

GENEL KİMYA

İlkeler ve Modern Uygulamalar

1

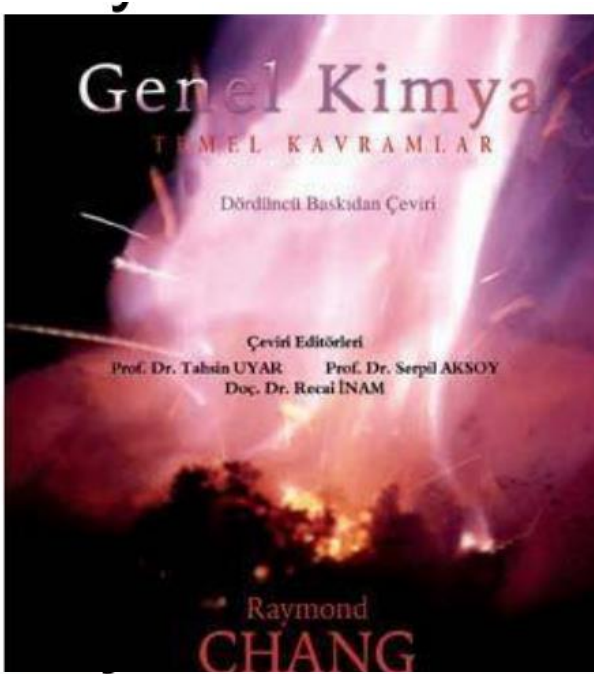


Petrucci • Harwood • Herring

Çeviri Editörleri

Tahsin Uyar • Serpil Aksoy

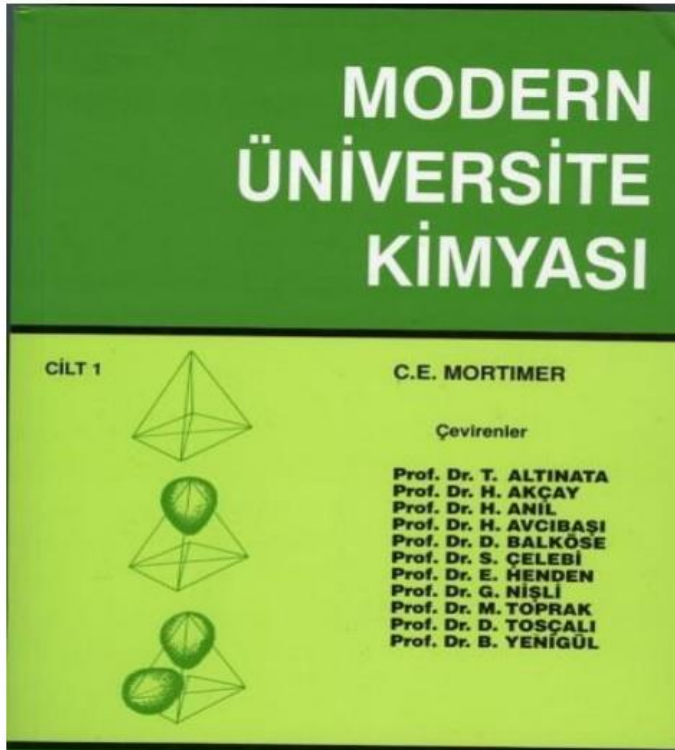
Sekizinci Baskıdan Çeviri



GENEL KİMYA

Raymond CHANG

Çeviri Editörleri:
T. UYAR-S. AKSOY-R. İNAM



MODERN ÜNİVERSİTE KİMYASI 1/2

C.E. MORTIMER

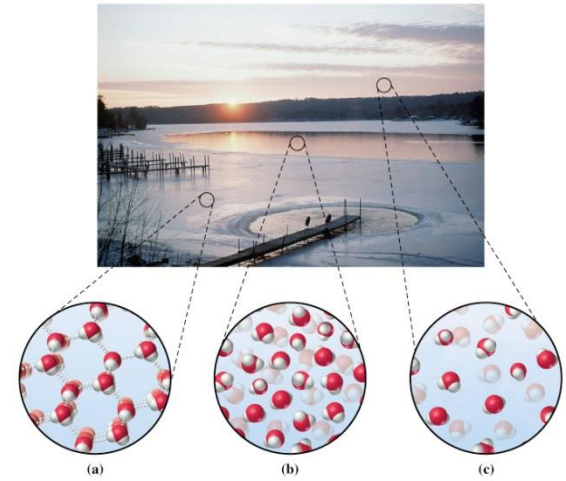
Çeviri
T. ALTINATA vd

Genel Kimya

Prensipieri ve Modern Uygulamaları

Petrucchi • Harwood • Herring

8. Baskı



Bölüm 1: Maddenin Özellikleri ve Ölçümü

İçindekiler

1-1 Kimyanın Amacı

1-2 Maddenin Özellikleri

1-3 Maddenin Sınıflandırılması

1-4 Maddenin Ölçümü: **SI Birim Sistemi**

1-5 Yoğunluk (d) ve Yüzde (%) Bileşimin Soru
Çözümünde Kullanılması

1-6 Bilimsel Ölçümlerde Belirsizlik

1-7 Anlamlı Rakamlar

1-1 Kimyanın Amacı

- **Kimya**, maddenin bileşimini, yapısını ve değişimlerini inceleyen bir bilim dalıdır. Başka bir deyişle bizi ve etrafımızdaki her şeyi içeren maddenin incelenmesidir.
- **Kimya**, bilimin diğer birçok alanıyla ve insanın uğraştığı birçok alanla ilişkili olduğu için, bazen “*merkez bilim*” olarak adlandırılır.
- Kimya “*gelişimini tamamlamış*” bir bilim olmakla birlikte, kimyanın iç yapısı cevaplanmamış ve açıklanmamış sorularla doludur.

1-1 Kimyanın Amacı

• **Biyokimyacılar**, canlı organizmalarda oluşan kimyasal işlemlerle ilgilenirler. **Fizikokimyacılar**, kimyanın tümüne yönelen temel soruları cevaplandırabilmek amacıyla fizik ve kimyanın temel ilkeleri ile çalışırlar. **Analitik kimyacılar**, kimyasal maddeleri ayırmanın ve tanımlamanın yollarını incelerler. Çevre bilimciler analitik kimyacıların geliştirdikleri yöntemlerin bir çoğunu kullanırlar. **Organik kimyacılar**, dikkatlerini diğer birkaç elementle birlikte karbon ve hidrojen içeren maddeler üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Maddelerin büyük bir çoğunluğu organik kimyasal maddelerdir. **İnorganik kimyacılar** ise karbon hidrojen bileşiklerinin pek çoğunun dışında kalan element ve bileşiklerle ilgilenirler. **Nükleer Kimyacılar** atom çekirdeğindeki değişimleri inceler.

1-1 Kimyanın Amacı

- **Kimyanın alanları içersinde;** kozmetik ürünleri, gıda, ilaç, tıbbi malzemeler, çimento, lastik, plastik, cam, demir-çelik, elektronik, boya, tekstil, deri, metal-ametal, petrol, zirai ilaçlar, yapay organlar, otomotiv sektörü ürünleri, oyuncak, inşaat malzemeleri, spor malzemeleri, temizlik malzemeleri, polimer malzemeler vs. üretimi ve bunların analizleri yer almaktadır.

