır). Su da çok dayanıklı bir maddedir. Ancak yüksek sıcaklıkta, elementlerine ayrışır.

2. Su molekülü, bazı metallerle adî sıcaklıkta, bazılarıyle yüksek sıcaklıkta hidrojen çıkışı ile parçalanır. Bu konu hidrojen elde edilişinde anlatılmıştır.

3. Su, birçok maddelerle doğrudan doğruya birleşir. Özellikle bunlar arasında : a) Tuzlar, b) Metal oksitleri, c) Ametal oksitleri söylenebilir.



(Şekil : 26)

| a | b | c |
|---|---|---|
| $KAl(SO_4)_2 + 12H_2O$ | $Na_2CO_3 + 10H_2O$ | $MgSO_4 + 7H_2O$ |
| Şap | Çamaşır sodası | İngiliz tuzu |

a. Su, tuzlar ile birleşerek onların kristal şekillerini yapar. Su; bu maddelere kristal suyu şeklinde bağlanmıştır. Örneğin; (Şekil : 26, a, b, c) şap kristalinde 12, soda kristalinde 10, magnezyum sulfat kristalinde 7 molekül kristal suyu vardır.

b. Metal oksitleri ile birleşerek hidroksitleri yapar.

Metal oksit + Su → Metal hidroksit

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ (Kalsiyum hidroksit)

$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$ (Sodyum hidroksit)

c. Ametal oksitleri ile de birleşerek asitleri yapar.

Ametal oksit + Su → Asit.

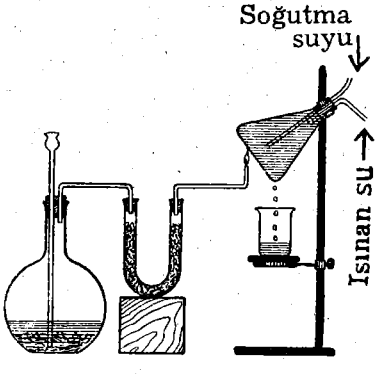
$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ (Karbonik asit)

$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$ (Sülfürüz asit)

4. Su ne asittir, ne de bazdır. Turnusol kâğıdına etki etmez. Saf su elektrik akımını iletmez, sadece asitlerin, bazların ve tuzların sudaki eriyikleri elektrik akımını iletirler.

### 4.21 SUYUN ELEMENTLERİNDEN SENTEZİ

Su, hidrojen ve oksijenden yapıldığına göre, hidrojen havada yandığı zaman su meydana gelmelidir. Bu iş, yanda (Şekil : 27) de görülen aygıtta yapılır. Bir balon, iki kere dik açı şeklinde bükülmüş cam boru ile içersinde kalsiyum klorür ($CaCl_2$) bulunan bir (U) borusuna bağlanır. U borusunun diğer ucuna da, bir tarafı çekilmiş ve şekilde görüldüğü gibi, ters olarak iki defa dik açı şeklinde bükülmüş ikinci bir cam boru takılmıştır. Balonun içerisine çinko parçaları konur. Ve şekilde görülen huni yardımıyle üzerine hidroklorik (HCl) asit dökülür.




Şekil : 27)
Suyun sentezi

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

denklemine göre hidrojen meydana gelir, kalsiyum klorürlü U borusundan, kuru olarak çıkan bu hidrojen yakılır. Soluk mavi renkli hidrojen alevi, ters akım prensibine göre su ile soğutulan, bir erlenmayerin (şekil : 27) de görüldüğü gibi dibine (altına) tutulur. Hidrojenin;

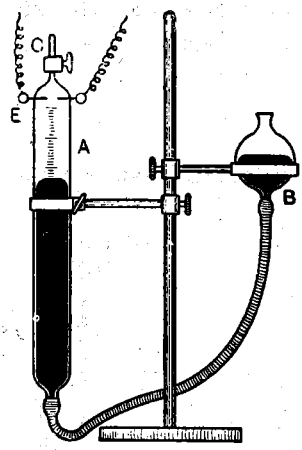
$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

denklemine göre yanmasıyle oluşan su buharı, soğuyarak, su haline gelir ve damlalar şeklinde alttaki beherde toplanır.

**Suyun hacımca ve ağırlıkça sentezi :**

**Hacımca sentezi :** Suyun elementlerinden nicel olarak sentezini ilk defa 18. yüzyılın sonuna doğru İngiliz kimyacısı *Cavendish* (Kavindiş 1731 - 1810) yapmıştır. Bugün bu iş için, (Şekil : 28) de görülen aygıt kullanılır.

Aygıt, 70 cm. uzunluğunda, üzeri $cm^3$ bölmeli sağlam bir cam borudur. Bu borunun tepesinde bir musluk ve hemen altında iki ucu, borunun içerisinde birbirine değecek şekilde sokulmuş, iki platin tel vardır. Bunlar kıvılcım indüklecine bağlanarak, istenildiği zaman uçlar arasında kıvılcım elde edilebilir. Borunun alt ucu lastik bir boru ile bir cam balona bağlanmıştır. Boru ve balonda civa vardır. Balonun ödevi civa seviyesini ayarlamaktır. Musluk yardımı ile cam boru içerisine bir miktar oksijen ve onun 7 - 8 katı hidrojen gazı alınır. Örneğin, 12 $cm^3$ oksijen ve 80 $cm^3$ hidrojen alınmış olsun, Elektrik kıvılcımı meydana getirilerek gaz karışımı tepkimeye sokulur. Bu takdirde, civa üzerinde bir miktar suyun toplandığı ve bu arada civa seviyesinin yükseldiği, geride 56 $cm^3$ gaz kaldığı görülür. Bu gaz yakılırsa, soluk mavi bir alevle yanar. Yani hidrojendir. Buna göre, 80 — 56 = 24 $cm^3$ hidrojen gazı, 12 $cm^3$ oksijenle birleşerek su yapmıştır. O halde, su, iki hacım hidrojen ile bir hacım oksijenin birleşmesinden meydana gelmiştir.



(Şekil : 28)
Suyun hacımca sentezi

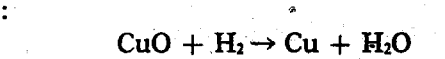
$$\frac{\text{Hidrojenin hacmı}}{\text{Oksijenin hacmı}} = \frac{24}{12} = \frac{2}{1} \quad \text{dir.}$$

**Suyun ağırlıkça sentezi :** Bu sentezi yapabilmek için;

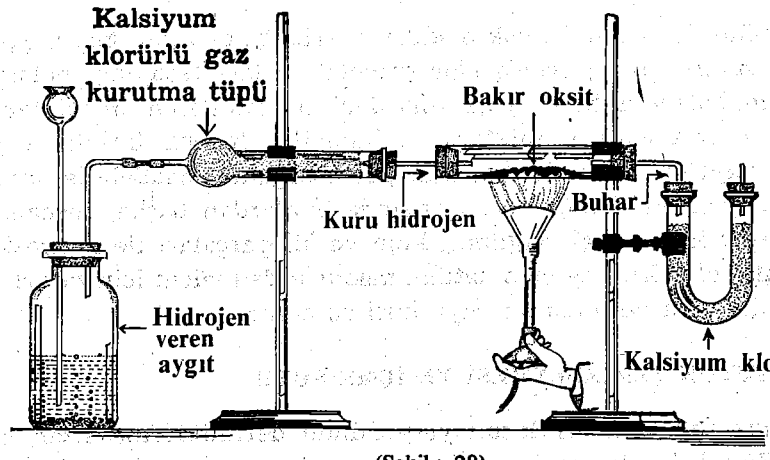
1. Saf hidrojen kaynağına,
2. Ağırlığı çok doğru tartılmış bakır oksite,
3. Meydana gelecek suyu toplamak için kullanılacak, ağırlığı önceden çok doğru tartılmış olan, kalsiyum klorürlü «U» borusuna ihtiyaç vardır.

(Şekil : 29) da görüldüğü gibi, bir boru içerisinde, kızıl sıcaklığa kadar ısıtılmış olan bakır oksit üzerinden arı ve kuru hidrojen geçirilir.

Hidrojen :



$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$




(Şekil : 29)
Suyun ağırlıkça sentezi.

denklemine göre bakır oksitin, oksijenini alarak su yapar. Bu su da, U borusunda toplanır.

| Sonuçlar | Tartım |
|---|---|
| CuO ..... | a gr. |
| Cu ..... | b » |
| U borusu ..... | c. » |
| $H_2O$ yu almış U borusu ..... | d » gelsin. |

Buna göre hidrojen tarafından, bakır oksitten alınan oksijen miktarı :

$$a - b = m$$

U borusundaki su miktarı :

$$d - c = n$$

Oksijen ile birleşen hidrojen miktarı :

$$n - m \text{ gr. dır.}$$

Su yapmak üzere birleşen hidrojen ile oksijenin ağırlıkları arasındaki n — m/m oranı tayin edilmiş ve 1/8 bulunmuştur. Demek ki, bir gram hidrojenin, su yapmak için 8 gram oksijenle birleşmesi gerekir.

### 4.22 SUYUN KİRLENMESİ

Su, önüne rasladığı, birçok maddeleri erittiğinden göl, kuyu, çay nehir, deniz suları içinde, erimiş olarak metal tuzları (sodyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum tuzları) ile atmosferden suya geçen bir miktar gazlar (oksijen, azot v.b.) az miktarda bulunabilir. Ayrıca, bitkilerin çürümesinden, hayvansal artıklardan ileri gelen organik maddelerle, mikroplar ve amonyak bulunabilir. Su içerisinde bunlardan başka, süspansiyon halinde gayet ince olarak dağılmış, kum ve kil parçaları ile mikroskopik organizmalar olabilir. İşte bu anlatılan maddelerden vücut için zararlı olan bir veya birkaçını bulunduran suya kirli su denir.

### 4.23 SUYUN TEMİZLENMESİ VE İÇME SUYU

Yağmur sularının bir kısmı yeryüzünün derinliklerine sızar, orada toplanır. Büyük bir kısmı da nehir veya çaylara karışarak deniz ve göllerde toplanır. Toprakta pek çeşitli mikrop ve bakteriler vardır. Bunlar içerisinde insanlar için en zararlıları, hiç şüphesiz kolera, tifo ve dizanteri mikroplarıdır. Şayet, içilen suda bu mikroplar varsa, su ile bağırsaklara geçerek orada yerleşir ve çoğalır. Bu hastalıkların önüne her şeyden önce, içme suyunun sterilize edilmesiyle geçilir. Bu itibarla büyük şehirlerin içme suyunun temini, esaslı bir problemdir ki, bu problemin çözümü ile mühendis, bakteriyoloğ, kimyager ve hatta meteorologlar ortaklaşa ilgilidirler.

İçme suyu veya yemeklerimizde kullanılan su, berrak, yumuşak, tatsız ve kokusuz olmalı ve vücut için zararlı mikroplardan temizlenmiş bulunmalıdır. Buna karşılık, vücut için faydalı bazı metal bileşiklerini de bulundurmalıdır.

Bahsedilen özellikteki suyu sağlamak için, tabiî sular barajlarda toplanır. Barajların suyu yağmurlarla artar, kurak mevsimlerde de bu depodan şehrin ihtiyacı temin edilerek su sıkıntısı önlenir.

**Suyun temizlenmesi:** Bunun için barajlarda toplanan tabiî suyun a. Çökeltme (sedimantasyon), b. Süzme, c. Havalandırma, d. Kireç ve soda ile muamele, e. Klorlama gibi işlemlerden geçirilmesi gerekir.

**a. Çökeltme (Sedimantasyon):** Gereksiz maddelerin çöktürülmesi demektir. Bunun için su, 5 m. derinliğindeki beton tanklara alınır. İçine alüminyum sulfat katılır. Bu takdirde, yabancı maddeler ve mikroplar alüminyum sulfatla birlikte dibe çökerek sudan ayrılır.

**b. Süzme:** Su, üst üste sıralanmış kum, kum-çakıl, çakıl katmanlarından yukarıdan aşağı geçirilir, bu takdirde her türlü yabancı madde-

ler bu katmanlar tarafından tutulur. Ancak, süzgeçlerin sık sık temizlenmesi gerekir.

c. **Havalandırma:** Suyun temizlenmesine ait bu üçüncü işlemde, su, suni olarak hazırlanmış bir setten şelâle gibi akıtılır. Böylece geniş bir yüzey üzerinde suyun, hava ve güneş ışığı ile teması sağlanır. Netice olarak suya tiksindirici ve hoşa gitmeyen koku veren maddeler, güneş ışığı ve hava tarafından oksitlenerek etkileri ortadan kaldırılır.

d. **İçme suyunun belirli bir sertlik veya yumuşaklıkta olması gerekir:** Yapılacak analiz sonucuna göre, suya gerektiği kadar $Ca(OH)_2$ ya da $Na_2CO_3$ katılır. (Geniş bilgi için bk. Ömer Bayın Lise II Fen, sahife 115).

e. **Klorlama:** Klor zehirli bir gaz olduğundan, su içerisinden gayet az miktarda geçirilir. Zararlı mikrop ve bakterilerin son kalıntıları da klor tarafından yokedilir ve az miktardaki bu klor dahi suyun devamlı olarak mikropsuz kalmasını sağlar.

Bu işlemlerden sonra vücut için, istenilen özellikte, içme suyu elde edilmiş olur. Tabiî suların toplandığı barajlar; memleket ekonomisinde büyük rolü ve olumlu etkileri olan dev kuruluşlardır. Bir memlekete çok büyük faydalar sağlar. Şöyle ki:

1. İhtiyaç halinde şehirlerin içme suyu buradan temin edilir.

2. Sel baskınlarını önler.

3. Kurak mevsimlerde ekili arazinin sulanmasını mümkün kılar. Tarımın gelişmesini sağlar.

4. Nihayet geniş ölçüde çok ucuz ve bol elektrik enerjisi elde edilir. (Su kuvvetinden yararlanarak.).

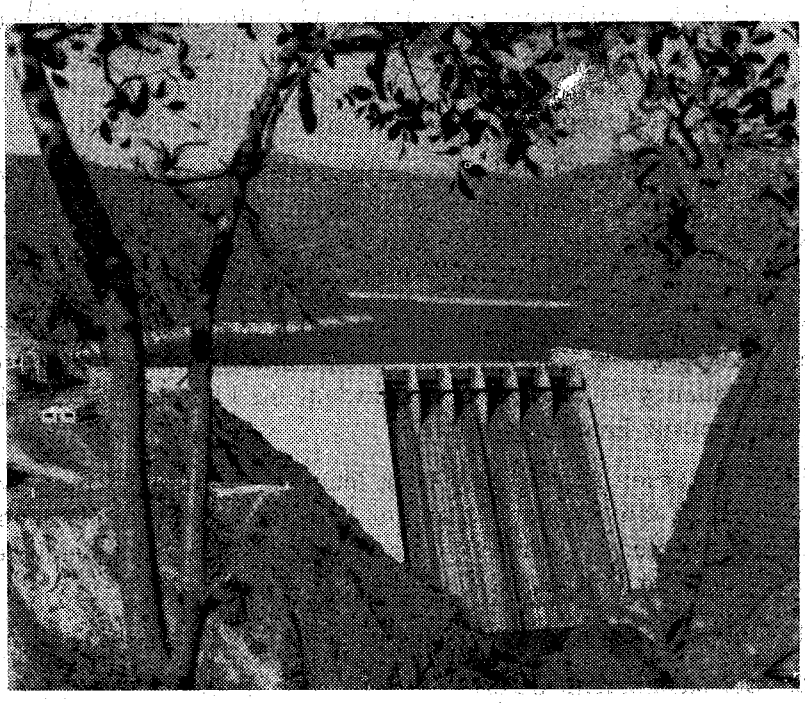
Son zamanlarda memleketimizde de dünya çapında büyük barajlar yapılmış ve yapılmaktadır: Seyhan, Girlevik (Erzincan), Hirfanlı, Kepez, Gediz, Tortum, Sarıyar, Keban v.b.

(Şekil: 30) yapımı tamamlanarak hizmete girmiş olan Sarıyar barajından genel bir görünüştür.

Barajın arkasında meydana gelen gölün hacmı 1.900.000.000 $m^3$ ve yüzeyi 80 $km^2$ dir. Ortalama bir yağış yılında Sarıyar hidroelektrik santralinden 427 milyon kws'lik elektrik enerjisi elde edilir.

Barajlar yardımıyle tatlı sudan, ihtiyaç duyulan her sahada faydalanılmalıdır. Fakat, asıl önemli olanı, deniz suyundan ve tuzlu göl sularından faydalanmaktır. Bugün deniz suyunun tuzu alınmak suretiyle

içme suyu yapılmaktadır. Ancak, uygulama alanı çok dardır. (Şek : 31) de küçük ölçüde tuzlu suyun, tuzu alınarak içme suyu olarak kullanılmasını göstermektedir. Tuzlu suyun tatlı su haline getirilmesi işi geniş ölçüde



(Şekil : 30)

Sarıyar baraj ve hidroelektrik santralı Kuzey - batı Anadolu'nun elektrik ihtiyacını karşılamak üzere Etibank tarafından kurulan tesislerden biridir. Baraj, Sakarya nehri üzerine kurulmuştur. Barajın tabandan yüksekliği 110 m., tabandaki genişliği 95 m., üst genişliği 7 m. dir. Aşırı sel sularını kontrol altına almak üzere 11 er metre arayla, 10 m. yüksekliğindeki kapaklarıyle 6 savak yapılmıştır. Bu suretle 7.500 $m^3$/saniyeye kadar aşırı taşkınları kontrol altına almak mümkündür.

başarıldığı takdirde bunun, tarım, sanayiî, v.b. alanlarda dünyamızın çehresini değiştireceğine şüphe yoktur. Böyle bir başarı, başarıların en önemlisi olacaktır.

**Damıtık su :** İçerisinde hiç yabancı madde olmayan, sadece $H_2O$ moleküllerinden ibaret olan suya damıtık su denir. Elde etmek için tabiî sular damıtılır (bk. sh. 72).

## DENİZ SUYUNUN TUZU ALINARAK KÜÇÜK ÖLÇÜDE İÇME SUYU HALİNE GETİRİLİŞİ

a b

c d

(a) Suyun tuzunu alan kimyasal madde (gümüş zeolit bileşiği).

(c) Kimyasal madde su içinde iyice dağılıncaya kadar dikkatlice çalkalanır.

b) Bu madde, özel yerine kadar deniz suyu ile doldurulmuş olan plastik kaba yerleştirilir.

(d) Bir saat sonra deniz suyunun tuzu alınmıştır. Sıkılmak suretiyle süzgecinden süzülerek içilir.

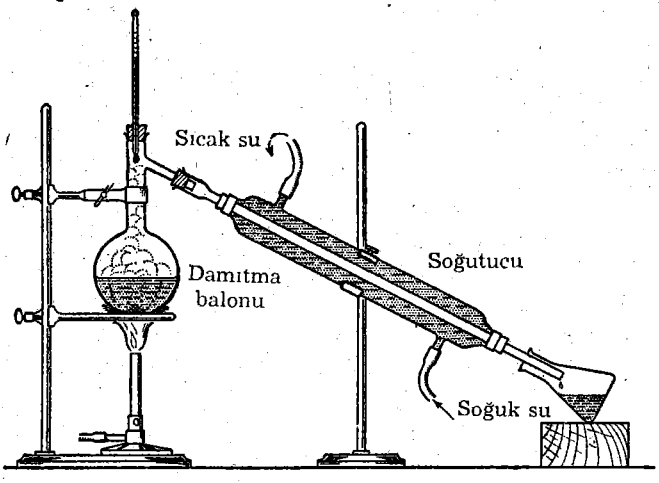
(e) Deniz ortasında susuz kalmış bir kazazede, bu usulle, susuzluğunu giderebilir.

(Şekil : 31)

Deniz suyunun tuzu alınarak küçük ölçüde içme suyu haline getirilişi.

### 4.24 SUYUN DAMITILMASI

Bunun için damıtma aygıtı kullanılır. Basit bir damıtma aygıtı 3 kısımdan ibarettir (Şekil : 32).




(Şekil : 32)
Suyun damıtılması.

1. **Damıtma balonu :** Damıtılacak su, içerisine konularak alttan ısıtılır. Meydana gelen su buharı soğutucuya gelir.

2. **Liebig** (libik) **soğutucusu :** İç içe geçmiş iki cam borudur. Dıştaki borunun uçlarında aksi yöne açılan iki çıkış borusu vardır. Ters akım prensibine göre, alttaki musluktan soğuk su gönderilir, iç borudan geçen buharları soğutarak yoğunlaşmasını sağlar, kendisi ısınır. Isınan bu su diğer musluktan devamlı olarak çıkar.

3. **Toplama kabı :** Liebig soğutucusuna gelen su buharı soğuyarak sıvılaşır ve toplama kabına toplanır.

Su, 76 cm civa basıncı altında 100°C de kaynayarak su buharı haline gelir. İçerisindeki yabancı maddeler buharlaşmaz, damıtma balonunda kalırlar. Bundan dolayı toplama kabındaki su, içinde yabancı madde olmayan yani, damıtık sudur.

### 4.25 ÖNEMLİ GAZ KANUNLARI, GAY - LUSSAC'IN HACIM BAKIMINDAN SABİT ORANLAR KANUNU, AVOGADRO KANUNU

**Gay - Lussac'ın gazların özellikleriyle ilgili önemli bir buluşu :** Fransız bilgini, Joseph Louis Gay - Lussac (1778 - 1850) gazların birleşmelerinde esas olan ortak bir özelliğin bulunup bulunmadığını merak ederek, bu konuyu inceledi. Yaptığı deneyler sonucunda, aynı şartlar altında;

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Hacım hidrojen | + 1 | Hacım klor | birleşince → | 2 | Hacım klorlu hidrojen |
| keza 2 | Hacım hidrojen | + 1 | Hacım oksijen | birleşince → | 2 | Hacım su buharı |
| keza 3 | Hacım hidrojen | + 1 | Hacım azot | birleşince → | 2 | Hacım amonyak |

meydana getirdiğini gördü. Ve her defasında tepkimeye giren gazlar ile tepkimeden meydana gelen gazların hacimleri arasında, basit ve sabit bir oran bulunduğunu anladı. Örneğin, hidrojen ile klor'un birleşmesinde; meydana gelen klorlu hidrojenle, klor ve hidrojen arasında ½ gibi basit bir oran mevcuttur. Keza amonyak örneğinde, amonyakla hidrojen arasında ⅔, azotla amonyak arasında ½ gibi basit bir oran vardır. Bu konuyla ilgili yaptığı diğer deneylerden de benzer sonuçlar alması üzerine, buluşlarını kendi adıyle bilinen bir kanun halinde genelleştirdi.

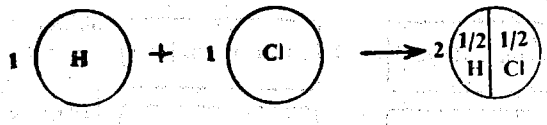
**Kanun: Kimyasal tepkimeye giren gazlar ile tepkime sonunda meydana gelen gazların (aynı şartlar altında) hacimleri arasında sabit ve basit bir oran vardır.** Bu, Gay - Lussac'ın hacim bakımından sabit oranlar kanunu olarak bilinir.

Gay - Lussac'ın sabit oranlar kanununa göre, 2 hacim (hidrojen + klor) gazlarının karışımı tepkimeye girince, 2 hacim klorlu hidrojen meydana getirmektedir. Burada konu edilen hacim o kadar küçük alınabilir ki, içerisinde sadece birer atom hidrojen ve klor bulunsun. Yani,

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Hidrojen | + | Klor | → | Klorlu hidrojen |
| 1 hacim | | 1 hacim | → | 2 hacim |
| 1 litre | | 1 litre | → | 2 litre |
| 1 $cm^3$ | | 1 $cm^3$ | → | 2 $cm^3$ |
| ,,,,,, | | ,,,,,,, | → | ,,,,,,, |
| ,,,,,, | | ,,,,,,, | → | ,,,,,,, |
| 1 atom | | 1 atom | → | 2 atom olur. |

Klorlu hidrojenin bir atomu; yarım atom hidrojen ile yarım atom klorun birleşmesiyle meydana gelmiş olmalı ki, yukarıdaki tabloya göre iki klorlu hidrojen meydana gelebilsin.

Yani,




olması gerekir.

Deneylerle doğruluğu kesinlikle anlaşılan Dalton'ın atom teorisine göre atomlar bölünemeyeceğinden, gazlar arasındaki birleşmenin yukarıdaki şekilde izahı doğru olamaz. Bir başka deyişle, gazların birleşmelerinde esas olan en küçük temsilcileri, atomlar olmamalıdır.

O halde, ne olabilir? Çözümlenmesi hayli güç olan bu karışıklığı İtalyan kimyacısı Amadeo Avogadro (1776 - 1856) düzeltmiş ve böylece kimya bilimine yeni bir hamle devrini açmış oldu.

Avogadro, 1811 yılında ileri sürdüğü ve bugün de değerini, kaybetmemiş ve doğruluğu deneylerle saptanmış olan kanununa göre, maddeleri meydana getiren iki tanecik kabul etti. Avogadro'nun kabul ettiği bu iki tanecik, atom ve moleküldür. Böylece Avogadro kimyaya gerçek molekül kavramını getirmiştir. Molekül, birden fazla atomun birleşerek meydana getirdiği bir taneciktir.

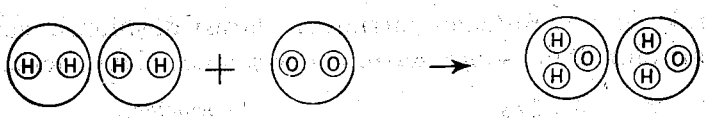
Gazlar ve diğer bir çok kimyasal bileşikler moleküller halinde bulunur. Moleküller, meydana getirdikleri bileşiklerin, bütün özelliklerini taşıyan en küçük birimleridir. Kimyasal metotlarla atomlar daha fazla parçalanamazlar. Fakat moleküller, kendisini meydana getiren atomlarına parçalanabilirler. Moleküller aynı atomlardan meydana geleceği gibi, ayrı ayrı atomlardan da meydana gelebilir.

Avogadro kanunu ile gazlar arası birleşmeler, gerçeğe uygun şekilde kolayca izah edilebilir. Şöyle ki,

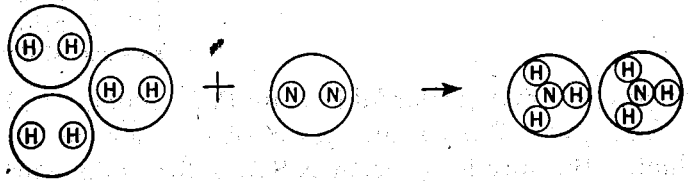
Hidrojen ile klor arasındaki birleşme.

1 Molekül ($H_2$) 1 Molekül ($Cl_2$) 2 Molekül (HCl)

yukardaki şekilde olur. Keza hidrojen ile oksijen, hidrojen ile azot gazları arasındaki tepkimeler de,



2 Molekül ($H_2$) 1 Molekül ($O_2$) 2 Molekül Su



3 Molekül hidrojen 1 Molekül ($N_2$) 2 Molekül amonyak

şeklinde olur.

**Avogadro kanununa göre; aynı şartlar altında bütün gazların, eşit hacımlarında, eşit sayıda molekül vardır. 0°C ve 760 mm. civa basıncında bir molekül - gram gaz (gazın cinsi ne olursa olsun), daima 22,4 litrelik bir hacım işgal eder.**

Örneğin, 1 molekül - gram yani, 2 gr. hidrojenin normal şartlar (0°C ve 760 mm.) altındaki hacımı 22,4 litredir.

Aynı şekilde, 1 molekül - gram yani, 32 gr. oksijen de normal şartlar altında yine 22,4 litredir.

N.Ş.A. bir gazın 22,4 litresinde (bir molekül - gramında) daha genel bir deyişle moleküler yapıda olan herhangi bir maddenin bir molekül - gramında $6{,}02 \times 10^{23}$ molekül vardır. Buna dayanarak bir molekülün ağırlığı hesaplanabilir.

Örneğin, bir hidrojen molekülünün ağırlığı $2/6{,}02 \times 10^{23}$ gr. dır. Keza, bir oksijen molekülünün ağırlığı da $32/6{,}02 \times 10^{23}$ gramdır.

Avogadro kanunu, bize, kütle ile hacım bağıntılarını birbirine çevirme olanağını verir. Kimyada, kütle - hacım problemlerinin çözümünde çok yararlanılır.

### 4.26 MOLEKÜL AĞIRLIKLARININ TAYİNİ

Gazların molekül ağırlıklarının tayini çok kolaydır. Avogadro kanunundan yararlanılır. Bu kanuna göre, 0°C ve 760 mm. civa basıncı altında herhangi bir gazın bir molekül - gramı, 22,4 litrelik bir hacım işgal eder. O halde, molekül ağırlığı tayin edilecek bir gazın, molekül ağırlığı; normal şartlar altında 22,4 litresinin ağırlığına eşittir.

Bu bakımdan, önce, o gazın N.Ş.A. (0°C ve 760 mm. civa basıncında) 1 litresinin ağırlığı bulunur. Bunun için gaz, hacmı ve darası bilinen bir

kaba alınarak tartılır. Bulunan tartımdan darası düşülünce, gazın ağırlığı bulunmuş olur. Daha sonra, gazın deney şartlarındaki hacmı (V) den,

$$V_o = \frac{P}{P_o} \cdot \frac{V \cdot 273}{(273+t)} \qquad (1)$$

Formülde :
$V_o$ : 0°C deki hacım
$P_o$ : 0°C » basınç
V : t°C » hacım
P : t°C » basınç
t : sıcaklık °C dir.

(I) formülüne göre, normal şartlardaki hacmi ($V_o$) bulunur. $V_o$ hacmı litre cinsinden ifade edilir. Daha sonra, gazın kütlesi, normal şartlardaki hacmına bölünür. Bu suretle, o gazın N.Ş.A. 1 litresinin ağırlığı bulunur (2).

$$\text{Yoğunluk} = D = \frac{m}{V_o} = \frac{\text{Kütle}}{\text{Hacım}} = \frac{\text{Gram}}{\text{Litre}} \qquad (2)$$

Mademki gazın molekül ağırlığı; N.Ş.A. 22,4 litresinin ağırlığıdır. O halde, gazın deneyle tayin edilen N.Ş.A. daki bir litresinin ağırlığı, 22,4 ile çarpılır. Böylece, o gazın molekül ağırlığı bulunmuş olur.

Fakat, molekül ağırlığı tayin edilecek madde, adî şartlarda gaz halinde olmayabilir. Böyle bir madde, sıcaklıkla molekül yapısı bozunmadan gaz haline geçebiliyorsa, bu takdirde, o maddenin molekül ağırlığını bulmak için, deneyle N.Ş.A. havaya göre yoğunluğu tayin edilerek 28,96 ile çarpılır.

$\boxed{M = 28{,}96 \times d}$ (d = madde buharının havaya göre yoğunluğudur.)

Sonuç, o maddenin molekül ağırlığını verir. Çünkü, 28,96 havanın N.Ş.A. da 22,4 litresinin (22,4 × 1,293 = 28,96) ağırlığıdır.

Bir maddenin havaya göre yoğunluğu da o maddenin havadan ne kadar hafif ya da ağır olduğunu belirtir. O halde, maddenin havaya göre yoğunluğu, 28,96 ile çarpılırsa 22,4 litresinin ağırlığı, bir başka deyimle, molekül ağırlığı hesaplanmış olur. Bu şekilde yapılan molekül ağırlığı tayini, *Victor Meyer Yöntemi* olarak bilinir.

**Örnek problem :** Molekül yapısı bozulmadan gaz haline geçen kimyasal bir maddenin, havaya göre yoğunluğu 1,56 olduğuna göre, molekül ağırlığını hesaplayınız.

**Cevap :** $M = 28{,}96 \cdot d$

$M = 28{,}96 \cdot 1{,}56 = 34{,}6$ dır.

# BÖLÜM IV. B

## Alıştırma ve İnceleme Soruları :

1 — Su hangi basınç altında 100°C de kaynar?
2 — Su nasıl temizlenir? Kısaca özetleyiniz.
3 — İçme suyu ile saf (damıtık) su arasında ne fark vardır? Belirtiniz.
4 — Şehir suyuna, ekseriya, çok az klor katılır. Niçin?
5 — Su, kimya bakımından dayanıklı (sebatlı) bir bileşiktir. Sebebini kısaca açıklayınız.
6 — Laboratuvarda suyun damıtılmasında kullanılan, Liebig soğutucusunun şeklini çizerek, nasıl iş gördüğünü belirtiniz.
7 — Yağmur suyu niçin saf sudur?
8 — Metaller, suyu hangi şartlar altında ayrıştırır. Örnekler vererek açıklayınız.

## PROBLEMLER :

1 — 45 $cm^3$ hidrojen ile 20 $cm^3$ oksijen bir odyometrede su teşkil etmek üzere reaksiyona sokuluyor. Reaksiyon sonunda artan gaz var mıdır? Varsa hangisidir, hacmı ne kadardır?

Cevap : Hidrojen, 5 $cm^3$

2 — Oksijen ve hidrojeni eşit miktarda ihtiva eden 120 $cm^3$ gaz karışımı reaksiyona sokuluyor. Reaksiyon sonunda artan gaz hangisidir, hacmı ne kadardır?

Cevap : Oksijen, 30 $cm^3$

3 — Suyun elektrolizinde :

a — 20 $cm^3$ oksijen elde edilmiştir. Bu sırada meydana gelen hidrojenin hacmını bulunuz.

b — Katotta 10 $cm^3$ gaz toplanmıştır, anotta toplanan gazın hacmını bulunuz.

c — Anot ve katotta toplam 30 $cm^3$ gaz toplanıyor. Buna göre, anot ve katotta toplanan gazların ayrı ayrı hacımlarını bulunuz.

Cevap : a) 40 $cm^3$, b) 5 $cm^3$ oksijen
c) katotta 20 $cm^3$, anotta 10 $cm^3$

4 — Kızgın bakır oksit üzerinden saf hidrojen geçiriliyor. Bakır oksidin ağırlık azalması 4,20 gr. buna karşılık, meydana gelen suyun ağırlığı 4,73 gr. dır. Bunlara göre, 100 gr. sudaki hidrojen ve oksijen miktarını bulunuz.

Cevap : 88,78 gr. oksijen
11,22 gr. hidrojen

# BÖLÜM 5 ERİYİK, ERİYİKLERİN ÖZELLİKLERİ, SÜSPANSİYON, EMÜLZİYON, ERİRLİK VE KRİSTALLEŞME

## 5.1 ERİYİK (ÇÖZELTİ [*])

Eriyik, bir maddenin herhangi bir sıvıda dağılarak meydana getirdiği saydam sıvıdır. Bu olaya erime (çözünme) denir. Burada sıvıya eritken (çözücü), aynı sıvı içerisinde dağılan maddeye de eriyen (çözünen) denir. Örneğin, şekeri su içerisine atalım, şeker su içinde dağılır, meydana gelen görünüş itibariyle yine suya benzeyen bu sıvı, şekerin sudaki eriyiği (çözeltisi) dir. Su eritken (çözücü), şeker ise eriyen (çözünen) dir.

Eriyik elde etmek için, her zaman katı bir maddenin, bir sıvı içerisinde eritilmesi şart değildir. Genel olarak, homogen karışımların hepsi eriyik olarak tanımlanır. Sözgelimi; bir gaz; bir sıvı içerisinde eriyebildiği gibi, diğer bir gaz içerisinde de eriyebilir.

Aşağıda çeşitli eriyik tipleri, örnekleriyle birlikte gösterilmişitr.

a) Bir gazın, diğer bir gaz içerisindeki eriyiği;

**Örnek:** Hava ve diğer gaz karışımları.

b) Bir gazın bir sıvı içerisindeki eriyiği;

**Örnek:** Tabiî sular içerisinde, erimiş olarak oksijen gazı vardır. O halde tabiî sular bir gazın, bir sıvı içerisindeki eriyiğine örnektir.

c) Bir gazın, bir katı tarafından tutulması;

**Örnek:** Hidrojen gazı platin yüzeylerde emilerek tutulur.

d) Bir sıvının, diğer bir sıvı içerisindeki eriyiği;

**Örnek:** Alkolün su ile yaptığı karışım.

e) Bir katının, bir sıvı içerisindeki eriyiği;

**Örnek:** Şekerin sudaki eriyiği.

## 5,2 SÜSPANSİYON, EMÜLZİYON

**DENEY: İki deney tüp alınır, birisine bir parça mutfak tuzu, diğerine de bir parça ince tebeşir tozu konur. Her ikisi üzerine su ilâve edildikten sonra, tüpler iyice karıştırılır. NaCl'lü tüpün saydam bir sıvı haline geldiği görülür. Bu, eriyiktir. İkinci tüpte ise tebeşir tozunun küçük zerreler halinde, süt görünüşünde dağıldığı görülür. Böyle bir**

**sıvı saydam değildir. Süzülürse dağılan madde (tebeşir tozu), süzgeçte kalır. Süzüntü ise saydam bir sıvıdır.**

Böylece, herhangi bir sıvı içerisinde erimeyen bir maddenin, çok küçük parçalar halinde dağılmasından ibaret, saydam olmayan karışıma *süspansiyon* denir.

**Eriyiklerle süspansiyonların mukayesesi:**

1. Eriyikler, saydamdır. Renkli de olabilirler. Örneğin, göztaşı (bakır sulfat), $CuSO_4$, $5H_2O$ eriyiği hem saydamdır, hem de mavi renklidir. Süspansiyonlar ise saydam değildirler.

2. Eriyiklerde, eritken ile eriyen maddeler süzme vesaire gibi mekanik yollar ile birbirlerinden ayrılamazlar. Örneğin, tuzlu su, süzme ile tuzuna ve suyuna ayrılamaz. Süspansiyonlarda ise, iyi bir süzme sonucunda eritken içerisinde, ince toz şeklinde dağılmış olan katı madde süzgeç kâğıdında toplanır.

3. Yukarda tebeşir tozu örneğinde olduğu gibi, katı bir madde, erimediği ya da çok az eridiği bir sıvıda süspansiyon meydana getirir.

4. Süspansiyonu meydana getiren ince parçacıklar, sıvı içerisinde 1/10.000 cm. ile 1/1.000.000 cm. arasında daha ince parçacıklar halinde dağıtılırsa *kolloidal eriyik* elde edilir.

**Emülziyon:** Bir sıvının diğer bir sıvı içerisinde çok küçük parçalar halinde dağılması ile meydana gelen sıvılar karışımına *emülziyon* denir. Örneğin, balıkyağı veya zeytinyağı çok hızlı karıştırılmak suretiyle su içerisinde zerrecikler halinde dağıtılabilir. Meydana gelen karışımlar birer emülziyondur. «Laboratuvarda bir emülziyon hazırlayarak, inceleyiniz»

Bu usulden yararlanarak, ilâç olarak içilmesi zor olan balıkyağı, hintyağı gibi sıvılar, tadı ve kokusu hoş olan ikinci bir sıvı, örneğin, portakal suyu içerisinde emülziyon haline getirilir. Böylece, ilâcın, bir süre kokusu ve tadı saklanarak kolayca içilmesi sağlanır.

## 5.3 ERİYİKLERE AİT BAZI TANIMLAR

Bir eritkende, eriyen madde miktarını belirtmek için *konsantrasyon* terimi kullanılır. Bir eriyiğin konsantrasyonu eriyiğin birim hacmında (1 $cm^3$, 100 $cm^3$ veya 1000 $cm^3$ gibi), erimiş olan madde miktarıdır. Bu tanımı formül olarak,

---

[*] Açıklama: **Eriyik karşılığı, çözelti; eritken karşılığı, çözen; eriyen karşılığı çözünen** terimleri de kullanılmaktadır.

$$\text{Konsantrasyon (C)} = \frac{\text{Eriyen madde miktarı}}{\text{Eriyiğin hacmı}}$$

şeklinde yazmak mümkündür.

Örneğin, 500 $cm^3$ su içerisinde, 50 gr. yemek tuzu eriterek hazırlanan eriyiğin konsantrasyonunu hesaplayalım ;

$$\text{Konsantrasyon} = \frac{50}{500} = \frac{1}{10}\ gr./cm^3 \quad \text{dür.}$$

Eriyikler çok çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanabilir. Bir litre eriyikte, erimiş olarak 1 molekül - gram (1 mol.) madde bulunuyorsa, bu eriyiğe, *molar eriyik* denir. Örneğin, yemek tuzunun molar eriyiğini hazırlayalım. Bunun için, yemek tuzunun bir mol - gramı (formül gramı), ($NaCl = 23 + 35,5 = 58,5$ gr.) alınır, az suda eritilerek litreye tamamlanır.

Konsantrasyonu bilinen bir eriyikte, erimiş olan madde miktarını bulmak için; yukarıda verilen formülden de anlaşılacağı gibi konsantrasyon ile eriyiğin hacmını çarpmak gerekir.

Meselâ; molar tuz eriyiğinin 100 $cm^3$ ünde erimiş olan tuz miktarı;

$$\frac{58,5}{1000} \cdot 100 = 5,85 \text{ gr.} \quad \text{dır.}$$

## 5.4 ERİYİKLERİN KONSANTRASYON BAKIMINDAN SINIFLANDIRILMASI

**1. Seyreltik eriyik :** Konsantrasyonu az yani, eritken miktarı fazla eriyen miktarı az olan eriyiklerdir. Örneğin, şekerin sudaki eriyiğinde, su miktarı ne kadar fazla ve şeker miktarı ne kadar az ise, eriyik o kadar seyreltiktir. Yani, bir eriyiğin birim hacmında eriyen madde miktarı (C), seyreltiklik derecesini verir. Bir eriyiğe eritken miktarı eklemeye yani, konsantrasyonunu düşürmeye eriyiği seyreltmek denir. Çünkü bu suretle, eriyiğin birim hacmındaki eriyen madde miktarı, yani konsantrasyonu azaltılmış olur.

**2. Derişik eriyikler :** Konsantrasyonu büyük yani, eritken miktarı az, eriyen miktarı fazla olan eriyiklerdir. Burada birim hacma düşen eriyen madde miktarı yani, konsantrasyon (C), ne kadar fazla ise eriyik o kadar derişiktir. Bir eriyiği derişik hale getirmek için, eritkenin bir kısmının buharlaştırılması ya da eritilen madde miktarının artırılması gerekir.

**Eriyikler üzerine problemler :**

Yukarıda da belirtildiği üzere bir eriyikteki eritilen madde miktarını veren formül,

(Eritilen madde miktarı = Maddenin eritildiği sıvının hacmı × Konsantrasyon) dur.

$$M = V \times C$$

Bu, eriyikleri seyreltme veya derişik hale getirme üzerine kurulan problemlerin çözümünde esas formüldür. Meselâ, bir eriyik seyreltildiği zaman hacmı artar, dolayısıyle konsantrasyonu azalır. Fakat çarpımları daima sabit kalır.

Eritilen madde miktarları eşit fakat, hacımları ve dolayısıyle konsantrasyonları farklı iki eriyiğin durumu;

Birinci halde eritilen madde miktarı = İkinci halde eritilen madde miktarı

eşitliğinden faydalanılarak,

$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$ şeklinde ifade edilir.

Bu denklemde 3'ü bilinirse dördüncüsü bulunabilir.

**Problem 1.**

Her bir $cm^3$ ünde 0,030 gr. $AgNO_3$ bulunacak şekilde, 60 $cm^3$ $AgNO_3$ eriyiği hazırlamak için, kaç gram gümüş nitrata ihtiyaç vardır? Hesaplayınız.

**Çözüm:**

1 $cm^3$ ünde 0,030 gr. gümüş nitrat olduğuna göre 60 $cm^3$ gümüş nitrat eriyiği için,

$0{,}030 \times 60 = 1{,}8$ gr. gümüş nitrata ihtiyaç vardır.

**Problem 2.**

1 $cm^3$ ünde 40 mgr. gümüş nitrat bulunan, 100 $cm^3$ lük bir eriyiği, 1 $cm^3$ ünde 16 mgr. gümüş nitrat bulunan bir eriyik haline getirebilmek için, ne kadar seyreltmeli (sulandırmalı) dır?

**Çözüm:**

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$1 \cdot 40 = X \cdot 16$$

$$X = \frac{40}{16} = 2{,}5 \text{ cm}^3$$

Demek oluyor ki, birinci eriyiğin 1 $cm^3$'ü, 2,5 $cm^3$ yani, 100 $cm^3$'ü, 250 $cm^3$ olacak şekilde seyreltilmeli, su katılmalıdır.

**Problem 3.**

Bir $cm^3$ ünde 50 mgr. tuz bulunan bir eriyikten, 1 $cm^3$ ünde 20 mgr. tuz bulunan 500 $cm^3$ lük bir eriyik nasıl hazırlanır?

**Çözüm :**

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$X \cdot 50 = 500 \cdot 20$$

$$X = \frac{500 \cdot 20}{50} = 200\ cm^3$$

Eriyikten 200 $cm^3$ alıp, 500 $cm^3$ olacak şekilde sulandırılırsa, istenilen eriyik hazırlanmış olur.

ANAHTAR: İ Suda erir Ç Erimez A Çok az erir.

| | Asetat | Bromür | Karbonat | Klorür | Florür | Hidroksid | İyodür | Nitrat | Oksit | Fosfat | Sülfat | Sülfür | Sülfit |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alüminyum | İ | İ | — | İ | A | Ç | İ | İ | Ç | Ç | İ | Ç | — |
| Baryum | İ | İ | Ç | İ | A | İ | İ | İ | İ | Ç | Ç | İ | Ç |
| Kalsiyum | İ | İ | Ç | İ | Ç | A | İ | İ | A | Ç | A | A | A |
| Bakır ($Cu^+$) | — | A | Ç | A | Ç | Ç | Ç | — | A | — | — | Ç | A |
| Bakır ($Cu^{++}$) | İ | İ | Ç | İ | A | Ç | — | İ | Ç | Ç | İ | Ç | İ |
| Demir ($Fe^{++}$) | İ | İ | Ç | İ | A | Ç | İ | İ | Ç | Ç | İ | Ç | A |
| Demir($Fe^{+++}$) | — | İ | — | İ | A | Ç | — | İ | Ç | Ç | İ | — | — |
| Kurşun | İ | Ç | Ç | A | Ç | Ç | Ç | İ | Ç | Ç | Ç | Ç | Ç |
| Mağnezyum | İ | İ | Ç | İ | Ç | Ç | İ | İ | Ç | Ç | İ | İ | İ |
| Cıva ($Hg^+$) | A | Ç | Ç | Ç | İ | — | Ç | İ | Ç | Ç | A | Ç | — |
| Cıva ($Hg^{++}$) | İ | İ | Ç | İ | — | Ç | Ç | İ | Ç | Ç | İ | Ç | — |
| Nikel | İ | İ | Ç | İ | A | Ç | İ | İ | Ç | Ç | İ | Ç | Ç |
| Potaşyum | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ |
| Gümüş | İ | Ç | Ç | Ç | İ | — | Ç | İ | Ç | Ç | A | Ç | A |
| Sodyum | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ | İ |
| Çinko | İ | İ | Ç | İ | İ | Ç | İ | İ | Ç | Ç | İ | Ç | A |

**(Şekil : 33)**

**Metal bileşiklerinin suda eriyip erimediklerini gösterir çizelge.**

## 5.5 ERİYİKLERİN İKİNCİ BİR ŞEKİLDE SINIFLANDIRILMASI

**Doymamış, doymuş, aşırı doymuş eriyikler:**

**DENEY 1. İçerisinde soğuk su bulunan bir deney tüpüne, birkaç potasyum nitrat ($KNO_3$) kristali atılıp, tüp sallanacak olursa, potasyum nitrat eriyerek gözden kaybolur. Aynı tüp içine yine $KNO_3$ parçaları atılmaya devam edilir. Atılan potasyum nitratlar erir. Sonuçta öyle bir noktaya varılır ki, bundan sonra atılan $KNO_3$ parçaları erimeden kalır. Artık eritken ile eriyen arasında bir denge hâsıl olmuştur. Bu şekilde hazırlanan eriyiklere doymuş eriyik denir. Bu deneyde potasyum nitratın soğuk sudaki doymuş eriyiği elde edilmiştir.**

Doymuş bir eriyiğin konsantrasyonuna *doygunluk konsantrasyonu* denir.

Şimdi bu bilgiden sonra bazı yeni tanımlar yapmak mümkündür.

1. Konsantrasyonu doygunluk konsantrasyonundan az olan eriyiklere *doymamış eriyik* denir. Bu eriyikte, eriyen madde ile eritken arasında henüz denge tamamlanmamıştır. Eriyik, doygunluk konsantrasyonuna erişinceye kadar madde eritebilir.

2. Konsantrasyonu, doygunluk konsantrasyonuna erişen ve eşit olan eriyiklere *doymuş eriyik*, doygunluk konsantrasyonunu aşmış olan eriyiklere de *aşırı doymuş* eriyik denir.

Aşırı doymuş eriyikler dengeli değildir. Çeşitli dış etkenlerle, konsantrasyonu, doygunluk konsantrasyonuna düşünceye kadar, eriyen madde miktarı, katı halde eriyikten ayrılır.