1-2 Maddenin Özellikleri

- **Madde** kütlesi olan uzayda yer kaplayan her şey madde olarak tanımlanır. Bu nedenle hava, su, kahve, insan, yıldız, gezegen, taş, araba, bilgisayar, bakteri, hücre gibi şeyler birer maddedir.
- Madde: Tanecikli yapıda (atom, molekül, iyon) boşluklu yapıda, hareketli yapıda.
- Tüm maddeler, en azından ilke olarak üç halde bulunabilirler: katı, sıvı ve gaz

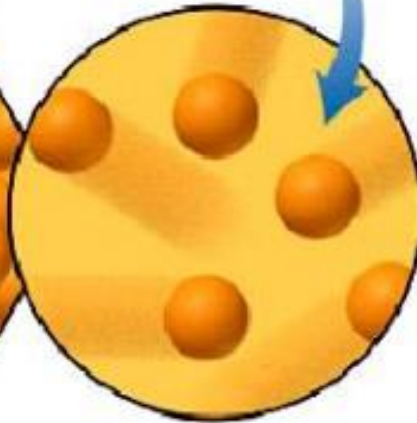
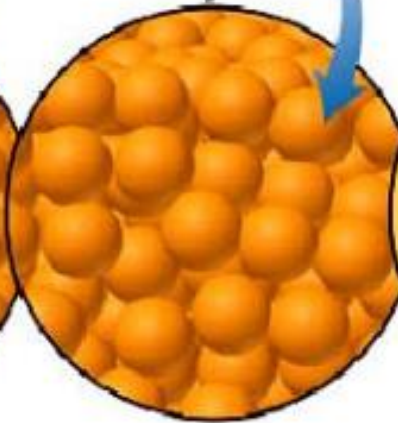
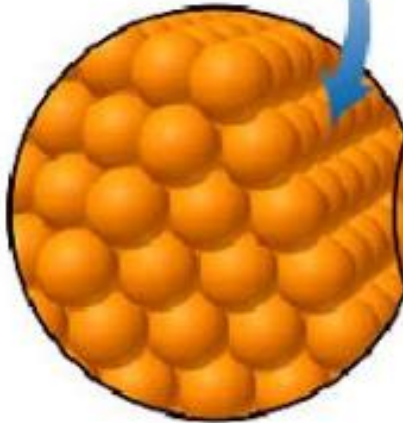
Katı

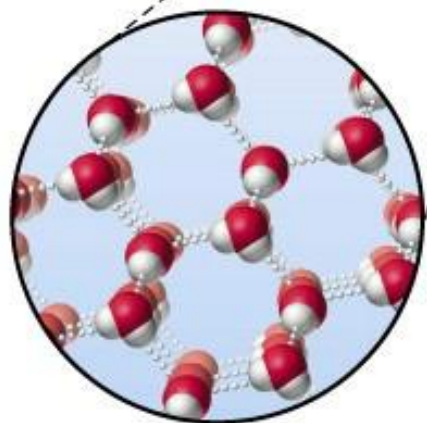


Sıvı

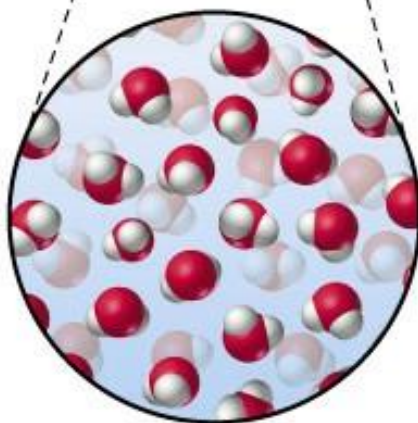


Gaz

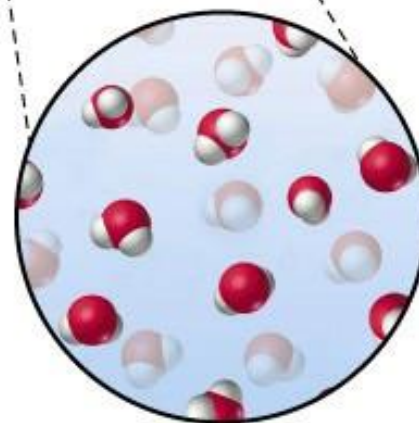




(a)



(b)



(c)

- Maddenin Plazma Hali: Elektrikçe nötr olan; atom, iyon, elektron ve moleküllerin bir arada bulunduğu karışıma plazma hali denir.
- Daha çok yüksek sıcaklık ve basınçta plazma hali ile karşılaşılır.
- Güneş, kibrit alevi, floresan lambadaki ısıldama maddenin plazma haline örnek verilebilir.

1-2 Maddenin Özellikleri

- **Bileşim**, bir madde örneğinin bileşenlerini ve bunların madde içindeki bağlı oranlarını belirtir.

Ör.: H_2O , %11,19 H ve %88,81 O (kütlece)

- **Özellikler**, bir madde örneğini başka madde örneklerinden ayıran niteliklerdir. Kimi durumlarda özellikler gözle görülebilir. Maddenin özellikleri, genellikle, *fiziksel özellikler ve kimyasal özellikler* diye iki grupta toplanabilir.

Fiziksel Özellikler ve Fiziksel Değişimler

- Fiziksel Özellik: Örneğin, **renk** bir fiziksel özelliktir.
- Örneğin, bakır dövülerek levha ya da yaprak haline getirilebilir. Bu özellik *kırılgan olmama (dövülebilirlik)* özelliğidir.
- **Fiziksel Değişme:** Fiziksel değişimde maddenin bazı fiziksel özellikleri değişir, ama bileşimi değişmeden kalır. Ör., sıvı su donarak katı su (buz) oluştuğunda (fiziksel değişme), kesinlikle farklı görünürse de bileşimi hala kütlece %11,19 **H** ve %88,81 **O**'dir.

Kimyasal Özellikler ve Kimyasal Değişimler

- **Kimyasal değişme** ya da **kimyasal tepkimede** bir ya da daha fazla madde çeşitli farklı bileşimlerde yeni madde örneklerine dönüşür. Kimyasal değişme, maddenin bileşiminde meydana gelen değişmedir. **Ör., kağıdın yanması.**
- **Kimyasal Özellik:** Bir madde örneğinin, belli koşullarda, bileşiminde bir değişme meydana getirebilmesi (ya da getirememesi) yeteneğidir.

Bileşiklerin Ayrışması

- Bileşiklerin onları oluşturan elementlerine ayrıştırılması, karışımların sadece fiziksel ayrılmalarından çok daha zor bir konudur.
- Örneğin demiroksit filizlerinden saf demirin özütlenmesi yüksek sıcaklıkta fırın işlemi gerektirir.
- Genel olarak bir bileşiğin kimyasal bir tepkime ile diğer bir bileşiğe dönüştürülmesi, bileşiğin kendini oluşturan elementlere ayrılmasından daha kolaydır.

1-3 Maddenin Sınıflandırılması

- Madde, atom denenen çok küçük birimlerden oluşur.
- Aynı tür atomlardan oluşan ve kimyasal yöntemler ile daha basit maddelere ayrılamayan maddelere “**element**” denir.

IUPAC (Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği-
International Union of Pure and Applied Chemistry)
günümüzde 118 adet elementi tanımlamıştır.