**DENEY 2. Bir erlenmayer içerisine, sıcaklığı 40°C olan 100 $cm^3$ saf su koyalım, bu su içerisinde, birer gr. lık kısımlar halinde potasyum nitrat (yoksa sodyum klorür) eritelim. Bu işe erlenmayerde erimeyen çok az madde kalana kadar devam edelim. Bu anda eriyen madde miktarı tesbit edilir. (Suyun sıcaklığını 40°C de sabit tutmak için su devamlı olarak termometreyle kontrol ile gerekirse hafifçe ısıtılmalıdır.)**

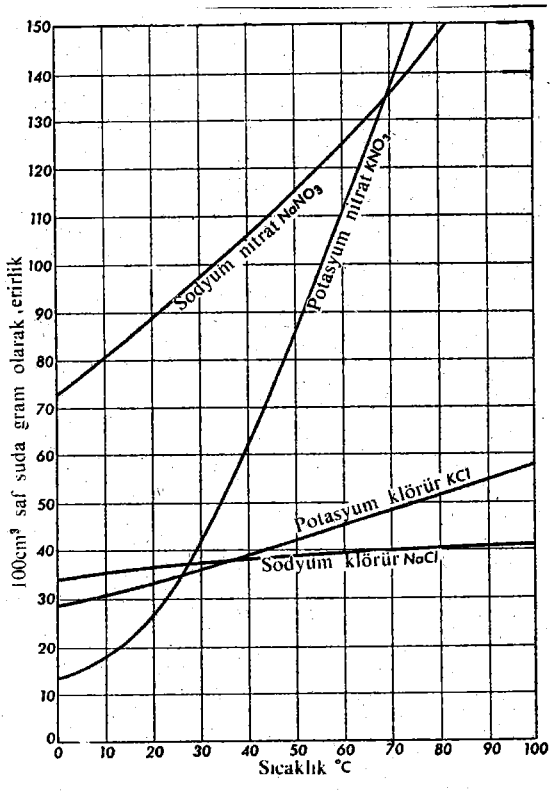
Deney ile bulunan eriyen potasyum nitrat (veya sodyum klorür) miktarına o maddenin 40°C deki erirliği denir.

O halde; *erirlik (çözünürlük); 100 gr. eritkeni, belirli bir sıcaklıkta*

*doyuran madde miktarıdır*, şeklinde tanımlanabilir. Her maddenin erirliği birbirinden farklıdır.

Aynı deneyde, sıcaklığı artırdığımız takdirde geri kalan madde eridiği gibi daha fazlası da eriyebilir. Demek oluyor ki, katı maddelerin erirliği sabit değildir. Sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklıkla; erirlik, eriyen maddenin cinsine bağlı olmak üzere az veya çok artar.

(Şekil : 34) de görüldüğü gibi bir grafik kâğıdına, *ordinat* olarak eriyen madde miktarı (erirlik), *absis* olarak da sıcaklık alınır. Bir madde için, çeşitli sıcaklıkta bulunan erirlikler, grafik kâğıdına işaretlenmek suretiyle çizilen eğri, o maddenin *erirlik eğrisidir*. (Şekil : 34) çeşitli maddelerin erirlik eğrilerini göstermektedir. Eğriler incelenirse, meselâ 80°C de 100 cm³ suda $KNO_3$ ın; $NaNO_3$, KCl ve NaCl den daha çok eridiği




**(Şekil : 34)**

**$KNO_3$, NaCl ve diğer bazı bileşiklerin erirlik eğrileri.**

görülür. Yine erirlik eğrilerinin incelenmesinde, potasyum nitratın erirliğinin sıcaklıkla çok arttığı, buna karşılık yemek tuzunun erirliğinin de sıcaklıkla pek az değiştiği sonucuna varılır.

Bu arada her madde, her eritken içerisinde aynı şekilde erimez. Kimisinde çok, kimisinde az erir. Bazısında hiç erimez. Eritkenler arasında en bol bulunan ve en çok kullanılan eritken, sudur. Su, birçok madde için iyi bir eritkendir.

### 5.6 ERİRLİĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER (ETKENLER)

Gazların, sıvılar içindeki erirlikleri sıcaklıkla ters, basınçla doğru orantılıdır. Yani, sıcaklık ne kadar fazla ise o kadar az, basınç ne kadar fazla ise o kadar çoktur. Örneğin, gazoz kapağı açılınca, gazozda erimiş olan karbon dioksit, derhal fışkırarak dışarı çıkar. Çünkü, kapak açılınca gazoz üzerindeki basınç azalıyor, basınç altında erimiş olan karbon dioksit de basıncın kalkmasıyle eriyikten gaz halinde çıkıyor. Bunun aksine olarak, katı maddelerin sıvılardaki erirlikleri, yukarıdaki deneylerden de anlaşılacağı gibi, genellikle sıcaklıkla artar (Şekil : 34).

### 5.7 KRİSTAL VE KRİSTALLEŞME

Potasyum nitrat $KNO_3$ ün kaynar sudaki doymuş eriyiğini soğumaya bırakalım. Bir süre sonra, $KNO_3$ parçalarının tekrar meydana çıktığı görülür. Bunun sebebi; sıcak suda, soğuk suya göre fazla erimiş olan $KNO_3$ ün, eriyiğin soğuması ile bu fazlalığının, tekrar katı halde eriyikten ayrılmasıdır. Süzülerek süzgeç kâğıdı üzerinde toplanan bu $KNO_3$ yığını incelenirse, aynı geometrik şekillerden meydana gelmiş parçacıklar olduğu görülür. Bu geometrik şekiller, düzlemlerin birbiri ile belirli açılar altında kesişmesinden meydana gelmiştir. Bu parçaların her birisine *kristal* bu olaya da *kristalleşme* denir.

**Bir maddeyi kristalleştirmek için bazı usuller vardır.**

1. Kristalleşecek maddenin sıcakta doymuş eriyiği yapılır. Hazırlanan bu doymuş eriyik soğutulur. Örneğin, (Şekil : 34) deki eğriden anlaşıldığı gibi, potasyum nitratın 40°C de 100 gr. suda eridiği miktar 60 gr., sıfır derecede eridiği miktar ise, 12 gr. dır. O halde, potasyum nitratın 40°C deki doymuş eriyiği, sıfır dereceye kadar soğutulursa, 60 — 12 = 48 gr. potasyum nitrat, eriyikten kristaller halinde ayrılır

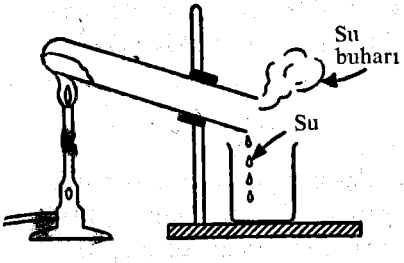
Her maddenin kendisine has bir kristal şekli vardır. Örneğin, yemek tuzunun kristalleri küp şeklinde (bkz. sh. 110, şekil 50), şapın kristalleri ise sekiz yüzeyli piramitler halindedir.

Kristalleşmeyi kolaylaştırmak için, eriyiğe meydana gelecek kristale benzer bir kristal atılmalıdır. Soğutma işi birdenbire yapılırsa, elde edilen kristaller çok küçük, yavaş yavaş yapılırsa, büyük ve düzgün olur.

Kristalleşmenin ikinci yolu süblimleştirmedir. Süblimleştirme, ergimeden buharlaşabilen herhangi bir katı maddenin buharlarının soğuk bir yüzeye çarptırılarak o yüzey üzerinde kristalleştirilmesidir.

**DENEY : Bir beher içerisine yeter miktarda iyot konup, üstüne çukuru yukarı gelecek şekilde bir saat camı kapatılır. Saat camının çukuruna da soğuk su konarak, soğutma sağlanır. Sonra, beher alttan hafifçe ısıtılır. Hâsıl olan iyot buharları, saat camına çarpınca, soğuyarak orada, uzun iğneler şeklinde kristaller halinde toplanır (bkz. Şekil : 69).**

Bazı kristallerin; elmas, kükürt, kuvars, v.b. kristalleri gibi yapılarında su yoktur. Bir çoklarında ise, örneğin, şap, soda, göztaşı, alçı kristalleri gibi içerisinde su vardır. Bu suya, *kristal suyu* denir. (Şekil : 35) de kuru bir tüp içerisine kristal şap konup ısıtılırsa, su meydana gelir ve şap kendisinin bütün özelliklerini gösteren, fakat kristal yapıya sahip olmayan beyaz bir kütleye dönüşür. Esasen bu gibi maddelerin kristal yapısı, bu su moleküllerinden ileri gelir. Böyle bir madde ısıtılarak bünyesindeki su buharlaştırılırsa, kendisinin kristal yapısı bozulur. Kristal suyu olan bir maddenin kimyasal formülü yazılırken, yapısında kaç molekül kristal suyu varsa, asıl formülün önüne, virgül veya artı işaretinden sonra yazılır. Örneğin, bakır sulfat ($CuSO_4 + 5H_2O$) formülü; bu madde de beş molekül kristal suyu olduğunu gösterir. Bazı kristaller örneğin, çamaşır sodası ($Na_2CO_3, 10H_2O$) gibi, havada kristal suyunu kaybederek, tozlaşır. Bu gibi maddeler nemsiz kaplarda saklanmalıdır. Bazı maddeler de hava ile temasta, havanın su buharını absorbe ederek (soğurarak) ıslanırlar. Bunlara su çekici maddeler denir. Kalsiyum klorür ($CaCl_2$) buna bir örnektir. Kurutulmak istenen gazlar, kalsiyum klorür içersinden geçirilir. Kalsiyum klorür aynı zamanda kirli, tozlu yollar üzerine serpilir, yolu nemli tutacağından, bir süre toz kalkmasını önler (Şekil : 36). Su çekici maddelerden bir tanesi de $MgCl_2$ dir. Arı olmayan yemek tuzu, $MgCl_2$ li olduğundan havada durdukça ıslanır.



(Şekil : 35)
Kristal suyu

(Şekil : 36)
**Toz kalkmasını önlemek üzere yollara kalsiyum klorür serpilir, böylece yol devamlı olarak nemli kalır.**

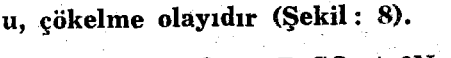
Yün, İpek, kâğıt, nişasta gibi maddeler, % 15 oranında su çektikleri halde ıslak gözükmezler. Böyle maddelere higroskopik (nem çekici) maddeler denir. Gliserin de bu gruptandır. Istampaların mürekkebi kurumasın diye, içersine bir miktar gliserin konur. Aynı zamanda tütünler de çabuk kurumamaları için, bir miktar gliserinle karıştırılır. Gliserin havanın nemini tütün üzerine çekeceğinden tütün sertleşmez, daima yumuşak kalır.

**Katı maddelerin kristalleştirme yolu ile saflaştırılması :**

$KNO_3$ bakımından zengin yemek tuzunu saflaştırmak. yani $KNO_3$ yüzdesini azaltmak isteyelim. Yine erirlik farkları göz önünde tutulur. Erirlik eğrilerine göre, aynı miktar eritken içerisinde meselâ ; 90°C de 200 gr. $KNO_3$ erir. NaCl ise aynı sıcaklıkta 38 gr. erir Sıcaklığı 90°C den 10°C ye indirdiğimiz azman eriyen $KNO_3$ miktarı 20 gr. iken NaCl miktarı ise 35 gr, dır. Yani, bu türlü bir soğutmada eriyikten $200 - 20 = 180$ gr. $KNO_3$, buna karşılık $38 - 35 = 3$ gr. NaCl kristaller halinde ayrılır ve geriye kalan tuz eriyiğindeki $KNO_3$ yüzdesi çok azalır. Deneye devam edilirse daha saf yemek tuzu eriyiği elde edilir. Ayrıca da $KNO_3$ kristaller halinde ayrılarak oldukça saf bir şekilde elde edilir.

**Çökelme:** Kristalleşme ile çökelmeyi karıştırmamalıdır. Saydam iki eriyiğin karıştırılmasıyle bazen bir bulanıklık teşkiliyle katı bir madde ayrılır (Şekil: 8). Bu olaya çökelme denir. Ayrıca, katı madde amorf (şekilsiz) dir, kristal halinde değildir.

**DENEY: Bir deney tüpte hazırlanmış olan baryum klorür ($BaCl_2$) eriyiği, bir başka tüpte hazırlanmış olan sodyum sulfat ($Na_2SO_4$) eriyiği ile karıştırılırsa, önce beyaz bir bulanıklık, daha sonra beyaz bir çökelek meydana gelir. Bu, çökelme olayıdır (Şekil: 8).**



$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$$

Çökelen madde yukarıdaki denklemde gösterildiği üzere, baryum sulfattan ($BaSO_4$) ibarettir. Çünkü, meydana gelen baryum sulfat bileşiği suda erimez. Onun için çökelir.

## BÖLÜM V

### Alıştırma ve İnceleme Soruları:

1 — 3 eritken adı yazınız.
2 — Gazoz şişesi açılınca, bir gaz çıkışı olur. Niçin?
3 — Katı maddelerin erirliğine etki eden faktörler nelerdir?
4 — Ergime ile erime terimlerinin ifade ettikleri anlam farkı nedir? Açıklayınız.
5 — Bazı ilâç şişelerinin üzerinde, kullanmadan önce sallayarak karıştırınız yazılıdır. Sebebini açıklayınız.
6 — Doygunluk konsantrasyonu nedir?
7 — Doygunluk konsantrasyonundan yararlanarak, doymamış, doymuş, aşırı doymuş eriyiklerin tanımını yapınız.
8 — Çökelme ile kristalleşme olayları arasındaki farkı birer örnek vererek belirtiniz.

### PROBLEMLER:

1 — 28,6 gr. kristal soda, kristal suyunu tamamen kaybedinceye kadar ısıtılıyor. Bu takdirde ağırlığı kaç gramdır? Hesaplayınız.
Cevap: 10 6 gr.

2 — 100 gram, % 12 lik $BaCl_2$ eriyiği nasıl hazırlanır? Anlatınız.

3 — Ağırlık bakımından % 19,7 gramı NaOH olan 100 gramlık bir eriyik isteniyor; kaç gram NaOH, kaç gram suda eritilmelidir?
Cevap: 80,3 gram suda 19,7 gr. NaOH eritilmelidir.

4 — Özgül ağırlığı 1,11 ve ağırlık bakımından % 19 u nitrik asit ($HNO_3$) olan bir eriyiğin, kaç $cm^3$ ünde 10 gram nitrik asit bulunur? Hesaplayınız. Cevap: 47,6 $cm^3$

5 — Yemek tuzu (NaCl) nin 3 molar eriyiği nasıl hazırlanır? Anlatınız.

6 — Bir tuzun; 20°C deki erirliği 24 gram, 30°C deki erirliği ise 40 gramdır:
a — 30°C de 60 gram doymuş eriyiğini yapmak için ne kadar tuz, suda eritilmelidir? Cevap: 17,14 gr.
b — Eriyik 20°C ye soğutulduğu takdirde kristaller halinde ayrılacak tuz miktarını bulunuz. Cevap: 5,53 gram.

BÖLÜM 6

# MODERN ATOM TEORİSİ, ATOMUN YAPISI, DEĞERLİK, FORMÜLLERİN DOĞRU YAZILMASI, KÖKLER, İYON, İYON VE KOVALENT BİLEŞİKLER

## 6.1 GİRİŞ

Bölüm 2 de açıklanan Dalton'ın Atom Teorisine göre, maddeler atomlardan yapılmıştır. Bugün de her maddenin atomlardan yapılmış olduğu kabul edilir. Kaç türlü basit madde (element) varsa, o kadar türlü atom vardır. Bir elementin atomu, diğer elementlerin atomundan farklıdır. Örneğin, bir demir atomu, bir oksijen atomuna; bir Çinlinin bir Zenciye benzediğinden daha fazla benzemez. O kadar farklıdır. Şu halde, bu farklılık her elementin atomlarının farklı yapılara sahip olduğunu gösterir. Ancak, bu farklılık Dalton'ın Atom Teorisi tarafından inandırıcı bir şekilde açıklanamamıştır. Çünkü, Dalton, atomları içi madde ile dolu çok küçük ve bölünemez maddesel kürecikler olarak düşünüyordu. Böyle basit bir kabul ile, çok çeşitli yapı farklarını açıklamak mümkün olamazdı.

Birçok yönü, deneylerle gerçeklenen bugünkü anlamda atom'un yapısı, Dalton'ınkinden çok farklıdır. Elementlerin atomları arasındaki yapı farklarını açıklayabilecek yeterliktedir. O halde, en son bilgilere göre atomun yapısı nasıldır? Bu sorunun cevabına geçmeden önce, atomların büyüklükleri de ilgi çekicidir. Bugün bilindiği gibi, bir atom en duyar mikroskoplarla dahi görülemeyecek kadar küçüktür. Bu küçüklüğü canlandıracak bir örnek; bildiğimiz bir lira içinde yaklaşık olarak 25 milyar kere milyar atom vardır. Bu sayının büyüklüğünü kavrayabilmek için başka bir örnek; 25 milyar kere milyar su damlası birikse (toplansa), ortalama derinliği 100 metre olan ve yüzölçümü yaklaşık olarak Marmara'nın iki misli büyüklüğünde bir deniz meydana getirir.

Şimdi şöyle bir soru sorabiliriz; göz önünde canlandırılması dahi çok güç olan, her elemente ait atomun yapısını aydınlatmak ve bunlar arasında meydana gelen ve sayıları yüzbinleri aşan reaksiyonları izah etmek nasıl mümkün olmuştur? Bu büyük problemin çözümü, bir hamlede olmamıştır. Uzun yıllar boyunca sabırla çalışan bilginlerin bu çalışmaları, biribirine yardımcı olarak bugünkü anlamına varmıştır. Diğer bir nokta da, karışık gibi görünen bir problemin çözümünde, bilginler, çesitli örnekler inceleyerek problemin ortak yanlarını tespit etmek suretiyle problemin çözümünü basitleştirmek, kolaylaştırmak isterler.

Atomun yapısında da böyle olmuştur. Her element için ayrı bir yapı geliştirmenin mümkün olmadığını düşünerek, atomun yapı bakımından ortak taraflarını bulmağa gayret etmişler ve bunda da başarı sağlamışlardır.

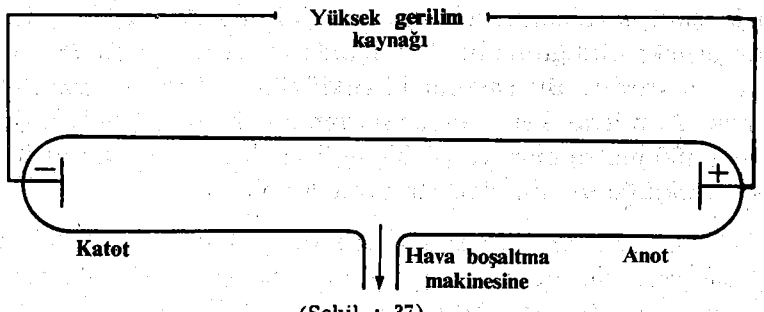
### 6.2 BÜTÜN ATOMLAR ELEKTRİKSEL BİR ÖZELLİĞE SAHİPTİRLER

Sürtme ile birçok maddenin elektriklendiği öteden beri bilinir. Bununla beraber Benjamin Franklin, sürtme ile elektriklenmede iki cins yani, pozitif ve negatif elektriğin varlığını gösteren ilk bilgindir.

Sürtme ile bazı maddeler pozitif, bazıları da negatif elektrik ile elektriklenirler. Sürtmeden önce nötr oldukları ve bütün maddelerin atomlardan yapıldığı da düşünülürse, atomların da her iki elektrik çeşidine eşit miktarda sahip olması gerekir, sonucuna varılır. İşte bu durum bütün atomların ortak özelliğidir.

### 6.3 ELEKTRON VE PROTON

Bilginler, maddelerin ihtiva ettikleri pozitif ve negatif elektriğin ne olduğunu anlamak için, çok çalışmışlar ve bu konuda çok ilginç deneyler yapmışlardır. Bu cümleden olmak üzere, gazların elektrik akımını iletip iletmedikleri araştırılmıştır. Genel olarak gazların elektrik akımını iletmediği söylenir. Halbuki, düşük basınçta (0,1 mm civa basıncı) yeterli yüksek gerilim uygulandığı takdirde gazlar da elektrik akımını iletirler. Buna güzel bir örnek floresanlı ampullerdir.

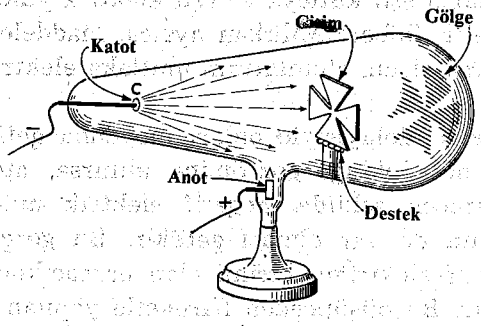



(Şekil : 37)
Düşük basınçta (0,1 mm civa basıncı) yeterli yüksek gerilimde gazlar da elektrik akımını iletirler.

William Watson (Şekil : 37) dekine benzer bir vakum tüpünün, elektrotlarını yüksek gerilim veren bir üretece (indükleme makarasına) bağladı. Tüpteki gazın basıncını azalttıkça (760 mm. - 1 mm.) elektrik akımını daha iyi ilettiğini gösterdi. Gazlar elektrik akımını iletirken özel

bir ışıldama yaparlar. Bu ışıldamanın rengi, boru içindeki gazın cinsine bağlıdır.

Daha sonra, Alman bilginlerinden Julius Plücker, özel ışıldama yaparak elektriği ileten gazların, basınçları belli bir sınırın altına düşürüldüğü takdirde, ışıldamanın kaybolduğu halde, elektrik akımının hâlâ iletilmekte olduğunu gösterdi. Sonra, tüpün içi karanlıkken, katot karşısına gelen cam kısmın florışı gösterdiğini gördü. Daha sonra iki öğrencisi, bunun nedeni üzerinde çalıştılar. Buna, katottan yayılan özel bir ışının sebep olduğunu ileri sürdüler. Bu ışınların önüne, metal bir engel konduğu takdirde, metal engelin arkasındaki, cam üzerine net gölgesinin düştüğü ve o kısmının florışı göstermediğini tesbit ettiler (Şekil : 38). Demek oluyor ki, katottan çıkan bu ışınlar doğru yolla yayılıyorlar ve katı maddeler tarafından tutuluyorlar.



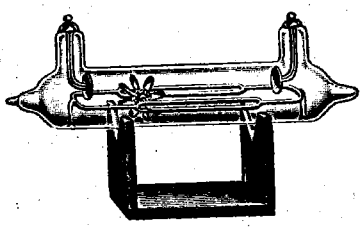

(Şekil : 38)
**Katot ışınları doğru yolla yayılır.**

Keza, bu ışınların yolu üzerine konan, (sürtünmesi çok az iki ray üzerinde hareket eden) bir fırıldağın (Şekil : 39), ışınlar yönünde yani, anoda doğru hareket ettiği görüldü. Deney, anot ile katodu değiştirmek suretiyle tekrarlanınca bu defa fırıldağın yeni anoda yani, eski katoda doğru hareket ettiği anlaşıldı. Fırıldağı hareket ettirebilmek için, fırıldağın kanatları üzerine vurmalar yapılması gerekir. O halde, bu ışınların az da olsa bir kütlesinin bulunması ; yani, katottan çıkan, bu katot ışınlarının çok küçük parçacıklardan ibaret olması gerekir.

Bu ışınlara mıknatıs yaklaştırılınca saptıkları görüldü. Sapmanın yönünden katot ışınlarının negatif elektrikle yüklü olduğu da anlaşıldı.

1897 de Sir J. J. Thomson bu negatif elektrikle yüklü parçacıkların yani, katot ışınlarının, vakum tüpündeki gazın cinsine ve kullanılan katot lara bağlı olmaksızın meydana geldiğini gösterdi ve her seferinde meydana

gelen bu parçacıkların her bakımdan birbirinin aynı olduğunu deneylerle ispat etti. Bundan dolayı J. J. Thomson, bütün elementleri meydana getiren atomların, ortak taraflarından birisinin bu negatif elektrikle yüklü parçacıklar olduğunu ileri sürdü ve bu parçacığa daha sonra *elektron* dendi.



(Şekil : 39)
Katot ışınlarının kütlesi vardır.

1909 yılında Amerikalı bilgin Robert Millikan, elektronların negatif elektriğin en küçük parçacığı yani, birimi olduğunu deneyle gerçekledi. Kütlesinin de, hidrojen atomunun kütlesi (bir) olarak kabul edildiği takdirde, bunun 1835 de biri kadar olduğunu hesapladı. Böylece elektronların eşit kütleye ve eşit elektrik yüküne sahıp olduğunu kesinlikle ifade etti. Robert Millikan ayrıca, maddelerin yapısı, cinsi ve özellikleri ne olursa olsun, atomlarının mutlaka elektron ihtiva ettiklerini gösterdi.

Bütün maddeler, dolayısıyle onları meydana getiren atomlar harice karşı elektrikçe nötr olduğu göz önüne alınırsa, atomda; mevcut elektronları nötrleştirecek şekilde, negatif elektrik miktarına eşit, pozitif elektrik miktarının da var olması gerekir. Bu gerçek karşısında elektronlar gibi, pozitif elektriğin birimi olan parçacıkların da varlığını kabul etmek gerekir. Bu düşünceden hareketle yapılan çalışmalar sonunda pozitif elektrikle yüklü parçacıkların da varlığı deneylerle saptanmıştır

## 6.4 POZİTİF ELEKTRİKLE YÜKLÜ PARÇACIKLAR (PROTON)

Pozitif parçacıkların aslı nedir? Bu soruyu 1911 yılında ilk defa cevaplandıran bilgin, Lord Rutherford'dır. L. Rutherford, atomun çok küçük bir kısmını işgal eden, pozitif elektrikle yüklü parçacıkların varlığını yaptığı başarılı deneylerle gösterdi. Bugün pozitif parçacıkların taşıdığı elektrik yükü. pozitif elektriğin en küçük birimi kabul edilir. Yani elektronun yükünün aynı olup zıt işaretlidir. (+ 1) olarak alınır. Kütlesi de, «elektron kütlesinin 1835 katı olup», kütle birimi kabul edilen bir taneciktir. Buna proton denir.

**Nötron'ın keşfi, atomu yapan parçacıklar :**

Helyum atomunun çekirdeği + 2 defa elektrikle yüklüdür. O halde helyum çekirdeği + 1 elektrikle yüklü ve kütlesi 1 olan iki protondan

yapılmış olmalıdır. Buna göre kütlesinin de 2 olması gerekir. Fakat, yapılan sıhhatli deneyler sonucunda, helyum çekirdeğinin + 2 defa elektrikle yüklü, kütlesi 4 olan bir parçacık olduğu anlaşılmıştır. Bu itibarla, helyum çekirdeğinde elektrikçe nötr 2 kütleli bir, ya da 1 er kütleli 2 parçacığın daha bulunması gerekir. Bu, işleri karıştıran bir durumdur. Bu güçlüğü de 1932 de İngiliz Fizikçi Chadwik çözdü. Elektrikçe nötr ve kütlesi 1 olan nötron (neutron) denilen yeni bir parçacığın varlığını kabul etti. Bir süre sonra da nötronların gerçekten varlığı etkileriyle tesbit edildi ve kabul edildi.

O halde, atomu meydana getiren parçacıklar elektron, proton ve nötronlardan ibarettir.

## ATOMU YAPAN PARÇACIKLAR

| ADI | KÜTLESİ | ATOMİK KÜTLE BİRİMİ | YÜKÜ |
|---|---|---|---|
| Elektron | $9{,}107 \times 10^{-28}$ gr. | 0 (a. k. b.) | — 1 |
| Proton | $1{,}672 \times 10^{-24}$ gr. | 1 (a. k. b.) | + 1 |
| Nötron | $1{,}672 \times 10^{-24}$ gr. | 1 (a. k. b.) | 0 |

### 6.5 MODERN ATOM TEORİSİ

Atomlar elektron, proton ve nötronlardan yapılmıştır. Her elementin atomu özellikleri itibariyle birbirinden çok farklı olduğuna göre bu farklılık, nereden geliyor? Bu farklılığın sebebi, her atomda bulunan bu parçacıkların sayılarının ve uzaydaki diziliş şekillerinin farklı olmasıdır. Atomun gerçek yapısı nasıldır? sorusunu cevaplandırmak, atomu meydana getiren parçacıklarının uzaydaki diziliş şeklinin nasıl olduğunu aydınlatmak demektir.

Bu konu üzerinde birçok bilgin çalışmış ve atomun yapısı ile ilgili çeşitli modeller ileri sürülmüştür. Bunlar içerisinde gerçeğe en uygun olanı L. Rutherford'ın atom modelidir. L. Rutherford'ın atom modeli gerçeğe uygundur. Çünkü, bu model deneylerle tesbit ve tayin edilmiştir.

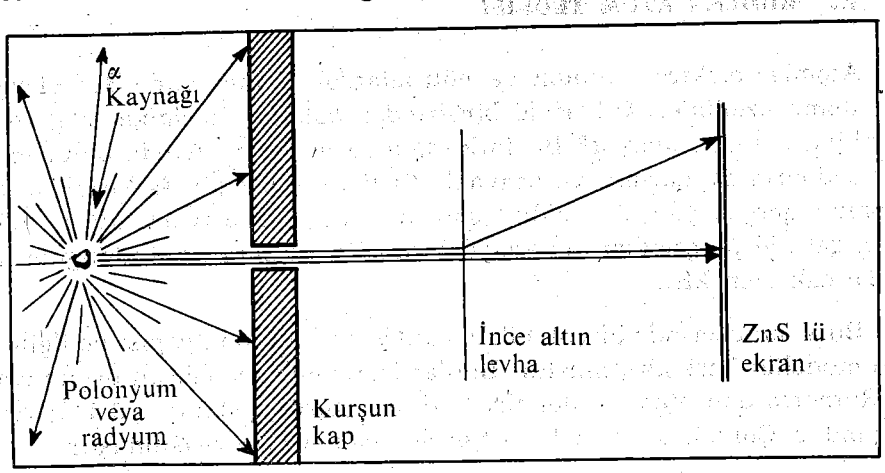
L. Rutherford'ın yaptığı deneyleri anlayabilmek için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır :

Tabiatta bulunan bazı elementler (radyum, polonyum) gibi, göze görünmeyen ışınlar saçarak bozunurlar ve başka elementlere dönüşürler. Bu gibi elementlere radyoaktif elementler denir. Radyoaktif elementlerin yaydıkları ışınların büyük bir nüfuz (girme) özelliği vardır. Birçok maddeden kolaylıkla geçerler.

Radyoaktif elementler dışarı (alta $\alpha$, beta $\beta$ ve gama $\gamma$ gibi) 3 türlü ışın yayarlar. Lord Rutherford radyoaktif elementlerin yaydığı $\alpha$ ışınlarının pozitif elektrikle yüklü ve çok hızlı hareket eden parçacıklar olduğunu deneyle gösterdi. Daha sonra $\alpha$ parçacığının bir helyum atomunun çekirdeğinden başka birşey olmadığı anlaşılmıştır. Bu konuda Lise II Fen Kimyasında daha geniş bilgi verilmiştir. Rutherford, atomun yapısını aydınlatıcı deneylerinde $\alpha$ ışınlarından yararlanmıştır.

### 6.6 L. RUTHERFORD'IN ATOMUN YAPISINI AYDINLATAN DENEYLERİ VE RUTHERFORD ATOM MODELİ

Rutherford, $\alpha$ parçacıklarıyle (bir mermi gibi), çeşitli maddelerin bombardıman edilebileceğini söyledi. Böyle bir bombardıman sonunda $\alpha$ parçacıklarının nereye gittiklerini, nasıl bir yol izlediklerini merak etti. Alfa parçacıkları gözle görülemez, dolayısıyle gözle yollarını izlemek mümkün değildir. Ancak, alfa parçacıkları, çinko sülfür (ZnS) sürülü bir ekrana çarptıkları zaman, florışı meydana getirirler. Bu özelliğinden faydalanılarak yollarını izlemek mümkün olur. Bu sayede L. Rutherford (Şekil : 40) dakine benzer basit bir düzen hazırlayarak alfa parçacıklarını, ince bir metal levha üzerine gönderdikten sonra, yollarını izlemiştir. Bu

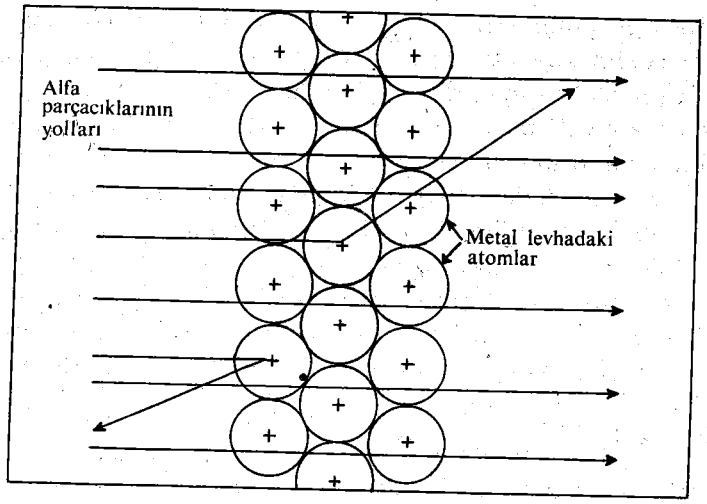



(Şekil : 40)
$\alpha$ ışınlarının ince bir altın levhadan geçişleri.

deney yardımıyle de atomun yapısı hakkında çok değerli sonuçlara varmıştır.

(Şekil: 40) da $\alpha$ parçacıkları kaynağı olarak, polonyum veya radyum kullanılabilir. Kaynak; yalnız, küçük bir yarıktan $\alpha$ parçacıklarının geçmesine izin veren, kalınca kurşun bir kap içine alınmıştır. Bu yarığın karşısına ince bir metal (altın) levha, bunun arkasına da çinko sülfür sürülmüş bir ekran konmuştur. Ortadaki ince levha yokken, dosdoğru giderek ekrana çarpan her $\alpha$ parçacığı ekranda, belli bir yerde florışı meydana getirmiştir. Fakat, ortaya ince metal levha konulduğu takdirde, $\alpha$ parçacıklarının büyük kısmının yine metal levhadan geçerek ekranda eski yerlerinde florışı gösterdikleri halde, pek az kısmının, eski yerlerinde florışı göstermedikleri, ekrandaki yerlerinin karanlık olduğu görüldü. Buna göre, $\alpha$ ışınlarından çoğunun metal levhadan geçmiş olması pek az kısmının da doğrultusundan saptırılmış ya da gerisin geriye itilmiş olmaları gerekir. Bütün bunların sebebi nedir? İlk bakışta, çok büyük bir hıza sahip ($1{,}4 - 2{,}0 \times 10^9$ cm/sn arasındadır) ve kütlesi bulunan $\alpha$ parçacıklarından çoğunun çok ince (bir defter kâğıdının yaklaşık olarak yüzde biri kadar.) altın levhadan geçmeleri çok azının da yollarından saptırılmaları veya gerisin geriye itilmeleri olayı nasıl açıklanabilir

Rutherford 10.000 alfa parçacığından 1 tanesinin yolundan gerisin geriye itildiğini deneyle tesbit etmiştir. Bunun için bir açıklama yapmağa




(Şekil: 41)

Atom içerisinde, çekirdeği ile elektron katmanları arasında büyük bir boşluk olduğundan $\alpha$ ışınlarının büyük bir kısmı hiç bir değişikliğe uğramadan atomların içinden geçerler.

çalışan bilgin, şöyle düşünmüştür. Mademki, maddeler sıkı sıkıya bir araya gelmiş atomlar yığınından ibarettir. Katı maddelerin hacımlarını değiştirmeden bastırılmaları da mümkün değildir. O halde, atomlar arasında alfa parçacıklarının geçmesine elverişli boşluklar yoktur. Bu itibarla, maddenin bu geçirgenliğinin sebebini atomların kendi iç yapılarında aramak gerekir. Rutherford deneyinde, 10.000 alfa parçacığından, 9.999'unun metal levhadan geçip, sadece 1 tanesinin geçemediği göz önünde tutulursa, atomların içinde, büyük bir boşluğun varlığını kabul etmek gerekir. Bunun yanında, atomun merkezinde alfa parçacıklarının geçmesine elverişli olmayan, çekirdek denilen bir kısım bulunmalıdır (Şekil : 41).

Bu kısım alfa parçacıklarını gerisin geriye ittiğine göre, aynı zamanda pozitif elektrikle yüklü olmalıdır. Atomun bütünü elektrikçe nötr olduğu düşünülürse, atomda, ,ekirdeğin pozitif elektrik yükünü nötrleştirecek sayıda elektronlar bulunmalıdır. Atomdaki büyük boşluk, çekirdekle bu elektronlar arasındadır. Elektronlar çekirdek etrafında sabit, hareketsiz duramazlar. Çekirdek etrafında belirli yörüngeler üzerinde dönerler. Bu bakımdan, Rutherford'un atom modeli bizim gezegenler sistemine benzetilebilir.

## 6.7 GEZEGENLER SİSTEMİ NASILDIR?

Ortada güneş ve onun etrafında gezegenler bulunur. Güneşin gezegenler üzerinde çekim kuvveti vardır. Gezegenler ise güneşin çekimi ile onun üzerine düşmemeleri için, güneşin çekim kuvvetine eşit ve zıt yönde bir merkezkaç kuvveti meydana getirmek üzere kendi yörüngelerinde dönerler. Atomlar ise ortada güneş yerini tutan pozitif elektrikle yüklü bir çekirdek, onun etrafında belirli yörüngeler üzerinde dönen negatif elektrikle yüklü elektronlardan ibarettir. Elektronlar, kendi yörüngeleri üzerinde daima dönerler. Çünkü, çekirdeğe göre aksi elektrikle yüklenmiş olduklarından, çekirdek tarafından çekilirler. Elektronlar, yörüngeleri üzerinde dönerek bu çekim kuvvetinin etkisini yok eden bir merkezkaç kuvveti meydana getirirler ve böylece çekirdek üstüne düşmemeleri sağlanır. Yani atomun yapısı korunmuş olur.

Rutherford deneyinde, atomun içinden geçen alfa parçacıklarının sayısıyle geçemeyenlerin sayısı arasındaki oran, bize çekirdeğe göre atomun çapı hakkında yaklaşık bir fikir verir. Atomun çapı, yaklaşık olarak çekirdeğin 10.000 katıdır.

Çekirdek (1/milyon × milyon) cm. çapındadır. Elektronlarla çekirdek arasında (1/000 milyon) cm. lik bir boşluk mevcuttur. Daha açık bir

örnekle; çekirdek, yaklaşık olarak 1 m. çapında bir gülle olarak düşünülürse, çekirdeğe en yakın elektronlar, çekirdekten 10 bin metre uzaklıkta bir küre yüzeyinde bulunduğu düşünülen yörüngelerde dönerler.

Atomun çekirdeğiyle elektronları arasındaki bu büyük boşluğa rağmen, atomlar katı bir madde gibi hareket ederler. Bastırılamazlar. Örneğin; içerisinde milyonlarca atom bulunan bir demir parçasını ya da herhangi bir katı maddeyi bastırarak hacmını küçültmek mümkün olmaz. Çünkü, elektronlar saniyede 36.000 km. gibi korkunç bir hızla çekirdek etrafında dönerler. Çekirdeğin çapı çok küçük olduğundan çekirdeğin etrafında dönen elektronların yörüngeleri de bu oranda küçük olur. Elektronlar, çekirdek etrafında yaklaşık olarak saniyede 10.000.000.000.000.000.000 ($19^{19}$) devir yaparlar.

Katı bir cisim, saniyede en az 2 devir yaptığı takdirde, bir bütün kütle gibi etki eder. Böyle bir cismin içerisine girmek mümkün değildir. Örneğin; hızla dönen bir uçak pervanesi içerisine kol veya herhangi bir cisim sokulursa derhal kesilir. Pervanelerin gerisine girmek mümkün olmaz.

Halbuki, elektronlar uçak pervanesinden çok daha büyük bir hızla dönerler. Bu itibarla elektronlar katı, sert bir duvar rolünü oynar, arkasındaki boşluğa girilemez.

Ayrıca, Kulon Kanununa göre, ayrı adlı elektrik yükleri birbirini çeker, aynı adlı elektrik yükleri birbirini iterler. Atomlar bastırılmak istenirse, önce elektron katmanları birbiriyle karşılaşır. Her ikisi de negatif elektrikle yüklenmiş olduklarından birbirlerini iterler. Böylece, atomları bastırmak için dışarıdan yapılan basınca atomların elektronları karşı koyarlar.

Atomun yapısı ile Güneş sisteminin yukarıda sözü edilen benzerliklerine rağmen, aralarında esaslı farklar vardır.

Şöyle ki :

1. Atomu meydana getiren taneciklerden elektron ve protonlar arasındaki çekim, elektriksel çekim iken, Güneş ile gezegenleri arasındaki çekim, kütlesel çekimdir.

2. Atomda çekirdek etrafında dönen elektronlar, gezegenler gibi sabit yörüngeler üzerinde dönmezler. Dış etkenlerle yörünge değiştirirler.

3. En önemli farkta, atom'un yapısı çok küçük iken Güneş sistemi, atomla kıyaslanamayacak şekilde büyüktür.

**Çekirdeğin yapısı :** Helyum çekirdeğinin kütle bakımından durumu, bilgin Chadwik tarafından aydınlatılarak, nötronun keşfinden sonra, atom

çekirdeklerinin sadece protondan değil, protonla nötrondan yapılmış olduğu kesinlikle anlaşılmıştır. Küçük atom tartılı elementlerin çekirdeklerinde, ekseriya proton ve nötron sayıları birbirine eşittir. Örneğin, karbon atomunda 6 proton ve 6 nötron vardır. Bir atomun çekirdeğinde bulunan proton sayısı arttıkça bu eşitlik bozulur, protona göre daha çok sayıda nötron bulunur. Örneğin, radyum atomunun çekirdeğinde 88 protona karşılık 138 nötron vardır. Bir atomun çekirdeğinin sağlamlığı, çekirdekteki proton ve nötron sayıları oranına bağlıdır. Çekirdekte bulunan proton ve nötron sayıları birbirine ne kadar yakınsa, o çekirdek o kadar sağlamdır. Bir başka deyimle, proton ile nötron sayıları arasındaki oran «bir» den ne kadar farklı olursa, o çekirdek o kadar dengesizdir. Sağlam değildir. Örneğin, karbon atomunun çekirdeği çok sağlam olduğu halde, radyum atomunun çekirdeği sağlam değildir. Kendiliğinden özel ışınlar yayarak başka elementlerin çekirdeklerine dönüşür. Bundan dolayı radyum elementine radyoaktif element denir.

Çekirdek etrafında da, çekirdekte bulunan protonların elektriksel etkilerini nötrleştirecek sayıda, yani proton sayısı kadar elektron, çeşitli yörüngeler üzerinde dönerler.

Daha önce (sahife 92) de de ifade edildiği gibi, bir elektronun kütlesi proton veya nötron kütlesinin 1835 de 1'i kadardır. Bu kütle, 0.000.000.000.000.000.000.000.000.000.9 gramdır. Bu kadar küçük bir kütlenin atomun kütlesine etki etmeyeceği söylenebilir. Bu itibarla bir atomun kütlesi çekirdeğinde bulunan proton ve nötron kütlelerinin toplamına eşit sayılır. Demek oluyor ki, atomun kütlesi, asıl çapından en az 10.000 defa daha küçük olan çekirdeğinde toplanmıştır. Yani, atomlar daha çok bir boşluklar âlemidir. Bunu, Prof. *Joliot Curie* çok anlamlı bir şekilde ifade etmiştir. Profesöre göre, vücudumuzdaki atomlar boşluk kalmayacak şekilde sıkıştırılabilse, bir insan vücudu büyüteçle dahi zor görülebilen, bir toz zerresinden ibaret olurdu. Fakat ağırlığı değişmezdi.

## 6.8 BİR ATOMUN ÖZELLİĞİNİ DEĞİŞTİRMEDEN ATOM AĞIRLIĞINI ARTIRMAK MÜMKÜN MÜDÜR?

Bir elementin bütün özelliğini gösteren en küçük parçası atomdur. Yani, aynı elementin bütün atomları aynı özelliği gösterirler. Bir atomun gösterdiği özelliği belirleyen husus ise, çekirdeğinde bulunan proton sayısıdır. Bir elementin atomunu, diğer elementin atomundan ayıran yapı farkı sadece çekirdeğindeki proton ve dolayısıyle çekirdek etrafında dönen

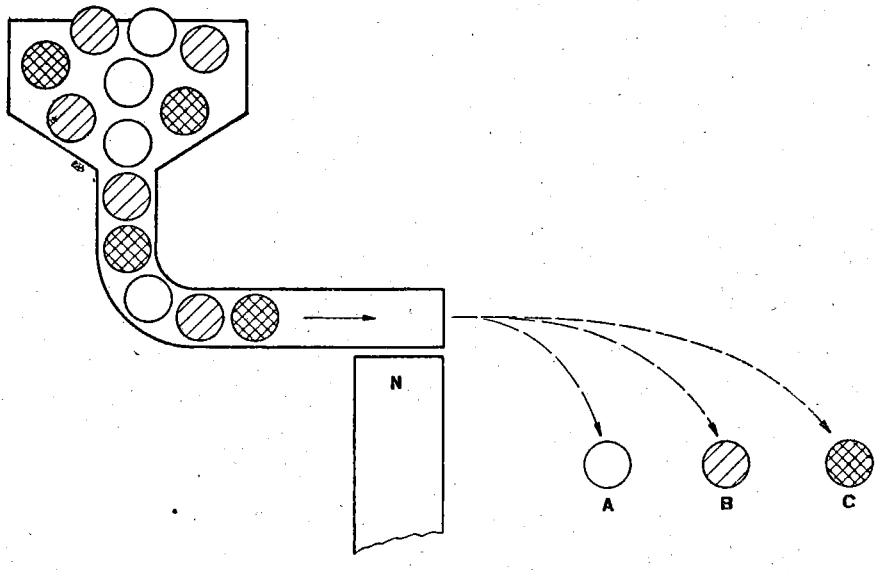
elektron sayılarının farklı olmasıdır. Örneğin, C atomunun çekirdeğindeki 6 protona karşılık, azot atomunun çekirdeğinde 7 proton vardır. Yapı farkı bundan ibarettir.

O halde, bir atomun proton sayısını değiştirmeden özelliğini değiştirmek mümkün olmaz. Örneğin, çekirdeğinde 6 proton bulunan karbon atomunun ağırlığını değiştirmek için, proton sayısı sözgelimi 1 artırıldığı takdirde artık karbon atomu, karbon atomu olmaktan çıkar, çekirdeğinde 7 proton olan azot atomuna dönüşür. Bunun için, bir atomun benliğini değiştirmeden atom ağırlığını artırmak için tek çıkar yol, çekirdeğindeki nötron sayısını artırmaktır.

### 6.9 İZOTOP ELEMENTLER

Şimdi şöyle bir soru sorulabilir: Bir ve aynı elementin, ağırlıkları farklı olan atomları var mıdır? Bir başka deyişle, bir atomun; çekirdeğindeki nötron sayıları birbirinden farklı değişik halleri var mıdır? Varsa, bu gibi atomların, kimyasal özelliklerinin ayni, sadece, ağırlıklarının farklı olacağı açıktır.

Gerçekten yukarıda bahsedildiği gibi bir ve aynı elementin atom ağırlıkları birbirinden farklı olan şekilleri vardır. Bunlara *izotop elementler* denir. İzotop kelimesi Grekçe aynı yer demektir. Atomlar çekirdek-




**(Şekil: 42)**
**Kütle spektrografisinin açıklanması.**
**(A: En hafif, C: En ağır gülleyi göstermektedir.)**

lerinde bulunan proton sayısı göz önünde tutularak sıralanmıştır. Bu sıralanmada, izotop atomlar, proton sayıları eşit olduğundan aynı yere konurlar. Bu yüzden de Grekçe aynı yerde bulunan anlamına gelmek üzere, bunlara, izotop atomlar denmiştir.

Bilim, izotop atomların varlığını deneyle gerçeklemiştir. Bu deneye kütle spektrografisi (mass spectrograph) denir. Kütle spektrografisinin prensibini şöyle açıklamak mümkündür.

Ağırlıkları birbirinden farklı, aynı büyüklükte demir bilyalar düşününüz. Bu bilyalar birbiri arkasından (Şekil : 42) de görüldüğü gibi aynı hızla kuvvetli bir magnetik alan içerisinde yuvarlansınlar. Yuvarlanan bilyalar üzerine, magnetik alandan dolayı bir çekim kuvveti etki edecek ve ağırlıklarına göre bilyaları normal yollarından az veya çok saptıracaktır. Burada hafif olanın, ağır olandan daha çok sapacağı (eğileceği), eğer bilyalar aynı ağırlıkta ise aynı noktaya düşeceği açıktır. (C en ağır, A en hafif bilyayı göstermektedir.)

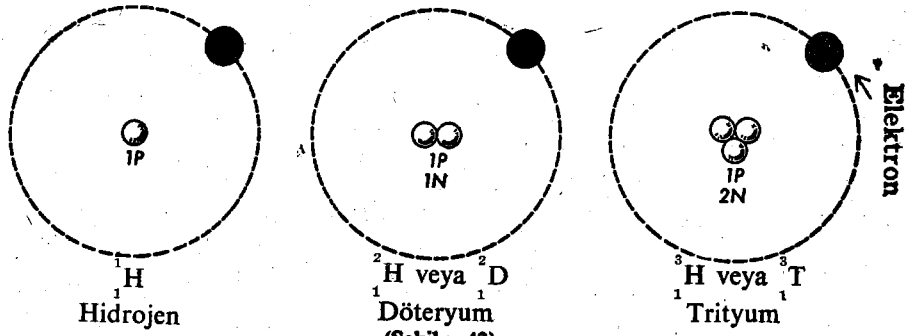
Aynı hal, atomlar için de düşünülebilir. Pozitif elektrikle yüklenmiş (iyon) haline getirilmiş atomlar, bir elektrik alanı içerisinden geçirilir ve bir fotoğraf filmi üzerine düşürülür. Aynı elementin atomlarının fotoğraf filmi üzerinde ayrı ayrı yerlere çarptıkları görülürse, izotop atomların varlığı anlaşılır.

Keza, bu deneyle ayrı ayrı atomların ağırlıkları da mukayese edilebilir. Örneğin, deney önce oksijen atomlarıyle, daha sonra helyum atomlarıyle yapılır. Her atom için görülen sapmaya dayanarak, oksijen atomunun helyum atomundan 4 defa daha ağır olduğu anlaşılır.

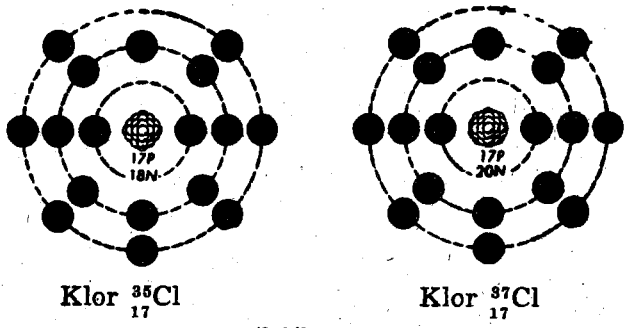
### 6.10 ÖNEMLİ İZOTOP ATOMLAR

Hemen hemen her element, iki veya daha fazla izotop atomlarının bir karışımıdır. Örneğin; hidrojen gazı içerisinde, 6400 kısım bir protonlu normal hidrojen ($^1_1H$) e karşılık, 1 kısım; bir protonlu ve bir nötronlu döteryum (deuterium) $^2_1H = ^2_1D$ ile 1 kısımdan çok daha az oranda, 1 proton ve 2 nötronlu trityum (tritium) $^3_1H = ^3_1T$ bulunur (Şekil : 43).

Normal hidrojen, oksijenle birleşerek su yapar. Döteryum da, hidrojen gibi oksijenle birleşir ve $D_2O$ formülüyle gösterilen Döteryum oksiti meydana getirir. Döteryum oksit, ağır su olarak bilinir. Normal su içerisinde, 6400 su molekülüne karşılık, bir *ağır su* molekülü vardır. Ağır su, atomun parçalanmasında kullanılmıştır. Bu bakımdan önemlidir. (Şekil : 44) de klor atomunun izotopları görülmektedir.




(Şekil : 43)
Hidrojenin izotopları.




(Şekil : 44)
Klorun izotopları.

Tabiatta izotopu en fazla olan element, kalaydır. Atom ağırlıkları 112 den 124'e kadar değişen 10 izotopu vardır. 104 elementten izotopu bulunmayan iki element, sodyum ve iyottur.

### 6.11 BAĞIL ATOM AĞIRLIKLARININ HESAPLANMASI

Karbon atomu mukayese atomu olarak alınmış ve ağırlığı 12.0000 olarak kabul edilmiştir. Durum böyle iken sahife 206 daki çizelge incelenirse, karbonun bağıl atom ağırlığının 12,0111 olarak verilmiş olduğu görülür. Bunun sebebi nedir? Bilindiği üzere elementlerin çoğunun çeşitli izotopları vardır. Karbon elementinin de iki izotopu bulunur, biri $C^{12}$ diğeri de $C^{13}$ dür. Yani, iki türlü karbon atomu vardır. Birinin çekirdeğinde 6 proton, 6 nötron varken diğerinin çekirdeğinde ise 6 protona karşılık 7 nötron bulunur. Bu iki izotoptan $C^{12}$ nin atom ağırlığı 12,0000 kabul edilerek mukayese atomu olarak alınmıştır. Karbonun diğer izotopunun ($C^{13}$), bağıl atom ağırlığı da buna göre 13,0033 dür. Halbuki tabiatta karbon elementi, % 98,892 $C^{12}$, % 1,108 $C^{13}$ olmak üzere bu iki izotopunun karışımı halinde bulunur. O halde, karbon elementinin bağıl atom ağırlığı, bu iki izotopunun karışımdaki yüzde oranlarına göre hesaplanan ağırlıklarının toplamına eşittir.

$C^{12}$ nin bağıl atom ağırlığı : 12,0000
$C^{13}$ün » » » : 13,0033 olduğuna göre,

karışma oranlarına göre bağıl ağırlıklarının toplamı,

$C^{12}$ nin : $12{,}0000 \times 0{,}98892 = 11{,}8670$
$C^{13}$ ün : $13{,}0033 \times 0{,}01108 = 0{,}1441$
$+$
12,0111 eder.

Bunun için, tabiatta bulunan ve karbonun izotoplarının bir karışımından ibaret olan karbon elementinin bağıl atom ağırlığı 12,0111 olarak kullanılır. Buna göre sizlerde çeşitli izotoplarının bir karışımından ibaret olan elementlerin, bağıl atom ağırlıklarını hesaplayabilirsiniz.

## 6.12 RUTHERFORD'IN BİLİNEN ATOM MODELİ HAKKINDA BİLGİN NİELS BOHR'UN TAMAMLAYICI ÇALIŞMALARI

(Sahife 94) de açıklanmış olan Rutherford'ın atom modeliyle, aşağıdaki sorunun cevabını vermek mümkün değildir. Soru : Elektronların yörünge değiştirmelerinin sebepleri nedir?

Bu önemli sorunun cevabını da, atomun «Kepleri» sayılan Danimarkalı büyük bilgin Niels Bohr vermiştir (1913). O zaman henüz 28 yaşında olan bu bilgin, 1922 de Nobel fizik ödülünü kazanmıştır.

Kendisi aynı zamanda iyi bir sporcu idi. Bilimsel çalışma ile sporu bir arada yürütebilen mutlu insanlardan biridir. Atom üzerindeki çalışmalarının yorgunluğunu spor yaparak gideriyordu.

Niels Bohr'un çalışmalarının temelini Fizikçi *Max Planck* vermiştir. Bilindiği gibi, atomlar kimyasal reaksiyonlarda, çoğu zaman dışarı enerji verirler. Bu enerji nasıl verilir. Max Planck, bu enerjinin atom tarafından sürekli bir şekilde verilmediğini, kesik kesik âdeta küçük birimler (tanecikler) halinde verildiğini buldu. Bu enerji taneciklerine *kuvantum (kvant)* adını verdi.

Bunun üzerine Bohr şöyle düşündü ; elektronlar çekirdekten herhangi bir uzaklıkta bulunan tek bir yörünge üzerinde değil, değişik belirli yörüngelerde bulunmalıdır.

Bir elektronun bulunacağı yörünge ise onun sahip olduğu enerjiye bağlı olmalıdır. Bu itibarla, her atomun çekirdeğinin çevresinde belli enerji değerlerini gösteren, çeşitli enerji katmanlarının varlığı düşünülebilir. Bu enerji katmanları; çekirdeğe en yakın olanına 1, ondan sonra gelenlere 2, 3 v.b. gibi sıra numaraları verilerek gösterilir. Bu katmanların enerji seviyeleri, çekirdeğe yaklaştıkça azalır. Uzaklaştıkça artar. Söz gelimi, birinci enerji katmanının enerjisi, ikinciden daha azdır. İşte elektronlar, sahip oldukları enerjiye uygun olan enerji katamanlarındaki, yörüngeler üzerinde bulunurlar.

Atomların dışarı enerji salmaları, elektronlar yörünge değiştirirken mümkündür.

Örneğin; elektron bir dış katmandan iç katmana yani, enerji değeri daha az olan bir katmana sıçrarken, aradaki enerji farkına eşit enerji, kvantlar halinde dışarı salınır.

Bohr teorisine göre; atomların çekirdeği etrafında, enerji seviyeleri birbirinden farklı (7) katman vardır. Elektronlar, sahip oldukları enerjiye

uygun olan enerji katmanındaki, yörüngeler üzerinde dönerler. Elektronlar çekirdekten uzaklaştıkça yörüngelerinden koparılmaları da o oranda kolaylaşır. Onun için, en dış yörüngedeki elektronlar kolaylıkla, hattâ kimyasal bir reaksiyon sonucunda dahi koparılabilirler. Esasen en şiddetli kimyasal reaksiyonlar bile ancak, atomun dış yörüngesindeki elektronlara etkindir. Atomun daha derinlerine, yani, çekirdeğe bir etki yapamazlar.

### 6.13 ELEKTRONLARIN DİZİLİŞİ VE ATOM MODELİ

(Şekil : 45) deki atom modelleri incelenecek olursa, elektronların değişik enerji katmanlarında olmak üzere, çeşitli yörüngelere dağıldığı görülür. Acaba, her enerji katmanında en çok kaç elektron bulunabilir? Bugün bu sorunun da cevabı verilmiştir.

Her enerji katmanında bulunabilecek maksimum elektron sayısı, $2 \cdot (n^2)$ ifadesi ile belirlidir. Burada «n» sayısı enerji katmanlarının sıra numaralarını gösterir. Örneğin, 2 ci katmanda bulunan maksimum elektron sayısı : $2\,(n^2) = 2 \cdot 2^2 = 8$ dir.

| Enerji katmanlarının Sıra No. | Taşıdığı maksimum elektron sayısı |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 2 | 8 |
| 3 | 18 |
| 4 | 32 |

Enerji katmanlarında çeşitli yörüngeler vardır. Uzayda, bu yörüngelerin bazısı küre, bazısı da halter biçimindedir. Bir enerji katmanında (seviyesinde) bulunan yörüngelerin ayrıntılı incelenmesi konumuz dışıdır. Burada önemli olanı, bir enerji katmanında bulunan elektronların sayısıdır. Bu bakımdan, bundan böyle elektron yörüngesi, enerji katmanı anlamında kullanılmaktadır. Atom modelleri çizilirken de basit olsun diye yörüngeler yalnız daire şeklinde gösterilmektedir. Bir dairesel yörünge üzerinde o katmanda bulunan bütün elektronlar gösterilmektedir. Örneğin; 2 nci dairesel yörüngede, 2 nci enerji katmanında bulunan bütün elektronlar gösterilmiştir.

**Elektronların dizilişi hakkında yukarıdaki kuralın iki ayrık (istisnaî) hali vardır :**

1. Bir atomun dış yörüngesi ; sıra numarası ne olursa olsun, 8 den fazla elektron taşıyamaz. Örneğin, yukarıdaki çizelgede üç sayılı yörüngenin 18 elektron taşıyacağı gösterilmiştir. Fakat 3 sayılı yörünge, bir atomun dış yörüngesi ise 8 elektrondan fazlasını taşıyamaz.

2. Dış yörüngeden bir önceki yörünge de 18 elektrondan fazlasını taşıyamaz. Örneğin, bir atomun dış yörüngesi 5 inci yörünge olsun, bundan bir önceki yörünge olan 4 üncü yörünge, çizelgeye göre en fazla 32 elektron taşıması gerekirken ancak, 18 elektron taşıyabilir Bu açıklamamıza göre 6 yörüngeli atomlarda 4 üncü yörünge yine 32 elektron taşıyabilir. Atomların en dengeli hali, dış yörüngelerinde 8 elektronun bulunduğu yani, genel olarak dış yörüngelerindeki elektronların tamamlanmış olduğu haldir. Neon, argon v.b. asal (soy) gazların dış yörüngelerinde 8 elektron bulunduğundan çok dengelidirler (Şekil : 45), kolay kolay durumlarını değiştirmek istemezler. Dış yörüngelerindeki elektron sayısı, 8 den az olan elementler dengeli yapıya sahip olabilmek için, hariçten elektron alır ya da verirler. Örneğin, sodyum atomunun çekirdeği etrafında 11 elektron vardır. Bu elektronlardan ikisi ilk, 8'i ikinci ve bir tanesi de son yörünge üzerinde dönerler. Sodyum atomu son yörüngesindeki bu tek elektronu kolaylıkla vererek dengeli bir hal alır ve kendisi de pozitif 1 elektrikle yüklenir.

Oksijen atomunun dış yörüngesinde 6 elektron vardır. 8'e çıkarmak için hariçten 2 elektron alır ve negatif 2 elektrikle yüklenir. Yukarıda sodyum ve oksijen örneğinde olduğu gibi, atomların elektron verdikten veya aldıktan sonraki elektrikle yüklü hallerine *iyon* ve bu olaya da *iyonlaşma* denir. Bu olayda dış yörünge üzerinde olan elektron alış verişine de *değerlik değişimi* denir.

### 6.14 ÇEŞİTLİ ATOM MODELLERİ

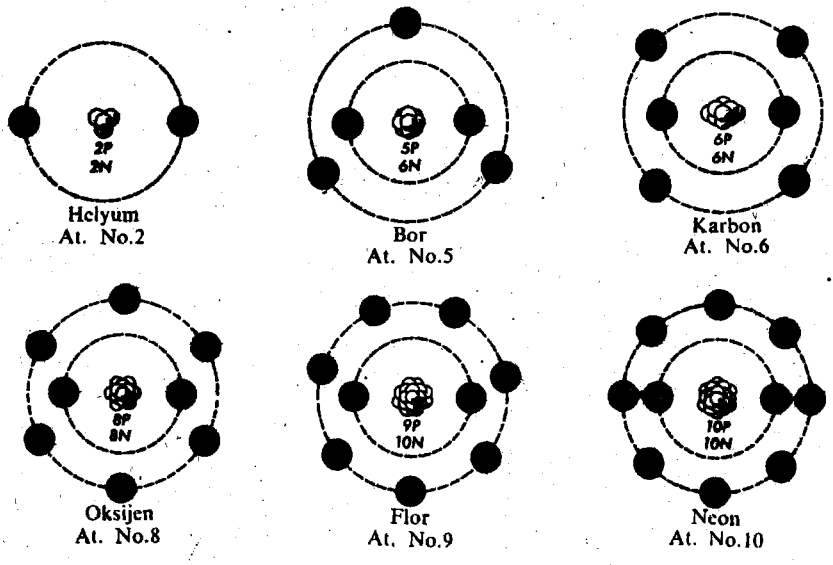
Bilinen 103 çeşitli element vardır. Bu elementler; birbirlerine, daha önce de ifade edildiği gibi, bir zencinin, bir beyaza benzediğinden daha fazla benzemezler. Bu aykırılık, her atomun çekirdeğindeki (proton-nötron) sayısının farklı olması ve çekirdeklerin etrafında dönen elektronların da farklı şekilde dağılışından ileri gelir. (Şekil : 45) de çeşitli elementlerin atom modelleri gösterilmektedir.

En basit atom hidrojen atomudur. Çekirdeği bir protondan yapılmıştır. Etrafında tek bir elektron dönmektedir. Helyumun çekirdeği 2 proton ve 2 nötrondan ibarettir. Etrafında iki elektron döner. Herhangi bir atomun çekirdeğindeki proton ve nötron sayılarının toplamına, o atomun *kütle numarası*, sadece, proton sayısına da *atom numarası* denir.

Karbon : Kütle numarası; 12 olup, çekirdeği 6 proton ve 6 nötrondan yapılmıştır. Çekirdeğin çevresinde iki yörünge üzerinde 6 elektron döner.

Oksijen : Kütle numarası; 16 dır. Çekirdeği 8 proton ve 8 nötrondan yapılmış olup, çevresinde iki yörünge üzerinde 8 elektron döner.

olduğundan — 1 değerli iyon haline gelmişlerdir.

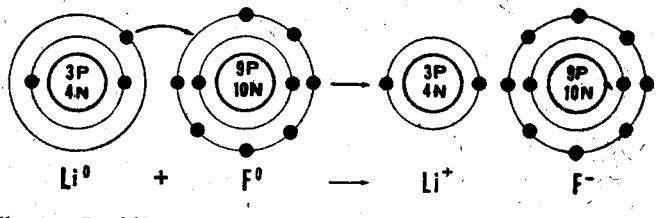



(Şekil : 45) Çeşitli Atom modelleri.

## 6.15 POZİTİF VE NEGATİF DEĞERLİĞİN GERÇEK ANLAMI

Atomun dış yörüngesine bir elektron eklenirse, o atomda negatif elektrik bir fazla olacağından, bütün atom bir negatif; 2 elektron eklenirse, iki negatif elektrikle yüklenmiş olur. Bu takdirde atom sıra ile bir veya iki negatif değerlidir, denir. O halde, *negatif değerlik, bir atomun dış yörüngesine alınan (eklenen) elektron sayısıdır.*

Buna karşılık, atom dış yörüngesinden bir elektron verirse çekirdekte nötrlenmemiş bir proton kalacağından bütün atom bir pozitif, iki elektron verirse iki pozitif elektrikle yüklenmiş olur. Bu halde, atom sırasıyla bir veya iki pozitif değerlidir, denir. Bundan dolayı *pozitif değerlik; atomun dış yörüngesinden verilen elektron sayısıdır* (Şekli : 46).




(Şekil : 46) Pozitif ve negatif değerliklerin elektron teorisiyle açıklanması. Burada lityum bir elektron verdiğinden + 1 değerli, flor (fluor) da bir elektron almış olduğundan —1 değerli iyon haline gelmişlerdir.

Metallerin atomlarına elektron eklenemez. Fakat çıkarılabilir. Bunun için metaller ve ayrık olarak hidrojen atomu (hidrür bileşikleri dışında) daima pozitif değerlidir. Buna karşılık, ametallerin atomuna kolaylıkla elektron eklenebilir. Bundan dolayı ekseriya negatif değerlidirler. İcabında elektron çıkarılabileceği için de bazen pozitif değerli olurlar. Örneğin; klor $-1$, $+5$, $+7$; azot, $-3$, $+5$, $+4+5$ değerli olabilirler.

### 6.16 FORMÜLLERİN DOĞRU YAZILMASI

Çoğu bileşikler pozitif ve negatif değerli olmak üzere iki kısımdan (iyon veya iyon grubundan) yapılmıştır. Bileşik formüllerini doğru yazabilmek için, pozitif iyon önce olmak üzere, bileşikteki elementlerin sembolleri yan yana yazılır. Sonra, bileşik elektrikçe nötr olduğuna göre negatif değerlikle, pozitif değerliği eşitlemek gerekir. Örneğin; su, oksijen ile hidrojen atomlarından yapılmıştır. Burada hidrojen, pozitif bir, oksijende $-2$ değerlidir.

$$H^{+} \qquad O^{=}$$

Formülündeki değerlikleri eşitlemek için, oksijenin değerliği kadar sayı, hidrojenin altına, hidrojenin değerliği de yine sayı olarak oksijenin altına yazılır. Yani suyun formülü $H_2O$ olur.

Bir de karbon dioksitin formülünü yazalım. Karbon dioksit, pozitif 4 değerli karbon ile negatif 2 değerli oksijenden ibarettir.

$$C^{++++} \qquad O^{=}$$

Değerliklerini denkleştirelim. Yukarıdaki kurala göre;

$$C_2O_4 \text{ olur.}$$

Semboller altındaki bu rakamlar, atomların sayı oranını gösterdiğinden daima bunların en küçük ortak katı yazılır. Yani, karbon dioksit $CO_2$ şeklinde formüllendirilir. İki basit atom iyonundan ibaret bileşiklerin formüllerini doğru yazmak için, kısa bir kural vardır.

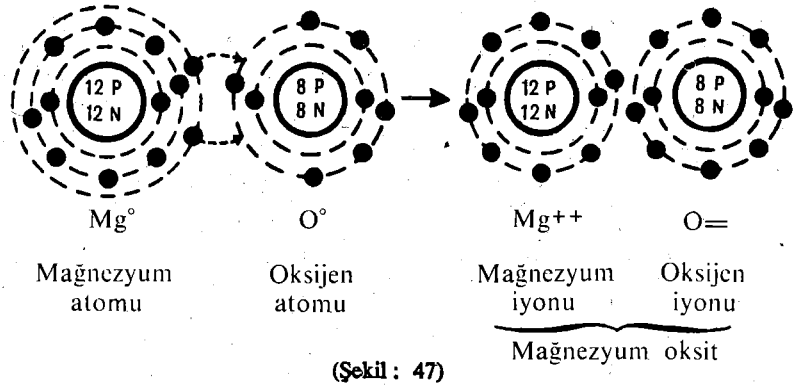
**Kural: Bileşiği meydana getiren atomların sembolleri yan yana getirilir, sonra değerlikleri çaprazlama olarak birbirinin altına yazılır.** Örneğin, alüminyum oksitin formülünü yazalım. Alüminyum; $+3$, oksijeninde $-2$ değerli olduğu bilindiğine göre, değerlikler çaprazlama yazılacağından;

$$Al_2O_3$$

formülü, alüminyum oksittir. $Al_2O_3$ elektrikçe nötrdür. Çünkü; $2(+3) = +6$, $3(-2) = -6$ olup, negatif değerlikler toplamı ile pozitif değerlikler toplamı birbirine eşittir.

## 6.17 KİMYASAL DEĞİŞME

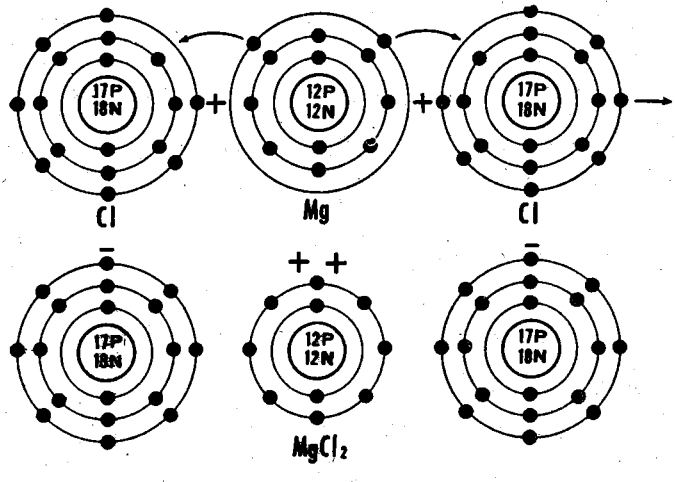
Kimyasal tepkimeler, atomların dış yörüngelerindeki elektronlara etkindir. Şimdi : Magnezyumun havada yanmasıyle hâsıl olan kimyasal değişmeyi elektron teorisiyle açıklayalım (Şekil : 47).




(Şekil : 47)
Kimyasal bir değişmenin atom modelleriyle açıklanması.

Oksijen atomunun dengeli yapıya sahip olabilmesi için, 2 elektron alması, buna karşılık magnezyumun 2 elektron vermesi gerekir.

Yanma sonucu : Magnezyum 2 elektron verir, oksijen 2 elektron alır. Meydana gelen, aksi elektrikle yüklü iyonlar, Kulon Kanununa göre birbirlerini çekerek bir araya gelir; magnezyum oksiti meydana getirirler.




(Şekil : 48)
Magnezyum atomunun klor gazı ile birleşerek, magnezyum klorür teşkiline ait kimyasal değişmenin atom modelleriyle açıklanması.

Keza (Şekil : 48), aynı esasa göre magnezyum ile klor'un birleşerek magnezyum klorür bileşiğinin nasıl meydana geldiğini atom modelleriyle göstermektedir.

Bu birleşmeler, her atomun dış yörüngesinde bulunan değerlik elektronları birer nokta ile gösterilirse, örneğin;

$$(\dot{\underset{\cdot\cdot}{Mg}})^{\bullet} + (:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:)_2^{\bullet} \rightarrow Mg^{++} (:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:)_2^{-}$$

keza, sodyum ve klorun, NaCl (tuz) teşkili ile birleşmesi de değerlik elektronlarıyle,

$$(\dot{\underset{\cdot}{Na}})^{\bullet} + (:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:)^{\bullet} \rightarrow (Na)^{+} (:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:)^{-}$$

şeklindeki denklemlerle de gösterilebilir.

### 6.18 KÖKLER VE DEĞERLİKLERİ

Birden fazla atomun birleşerek meydana getirmiş oldukları elektrikle yüklü atom gruplarına kök denir.

$(NH_4)^+$ amonyum, $(SO)_4)^=$ sulfat, $(NO_3)^-$ nitrat, kökleri gibi.

Kökler elektrikle yüklü oldukları için, hiç bir zaman bileşik sayılmazlar, sadece, bulunduğu bileşiğin eriyiğinde, serbest tanecikler (iyonlar) halinde bulunurlar. Kapalı bir bütün halinde bileşiklerin yapısına girerler ve girdiği bileşiğin bir kısmını teşkil ederler.

Örneğin : $H_2SO_4$ (sülfürik asitte), sulfat kökü, sülfürik asitin,

$HNO_3$ (nitrik asitte), nitrat kökü, nitrik asitin negatif kısmıdır.

Mademki bileşikler pozitif ve negatif elektrikle yüklü iki kısımdan yapılmışlardır. Bileşikler de dışarıya karşı nötr olduğuna göre, aynı zamanda bileşikteki bu, pozitif ve negatif yükler daima birbirlerine eşittirler; o halde köklerin değerliği, bileşikte kökün karşısında bulunan değerlik kadar zıt, değerliktir.

$HNO_3$ de nitrat kökünün değerliği; (hidrojen $+1$ değerli olduğuna göre) $-1$, keza $H_2SO_4$ de, sulfat kökü $(SO_4)^=$, $-2$ değerliklidir.

**ALIŞTIRMA**

| İYONLAR | Klorür $Cl^-$ | Hidroksit $(OH)^-$ | Nitrat $(NO_3)^-$ | Karbonat $(CO_3)^=$ | Oksit $O^=$ | Sülfür $S^=$ | Sulfat $(SO_4)^=$ | Fosfat $(PO_4)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hidrojen $H^+$ | | | | | | | | |
| Sodyum $Na^+$ | NaCl | | | | | | | |
| Gümüş $Ag^+$ | | | | | | | | |
| Amonyum $(NH_4)^+$ | | | | | | | $(NH_4)_2SO_4$ | |
| Civa $Hg^{++}$ | | | | | | | | |
| Bakır $Cu^{++}$ | | | | | | | | |
| Çinko $Zn^{++}$ | | | | | | | | |
| Kalsiyum $Ca^{++}$ | | $Ca(OH)_2$ | | | | | | |
| Magnezyum $Mg^{++}$ | | | | | MgO | | | |
| Kurşun $Pb^{++}$ | | | | $PbCO_3$ | | | | |
| Demir $Fe^{++}$ | | | | | | | | |
| Demir $Fe^{+++}$ | | | | | | | | |
| Alüminyum $Al^{+++}$ | | | | | $Al_2O_3$ | | | $AlPO_4$ |

(Şekil : 49)

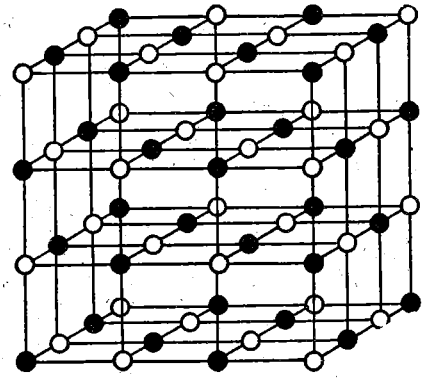
Yukarıdaki çizelgede ilk düşey ve yatay sıralarda basit iyon ve köklerin değerlikleri ile sembolleri yazılıdır. Her boş karenin hizalarındaki iyon ve köklerin meydana getireceği bileşiğin formülünü, çizelgede verilmiş olan birkaç örnekte olduğu gibi yazınız.

## 6.19 İYON ŞEBEKESİ, (TAM POLAR, POLAR) VE KOVALENT BİLEŞİKLER

Bir elementin atomu ile diğer bir elementin atomunun birleşmesi için birinin, diğerinden elektron alması gerekir. Bilindiği gibi elektron

alan atom; negatif, veren ise pozitif değerlikli olur. Yani, iyon haline geçerler. Aksi adlı elektrikle yüklü bu iyonlar arasındaki kulon çekim kuvveti, bu iyonların birbirlerini çekerek yeni bir bileşik meydana getirmelerini sağlar.

Örneğin, (sahife 108) de anlatıldığı şekilde meydana gelen NaCl de; $Na^+$ ile $Cl^-$ iyonları arasında etkin olan çekim kuvveti, sadece bir sodyum iyonuyla, bir klorür iyonu arasında olmayıp, uzayın her doğrultusunda devamlıdır. Yani, her sodyum iyonu etrafına klor iyonlarını çeker, diğer sodyum iyonlarını iter, klor iyonları da etraflarına sodyum iyonlarını çeker, klor iyonlarını iterler. Bu esasa göre, milyonlarca atom iyonlarının uzayın her doğrultusunda münavebe ile sıralanması sonucu gözle görülecek büyüklükte bir sodyum klorür kristali meydana gelir. (Şekil : 50) NaCl kristalinde, iyonların uzaydaki sıralanışı görülmektedir. Kristalleri küp biçimindedir.



(Şekil : 50)
Sodyum klorür kristali.
● — Sodyum atom iyonunu
○ — Klor atom iyonunu göstermektedir.

Yukarıdaki örnekte olduğu gibi, iyonların aralarında etkin kulon çekmesine göre, münavebe ile sıralanmaları sonucunda meydana gelen bileşiklerin yapısına *iyon şebekesi*, böyle bileşiklere de *iyon bileşikleri* denir.

İyon bileşikleri genellikle elektron vermeğe yatkın metallerle, elektron almağa istekli ametaller arasında meydana gelir. Oda sıcaklığında, katı ve ergime noktaları yüksek olan bileşiklerdir. Bileşikte bulunan pozitif değerli iyon, elektron vermiş, diğer iyon da elektron almıştır. Ara-

larında sadece elektriksel kulon çekmesi etkindir. Bu tip bileşiklere *tam polar* bileşikler de denir. Bu tip bileşiklerde iyonlar arasındaki etkin çekim kuvveti dolayısıyle, iyonlardan birini diğerinden koparıp almak çok güçtür. Yani, tam polar bileşiklerin en karakteristik özelliklerinden biri çok az uçucu olmalarıdır. Kolay kolay buharlaşmazlar.

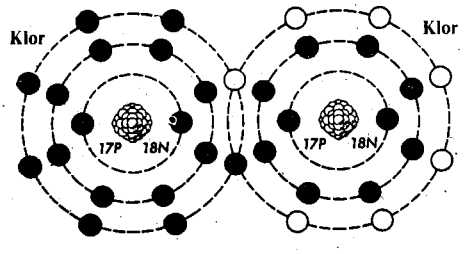
Alkali ve toprak alkali metallerinin ekseri bileşikleri tam polardır. Bazı metal bileşikleri az veya çok olmak üzere tam polarlıktan uzaklaşırlar. Örneğin, bir metal ne kadar güç elektron veriyorsa (bir başka deyişle metal ne kadar soy ise) bileşikleri tam polarlıktan o kadar uzaklaşır. Öyle ise, soy metallerin meydana getirdikleri iyon bileşiklerine de sadece, *polar* bileşikler denir.

**6.20 KOVALENT BİLEŞİKLER**

Kimyada bütün bileşikler, iyon bileşiklerinde olduğu gibi, mutlak surette elektron almış veya vermiş iyonlardan ibaret olmayabilirler.

Örneğin, iki klor atomunu düşünelim; klor atomunun dış yörüngesinde 7 elektronu vardır.

Her iki klor atomu da, birer elektron alarak kendilerini soy gazların elektron sistemine benzetmek isterler. Bu nedenle, her iki atom bu isteklerini tatmin için, dış yörüngelerindeki birer elektronlarını ortaklaşmak suretiyle, (Şekil : 51) de görüldüğü gibi, her iki klor atomunun da dış yörüngesindeki elektron sayısı 8'e çıkmış olur.




(Şekil : 51)
Klor molekülü.

Böylece her iki atom müşterek (ortaklanmış) iki elektronun teşkil ettiği bir bağ ile birbirine bağlanır. Elektron ortaklaşması ile meydana gelen bu tip bileşiklere *kovalent bileşikler* denir. Kovalent bileşiklerin çoğu apolardır. Yani, moleküllerinde bir polarlaşma (kutuplaşma) yoktur. Yukarıdaki örnekte; iki klor atomu, bir klor molekülü ($Cl_2$) meydana getirmek üzere birleşmiştir. Kovalent bileşikler daima elektron alan elementlerin yani, ametallerin, kendi aralarında meydana getirdikleri bileşiklerdir.

[*] Sodyum, potasyum alkali, kalsiyum, baryum da toprak alkali metallere örnektir.

Kovalent bileşikler genellikle oda sıcaklığında gaz, sıvı ve ergime noktaları düşük olan katı maddeler halinde bulunurlar.

Kovalent bileşiklere örnekler: Su ($H_2O$), amonyak ($NH_3$), karbon dioksit ($CO_2$), hidrojen klorür (HCl).

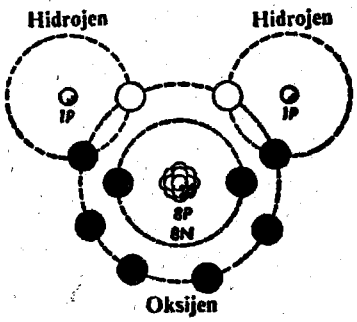
### 6,21 BAZI ÖNEMLİ KOVALENT BİLEŞİKLERİN MOLEKÜL YAPILARI

Bildiğimiz su ($H_2O$), kovalent bir bileşiktir:

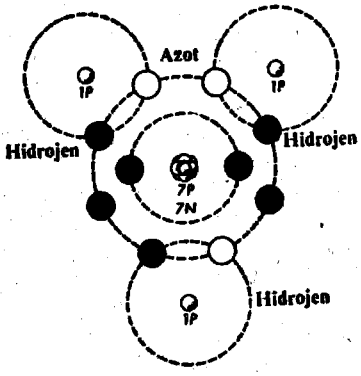
Bilindiği gibi, elementler elektron alarak veya vererek kendilerini soygaz sistemine benzetmek isterler. Bu bakımdan oksijenle hidrojen tepkimeye sokulursa, oksijen, dış yörüngesine iki elektron alarak, kendi yapısına en çok benzeyen bir soygaz olan neon'a (elektron dağılımı, 2 — 8) benzemek ister. Oksijen atomunun dış yörüngesinde 6 elektron vardır. İhtiyacı olan 2 elektronu ancak, iki hidrojen atomunun ayrı ayrı elektronlarını alarak karşılamaya çalışır. Hidrojende aksine, elektronunu vermek yerine dışarıdan 1 elektron alarak kendisini, soygaz olan helyuma benzetmek ister. Bu durum karşısında, her iki element de soygaz sistemlerine varmak için gerekli olan elektronları bulamayınca, kendi elektronlarını ortaklaşmak suretiyle soygaz sistemine benzerler. (Şekil: 52) de gösterildiği gibi, bir oksijen atomunun dış yörüngesindeki iki elektronuyla, 2 hidrojen atomunun 1 er elektronu ortaklaşırlar. Böylece, oksijen atomunun dış yörüngesinde 8, hidrojen atomlarının dış yörüngelerinde de 2 şer elektronları varmış gibi kabul edilir. Yani, her ikisi de su molekülü teşkil etmek suretiyle, soygaz sistemine varmışlardır. Bu birleşmede gerçek anlamda, elektron alış verişi olmadığından meydana gelen su, kovalent bir bileşiktir.

Amonyak ($NH_3$):

(Şekil: 53) de molekül modeli gösterilen amonyaktaki azot atomunun, dış yörüngesinde 5 elektron bulunduğundan, 3 hidrojen atomuyla

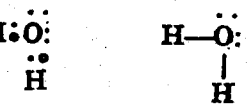


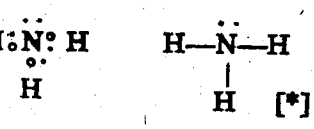

(Şekil: 52)
Su molekülü.



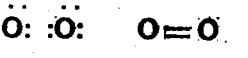

(Şekil: 53)
Amonyak ($NH_3$) molekülü.

birleşerek 3 er elektronlarını aralarında ortaklaşmak suretiyle, her iki atom da soygaz sistemine varmış olur. Amonyak molekülünü teşkil eden azot ile hidrojen arasında kesin bir şekilde elektron alış verişi olmadığından meydana gelen amonyak da kovalent bir bileşiktir. Kovalent bileşiklerin formülleri yazılırken, ortak bir elektron çifti ( — ) şeklinde bir bağ ile gösterilir. Bu açıklamadan sonra, su ve amonyak moleküllerinin elektron yapı formülleri ile bağlarla ifade edilen açık molekül formülleri aşağıda gösterilmiştir.

Su : $H_2O$ 

Amonyak : $NH_3$ 

Kovalent bileşiklerde atomlar, ortak elektron çiftlerini ifade eden bağlarla birbirine bağlandıklarından dışarıya karşı dayanıklı yeni bir parçacık meydana getirirler. Buna molekül denir. Örneğin, oksijen atomunun

Oksijen : $O_2$ 

2 tanesi, yukarıda gösterildiği şekilde, kendi aralarında 2 şer elektronlarını ortaklaşarak birbirine bağlanır ve kovalent bir bileşik gibi kabul edilen oksijen molekülünü meydana getirir. Bir oksijen molekülü oksijen gazının bütün özelliklerini gösteren en küçük birimidir. Formülü «$O_2$» dir. Bu sebepten kimyasal tepkimeye oksijen gaz halinde giriyorsa, tepkime denkleminde sarfedilen oksijen, «O» şeklinde değil, «$O_2$» şeklinde gösterilmelidir.

Moleküller, atomlara göre büyük olmakla beraber, yine de çok küçüktürler. Bu itibarla daha önce de anlatıldığı üzere gerçek ağırlıkları yerine bağıl ağırlıkları kullanılır.

## BÖLÜM VI

**Alıştırma ve İnceleme Soruları :**

1 — Bilginler, atomların, elektron, proton ve nötron gibi taneciklerden meydana geldiğini nasıl anlamışlardır? Bu taneciklerin özelliklerini açıklayınız.

---

[*] Noktalar (.) oksijen ve azot atomlarının dış yörüngelerindeki, (•) işareti de hidrojen atomunun dış yörüngesindeki elektronu göstermektedir.

2 — Atomlar içinde, büyük boşluklar olmasına rağmen, bastırılamazlar (sıkıştırılamazlar) niçin?

3 — İzotop atom ne demektir? Açıklayınız.

4 — Bağıl atom ağırlığı, gerçek atom ağırlığı ne demektir? Açıklayınız.

5 — Rutherford atom modeli nasıldır? Açıklayınız.

6 — Rutherford atom modeli üzerinde Niels Bohr'un tamamlayıcı çalışmalarını anlatınız.

7 — Atom içerisinde elektronların dizilişleri nasıldır? Açıklayınız.

8 — Çekirdeğinde 20 proton olan ve kütle numarası 40 olarak bilinen atomun modelini çiziniz. Ve hangi elementin atomu olduğunu araştırınız.

9 — Pozitif ve negatif değerliğin gerçek manasını açıklayınız.

10 — Elementlerinden, çinko klorür sentezine ait kimyasal tepkimeyi, atom modelleriyle gösteriniz.

11 — Kütle enerjiye, enerji kütleye dönüşebildiğine göre, hâlâ kimyasal tepkimeler için maddenin sakımı kanunu doğru olarak kabul edilir. Sebebini açıklayınız.

12 — İyon ve kovalent bileşiklerin yapı farklarını örnekler vererek açıklayınız. Yapı farklarının meydana getirdiği özellik ayrılıkları nelerdir?

13 — Karbon dioksit kovalent bir bileşiktir. Elementlerinden meydana gelişini atom modelleriyle gösteriniz.

14 — Molekül nedir? Molekül ile atom arasında ne fark vardır?

15 — Bağıl molekül ağırlığı ne demektir?

16 — Kovalent bileşikler, daha çok ametaller arası bileşiklerdir. Nedenini açıklayınız.

## PROBLEMLER :

I — Azot'un ve fosforun dış yörüngelerinde 5 elektron vardır. $N_2$ ve $PH_3$, $CO_2$ formülleriyle gösterilen azot, fosfin ve karbon dioksidin, elektron yapı ve bağ formüllerini yazınız, (Karbon'un dış yörüngesinde de 4 elektron vardır.)

II — Klor elementi, bağıl atom ağırlıkları 34,9689 olan $Cl^{35}$ ile 36,9659 olan $Cl^{37}$ izotoplarının bir karışımıdır. Bu karışımda $Cl^{35}$ izotopu % 75,77, $Cl^{37}$ izotopu da % 24,23 oranında bulunmaktadır. Buna göre, klor elementinin bağıl atom ağırlığını hesaplayınız. Cevap : 35,4527

BÖLÜM 7

# REDOKS VE REDOKS DENKLEMLERİ

## 7.1 REDOKS

Kimyasal bir reaksiyonda elementler arasında bir elektron değişimi (alış verişi veya ortaklaşma) oluyorsa, böyle bir reaksiyona *redoks reaksiyonu* denir.

Elektron alan elementin değerliği düşer, onun için elektron alan element *indirgenir*, elektron veren element *yükseltgenir*. İndirgenme ve yükseltgenme birlikte olan bir olaydır. Bir reaksiyonda yükseltgenen element varsa, karşıt olarak, yükseltgenen elementin verdiği elektronları alan, indirgenen bir element muhakkak vardır. Böyle bir reaksiyona yukarıda da belirtildiği üzere, redoks reaksiyonu ve bu reaksiyonu ifade eden kimyasal denkleme de *redoks denklemi* denir.

Bir redoks reaksiyonunda, elektron alış verişi bütün elementler arasında olmaz. Ekseriya ikisi üzerinde olur. Yani, biri elektron verir, diğeri de verilen elektronları alır.

Örneğin, daha önce gördüğümüz ;

$$2K\overset{+5}{Cl}\overset{-2}{O_3} \rightarrow 2K\overset{-1}{Cl} + 3O^{\circ}_{2}$$

redoks reaksiyonunda, indirgenen klor, yükseltgenen ise oksijendir. Çünkü, klor + 5 den — 1 değerliğe inmiş, oksijende — 2 den sıfır'a yükselmiştir.

## 7.2 BİR BİLEŞİĞİ TEŞKİL EDEN ELEMENTLERİN DEĞERLİKLERİNİN HESAPLANMASI

Bilindiği gibi bileşikler elektrikçe nötrdür. Yani, bileşikte elektron veren element ile elektron alan elementin pozitif ve negatif değerlikleri denge halindedir. O halde, bileşiği teşkil eden 2 elementten birinin değerliği bilinirse, diğeri hesaplanabilir. Örneğin, magnezyum oksit (MgO) da oksijenin değerliği (— 2) olarak bilinir. Buna göre magnezyum (+ 2) olmalıdır.

Bir kısım elementler vardır ki, bileşiklerindeki değerlikleri sabittir ve önceden bilinir. Buna göre bileşikteki diğer elementin değerliği hesaplanır. Örneğin ; ametaller, metallerle bileşik teşkil etmiş ise daima negatif, oksijenle yaptığı bileşiklerde de (flor hariç) daima pozitif değerlikli olurlar.

Magnezyum sülfür (MgS) de kükürt (S); — 2 değerli iken, kükürt dioksit $SO_2$ de + 4 değerlidir. Oksijen, bileşiklerinde (flor ile yaptığı bileşiği hariç) daima (— 2), hidrojen de (hidrür bileşikleri dışında) + 1, sodyum ve potasyumda daima + 1 değerliklidirler. Serbest halde iken bütün elementlerin değerliği sıfırdır.

Bir bileşik, ikiden fazla elementten meydana gelmişse, bileşikteki iki elementin değerliği bilinirse üçüncüsünün değerliği bulunabilir. Bunun için bir kural vardır; mademki bileşikler nötrdür, o halde, bileşikteki elementlerin pozitif ve negatif değerlerinin cebrik toplamı sıfıra eşit olmalıdır. Örneğin ; $H_2SO_4$ de «S» nin değerliğini hesaplayalım.

$$H_2^{+1}\ S^x\ O_4^{-2} \qquad (+1 \times 2) + (x) + (-2 \times 4) = 0$$

$$x = +6 \text{ bulunur.}$$

2 nci örnek, $KClO_3$ de Cl'un değerliğini bulalım.

K ; + 1. O ; — 2 değerli olarak önceden bilinir. O halde ;

$$K^{+1}\ Cl^x O_3^{-2}$$

$$(+1) + (x) + (-2 \times 3) = 0$$

$$x = +5 \text{ dir.}$$

Şayet birden fazla elementin meydana getirdiği kapalı birimler elektrikçe nötr değilse, bileşik sayılmazlar. Köktürler (sahife 108).

Örneğin ;

$N^{+5} O_3^{-2}$ de N ; + 5 O ; — 2 değerli ise

$$+5 + (-2 \times 3) \neq 0 \text{ ve } -1 \text{ dir.}$$

O halde, $NO_3^-$ bu şartlar altında bileşik sayılmaz. (— 1) değerli bir köktür. Nitrat kökü olarak bilinir.

$$N^{+4} O_2^{-2}$$

$$(+4) + (-2 \times 2) = 0$$

olduğundan bir bileşiktir. Azot dioksittir.

$S^{+6} O_4^{-2}$ bir köktür.

Çünkü ;

$$(+6) + (-2 \times 4) \neq 0 \text{ ve } -2 \text{ dir.}$$

— 2 değerli bir kök olup, bilindiği gibi sulfat köküdür.

**Alıştırma:** Aşağıda, elementleri üzerine değerlikleri yazılmış bulunan birimlerin, bileşik veya kök olduğunu bulunuz.

$$C^{+4}O_2^{-2}\ ,\ S^{+6}O_3^{-2}\ ,\ N^{+3}O_2^{-2}\ ,\ N^{+4}O_2^{-2}\ ,\ P^{+5}O_4^{-2}\ ,\ S^{+4}O_2^{-2}$$

$$Cl^{+5}O_3^{-2}\ ,\ Mn^{+4}O_2^{-2}\ ,\ Mn^{+7}O_4^{-2}$$

## 7.3 REDOKS DENKLEMLERİNE BASİT ÖRNEKLER

$$Mg^{\circ} + 2H^{+1}Cl^{-1} \rightarrow Mg^{+2}Cl_2^{-1} + H_2^{\circ}$$

Burada; Mg, 2 elektron vererek kendisi + 2 değerliğe yükseltgenmiş, hidrojen + 1 değerli iken 1 elektron alarak nötr yani, serbest elementel hale gelmiştir. «Mg» un verdiği iki elektronu ancak iki hidrojen atomu almış ve hidrojen molekülü halinde yani, gaz olarak reaksiyon ortamından ayrılmıştır. Burada elektronunu alarak magnezyumu yükseltgeyen element hidrojendir. Onun için hidrojen iyonu burada *yükseltgendir*. Magnezyumda, elektron vererek hidrojen iyonunu, sıfır değerli elementel hale indirgemiştir. Onun için *indirgendir* denir. Bu reaksiyonda yükseltgenme ve indirgenme olduğundan, tanımımıza göre, bu bir redoks reaksiyonudur.

Redoks reaksiyonlarının katsayılarını kısa zamanda ve doğru olarak koyabilmek için her şeyden önce denklemde elektron alış verişi yapan elementleri bulmak ve kaçar elektron alıp verdiklerini doğru bir şekilde tesbit etmek gerekir.

**Örnek:**

$$FeSO_4 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$$

denkleminin katsayılarını redoks metoduyla koyunuz.

Önce denklemin her iki tarafındaki elementlerin değerlikleri gözden geçirilerek, elektron alan ve elektron veren yani, yükseltgenen ve indirgenen elementler doğru bir şekilde tayin edilir.

Burada, $KMnO_4$ deki + 7 değerli Mn, $MnSO_4$ de + 2 değerliğe düştüğü için 5 elektron almıştır.

Bu elektronları da, $FeSO_4$ deki + 2 değerli demir, $Fe_2(SO_4)_3$ de + 3 değerliğe yükseltgenerek vermiştir.