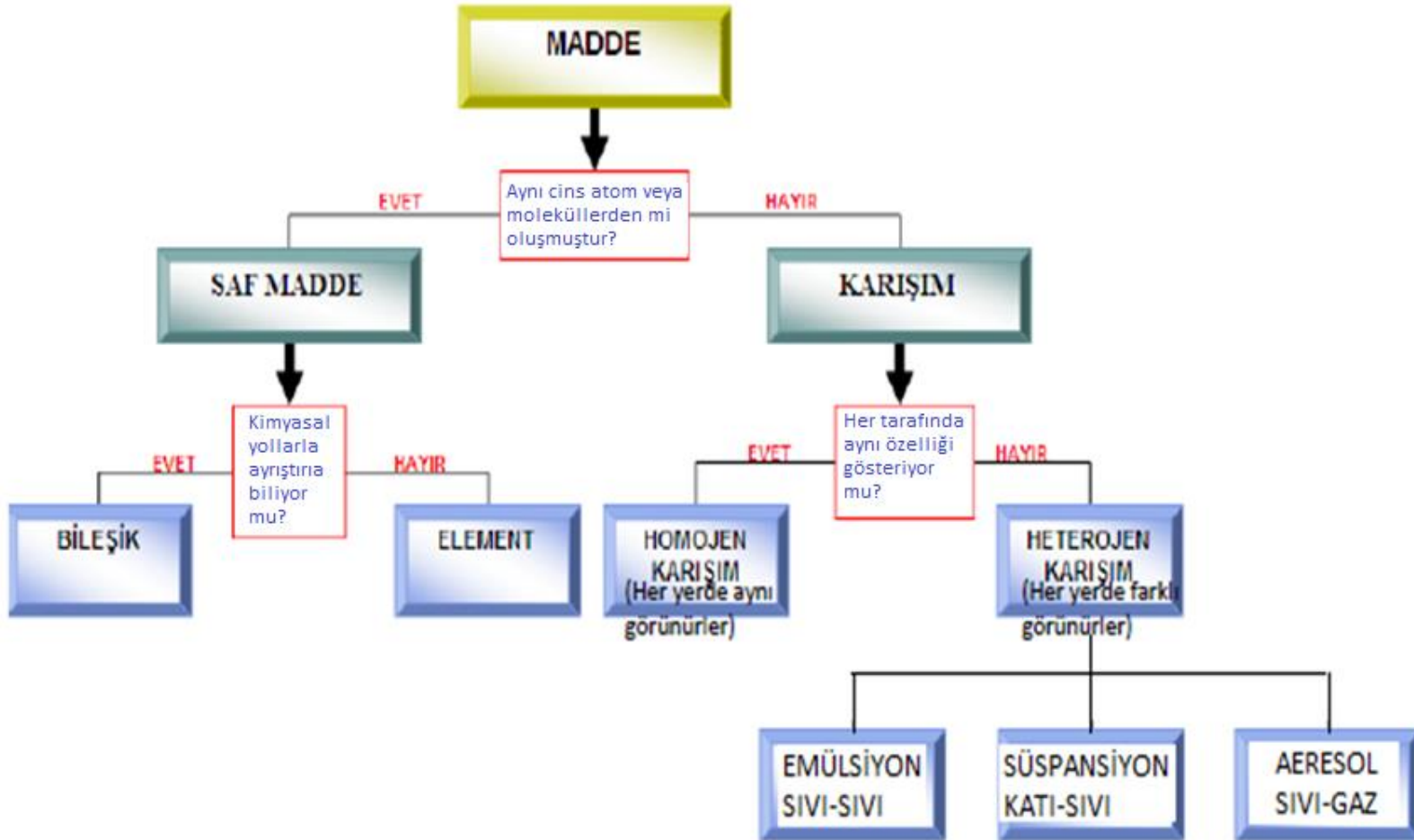
1-3 Maddenin Sınıflandırılması

- **Kimyasal bileşikler**, iki ya da daha fazla farklı element atomunun birleşmesiyle oluşan maddelerdir. Bilim adamları milyonlarca farklı kimyasal bileşik tanımlamışlardır. Bileşikleri oluşturan elementlerin bileşimleri sabittir. Bu durum *sabit oranlar yasası* veya *belirli oranlar yasası* olarak bilinmektedir. Örneğin bir saf su örneği kaynağına bakılmaksızın nereden alınırsa alınsın kütlece %11,19 hidrojen ve %88,81 oksijen içermek zorundadır. Bu oran su bileşiğinde hiçbir şekilde değişmez.
- **Molekül**, bileşiği oluşturan atomları, bileşikteki ile aynı oranda içeren en küçük birimdir. Su molekülü, iki hidrojen atomunun bir oksijen atomuna bağlı olduğu üç atomlu bir birimdir.

1-3 Maddenin Sınıflandırılması

- Bileşikler *organik* ya da *anorganik* olarak sınıflandırılır. **Organik bileşikler** karbon ve genellikle hidrojen elementleri içeren *moleküler bileşiklerdir* (metan, propan, glukoz gibi). Diğer bütün bileşikler ise **anorganik bileşik** olarak sınıflandırılır. Su, kalsiyum sülfat, amonyak, hidrojen klorür, karbon dioksit, kalsiyum karbonat gibi maddeler anorganik bileşiklere örnek olarak verilebilir.

1-3 Maddenin Sınıflandırılması



Karışımlar	Bileşikler
Fiziksel yöntemlerle bileşenlerine ayrılabilir.	Kimyasal yöntemlerle bileşenlerine ayrılabilir.
Belli bir bileşimi yoktur.	Bileşimi sabittir.
Özellikleri bileşenlerine bağlıdır.	Özellikleri bileşenlerinden bağımsızdır.

1-3 Maddenin Sınıflandırılması

- Bir element ya da bileşiğin bileşimi ve özellikleri verilen bir örneğin her tarafında aynıdır ve bir örnekten diğerine değişmeyen element ve bileşiklere «**saf madde**» adı verilir. Su, bakır, sofr tuzu, hidrojen saf madde örnekleridir.
- En az iki maddenin kendi özelliklerini kaybetmeden oluşturduğu yapıya ise «**karişım**» denir. Örneğin şekerli su, farklı oranlarda su ve şeker miktarlarıyla hazırlanabilir. Hava ise başta azot ve oksijen gazları olmak üzere birçok gazın (saf maddenin) bir karişımıdır. Bunların yanı sıra sirke, portakal suyu, çamurlu su da karişıma örnek olarak verilebilir.

1-3 Maddenin Sınıflandırılması

- Karışım yapısı içerisinde her yerde aynı görünüyorsa **homojen karışımlar** ya da **çözelti** terimlerini kullanırız. Örneğin; hava çeşitli gazların, başlıca azot ve oksijen elementlerinin homojen bir karışımıdır.
- Karışım kum ve su örneğinde olduğu gibi yapısı içerisinde her yerde farklı görünüyorsa **heterojen karışımlar** denir. Buna göre, karışımın bir yerinden diğerine bileşim ve fiziksel özellikler değişebilir. Mayonez, beton parçası ve bir bitki yaprağı heterojendir.
- Genellikle heterojen karışımlar, homojen karışımlara göre daha kolay ayırt edilebilir.

Heterojen Karışımların Ayrılması

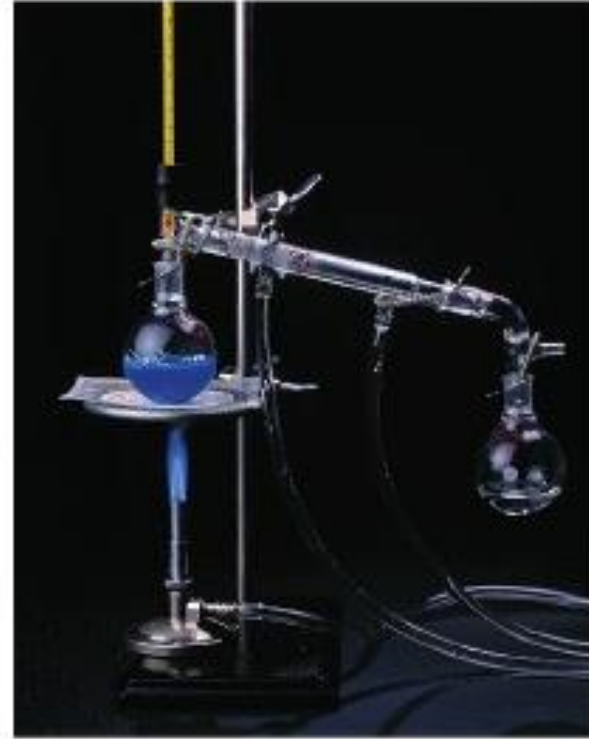
- Heterojen Karışımların Ayrılması:

- 1) Sıvılarda ayırma hunisi ile (zeytinyağı-su ayrılması)
- 2) Katılarda pens ile ayırmak (kristalleri ayırmak için)
- 3) Magnetik ayırma (karışımda Fe tozları varsa)
- 4) Dibe çöktürme
- 5) Aktarma (dekantasyon) Oluşan çökelti kabın alt kısmında toplanır. Üstteki sıvı dikkatlice başka bir kaba aktarılır. Bu işlem bir kaç kez tekrarlanır.
- 6) Süzme (bir sıvıdan bir katıyı ayırmak için)
- 7) Santrifüjleme (çok ince taneciklerin ayrılmasında merkezkaç kuvvetinden yararlanılır)
- 8) Flotasyon (yüzdürme)
- 9) Dializ (yarı geçirgen bir zar kullanmak suretiyle ayırma)

Karışımların Ayrılması: Fiziksel Bir İşlem



(a)



(b)

- (a) **Heterojen bir karışımın süzme ile ayrılması:** Sıvı hekzan geçerken katı bakır (II) sülfat süzgeç kağıdında kalır.
- (b) **Homojen bir karışımın damıtma ile ayrılması:** Su önce buharlaşıp sonra yoğunlaşarak sağdaki balonda toplanırken bakır (II) sülfat soldaki balonda kalır.

Homojen Karışımların Ayrılması

- **Homojen Karışımların Ayrılması:**

- 1) **Destilasyon**- 2 veya daha fazla sıvı karışımının birbirinin kaynama noktalarının farklılığından yararlanarak ayırma. Ör. Su-alkol karışımının ayrılması
- 2) **Kondenzasyon**- İki veya daha fazla maddenin tepkimeye girerek büyük bir molekül ile birlikte su, amonyak, metanol gibi küçük moleküllere ayrılması şeklinde gerçekleşen tepkimelerdir. (Soğutma işlemi-Soğuk havalarda camın buğulanması)
- 3) **Süblimasyon**- Katı bir maddenin sıvı hale geçmeden gaz haline geçmesidir.
- 4) **Ekstraksiyon**- Herhangi bir maddenin 2 sıvı içersindeki dağılımlarının farklı oluşundan yararlanarak bir madde karışımından istenilen madde ayrılabilir. Bu metod 2 sıvının birinin çözülüp diğerinin çözünmediği sistemlerde kullanılır.

Homojen Karışımların Ayrılması

- **Homojen Karışımların Ayrılması:**

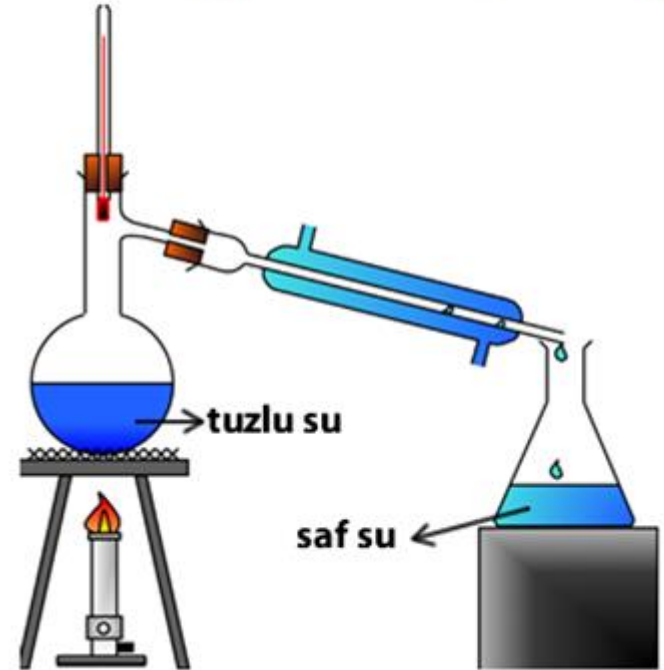
- 5) **Kromatografi**- Bir çözelti içerisindeki maddelerin ayrılmasında kullanılır.
- 6) **Kristallendirme**- Çözünürlükleri sıcaklık yükseldikçe artan saf maddenin sııcaktaki doymuş çözeltisi soğumaya başlayınca çözünen saf maddenin bir kısmı katı halde ayrılır. Bu olaya kristallendirme denir. Ör. Tuz gölü kıyılarında sıcaklık etkisi ile suyun buharlaşması sonucu geride tuz kristalleri kalır.
- 7) **Difüzyon**- Bir gaz karışımının ayrılmasında kullanılır.

Homojen Karışımların Ayrılması

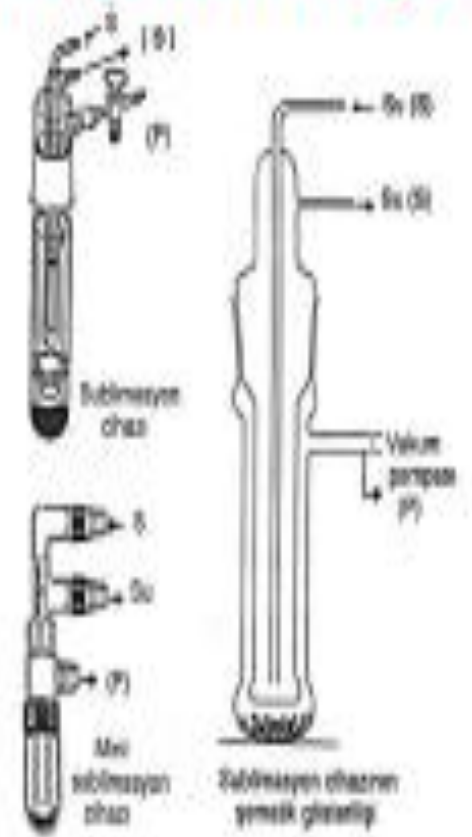
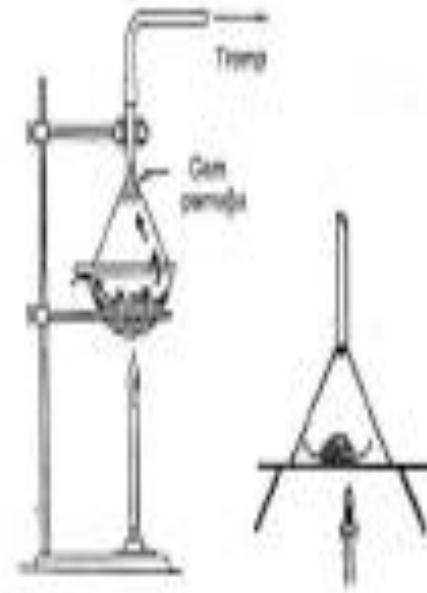
1) Buharlaştırma



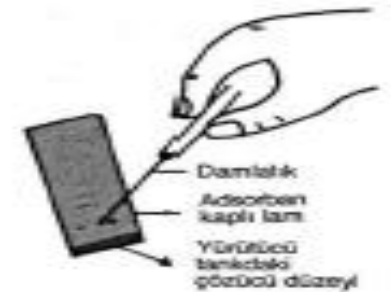
2) Damıtma (Destilleme, Distilasyon)



3) Çekme (Ekstraksiyon) 4) Süblimleştirme (Süblimasyon)