Bir demir atom iyonu, bir elektron verdiğinden, 5 elektronu ancak, 5 demir atom iyonu verebilir. Yani,

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/1 | Mn | 5 elektron | alarak | + 7 | değerlikten | + 2 | değerliğe | indirgenmiştir. |
| 5/1 | Fe | 1 » | vererek | + 2 | » | + 3 | » | yükseltgenmiştir. |

Buna göre, verilen ve alınan elektron sayılarının birbirine eşit olması için, mangandan bir, demirden de 5 tane alınmalıdır. Demirden 5 tane alınınca $Fe_2(SO_4)_3$ den de 2,5 tane almak gerekir. Katsayılarının tamsayı olması için, mangandan 2 tane, demirden de 10 tane alınır. Bunun için denklemin birinci tarafında bulunan demir-2-sulfattan 10 tane, ikinci tarafında bulunan demir-3-sulfattan da 5 tane alınır. Mangan'ın iki tane olacağı göz önünde bulundurulurlsa, $KMnO_4$ den ve $MnSO_4$ den 2 şer tane alınmalıdır. Denklemdeki diğer katsayılarda, kütlenin sakımı kanununa göre tamamlanır. Şöyle ki, denklemin ikinci tarafından; 15 tane; demir-3-sulfatta, 1 tane; $K_2SO_4$ de ve 2 tane de mangan sulfatta olmak üzere toplam, 18 tane sulfat iyonu vardır. Birinci tarafta, demir-2-sulfatta, 10 tane sulfat iyonu vardır, 18 olabilmesi için de $H_2SO_4$ den 8 tane alınır. Böylece, $8H_2SO_4$ de 16 hidrojen olduğundan, denklemin ikinci tarafında da 16 hidrojen olabilmesi için, sudan 8 molekül alınmalıdır. Buna göre katsayıları tamamlanmış olan denklem :

$$10FeSO_4 + 8H_2SO_4 + 2KMnO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

olur.

## BÖLÜM VII

**Alıştırma ve İnceleme Soruları :**

1 — $Hg + H_2SO_4 \rightarrow HgSO_4 + SO_2 + H_2O$

2 — $KI + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + SO_2 + I_2 + H_2O$

3 — $I_2 + Cl_2 + H_2O \rightarrow HIO + HCl$

4 — $KMnO_4 + HCl \rightarrow KCl + MnCl_2 + H_2O + Cl_2$

5 — $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + O_2 + H_2O$

6 — $NaCl + MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Na_2SO_4 + H_2O + Cl_2$

7 — $HNO_3 + H_2S \rightarrow NO + S + H_2O$

8 — $KMnO_4 + KCl + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O + Cl_2$

9 — $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow KCl + CrCl_3 + H_2O + Cl_2$

10 — $HNO_3 + HI \rightarrow NO + I_2 + H_2O$

**Denklemlerinin katsayılarını redoks yoluyle koyunuz.**

# BÖLÜM 8 — OKSİTLER, ASİTLER, BAZLAR VE TUZLAR, AYARLI ERİYİKLER

## OKSİTLER

### 8.1 TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Oksitler, elementlerin oksijenle meydana getirmiş oldukları bileşiklerdir. Yalnız, Brom ve soygazlar oksijenle birleşerek oksit teşkil edemezler.

**Oksitler beş sınıfa ayrılabilir :**

1°. Asit oksitler,
2°. Bazik oksitler,
3°. Peroksitler,
4°. Nötr oksitler,
5°. Anfoter (amphoter) oksitler.

**1°. Asit oksitler :** Ametallerin (metal olmayan) oksitleri. Suda eridikleri zaman asitleri meydana getirirler. Bundan dolayı bu oksitlere asit oksitler denir. Tepkimenin denklemleri aşağıda gösterildiği gibidir :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $SO_3$ | + | $H_2O$ | → | $H_2SO_4$ |
| Kükürt trioksit | | | | Sülfürik asit |
| $CO_2$ | + | $H_2O$ | → | $H_2CO_3$ |
| Karbon dioksit | | | | Karbonik asit |
| $N_2O_5$ | + | $H_2O$ | → | $2HNO_3$ |
| Azot pentaoksit | | | | Nitrik asit |

Yukarıda anlatılan oksitler sadece su ile asit teşkil ettiklerinden, bunlara susuz asit anlamına gelmek üzere asit anhidritleri de denir. En önemli anhidritler, $SO_2$, $SO_3$, $P_2O_5$, $N_2O_5$ dir.

Bunlardan başka, oksijen yüzdesi fazla olan birkaç metal oksit de, asit oksitler grubuna girer. Örneğin : ($CrO_3$) krom trioksit, gibi. Çünkü, su ile kromik asiti yapar.

$$\underset{\text{Krom trioksit}}{CrO_3} + H_2O \rightarrow \underset{\text{Kromik asit}}{H_2CrO_4}$$

**2°. Bazik oksiter:** Bunlar, metallerin meydana getirdikleri oksitlerdir. Bu oksitler, asitlerle muamele edildikleri zaman tuzları yaparlar ve $H_2O$ meydana getirirler.

$$CaO + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O \quad \text{v.b.}$$

Ayrıca bunlardan bazıları suda az veya çok eriyerek hidroksitleri (bazları) meydana getirirler.

$$\underset{\text{Potasyum oksit}}{K_2O} + H_2O \rightarrow \underset{\text{potasyum hidroksit (potas kostik)}}{2KOH}$$

$$\underset{\text{Kalsiyum oksit}}{CaO} + H_2O \rightarrow \underset{\text{Kalsiyum hidroksit}}{Ca(OH)_2}$$

$$\underset{\text{Baryum oksit}}{BaO} + H_2O \rightarrow \underset{\text{Baryum hidroksit}}{Ba(OH)_2}$$

Bu gruba giren oksitlerin büyük bir kısmı suda erimezler. Örnek olarak ($ZnO$) çinko oksit, ($HgO$) civa oksit, ($Fe_2O_3$) demir oksit verilebilir. Bunlar doğrudan doğruya asitlerle birleşerek tuzları yaparlar.

$$Fe_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O \quad \text{gibi.}$$

**3°. Peroksitler:** Bunlar oksijen yüzdesi yüksek olan oksitlerdir. En çok metaller tarafından teşkil edilirler. Örneğin, baryum peroksit ($BaO_2$) gibi.

Şimdilik peroksitlerin daha derin incelenmesini ileri konulara bırakalım. ($H_2O_2$) hidrojen peroksit de istisnai (ayrık) olarak, ametallerin meydana getirmiş oldukları peroksitlere bir örnektir.

**4°. Nötr oksitler:** Bunlar, ($N_2O$) azot oksidül, ($NO$) azot monoksit, ($CO$) karbon monoksit gibi, asit ve baz tepkimesi göstermeyen tarafsız oksitlerdir.

**5°. Anfoter oksitler:** Kuvvetli asitler karşısında bazik oksit, kuvvetli bazlar karışısında da asidik oksit rolünü oynayan oksitlerdir. Örneğin;

$$ZnO + \underset{\text{Kuvvetli asit}}{2HNO_3} \rightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O$$

Burada ZnO bazik oksit rolünü oynamıştır. Çünkü: $HNO_3$ ile $Zn(NO_3)_2$ (çinko nitrat) dan ibaret tuz teşikl etmiştir.

$$ZnO + \underbrace{2NaOH}_{\text{Kuvvetli baz}} \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$$

Yukarıda da, ZnO, asit oksit rolünü oynamıştır. Çünkü: NaOH ile sodyum çinkat ($Na_2ZnO_2$) dan ibaret tuz teşkil etmiştir.

### 8.2 OKSİTLERİN ADLANDIRILMASI

Genel olarak ametallerin oksitlerini adlandırmak için, ametalin adından sonra, oksijen sayısı Latince söylenir bunun önüne de oksit kelimesi getirilir.

Örnek:

$SO_3$ : Kükürt trioksit
$CO_2$ : Karbon dioksit v.b. gibi.

Metal oksitlerini adlandırmak için de; genellikle metalin adının önüne Türkçe olarak değerliği getirilir. Sona oksit kelimesi eklenir.

Örnek:

FeO : Demir-2-oksit
$Fe_2O_3$ : Demir-3-oksit v.b. gibi.

## ASİTLER

### 8.3 BUGÜNKÜ ANLAMDA ASİT

Sudaki eriyikleri hidrojen iyonu (proton) veren bileşiklere asit denir. Asitler suda kolay erirler. Suda eridikleri zaman, eriyiklerinde aşağıdaki denklemlerde gösterildiği şekilde, iyonlaşarak, ortama serbest hidrojen iyonları verirler.

$$HC \rightleftarrows H^+ + Cl^-$$
$$H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^+ + SO_4^{--} \quad \text{gibi.}$$

İşte asitlik özelliğini veren bu serbest hidrojen iyonlarıdır.

Asit eriyiklerinde hidrojen iyonları yani, protonlar, serbest halde bulunmazlar. Her biri bir su molekülü tarafından aşağıdaki şekilde,

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+ \quad \text{(hidronyum iyonu)}$$

tutularak + 1 değerli hidronyum ($H_3O^+$) iyonu halinde bulunurlar. O halde, asit özelliği, ortamda bulunan bu hidronyum iyonlarından ileri gelir. Buna göre, asitlerin iyonlaşma denklemleri;

$$HCl + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + Cl^-$$
$$H_2SO_4 + 2H_2O \rightleftarrows 2H_3O^+ + SO_4^{=} \quad \text{v.b. gibi}$$

gösterilmelidir. Ancak, hidronyum iyonundaki su molekülü dikkate alınmazsa geriye, yine hidrojen iyonu ($H^+$) kalır. Demek oluyor ki, asitlik özelliği aslında hidrojen iyonundan (pro-

tondan) ileri gelir. Su molekülü sadece proton taşıyıcıdır. Bu itibarla, asitlik söz konusu olunca hidronyum iyonundaki su ihmal edilirse, yine başlangıçta gösterilen,

$$HCl \rightleftarrows H^+ + Cl^- \quad \text{gibi}$$

iyonlaşma denklemi elde edilir. Bu bakımdan, asitlerin iyonlaşma denklemlerinin kısaca bu şekilde gösterilmesine alışılmıştır.

### 8.4 ÖZELLİKLERİ

1 — Asitler, tadı ekşi, mavi turnusolu kırmızıya çeviren ve bazları nötrleştirerek tuzları meydana getiren bileşiklerdir. Bu asit molekülü kaç hidrojen iyonu bulunduruyorsa o kadar değerliklidir. Örneğin, $H_2SO_4$ sülfürik asit, iyonlaştığı zaman, ortama, molekül başına 2 hidrojen iyonu verdiği için, iki değerli. HCl (hidroklorik asit) de bir değerli asitlerdir.

2 — Soy olmayan metaller üzerine etki ederek hidrojen çıkışıyle tuzlarını yaparlar.

$$Mg + 2HCl \rightarrow \underbrace{MgCl_2}_{\text{Tuz}} + H_2 \quad \text{gibi.}$$

Kaleviler (bazlar) üzerine de etki ederek aşağıdaki denklemlerde gösterildiği şekilde yine tuzlarını meydana getirirler.

$$HCl + NaOH \rightarrow \underbrace{NaCl}_{\text{Tuz}} + H_2O$$

$$2HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow \underbrace{Ca(NO_3)_2}_{\text{Tuz}} + 2H_2O \quad \text{gibi}$$

Bir değerli bir asit, bir çeşit; iki değerli bir asit iki çeşit; üç değerli bir asit üç çeşit tuz yapar. Örneğin, sülfürik asit :

(a) $$NaOH + H_2SO_4 \rightarrow \underbrace{NaHSO_4}_{\text{Sodyum hidrosulfat}} + H_2O$$

(b) $$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow \underbrace{Na_2SO_4}_{\text{Sodyum sulfat}} + 2H_2O$$

gibi biri nötr, diğeri asit tuz olmak üzere iki türlü tuz yapar.

3 — Asit eriyikleri elektrik akımını iletirler. Elektrik akımını ileten eriyiklere *elektrolit* eriyik denir.

### 8.5 ASİTLERİN ELDE EDİLİŞİ

Bu hususta genel bir kural vardır. **Hangi asit elde edilecekse, o asidin tuzu alınır; elde edilecek asitten daha az uçucu (kaynama noktası daha yüksek) olan bir başka asitle muamele edilir.** Örneğin ;

$$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl \quad \text{gibi.}$$

Tepkime sonucu teşekkül eden, HCl gazı, suda eritilerek hidrokloric asit elde edilir. Bundan başka, her asidin kendine has teknik elde etme yolları da vardır.

### 8.6 ASİTLERİ ADLANDIRMAK

a Oksijenli asitler; asitteki esas elementin adının sonuna «ik» hecesi eklenir. Bunun önüne de asit kelimesi getirilir. Örneğin; $H_2CO_3$ de esas element karbondur. O halde, adı karbonik asittir. b) Oksijensiz asitler; bu takdirde, asit kökünü teşkil eden elementin adının sonuna «ik», başına «hidro» heceleri getirilip, sonuna da asit kelimesi eklenerek söylenir. Örnek; HCL (*hidroklorik* asit) gibi. Hemen hemen her asidin bu kuralın dışında özel adları da vardır. Örneğin, hidroklorik aside, tuz asidi de denir.

| ÖNEMLİ ASİTLER | ADI | TUZLARININ ADI |
|---|---|---|
| HCl | Hidroklorik asit | Klorür |
| $HNO_3$ | Nitrik asit | Nitrat |
| $H_2SO_4$ | Sülfürik asit | Sulfat |
| $H_3PO_4$ | Fosforik asit | Fosfat |
| $H_2CO_3$ | Karbonik asit | Karbonat |

## BAZLAR

### 8.7 TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

1. Asitlerle birleştiği zaman, onları nötrleştirerek tuzlarını meydana getirirler.
2. Sudaki eriyikleri elektriği iletirler (sahife : 139).
3. Turnusol ve fenolftalein (asit - baz indikatörleri) gibi maddelere aynı şekilde etki ederler. Örnek olarak, bütün bazların sudaki eriyikleri kırmızı turnusolu maviye, renksiz fenolftalein eriyiğini de pembeye çevirirler. Yukarıda maddeler halinde sıralanan özellikler, bütün bazların ortak ve karakteristik özellikleridir. Bu grup bileşiklere; bazik oksitler, hidroksitler ve amonyak ($NH_3$) dahildir. Bazların, sodyum hidroksit (sud kostik) NaOH, potasyum hidroksit (potaskostik) KOH gibi suda kolayca eriyebilenlerine *alkali hidroksitler* denir.
4. Bazların eriyikleri kaygandır.
5. Bazların eriyikleri, elektrik akımını iletirler. Bir başka deyimle baz eriyikleri elektrolittir.

**DENEY : (Şekil : 54) de üzerinde cm³ bölmesi bulunan musluklu cam boru (büret) içerisine NaOH eriyiği konur. Musluk açılarak; turnusollu hidroklorik asit eriyiği içerisine, damla damla akıtılır. Öyle bir ana gelinir ki, bir damla NaOH ilâvesiyle, asitten dolayı kırmızı renkte olan eriyiğin rengi gider. Yani asitlik özelliği kalmaz, bu eriyikten bir, iki damlası, buharlaştırılırsa, geriye yemek tuzunun kaldığı görülür.**

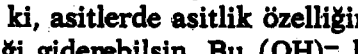
Bu olaya nötrleşme ve yapılan deneye de titrasyon denir. Titrasyon ile konsantrasyonu bilinen bir eriyik kullanılarak, konsantrasyonu bilinmeyen başka bir eriyiğin konsantrasyonu tayin edilir (bkz. sh. 81)

Nötürleşme tepkimesinin denklemi :

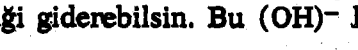
$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

olmalıdır. Buna göre bazlık özelliğini veren kısmın, bazlardaki $OH^-$ iyonu olması lâzımdır ki, asitlerde asitlik özelliğini veren $H^+$ iyonu ile $H_2O$ teşkil ederek, asitliği giderebilsin. Bu $(OH)^-$ köküne, hidroksit (iyonu) kökü denir.

Buna göre bazlar : Eriyikleri hidroksit iyonu verebilen bileşiklerdir. Bazlar eriyiklerinde ;

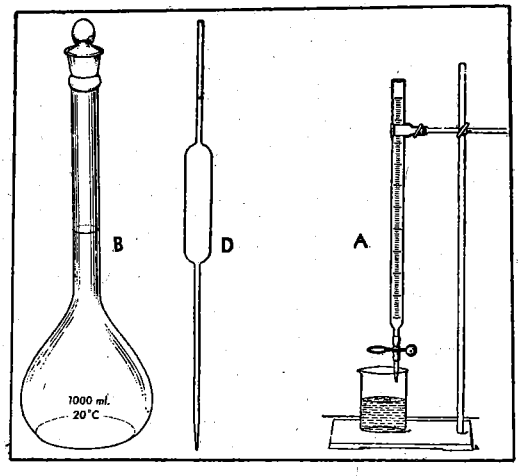


$$NaOH \leftrightarrows Na^+ + OH^-$$

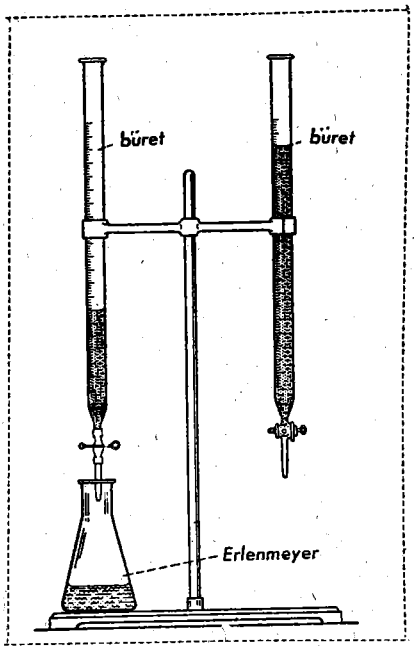


$Ca(OH)_2 \leftrightarrows Ca^{++} + 2OH^-$ şeklinde iyonlaşırlar.

Bazlar, asitlerin hidrojen iyonunu (protonunu) alarak, onları nötrleştirdiğine göre, bazlar, proton alan maddeler diye de tanımlanır. Bir baz, eriyiğinde ne kadar çok sayıda $OH^-$ iyonu varsa, o kadar kuvvetli bir bazdır. Bazların değerlikleri içindeki hidroksit iyonu sayısıdır. Bundan dolayı NaOH bir $Ca(OH)_2$ iki değerlidir.




(Şekil : 53)
Özellikle titrasyon deneylerinde kullanılan bazı araçlar : (A) Büret, (B) Dereceli cam balon, balonjoje, (D) Pipet.




(Şekil : 54)
Bir titrasyon deneyine hazır büretler.

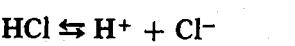
## 8.8 KUVVETLİ VE ZAYIF ASİT

Aynı konsantrasyonda, örneğin, hidroklorik asit eriyiği ile asetik asit (sirke) eriyiği, ayrı ayrı (Şekil : 55) deki behere konup devre kapatılırsa, hidroklorik asit varken, lambanın daha parlak yandığı görülür.

Bundan başka, bir parça çinko üzerine, hidroklorik asit ve asetik asit dökülürse, şüphesiz her iki halde de hidrojen gazı açığa çıkar. Fakat hidroklorik asit dökülünce, hidrojen çıkışının, asetik asite nazaran çok daha şiddetli olduğu görülür. İki asit arasında görülen bu özellik farkı, hidroklorik asit, asetik asitten daha kuvvetli bir asittir şeklinde ifade edilir. Bir başka deyimle, hidroklorik asit, kuvvetli; asetik asit, zayıf bir asittir.

Bunun sebebi şöyle açıklanır. Hidrojen ihtiva eden bir bileşiğin, asit özelliği gösterebilmesi için, bu bileşiğin eriyiğinde, hidrojenlerin serbest iyonlar halinde bulunması gerekir. O halde, bir eriyikte ne kadar çok hidrojen iyonu varsa, asitlik özelliği de o kadar kuvvetlidir.

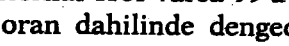
Örneğin ; hidroklorik asit, eriyiğinde ;



$$HCl \leftrightarrows H^+ + Cl^-$$

şeklinde iyonlaşır. Sahife 38 de anlatılan denge, burada iyonlardan yanadır. Örneğin, HCl eriyiğinde bulunan HCl moleküllerinin % 99'u iyonlarına ayrılır. Yani, 100 molekül HCl varsa 99'u $H^+$ ve $Cl^-$ şeklinde iyonlarına ayrılmış olup, bu oran dahilinde dengededirler. Buna göre, hidroklorik asidin *iyonlaşma derecesi* % 99 dur.

Asetik asit ise eriyiğinde;



$$HC_2H_3O_2 \leftrightarrows H^+ + C_2H_3O_2^-$$

şeklinde iyonlaşır. Ortamda asitlik özelliği gösteren hidrojen iyonları vardır. Ancak, hidroklorik asiddekine göre çok azdır. Örneğin, asetik asit eriyiğindeki; asetik asit moleküllerinin ancak, % 1'i iyonlaşır.

Örneğin, 100 molekül asetik asitten 99'u iyonlaşmadan kalır. Ancak, 1 tanesi $H^+$ ve $C_2H_3O_2^-$ şeklinde iyonlaşır. Bu yüzden de asitliği yaklaşık olarak HCl'den 100 defa daha zayıftır.

Demek oluyor ki, bir asidin kuvvetli veya zayıf olması, doğrudan doğruya eriyiğinde birim hacmına isabet eden hidrojen iyonları sayısına, dolayısıyle *iyonlaşma derecesine* bağlıdır. Bir asidin iyonlaşma derecesi ne kadar büyükse, o asit o kadar kuvvetlidir. Bir asidin değerliği ile kuvvetli veya zayıf asit olması arasında bir ilgi yoktur.

(Sahife : 126) daki çizelge, iyonlaşma derecelerine göre kuvvetli ve zayıf asit şeklinde sınıflandırılmış bazı asitleri göstermektedir.

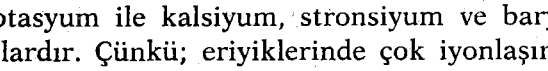
| KUVVETLİ ASİTLERE ÖRNEKLER | | ZAYIF ASİTLERE ÖRNEKLER | |
|---|---|---|---|
| Hidroiyodik asit | $HI$ | Sülfüroz asit | $H_2SO_3$ |
| Hidrobromik asit | $HBr$ | Karbonik asit | $H_2CO_3$ |
| Hidroklorik asit | $HCl$ | Asetik asit | $HC_2H_3O_2$ |
| Sülfürik asit | $H_2SO_4$ | Kükürtlü hidrojen asiti | $H_2S$ |
| Nitrik asit | $HNO_3$ | Fosforik asit | $H_3PO_4$ |
| | | Sitrik (limon) asiti | $H_3C_6H_5O_7$ |
| | | Nitrit asit | $HNO_2$ |
| | | Borik asit | $H_3BO_3$ |

Kuvvetli asitlerle zayıf asitlerin, bazları nötrleştirme güçleri aynıdır. Aynı konsantrasyondaki asitler, iyonlaşma dereceleri ne olursa olsun, daima aynı miktar baz nötrleştirirler. Çünkü, kuvvetli asitlerde ortamda bol hidrojen iyonu vardır. Nötrleşmeyi derhal yaparlar.

Zayıf asitlerde ise, ortamda serbest hidrojen iyonları az olmakla beraber, nötrleşme olayında sarfedildikçe, dinamik denge bozulur, iyonlaşma derecesini yani, dengeyi sabit tutmak için, diğer asit molekülleri de iyonlaşır. Bu iş nötrleşme bitene kadar devam eder.

### 8.9 KUVVETLİ VE ZAYIF BAZ

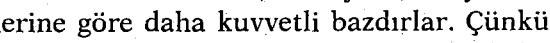
Sodyum, potasyum ile kalsiyum, stronsiyum ve baryum hidroksitler kuvvetli bazlardır. Çünkü; eriyiklerinde çok iyonlaşırlar ve ortama, bazlık özelliği veren bol hidroksit ($OH^-$) iyonu verirler. Sodyum, potasyum gibi alkali metal hidroksitleri; kalsiyum, baryum v.b. gibi toprak alkali hidroksitlerine göre daha kuvvetli bazdırlar. Çünkü, alkali hidroksitlerin iyonlaşma dereceleri, toprak alkali hidroksitlerinkinden daha fazladır. Asitlerin ve bazların kuvvetli olup, olmamaları onların değerliklerine ve erirliklerine bağlı değildir. Örneğin, kalsiyum hidroksit suda çok az eridiği halde (18°C de 1 litre suda 1,7 gr.) kuvvetli bir bazdır. Çünkü eriyiğinde aşağıdaki denklem gereğince,



$$Ca(OH)_2 \leftrightarrows Ca^{++} + 2OH^-$$

tamamiyle iyonlaşır. İyonlaşma derecesi yüksektir.

Zayıf bazlara örnek olarak, amonyak eriyiği gösterilebilir. Amonyak sudaki eriyiğinde,

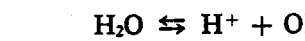


$$NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$$

denklemince iyonlaşır ve hidroksit iyonları ($OH^-$) teşekkül eder. Fakat, denge amonyaktan yanadır. Yani, $NH_3$ ün iyonlaşma derecesi çok düşüktür.

## 8.10 SUYUN İYONLAŞMASI

Saf su nötr bir sıvı olarak tanınır. İyonlaşmadığı kabul edilir. Fakat, bu kabul tamamiyle doğru değildir. Çünkü; çok az da olsa; su da, aşağıdaki denklemde gösterildiği şekilde iyonlaşır.



$$H_2O \leftrightarrows H^+ + OH^-$$

İyonlaşma derecesi 1/10,000,000 dur. Yani, 10 milyon su molekülünden ancak bir tanesi $H^+$ ve $OH^-$ iyonlarına ayrılır. Denge tamamıyle su molekülü lehinedir.

Bu çok düşük iyonlaşma ile elbette saf su elektrik akımını iletemez. Sonra, su; $H^+$ ve $OH^-$ iyonlarını eşit sayıda ihtiva edeceğinden, asidik ve bazik bir özellik göstermez. Bu sebepten su, pratik olarak elektrolit olmayan (elektriği iletmeyen) nötr bir sıvıdır.

## OKUMA PARÇASI

**Bir Ortamın Asitlik ve Bazlık Derecesinin Ölçülmesi, $P_H$ ölçü sistemi :**

«$P_H$» bir eriyiğin asitlik veya bazlık derecesini veren bir ölçüdür. İlk defa Danimarkalı bilgin Sörensen tarafından kullanılmıştır. Çizelgede görüldüğü üzere $P_H$ (0 — 14) arası 15 dereceye ayrılmıştır.

Orneğin; saf suyun veya herhangi bir nötr ortamın $P_H$'ı 7 olarak alınır.

$P_H$ Çizelgesi

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Asitlik özelliği artar ← | | | | | | | Nötr | | | | Bazlık özelliği artar → | | | |

Çizelgede görüldüğü gibi 0 — 7 arası asitik, (7 — 14) arası bazik ortamı gösterir. Meselâ bir eriyiğin $P_H$'ı 7 den az ise o eriyik asit özelliği taşır. 7 den sıfıra doğru ilerledikçe asitlik artar.

Yani, $P_H$'ı 3 olan bir eriyik $P_H$'ı 5 olan diğer bir eriyikten daha kuvvetli bir asittir.

Keza, $P_H$'ı 7 den fazla olan bir eriyik alkali (bazik) özellik gösterir ve bu özellik 7 den 14'e doğru artar. Örneğin: $P_H$'i 12 olan bir eriyik $P_H$'ı 9 olan bir eriyikten daha kuvvetli bazdır.

$P_H$ da değerin (sayının) bir değişmesi, asitlik ve bazlık kuvvetinin 10 kat değişmesi demektir. $P_H$'ı 5 olan bir eriyiğin asitliği $P_H$'ı 6 olan bir eriyiğin asitliğinden 10 misli daha kuvvetlidir. Bir başka deyişle $H^+$ iyonları konsantrasyonu diğerinin 10 katıdır.

**Bir eriyiğin $P_H$ ını bilmekte büyük faydalar vardır.**

Meselâ, fasulye, nohut, bezelye v.b. gibi bitkilerin yetiştirilmesinde, yüksek verim elde edebilmek için, ekim yapılacak toprağın $P_H$'ı 6 - 7 arasında olmalıdır. $P_H$'ı 6 dan daha az yani asidik olursa, çok zor yetişirler. Böyle bir durum karşısında;

Tarımda ne kadar ileri usuller ve vasıtalar kullanılırsa kullanılsın, verim çok düşük olur. Bütün gayret ve emekler bu basit bilgisizlik yüzünden boşa gider. Her şeyden önce ekim yapılacak toprağın $P_H$'ı uygun bir hale getirilmelidir.

Eğer toprak istenilenden fazla asidikse, toprağa uygun miktarda kireç, bazik ise kükürt katılmalıdır. Böyle bir tedbirle, verim, iki mislinin üzerine çıkarılabilir.

**Bazı maddelerin normal $P_H$ ları aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.**

| | $P_H$ | | $P_H$ |
|---|---|---|---|
| 1 M HCl yaklaşık olarak | 0 | İnek sütü | 6,4 - 6,8 |
| 0, 1 M HCl | 1 | Sirke | 2,4 - 3 |
| 1 M asetik asit | 2,4 | İnsan kanı | 7,3 - 7,5 |
| Limon suyu | 2 - 2,5 | Damıtık su | 7 |
| Portakal suyu | 3 - 4 | Amonyak eriyiği | 11 - 12 |
| Domates | 4,1 - 4,4 | Çamaşır sodası | 11,5 |
| Bira | 3 - 4 | | |

**Bir eriyiğin $P_H$'ı nasıl ölçülür :**

Yukarıdaki açıklamadan da anlaşılacağı üzere endüstride, laboratuvarda ve tarımda, $P_H$'ı doğru bir şekilde ölçmek önemli bir iştir. Bunun için çok çeşitli metotlar vardır.

En basitlerinden biri, her $P_H$ değeri için ayrı renk alan $P_H$ kontrol kâğıtları hazırlanmıştır. (Turnusol) gibi... Bir parça koparılır $P_H$'ı ölçülecek eriyiğe batırılır. Aldığı renk, hazır renklerle kontrol edilir. Hangisine uygun geliyorsa onun üzerindeki $P_H$ değeri okunur. Bu değer o eriyiğin $P_H$-ını verir.

# TUZLAR

## 8.11 TANIMI

Asitlerle bazların birbirlerini nötrleştirmeleri sonucu meydana gelen iyon bileşikleridir (polar bileşik). Tuzlar, bazdan gelen pozitif iyon veya kök ile asitten gelen negatif iyon veya kök olmak üzere iki kısımdan ibarettir. (Sahife 109) da da belirtildiği gibi bu iyonlar, uzayda Kulon Çekim Kanununa göre, birbirlerinin etrafında sıralanarak tuzların kristallerini meydana getirirler. Yani, tuzlar katı halde de iyonlardan ibarettir. Ancak, tuzlar katı haldeyken, bu iyonlar hareket edemezler. Sıkı sıkıya bir arada bulunurlar.

Eriyik halinde tuzların iyonları birbirinden ayrılarak serbestçe hareket ederler. Bu olaya tuzların iyonlaşması denir. Her tuzun kendine has bir iyonlaşma derecesi vardır.

Yemek tuzunun iyonlaşma denklemi,

$$NaCl \rightleftarrows \underbrace{Na^+}_{\text{Bazdan gelen iyon}} + \underbrace{Cl^-}_{\text{Asitten gelen iyon}}$$

şeklinde gösterilir. Tuz eriyikleri, elektrik akımını iletirler.

## 8.12 TUZLARI ELDE ETMEK İÇİN ÜÇ TEMEL USUL VARDIR

a. Asitlerin, soy olmayan metallerle muamelesi ile;

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

b. Asitlerin bazlarla muamelesi ile;

$$NaOH + HNO_3 \rightarrow NaNO_3 + H_2O$$

c. Asitlerin, bazik metal oksitleriyle muamelesi ile;

$$CaO + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$$

Bunlar arasına, 4 üncü bir usul daha ilâve etmek gerekir ki, o da:

d. Asitlerin anhidro bazlarla muamelesidir;

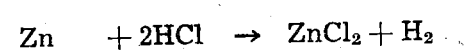
$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 \quad \text{gibi.}$$

## 8.13 TUZLARIN SINIFLANDIRILMASI

Tuzlar yapıları bakımından beş sınıfa ayrılır:

1°. Nötr tuzlar;
2°. Asit tuzlar;
3°. Bazik tuzlar;
4°. Çift tuzlar;
5°. Kompleks tuzlar.

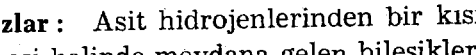
**1°. Nötr (normal) tuzlar:** Asidin bütün hidrojenlerinin, metallerle veya bazlardan gelen metal iyonlarıyle yer değiştirmesi suretiyle oluşan tuzlardır.



$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

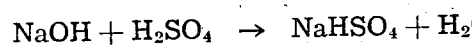
$$2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O \quad \text{gibi.}$$

**2°. Asit tuzlar:** Asit hidrojenlerinden bir kısmının metal iyonları ile yer değiştirmesi halinde meydana gelen bileşiklerdir.



$$NaOH + H_2SO_4 \rightarrow \underline{NaHSO_4} + H_2O$$

Sodyum hidrosulfat (asit tuz)



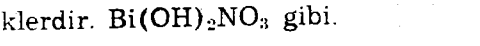
$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow \underline{Na_2SO_4} + 2H_2O$$

Sodyum sulfat (nötr tuz)

Denklemlerden de anlaşılacağı gibi asit kaç değerli ise o kadar tuz yapar. Bunlardan en sonuncusu nötr, diğerleri asit tuzdur. Asit tuz denmesinin sebebi, asit tuzun yapısında hâlâ, metalle yer değiştirebilecek hidrojen iyonunun bulunmasıdır.

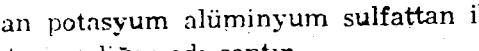
**3°. Bazik tuz:** KOH (potasyum hidroksit), $Pb(OH)_2$ (kurşun hidroksit), $Bi(OH)_3$ (bizmut hidroksit) formüllerinde görüldüğü gibi, bazı metal hidroksitlerinde birden fazla hidroksit grubu vardır. Bu hidroksit gruplarının tamamının asit kökleriyle yer değiştirmemesi sonucu meydana gelen bileşiklerdir. $Bi(OH)_2NO_3$ gibi.

**4°. Çift tuzlar:** Aynı asit köküne sahip iki basit tuzun, meydana getirdiği bileşiklerdir. Meselâ, bir mol gr. $K_2SO_4$, bir mol gr. $Al_2(SO_4)_3$, her ikisinde de asit kökü $SO_4^{=}$ dür. Beraberce, yapısında 12 molekül kristal suyu bulunan potasyum alüminyum sulfattan ibaret bir *çift tuz* yaparlar. Bu çift tuzun diğer adı şaptır.



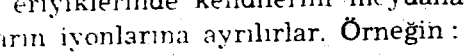
$$K_2SO_4,\ Al_2(SO_4)_3,\ 24H_2O \rightarrow 2KAl(SO_4)_2,\ 12H_2O$$

Çift tuzlar eriyiklerinde kendilerini meydana getiren basit tuzlara, dokuyusuyle onların iyonlarına ayrılırlar. Örneğin: Şap eriyiğinde;



$K^+$, $Al^{+++}$ $SO_4^{--}$ iyonları ayrı ayrı vardır.

**5°. Kompleks tuzlar:** Bunlar da, asit kökleri aynı iki basit tuzdan meydana gelir. Fakat, kompleks tuzların eriyiklerinde, basit tuzlarının iyonlarına aynen rastlanmaz. Bu iyonlardan bazısı, birbiriyle birleşerek yeni kompleks bir iyon meydana getirmişlerdir.



$$\underline{4KCN + Fe(CN)_2} \rightarrow K_4[Fe(CN)_6]$$

Basit tuz Basit tuz Kompleks tuz (potasyum ferrosiyanür) gibi.

Bu kompleks tuz, eriyiğinde $K^+$, $Fe^{++}$ ve $CN^-$ (siyanür) iyonları değil. $K^+$ ve $Fe(CN)_6^{----}$ (ferro siyanür) iyonları bulunur.

## 8.14 TUZLARIN ADLANDIRILMASI (KİMYACA OKUNMASI)

Bilindiği gibi tuzlar pozitif ve negatif elektrikle yüklü iki iyondan meydana gelmiştir. Adlandırmak için «ekseriya bir metal iyonu olan» pozitif kısım söylenir. Önüne Türkçe olarak değerliği getirilir. Daha sonra negatif iyonun adı söylenir. Meselâ; $FeSO_4$ bileşiğini okuyalım, $(SO_4)^=$ kökü $-2$ değerli olduğundan, bu bileşikteki demir $+2$ değerli olmalıdır. Yukarıdaki kurala göre adı, demir-2-sulfattır.

Demir -3- sulfat $Fe_2(SO_4)_3$ bileşiğinde ise demir $+3$ değerlidir. O halde adı, «demir -3- sulfattır.» Tire içersindeki rakam demirin değerliğini gösterir.

$Al(NO_3)_3$ bileşiğini okuyalım. $NO_3$ kökü $-1$ değerli olduğuna göre Al $(+3)$ değerlidir. Buna göre adı «alüminyum-3-nitrat»tır.

Fakat bazı elementler vardır ki, sabit değerlidir. Bunlardan biri de alüminyumdur. Onun için tuzlarını okurken değerliği söylenmez, yani; «alüminyum -3- nitrat» yerine sadece «alüminyum nitrat» denir.

Aşağıdaki çizelgede bazı, sabit değerli metaller ile ametallerin değerlikleri gösterilmiştir.

## 8.15 SABİT DEĞERLİKLİ ÖNEMLİ BAZI METALLER ve AMETALLER

**Değerlikleri sabit olan bazı metaller.**

| Adı | Sembolü | Değerliği | Adı | Sembolü | Değerliği |
|---|---|---|---|---|---|
| Potasyum | K | +1 | Magnezyum | Mg | +2 |
| Sodyum | Na | +1 | Çinko | Zn | +2 |
| Kalsiyum | Ca | +2 | Alüminyum | Al | +3 |
| Baryum | Ba | +2 | Gümüş | Ag | +1 |

Negatif değerli olarak bulunduğu bileşiklerinde, *negatif değerlikleri sabit olan bazı önemli ametaller.*

| Adı | Sembolü | Değerliği | Adı | Sembolü | Değerliği |
|---|---|---|---|---|---|
| Oksijen | O | —2 | Flor | F | —1 |
| Kükürt | S | —2 | Klor | Cl | —1 |
| Azot | N | —3 | Brom | Br | —1 |
| | | | İyot | I | —1 |

# BÖLÜM VIII

## Alıştırma ve İnceleme Soruları :

1 — Oksitleri sınıflandırınız. Bunlardan anfoter oksiti tanımlayarak bir örnek üzerinde açıklayınız.

2 — Aşağıdaki oksitlerin hizalarına adlarını yazınız :

| | | | |
|---|---|---|---|
| $MnO_2$ | ..... | $N_2O_3$ | ..... |
| $NO_2$ | ..... | $CuO$ | ..... |
| $SO_2$ | ..... | $P_2O_5$ | ..... |

3 — Aşağıda adları yazılı oksitlerin hizalarına formüllerini yazınız.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Krom -3- oksit | ..... | Karbon monoksit | ..... |
| Bakır -1- oksit | ..... | Fosfor trioksit | ..... |
| Civa -2- oksit | ..... | Alüminyum -3- oksit | ..... |

4 — Asit, baz, tuz terimlerini açıklayarak her birine örnekler veriniz.

5 — Kuvvetli asit ve zayıf asit ne demektir? Açıklayınız.

6 — Ekseriya bir ortamın $P_H$ ını bilmek önemlidir. Niçin? Bir örnekle açıklayınız.

7 — Pratik olarak su, nötr bir sıvı olarak kabul edilir. Niçin? Sebebini açıklayınız.

8 — Asit tuz, nötür tuz, terimlerinin ifade ettiği manayı örnekler üzerinde açıklayınız.

9 — Aşağıda adları yazılı tuzların hizalarına formüllerini yazınız ve hangi sınıftan tuz olduğunu belirtiniz.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Demir -2- sulfat | ..... | Mangan -4- Klorür | ..... |
| Sodyum hidrosülfit | ..... | Potasyum ferrisiyanür | ..... |
| Amonyum ferrosiyanür | ..... | Civa -2- iyodür | ..... |
| Amonyum ferrisiyanür | ..... | Bakır -1- klorür | ..... |

(Burada ferro eki, ferrosiyanürdeki, demirin + 2 değerli ferri eki de ferrisiyanür kökünde demirin + 3 değerli olduğunu gösterir.)

# BÖLÜM 9 TEPKİME (Reaksiyon) HIZI, KİMYASAL DENGE, İYON VE İYONLAŞMA

## 9.1 TEPKİME (REAKSİYON) HIZI VE KİMYASAL DENGE

Teorik olarak her kimyasal reaksiyon iki yönlüdür. Örneğin, daha önce görüldüğü üzere civa havada hafifçe ısıtılırsa, havanın oksijeni ile birleşir

$$2Hg + O_2 \rightarrow 2HgO$$

civa oksit yapar. Meydana gelen civa oksit, kuvvetlice ısıtıldığı takdirde bu defa,

$$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$$

şeklinde bozunur.

Civa oksiti, dışarı gaz kaçırmıyacak şekilde kapalı bir yerde ısıtalım, HgO; civa ve oksijene ayrışır. Zamanla, meydana gelen Hg ve oksijende birleşerek gerisin geriye civa oksiti yapar. Öyle bir ana gelinir ki, birim zaman içinde ne kadar civa oksit bozunursa, aynı miktar civa oksit teşekkül eder. Bu duruma, reaksiyon denge halindedir denir.

Bu hali, şöyle canlandırmak mümkündür. Bir dükkân düşününüz, meselâ; 1 dakikada 10 müşteri girip, 10 müşteri çıksın. Dükkândaki müşteri miktarında bir değişiklik olmaz.

Yukarıdaki reaksiyonda da devamlı bir hareket vardır. Devamlı olarak civa oksit bozunur. Fakat, tekrar meydana gelir. Aynı süre içersinde, bozunan ve meydana gelen civa oksit miktarı değişmezse, reaksiyon dengeye varmıştır. Bu denge hali bir hareketsizlik hali değildir. Onun için buna *dinamik denge* denir. Denge ;

$$2HgO \rightleftharpoons 2Hg + O_2$$

denklemi ile ifade edilir.

Kimyada ; birim zaman içinde reaksiyona giren madde miktarına *reaksiyon hızı* denir.

O halde, bir reaksiyonun teorik olarak her iki yöne doğru iki hızı vardır ($v_1$ , $v_2$). Bu iki hız birbirine eşit olduğu takdirde ($v_1 = v_2$) reaksiyon denge haline erişmiş demektir. Bazı reaksiyonlar vardır ki bir yö-

ne olan hızı büyük, diğer yöne olan hızı çok küçük, sıfıra yakındır. Onun için bu gibi reaksiyonlar pratik olarak tek yönlü kabul edilir.

Ayrıca, bir kısım çift bozunma ve benzeri reaksiyonlarda meydana gelen ürünlerden biri, reaksiyon ortamından gaz veya çökelek halinde ayrılır.

Örneğin ;

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow \underbrace{BaSO_4}_{\text{Çökelek}} + 2NaCl$$

reaksiyonunda olduğu gibi (Şekil : 8 a, b), bu takdirde reaksiyonun geriye dönmesi düşünülemez. Bir yöne olan hızı sıfır, öbür yöne olan hızı çok büyüktür. Yani, tek yönlü olup, kısa zamanda denge haline erişir.

## 9.2 KİMYA REAKSİYONLARININ HIZINA ETKİ EDEN ETKENLER

Daha önceki kısımlarda görüldüğü üzere kimyasal reaksiyonların bazıları büyük bir şiddet ile, çok hızlı bir şekilde tamamlanırken, bazıları da aksine çok yavaş olur. Örneğin, gümüş nitrat eriyiğine, sodyum klorür (yemek tuzu) eriyiği dökülürse, çok hızlı bir reaksiyon olur.

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow \underbrace{AgCl}_{\text{Çökelek}} + NaNO_3$$

denklemı gereğince çok kısa zamanda beyaz çökelek halinde AgCl meydana gelir. Aksine sodyum tiyosulfat ($Na_2S_2O_3$) eriyiğine hidroklorik asit (HCl) katılırsa,

$$Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow SO_2 + 2NaCl + H_2O + S$$

denklemince meydana gelen kükürdün çökelmesi gerekir. Yukarıdaki reaksiyonda gümüş klorür saniyenin kesri kadar çok kısa bir zamanda çökelirken, bu reaksiyonda kükürdün çökelmesini birkaç dakika beklemek gerekir. Çünkü, 2 nci reaksiyonun hızı birincisine nazaran çok azdır. Bunun üzerine şöyle bir soru sormak mümkündür. Acaba kimyacılar kimyasal reaksiyonların hızını kontrol altına alabilirler mi? (Yani azaltıp veya çoğaltabilirler mi?) Alabilirlerse, bunu nasıl yaparlar? Bazı reaksiyonlar vardır ki, kısa zamanda tamamlanmaları istendiği halde, kendi haline bırakılırsa, aylar ve yıllar sonra ancak tamamlanırlar. Bunun aksi de düşünülebilir. Bu sebepten, kimyacılar reaksiyonların hızlarını gerektiği zaman azaltmayı veya çoğaltmayı çok isterler.

Cevap : Kimyacılar reaksiyonların hızını, aşağıda sıralanan 4 etkenden birini veya birkaçını aynı zamanda kullanmak suretiyle kontrol altına alabilirler.

1. Sıcaklığı,
2. Reaksiyona giren maddelerin konsantrasyonlarını,
3. Reaktiflerin katı veya sıvı ise yüzey alanlarını değiştirmek,
4. Katalizör kullanmak.

**1°. Sıcaklık :**

Yiyecekler soğukta geç, sıcakta çok çabuk bozunurlar. Bu basit örnek, sıcaklığın reaksiyon hızını artırdığını göstermektedir.

Reaksiyon hızları, sıcaklıkla doğru orantılıdır. Bunun için genel olarak doğru sayılan bir kural vardır.

Kural : Sıcaklığın her 10°C yükselmesine karşılık, kimyasal reaksiyon hızı yaklaşık olarak iki misli artar. Meselâ; herhangi bir reaksiyonun hızı 0°C de 1 ise, 10°C de 2 olur. 100°C de de, $2^{10} = 1024$ yani, 0°C deki hızın 1024 katı olur.

Modern kimya laboratuvarlarında kimyacıların —200°C ile 2000°C arasında çalışma imkânına sahip oldukları düşünülürse, sıcaklık etkenini değiştirmek suretiyle reaksiyonların hızı istenildiği gibi kontrol edilebilir.

Özellikle, gaz veya sıvı halindeki iki reaktif birbiriyle karıştırıldığı zaman, hiç bir değişiklik görünmüyorsa, bu iki maddenin birbirine etkisi yok demek değildir. Belki etki (yani reaksiyon) hızı çok yavaştır. Bu bakımdan meydana gelen değişikliği kısa zamanda görmek mümkün olmaz. Reaksiyonun hizını artırarak meydana gelen değişikliği görmek için karışımı ısıtmak gerekir.

**Sıcaklık niçin reaksiyon hızını artırır?**

Bu sorunun cevabını molekül kinetiği izah eder. Bilindiği gibi iki molekülün reaksiyon verebilmesi için çarpışmaları gerekir. Sıcaklığın artırılması moleküllerin kinetik enerjisini artırır. Yani, daha hızlı hareket etmelerini sağlar.

Böylece, birim zaman içinde daha çok sayıda molekülün çarpışarak reaksiyona girmeleri sağlanır ki, bu da reaksiyon hızının artması demektir.

**2°. Reaktiflerin konsantrasyonu :**

**Mademki 2 molekülün çarpışma ihtimali ne kadar fazla ise reaksiyon o kadar çabuk oluyor. O halde, çarpışma ihtimalini artırmak için, sıcak-**

lığı yükseltmek suretiyle molekülleri hızlandırma tedbiri yanında, birim hacımdaki madde miktarını artırmak da düşünülebilir. Birim hacımdaki madde miktarı konsantrasyon olduğuna göre (sahife 79), reaktiflerin ya her ikisinin veya birisinin konsantrasyonunu artırmak suretiyle reaksiyonu hızlandırmak mümkündür.

Örneğin, saf oksijen içerisindeki yanmalar havadakinden daha hızlıdır. Çünkü, saf oksijendeki oksijen konsantrasyonu, şüphesiz havadakinden fazladır. Başka bir örnek, çinko üzerine asit ilâvesiyle hidrojen elde edilmesini gördük, ilâve edilen asidin konsantrasyonu artırılırsa hidrojen çıkışının da hızlandığı görülür.

Konsantrasyonu değiştirmek suretiyle reaksiyon hızını kontrol etmek sıcaklığı değiştirmeye nazaran daha kolay olduğundan bu ikinci yol daha çok uygulanır.