5) Kristallendirme (Kristalizasyon) 6) Kromatografi



Kromatografi



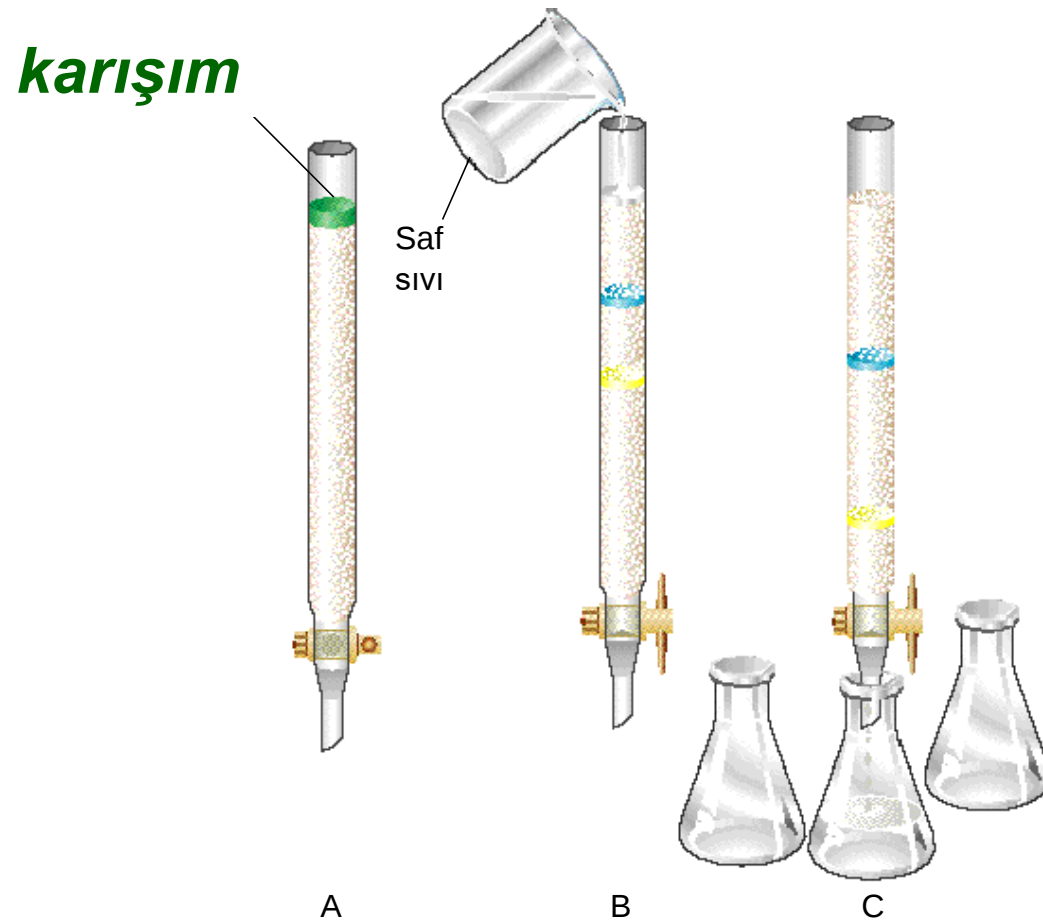
(c)



(d)

(c) Mürekkebin kromatografik olarak bileşenlerine ayrılması: Su kağıt üzerinde ilerledikçe siyah mürekkep koyu bir leke olarak görülür. (d) Su mürekkebin renkli bileşenlerini çözer ve bu bileşenler kağıda tutunma eğilimlerinin farklılığına göre kağıt üzerinde farklı bölgelerde tutunurlar.

Kromatografi



Örnek Problemler

Örnek 1

Herbir özelliği fiziksel veya kimyasal diye niteleyiniz.

- (a) Bir demir çivi bir mıknatısa doğru çekilir. **Fiziksel**
- (b) Kömürden elde edilen küçük molekülü sıvılar bir kibritle tutuşturulur. **Kimyasal**
- (c) Bronz bir heykel zamanla yeşil renk alır. **Kimyasal**
- (d) Bir odun parçası suda yüzer. **Fiziksel**

Örnek 2

Herbir özelliği fiziksel veya kimyasal diye niteleyiniz.

- (a) Dilimlenmiş elma kaverengiye döner. **Kimyasal**
- (b) Mermere dokumak soğuluk hissi verir. **Fiziksel**
- (c) Safir mavidir. **Fiziksel**
- (d) Kil çömlek fırında pişerse sertleşir. **Kimyasal**

1-4 Maddenin Ölçülmesi: SI (Metrik) Birimleri

- **Kimya**, nicel bir birimdir. Bu ise birçok durumlarda bir maddenin bir özelliğini ölçebileceğimiz ve bunu bilinen değerde bir özelliğe sahip olan bir standart ile karşılaştırabileceğimiz anlamındadır.
- Ölçümün bilimsel sistemi *“Uluslararası Birimler Sistemi”* diye bilinir ve **SI** şeklinde kısaltılır.
- Bu sistem metre (m) olarak bilinen ve uzunluk birimini temel alan metrik sistemin modern şeklidir.
- 1 metre, ışığın vakum altında $1/299.792.458$ saniyede kat ettiği mesafedir.

Birimler

Temel SI Birimleri

Uzunluk	metre, m
Kütle	kilogram, kg
Zaman	saniye, s
Sıcaklık	kelvin, K
Madde miktarı	mol, mol
Elektrik akımı	amper, A
Aydınlık şiddeti	kandil, cd

Türetilmiş Miktarlar

Kuvvet	Newton, kg m s^{-2}
Basınç	Paskal, $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$
Enerji	Joule, $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$

Diğer Yaygın Birimler

Uzunluk	angstrom, Å, 10^{-8} cm
Hacim	litre, L, 10^{-3} m^3
Enerji	kalori, kal, 4,184 J
Basınç	Atm = $1,064 \times 10^2 \text{ kPa}$ 1 Atm = 760 mmHg

Birimler

Kat	Önek
10^{18}	eksa (E)
10^{15}	peta (P)
10^{12}	tera (T)
10^9	jiga (G)
10^6	mega (M)
10^3	kilo (k)
10^2	hekto (h)
10	deka (da)
10^{-1}	desi (d)
10^{-2}	santi (c)
10^{-3}	mili (m)
10^{-6}	mikro (μ)
10^{-9}	nano (n)
10^{-12}	piko (p)
10^{-15}	femto (f)
10^{-18}	atto (a)
10^{-21}	zepto (z)
10^{-24}	yokto (y)

- **Kütle**, bir cisimdeki madde miktarını tanımlar.
- **Ağırlık** ise bir cisim üzerindeki yerçekimi kuvvetidir.

$$W = m \times g$$

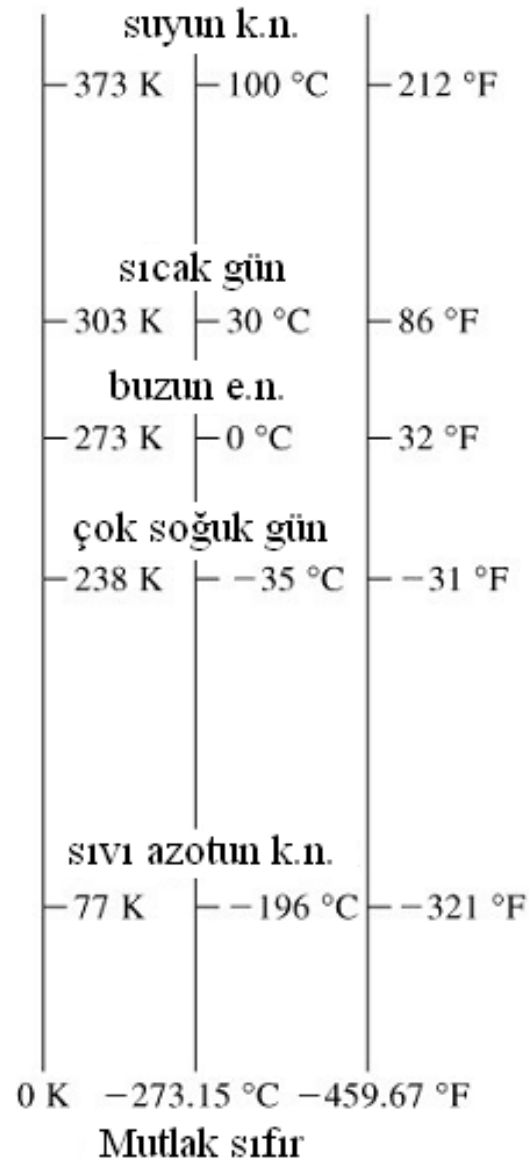
W: ağırlık

m: kütle

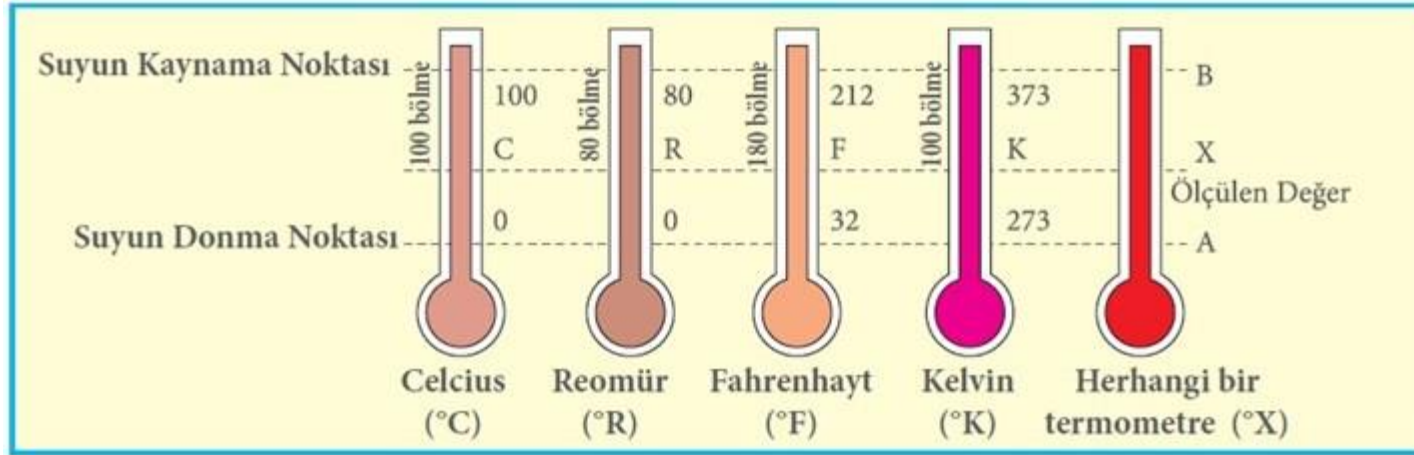
g: yerçekimi ivmesi

- Yerçekimi ivmesi (g) yeryüzünde bir yerden başka bir yere az da olsa değişir.
- Bir cismin ağırlığı bir yerden başka bir yere değişmesine rağmen cismin kütlesi her yerde aynıdır.

Bağıl Sıcaklıklar



Bağıl Sıcaklıklar



Aşağıdaki formüllerden yararlanarak termometre birimleri arasında çeviri yapılabilir.

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{K - 273}{100} = \frac{X - DS}{KS - DS}$$

Formüllerde verilen C , F, K harfleri verilen Celcius, Fahrenheit ve Kelvin sıcaklık değerleridir. Bilinmeyen bir termometre sorulduğunda son eşitlik kullanılır. Son eşitlikte X: sorulan sıcaklık DS: donma sıcaklığı KS: kaynama sıcaklığı.

Sıcaklık Eşellerinin Karşılaştırılması

Örnek 1

300 K kaç $^{\circ}\text{C}$ olur?

$K=C+273,15$ bağıntısında K yerine 300 koyarak C yi bulursak:
 $300=C+273,15$ $C=300-273,15=26,85$ $^{\circ}\text{C}$ olduğu bulunur.

Örnek 2

80 fahrenheit kaç $^{\circ}\text{C}$ eder?

$C/100 = F-32 / 180$ bağıntısında F yerine 80 koyarak çözelim.

$$C/100 = 80-32/180$$

$$C.180=48.100 \quad C=4800/180 = 26,6 \text{ } ^{\circ}\text{C} \text{ eder.}$$

Örnek 3

Bir et yemeği pişirme tarifinde 350 $^{\circ}\text{F}$ sıcaklık verilmiştir.

Celsius eşelinde bu sıcaklık nedir?

$$t (^{\circ}\text{C}) = 5/9 [t (^{\circ}\text{F}) - 32] = 5/9 [350-32] = 177 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Sıcaklık Eşellerinin Karşılaştırılması

Örnek 4

Hindistan'ın Yeni Delhi kentinde belli bir gündeki en yüksek sıcaklık 41°C olmuştur. Aynı gün Arizona'nın Phoenix kentinde ölçülen en yüksek sıcaklık 103°F 'dir. O gün hangi kent daha sıcak olmuştur?

$$t (^{\circ}\text{C}) = 5/9 [t (^{\circ}\text{F}) - 32] = 5/9 [103-32] = 39,44^{\circ}\text{C}$$

41°C ile Yeni Delhi daha sıcak olmuştur.

Örnek 5

Özel bir otomobil motoru soğutucusu -22°C 'ye kadar antifiriz korumasına sahiptir. Bu soğutucu -15°F kadar düşük sıcaklıklarda koruma yapabilir mi?

$$t (^{\circ}\text{C}) = 5/9 [t (^{\circ}\text{F}) - 32] = 5/9 [-15-32] = -26,11^{\circ}\text{C} \text{ (Yapamaz)}$$

Sıcaklık Eşellerinin Karşılaştırılması

Örnek 6

Kaliforniya'da San Bernardino için hazırlanan hava tahmin raporunda en yüksek ve en düşük sıcaklıklar sırasıyla 118 ve 17 °F'dır. Bu sıcaklıklar Celsius eşelinde nasıl verilir?

$$t (^{\circ}\text{C}) = 5/9 [t (^{\circ}\text{F}) - 32] = 5/9 [118-32] = 47,78 ^{\circ}\text{C}$$

$$t (^{\circ}\text{C}) = 5/9 [t (^{\circ}\text{F}) - 32] = 5/9 [17-32] = -8,33 ^{\circ}\text{C}$$