Uygulanmasına ait bir örnek, elma v.b. gibi meyvalar zamanla bozunurlar. Bu bozunma olayı ekseriya bir oksitlenme olduğundan devamlı olarak oksijen sarfedilir. Yani, ortamda oksijen ne kadar bol ise bozunma reaksiyon hızı o kadar fazladır. Çok soğuk yerde saklamak suretiyle reaksiyon hızını azaltmak, bozunmayı yavaşlatmak mümkündür. Ancak, bozunmanın tam manasıyle önüne geçmek yani, reaksiyon hızını sıfıra eşit kılmak için, gerekli düşük sıcaklıkta meyvalar tamamıyle donabilir. Bunun için, son zamanlarda bozunmanın önüne, uygun sıcaklıkta tutulan depolarda, bozunmayı temin eden oksijen, soğuk $CO_2$ atmosferi ile değiştirilerek oksijen konsantrasyonunu sıfıra yaklaştırmakla geçilmektedir.

**3°. Katı ve sıvıların yüzey alanlarını değiştirmek:**

Katı veya sıvı bir madde, gaz halindeki herhangi bir madde ile reaksiyona sokulduğu zaman, reaksiyon daima katı veya sıvı maddenin yüzeyinde meydana gelir. Çünkü, reaktiflerin karşılaştığı yer, bu yüzeylerdir. Onun için yüzeyler ne kadar fazla ise reaksiyon hızı da o kadar büyük olur.

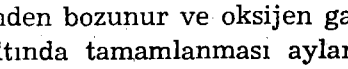
Örneğin, kenarı 1 cm. olan bir küpün temas yüzeyi 6 $cm^2$ dir. Bu küp, kenar uzunlukları 0.000.001 cm. olacak şekilde parçalanırsa, meydana gelen küçük küplerin temas yüzeylerinin toplamı 6 yüz milyon $cm^2$ olur. Gayet tabiîdir ki, reaksiyon hızı da buna göre artar. Bunun için, katı maddeler toz haline getirilerek reaksiyona sokulmalıdır.

**4°. Katalizör kullanmak:**

Katalizör kullanmak suretiyle reaksiyon hızının artırıldığını potasyum kloratın bozunması örneğinde gördük. Potasyum klorat az miktarda

mangan dioksit ile karıştırılıp ısıtıldığı takdirde, bozunma çok daha hızlı olur. Bu reaksiyonda mangan dioksit herhangi bir değişikliğe uğramaz.

Bir başka örnek de, hidrojen peroksitin bozunmasıdır. Eczanelerde % 3 lük eriyiği halinde oksijenli su olarak satılan hidrojen peroksit,



$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

denklemince kendiliğinden bozunur ve oksijen gazı çıkar. Fakat bu reaksiyonun adi şartlar altında tamamlanması aylarca sürer. Fakat, biraz mangan dioksit üzerine hidrojen peroksit eriyiği dökülürse, şiddetli bir oksijen çıkışı ile reaksiyon birkaç dakika içinde tamamlanır. Bu örnekler katalizörlerin, kimyasal reaksiyonların hızını artırdıklarını gösterir.

Her iki örnekte de kullanılan katalizör daha önce de belirtildiği üzere, herhangi bir değişikliğe uğramamışlardır. Fakat bazı katalizörler kısa bir süre reaksiyona girer ve böylece reaksiyonu hızlandırırlar.

Fakat, reaksiyon sonunda eski haline dönerler. Örnek : Suyun elektrolizinde katalizör olarak kullanılan sülfürik asit gibi.

## 9.3 YUKARIDAKİ AÇIKLAMAYA GÖRE, KATALİZÖRÜN TANIMI

Kimyasal tepkimelerin hızını artıran, fakat kendisi tepkimeye girmeyen, girse bile tepkime sonucunda değişmemiş olarak çıkan maddelere *katalizör*, bu olaya *kataliz* denir.

## 9.4 KATALİZÖRLERİN BAŞLICA ÖZELLİKLERİ

1. Katalizör tepkime anında sarfedilmez.
2. Çok-az miktarda katalizörler büyük miktarda maddeleri kimyasal değişmelere sokabilirler.
3. Katalizörlerin etkisi ; sadece, olmakta olan bir tepkimenin hızını artırmaktır. Tepkimenin başlayabilmesi için katalizör kullanmak faydasızdır.
4. Her tepkimenin özel katalizörü vardır. Ekseriya bir tepkimeye etki eden katalizör, diğerine etki etmez.

## 9.5 KATALİZÖRLERİN SINIFLANDIRILMASI

a. Kimyasal katalizörler, b. Fiziksel katalizörler.

a. Kimyasal katalizörler, tepkime anında bir devir yaparlar, yani etki ettikleri tepkimeye girerler, fakat sonunda değişmemiş olarak çıkarlar (suyun elektrolizinde kullanılan $H_2SO_4$ gibi...)

b. Bütün metal tozları bu sınıfa dahil katalizörlerdir. Bunlar etki ettikleri tepkimeye girmezler. Sadece tepkimeye giren maddeleri çok geniş yüzeylerinde toplayarak bunların tepkimeye kolayca girmelerini sağlarlar.

Katalizörlerin kimya biliminde büyük bir önemi vardır. Bütün çalışmalar ve alınan hayret verici sonuçlara rağmen, bu sahada yapılacak daha çok iş vardır.

## 9.6 İYON, İYONLAŞMA

**DENEY : Bekman [*] termometresiyle önce saf suyun, sonra da şekerli, alkollü ve tuzlu suların donma ve kaynama noktaları tayin edilirse,**

a. Elde edilen sonuçlar gösterir ki, eriyikler, saf eritken gibi aynı derecede donmaz ve kaynamazlar. Saf su deniz seviyesinde 100 C de kaynarken, uçucu olmayan bir maddenin sudaki eriyiği ise daha geç kaynar.

Örneğin : Bir molekül gram gliserin, [92 gr. $C_3H_5(OH)_3$] in bir litre sudaki eriyiği 100,52°C de, keza bir molekül gram şekerin ($C_{12}H_{22}O_{11}$) (342) gr., aynı miktar sudaki eriyiği de yine 100,52°C de kaynar.

**DENEY : Bir litre suda, 3 mol gram yani, 276 gr. hesabiyle hazırlayacağınız gliserin eriyiğinin kaynama noktasını tayin ediniz.**

Bu takdirde, kaynama noktasının $3 \times 0{,}52 = 1{,}56$°C yükseldiği görülür.

b. Saf su 0°C de donar. Eriyikler ise daha geç donarlar. Örneğin : Bir mol gr. alkol, 46 gr. [$C_2H_5$ (OH) ] ın bir litre sudaki eriyiği — 1,86°C de donar. Dört mol gramı donma noktasını $4 \times (-1{,}86°C) = -7{,}44$°C alçaltır.

**SONUÇ : Demek oluyor ki, eriyikler, eritkenlerinin kaynama noktasından yüksek derecelerde kaynar ve donma noktasından düşük derecelerde donarlar.**

**Bu kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalması yukarıdaki örnek ve deneylerden de anlaşılacağı gibi :**

**1°. Eritilen maddenin cinsine ve eritilen miktarına,**

---

[*] Bekman termometresi; sıcaklığı derecenin yüzde birine kadar doğrulukla ölçer.

**2°. Ayrı ayrı maddelerin ise, eritilen miktarlarına değil, mol gramlarına, dolayısıyle bütün maddelerin mol gramlarında ortak olan özellik molekül olduğuna göre, doğrudan doğruya eritilen maddenin eriyikteki molekül sayısına bağlıdır. [Çünkü, aynı şartlar altında ve aynı miktar eritken içerisinde bir mol gram 342 gr. şekerle, bir mol gram 92 gr. gliserinde aynı sayıda molekül vardır.]. Böyle olmasaydı 342 gr. (1 mol-gr) şekerin, 92 gr. bir mol-gr. gliserine göre, kaynama noktasını daha fazla yükseltmesi gerekirdi.**

## 9.7 ANORMAL DONMA VE KAYNAMA NOKTALARI

Asit, baz ve tuzların, suyun donma ve kaynama noktalarına etkileri incelenirse, hayret verici sonuçlar alınır.

Örneğin: Bir mol-gram sodyum hidroksitin (40 gr. NaOH), kaynama ve donma noktasına etkisi, bir mol-gram şeker ve gliserinin iki katıdır. Keza, bir mol-gram sülfürik asidin etkisi 3, alüminyum nitratın ise 4 katıdır.

**SONUÇ: Donma ve kaynama noktalarına etki eden etken, eriyikte mol gram başına bulunan molekül (tanecik) sayısıdır.**

**Mademki; yukarıda sıraladığımız asit, baz ve tuzlar donma ve kaynama noktasına daha fazla etki yapıyorlar, o halde, bu gibi maddelerin eriyiklerinde daha çok sayıda taneciklere ayrılmış olmaları gerekir. Gerçekten asit, baz ve tuzlar eriyiklerinde iyon denilen elektrikle yüklü daha küçük taneciklere ayrılırlar.**

## 9.8 ELEKTROLİT VE ELEKTROLİT OLMAYAN SIVILAR

Asit, baz ve tuzları başka maddelerden ayıran özelliklerden biri de eriyiklerinin elektriği iletmeleridir.

**DENEY: (Şekil: 55) deki düzen hazırlanır.**

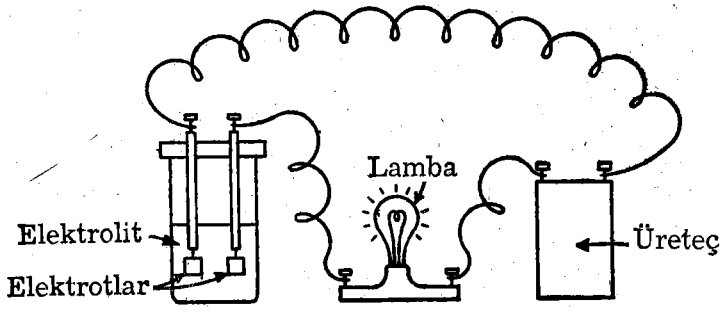
**Beher içerisine asit, baz veya tuz eriyiklerinden birisi konur ve bunun içerisine de iki iletken metal levha batırılıp, bir ampul ve anahtarla beraber seri olarak bir üreteç devresine bağlanır.**

**Anahtar kapatılır. Devreden akımın geçtiği, ampulün yanması ile anlaşılır. Bu defa, aynı behere asit, baz ve tuzlardan başka örneğin, şekerli su konup, deney tekrarlanırsa, ampulün yanmadığı, yani şekerli suyun elektriği iletmediği görülür.**

Bu bakımdan eriyikler iki büyük sınıfa ayrılır. Bunlardan elektriği iletenlere *elektrolit olan*, iletmeyenlere *elektrolit olmayan eriyikler* denir. Asit, baz ve tuzların sudaki eriyikleri elektrolit sıvılardır. Şimdi kendi

kendimize şöyle bir sual sorabiliriz: Nasıl oluyor da elektrolit sıvılar elektrik akımını iletebiliyorlar?

**Cevap:** (Şekil: 55) deki behere batırılan iki iletken levhaya elektrot ve bunlardan üretecin + kutbuna bağlı olana *anot*, negatif kutbuna bağlı olana *katot* denir. Elektrolit sıvılardaki tanecikler, hareket halinde ve




(Şekil: 55)

Elektrolit ve elektrolit olmayan eriyiklerin özellikleri üzerine deneyler.

elektrikle yüklü tanecikler olmalı ki, elektrik akımını anot-katot arasında iletebilsinler. Hareket halinde bulunan bu taneciklere Latince, hareket eden anlamına gelmek üzere *iyon* denir. İyonlar sıvı hale bağlı olmayıp katı halde de yoğunlaşmış bir durumda maddeyi meydana getiren parçalardır. Bileşikler nötr tepkime gösterdiklerine göre, elektrikle yüklü olmaları gereken bu iyonların bir kısmı pozitif, diğer kısmı da eşit miktarda negatif elektrikle yüklü olmalıdırlar (sahife 106).

Bu iyonlardan pozitif yüklü olanına, Kulon Kanununa göre, katoda gideceğinden *katyon;* negatif yüklü olanına da anoda gideceğinden *anyon* denir.

İnorganik bileşiklerin, eriyiklerinde iyonlarına, yani katyon ve anyonlarına ayrılması olayına *iyonlaşma* denir.

Yukarıda sıralanan fikirleri 1887 de ilk defa ileri sürerek iyonlaşma teorisini kuran bilgin *Svante Arrhenius*'dur. (Şekil: 56).

Yalnız, Arrhenius, iyonların katı halde de bileşiklerin parçacıkları olduğunu bilmiyor, sadece eriyiklerinde meydana geldiklerini zannediyor ve bundan dolayı da neden elektrikle yüklü olduklarını açıklayamıyordu.

(Şekil : 56)
**Svante Arrhenius (1859 - 1927)**
İsveçli bilgin; iyonlaşma teorisini kurarak modern kimyanın ilerlemesine büyük hizmetlerde bulunmuştur.

## 9.9 ELEKTROLİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

Dikkatle yapılan deneyler gösterir ki, normal sodyum klorür eriyiğinin taşıdığı elektrik miktarı, % 100 iyonlaştığı düşünülerek hesaplanan miktarın ancak % 86 sı kadardır. Bu tuz eriyiğini seyreltikçe, iyonizasyon (iyonlaşma) derecesi artar ve % 100'e yaklaşır. Buharlaştırılarak derişik hale getirdikçe de azalır ve nihayet sıfır olur, geride tuz kütlesi kalır. Elektrolit maddeler eriyiklerinde, devamlı olarak iyonlaşırlar. İyonlaşmada meydana gelen aksi elektrikle yüklü iyonlarda birbirleri etrafında hareket ederler. İcabında çarpışarak tekrar birleşir, eski (molekül) haline geçerler.

Demek oluyor ki, eriyen moleküller iyonlaşıyorlar. Meydana gelen iyonlar da birbirleriyle çarpışarak tekrar molekülleri yapıyorlar ve aralarında devamlı bir denge meydana geliyor. Buna *dinamik denge* denir ve ters yönlü iki okla gösterilir. Bu, sahife 133 de anlatılan dinamik dengeye başka bir örnektir.

Eriyikler ne kadar seyreltikse dinamik denge iyonlardan yana, ne kadar derişikse o kadar iyonlaşan maddeden (bileşikten) yanadır. Neden?

**Kuvvetli ve zayıf elektrolitler:** Aşağıdaki çizelgede birçok bileşiklerin iyon denklemleri gösterilmiştir, bu çizelge incelenirse, (Şekil: 55) deki düzende bazı bileşiklerin eriyikleri bulunduğu zaman lambanın zayıf, bazılarında ise parlak yandığı görülür.

**BAZI KUVVETLİ VE ZAYIF ELEKTROLİTLERLE, ELEKTROLİT OLMAYAN BİLEŞİKLER**

| BİLEŞİKLER | LAMBANIN PARLAKLIĞI | FORMÜL | SERBEST İYONLAR | |
|---|---|---|---|---|
| Arı su | Yanmaz | HOH | Çok az, | pratikçe yok |
| Sodyum klorür eriyiği | Parlak | NaCl | $\rightleftarrows$ $Na^+$ | + $Cl^-$ |
| Demir -3- sulfat » | » | $Fe_2(SO_4)_3$ | $\rightleftarrows$ $2Fe^{+3}$ | + $3SO_4^=$ |
| Sodyum hidroksit » | » | NaOH | $\rightleftarrows$ $Na^+$ | + $OH^-$ |
| Amonyum » » | Soluk | $NH_4OH$ | $\rightleftarrows$ $NH_4^+$ | + $OH^-$ |
| Hidroklorik asit » | Parlak | HCl | $\rightleftarrows$ $H^+$ | + $Cl^-$ |
| Sülfürik asit » | » | $H_2SO_4$ | $\rightleftarrows$ $2H^+$ | + $SO_4^=$ |
| Saf sülfürik asit » | Yanmaz | $H_2SO_4$ | Yok | |
| Asetik asit » | Soluk | $H(C_2H_3O_2)$ | $\rightleftarrows$ $H^+$ | + $C_2H_3O_2^-$ |
| Alkol » | Yanmaz | $C_2H_5OH$ | Yok | |
| Şeker » | » | $C_{12}H_{22}H_{11}$ | Yok | |

Lambayı parlakça yakan bileşikler eriyiklerinde fazla iyonlaşan, yani, dinamik denge iyonlardan yana olan bileşiklerdir. Bunlara *kuvvetli elektrolitler* denir. Denklemde fazla iyonlaştıklarını göstermek için iyonlar yönüne kalın ok konulmuştur.

Fazla iyonlaşmayan bileşiklere ise *zayıf elektrolitler* denir. Bunlarda da dinamik dengenin bileşikten yana olduğunu göstermek için, denklemde bileşik yönüne kalın ok konulmuştur. Birkaçı hariç, bütün tuzlar kuvvetli elektrolitlerdir. Asitlerden, en kuvvetli elektrolit olanları sıra ile hidroklorik asit, nitrik asit, sülfürik asittir. Asetik asit (sirke asidi) zayıf bir elektrolittir. Borik asit ise, o kadar az iyonlaşır ki, göz banyosunda dahi güvenle kullanılır. Bazlardan en kuvvetli elektrolit olanı iyonlaşma yüzdesi % 77 ile potasyum hidroksit, en zayıf olanı ise ‰ 4 ile amonyaktır.

# BÖLÜM IX

## Alıştırma ve İnceleme Soruları :

1 — Bir kimyasal denklemin redoks denklemi olduğu nasıl anlaşılır? Bir örnek üzerinde izah ediniz.
2 — Reaksiyon hızını tarif ediniz. Kimyasal denge ne demektir? Açıklayınız.
3 — Herhangi bir kimyasal reaksiyon kontrol altına alınabilir mi? Alınırsa nasıl?
4 — Katalizörlerin, reaksiyon hızına olan etkilerini açıklayınız.
5 — Sıcaklığın ve reaksiyona giren madde konsantrasyonlarının reaksiyon hızına olan etkilerini izah ediniz.
6 — Yükseltgenme ile oksitlenme terimlerinin ne ifade ettiklerini açıklayınız.
7 — Kaç türlü iyon vardır. İyonlaşma ne demektir?
8 — Hangi bileşikler iyonlardan ibarettir. Hangileri eriyiklerinde iyonlaşırlar? Örnekler veriniz.
9 — Kuvvetli ve zayıf elektrolit ne demektir?
10 — İyonlaşma, denge durumuna nasıl erişir? Açıklayınız.
11 — Bir bileşiğin elektrolit olup olmadığı deneyle nasıl anlaşılır?
12 — Sahife 82 deki çizelgeden suda eriyen 3 bileşik tesbit ederek, bunların iyonlaşma denklemlerini yazınız.

## PROBLEMLER :

1 — 1 mol-gram etil alkolün, 1 litre sudaki karışımı (eriyiği), suyun donma noktasını 1,86°C düşürürse, 23 gr. alkolün, 1 litre sudaki eriyiğinin donam noktası kaç santigrat derecedir? Hesaplayınız.

Cevap : — 1,86/2°C

2 — Bakır-2-sulfat, demir-3-klorür ve çinko nitrat'ın iyonlaşma denklemlerini yazınız. Bu maddelerin birer formül - gramlarının *, ayrı ayrı 1 litre suda eritilmeleriyle meydana gelen eriyiklerden, donma noktası en düşük olanı hangisidir. Niçin?

Cevap : demir - 3 - klorür

---

[*] İyon yapılı bileşikler için çoğu zaman mol-gram yerine formül-gram deyimi kullanılmaktadır.

# BÖLÜM 10 ELEKTROLİZ, MİNİMUM AYRIŞMA GERİLİMİ, AKTİFLİK SIRASI, HİDROJEN PEROKSİT

## 10.1 ELEKTROLİZ

Kelime anlamı elektrikle analiz olup, ancak, elektrolit eriyikler elektroliz edilebilir.

**Elektroliz için :**

1. İçerisinde anot, katot bulunan ve voltametre adı verilen elektroliz kabına,
2. Elektrolit bir sıvıya,
3. Elektrik üretecine ihtiyaç vardır.

Genel olarak elektrolitler, eriyik halinde ya da ergimiş olarak elektrik akımını kimyasal bir bozunma (ayrışma) sonucu ileten maddelerdir.

**Bu bozunma şöyle olur :** Esasen elektrolit sıvılarda hareket halinde iyonlar bulunur. Devre kapatıldığı zaman bu iyonlardan katyonlar katota gider, katottan elektron alarak indirgenir ve serbest atom haline geçer, katot üzerinde toplanırlar. Anyonlar ise anota göç edip anota elektron vererek yani, yükseltgenerek serbest hale geçerler. Ve böylece devrede devamlı elektron nakli temin edilmiş, diğer bir deyişle elektrik akımı iletilmiş olur.

DİKKAT : Katottaki olaylar daima indirgenme, anottakiler ise yükseltgenmedir. Yani, elektroliz, iyonların anot ve katottaki elektron alış verişinden ibarettir. Bir başka deyimle, redoks olayıdır.

**Örnek : Ergimiş sodyum klorürün elektrolizi :**

Sodyum klorür; $Na^+$ ve $Cl^-$ iyonlarından yapılmıştır. Sodyum klorür suda eritildiği ya da ısı etkisiyle ergitildiği zaman, bu iyonlar hareket halinde bulunurlar. Ergimiş NaCl'ün elektrolizinde (Şekil : 57), sodyum iyonu katota gider, oradan bir elektron alıp indirgenerek metalik sodyum atomuna dönüşür. Açığa çıkan sodyum, katotta toplanır. Keza, klor iyonu da anota elektron verip, yükseltgenerek, klor gazı haline gelir ve anottan çıkar.

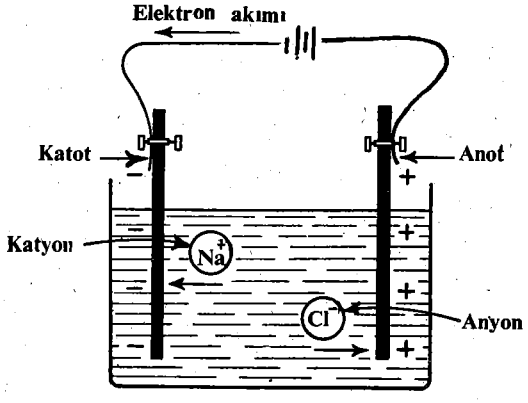
Anot ve katotta meydana gelen kimyasal değişmelerin denklemleri :

Katotta : $Na^+ + 1e \rightarrow Na^\circ$

Anotta : $Cl^- - 1e \rightarrow Cl^\circ$

$Cl^\circ + Cl^\circ \rightarrow Cl_2(gaz)$ olur.

Topluca, $2\ NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$ şeklinde gösterilir.




(Şekil : 57)
Ergimiş sodyum klorürün elektrolizi. Elektrik akımının yönü, elektron akımının (akışının) aksi yönü olarak, yani artıdan eksiye doğru kabûl edilir.

### 10.2 MİNİMUM (ASGARİ) AYRIŞMA GERİLİMİ

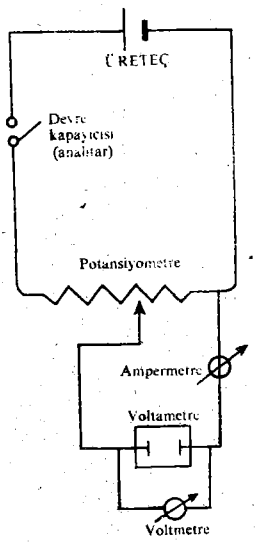
Herhangi bir elektroliz olayının başlayabilmesi ve devamı için devreye belirli bir gerilimin verilmesi gerekir. Verilmesi gereken bu gerilim (Şekil : 58) deki gibi hazırlanan bir düzen yardımıyle kolayca hesaplanabilir.

Voltametre, potansiyometre ve üreteçten ibaret bir devre hazırlanır. Ayrışma gerilimini ölçmek için de elektrodlar arasına paralel olarak bir voltmetre bağlanır. Devreye verilen gerilim, potansiyometrenin kolu, sola doğru kaydırılarak yavaş yavaş artırılırsa, başlangıçta devreden geçen akımın şiddetinin birdenbire yükseldiği, ampermetre ibresinin bir süre sonra hızlı sapmasından anlaşılır (Şekil : 59). Bu anda, elektroliz olayının başladığı (ekseriya katot ve anottan gaz habbeciklerinin çıkışıyle) görülür. İşte, bu sırada voltmetrede okunan, iki elektrot arasındaki gerilime, voltametrede bulunan elektrolit maddenin **minimum ayrışma gerilimi** denir. Elektrolit olarak (molar bakır-2-klorür) eriyiği ile deney yapılırsa; kotatta bakır, anotta klor gazı açığa çıkar ve ayrışma gerilimi de 1,01 volt okunur. (Elektrolit eriyikler ne kadar derişik olursa, elektroliz için o kadar az ayrışma gerilimi isterler).

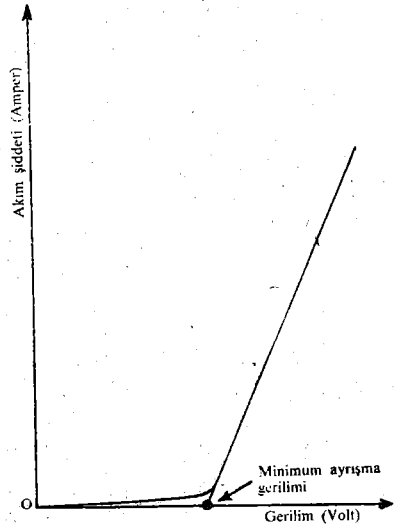
iyonların minimum ayrışma gerilimlerine göre yapılan elektro kimyasal sıra.

| KATYONLAR |
|---|
| Lityum |
| Sezyum |
| Rubidyum |
| Potasyum |
| Baryum |
| Stronsiyum |
| Kalsiyum |
| Sodyum |
| Magnezyum |
| Titan |
| Berilyum |
| Alüminyum |
| Manganez |
| Çinko |
| Krom |
| Demir |
| Kadmiyum |
| Kobalt |
| Nikel |
| Kalay |
| Kurşun |
| HİDROJEN |
| Antimon |
| Bizmut |
| Arsenik |
| Bakır |
| Civa |
| Gümüş |
| Plâtin |
| Altın |

| ANYONLAR |
|---|
| Flor |
| Klor |
| Brom |
| Oksijen |
| İyot |
| Kükürt |




(Şekil : 58)
Minimum ayrışma geriliminin ölçülmesi

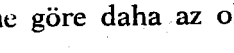



(Şekil : 59)
Tipik bir elektroliz olayı için volt - amper eğrisi.

Her iyonun minimum ayrışma gerilimi deneylerle hesaplanarak katyonlar ve anyonlar için ayrı iki sıra meydana getirilmiştir. Buna **aktiflik sırası** denir. Bu sırada altta bulunan iyonlar, yukarı doğru sıralanan iyonlara nazaran daha kolay serbest hale geçerler; yani, daha az ayrışma gerilimi isterler. Örneğin; $PbCl_2$, $CdCl_2$, $MgCl_2$ ün ayrışma gerilimleri sıra ile (1,48, 1,75, 2,90) volttur. Yandaki çizelgeyle karşılaştırınız. Aynı seyreltiklikte (konsantrasyonda) iki tuz karışımından ibaret eriyiğin elektrolizinde, kototta hangi metalin toplanacağı; yandaki çizelge göz önünde bulundurularak önceden söylenebilir. Bilindiği gibi, katotta en az aktif olan yani, ayrışma gerilimi diğerlerine göre daha az olan metal açığa çıkar.

**Örnekler : $Na_2SO_4$ eriyiğinin elektrolizi :**

Bakır anot ve çinko katottan ibaret bir voltametre hazırlanır (Şekil : 60). Elektrotlar pil bataryasına bağlanırsa, elektroliz başlar. Esasen sodyum sulfat, eriyiğinde :

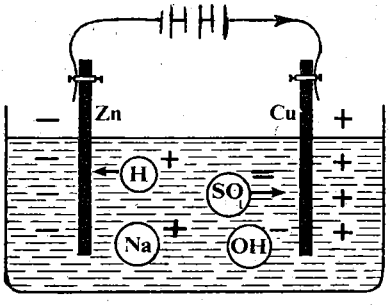


$$Na_2SO_4 \leftrightarrows 2Na^+ + SO_4^{=}$$

sodyum ve sulfat iyonları halindedir. Bu arada pek az olarak, su da

$$HOH \rightleftarrows H^+ + (OH)^-$$

şeklinde iyonlarına ayrılmış olup, devre kapatıldığı zaman, sodyum iyonları ile sudan gelen $H^+$ iyonları katot civarında toplanırlar. Hidrojenin minimum ayrışma gerilimi sodyuma nazaran daha az olduğundan, katottan hidrojen çıkar. Eriyik $Na^+$ ve $OH^-$ iyonlarınca zenginleşir. Onun için, katot civarına konulan kırmızı turnusol eriyiği maviye döner.




**(Şekil : 60)**
**Sodyum sulfat eriyiğinin elektrolizi.**

Sulfat $(SO_4)^=$ anyonu anota gelir, iki elektronunu anota verir. Fakat, yüksüz (serbest) $SO_4$ yoktur. Bu itibarla verdiği elektronları geri almak için anodu zorlar. Anottan (burada bakırdan) iki elektron alarak kendisi tekrar anyon haline geçer. Bakır atomlarını da katyon haline getirerek iyonlaştırır.

Bu şekilde zamanla bakır, bakır sulfat halinde eriyiğe geçer. Bundan dolayı anot civarı hafif mavi bir renk alır. Amonyak katılırsa, bu renk koyulaşır. NaCl eriyiğinin elektrolizi için de (sahife 153) e bakınız.

## BÖLÜM X. A

### Alıştırma ve İnceleme Soruları :

1 — Elektrolizde, katotta ve anotta meydana gelen olayların kimyasal anlamını bir örnek üzerinde açıklayınız.

2 — Minimum ayrışma gerilimi ne demektir? İzah ediniz.

3 — Katyon ve anyonlara ait aktiflik sırası neye göre düzenlenmiştir?

4 — Metaller üzerine asitlerin etkisini aktiflik sırası göz önünde tutularak inceleyiniz.

5 — Çinko klorür, kurşun nitrat ve bakır sulfattan ibaret bir eriyiğin, platin elektrotlarla elektrolizinde, katotta önce hangi metal toplanır. Niçin?

6 — Ergimiş NaCl'in elektrolizini anlâtınız ve anotta; 3,550 kg. $Cl_2$ elde edebilmek için ne kadar NaCl elektroliz edilmelidir? Cevap : 5,85 kgr.

## HİDROJEN PEROKSİT

$H_2O_2$

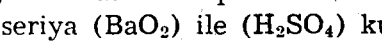
### 10.3 BİLEŞİMİ

Adından da anlaşılacağı üzere, bileşiminde —2 değerli peroksit $(O_2)^=$ grubu vardır. Peroksit grubundaki iki oksijen, birer elektronları ile kendi aralarında bir bağ teşkiliyle bağlanmışlardır.

Böylece, meydana gelen peroksit grubundaki her oksijen, dışardan ancak bir elektron alabildiğinden, grup, dışarıya karşı —2 değerli olur. Bu, —2 değerli peroksit grubu da, +1 değerli iki hidrojenle birleşebilir. Bu, birleşme sonunda $H_2O_2$ formülü ile gösterilen hidrojen peroksit bileşiği meydana gelir.

### 10.4 HİDROJEN PEROKSİTİN ELDE EDİLİŞİ

Genel olarak seyreltik asitlerin peroksitler üzerine etkisinden elde edilir. Bu hususta ekseriya $(BaO_2)$ ile $(H_2SO_4)$ kullanılır.



$$BaO_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + H_2O_2$$

denklemi gereğince $(H_2O_2)$ elde edilir. Daima bu tepkime tercih edilir; çünkü, meydana gelen $(BaSO_4)$, çökelek halinde tepkime ortamından ayrılır ve bu şekilde tepkime daha kolaylıkla olur.

### 10.5 FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ.

Saf hidrojen peroksit, yoğunluğu 1,5 olan, oldukça kıvamlı bir sıvıdır. Az miktarda renksiz, fakat miktarı çok olursa mavi renkte gözükür. Saf hidrojen peroksit dengesiz bir yapıya sahiptir. Işık karşısında patlama şeklinde bozunur. Bundan dolayı, ticarette pek kullanılmaz, ancak, % 30 luk eriyiği kullanılır ki, buna *perhidrol* denir. Bundan başka, perhidrolden on defa daha seyreltik olan % 3 lük hidrojen peroksit eriyiği vardır. Buna halk arasında *oksijenli su* denir. Bu, yanlış verilmiş bir isimdir. Çünkü, hidrojen peroksitin ne su ile ve ne de oksijenle hiç bir ilgisi yoktur. Oksijenli su denildiği zaman, sadece içerisinde fazla miktarda oksijen bulunan su anlaşılır.

**Kimyasal özellikleri:** $H_2O_2$ eriyiği deney tüpünde hafifçe ısıtılırsa, şiddetli bir gaz çıkışıyle, hidrojen peroksitin bozunduğu görülür. Tüpün ağzına başparmağı kapatarak çıkan gaz bir miktar toplandıktan sonra, içerisine yanmakta olan bir kor tutulacak olursa, daha şiddetle yandığı görülür. Öyle ise bu gaz oksijendir.

Hidrojen peroksit;

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2 \qquad \Delta H = -23{,}1 \frac{K.kal}{mol.}$$

denklemine göre bozunur.

**$H_2O_2$ nin oksitleyici (yükseltgen) etkisi:**

Peroksit grubu dışardan 2 elektron alarak

$$(O_2)^{=} + 2e \rightarrow 2O^{=}$$

herbiri — 2 değerli iki oksijen iyonu haline geçebilir. Bu durumda hidrojen peroksit yükseltgen olarak etki etmiş olur.

**DENEY: Islatılmış siyah renkteki kurşun sülfürlü (PbS) kâğıt, $H_2O_2$ eriyiğine batırılırsa, PbS'ün $PbSO_4$'e yükseltgenmesi ile siyah renk gider.**

Tepkimenin denklemi:

$$PbS + 4H_2O_2 \rightarrow PbSO_4 + 4H_2O \qquad \text{dır,}$$

Denkleme göre 4 peroksit grubu, 2 şer elektrondan 8 elektron alır. Bu elektronları PbS deki — 2 değerli kükürt verir. Kendisi + 6 değerli sulfat kükürdüne yükseltgenir.

$H_2O_2$ nin bu özelliğinden yararlanılarak kurşunlu yağlı boyalar üzerinde, zamanla, havada eser miktarda bulunan $H_2S$'in etkisi ile meydana gelen, PbS den ibaret olan siyah lekeler çıkarılır.

$H_2O_2$ nin yükseltgen etkisine 2 nci bir örnek: Potasyum iyodür (KI) üzerine, $H_2O_2$ katılırsa, ($I_2$) iyot açığa çıkarak renksiz olan eriyik kahverengine döner:

$$2KI + H_2O_2 \rightarrow 2KOH + I_2$$

Burada, KI de, — 1 değerli bir iyot; 1 elektron, 2 iyot; 2 elektron vererek, serbest iyot ($I_2$) haline geçer. Yani, yükseltgenir.

**$H_2O_2$ nin indirgen etkisi:**

Peroksit grubu, ayni zamanda aşağıdaki denklemde görüldüğü gibi 2 elektron vererek,

$$(O_2)^{=} \rightarrow O_2 + 2e$$

Oksijen molekülü haline gelir. Bu nedenle, hidrojen peroksit bazı şartlar altında indirgen olarak da etki eder.

**DENEY: NaOH ile amonyak katılmış gümüş nitrat ($AgNO_3$) eriyiği üzerine, $H_2O_2$ eklenirse şiddetli bir oksijen çıkışından sonra siyah renkte, elementel gümüş meydana gelir.**

Tepkime şöyle açıklanabilir: $AgNO_3$ ve NaOH dan $Ag_2O$ meydana gelir. Burada; $Ag_2O$, hidrojen peroksit tarafından elementel gümüşe indirgenir. İndirgenme olayı, aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi olur.

$$Ag_2O + H_2O_2 \rightarrow 2Ag + O_2 + H_2O$$

— 2 değerli peroksit iyonu $(O_2)^{=}$, $Ag_2O$ daki + 1 değerli gümüş iyonlarına birer elektron vererek onları elementel gümüş haline indirger. Kendisi de yükseltgenerek oksijen gazına dönüşür.

### 10.6 KULLANILIŞI

Yükseltgen olduğu için mikropları öldürme özelliğine sahiptir. Bundan dolayı dezenfektan olarak, bilhassa tıpta yaraların temizlenmesinde ve seyreltik halde gargara yapmakta kullanılır.

Renk gidericidir. Siyah bir saç devamlı olarak hidrojen peroksit eriyiği ile yıkanırsa zamanla rengi giderek sararır. Son yıllarda % 85 lik hidrojen peroksit, roketler için oksijen kaynağı olarak kullanılmaktadır.

## BÖLÜM X. B

**Alıştırma ve İnceleme Soruları:**

1 — Hidrojen peroksitin; a) kurşun sülfür, b) potasyum iyodür, c) gümüş oksit üzerine etkisinin denklemlerini yazınız.

2 — Hidrojen peroksitin yükseltgen ve indirgen etkilerini izah ediniz.

3 — Hidrojen peroksitin bozunma denklemini yazınız. Hidrojen peroksit kolaylıkla bozunur. Niçin?

4 — Roketlerde, yakıtla beraber saf oksijene de ihtiyaç vardır? Sebebini açıklayınız.

# BÖLÜM 11 HALOJENLER, KLOR, HİDROKLORİK ASİT, BROM, İYOT VE FLOR (Fluor)

## 11.1 HALOJENLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Flor (fluor), klor, brom ve iyot elementleri metaller ile kolaylıkla tuz teşkil ettiklerinden, bunlara, Latince *tuz yapan* anlamına gelmek üzere halojenler denmiştir.

Halojenler atom ağırlıklarına göre sıralanacak olursa, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tedrici olarak değiştiği görülür. Örneğin, renkleri gitgide koyulaşır. Kaynama noktaları yükselir. Aşağıdaki çizelge bu alanda gerekli bilgiyi vermektedir.

| HALOJENLER | FLOR (FLUOR) | KLOR | BROM | İYOT |
|---|---|---|---|---|
| Sembolü | F | Cl | Br | I |
| Atom ağır. | 18,998 | 35,453 | 79,909 | 126,904 |
| Renk | Hafif sarı | Sarı yeşil | Kırmızı esm. | Parlak siyah |
| Fiz. durumu | Gaz | Gaz | Sıvı | Katı |
| Kay. Nok. | — 187°C | — 34,6°C | + 59°C | + 184°C |
| Yoğunluğu | 1,1 gr/cm³ 15°C de | 1,56 gr/cm³ 15°C de | 3,12 gr/cm³ | 4,93 gr/cm³ |

a. Halojenlerin dış yörüngelerinde 7 şer elektron vardır. Kolaylıkla bir elektron alarak, dış yörüngelerindeki elektron sayısını sekize tamamlarlar. Bu itibarla, kimyaca çok aktif elementlerdir. Tabiatta asla serbest halde bulunmazlar. Daima bileşik halindedirler.

b. Bütün halojenler, bileşiklerinde negatif değerli oldukları zaman, (— 1) değerlidirler.

c. Flor hariç, diğer halojenlerin + 7 ye kadar pozitif değerli oldukları çeşitli bileşikleri de vardır. Örneğin, $KClO_3$ da klor + 5 değerlidir.

d. Serbest halojenler metallerin ve ametallerin çoğu ile birleşerek çeşitli bileşikler, yaparlar.

e. Halojenlerin elektron ilgisi, yani negatif değerli olma meyli, atom ağırlıkları arttıkça azalır. Söz gelimi, klorun elektron ilgisi, iyottan fazladır. Elektron ilgisi ençok yani negatif değerli olma yönünden en aktif halojen de flor'dur.

f. Halojenlerde pozitif değerli olma (elektron verme) meyli ise atom ağırlıkları arttıkça artar. Elektron verme yönünden en aktif olanı iyot,

[*] Atom ağırlıkları için bk. sahife 206.

en az aktif olanı da flordur. Hatta, florun pozitif değerli olduğu bileşikleri yoktur.

g. Atom ağırlığı küçük olan, bir başka deyişle elektron ilgisi fazla olan bir halojen, atom ağırlığı büyük olan, yani, elektron ilgisi daha az olan bir halojeni basit tuzlarından serbest hale getirerek onun yerine girebilir.



$$2NaI + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + I_2 \quad \text{gibi.}$$

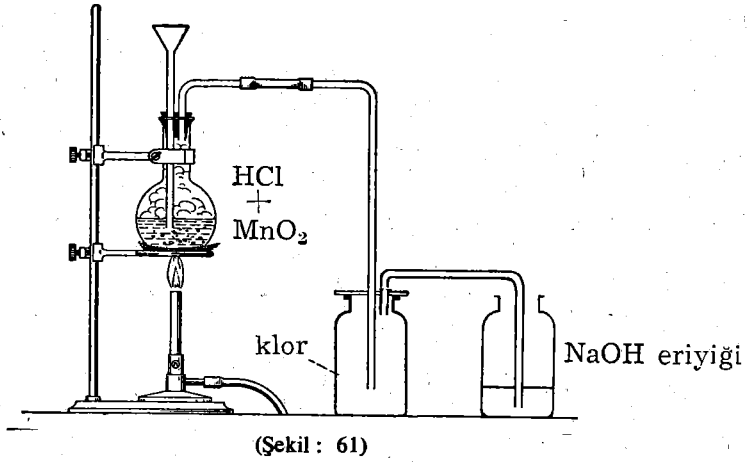
## KLOR
## ( $Cl_2$ )

### 11.2 BULUNUŞU

Serbest olarak bulunmaz, bileşikler halinde yaklaşık olarak yeryüzünün % 02 sini ve Okyanus sularının ağırlık bakımından % 2 sini teşkil eder. En çok bilinen bileşiği yemek tuzu dediğimiz sodyum klorür NaCl dür.

### 11.3 ELDE EDİLİŞİ

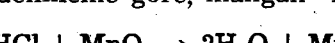
Laboratuvarlarda en çok manganez dioksit üzerine derişik hidroklorik asit etki ettirilerek, karışımın hafifçe ısıtılması sonucunda elde edilir. Bunun için (Şekil : 61) deki aparey hazırlanır.




(Şekil : 61)
Laboratuvarda klor elde edilmesi.

Balon hafifçe ısıtılırsa ; balonun içerisini derhal sarı yeşilimsi klor gazı doldurur.

Önce : Aşağıdaki denkleme göre, mangan -4- klorür $MnCl_4$ oluşur.



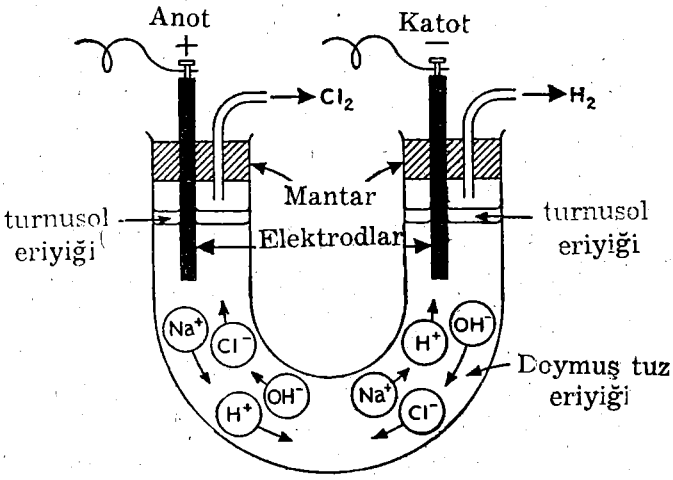
$$4HCl + MnO_2 \rightarrow 2H_2O + MnCl_4$$

$MnCl_4$ de ısı etkisiyle,

$$MnCl_4 \xrightarrow{ISI} MnCl_2 + Cl_2$$

şeklinde ayrışır. Klor gazı meydana gelir.

Bu şekilde laboratuvarda klor elde etmek için $MnO_2$ kullanmak şart değildir. $PbO_2$ gibi oksitler de kullanılır. Fakat, bunlar içinde en ucuzu $MnO_2$ olduğundan daima tercih edilir.




(Şekil : 62)
Tuz eriyiğinin elektrolizi ve klor elde edilmesi.

**İkinci usul :** NaCl eriyiğinin elektrolizidir. Bu sanayi usulüdür. Elektroliz, çeşitli tip apareylerde yapılır. Burada elektrolizin kolay anlaşılması için (Şekil : 62) de görülen basit bir aparey kullanılmıştır. Elektrot olarak 2 grafit çubuk alınmıştır.

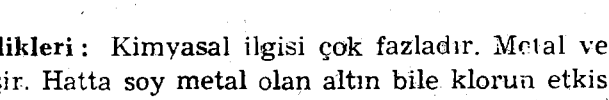
U borusunda, bir miktar kırmızı turnusol eriyiği, kendisinden çok daha yoğun olan tuz eriyiği üzerine konur. Devre kapatıldığı zaman, tuzlu su eriyiğinden elektrik akımı geçer. Her iki elektrottan gaz habbecikleri çıkmaya başlar. Anot civarındaki turnusol derhal ağarır. Çıkan klor gazının etkisi altında kalmıştır. Katottan hidrojen gazı çıkar ve turnusolun rengi maviye döner. Elektroliz sırasında eriyikte, $Na^+$, $H^+$, $Cl^-$ ve $OH^-$ iyonları vardır. $Na^+$ ve $H^+$ iyonları katota gelir. Ayrışma gerilimi belirli bir değeri aşmayacak olursa, sodyumdan önce, hidrojen iyonu serbest hale geçerek katottan gaz halinde çıkar. $Cl^-$ iyonu ise anota gelir, yükünü bırakarak, klor gazı ($Cl_2$) halinde açığa çıkar. Eriyikte de $Na^+$ ve $OH^-$ iyonları gittikçe zenginleşeceğinden buradan, sodyum hidroksit (NaOH) elde edilir. Bu metot asıl bu amaçla kullanılır (Şekil : 63). Klor yan üründür.

## 11.4 FİZİKSEL, KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

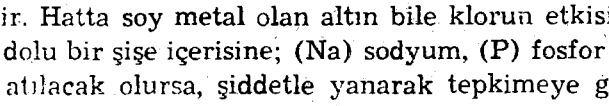
**Fiziksel özellikleri :** Yeşilimsi sarı bir gazdır. 100 hacım suda 215 hacım erir. Havadan 2,45 defa ağırdır. Klor, kritik sıcaklığı (Lise, Fizik II) + 146°C olduğundan adi şartlarda üzerine basınç yapılarak, kolaylıkla sıvılaştırılır. Sıvı klor — 101,6°C de donar. Çok keskin ve tahriş edici bir kokusu vardır, çok zehirlidir.

(Şekil : 63)
Teknikte sodyum klorür eriyiğinin elektrolizi ile sodyum hidroksit ve klor gazının elde edildiği elektroliz kapları.

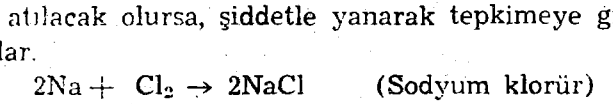
**Kimyasal özellikleri :** Kimyasal ilgisi çok fazladır. Metal ve ametaller ile derhal bileşir. Hatta soy metal olan altın bile klorun etkisi altında kalır. Klor gazı ile dolu bir şişe içerisine; (Na) sodyum, (P) fosfor ve (Sb) antimon parçaları atılacak olursa, şiddetle yanarak tepkimeye girer. Ve klorürlerini yaparlar.



$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$ (Sodyum klorür)

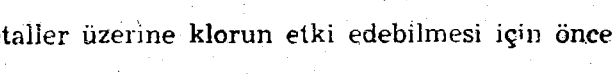


$2Sb + 3Cl_2 \rightarrow 2SbCl_3$ (Antimon triklorür)



$2P + 3Cl_2 \rightarrow 2PCl_3$ (Fosfor triklorür)

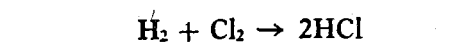
Daha ağır metaller üzerine klorun etki edebilmesi için önce metalin ısıtılması gerekir.



$2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{ısı} 2FeCl_3$ gibi.

Klor ; hidrojen ile karıştırılıp karışım karanlıkta tutulacak olursa tepkime olmaz. Fakat, güneş ışığında bile birleşerek, hidrojen klorür

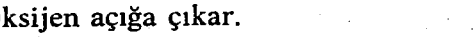
(HCl) gazını



$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

yapar.

Klor, güneş ışığının katalitik etkisi altında suya etki eder. Zamanla suyu da ayrıştırır. Oksijen açığa çıkar.

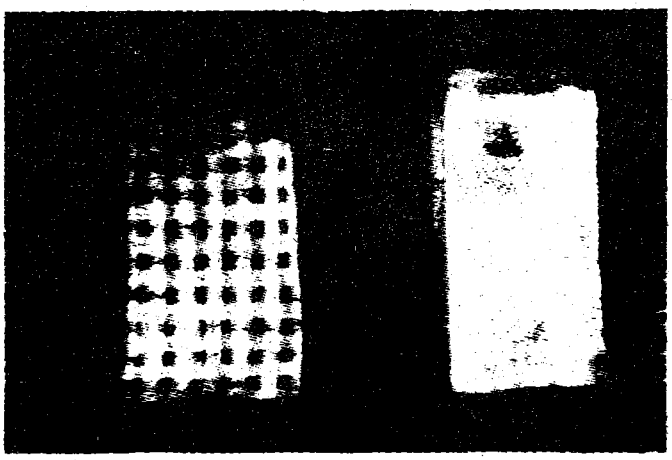


$$H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + \frac{1}{2}O_2$$

**Ağartıcı etkisi :** Klor gazı suyu ayrıştırarak serbest oksijen verdiğinden, klorlu su, birçok boyar maddeleri oksitleyerek bileşimini bozar. Böylece boyaların rengini giderir.

### 11.5 KLOR GAZINDAN YAPILAN AĞARTICI MADDELER

Bir alkali eriyiği, örneğin, NaOH içerisinden klor gazı geçirilirse, NaClO (sodyum hipoklorit) teşekkül eder. Alkalinin fazlasını ihtiva eden sodyum hipokloritli bu eriyiğe beyazlatıcı su veya *Javelle suyu* [*] denir. Eğer klor gazı, $Ca(OH)_2$ (sönmüş kireç) üzerinden geçirilirse, meydana gelen ürüne halk arasında *kireç kaymağı* denir. Bu da, javalle suyu gibi ağartıcı olarak kullanılır (Lise II Fen, sahife 114). Kuru klor gazı renkleri gideremez. Bu özelliğini aşağıdaki deney ile açıklamak mümkündür.



(Şekil : 64)
Klor gazının ağartıcı etkisini gösteren deneyler.
Kuru, renkli beze klor gazı etki etmez. Klor gazı, ıslak bezin rengini giderir.

[*] KOH üzerinden klor gazı geçirmekle elde edilen klorlu sıvıya da (Javelle) suyu denir.

### 11.6 KULLANILIŞI

Odun kâğıt hamurunun, dokunacak keten ve pamuk ipliklerinin rengini gidermekte, suların mikroplarını öldürmekte geniş ölçüde kullanılır. Örneğin; İstanbul ve Ankara'nın şehir suları, klor ile mikroplarından arıtılır. Çok zehirli olmasından dolayı zehirli gaz olarak da kullanılabilir. I. Dünya Savaşında kullanılan ilk zehirli gazdır. Ağartıcı madde yapmakta ve önemli birçok maddelerin sentezinde kullanılır. Ancak, ipek ve yünlülerin rengini gidermekte klor ve klorlu ağartıcı maddeler kullanılmaz. Çünkü, klor ya da serbest klor vererek ağartan klorlu ağartıcı maddeler, hayvansal dokuları parçalar bu bakımdan, yünlü ve ipekli kumaşları bozar.

## OKUMA PARÇASI

### İzmit Klor - Alkali Fabrikası

Fabrika, melmleketimizde çok bulunan yemek tuzundan, Billiter usulü ile klor ve sudkostik (sodyum hidroksit) elde etmek üzere kurulmuştur. Aynı zamanda hemen yanında yapılmış olan Selüloz ve Kâğıt fabrikalarının yardımcı maddelerini temin eder.

**Fabrikanın çalışışı** : Tekel İdaresinin Çamaltı tuzlasından getirilen tuzlar eriyik haline getirilir; sonra yabancı maddelerinden temizlenerek, % 30 luk eriyiği halinde 3 - 5 volt ve 6000 amperlik akımla çalışan elektroliz banyolarına gönderilir. Burada, yemek tuzu elektrolize uğrayarak katottan hidrojen, anottan klor çıkar ve geride NaOH eriyiği kalır.

Fabrika 24 saat sürekli çalıştığı takdirde, 10 ton tuz işler, 6,4 ton sodyum hidroksit 5,7 ton klor elde edilir.

**Sodyum hidroksit** : Elektroliz sonucunda litresinde yaklaşık olarak 125 - 130 gr. sodyum hidroksit bulunan eriyik alınarak, buharlaştırma kazanlarında buharlaştırılır. İçerisinde bulunan bir miktar yemek tuzu da eriyikten ayrılır. Böylece % 70 lik arı sodyum hidroksit eriyiği elde edilir. Bu şekilde ticarete sevk edilir veya özel kazanlara gönderilir. Burada, suyu tamamiyle buharlaştırılır. Ergimiş haldeki sodyum hidroksit, kalıplara dökülür. Soğuduktan sonra varillere doldurularak ihtiyaç yerlerine gönderilir.

**Klor** : Hacimden yararlanmak için 2-3 atmosfer basınç altında —20°C soğutularak sıvılaştırılır ve çelik bombalar içerisinde sevk edilir. Aynı zamanda katottan çıkan hidrojen gazı ile kuvarstan yapılmış bir kulede yakılarak HCl gazı; bu da suda eritilerek tuz asiti elde edilir. Damacanalar veya özel tank vagonlarla nakledilir. Günde 3 ton (derişik) tuz

asidi elde edilir. Klor gazının büyük bir kısmı da kireç kaymağı elde etmek için fabrikada kullanılır. Günde 7,5 ton kireç kaymağı elde edilmektedir.

## HİDROKLORİK ASİT

(HCl : 36,5)

### 11.7 BULUNUŞU

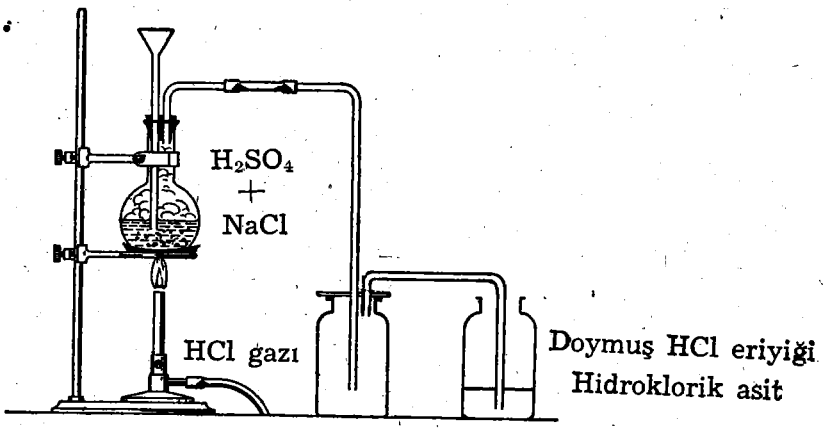
Hidrojen klorür (HCl) renksiz, havada beyaz dumanlar yapan, keskin kokulu bir gazdır. Suda ısı vererek kolaylıkla erir. Sudaki eriyiği şiddetli asit tepkimesi gösterir. Buna hidroklorik asit adı verilir. En derişik hidroklorik asit % 37 liktir. Tuzlarına klorürler dendiğinden, kendisine, çoğu zaman klorür asidi de denir.

### 11.8 ELDE EDİLİŞİ

Herhangi bir klorür, derişik sülfürik asitle muamele edilecek olursa, hidrojen klorür gazı verir. Bunun için de en ucuz klorür olan yemek tuzu (NaCl) kullanılır. Bu hem sanayi, hem de laboratuvar metodudur.

### 11.9 LABORATUVARDA HİDROJEN KLORÜR GAZI VE HİDROKLORİK ASİT ELDE EDİLİŞİ :

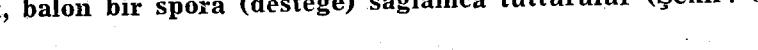
**DENEY : 3/4 litre hacmında bir cam balon alınır. Ağzındaki iki delikli bir mantar yardımı ile balonun içerisine sülfürik asit dökmek için kullanılan bir damlatma hunisi ile, bir ucu gaz toplama kabının dibi-**




(Şekil : 65)
Laboratuvarda hidrojen klorür gazının elde edilmesi.

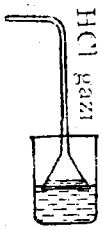
**ne kadar varabilen ve iki defa dik açı şeklinde bükülmüş bir cam boru takılarak, balon bir spora (desteğe) sağlamca tutturulur (Şekil : 65).**

**Deneye başlamadan önce bütün apareyin kuru olmasına dikkat etmelidir. Balon içerisine önce 20 gr. yemek tuzu konur. Ve mantar sıkıca kapatılır. 25 cm³ derişik sülfürik asit, damlatma hunisi yardımı ile NaCl üzerine dökülür. Beyaz dumanlar teşkiliyle şiddetli bir gaz çıkışı olur. Ve toplama şişesinde birikir.**



$$NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$$

**Gaz çıkışı bittikten sonra, karışım ısıtılırsa,**




(Şekil : 66) Hidroklorik asitin elde edilmesi.

$$NaHSO_4 + NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + HCl$$

**denklemi gereğince yine hidrojen klorür gazı çıkar. Tepkimenin genel denklemi, her iki denklem taraf tarafa toplanarak bulunur.**

$$2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$ dır.

**Gazın kuru olarak ve saf bir şekilde elde edilmesi istenirse $H_2SO_4$ lü yıkama şişesinden geçirip (Niçin?) civa üzerine toplamalıdır.**

**Hidroklorik asitin elde edilişi :** Hidroklorik asit, hidrojen klorür gazının sudaki eriyiğidir. *(Tuz asidi)* de denir.

Hidrojen klorür gazı, (Şekil :66) da gösterildiği şekilde hazırlanmış olan bir düzenle suda eritilerek, tuz asiti elde edilir.

(Şekil : 66) daki hidrojen klorür gazı çıkış borusu, küçük lastik boru ile bir huniye bağlanır. Huni, suyun tam yüzeyinde duracak şekilde su dolu behere batırılır. Huniye gelen gaz geniş bir yüzeye dağılarak, hepsi su tarafından eritilerek hidroklorik asit elde edilir. Burada huni kullanılmayıp sadece çıkış borusu suya batırılsaydı, önce gelen gaz, su tarafından şiddetle emilerek hasıl olan boşlukta su yükselerek sifon yapardı. Şekil 67 deki olayla ilgisini düşününüz).

**Metot II — Doğrudan doğruya elementlerinden elde etmek :** Bu usul tam sanayi usulüdür. Çünkü, NaOH yapmak için tuzlu suyun elektrolizinde yan ürün olarak katottan hidrojen, anottan da klor gazları çıkar.

Bu gazlardan hidrojen, ateşe ve asite dayanıklı kuvars odalarda klor gazı içerisinde güneş ışığının katalitik etkisi altında yakılır.



$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

denklemince klorlu hidrojen gazı teşekkül eder. Bu klorlu hidrojen gazı üzerine su püskürtülerek eritilir. Bu suretle saf ve derişik hidroklorik asit elde edilmiş olur.

### 11.10 HİDROKLORİK ASİDİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Kimyasal özellikleri :**

Kuvvetli bir asittir. Mavi turnusolu şiddetle kırmızıya dönüştürür. Çok tahriş edicidir. Hidrojen klorür gazından daha etkindir. Magnezyum demir gibi metaller üzerine, seyreltik hidroklorik asit hızla etki eder. Bazı metallere ise ancak sıcakta etki edebilir. Bütün bu hallerde elde edilen ürün, metal klorürü ile hidrojen gazıdır.

Aşağıdaki çizelge, hidroklorik asidin metaller üzerine etkisi hususunda genel bir fikir verebilir.

| METAL | | SOĞUK HCl | SICAK DERİŞİK HCl | ELDE EDİLEN ÜRÜN |
|---|---|---|---|---|
| Çinko ..... | Zn | Çok çabuk etki eder | Çok çabuk etki eder | $ZnCl_2$ |
| Magnezyum ... | Mg | « « » » | « « | $MgCl_2$ |
| Demir ..... | Fe | « « » » | « « | $FeCl_3$ |
| Alüminyum ... | Al | oldukça yavaş | « « | $AlCl_3$ |
| Kalay ..... | Sn | « « » » | « « | $SnCl_2$ |
| Bakır ..... | Cu | Etki etmez. | Yavaş » » | $CuCl_2$ |
| Kurşun ..... | Pb | « « | Çok yavaş » » | $PbCl_2$ |
| Civa ..... | Hg | « « | Etki etmez. | — |
| Gümüş ..... | Ag | « « | « « | — |
| Altın ..... | Au | « « | « « | — |
| Platin ..... | Pt | « « | « « | — |

**Fiziksel özellikleri :** Klorlu hidrojen gazının N.Ş.A. 1 litresinin ağırlığı 1,64 gramdır. Bir başka deyimle yoğunluğu 1,64 gr/lt. dir. Ergime noktası — 112°C, kaynama noktası — 83,7°C dir. N.Ş.A. bir litre suda 503 litresi erir (Şekil : 67). Derişik hidroklorik asidin yoğunluğu 1.2 gr/cm³ dür. 110°C de kaynar, renksiz bir sıvıdır.

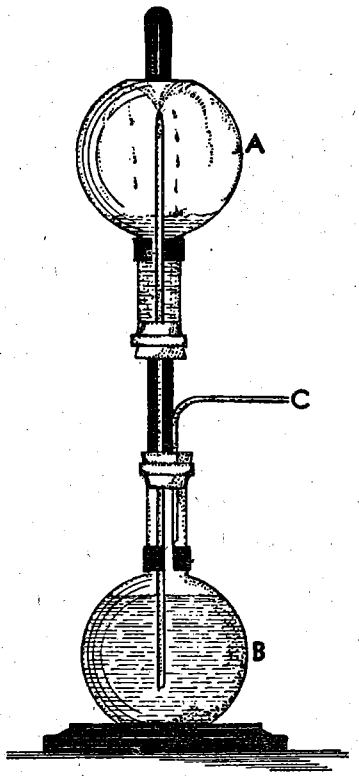
### 11.11 KULLANILIŞI

Hayvanların kemiklerinden jelatin ve fosfor elde etmede, nişastanın glikoza hidrolizinde katalizör olarak, önemli klorürlerin elde edilmesin-

de, demir ve çeliklerin pasını almakta kullanılır. Çünkü pas, $Fe_2O_3$ dür. Pas ($Fe_2O_3$) de aşağıdaki denklem gereğince, HCl de erir :



$$Fe_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O$$




(Şekil : 67)

HCl gazının suda çok eridiğini gösteren deney :

(A) balonu kuru hidrojen klorür gazı ile doldurulur. Bu balona, (C) borusundan üfleyerek bir iki damla su gönderilirse, gönderilen suda hidrojen klorür gazı hızla erir, böylece (A) balonunun basıncı azalacağından, bundan böyle (B) balonundaki su, ortadaki cam borunun ucundan bir fıskiye gibi (A) balonuna fışkırır. (B) balonuna mavi turnusol ile renklendirilmiş su konursa, (A) balonuna kırmızı renkli su fışkırır. Çünkü, hidrojen klorür gazı suda eriyince, hidroklorik asit meydana geleceğinden, mavi turnusolu, kırmızıya çevirir.

## BROM

## ($Br_2$)

### 11.12 BULUNUŞU

Brom, deniz suyunda bromürler halinde erimiş olarak, aynı zamanda kapalı denizlerin buharlaşması sonunda meydana gelen tuz ocaklarının üst katmanında ($KBr + MgBr_2 + 6H_2O$) bileşiminde **brom karnalit** denilen çift tuzu halinde bulunur. Orta Anadolu, kapalı denizlerin kurumasından meydana geldiğinden, bu bölgedeki tuz ocaklarının üst katmanlarında da karnalite rastlanır. Bugün dünyanın en önemli brom

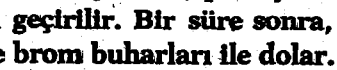
kaynağı, Almanya'nın «Stassfurt» tuz ocakları ile Amerika'nın doğal tuz ocaklarıdır.

### 11.13 ELDE EDİLİŞİ

Brom, deniz suyunda 1826 yılında Fransız kimyacısı *Balard* tarafından keşfedilmiştir.

Bugün kullanılan elde etme usulleri aşağıda açıklanmıştır:

1. Daha önce anlatıldığı gibi, halojenlerin genel özelliklerinden biri, atom ağırlığı küçük olanın, atom ağırlığı büyük olanı basit tuzlarından çıkarmasıdır. Bundan dolayı (sodyum, potasyum, magnezyum) bromür eriyiklerinden, klor gazı geçirilirse brom serbest hale geçer.

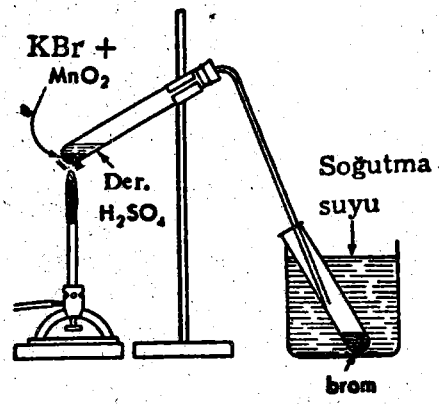


$$MgBr_2 + Cl_2 \rightarrow MgCl_2 + Br_2$$

Yukarda denklemi gösterilen tepkime bir yönlüdür. Bromdan yanadır. Bütün brom açığa çıkana kadar devam eder.

**DENEY: Bir erlen içindeki, potasyum bromür eriyiğinden, devamlı olarak klor gazı geçirilir. Bir süre sonra, şişenin içerisi kırmızıya kaçan turuncu renkte brom buharları ile dolar.**

2. **Diğer bir metot:** Bu, yükseltgenme esasına dayanan laboratuvarda klor elde etme metodunun aynıdır. ($KBr_2 + H_2SO_4 + MnO_2$) karışımı alınarak hafifçe ısıtılır. Çıkan brom buharları (Şekil: 68) de görüldüğü gibi dıştan soğutulan bir kap içerisinde yoğunlaştırılarak toplanır.




(Şekil : 68)
**Laboratuvarlarda Brom elde edilmesi.**

Bu olayda meydana gelen tepkimeler şunlardır: Sülfürik asit önce potasyum bromür üzerine etki ederek hidrojen bromür gazını yapar (1): Teşekkül eden hidrojen bromür de mangan dioksiti indirger ve bu sırada brom, serbest hale geçer (2). Toplu denklem, 1 ve 2 numaralı denklemler taraf tarafa toplanarak bulunur (3).

$$(1)\quad 4KBr + 2H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + 4HBr$$

$$(2)\quad 4HBr + MnO_2 \rightarrow 2H_2O + MnBr_2 + Br_2$$

$$(3)\quad 4KBr + MnO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + MnBr_2 + 2H_2O + Br_2$$

## 11.14 BROMUN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Koyu kırmızı renkte bir sıvıdır. Pis kokulu, boğucu etki gösteren zehirli buharları vardır. Adı Latince (Bromüs = pis koku) kelimesinden alınmıştır. Solunum yollarına ve sümey dokulara klordan daha fazla etki eder. Bunun için *göze ve solunum yollarına kaçırılmamalıdır*. Sudan 3,2 defa daha ağırdır. 59°C de kaynar, buharları koyu kırmızı renktedir. Suda az (100 kısım suda 3 - 4 kısım) erir. Buna karşılık karbon sülfür ($CS_2$), karbon tetraklorür ($CCl_4$) gibi, organik sıvılarda bol erir. İğneler şeklinde —7,2°C de kristalleşir. Diğer bütün özellikleri klorunkine benzer.

## 11.15 KULLANILIŞI

Organik ilâç ve boyaların sentezinde, çeşitli bromürlerin elde edilmesinde kullanılır. Bazı brom bileşikleri sinirlere hafif uyuşturucu etki yaptığından, örneğin; KBr (potasyum bromür) ile NaBr (sodyum bromür) ağrı dindirir ve uyku ilâcı olarak kullanır. AgBr bileşiği jelatin ile karışmış olarak fotoğraf filmlerinin yapılmasında, ayrıca göz yaşı getirici gazların bileşiminde brom vardır. Bunun için göz yaşartıcı gazların sentezinde de brom kullanılır.

## 11.16 HİDROJEN BROMÜR (HBr)

Hidrojen ve brom gazları karışımı ısıtılırsa, doğrudan doğruya hidrojen bromür gazı meydana gelir. Laboratuvarda kolayca HCl'e benzer şekilde, bu defa, NaBr üzerine $H_2SO_4$ etkisiyle elde edilir. Havada sis yapar, renksizdir. Suda kolay erir ve eriyiği asit tepkimesi gösterir. Bu asidi *hidrobromik asit* tuzlarına da *bromürler* denir.

# İYOT
($I_2$)

## 11.17 BULUNUŞU

Serbest olarak bulunmaz. En bellibaşlı iyot kaynağı Şili güherçilesidir. Ham Şili güherçilesinde iyot % 0,2 oranında ve sodyum iyodat ($NaIO_3$) halinde bulunur. Bundan başka deniz suyunda erimiş olarak litrede yaklaşık olarak 2,5 mgr. iyot bileşikleri vardır. Bundan dolayı mercanlar, yosunlar ve süngerlerin bileşiminde iyot bulunur.

## 11.18 ELDE EDİLİŞİ

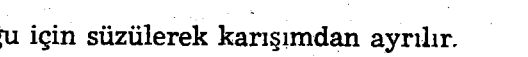
a. Brom elde edilmesinde olduğu gibi iyodürlerin klor gazı ile muamelesinden elde edilir. Çünkü, klorun elektron ilgisi iyottan daha fazladır. Halojenlerin elektron ilgileri atom ağırlıkları arttıkça azalır. Bunun için, klor, iyodu serbest hale geçirir.

$$2NaI + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + I_2$$

İyot katı halde olduğu için süzülerek karışımdan ayrılır.

**DENEY: Sodyum veya potasyum iyodür eriyiklerinden klor gazı geçirerek iyot elde edip, elde edilen bu iyodu, (süblimleşme) yolu ile daha saf ve kristaller haline getirmeğe çalışınız.**

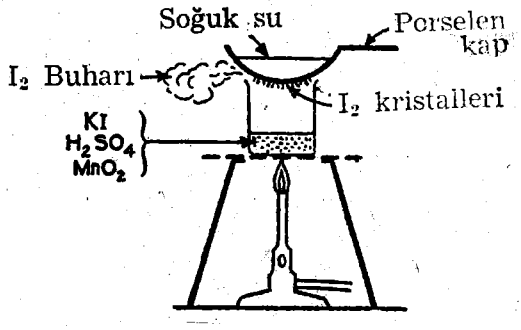
b. Laboratuvarda iyot da brom gibi ayni şekilde elde edilir. $MnO_2$, KI, $H_2SO_4$ den ibaret bir karışım alttan ısıtılır (Şekil: 69).



$$MnO_2 + 2H_2SO_4 + 4KI \rightarrow MnI_2 + 2K_2SO_4 + 2H_2O + I_2$$

Yukardaki denklemde görüldüğü üzere, iyot açığa çıkar.

Burada iyot, buhar halindedir. Şekilde görüldüğü gibi buharların yolu üzerine soğutulmuş bir kap konur. Kabın dibine rasgelen yerde iyot; parlak, uzun, iğneler şeklinde kristaller halinde toplanır *(süblimleşme)*. İyot teknikte geniş ölçüde, Şili güherçilesinden elde edilir.




(Şekil: 69)
Laboratuvarlarda iyot elde edilmesi.

Ne şekilde olursa olsun elde edilen iyot, süblimleşme ile saf ve kristal iyot haline getirilir.

---

Brom ve İyot elde edilirken KBr, KI yerine NaBr ve NaI de kullanılabilir.

### 11.19 FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

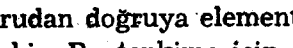
Siyah ve parlak kristallerdir. Buharları menekşe rengindedir. Adı Grekçe (iyot = menekşe) kelimesinden alınmıştır. Buharının yoğunluğu havadan 8,5 defa, hidrojenden 126 defa fazladır. Pratik bakımdan suda erimez. 100 gr. suda 0,02 gr. erir. KI eriyiği içerisinde, $KI + I = KI_2$ şeklinde erir. Organik eritkenlerde (benzin, alkol, karbon tetraklorür v.b.) erir. Tentürdiyot; iyodun alkol ve KI deki eriyiğidir. İyodun ayıracı nişastadır. Elementel iyot soğukta nişasta ile karakteristik mavi bir renk meydana getirir, bu renk sıcakta dayanıksızdır. Tentürdiyot; içinde % 2,4 KBr (veya NaBr) eritilmiş olan % 50 lik alkolde, % 2 iyot eritmekle elde edilir.

### 11.20 KULLANILIŞI

Tentürdiyot halinde antiseptik olarak kullanılır. İyodoform ($CHI_3$) de antiseptik özelliği gösteren keskin kokulu, sarı kristallerden ibaret bir iyot bileşiği olup, özellikle dişçilikte kullanılır. Troksin ($C_{15}H_{11}O_4NI_4$), bu madde troit hormonu salgısının normal olmamasından ileri gelen hastalıkların tedavisinde kullanılır. Bileşiminde iyot vardır.

### 11.21 HİDROJEN İYODÜR

Hidrojen iyodür doğrudan doğruya elementlerinden meydana gelmez, katalizör kullanmak gerekir. Bu tepkime için en uygun katalizör platindir. Platinin katalitik etkisi altında;



$$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$$

denklemi gereğince hidrojen iyodür elde edilir.

Ergime noktası —51°C, kaynama noktası —35°C olan renksiz bir gazdır. Sudaki eriyiğine hidroiyodik asit denir. Derişik asit, soğukta % 80 HI ihtiva edebilir. Tuzlarına *iyodürler* denir.

## FLOR (Fluor)

($F_2$)

### 11.22 BULUNUŞU

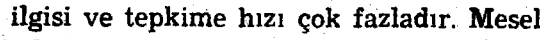
Tabiatta serbest halde bulunmadığı gibi sadece —1 değerli bileşikleri halinde bulunur. En önemli bileşiği, flor-spat (florit) denilen renksiz, suda erimeyen kristallerden ibaret (kalsiyum florür) $CaF_2$ dir. Kalsiyum florür ekseriya elektrolizde ergitmeyi kolaylaştırmak için kullanılır. Bundan başka, flor, kriyolit ($Na_3AlF_6$) bileşiği halinde de bulunur.

### 11.23 ELDE EDİLİŞİ

Florun negatif değerli olma, yani bileşik halinde bulunma meyli fazla olduğundan, manganez dioksit ve diğer yükseltgen maddelerle klor, brom, iyot takdirinde olduğu gibi, bileşiklerinden elde edilmesi mümkün değildir. Florun elde edilmesi için en iyi yol elektrolizdir. İlk defa 1886 da Fransız kimyacısı *Moissan*, potasyum hidroflorürün ($KHF_2$), susuz hidroflorik asitteki eriyiğini elektroliz ederek keşfetmiştir. Bu susuz asit, elektriği iletmediği için, iletken olarak ($KHF_2$) ilâve edilmiştir. Bugün flor; katot ödevini gören bakır apareyler içerisinde sadece, ergimiş ($KHF_2$) in elektrolizi ile elde edilir. Anot olarak da grafit çubuk kullanılır. Devreden akım geçirildiği takdirde, anotta hafif sarı flor gazı toplanır.

### 11.24 FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

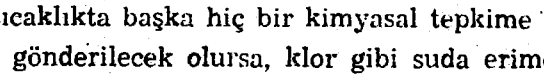
Kaynama noktası —187°C, ergime noktası —223°C olan bir gazdır. Hafif sarımsı, havadan 1,31 defa daha ağırdır. Bilinen maddelerin en etkinidir. Kimyasal ilgisi ve tepkime hızı çok fazladır. Meselâ; katı flor, sıvı hidrojenle —253°C derecede karanlıkta bile patlarcasına bir şiddetle birleşir. Hidrojen florür gazını yapar.



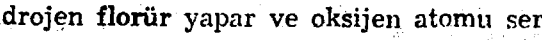
$$H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$$

Bu düşük sıcaklıkta başka hiç bir kimyasal tepkime olmaz.

Suya; flor gönderilecek olursa, klor gibi suda erimez. Derhal suyu parçalayarak hidrojen florür yapar ve oksijen atomu serbest hale geçer.



$$F_2 + H_2O \rightarrow \underset{\text{hidrojen florür gazı}}{2HF} + O$$

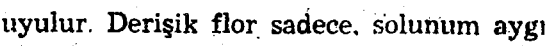


$$3O \rightarrow O_3 \text{ (ozon)}$$

Ozon kokusu duyulur. Derişik flor sadece, solunum aygıtına, göze değil, dış deriye bile şiddetle etki ederek yakar. Kemiklerin ve özellikle dişlerin minesinde az miktarda flor bileşikleri vardır. Sağlığımız için gıdalarımızla ve içtiğimiz sularda yeter miktarda flor bileşiklerini almamız gerekir.

### 11.25 HİDROJEN FLORÜR (HF)

Flor-spat veya kriyolit gibi florlu bileşiklerin kurşun veya platinden yapılmış kaplarda sülfürik asitle hafifçe ısıtılmasından elde edilir.



$$CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2HF$$

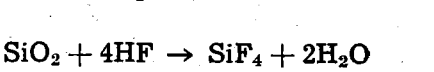
Çıkan bu hidrojen florür gazı havada beyaz dumanlar çıkarır. Sudaki eriyiği hidroflorik asittir. Halojenler ailesinin en zayıf asitidir. Tuzlarına florürler denir. Bu asit cama etki eder, bundan dolayı camı aşındırarak cam üzerine şekil yapmak ve yazı yazmakta kullanılır ve cam kaplarda saklanmaz. Gutaperka [*] veya kurşundan yapılmış kaplarda saklanır.

---

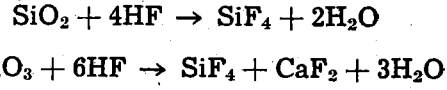
[*] Gutaperka için Sh: 204 e bk.

**11.26 CAM ÜZERİNE, CAMI KİMYASAL ETKİ İLE AŞINDIRMA, ŞEKİL YAPMA (CAM HAKKİ)**

Bunun için, cam üzerine yapılan şekil açıkta bırakılır. Diğer tarafları ince bir parafin katmanı ile kaplanır. Cam, HF gazının etkisine bırakılır. Camın bileşimindeki kum ($SiO_2$) ve silikatlara ($CaSiO_3$), HF etki ederek aşağıda denklemleri gösterilen tepkimeler sonucunda camı aşındırır.



$$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$$



$$CaSiO_3 + 6HF \rightarrow SiF_4 + CaF_2 + 3H_2O$$

bir süre sonra parafin katmanı kaldırılır. Aşınan cam saydam olmayacağından istenilen şekil gayet güzel gözükür. Özellikle bu usul, laboratuvarlardaki şişeler üzerine yazı yazmak için kullanılır.

**DENEY: Laboratuvarda kenarları 10-15 cm. uzunluğunda bir cam parçası alarak üzerini ince bir parafin katmanı ile kaplayınız. Daha sonra, meselâ; parafin üzerine oyarak KİMYA yazıp, camı HF'ün etkisine bırakınız. Bir süre sonra parafin katmanı kaldırıldığı zaman, HF'ün sadece camın parafin olmayan yazı kısmına etki ederek, camın o kısmındaki saydamlığının bozulduğu görülür. Bu şekilde de istenilen yazı cam üzerine yazılmış olur.**

## BÖLÜM XI

### Alıştırma ve İnceleme Soruları:

1 — Klor gazı nasıl elde edilir ve toplama silindirine toplanır? Etraflıca anlatarak apareyin şeklini çiziniz.

2 — Klor gazının bütün özelliklerini yazınız.

3 — Derişik hidroklorik asit nasıl elde edilir? Şekil çiziniz. Bir miktar asit, a) çinko parçası, b) gümüş nitrat eriyiği, c) civa, d) demir tel; üzerine dökülürse ne olur? Tepkimelerin denklemlerini yazınız.

4 — Hidroklorik asidin; demir oksit, demir hidroksit, potasyum karbonat, alüminyum sulfat ve sodyum hidrosulfat üzerine etkilerinin denklemlerini yazınız.

5 — Klorun hem yükseltgendiği hem de indirgendiği kimyasal bir tepkime gösteriniz ve değerlik değişmesini izah ediniz.

6 — Hidrojen klorür ve hidroklorik asit arasında ne fark vardır? Niçin her ikisi de aynı formülle gösterilir?

7 — NaI ün NaCl, NaBr ün NaF haline nasıl dönüştürülebileceğini açıklayarak tepkimelerin denklemlerini yazınız.

8 — $H_2S + I_2 \rightarrow S + HI$ denkleminin katsayılarını, değerlik değişmesini göz önüne alarak tamamlayınız.

9 — Halojenlerin genel özelliklerini göz önüne alarak aşağıdaki denklemleri tamamlayınız:

$Al + HBr \rightarrow$

$NaOH$ (Soğuk eriyik) $+ Br_2 \rightarrow$

$MnO_2 + HBr \rightarrow$

$CaBr_2 + Cl_2 \rightarrow$

10 — Flor elde etmek için neden, $KHF_2$ ün sudaki eriyiği elektroliz yapılmıyor da ergimiş şekli elektroliz ediliyor?

## PROBLEMLER:

1 — Kristal suyu bulunan bir bileşiğin analizinde, % 18,27 Ca, % 32,42 klor ve % 49,31 kristal suyu bulunduğu ve mol-gramının (formül-gramının) 219 olduğu bilindiğine göre, bileşim formülünü bulunuz.

Cevap: $CaCl_2, 6H_2O$

2 — $KClO_3$ ve KCl deki klor yüzdesi nedir?

Cevap: 28,9 ; 47,6

3 — Doymuş tuz eriyiğinde ağırlık bakımından % 26 NaCl vardır. Acaba bir ton NaCl elde etmek için ne kadar su buharlaştırmamız lâzımdır?

Cevap: 2846,1 kg.

4 — Bir kg. potasyum iyodürdeki iyot ile yer değiştirebilecek $Cl_2$ gazının ağırlığı ve normal şartlar altındaki hacmı nedir?

Cevap: 213,85 gram

BÖLÜM 12

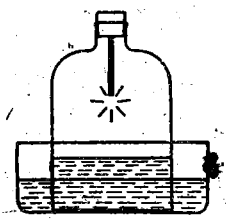
# HAVA, SOYGAZLAR (ASAL GAZLAR) VE AZOT, AMONYAK

## 12.1 HAVA VE SOYGAZLAR

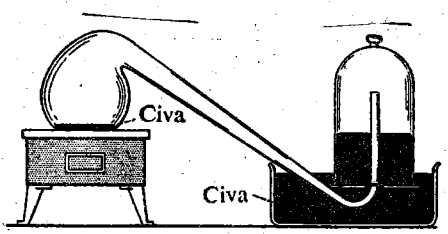
Hava, yeryüzünün etrafını saran, içinde canlıların yaşayabileceği bir gaz karışımıdır. Yer yüzeyinden itibaren on bir kilometre yüksekliğindeki bu katmana *tropospher* denir. Tropospher üzerinde gazlar yoğunluklarına göre sıralanmış katmanlar halinde bulunur. Bu katmanların en üstünde yoğunluğu en küçük olan hidrojen vardır. Bütün bu gaz katmanları hareketsizdir. Buna karşılık tropospher katmanı fırtınaları, karları, yağmurları ve şimşekleriyle daima hareket halindedir.

Hava bir gaz karışımıdır. Böyle olduğunu açıklamaya çalışalım.

**DENEY: Yarısına kadar su ile doldurulmuş bir cam kap alınır (Şekil: 70). Buna, mantar ayaklar üzerine oturan, üst tarafında küçük bir delik olan cam fanus baş aşağı batırılır, su seviyesi işaretlenir. Fanusun üzerindeki deliğe sıkıca girebilecek bir lastik tıpa alınır. Tıpanın alt tarafına da sıkıca bir magnezyum şeridi tesbit edilir. Tıpa fanusun deliğine geçirilmeden magnezyum tutuşturulur, tıpa mümkün olduğu kadar çabuk kapatılır. Magnezyumun yanması bitince, fanustaki su seviyesinin, fanus içinde hava bulunan hacmın 1/5'i kadar yükseldiği görülür. O halde, magnezyum ile havanın girdiği bu maddesel değişmede hava hacmının 1/5'i kaybolmuştur.**



(Şekil: 70)
Hava bir gaz karışımıdır.




(Şekil: 71)
Lavoisier deneyi.

**LAVOISIER DENEYİ: Havayı teşkil eden gazların yukarıdaki deneylere benzer şekilde nicel analizini ilk defa yapan bilgin «Lovisier»**

**dir (Şekil : 74). Lavoisier (Şekil : 71) de görülen aygıtı kullanmıştır. Karniye civa koyarak 300 - 350°C ye kadar ısıtmıştır. Karninin ucu civa havuzu üzerine ters olarak kapatılmış ve içerisinde belirli miktarda hava bulunan cam fanusun havasına açılmaktadır. Isıtılan civanın yüzeyi, HgO (civa oksit) den ibaret kırmızı bir katmanla örtülür. Ve fanustaki hava hacmının 1/5 inin azaldığı, fanusta yükselen civa seviyesi ile anlaşılır. Geriye 4/5 lik bir gaz kalır. Bu gazın içerisinde hiç bir yanma olayının olmadığı ve solunum için de elverişli bulunmadığı Lavoisier tarafından görülmüştr.**

**Meydana gelen HgO (civa oksit), aynı karnide bu defa 400 - 450°C arasında ısıtılırsa ayrışarak, havadan aldığı oksijeni tekrar fanusa gönderir. Bu durumda havanın yine eski özelliklerini kazandığı görülür.**

Havanın 1/5 lik kısmı kimyaca aktf, 4/5 lik kısmı da içinde yanma olmadığı için aktif değildir.

Lavoisier, yaklaşık olarak havanın 1/5 ini teşkil eden aktif kısmına oksijen, aktif olmayan 4/5 lik kısmına da azot demiştir.

Yukarıdaki deneylere göre, hava, oksijen ile azot gazlarının bir karışımı olmalıdır. Hava bileşik olamaz. Çünkü, içinde yanan maddeler, sadece havanın oksijeni ile birleşerek oksit teşkil ederler. Ekseriya havanın azotuyla tepkimeye girmezler. Hava bileşik olsaydı, içerisindeki gazlar ayrı ayrı, kendi başlarına tepkimeye giremezlerdi.

Keza, hava sıvılaştırıldıktan sonra, damıtma yoluyla, havadaki oksijen ve azot gazlarını birbirinden ayırmak ve her birini saf olarak elde etmek mümkündür. Halbuki, bileşiklerde damıtma v.b. fiziksel yollarla bileşiği meydana getiren elementleri birbirinden ayırmak mümkün olmaz.

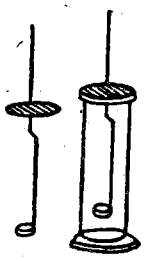
Havanın bir gaz karışımı olduğunu gösteren bir başka nokta da şudur; bileşiklerde, bileşiğin özellikleri ve yoğunlukları her yerinde aynıdır. Halbuki, havanın yoğunluğu değişiktir. Yeryüzünden uzaklaştıkça havanın yoğunluğu azalır.

### 12.2 AMETALLER ÜZERİNE HAVANIN ETKİSİ.

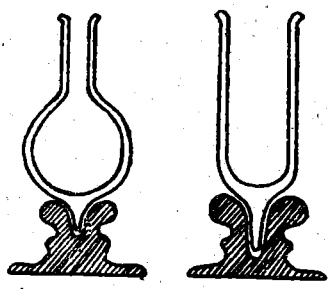
Ametaller havada ısıtılırsa maddî değişmeye uğrarlar. Bunlar arasında karbon, kükürt, fosfor... v.b. söylenebilir. Şimdi kükürt üzerine havanın etkisini deneyle inceleyelim.

**DENEY : Bir miktar kükürt; yakma (tutuşturma) kaşığına konur (Şekil : 72) ve bunzen beki ile hafifçe ısıtılır. Önce kükürt ergiyerek kırmızımsı bir sıvıya dönüşür, sonra soluk, mavi bir alevle yanmağa baş-**

**lar, havaya hoşa gitmeyen, boğucu dumanlar verir. Kaşık, cam kabın içine sokulup, kabın ağzı sıkıca bastırılırsa, kabın içi bu beyaz dumanlarla dolar. Yanma bittikten sonra kap içerisine su koyup kapağı tekrar kapatarak çalkalanırsa beyaz dumanlar kaybolur. Buna karşılık içerideki sıvı, turnusol kâğıdı üzerine asit tepkimesi yapar, yani asittir.**



(Şekil : 72)
Kükürdün yakılması.



(Şekil : 73)
Dewar (Devar) Kapları.

Bu sonuç şöyle izah edilir : Kükürt havada yandığı zaman, havanın oksijeni ile bileşir, suda çok çabuk eriyen ve eriyiği asit olan keskin kokulu, boğucu bir gaz verir. Bu gaza kükürt dioksit ($SO_2$) denir.

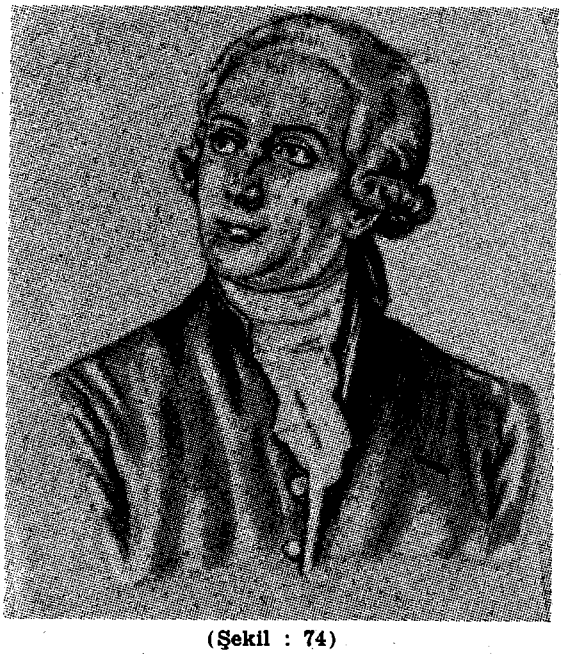
### 12.3 HAVANIN YÜZDE KARIŞIMI

19 uncu yüzyıla kadar havanın sadece oksijen ve azot gazlarının karışımından ibaret olduğu sanılıyordu. 1892 de İngiliz fizikçisi *«Lord Rayleigh»* havada yanma olaylarından sonra geriye kalan azotun, kimyasal yoldan elde ettiği saf azottan % 06 oranında daha ağır olduğunu buldu. Deneyi birkaç defa daha tekrarlayıp sonucun doğru olduğuna inanarak şöyle düşündü : Öyleyse hava azotu içerisinde, azot kadar tepkimeye güç giren ve hava azotunun ağırlığını artırdığı için, azottan daha ağır başka bir gaz olmalıdır. İngiliz fizikçisi *«Ramsay»* ile birlikte çalışıp, sonuçta azotu bileşik haline getirerek ayırdılar. Hakikaten geride o zamana kadar bilinmeyen bir gazın kaldığını gördüler. Geride kalan bu gaza, azottan da güç tepkimeye girdiği için Latince etkin olmayan anlamına gelmek üzere «argon» adı verildi. Ve (Ar) sembolü ile gösterildi.

Bundan sonra Ramsey, hava içerisinde buna benzer, neon, krypton ve ksenon adı verilen gazları keşfetti. Bütün bu gazlara; kimyasal tepkimeye güç girdikleri ve elementel hali tercih ettikleri için, soygazlar denildi. **Bundan başka hava içerisinde az miktarda $CO_2$ gazı ve miktarı daima** değişen su buharı ile toz zerreleri vardır. Havanın gerçek yüzde karışımı sahife 171 deki çizelgeden öğrenilebilir :

**HAVANIN KARIŞIMI**

| MADDELER | % HACIM | % AĞIRLIK |
|---|---|---|
| Azot | 78,00 | 74,51 |
| Oksijen | 21,00 | 23,21 |
| Soygazlar | 0,84 | 1,30 |
| $CO_2$ | 0,04 | 0,05 |
| Su buharı | Değişebilir | Değişebilir |
| Toz zerreleri | » | » |



(Şekil : 74)

ANTOINE LAURENT LAVOISIER (1743 - 1794)

Kimyada ilk defa teraziyi kullanarak, bu bilimin gelişmesine çok yardım etti.

Yanma ve oksitlenme olaylarının modern açıklamalarını yaptı. Elması yakıp, karbon dioksite dönüştürerek elmasın da sihirli bir madde olmayıp; karbon elementinin kristal bir şekli olduğunu saptadı.

XVI. Lui zamanında yüksek makam sahibi bir kişiydi. Memleketinin mali ve ekonomik politikasında esaslı reformlar yaptı. Fransa'ya ilk defa patates ve şeker kamışını getirtti. Patlayıcı madde ve gübre sanayiini kurdu.

### 12.4 HAVANIN ÖNEMİ

Hava, hayatın devamı için son derece önemli bir gaz karışımıdır. Bilindiği gibi, oksijensiz oksitlenme olmaz. Solunum da bir oksitlenme olayıdır. Bu nedenle, solunum için de oksijen gereklidir. Yeşil bitkiler kendileri için gerekli olan besin maddelerini (glikoz), havanın karbon dioksidini ($CO_2$) yapraklarında, kökleriyle topraktan aldıkları su ile birleştirerek,

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{Güneş enerjisi} \rightarrow \underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Glikoz}} + 6O_2 \qquad (1)$$

denklemine göre sentez ederler (özümleme).

Burada yan ürün olarak açığa çıkan oksijen, hayvansal âlem tarafından alınarak, solunum sonucunda dışarı $CO_2$ verilir. Bu $CO_2$ de devri daimde bitkisel âlem tarafından alınır. Denklem (1) e bakınız. Böylece, havadaki oksijen ve $CO_2$ yüzdeleri değişmez, sabit kalır. Bu nedenle hayat devam eder. İşte hava, yukarıdaki sebeplerden dolayı, her şeyden önce, hayatın devamı için çok önemlidir.

### 12.5 SIVI HAVA

1869 da Andrews bir gazın; sıcaklığı, kritik sıcaklık denilen belli bir sıcaklığın altında olduğu takdirde ancak, basınçla sıvılaşabileceğini bulmuştur. Bu basınca (kritik basınç) denir. Herhangi bir gazı soğutmak için, dış ortamla ısı alış verişine fırsat vermeden, gaz, sürekli olarak sıkıştırılıp, genleştirilmelidir. O zaman gaz, yaptığı işin ısı karşılığını dışarıdan alamayacağından kendi içinden alır ve bu suretle devamlı olarak soğur. Çok sıkıştırılmış havanın, genleştirilmek suretiyle gerektiği kadar soğutularak sıvılaştırılması, ilk defa Alman mühendisi **Linde** tarafından yapılmıştır. Bu hususta (Lise Fizik I) de daha geniş bilgi vardır.

**Dewar (Devar) kapları :** Dışarı ile ısı alış verişi yapması istenmeyen maddelerin saklanmasında kullanılır (Şekil : 73). Çift çeperlidir. Çeperler arası; ısı iletilmesine engel olmak için, boşluk haline getirilmiştir. Laboratuvarlarda sıvı hava Devar kaplarında saklanır. Yazın, suyumuzu soğuk tutmak için kullandığımız termoslar da bir çeşit devar kabıdır.

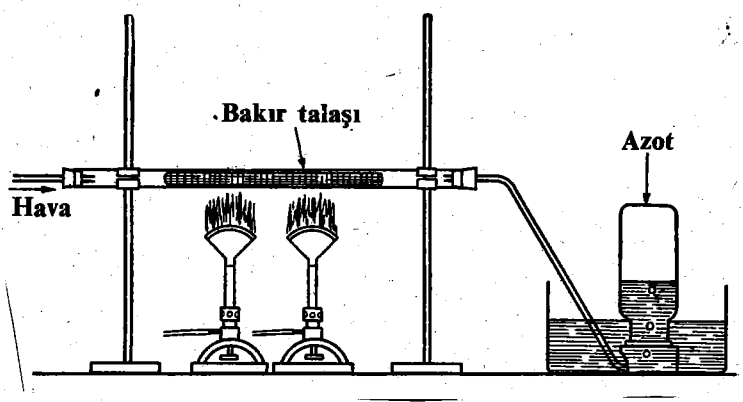
## AZOT

## ($N_2$)

### 12.6 BULUNUŞU

Oksijen ve hidrojen gibi, azot da protoplazmanın yapı taşıdır. Yeryüzünde, $NaNO_3$ (sodyum nitrat), $KNO_3$ (potasyum nitrat) gibi bile-

şikleri halinde bulunur. Taşkömüründe de azot bileşikleri vardır. Taşkömürünün kuru kuruya ısıtılmasından meydana gelen gaz içerisindeki amonyak da bir azot bileşiğidir. En önemli azot kaynağı, içerisinde yaşadığımız hava okyanusudur. Havanın, hacımca % 78,00, ağırlıkça da % 74,51 ini azot teşkil eder. Bitkiler azot gazından doğrudan doğruya yararlanamazlar. Azot ihtiyaçlarını ancak, topraktaki azot bileşiklerinden temin ederler. Bundan dolayı gelişmelerini sağlamak için, bitkiler zaman zaman azotlu gübrelerle gübrelenmelidir.



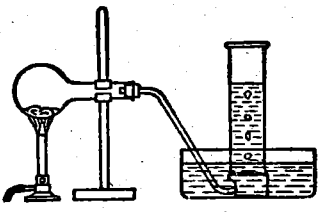

(Şekil : 75)
Havadan azot elde edilmesi.