En düşük: -8,33 °C ; En yüksek: 47,78 °C

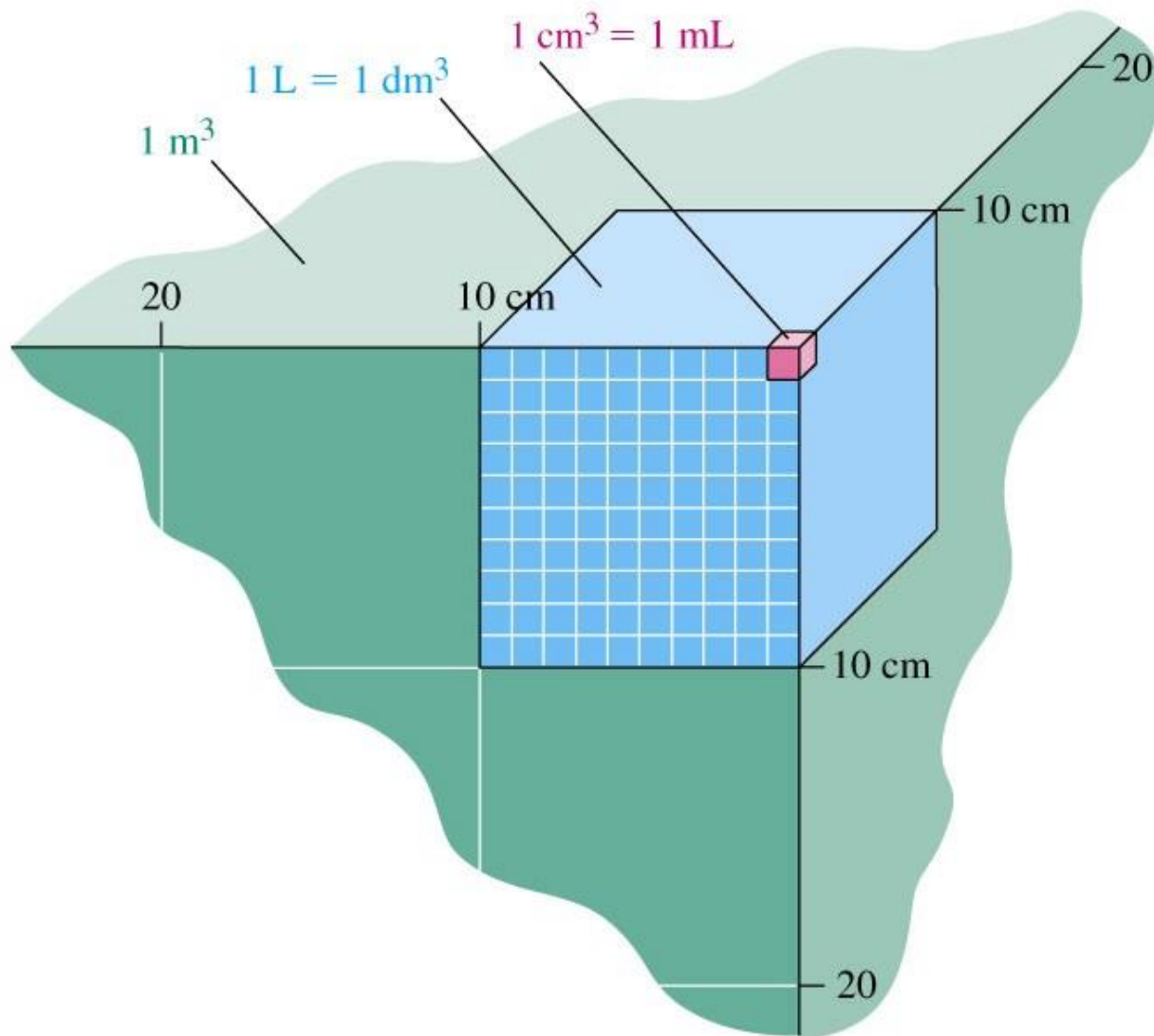
Örnek 7

Bir ev ekonomisi sınıfında şekerleme hazırlanmasında şeker karışımının «yumuşak bir top» haline (234-240 °F) getirilmesi gerekmektedir. Bir öğrenci bu ödevi yapmak için kimya laboratuvarından -10 ile 110 °C aralığında bir termometre almıştır. Bu termometre amaca uygun mudur?

$$t (^{\circ}\text{C}) = 5/9 [t (^{\circ}\text{F}) - 32] = 5/9 [234-32] = 112,22 ^{\circ}\text{C} \text{ (Uygun)}$$

$$t (^{\circ}\text{C}) = 5/9 [t (^{\circ}\text{F}) - 32] = 5/9 [240-32] = 115,56 ^{\circ}\text{C} \text{ değildir}$$

Hacim



1-5 Yoğunluk (d) ve Yüzde (%) Bileşimin Soru Çözümünde Kullanılması

Yoğunluk, kütlenin hacime oranıdır.

$$d = m/V \text{ (g/mL)}$$

- Kimyacılar genellikle kütleyi gram, hacmi de santimetre küp ya da mililitre cinsinden ifade ederler.
- Kütle ve hacim *kapasite* özellikleridir. *Kapasite özelliği*, gözlenen madde miktarına bağlıdır.
- Yoğunluk *şiddet* özelliğidir. *Şiddet özelliği* gözlenen madde miktarından bağımsızdır.
- Genel olarak katılar sıvılardan, hem katı hem de sıvılar gazlardan daha yoğundur.

Çevirme

* Kenar uzunluğu 1,25 inç. olan osmiyum küpünün kütlesi nedir? (1 inç.= 2,54 cm)

$$d = 22,48 \text{ g/cm}^3$$

$$\begin{array}{c} \text{(in. cm'ye çevrilir)} \quad \text{(cm cm}^3\text{'e çevrilir)} \quad \text{(cm}^3\text{ g osmiyuma çevrilir)} \\ ? \text{ g osmiyum} = \left[1.25 \text{ in.} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in.}} \right]^3 \times \frac{22.48 \text{ g osmiyum}}{1 \text{ cm}^3} = 719 \text{ g osmiyum} \end{array}$$

Örnek Problemler

* 20 °C de yoğunluğu 1,081 g/mL olan 125 mL lik bir şeker çözeltisinin kütlesi nedir?

1mL 1,081 g

125 mL x

x = 135 g çözelti

* Kütlece % 3,5 NaCl içeren bir miktar deniz suyu kuruluğa kadar buharlaştırılarak 75 g NaCl (sofra tuzu) örneği elde edilecektir. Bu amaçla kaç L deniz suyu alınmalıdır? ($d_{\text{deniz suyu}} = 1,03 \text{ g/mL}$)

100 g 3,5 g NaCl

x g 75 g NaCl

x = 2142,86 g (m)

$$d = m / V$$

$$V = m / d$$

$$V = 2146,86 \times 1,03$$

$$V = 2,08 \text{ L}$$

Örnek Problemler

* İzopropil alkolün sudaki kütlece % 70 lik çözeltisinin 25 mL si 15 g izopropil alkol içermektedir. Bu izopropil alkol çözeltisinin yoğunluğu nedir?

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ g} & & 70 \text{ g} \\ x & & 15 \text{ g} \\ \hline \end{array}$$

$$x = 21,43 \text{ g alkol çözeltisi}$$

$$d = m / V = 21,43 \text{ (g)} / 25 \text{ (mL)} = 0,857 \text{ g/mL}$$

* Asetonun yoğunluğunu bulmak için 55,01 gal luk bir bidon iki kez tartılmıştır. Bidon boşken 75,0 lb ve aseton ile doldurulduğunda 473,5 lb gelmektedir. Asetonun g/mL cinsinden yoğunluğu nedir? (1 gal = 3.7854 L ; 1 lb = 0,4536 kg)

$$55,01 \times 3,7854 = 208,23 \text{ L} \quad ; \quad 473,5 - 75 = 398,5 \text{ lb} = 180,76 \text{ kg}$$

$$d = m / V = 180,76 \text{ (kg)} / 208,23 \text{ (L)} = 0,868 \text{ kg/L} = 0,868 \text{ g/mL}$$

Örnek Problemler

* Belirli bir şekli olmayan bir cam kabın hacmini bulmak için kap boşken tartılmış, 121,3 g bulunmuştur. Karbontetraklorür ile dolu kabın ağırlığı 283,2 g dır. Karbontetraklorürün yoğunluğu 1,59 g/mL olduğuna göre kabın mL cinsinden hacim kapasitesi nedir?