### 12.7 ELDE EDİLİŞİ

1°. Hava konusunda gördüğümüz gibi, oksijenin azota göre kimyasal ilgisi daha fazladır. O halde, ateşe dayanıklı bir cam boru içerisine bir miktar bakır talaşı koyup, alttan kuvvetlice ısıtılırken, boru içerisinden hava geçirilirse, havanın oksijeni, kızgın bakır tarafından,

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

denklemi gereğince bakır oksit halinde tutulur (Şekil : 75).



(Şekil : 76)
Laboratuvarlarda amonyum nitritten azot elde edilmesi.

Azot, diğer tarafta su üstünde toplanır. Fakat, hava içerisinde bu iki gazdan başka, kimyasal ilgisi azottan daha az olan soygazlar ve aynı zamanda $CO_2$ v.b. gibi yabancı maddeler olduğundan, elde edilen azot, saf değildir.

2°. Laboratuvarda saf azot elde etmek için kullanılan en iyi metot şudur : (Şekil : 76) da gösterilen balon içinde $NH_4NO_2$ (amonyum nitrit) eriyiği ısıtılırsa ;

$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

denklemine göre bozunur ve saf azot gazı çıkar. Eğer $NH_4NO_2$ yoksa, $NaNO_2$ (sodyum nitrit) ile $NH_4Cl$ (amonyum klorür) eriyikleri beraberce ısıtılır ve iki bileşik $NH_4NO_2$ ödevini görür. Çünkü :

$$NH_4Cl + NaNO_2 \rightarrow NH_4NO_2 + NaCl$$

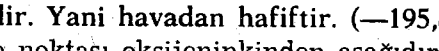
çift bozunma tepkimesine göre, $NH_4NO_2$ teşekkül eder. Aynı zamanda elde edilen azotun kuru olması istenirse, azot gazını sülfürik asitli yıkama şişesinden de geçirmek gerekir.

## 12.8 FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Fiziksel özellikleri :** Azot, renksiz, kokusuz, tatsız, suda gayet az eriyen (Oda sıcaklığında 100 hacim suda 1,5 hacim) bir gazdır. Havaya göre yoğunluğu 0,9655 dir. Yani havadan hafiftir. (—195,8°C) sıvılaşır. Görüldüğü gibi sıvılaşma noktası oksijeninkinden aşağıdır. Bundan dolayı sıvı havanın buharlaştırılmasında, önce azot buharlaşır. böylece saf olarak elde edilir. Azot, — 210°C de donar.

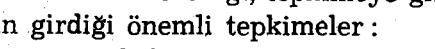
**Kimyasal özellikleri :** Azot gazı iki atomdan yapılmış bir moleküldür. Azot gazının kimyasal tepkimeye girebilmesi için molekülünü teşkil eden atomların birbirinden ayrılması gerekir. Azot atomları, molekül içerisinde birbirine çok sıkı bağlanmışlardır. Ayrılmaları için dışarıdan çok yüksek bir enerji «ısı» verilmelidir. Bundan dolayı azot, çok az sayıda tepkimeye girer. İşte en önemli özelliği, tepkimeye girme hususundaki bu tembelliğidir. Azotun girdiği önemli tepkimeler :

1. Lityum, magnezyum, kalsiyum ve alüminyum gibi metallerle yüksek sayılabilecek sıcaklıklarda nitrürleri yapar.



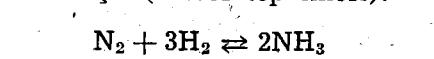
$$6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N \quad \text{(Lityum nitrür)}$$
$$3Mg + N_2 \rightarrow Mg_3N_2 \quad \text{(Magnezyum » )}$$
$$3Ca + N_2 \rightarrow Ca_3N_2 \quad \text{(Kalsiyum » )}$$
$$Al + N \rightarrow AlN \quad \text{(Alüminyum » )}$$

2. Hidrojenle katalizörlerin etkisi altında ve birtakım özel şartlarda amonyak teşkili ile birleşir (Haber tepkimesi).



$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

3. Çok yüksek sıcaklıkta, örneğin; elektriksel yay içerisinde oksijenle birleşerek, NO, azot monoksiti yapar (Norveç tepkimesi).



$$N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO$$

### 12.9 AZOTUN KULLANILIŞI

Azot monoksit, Haber tepkimesine göre amonyak, Norveç tepkimesine göre de nitrik asit elde etmek için kullanılan önemli bir gazdır. Azot; bu azot monoksitin elde edilmesinde kullanılır. Ayrıca, laboratuvarlarda yanma olayının olmaması istenilen tepkimeler, azot gazından ibaret bir ortam içinde yapılır. En önemli kullanış yeri, hava azotundan azotlu gübrelerin yapılmasıdır. Bilindiği gibi, bitkiler hava azotundan doğrudan doğruya yararlanamazlar. Bunun için, azotlu gübrelere çok ihtiyaçları vardır.

## AMONYAK

## ($NH_3$)

### 12.10 BULUNUŞU

Amonyak, azotun en önemli bileşiklerindendir. Doğal amonyak kaynağı taşkömürüdür. Bundan dolayı taşkömürünün kuru kuruya damıtılmasında bünyesindeki azot; kısmen azot gazı, kısmen de $NH_3$ haline geçer. Amonyak, suda eritilerek diğer gazlardan ayrılır. Bu eriyiğin ısıtılmasıyle tekrar gaz halinde çıkar. Protein maddelerini havi hayvansal dokular da, kuru kuruya veya alkaliler ile ısıtılırsa amonyak gazı verirler.

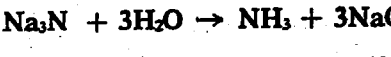
**DENEY : Bir deney tüp içerisine bir miktar kıl, boynuz... v.b. parçaları koyup, sönmüş kireç $Ca(OH)_2$ le karıştırıldıktan sonra, ısıtılacak olursa, keskin kokulu $NH_3$ gazı çıkar. Tüpün ağzına ıslak, kırmızı turnusol kâğıdı tutulursa mavileştiği görülür.**

**DENEY : İdrarda bol miktarda bulunan üre üzerine de bir miktar alkali eklenmesinden sonra tüp ısıtılırsa, yine amonyak gazının çıktığı görülür.**

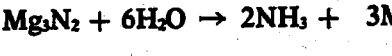
### 12.11 ELDE EDİLİŞİ

1°. Laboratuvar metotları :

a. Nitrürlerin su ile muamelesiyle : Sodyum nitrür ($Na_3N$) ve magnezyum nitrür ($Mg_3N_2$) su ile muamele edilirlerse, aşağıda denklemleri görülen tepkimeler gereğince $NH_3$ elde edilir.

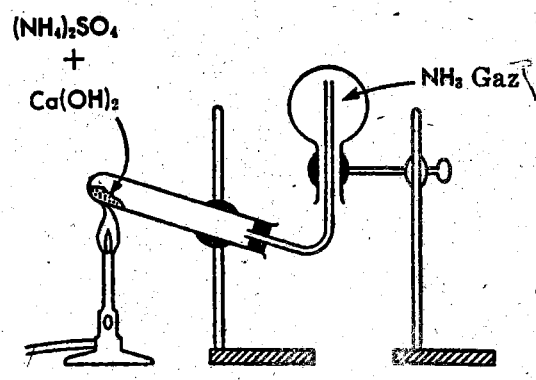


$$Na_3N + 3H_2O \rightarrow NH_3 + 3NaOH$$



$$Mg_3N_2 + 6H_2O \rightarrow 2NH_3 + 3Mg(OH)_2$$

$b_1$ (Şekil : 77) deki apareyde herhangi bir amonyum tuzu ile suda eriyebilen bir alkali karıştırılarak ısıtılır. Bu hususta en ucuz amonyum tuzu, amonyum sulfat ile en ucuz alkali olan sönmüş kireç kullanılır.




(Şekil : 77)
Laboratuvarda amonyak elde edilmesi.

Tepkimenin denklemi :

$(NH_4)_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_4OH + CaSO_4$ dır.

Meydana gelen amonyum hidroksit de sıcakta derhal

$NH_4OH \rightarrow NH_3 + H_2O$

amonyak vererek bozunur.

2°. Teknikte elde edilişi. *Haber* metodu :

Haber metoduyla amonyak sentezini anlayabilmek için daha önce, 1885 yılında Fransız Kimyacısı Henri Louis Le Chatelier'in bulduğu ve kendi adıyla bilinen etki - tepki (zıt etki) kanununu bilmek gerekir.

**Louis Le Chatelier kanunu :** Dengede bulunan herhangi bir sistemin, dışarıdan üzerine yapılan etkiler ile (basınç, sıcaklık, konsantrasyon, v.b) denge durumu bozulmak istenirse, sistem, dışarıdan yapılan bu etkiyi azaltacak yönde bir tepki (zıt etki) gösterir. Bu gerçek, Chatelier'in *etki - tepki prensibi ya da kanunu* olarak bilinir. Örneğin, bir bir sistem üzerine basınç yapılırsa, o sistem, kendiliğinden hacmını küçültecek yönde bir davranış göstererek, basıncın etkisini, bu tepki (zıt etki) ile azaltır.

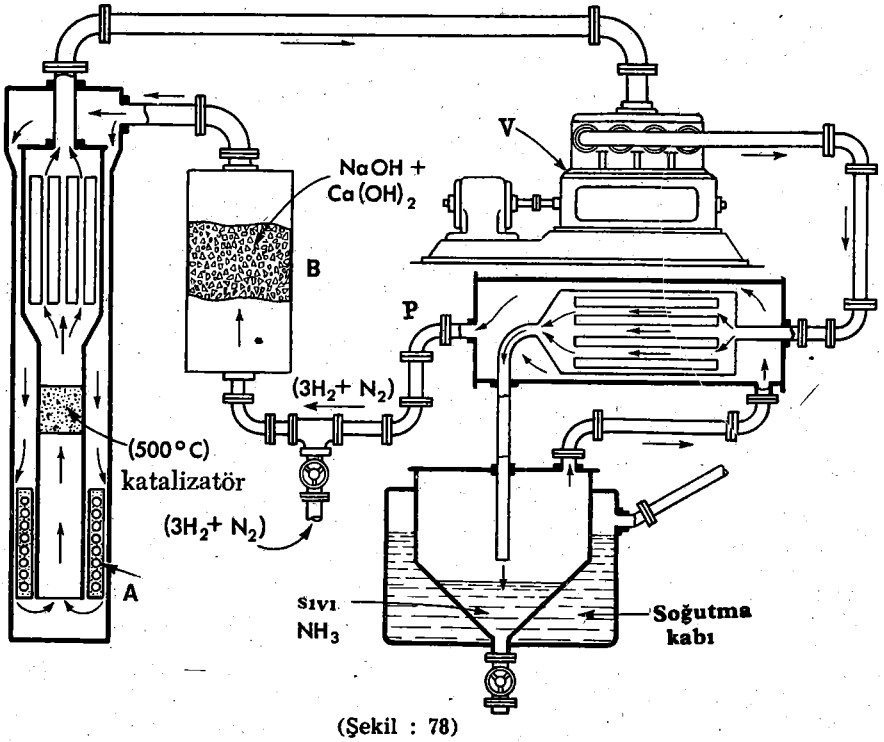
$$N_2 + 3H_2 \leftrightarrows 2NH_3 \qquad \Delta H = -11{,}04 \ \frac{K.kal}{mol.}$$

Amonyak sentezine ait bu iki yönlü denklem görüldüğü gibi, ekzotermdir. Bu itibarla, amonyak elde edilmesi için, dışarıdan ısı verilmesi gerekli değildir. Fakat, düşük sıcaklıklarda da tepkimenin $NH_3$ tarafına olan hızı çok azdır. Amonyağın elde edilmesini sonsuz zaman beklemek gerekir. Amonyak yönüne hızı artırmak için, sıcaklık yükseltilmelidir. Sıcaklık yükselince de bu defa tepkimenin hızı, ters tarafa doğru daha çok artar, yani fazlaca $NH_3$ teşekkül etse bile, bu teşekkül eden $NH_3$ elementlerine ayrılır. Tepkimenin $NH_3$ tarafına hızını artırmak için, uygun sıcaklıkda katalizör kullanılır. Haber, azot ve hidrojen karışımını 500°C de demir katalizör üzerinden geçirdi ve % 0,13 oranında $NH_3$ elde etti.

Miktar çok az olduğu için, ticarî bakımdan önemli değildir. Bu miktarı çoğaltmak için, Alman kimyacısı Fritz Haber (1868 - 1934) daha sonra şöyle düşündü :

$$N_2 + 3H_2 \leftrightarrows 2NH_3$$

denkleminde bir tarafta dört hacım azot ve hidrojen karışımı, diğer ta-




(Şekil : 78)
Amonyak sentezi (Haber sentezi)

A : Katalizörlerin bulunduğu tepkime odası. B : Kurutma kulesi. V : Devamlı olarak gaz devrini sağlayan pompalama merkezi. P : $NH_3$ haline dönüşmemiş olan ($N_2 + H_2$) karışımını tekrar tepkime odasına götüren borular.

rafta iki hacım $NH_3$ gazı vardır. Yani amonyağın teşekkülünde bir hacım (molekül) azalması vardır.

Le Chatelierin etki-tepki prensibine göre, bir sistem üzerine bir etki yapılırsa, o sistem, bu etkiyi ortadan kaldıracak ya da azaltacak yönde bir tepki yapar. Buna göre, bir gaz karışımı üzerine de basınç yapılırsa, gaz karışımı, yapılan bu etkiyi ortadan kaldıracak ya da azaltacak şekilde tepki yapar. Yani, ortamdaki molekül sayısını azaltacak yönde bir

tepkimeye girmek ister. Amonyak sentezinde de azot ve hidrojen gazlarının karışımına basınç yapıldığı takdirde sistem bu etkiyi ortadan kaldırabilecek ya da hiç olmazsa azaltabilecek yönde bir tepki yapar. Bu da ancak sistemdeki molekül sayısını azaltacak bir tepkimeyle mümkün olur. Mademki amonyak'ın teşekkülü yönünde bir molekül azalması vardır; o halde, tepkime, haliyle $NH_3$ ün teşekkülü yönünde hızlanacak ve ortamdaki amonyak miktarı artacaktır.

Bu düşünce üzerine Haber denemelere girişti ve sonuçta, katalizörlerin etkisi altında 500°C de 200 At. lik basınç altında % 17 oranında $NH_3$ elde etti.

(Şekil : 78), Haber metodu ile $NH_3$ elde edilişini şematik olarak göstermektedir. Bu metodun üstünlüğü şekilde de görüldüğü gibi % 17 nin gerisinde kalan % 83 lük azot ve hidrojen karışımının devri dâim yapması ziyan olmamasıdır. Haber metodu için lâzım olan gazlardan azot, havanın sıvılaştırılması ile, hidrojen de özel elde etme metotlarından biriyle elde edilir. Fakat, teknikte Vilt (Wild) metodu denilen bir metotla, azot ve hidrojen gazları birlikte elde edilir. Bunun nasıl yapıldığını anlayabilmek için *Su gazı* ile *Jeneratör gazı* gibi teknik yakacak gazlarını bilmek gerekir.

**Su gazı :** Kok kömürü üzerinden 1500°C nin üstündeki sıcaklıkda su buharı geçirilir.

$$C + H_2O \xrightarrow{1500°C} \underbrace{CO + H_2}_{\text{Su gazı}}$$

Denklemine göre su gazı meydana gelir.

**Jeneratör gazı :** Kızgın kok kömürü üzerinden, hava karışımı geçirilirse :

$$2C + \underbrace{4N_2 + O_2}_{\text{Hava}} \longrightarrow \underbrace{2CO + 4N_2}_{\text{Jeneratör gazı}}$$

denklemine göre jeneratör gazı elde edilir.

**Wild metodu :** Su gazı, jeneratör gazı beraberce aşağıdaki gibi 3/5 oranında karıştırılır :

| | | |
|---|---|---|
| (2 + 4 = 6 hacım) | $2CO + 4N_2$ | J. gazı |
| (5 + 5 = 10 hacım) | $5CO + 5H_2$ | Su gazı |
| | $7CO + 4N_2 + 5H_2$ | |

Elde edilen bu karışım üzerine, yedi hacım $H_2O$ buharı katılarak 400° - 500°C de $Fe_2O_3$ den ibaret katalizör üzerinden geçirilir.

$$7CO + 7H_2O \rightarrow 7CO_2 + 7H_2$$

denklemi gereğince gaz ortamdaki CO, $CO_2$'e dönüşür ve gaz karışımı hidrojence de zenginleşir.

$$(7CO_2 + 2N_2 + 12H_2) \quad \text{olur.}$$

Bu gaz karışımı da basınç altında sudan geçirilir. $CO_2$ su tarafından eritilerek tutulur ve geride Haber sentezi için lâzım olan 4 $(N_2 + 3H_2)$ den ibaret azot ve hidrojen karışımı elde edilmiş olur.

Amonyak, teknikte daha başka metotlarla da elde edilir. Fakat, en önemlisi yukarıda açıklanan Haber metodudur.

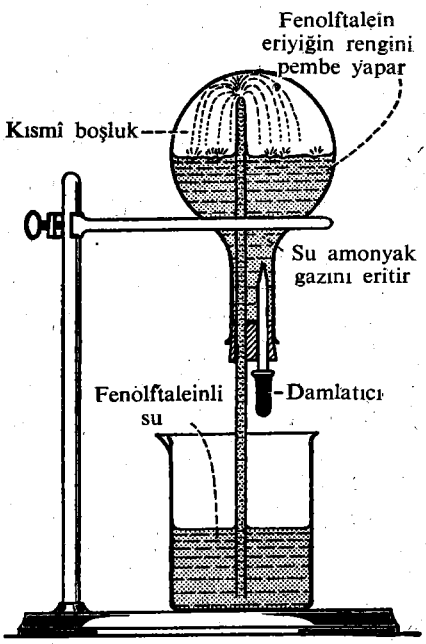
### 12.12 FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Renksiz, fakat kendisinin çok karakteristik kokusu ile belli olan bir gazdır. Havaya göre yoğunluğu 17/29 dur, suda çok erir (20°C de bir hacım suda 700 hacım). Kritik sıcaklığı yüksektir (133°C). Bu nedenle, ayrıca soğutulmasına lüzum kalmaksızın üzerine basınç yapılırsa, sıvılaştırılabilir. —33,4°C de kaynar ve —78°C de donar.

Amonyağın suda çok eridiği aşağıdaki deneyle gösterilebilir.

**DENEY : (Şekil : 79) daki düzen hazırlanır. $NH_3$ gazı ile doldurulmuş bir balonun ağzına, ince cam boru takılmış bir mantar sıkıca kapatılır. Bu şekilde balon baş aşağı çevrilir ve cam boru, içerisinde fenolftaleinli su bulunan bir kaba batırılır. Bir süre sonra su, cam boru içinde yükselir ve sonunda cam borudan, balon içerisine püskürerek dağılır. Bu takdirde balon içinde biriken eriyiğin rengi pembeye döner. Pembe renk, aşağıdaki denkleme göre ;**

$$NH_3 + HOH \rightarrow NH_4OH$$




**(Şekil : 79)**
**Amonyak suda çok erir. Şekilde görülen damlalık yardımıyle balona bir, iki damla su sıkılır. Sıkılan suda amonyağın bir kısmı erir. Böylece balonda kısmî bir boşluk meydana gelir ve beherdeki su hızla balona püskürür. Şekil : 67 de verilen deneyle karşılaştırınız.**

Amonyum hidroksitteki, $(OH)^-$ hidroksit iyonunun baz etkisinden ileri gelir. Pozitif değerli olan $NH_4^+$ amonyum kökü de, tamamen alkali metal iyonlarının özelliklerini gösterir ve «amonyum tuzlarını» yapar.

## 12.13 AMONYUM TUZLARI

İki şekilde meydana gelir:

1°. **Amonyum hidroksitin asitlerle karıştırılması ile:** Tepkimenin denklemleri aşağıdadır:

$$NH_4OH + HNO_3 \rightarrow \underbrace{NH_4NO_3}_{\text{Amonyum nitrat}} + H_2O$$

$$NH_4OH + HCl \rightarrow \underbrace{NH_4Cl}_{\text{Amonyum klorür}} + H_2O$$

2°. **$NH_3$ gazının doğrudan doğruya asitlerle muamelesiyle:** $NH_3$ gazı, herhangi bir asitle tepkimeye girdiği zaman önce asidin bir hidrojen iyonunu kendisine çekerek, + 1 değerli amonyum kökünü yapar. Bu da asitten geriye kalan asit kökünü alarak amonyum tuzlarını meydana getirir (Anhidro baz. Sahife 129).

Örnekler:

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$
$$NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow NH_4HSO_4$$
$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 \quad \text{gibi.}$$

**DENEY: Amonyakla ıslatılmış bir pamuk parçası, HCl asiti ile ıslatılmış ikinci bir pamuk parçası ile yan yana getirilirse derhal kalın, beyaz dumanlar halinde ($NH_4Cl$) nişadırı yaparlar.**

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

Amonyum tuzları arasında en önemlileri halk arasında nişadır denilen amonyum klorür ile gübre olarak kullanılan amonyum sulfattır. Bu tuz son zamanlarda $CaSO_4$ (alçı) dan yapılmış bir süspansiyon içinden $CO_2$ ve $NH_3$ gazlarını geçirmekle elde edilir.

$$2NH_3 + CO_2 + H_2O + CaSO_4 \rightarrow CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4$$

denkleminde görüldüğü gibi, $CaCO_3$ dibe çöker ve eriyikte $(NH_4)_2SO_4$ vardır. Amonyum sulfat süzülerek $CaCO_3$ den ayrılır. Eriyiğin buharlaştırılması ile katı halde toplanır.

Amonyak, oksijen içerisinde yanar.

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

Bu takdirde, azot monoksit gazı oluşur. Bu da nitrik asit elde edilmesinde, başlangıç maddesidir.

### 12.14 KULLANILMASI

Amanyağın büyük bir kısmı, endüstride $(NH_4)_2SO_4$ (amonyum sulfat) ve $Ca(NH_4)_4(PO_4)_2$ (kalsiyum amonyum fosfat) halinde gübre olarak kullanılır. Diğer önemli amonyum tuzlarının (örneğin, löklanşe pillerinde ve kalaycılıkta eritken olarak kullanılan amonyum klorür v.b.) elde edilmesinde kullanılır. Ayrıca, amonyağın sudaki seyreltik eriyiği iyi bir temizleyicidir.

$NH_3$ Solvey metoduna göre (Lise, Kimya II soda, ayrıca; nitrik asit elde edilmesinde, (bk. sahife: 187) ve aynı zamanda yapay buz yapmakta kullanılır.

Bütün amonyum tuzları, uçucu olmayan bazlarla karıştırılıp ısıtılırsa, amonyak elde edilir (Amonyum tuzlarını tanıma tepkimesi). Bu usul ekseriya laboratuvarlarda küçük ölçüde $NH_3$ elde etmede de kullanılır, (Sahife : 176.)

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$$
$$NH_4NO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + NH_3 + H_2O \text{ gibi}$$

## BÖLÜM XII

### ALIŞTIRMA VE İNCELEME SORULARI

1 — Sıvı hava, Devar kaplarında saklanır. Niçin?

2 — Üç değişik şekilde havanın bir gaz karışımı olduğunu açıklayınız.

3 — Mademki solunumla havaya karbon dioksit veririz, o halde, havadaki karbon dioksit oranının zamanla artması gerekir. Halbuki, havadaki karbon dioksit oranı sabittir. Sebebini açıklayınız.

4 — Argon gazı, havadan ilk defa hangi bilgin tarafından ve nasıl elde edilmiştir?

5 — Neon'un atom modelini çizerek, model üzerinden neon'un reaksiyona girmeme sebebini açıklayınız.

6 — Laboratuvarda elde edilen saf azot su üstünde toplanır. Niçin?

7 — Azot gazının girdiği reaksiyonlar sınırlıdır. Bunun sebebini izaha çalışınız.

8 — Azotun girdiği önemli reaksiyonların denklemlerini yazınız.

9 — Laboratuvarda küçük ölçüde amonyak nasıl elde edilir? Açıklayınız.

10 — Haber metoduyla amonyak sentezinin önemli taraflarını belirtiniz.

## PROBLEMLER

1 — 125 gr. amonyum sulfattan kaç gram amonyak elde edilebilir? Bunun için kaç gram sönmüş kirece ihtiyaç vardır? Hesaplayınız.

Cevap : 32,2 gr. amonyak

2 — 98 gr. sülfürik asit tarafından nötrleştirilen amonyum hidroksitten, kaç gram amonyum sulfat elde edilir?

Cevap : 132 gr.

3 — N.Ş.A. 44,8 litre azot gazı elde etmek için kaç gram amonyum nitrit ısıtılmalıdır?

Cevap : 128 gr.

4 — Norveç reaksiyonuna göre, bir ton havadan, kaç gram azot monoksit elde edilebilir?

Yol gösterme : 1 ton havadaki oksijen, 1 ton havadaki bütün azot'u tepkimeye sokamaz, Problem oksijen üzerinden çözülmelidir.

Cevap : 435 gr.

5 — N.Ş.A. 22,3 litre azot gazı Haber metoduna göre amonyak haline getiriliyor. Bu sentezde sarfedilen hidrojenin N.Ş.A. daki hacmi kaç litredir? Hesaplayınız.

Cevap : 67,2 lt.

BÖLÜM 13

# AZOT OKSİTLERİ VE NİTRİK ASİT
## (Önemli Nitratlar, Azotun Saptanması)

### 13.1 AZOTUN OKSİTLERİ

Azot, oksijenle birleşerek, beş çeşitli oksit yapar:

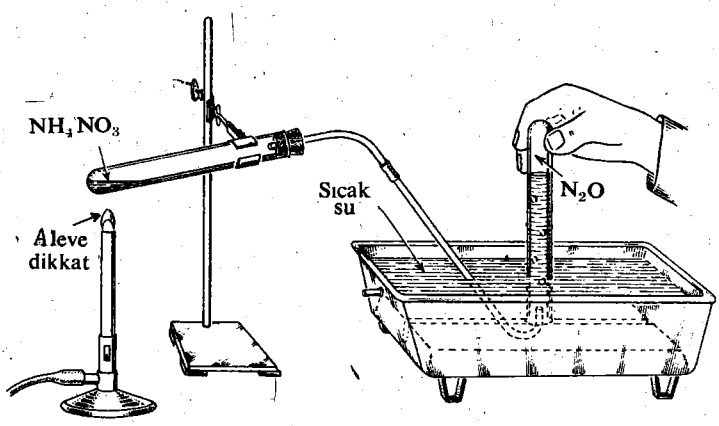
| OKSİTLERİN ADI | FORMÜLÜ | RENGİ | SU ÜZERİNE ETKİSİ |
|---|---|---|---|
| Azot oksidül | $N_2O$ | Renksiz gaz | Çok az erir. |
| Azot monoksit | $NO$ | » » | Az erir. |
| Azot dioksit | $N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$ | Kahve Re. » | $HNO_3 + NO$ verir. |
| Azot trioksit | $N_2O_3$ | Mavi Re. » | $HNO_2$ (nitrit asit) teş. |
| Azot pentaoksit | $N_2O_5$ | Beyaz, katı | $HNO_3$ teşkil eder. |

**1°. Azot Oksidül ($N_2O$):** Renksiz, hafif kokulu, havadan 1,5 defa ağır, kaynama noktası (k.n. —89,8°C) olan bir gazdır. Amonyum nitratın hafifçe ısıtılması ile elde edilir (Şekil : 80).

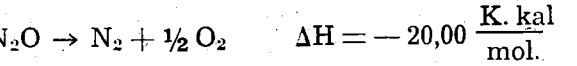


$$NH_4NO_3 \rightarrow 2H_2O + N_2O$$

ısıtmayı hiç bir zaman sürekli yapmamalı ve aynı zamanda sıcaklık 170°C yi geçmemelidir. Aksi takdirde elde edilen $N_2O$ :



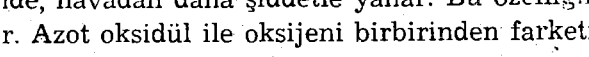

(Şekil : 80)
Azot oksidül'ün elde edilişi. Deney tüpe konan $NH_4NO_3$ hafifçe ısıtılır. Elde edilen $N_2O$ sıcak su üstünde toplanır. Isıtma işi bir alışkanlık işidir. Fazla ısıtılırsa, $N_2O$ şiddetle patlar. Bu bakımdan deney çok dikkatli yapılmalıdır.



$$N_2O \rightarrow N_2 + \frac{1}{2} O_2 \qquad \Delta H = -20{,}00 \frac{K.kal}{mol.}$$

denklemine göre patlayarak azot ve oksijen gazlarına ayrılır. Bu bakımdan deneyi yaparken dikkatli olmak gerekir. Ucu kıvılcımlı bir çöp, azot oksidül içerisinde, havadan daha şiddetle yanar. Bu özelliğinde, tamamen oksijene benzer. Azot oksidül ile oksijeni birbirinden farketmek için, aşağıdaki deney yapılır.

**DENEY: Birinde azot oksidül, diğerinde azot monoksit dolu 2 şişe, birbiri üzerine kapatılırsa, hiç bir renk değişimi görülmez. Halbuki, azot monoksit dolu şişe üzerine, oksijen dolu ikinci bir şişe kapatılırsa,**



$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

**denklemine göre, azot dioksit meydana gelir. Ortam azot dioksitten dolayı kahverengi olur.**

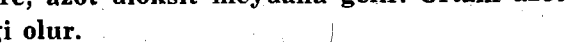
Azot oksidüldeki azotlardan biri $-3$, diğeri $+5$ değerlidir.

Azot oksidül, solunursa, önce insan üzerinde hoşa giden ve güldürücü bir etki yapar. Bunun için, kendisine güldürücü gaz da denir. Solunum daha şiddetli olursa insan bayılır. Bu özelliğinden dolayı, önceleri tıpta bayıltıcı olarak kullanılırdı.

**2°. Azot monoksit (NO):** Azot ile oksijen beraberce elektrik yayında 3000°C ye kadar ısıtıldıkları vakit, bir miktar teşekkül eder (Norveç reaksiyonu). Kendi kendine renksizdir. Oksijenle birleşerek, kahverenginde azot dioksit meydana getirir, suda az erir.

Azot monoksiti laboratuvarda elde etmek için, seyreltik nitrik asit bakır talaşları ile indirgenir.

**DENEY: Bir deney tüp içerisine ya da bir balona bakır talaşları koyduktan sonra, seyreltik $HNO_3$ katılarak ısıtılırsa (Şekil: 81),**

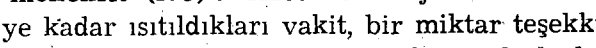


$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

**(denklemdeki değerlik değişmesini düşününüz.)**

Denklemine göre, NO gazı meydana gelir. Tüpün ağız tarafında hava oksijeni ile birleşerek kahverengi $NO_2$ yi yapar.

**3°. Azot dioksit ($NO_2$):** Kahverengi (kırmızıya yakın), çok zehirli bir gazdır. Suda erir,



$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

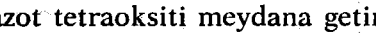
denklemine göre, nitrik asit meydana gelir. Aynı zamanda bk. sh. 187.

Azot dioksit sıcaklığa bağlı olmak üzere :

$$2NO_2 \leftrightarrows N_2O_4$$

denklemine göre, azot tetraoksiti meydana getirir. Sıcaklık ne kadar düşükse, dengede o kadar çok $N_2O_4$ vardır. — 10°C de tamamen $N_2O_4$ olur. Azot tetraoksit renksiz kristallerden ibaret katı bir maddedir.

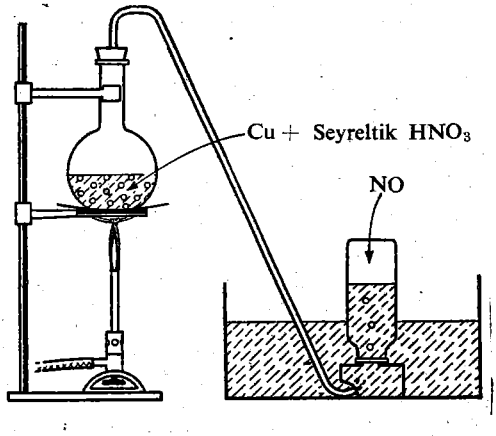
Azot dioksit gazını laboratuvarda elde etmek için kurşun nitrat kuru kuruya ısıtılırsa,



$$Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbO + 2NO_2 + \frac{1}{2} O_2$$

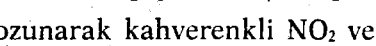
yukarıdaki denkleme göre, $NO_2$ elde edilir. Ayrıca, şekil : 81 deki balonda bakır üzerine, bu defa derişik $HNO_3$ etki ettirilirse, NO yerine $NO_2$ meydana gelir.

$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$




(Şekil : 81)
Azot monoksitin ve azot dioksitin elde edilişi
Bakır talaşları üzerine seyreltik $HNO_3$ kattıktan sonra ısıtılırsa NO meydana gelir ve su üstünde toplanır. Kullanılan asit derişik olursa, NO yerine kahverenkli azot dioksit ($NO_2$) meydana gelir.

**4°. Azot trioksit ($N_2O_3$)** : —20°C nin altında güzel koyu mavi renkli bir sıvıdır. Sıcaklık yükseldiği takdirde :

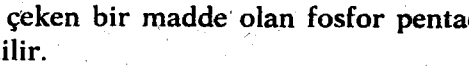


$$N_2O_3 \rightarrow NO + NO_2$$

denklemine göre bozunarak kahverenkli $NO_2$ ve NO dan ibaret gaz karışımı haline geçer, rengin sebebi azot dioksittir. O halde, elde etmek için de NO ile $NO_2$ karışımını —20°C ye kadar soğutmalıdır. $N_2O_3$, suda eriyerek nitrit asiti meydana getirir :

$$N_2O_3 + H_2O \rightarrow 2HNO_2$$

5°. **Azot pentaoksit ($N_2O_5$) :** Kaynama noktası. 45°C, ergime noktası. 30°C olan beyaz kristallerden ibaret katı bir maddedir. Suda bol miktarda eriyerek nitrik asidi meydana getirir.



$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$$

Bu bakımdan, azot pentaoksite susuz nitrik asit veya nitrik asidin anhidriti de denir. Azot pentaoksit, laboratuvarda derişik nitrik asidin, çok kuvvetli su çeken bir madde olan fosfor pentaoksit ($P_2O_5$) ile suyu alınarak elde edilir.

$$2HNO_3 + P_2O_5 \rightarrow 2HPO_3 + N_2O_5$$

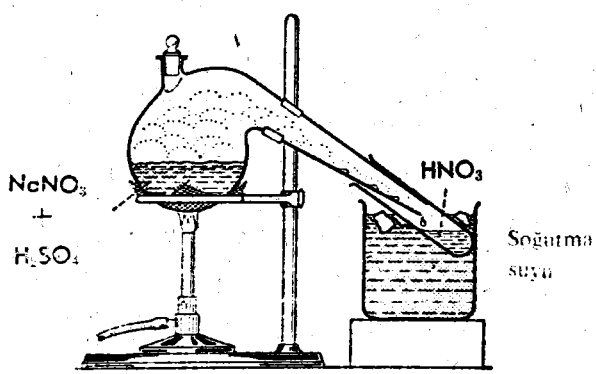
**DENEY : İçerisinde bir miktar nitrik asit bulunan karni, dıştan iyice soğutulur, üzerine uygun miktarda parçalar halinde fosfor pentaoksit eklenir. Sonra karışım hafifçe ısıtılırsa, teşekkül eden azot pentaoksit buharlaşır, buharlaşan azot pentaoksit, dıştan soğutulmuş ikinci bir kapta, beyaz kristaller halinde toplanır.**

## NİTRİK ASİT
## ($HNO_3$)

### 13.2 ELDE EDİLİŞİ

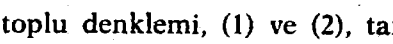
Nitrik asit uçucu bir asittir. Elde etmek için, tuzları olan nitratların, kendisinden daha az uçucu olan bir asitle muamele edilmesi gerekir. Bu hususta en uygun nitrat, Şili güherçilesi denilen maddenin % 75 ini teşkil eden sodyum nitrat ($NaNO_3$), asitte sülfürik asittir.

(Şekil : 82) deki aygıt hazırlanır. Karni içersine önce $NaNO_3$ konur. Üzerine $H_2SO_4$ ilâve edilerek hafifçe ısıtılır. Çıkan $HNO_3$ buharları dıştan soğutulan kapta yoğunlaştırılır. Tepkimenin denklemi :




(Şekil : 82)
Laboratuvarda nitrik asidin elde edilmesi.

Soğukta : (1)

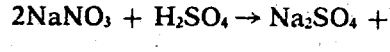


$$H_2SO_4 + NaNO_3 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

Sıcakta : (2)

$$NaHSO_4 + NaNO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + HNO_3 \text{ dır.}$$

Tepkimenin toplu denklemi, (1) ve (2), taraf tarafa toplanarak bulunur.



$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HNO_3$$

Bu usul ile sanayide de nitrik asit elde edilir.

### 13.3 NİTRİK ASİDİN ELEMENTLERİNDEN SENTEZİ

Bilinen iki yol vardır :

1°. **Havadan nitrik asit elde edilmesi** : Azot ve oksijen gazları 3000°C de birleşerek :

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO \qquad \Delta H = -21{,}60 \text{ K.kal/mol.}$$

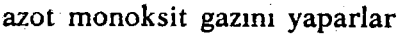
denklemine göre azot monoksit gazını yaparlar (Norveç reaksiyonu). İstenilen yüksek sıcaklık, elektrik yayı yardımıyle elde edilir. Elde edilen NO, hava temasında su ile muamele edilirse, nitrik asit oluşur.

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

Bu metot, çok fazla elektrik enerjisi harcandığından, daha çok, elektrik enerjisi ucuz olan ülkelerde, örneğin Norveç'te gelişmiştir.

2°. **Amonyaktan nitrik asit elde edilmesi** : Amonyak platin tozunun katalitik etkisi altında, 750°C de hava ile yakılır.

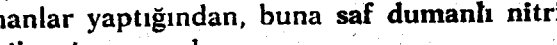


$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

Elde edilen NO, yukarıdaki usulde anlatıldığı şekilde, nitrik aside dönüştürülür. Amonyaktan bu şekilde nitrik asit ilk defa **Ostwald** tarafından elde edildiğinden, bu metoda **Ostwald metodu** denir.

## 13.4 NİTRİK ASİDİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

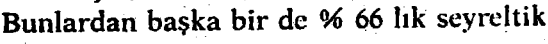
**Fiziksel özellikleri :** Saf nitrik asit renksiz, keskin kokulu bir sıvıdır. Sudan 1,5 defa ağırdır. Ve su ile her oranda karışabilir. —47°C de donar, 86°C de kaynar, % 100 lük nitrik asite (mutlak nitrik asit) denir. Fakat, ticarette bulunan en derişik nitrik asit % 98,5 luktur. Bu asit havada beyaz dumanlar yaptığından, buna **saf dumanlı nitrik asit** denir. Saf dumanlı nitrik asit, zamanla,



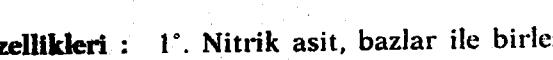
$$2HNO_3 \rightarrow 2NO_2 + \frac{1}{2} O_2 + H_2O$$

denklemine göre bozunur. Bozunma sonucu meydana gelen $NO_2$; asit içinde bir miktar eridiğinden, bu asit hem kırmızı renklidir, hem de kırmızı duman yapar. Bunun için, bu asite **kırmızı dumanlı nitrik asit** denir. % 80 - 90 lıktır. Bunlardan başka bir de % 66 lık seyreltik nitrik asit vardır.

**Kimyasal özellikleri :** 1°. Nitrik asit, bazlar ile birleşerek tuzlarını yapar. Yan ürün olarak da su meydana gelir.



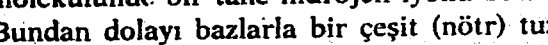
$$HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$$



$$2HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2H_2O \text{ gibi.}$$

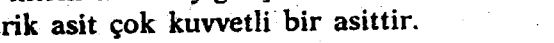
2°. $HNO_3$ molekülünde bir tane hidrojen iyonu bulunduğundan, bir değerli asittir. Bundan dolayı bazlarla bir çeşit (nötr) tuz yapabilir. Bu hidrojen iyonu nitrik asit eriyiği içerisinde daima iyonlaşmış durumda olduğundan nitrik asit çok kuvvetli bir asittir.

3°. **Yükseltgen etkisi :** Nitrik asit, asit özelliğinden başka kuvvetli yükseltgen (oksitleyici) özelliği de gösterir. Örneğin; asit olarak etki edemediği metaller üzerine yükseltgen olarak etki eder. Bakır talaşları üzerine seyreltik nitrik asit dökülürse, soğukta bile bakır üzerine yükseltgen olarak etki ederek, bakır oksit yapar ve bir taraftan da NO çıkar (bk. sh. 185).



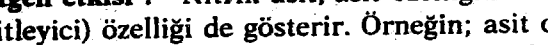
(1) $$3Cu + 2HNO_3 \rightarrow 3CuO + H_2O + 2NO$$

Teşekkül eden CuO da ortamdaki fazla nitrik asit ile bakır nitratı yapar.



(2) $$3CuO + 6HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 3H_2O$$

(1) ve (2) denklemleri, taraf tarafa toplanırsa, tepkimenin genel denklemi :

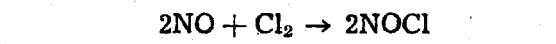


$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

şeklinde bulunur. Kullanılan nitrik asit, derişik olursa bozunmasında NO

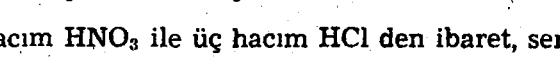
yerine $NO_2$ meydana gelir. Nitrik asit, bu özelliğinden dolayı altın (Au), platin (Pt) hariç, bütün metaller üzerine etki eder.

4°. Hidroklorik asit üzerine, yükseltgen etkisini göstererek bu asidi serbest klor ve suya ayırır. Tepkime sonunda;



$$2HNO_3 + 6HCl \rightarrow 4H_2O + 2NO + 3Cl_2$$

meydana gelir. Serbest klor da NO ile,



$$2NO + Cl_2 \rightarrow 2NOCl$$

*«nitrosil klorür»* teşkili ile birleşir.

İşte bir hacım $HNO_3$ ile üç hacım HCl den ibaret, serbest klor ve nitrosil klorür ihtiva eden eriyiğe *altın suyu* denir. Altın suyu, altın ve platine etki ederek ($AuCl_3$) altın-3-klorür ve ($PtCl_4$) platin-4-klorürden ibaret bileşikleri yapar.

5°. Yanmakta olan bir çubuk kaynayan nitrik asit buharları üzerine tutulursa, daha şiddetle ve alevle yanar. Sebebi nedir? Nitrik asit lastik üzerine etki eder. Onun için, nitrik asitle deney yaparken lastik tıpa kullanılmamalıdır. Deri üzerine sulu nitrik asit bile şiddetle etki eder.

### 13.5 KULLANILMASI

Geniş ölçüde nitratlar halinde gübre olarak kullanılır. $NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$ v.b. Aynı zamanda patlayıcı madde yapmak için de çok kullanılır. Pamuk (selüloz) derişik nitrik asitle muamele edilirse, patlayıcı madde olan *pamuk barutu* meydana gelir.

Aynı zamanda gliserin ile derişik nitrik asit birleştirilirse olağanüstü patlayıcı bir madde olan *trinitro gliserin* meydana gelir.

Trinitro gliserin, bileşimi $SiO_2$ (silisyum dioksit) den ibaret kizelgur (kieselgur) adı verilen gözenekli bir maddeye emdirilerek dinamit yapılır. Bundan başka, nitrik asit birçok boyaların, filmlerin yapılmasında kullanılır.

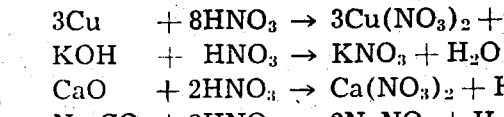
### 13.6 ÖNEMLİ NİTRATLAR

Bunlar, nitrik asidin asit hidrojeni yerine metallerin geçmesiyle meydana gelen bileşiklerdir.

| | | |
|---|---|---|
| $KNO_3$ | (Potasyum nitrat) | |
| $NaNO_3$ | (Sodyum » ) | |
| $AgNO_3$ | (Gümüş » ) | gibi. |

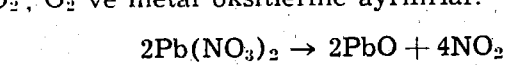
Nitratlar; metaller, metal oksitleri, hidroksitleri ve karbonatları üzerine nitrik asidin etkisi ile meydana gelir.

Örnekler:



$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$
$$KOH + HNO_3 \rightarrow KNO_3 + H_2O$$
$$CaO + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$$
$$Na_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow 2NaNO_3 + H_2O + CO_2$$

Nitratların hepsi suda kolaylıkla erirler, ekseri nitratlar ısıtıldıkları vakit, $NO_2$, $O_2$ ve metal oksitlerine ayrılırlar.

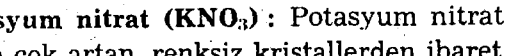


$$2Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2PbO + 4NO_2 + O_2 \quad \text{gibi.}$$

Nitratlar arasında en önemlisi $NaNO_3$ ile $KNO_3$ dır.

**Sodyum nitrat ($NaNO_3$):** Renksiz kristallerden ibarettir. Havadan nem çekerek sulanır, suda çok kolay erir. Bu erirlik sıcaklıkla artar. Tabiatta çok bulunur. Özellikle etrafı dağlarla çevrilmiş Şili çöllerinde, *Şili güherçilesi* dediğimiz, % 75 i $NaNO_3$ dan ibaret bir karışım halinde bulunur, buradan saf olarak elde edilir. $NaNO_3$, ekseriya nitrik asit elde etmek için, aynı zamanda yapay gübre olarak çok kullanılır.

**Potasyum nitrat ($KNO_3$):** Potasyum nitrat da su da eriyen, erirliği sıcaklıkla çok artan, renksiz kristallerden ibaret bir maddedir. Az miktarda diğer bazı metal nitratları ile karışmış halde Hindistan'da çok bulunur. Bunun için bu karışıma, *Hint güherçilesi* denir. Bu güherçile cinsine memleketimizde Konya, Kayseri ve Yozgat bölgelerinde rastlanır. $NaNO_3$ gibi, nitrik asit elde edilmesinde, patlayıcı madde yapmakta ve gübre olarak kullanılır. $KNO_3$, aynı zamanda havadan nem kaparak ıslanmadığı için, kara barut yapmakta da çok kullanılır. 19 uncu yüzyılda bu amaçla, $KNO_3$, $NaNO_3$ dan:



$$KCl + NaNO_3 \rightarrow KNO_3 + NaCl$$

denklemince çift bozunma tepkimesine göre elde edilirdi.

($NaNO_3$ ve KCl) den ibaret iki tuz eriyiği karıştırılarak kaynatılırsa, denklemde görülen tuzlardan sıcak suda en az eriyeni NaCl olduğundan, NaCl, eriyik sıcakken, katı halde dibe çöker. Süzülerek ortamdan ayrılır. Sıcak eriyikte (süzüntüde) de erimiş olarak $KNO_3$ vardır. Bu eriyik de soğutulunca, $KNO_3$ kristalleşir (Ay. Bk. erirlik Bölüm 5).

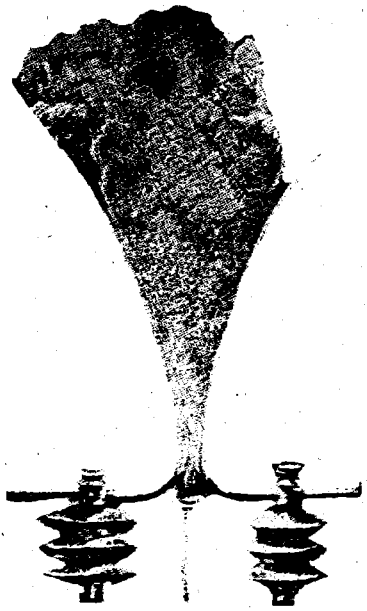
**Kara barut:** Toz halindeki $KNO_3$, kükürt ve odun kömürü karışımından ibarettir. Kara barut bugün sadece, avcılıkta ve bayram geceleri atılan maytapların yapılmasında kullanılmaktadır.

$$\underset{\text{Kara barut}}{2KNO_3 + S + 3C} \rightarrow \underset{\text{Yanma ürünleri}}{K_2S + 3CO_2 + N_2}$$

**DENEY : İyice toz haline getirilmiş, ağırlık bakımından 7 kısım $KNO_3$, bir kısım kükürt ve 1,5 kısım kömürle karıştırılır; karışım üzerine alev yaklaştırıldığı zaman şiddetle patladığı görülür. Çünkü, bu karışım, kara baruttur. Deney tehlikelidir. Dikkatli olmak gerekir.**

### 13.7 AZOTUN TESBİTİ (SAPTANMASI) VE AZOT DEVRİ

Bitkiler, havada serbest halde bulunan azottan yararlanamazlar. An-



(Şekil : 83)
Sanayide; hava azotu ile oksijeni elektrik yayında (arkında) birleştirilerek «$NO_2$» yapılır. «$NO_2$» dan da nitratlar sentez edilir.

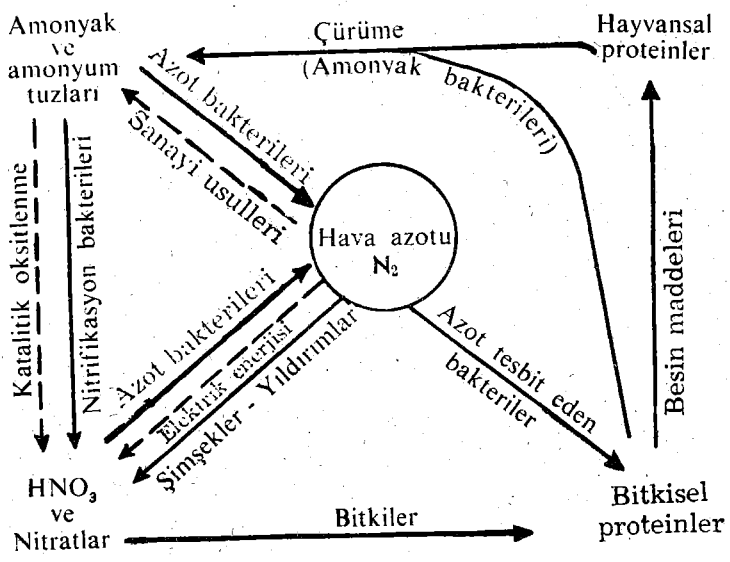
(Şekil : 84)
Tabiatta, atmosferde nitratların teşekkülü

cak toprakta bulunan $KNO_3$, $NaNO_3$, $Mg(NO_3)_2$ gibi bileşiklerin azotundan yararlanabilirler. Topraktaki bu bileşikler şu şekilde meydana gelmiştir. Şimşek ve yıldırım gibi elektriksel boşalmalar anında (Şekil : 83-84), meydana gelen yüksek enerjiden dolayı hava azotu, az da olsa hava oksijeni ile birleşerek $NO_2$ yapar. Bu da, yine oksijen ve suyun etkisi ile nitrik asite ($HNO_3$) dönüşür. Ayrıca yüksek enerji sebebiyle bir miktar su

da elementlerine ayrılır. Hâsıl olan hidrojen, hava azotu ile amonyak ($NH_3$) yapar. Bu ($NH_2$) ve ($HNO_3$) yağmur suları yardımı ile toprağa geçer ve nitrifikasyon bakterileri ile metal nitratlarını ve amonyum nitratı yaparlar. Bu nitratlar da bitkiler tarafından alınır.

### 13.8 TABIATTAKI AZOT DEVRI (AZOTUN SAPTANMASI)

(Şekil : 85) de görüldüğü gibi, hava azotu elektrik enerjisi ile nitrik asit ve nitratlara çevrilir. Bunlar da bitkiler tarafından alınarak bitki proteinleri yapılır. Aynı zamanda hava azotu, azot saptayan bakteriler yardımı ile bitkilere geçerek yine bitki proteinleri meydana gelir. Bu bitki proteinleri amonifikasyon bakterileri ile $NH_3$ ve amonyum tuzlarına dönüştürülür. Bitki proteinlerinden bir kısmı da hayvanlara geçerek hayvansal proteinler yapılır. Bunlar da çürüyerek, $NH_3$ ve amonyum tuzları olur. Aynı zamanda hava azotunun çok az bir miktarı da Haber usulü ile yine $NH_3$ ve amonyum tuzlarını meydana getirir. Bu çeşitli yollardan




(Şekil : 85)
Tabiattaki azot devri

hâsıl olan $NH_3$ ve amonyum tuzları katalitik oksitlenme ve nitrifikasyon bakterileri yardımıyle tekrar, nitrik asit ve nitratlara dönüştürülür. Meydana gelen amonyum ve nitrat tuzlarının, bir kısmını bitkiler alırken, bir kısmı da azot bakterileri tarafından parçalanarak, azotları; azot gazı halinde tekrar havaya verilir. Bu suretle, azot devri tamamlanmış olur.

## OKUMA PARÇASI

### Türkiye'de Azot Sanayii

**Kuruluşu :**

Türkiye Azot Sanayii T.A.Ş. tarafından 1954 yılında Kütahya'da kurulmağa başlanmış. 1961 yılında tamamlanarak işletmeye açılmıştır (Şekil : 86). Fabrika 548.000,000 TL. na mal olmuştur.

**Amacı :**

1°. Memleket tarımının gelişmesi,

2°. Yurt savunmasına katkı.

3°. Kimya endüstrisinin gelişmesi,

4°. Memleket ekonomisinin güçlenmesi gibi, dört önemli amacın gerçekleşmesine hizmet için kurulmuştur. Ayrıca, azot tesislerinden elde edilen maddelerin bugüne kadar dışarıdan ithali zorunluydu, bundan böyle bu maksatla ödenen döviz de tasarruf edilmiş olacaktır.

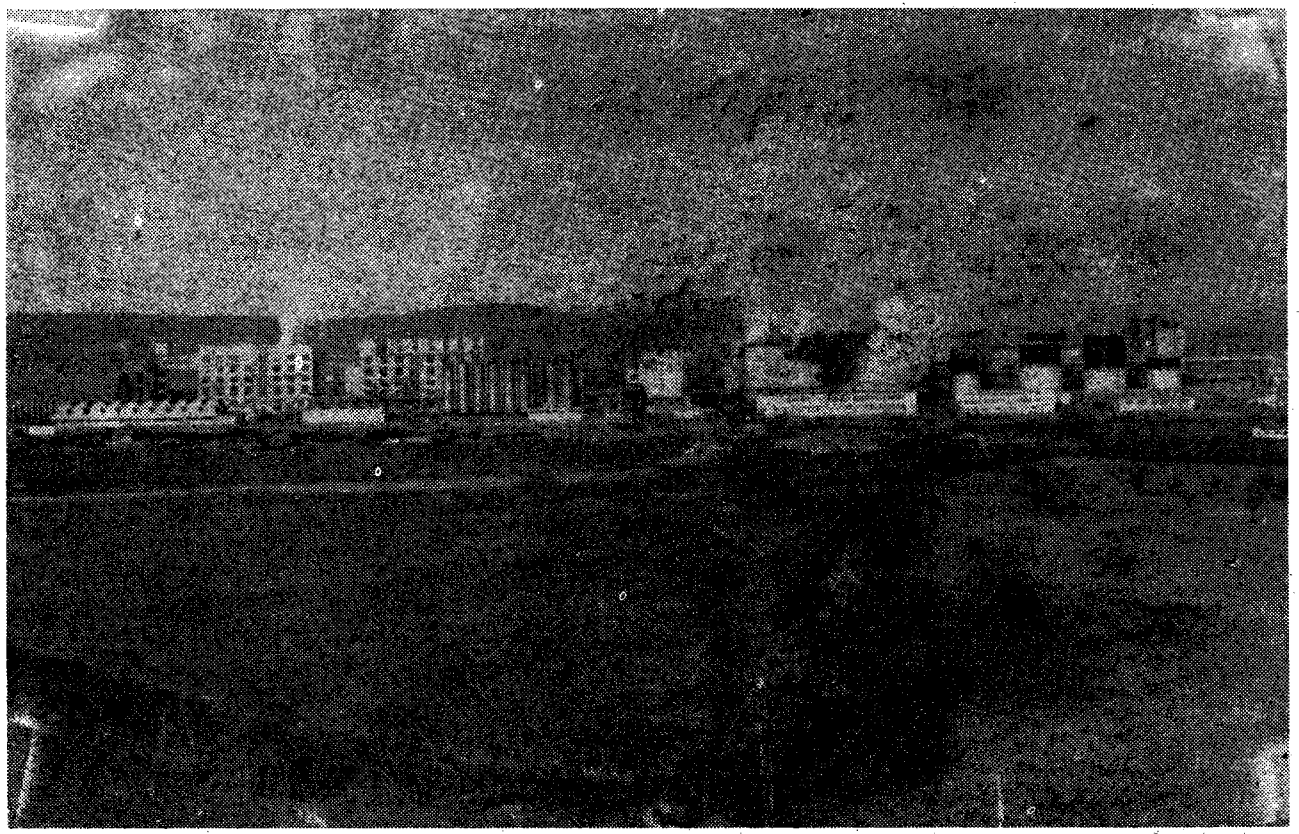
**Elde edilen ürünler :**

| ELDE EDİLEN ÜRÜNLER | 1962 TON | 1963 TON | 1975 TON |
|---|---|---|---|
| Amonyum sulfat gübresi | 61,553 | 81,812 | 60,000 |
| Amonyum nitrat gübresi | 38,815 | 58,744 | 55,000 |
| Teknik amonyum nitrat | 2,049 | 3,359 | 16,000 |
| Derişik nitrik asit | 1,996 | 2,202 | 5,000 |
| Amonyak cinsinden (% 26 lık amonyum nitrat) | 27,641 | 40,208 | 175,000 |

Kurulduğu günden beri fabrika, normal kapasitesinin üstünde bir verimle çalışmaktadır.

**İşletme :**

Kütahya ilinin Seyitömer linyet yataklarından alınan linyit kömürleri fabrikada iki defa kırma ve eleme işlemine tabi tutulur. 8-40 mm.lik parçaları ihtiva eden kömür, fabrikanın buhar ihtiyacını karşılamak üzere kullanılır. Kurutulmuş 8 mm.den daha küçük parçacıklar da Winkler tesislerinde su buharı ve oksijenle gazlaştırılır. Elde edi-



(Şekil : 86)
Kütahya Azot Fabrikasının genel görünüşü.

len gaz karışımı, bir zenginleştirme işlemiyle karbon monoksit ve kükürtlü maddelerinden temizlenir. Daha sonra, sıvı havadan elde edilen, sıvı azotla tepkimeye sokularak, Haber usulüne göre amonyak elde edilir. Elde edilen amonyağın bir kısmı 800°C de platin katalizörler üzerinde oksijenle yakılarak azot monoksit elde edilir. Bu azot monoksit hava oksijeni ve su ile reaksiyona sokularak ihtiyaca göre derişik veya seyreltik nitrik asit elde edilir. Elde edilen nitrik asit, amonyakla birleştirilir; amonyum nitrat, yine amonyaktan yararlanarak amonyum sulfat gübresi ve teknik amonyum nitrat elde edilir.

**Gübrenin önemi:**

Tarımın gelişmesinde gübrenin rolü çok önemlidir. Özellikle memleketimizde, toprağa bir şey vermeden, yıllar yılı ürün almak suretiyle topraklarımızın verimi çok düşmüştür. Gübrelemek suretiyle verimini artırmak gerekir. Gübre kullanmak, verimi artırıcı etkenlerin başında gelir. Toprağı sadece gübrelemek, verimi % 40 - 45 oranında artırır. 19 dost ülkede hektar başına kullanılan azotlu gübre miktarı ortalama 21,6 kg. iken memleketimizde 1962 durumuna göre sadece 1,4 kg. dır. Nüfusumuz % 3 gibi bir tempoyla hızla artmaktadır. Artan nüfusumuzu besleyebilmek için, hektar başına her geçen gün daha fazla ürün almak zorundayız. Bol ürün almak için de çok miktarda gübre kullanmamız gerekir. Bunu temin için her aydının, tarımla uğraşan vatandaşlarımızı her fırsatta aydınlatmaları, onları gübre kullanmağa teşvik etmeleri önemli ulusal görevlerinden biri olmalıdır.

Çiftçinin aydınlatılmasıyle mevcut azot tesislerinden elde edilen gübrenin yakın gelecekte memleket ihtiyacına yetmeyeceği hesaplanmıştır. Bunun için birkaç yıl sonra 465.000 ton olarak tesbit edilen azotlu gübre ihtiyacını karşılıyabilmek için, Kütahya fabrikası 4 misli büyütülmektedir. Ayrıca yeni gübre fabrikalarının kurulmasına da çalışılmaktadır.

# BÖLÜM XIII

## Alıştırma ve İnceleme Soruları:

1 — $HNO_3$, $HNO_2$, $NH_3$ $N_2O_3$, NO formülleriyle gösterilen azot bileşiklerindeki azotun değerliklerini bulunuz.

Cevap: Sıra ile; + 5, + 3, — 3, + 3, + 2

2 — Katlı oranlar kanununu azotun oksitlerine uygulayarak açıklayınız.

3 — Laboratuvarda azot oksidül nasıl elde edilir? Deney çok dikkatli yapılmalıdır. Aksi takdirde tehlikelidir. Bunun sebebini izah ediniz.

4 — (a) Bakır üzerine derişik ve seyreltik nitrik asitin etkisini denklemleriyle gösteriniz.
(b) Denklemlerde yükseltgenen ve indirgenen atomları işaretleyiniz.

5 — Havada bol miktarda azot olduğu halde, bitkilerin azot ihtiyacını karşılamak için toprak, azotlu gübreler ile gübrelenmelidir. Niçin? Nedenini araştırınız.

6 — Nitrik asit kuvvetli bir asittir. Niçin?

7 — Metallere etki ile onların tuzunu teşkil ederek eritme bakımından nitrik asit, hidroklorik asitten daha elverişlidir? Niçin?

8 — Azot, oksijen ve hidrojen gazlarından başlamak suretiyle, nitrik asidin nasıl sentez edileceğini denklemleriyle gösteriniz.

## PROBLEMLER :

1 — Nitrik asitteki azot yüzdesini hesaplayınız.

Cevap : % 22,2

2 — 3,2 gr. bakırın, 6 molar (seyreltik) nitrik asitle tamamıyle reaksiyona girebilmesi için, gereken nitrik asidin hacmını hesaplayınız.

Cevap : 21,7 $cm^3$

3 — 76 gr. nitrik asit elde etmek için, kaç gram, sodyum nitrat gerekir? Hesaplayınız.

Cevap : 102,5 gr.

4 — % 80 saflıkta 106 gr. sodyum nitrattan, kaç gram nitrik asit elde edilir?

Cevap : 63 gr.

5 — N.Ş.A. 2 litre azot monoksit gazından, yine N.Ş.A. kaç litre azot dioksit gazı elde edilebilir?

Cevap : 2 lt.

6 — 30 $cm^3$ 4 molar sodyum hidroksit, 2 molar nitrik asitten kaç $cm^3$ ünü nötrleştirir?

Cevap : 60 $cm^3$

BÖLÜM 14

# FOSFOR, FOSFORUN ALLOTROPLARI, FOSFİN, FOSFORUN OKSİTLERİ VE FOSFORİK ASİT

## FOSFOR
(P : 30,974)

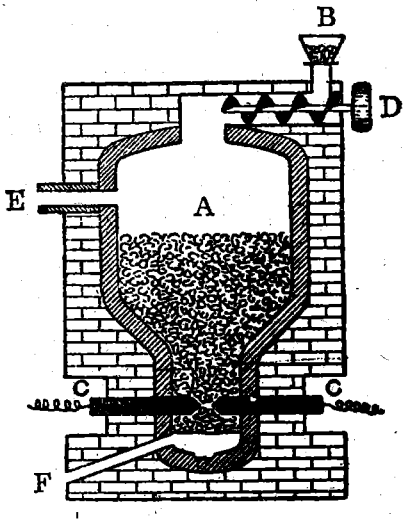
### 14.1 BULUNUŞU

Hidrojen, oksijen, azot ve kükürt gibi fosfor da protoplazmanın bileşiminde bulunur. Bu nedenle, hayatın temel elementlerinden biri olarak kabul edilir. İnsan ve hayvan kemiklerinin büyük bir kısmı kalsiyum fosfat $Ca_3(PO_4)_2$ den ibarettir. Fosfor tabiatta serbest olarak bulunmaz, daima fosforik asidin tuzları halindedir. En önemli bileşiği fosforit adı verilen kalsiyum fosfat ile apatit $Ca_5(PO_4)_3$ Cl dir. Apatitte, klor iyonu bazen flor iyonu ile yer değiştirmiş bir halde bulunur, $Ca_5(PO_4)_3F$. Bu fosfor bileşikleri Cezayir, Tunus, Florida, Norveç ve Güney Karolina'da bol miktarda vardır. Apatit dağılmış bir durumda bütün kayalarda bulunur. Bozunması sırasında toprağa bir miktar fosfat geçer. Bu fosfat, bitkilerin gelişmesi için çok gereklidir. Onun için fosfatça fakir olan tarlalara zaman zaman fosfat gübreleri verilmelidir.

### 14.2 ELDE EDİLİŞİ

İnce toz haline getirilmiş fosforit; kemik külü, kum ve kömürle iyice karıştırıldıktan sonra, (Şekil : 87) de görülen elektrik fırınında tepkimeye sokulur.

Karışım, fırında (A) ya doldurulur. Üretece bağlı (C, C) kalın kömür elektrotlardan akım geçirildiği zaman, elektrotlar akkora kadar ısınırlar ve yaydıkları ısının etkisi ile sahife 198 deki kimyasal tepkimeler olur.

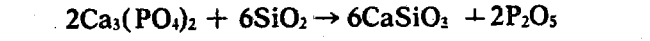



(Şekil : 87)
Elektriksel metotla fosforun elde edilmesi

Önce kum $SiO_2$, kalsiyum fosfattaki fosfor pentaoksiti açığa çıkarır, kendisi kalsiyum silikat haline geçer (1).

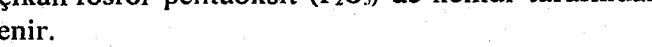
$$2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 \rightarrow 6CaSiO_3 + 2P_2O_5 \quad (1)$$

Açığa çıkan fosfor pentaoksit ($P_2O_5$) de kömür tarafından fosfora kadar indirgenir.



$$2P_2O_5 + 10C \rightarrow 10CO + P_4 \quad (2)$$

Bu iki tepkime de fırın içerisinde aynı zamanda olur. Toplu tepkime denklemi (1) ve (2) No. lu denklemlerin cebrik olarak taraf tarafa toplanması ile bulunur.

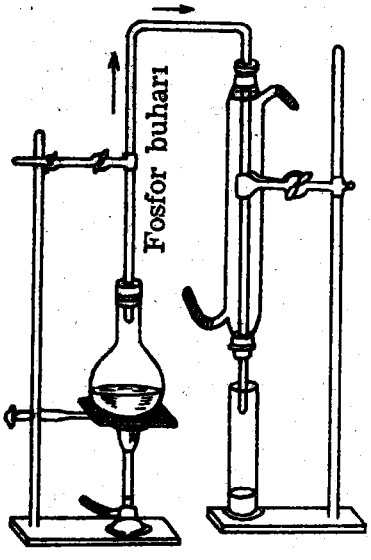


$$2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C \rightarrow 6CaSiO_3 + 10CO + P_4$$

Meydana gelen fosfor buharları, (E) borusundan çıkarak su dolu bakır kaplar içerisinde, su altında yoğunlaştırılır. Buradan elde edilen beyaz fosfordur. Beyaz fosfor, havada kolayca ve şiddetle yandığı için daima su altında saklanır. Daha sonra, bu sıvı fosfor, silindir şeklindeki kalıplara dökülerek çubuklar halinde dondurulur. (Şekil : 87) de (B), fırına madde doldurmak için kullanılan huni, (D) fırına madde akışını sağlayan ve ayarlayan döner vida, ayrıca tepkime sonucunda meydana gelen dışığı temizlemek için bir de kanal (F) vardır.

## 14.3 FOSFORUN ALLOTROPLARI

**Beyaz ve kırmızı fosforun özellikleri :** Fosforun iki allotropu vardır: beyaz ve kırmızı fosfor.




(Şekil : 88)
Fosforun ayıracı (Mitscherlich deneyi).

**Beyaz fosfor :** Yeni elde edilmiş olanı renksiz, yarı saydam kristallerden ibarettir. Zamanla rengi sarımtrak olur. Bunun sebebi kısmen, kırmızı fosfora dönüşmesindendir. Yoğunluğu, D = 1,83, e.n. 44,1°C, k.n. 280°C, alevlenme sıcaklığı=60°C, havada kolay alevlendiğinden, daima su altında saklanır, şiddetli sarmısak kokusundadır. Suda erimez. Fakat, karbon sülfür ($CS_2$) de çok kolay erir. Şiddetli zehirdir. 0,1 gramı bile insanı öldürmeğe yeter. Bundan dolayı *fosforla çalışırken çok dikkatli olmalıdır. Fosfor su altında pens ile tutularak kesilmeli, hiç bir zaman el değdirilmemelidir.* Beyaz fosfor ilk defa 1669 da Alman kimyacılarından «Brand» tarafından idrarın buharlaştırılması ile geride kalan kütlede keşfedildi.

Brand bu kütleyi akkora kadar ısıttı, yoğunlaştırma kabında, karanlıkta ışık yayan bir maddenin var olduğunu gördü, bu maddeye Latince ışık yayan anlamına gelmek üzere fosfor dedi. Bu parlama fosforun yavaş oksitlenmesinden ileri gelir. Fosfor bu özelliği sayesinde, kolayca farkedilir.

**Fosfor, aşağıdaki deneyle kolaylıkla anlaşılır.**

**DENEY: (Şekil: 88) deki aygıt hazırlanır. Balon içindeki suya bir parça beyaz fosfor atılır ve ısıtılır. Su buharı ile birlikte bir miktar fosfor buharı da çıkar. Çıkan fosfor buharının havaya değdiği yerlerde parlak, yeşil bir ışık verir ve bu ışık soğutucu boyunca aşağı iner.** (Mitscherlich deneyi).

Deney özellikle adlî kimyada fosfor zehirlenmelerini meydana çıkarmak için kullanılır. Şekildeki balona zehirlenen kimselerin mide suyu konur, fosfor ışığı verip vermediğine bakılır.

**Kırmızı fosfor:** Beyaz fosfor havasız yerde 250°C ye kadar ısıtılırsa kendiliğinden kırmızı fosfora dönüşür. Fakat bu dönüşmeyi uzun süre beklemek gerekir. İyot gibi katalizörler yardımı ile dönüşme 100 - 120°C de kolaylıkla olur.

Kırmızı fosfor, mora kaçan kırmızı renkli bir tozdur. Yoğunluğu D = 2,17, alevlenme sıcaklığı 260°C dir. Onun için, su altında saklanması gereksizdir. Kokusuzdur, zehirli değildir. Karbon sülfürde erimez, beyaz fosfor gibi kolaylıkla kendiliğinden oksitlenmediğinden karanlıkta ışık vermez. Fakat, 250°C nin üstünde beyaz fosforun gösterdiği özellikleri aynen kırmızı fosfor da gösterir.

### 14.4 FOSFORUN KULLANILIŞI VE KİBRİT

Beyaz fosfor, fosforik asit ve önemli fosfatların elde edilmesinde, havada beyaz iz bırakan işaret mermilerinin ve yangın bombalarının yapılmasında ve fosforit şeklinde yapay gübre olarak kullanılır.

Fosforun büyük bir kısmı da kibrit yapmak için harcanır.

**Kibrit:** Eskiden kibrit çöplerinin başı, beyaz fosfordan yapılırdı Gayet az bir sürtünme ile kolayca tutuşabilen bu kibritler, aynı zamanda zehirli olduklarından, yapılması yasak edilmiştir. Bugün, kibrit başları $KClO_3$ ile antimon sülfür ($Sb_2S_3$), kükürt gibi yakılabilen maddelerin tutkal ile meydana getirdikleri karışımdan yapılır. Kutulardaki sürtme yüzeyi ise, kırmızı fosfor ve cam tozlarının tutkal ile meydana getirdikleri karışımdan ibarettir. Cam tozu sadece sürtmeyi kolaylaştırmak için karışıma eklenir.

## OKUMA PARÇASI

### Tekel Genel Müdürlüğü Kibrit Fabrikası

İstanbul'da, Büyükdere Bentler yolu üzerindedir. 1946 yılına kadar Bir Amerikan şirketi tarafından yönetilen fabrika, bu tarihten itibaren Tekel Genel Müdürlüğü yönetimine geçmiştir. Fabrika; kibriti modern usullerle yapar. Yıllık verimi ortalama 70-80 bin sandıktır. Her sandıkta 5.000 kutu kibrit vardır. Son yıllarda kibrit yapan başka özel kibrit fabrikaları da işletmeye açılmıştır.

### 14.5 FOSFİN ($PH_3$) VE ÖZELLİKLERİ

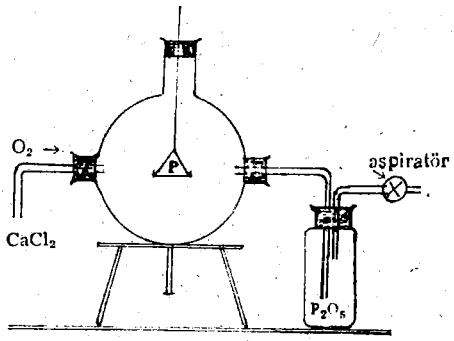
Beyaz fosfora ait özellikleri, 250°C nin üstünde kırmızı fosfor da aynen gösterir. Fosfor hidrojenle birleşerek çeşitli bileşikler yapar. Bunlar arasında en önemlisi, ($PH_3$) formülü ile gösterilen «fosfin» dir. Bu, renksiz, —90°C de sıvılaşan, suda çok az eriyebilen, sarmısak kokusunda ve çok zehirli bir gazdır. Molekül yapısı bakımından $NH_3$'e benzer.

### 14.6 FOSFORUN OKSİTLERİ

Fosfor, bol hava veya oksijen içinde yakılırsa, ağır beyaz dumanlar halinde *fosfor pentaoksit* ($P_2O_5$), az hava veya oksijen içinde yakılırsa, *fosfor trioksit* ($P_2O_3$) meydana gelir. Fosfor pentaoksitin molekül formülünün $P_4O_{10}$ yani, $P_2O_5$ in iki katı, fosfor trioksitin molekül formülünün de $P_4O_6$ olduğu anlaşılmıştır. Ancak, fosfor pentaoksit için yine $P_2O_5$, fosfor trioksit için de $P_2O_3$ formülleri kullanılmaktadır.

**1°. Fosfor pentaoksit:** Laboratuvarda elde edebilmek için (Şekil: 89) da görülen, ısıya dayanıklı 3 delikli bir balon kullanılır.

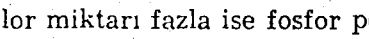
Üstteki delikten içeri, tutuşturulacak fosfor sarkıtılır, yan deliklerin birisinden $CaCl_2$ lü (U) borusundan geçerek kurumuş olan hava veya oksijen gazı gönderilir. Diğer deliğe pentaoksit buharlarını toplayacak bir şişe, şişenin diğer ucuna da fosfor pentaoksit buharlarını emen bir aspiratör bağlanır. Bu sayede buharların toplanması kolaylaşmış olur. Fosfor pentaoksit, suda çok fazla eriyen, beyaz renkli bir tozdur.




(Şekil: 89)
Laboratuvarda fosfor pentaoksitin elde edilmesi.

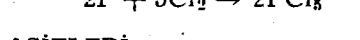
**2°. Fosfor trioksit:** E.n. 22°C, k.n. 173°C olan renksiz kristallerden ibarettir. Fosfor pentaoksit meydana gelirken bu arada fosfor trioksit de oluşur. Oluşan $P_2O_3$($P_4O_6$) buharları, ucuna cam pamuğu konmuş bir cam borudan geçirilir ve $P_2O_5$ buharları cam pamuğu tarafından tutulur. Fosfor trioksit buharları borunun öbür

tarafına geçer ve borunun soğuk yüzeyinde renksiz, toz halinde toplanır. Fosfor trioksit de suda çok erir. Fosfor, halojenlerle de birleşir. Örneğin; beyaz fosfor üzerine klor gazı gönderirsek, şiddetli bir tepkime olur.



$$2P + 3Cl_2 \rightarrow 2PCl_3$$

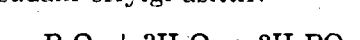
Eğer klor miktarı az ise fosfor triklorür ($PCl_3$) meydana gelir. Bu, renksiz bir sıvıdır. Klor miktarı fazla ise fosfor pentaklorür ($PCl_5$) teşekkül eder. Fosfor pentaklorür, hafif sarı renkli kristallerden ibarettir.



$$2P + 5Cl_2 \rightarrow 2PCl_5$$

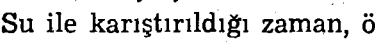
## 14.7 FOSFORUN ASİTLERİ

Fosfor trioksitin sudaki eriyiği asittir.



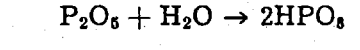
$$P_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_3$$

Meydana gelen bu asite *fosfit asiti* denir. Fosfor pentaoksit ise suda çok fazla erir. Su ile karıştırıldığı zaman, önce, bir molekül su alır metafosforik (metafosfat) asidini yapar.



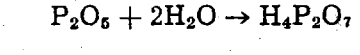
$$P_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HPO_3$$

bir molekül su daha alırsa,



$$P_2O_5 + 2H_2O \rightarrow H_4P_2O_7$$

Pirofosfat asidi ($H_4P_2O_7$) oluşur. Nihayet, 3 molekül suyu kendisine bağlayarak :



$$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$$

ortofosforik asidi yapar. Fosfor pentaoksidin suda eriyince yaptığı asit, bu asittir. Buna sadece «fosforik asit» de denir. E.n. 42°C olan, renksiz kristallerden ibarettir. Isıtıldığı zaman önce bir molekül suyunu kaybederek pirofosfat asitine, daha yüksek sıcaklıkta ikinci molekül suyunu da kaybederek metafosfat asitine dönüşür. Fakat, metafosfat asitinden üçüncü molekül suyu çıkarmak imkânsızdır. Yani fosfor pentaoksitin bir molekül su ile birleşmesi çok kuvvetli olmuştur. Bundan dolayı $P_2O_5$ bildiğimiz en kuvvetli su çekici maddedir.

## 14.8 FOSFORİK ASİT ($H_3PO_4$)

Fosforik asit üç değerli bir asittir. Üç türlü tuz yapar. Fosforik asitteki bir asit hidrojeni ile bir metal iyonunun yer değiştirmesinden elde

edilen tuza *primer fosfat*, iki asit hidrojeni ile metal iyonunun yer değiştirmesinden meydana gelen tuza *sögonder fosfat*, bütün hidrojenlerinin metal iyonları ile yer değiştirmesinden elde edilen tuza da *tersier fosfat* denir. Örnekler :

$$NaOH + H_3PO_4 \rightarrow \underline{NaH_2PO_4} + H_2O$$

Primer sodyum fosfat

$$2NaOH + H_3PO_4 \rightarrow \underline{Na_2HPO_4} + 2H_2O$$

Sögonder sodyum fosfat

$$3NaOH + H_3PO_4 \rightarrow \underline{Na_3PO_4} + 3H_2O$$

Tersier sodyum fosfat

Tersier fosfat tuzlarına kısaca fosfat tuzları denir. Sözgelimi ; $Ca_3(PO_4)_2$ tersier kalsiyum fosfata sadece, kalsiyum fosfat denir.

### 14.9 FOSFORİK ASİDİN ELDE EDİLİŞİ

Fosforit (kalsiyum fosfat), seyreltik sülfürik asit ile karıştırılırsa ;

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 3CaSO_4 + 2H_3PO_4$$

denklemince meydana gelen alçı ($CaSO_4$) dibe çöker, üstte sıvı halindeki fosforik asit, süzülerek ayrılır. Bu sanayi usulüdür.

Laboratuvarda fosforik asidi elde etmek için; fosfor, nitrik asit ile beraberce ısıtılır. *(Tepkimenin denklemini düşününüz?)*

## BÖLÜM XIV

### Alıştırma ve İnceleme Soruları :

1 — 1000 kg. kalsiyum fosfattan ne kadar fosfor elde edilebilir?

Cevap 200 kgr.

2 — Bir insan iskeletinin takriben 5 kg'ı kalsiyum fosfattan ibaret olduğuna göre, buradan elde edilebilecek fosfor ne kadar buğdaydan elde edilebilir? (Buğdayın ağırlığının % 1'i kalsiyum fosfattır).

Cevap : 500 kgr.

3 — Fosfinin havada yanma denklemini yazınız. 10 $cm^3$ fosfinin yanabilmesi için ne kadar oksijene ihtiyaç vardır?
Yol gösterme : Fosfin havada yanınca, $P_2O_5$ ile $H_2O$ meydana gelir.

Cevap : N.Ş.A. 20 lt oksijen

4 — Ortofosforik asitten, elde edilen üç türlü kalsiyum tuzunun oluşmasını, denklemleriyle gösteriniz.

5 — 3,1 gr. fosforun yanarak fosfor pentaoksit teşkil edebilmesi için, kaç litre havaya ihtiyaç vardır.

Cevap : N.Ş.A. da 28 lt $O_2$, 133,3 lt hava.

EK BÖLÜM

# KİMYA TERİMLERİ SÖZLÜĞÜ

## A

**Alaşım** — Çoğu zaman birden fazla ergimiş metalin, bir oran dahilinde karıştırılarak soğutulması sonucu elde edilen metalik madde.

**Anfoter madde** — Kuvvetli asit karşısında baz, kuvvetli baz karşısında asit ödevini gören maddeler (Çinko hidroksit gibi).

**Amorf** — Şekilsiz.

**Anot** — Elektroliz aygıtının, üretecin pozitif ucuna bağlı olan elektrodu.

**Anyon** — Anoda giden negatif elektrikle yüklü iyon, ya da kök.

**Asit** — Eriyiklerinde serbest hidrojen iyonu olan bileşikler. Mavi turnusolu kırmızıya çevirirler.

**Atom** — Grekçe, parçalanamayan, bölünemeyen anlamına gelen «atomos» kelimesinin karşılığıdır. Elementlerin bütün özelliklerini taşıyan en küçük parçası.

**Atomik kütle birimi (a.k.b)** — Bağıl olarak karbon ($C^{12}$) atomunun kütlesi 12,0000 olarak kabul edilirse, bunun on ikide birine atomik kütle birimi denir.

**Atom ağırlığı (bağıl)** — Bir elementin atomunun kaç atomik kütle birimi olduğunu gösteren sayı.

## B

**Baget** — Kimya laboratuvarlarında kullanılan, karıştırıcı ödevini gören cam çubuk.

**Baz (esas)** — Eriyiklerinde serbest hidroksit iyonu veren bileşikler.

**Beherglas** — Kimya laboratuvarlarında kullanılan ağzı geniş cam kap. Beher.

**Bileşik** — Birden fazla elementin meydana getirdiği ve elementlerinden başka özellikler gösteren yeni bir madde (civa sülfür, sodyum klorür gibi).

## C, Ç

**Cisim** — Maddenin şekil almış hali.

**Çekirdek** — Atomun merkezini teşkil eden, proton ve nötrondan yapılmış kısım.

## D

**Damıtma** — Bir sıvıyı kaynama noktasında buharlaştırıp, diğer bir yerde soğutarak tekrar sıvılaştırma işidir. Karışımlardan herhangi bir sıvıyı saf olarak elde etmede bu işlem yapılır.

**Değerlik** — Bir atomun dış yörüngesinden çıkarılan veya dış yörüngesine ilâve edilen elektron sayısıdır.

**Derişik** — Eriyeni çok, eritkeni az olan eriyik (kesif).

**Dezenfektan** — Mikropları öldüren madde.

**Dezenfekte etme** — Dezenfektan maddelerle mikropları öldürme işi.

## E

**Element** — Kimyasal ayrıştırma metotları ile kendisinden daha hafif başka özellikte yeni maddelere ayrılmayan madde. Aynı cins atomdan yapılmış madde.

**Elektroliz** — Elektrik akımı ile ayrıştırma.

**Elektrolit** — Eriyikleri elektrik akımını ileten bileşikler.

**Elektrot** — Elektroliz aygıtında elektrolit içerisine daldırılan iletken çubuklar. Bunlardan üretecin pozitif ucuna bağlananına anot, negatif ucuna bağlananına da katot denir.
**Elektron** — Negatif elektriğin en küçük parçası.
**Emülziyon** — Bir sıvı içerisinde, o sıvıda erimeyen (karışmayan) başka bir sıvının, ince parçalar (damlacıklar) halinde dağıtılması ile elde edilen karışım.
**Enerji** — Bir sistemin iş yapabilme yeteneği.
**Erlenmayer** — Kesik koni biçiminde boyunlu cam kap (kimya laboratuvarlarında kullanılır). Erlen.

## F

**Formül** — Kimya biliminde formül, kimyasal maddelerin; bileşimlerinin, bünyelerindeki elementlerin sembolleriyle ve atomlarının sayı oranlarıyle ifade ediliş şeklidir.

## G

**Gutaperka** — Tropik bölgelerde yetişen ve (Londolphie elestica) adlı bir bitkiden akan kauçuğa benzer plastik madde.

## H

**Halojen** — Tuz teşkil edici anlamına gelir. Flor, klor, brom ve iyottan ibaret elementler.
**Hidroksit** — Negatif bir değerli $(OH)^-$ iyonudur.
**Hidroksil** — Oksijen atomu üzerinde henüz ortaklanmamış bir elektron bulunan (. O H) grubu.

## İ, I

**İndirgenme** — Kimyasal bir maddenin elektron almasıdır.
**İyon** — Negatif veya pozitif elektrikle yüklü atom veya köklerdir.
**İyonlaşma** — İyonlarına ayrılma.
**Isı** — Enerjinin özel bir şeklidir.

## K

**Kalori** — Isı birimidir. Bir gram suyun sıcaklığını 1°C derece yükseltebilmek için verilmesi gereken ısı miktarıdır. Bunun 1000 katına büyük kalori ya da kilo kalori denir.
**Karışım** — Birden fazla maddenin kimyaca birleşmeksizin meydana getirdiği katışıktır.
**Katalizör** — Tepkimelere iştirak etmeyen, etse bile tepkime sonucunda değişmemiş olarak çıkan, genellikle yavaş olmakta olan tepkimelerin hızını artırarak kolayca denge durumuna geçmelerini sağlayan madde, katalizatör.
**Katot** — Elektroliz aygıtının, üretecin negatif kutbuna bağlı olan elektrodu.
**Katyon** — Katoda giden pozitif elektrikle yüklü iyon, ya da kök.
**Kristal** — Düzgün geometrik şekilli katı madde.
**Kök** — Elektrikle yüklü elementler grubu (sulfat, amonyum v.b. kökler gibi).

## M

**Molekül** — Aynı veya çeşitli cinsten birden fazla atomun meydana getirmiş oldukları yeni bir bileşiğin, özelliklerini taşıyan en küçük parçasıdır.
**Molekül ağırlığı** — Molekülü meydana getiren atomların bağıl atom ağırlıkları toplamıdır. Yine (a.k.b.) olarak ifade edilir.

## N

**Nötürleşme (Nötrleşme)** — Asitlerle bazların birbirleriyle birleşerek, asitlik ve bazlık özelliklerini gidermeleri olayıdır.

**Nötron (Neutron)** — Kütlesi proton kütlesi gibi 1 olarak kabul edilen, elektrik yükü sıfır yani, elektrikçe nötür olan, atomun çekirdeğini yapan parçacıklardan biri.

**Negatif değerlik** — Bir atomun dış yörüngesine ilâve edilen elektron sayısıdır.

## O

**Oksitlenme** — Oksijen ile birleşme, genel anlamda bir elementin pozitif değerlik kazanması.

**Oktaedr** — Sekiz yüzeyli.

## P

**Pozitif değerlik** — Bir atomun dış yörüngesinden çıkarılan elektron sayısı.

**Proton** — Kütlesi 1 olarak kabul edilen, pozitif elektriğin en küçük parçası olan ve nötronla beraber atomun çekirdeğini yapan parçacık.

**Plastik** — Kırılmadan istenilen şekli alabilen esnek maddelerdir (Lastik, kauçuk, naylon v.b. gibi).

## R

**Rombik** — Paralelkenar prizma biçiminde olan kristal şekilleri.

## S

**Sebatlı** — Dayanıklı.

**Sembol** — Kimyada elementleri göstermek için kullanılan harf ya da harfler.

**Sentez** — Birden çok maddenin daha karışık yapılı bileşik meydana getirmesi olayı.

**Seyreltik** — Eriyeni az, eritkeni fazla eriyiklerdir.

**Süspansiyon** — Bir sıvı içerisinde, kendisinde erimeyen ya da çok az eriyen katı bir maddenin ince parçacıklar halinde dağıtılmasıyle meydana gelen, saydam olmayan karışım.

**Süblimleşme** — Katı maddelerin buharlarının soğuk bir yüzeye çarptırılarak orada kristaller şeklinde toplanması (Katı maddenin ergimeden buharlaşması şarttır.)

## T

**Tersinir** — Eski haline dönebilir.

**Tersinir tepkime** — Bir kimyasal maddenin aynı zamanda, kendisini meydana getiren maddelere tekrar dönüşebileceğini de gösteren zıt yönlü, iki yönlü tepkime.

## Y

**Yanma** — Isı ve ışık gösterisiyle olan kimyasal tepkime, kimyasal olay.

# ULUSLARARASI BAĞIL ATOM AĞIRLIKLARI ÇİZELGESİ

**($C^{12}$ = 12.0000 esasına göre düzenlenmiştir.)**

| ELEMENT | Sembol | ATOM Numarası | ATOM Ağırlığı |
|---|---|---|---|
| Aktinyum | Ac | 89 | 227* |
| Alüminyum | Al | 13 | 26,98 |
| Altın | Au | 79 | 196,967 |
| Amerikyum | Am | 95 | 243* |
| Antimon | Sb | 51 | 121,75 |
| Argon | Ar | 18 | 39,948 |
| Arsenik | As | 33 | 74,92 |
| Astatin | At | 85 | 210* |
| Azot | N | 7 | 14,007 |
| Bakır | Cu | 29 | 63,54 |
| Baryum | Ba | 56 | 137,34 |
| Berkelyum | Bk | 97 | 247* |
| Berilyum | Be | 4 | 9,012 |
| Bizmut | Bi | 83 | 208,980 |
| Bor | B | 5 | 10,811 |
| Brom | Br | 35 | 79,909 |
| Civa | Hg | 80 | 200,59 |
| Çinko | Zn | 30 | 65,37 |
| Demir | Fe | 26 | 55,847 |
| Disprosiyum | Dy | 66 | 162,50 |
| Einsteinyum | Es | 99 | 254* |
| Erbiyum | Er | 68 | 167,26 |
| Europyum | Eu | 63 | 151,96 |
| Fermiyum | Fm | 100 | 253* |
| Flor | F | 9 | 18,998 |
| Fosfor | P | 15 | 30,974 |
| Fransiyum | Fr | 87 | 223* |
| Gadolonyum | Gd | 64 | 157,25 |
| Galyum | Ga | 31 | 69,72 |
| Germanyum | Ge | 32 | 72,59 |

| ELEMENT | Sembol | ATOM Numarası | ATOM Ağırlığı |
|---|---|---|---|
| Gümüş | Ag | 47 | 107,870 |
| Hafniyum | Hf | 72 | 178,49 |
| Helyum | He | 2 | 4,0026 |
| Holmiyum | Ho | 67 | 164,93 |
| Hidrojen | H | 1 | 1,0079 |
| İndiyum | In | 49 | 114,82 |
| İyot | I | 53 | 126,904 |
| İridyum | Ir | 77 | 192,2 |
| Kadmiyum | Cd | 48 | 112,40 |
| Kalay | Sn | 50 | 118,69 |
| Kalsiyum | Ca | 20 | 40,08 |
| Kaliforniyum | Cf | 98 | 249* |
| Karbon | C | 6 | 12,0111 |
| Ksenon | Xe | 54 | 131,30 |
| Klor | Cl | 17 | 35,453 |
| Krom | Cr | 24 | 51,996 |
| Kobalt | Co | 27 | 58,933 |
| Kolombiyum (Niobyuma bakınız) | | | |
| Kripton | Kr | 36 | 83,80 |
| Kurşun | Pb | 82 | 207,19 |
| Kükürt | S | 16 | 32,064 |
| Küryum | Cm. | 96 | 248* |
| Lantanyum | La | 57 | 138,91 |
| Lavrensiyum (Lawrencium) | Lw | 103 | 259* |
| Lityum | Li | 3 | 6,939 |
| Lutetyum | Lu | 71 | 174,97 |
| Magnezyum | Mg | 12 | 24,312 |
| Manganez | Mn | 25 | 54,938 |
| Mendelyum | Md | 101 | 256* |

## (D E VA M I)

## ULUSLARARASI BAĞIL ATOM AĞIRLIKLARI ÇİZELGESİ

| ELEMENT | Sembol | ATOM Numarası | ATOM Ağırlığı |
|---|---|---|---|
| Molibden | Mo | 42 | 95,94 |
| Neodyum | Nd | 60 | 144,24 |
| Neon | Ne | 10 | 20,183 |
| Neptünyum | Np | 93 | 237* |
| Nikel | Ni | 28 | 58,71 |
| Niobyum (Kolombiyum) | Nb | 41 | 92,906 |
| Nobelyum | No | 102 | 253* |
| Osmiyum | Os | 76 | 190,2 |
| Oksijen | O | 8 | 15,999 |
| Paladyum | Pd | 46 | 106,4 |
| Platin | Pt | 78 | 195,09 |
| Plutonyum | Pu | 94 | 242* |
| Polonyum | Po | 84 | 210* |
| Potasyum | K | 19 | 39,102 |
| Prasedyum | Pr | 59 | 140,907 |
| Prometyum | Pm | 61 | 145* |
| Portaktinyum | Pa | 91 | 231* |
| Radyum | Ra | 88 | 226* |
| Radon | Rn | 86 | 222* |
| Rhenyum | Re | 75 | 186,2 |
| Rhodyum | Rh | 45 | 102,905 |
| Rubidyum | Rb | 37 | 85,47 |

| ELEMENT | Sembol | ATOM Numarası | ATOM Ağırlığı |
|---|---|---|---|
| Ruthenyum | Ru | 44 | 101,07 |
| Samariyum | Sm | 62 | 150,35 |
| Sodyum | Na | 11 | 22,989 |
| Selenyum | Se | 34 | 78,96 |
| Seryum | Ce | 58 | 140,12 |
| Sezyum | Cs | 55 | 132,905 |
| Silisyum | Si | 14 | 28,086 |
| Skandiyum | Sc | 21 | 44,956 |
| Stransiyum | Sr | 38 | 87,62 |
| Talyum | Tl | 81 | 204,37 |
| Tantal | Ta | 73 | 180,948 |
| Teknityum | Tc | 43 | 99* |
| Telür | Te | 52 | 127,60 |
| Terbiyum | Tb | 65 | 158,924 |
| Thoryum | Th | 90 | 232,038 |
| Thulyum | Tm | 69 | 168,934 |
| Titan | Ti | 22 | 47,90 |
| Tungusten | W | 74 | 183,85 |
| Uran | U | 92 | 238,03 |
| Vanadin | V | 23 | 50,942 |
| Yitterbiyum | Yb | 70 | 173,04 |
| Yitriyum | Y | 39 | 88,905 |
| Zirkonyum | Zr | 40 | 91,22 |
| Kurchatowyum | Ku | 104 | 260 |

1 — * İşaretli değerler, o elementin en önemli ve en çok bilinen ya da en dayanıklı izotopunun kütle numarasıdır.

2 — Son yıllarda bulunduğu bildirilen 105 ve 106 numaralı elementler henüz resmen kabul edilmedikleri için listeye alınmamışlardır.

| BİLGİN ADLARI | TÜRKÇE OKUNUŞLARI |
|---|---|
| AMADEO AVOGADRO | AMADO AVOGADRO |
| BERZELIUS | BERZELYUS |
| EINSTEIN | AYNŞTAYN |
| JOHN DALTON | CON DALTIN |
| JOSEPH PRIESTLY | JOZEF PRİSTLİ |
| JOSEPH LOUIS GAY - LUSSAC | JOZEF LUİ GEY - LUSAK |
| JULIUS PLÜCKER | JULİYUS PLÜKER |
| LAVOISIER | LAVAZYE |
| LE CHÂTELIER | LÖ ŞATLİYE |
| LORD RUTHERFORD | LORT RADIRFORT |
| LIEBIG | LİBİG |
| NIELS BOHR | NİLS BOR |
| PROUST | PROST |
| ROBERT BOYLE | RABIRT BOYL |
| ROBERT MILLICAN | RABIRT MİLİKAN |
| SIR J. J. THOMSON | SÖR J. J. TOMSON |
| WİLLİAM WATSON | VİLYAM VATSIN |

| KISALTMALAR | ANLAMLARI |
|---|---|
| a.k.b. | Atomik kütle birimi |
| C | Konsantrasyon |
| e.n. | Ergime noktası |
| k.n. | Kaynama noktası |
| d.n. | Donma noktası |
| D | Yoğunluk |
| d | Havaya göre, ya da herhangi bir bağıl yoğunluk |
| é ya da e | Elektron |
| K. kal. | Kilokalori |
| kal. | Kalori |
| M | Molekül ağırlığını, eriyikler konusunda ise molariteyi gösterir. |
| N | Eriyiklerde normalite, |
| N ya da n | Nötron |
| P ya da p | Proton |
| $\Delta H$ | Isı değişimi |