Net ağırlık : Dolu tartım-Boş tartım (dara) = 283,2-121,3 = 161,9 g

$$d = m / V \Rightarrow V = m / d = 161,9 \text{ (g)} / 1,59 \text{ (g/mL)} = 101,82 \text{ mL}$$

* Alüminyumun yoğunluğu 2,709 g/cm³ tür. Kare şeklinde alüminyum levha parçasının kenar uzunluğu 9,0 in, ağırlığı 2,568 g dır. Bu levhanın mm cinsinden kalınlığı nedir? (cm³ = mL)

$$d = m / V \Rightarrow V = m / d = 2,568 \text{ (g)} / 2,709 \text{ (g/mL)} = 0,948 \text{ mL}$$

$$1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm} \Rightarrow 9 \text{ in} = 9 \times 2,54 = 22,86 \text{ cm}$$

$$\text{Kare levhanın hacmi} = (22,86 \text{ cm})^2 \times h \text{ (kalınlık)} = 522,58 \text{ (cm}^2\text{)} * h$$

$$0,948 \text{ mL (cm}^3\text{)} = 522,58 \text{ (cm}^2\text{)} * h \Rightarrow h = 0,948 / 522,58 = 0,0018 \text{ (cm)}$$

$$\text{Levhanın kalınlığı} = 0,018 \text{ (mm)}$$

Örnek Problemler

* Bir antifiriz olan etilen glikolün 20 °C deki yoğunluğu 1,11 g/mL dir.

(a) 452 mL etilen glikolün g cinsinden kütlesi nedir?

(b) 18,6 L etilen glikolün kg cinsinden kütlesi nedir?

(a) $m = V \times d = 452 \text{ (mL)} \times 1,11 \text{ (g/mL)} = 501,72 \text{ g}$

(b) $m = V \times d = 18.600 \text{ (mL)} \times 1,11 \text{ (g/mL)} = 20.646 \text{ g} = 20,65 \text{ kg}$
ya da $18,6 \text{ (L)} \times 1,11 \text{ (kg/L)} = 20,65 \text{ kg}$

* Kütlece % 8,5 aseton ve 91,5 sudan oluşan bir çözeltinin yoğunluğu 0,9867 g/mL dir. 7,50 L çözelti içinde bulunan asetonun kg cinsinden kütlesi nedir?

Kütlece % verildiğinden $m = V \times d = 7,50 \text{ (L)} \times 0,9867 \text{ (kg/L)} = 7,4 \text{ kg}$

100 kg 8,5 kg aseton

7,4 kg x kg

x = 0,629 kg aseton

Örnek Problemler

* Bir şişe şarabın kütlece % 5,4 asetik asit içerdiği bulunmuştur. Bir lb şaraptaki asetik asitin g cinsinden kütlesi nedir? (1 lb = 453,6 g)

$$\begin{array}{ll} 100 \text{ g} & 5,4 \text{ g asetik asit} \\ 453,6 \text{ g} & x \text{ g} \end{array}$$

$$x = 24,5 \text{ kg asetik asit}$$

* Bir gübre kütlece % 21 azot içeriyor. 775 g azot kaç kg gübrede bulunur?

$$\begin{array}{ll} 100 \text{ g gübre} & 21 \text{ g azot} \\ x \text{ g gübre} & 775 \text{ g azot} \end{array}$$

$$x = 3690,5 \text{ g gübre}$$

Örnek Problemler

* Küçük küresel bir bakır merminin kütlesini bulmak için aşağıdaki deney yapılmıştır. 125 mermi sayılarak dereceli silindirde bulunan 8,4 mL suya eklenmiş ve toplam hacim 8,9 mL bulunmuştur. Bakırın yoğunluğu 8,92 g/cm³ tür. Tüm parçaların aynı boyutlarda olduğunu varsayarsak, tek bir merminin yaklaşık kütlesini bulunuz.

Net hacim : Toplam hacim-Suyun hacmi = 8,9 (mL) - 8,4 (mL) = 0,5 mL

$d = m / V \Rightarrow m = V \times d = 0,5 \text{ (mL)} \times 8,92 \text{ (g/mL)} = 4,46 \text{ g (125 mermi)}$

$4,46 / 125 = 0,036 \text{ g (tek bir merminin kütlesi)}$

* Bir mineralin yoğunluğunu ölçmek için jeologlar tarafından bir zamanlar kullanılan teknikte mineral tanelerinin yüzeceği oranda iki yoğun sıvının karışımı kullanılırdı. İçinde kalsit mineralinin yüzdüğü karışımın özel yoğunluk şişesi (piknometre) ile birlikte ağırlığı 15,4448 g dır. Şişe boşken 12,4631 g su ile dolu iken 13,5441 g gelmektedir. Kalsit örneğinin yoğunluğu nedir? (Bütün ölçümler 25 °C de yapılmıştır. Suyun 25 °C deki yoğunluğu 0,9970 g/mL dır.)

$d = (15,4448\text{(g)} - 12,4631\text{(g)}) / [(13,5441\text{(g)} - 12,4631\text{(g)}) / 0,9970\text{(g/mL)}]$

$d = 2,9817 / 1,0843 = 2,75 \text{ (g/mL)}$

1-7 Anlamalı Rakamlar

- Ölçülen nicelikteki anlamlı rakam sayısı, ölçüm aletinin duyarlılığının ve ölçümlerin kesinliğinin bir göstergesidir.
- **Sıfır** dışındaki tüm rakamlar anlamlıdır.
- **Sıfır** da anlamlıdır; fakat 1'den küçük sayılar için iki önemli istisna vardır. Virgülden (ondalık basamaktan) önce gelen sıfır ve virgülden sonra ilk rakama kadar olan sıfırlar anlamlı değildir.
- Nicelikler 1'den büyük olduğunda ondalık virgülünden önce gelen sıfırların olması durumunda *belirsizlik* vardır. (Örnek: 7500)

1-8 Anlamalı Rakamlar

- **Örnek:** Masa terazisi ile yapılan ardarda 3 ölçümde 10,4 g, 10,2 g ve 10,3 g sonuçları bulunmuştur. Bu üç değerlerin ortalaması 10,3 g dır. 10 kesin olarak bilindiği halde son rakam 3 hesaplandığı için kesin olmadığı söylenir. Yani kütle 0,1 g farkla bilinebilir. Bu yüzden $10,3 \pm 0,1$ g şeklinde yazmak daha doğrudur. 10,3 üç anlamlı rakama sahiptir.
- $10,3 \text{ g} = 0,0103 \text{ kg}$ şeklinde ifadesi daha uygundur.
- Daha hassas analitik bir terazide yaptığımız ölçümlerde ise bulunan değerler 10,3107 g, 10,3108 g ve 10,3106 g dır. Ortalaması 10,3107 g dır. Gösterilmesi ise $10,3107 \pm 0,0001 \text{ g}$ dır (6 tane anlamlı rakam bulunmaktadır).

1-8 Anlamalı Rakamlar

Anlamalı değil

Ondalık basamak için kullanılan sıfırlar

Anlamalı

sıfırdan farklı sayılar arasındaki sıfırlar

Anlamalı değil
(ondalık sıfır)

0,004004500

Anlamalı

Sıfır olmayan tam sayılar

Anlamalı

Bir sayıda ondalık basamağın sağındaki sayılar

1-7 Anlamalı Rakamlar

Tam sayının sonunda sıfır (0) varsa anlamalı rakam sayısını belirtmek için sayı **üstel** yazılır.

6300 m' nin anlamalı rakam sayısı:

$6,300 \times 10^3$ m için ; 4

$6,30 \times 10^3$ m için ; 3

$6,3 \times 10^3$ m için ; 2

1-7 Anlamalı Rakamlar

- Sıfır (0) ile başlayan kesirli sayıların anlamalı rakam sayılarını belirlemek için sayı **üstel** olarak yazılabilir.
- 0,00160 m nin anlamalı rakam sayısı ;
 - $1,600 \times 10^{-3}$ m için ; 4
 - $1,60 \times 10^{-3}$ m için ; 3
 - $1,6 \times 10^{-3}$ m için ; 2

1-7 Anlamalı Rakamlar

- Avagadro Sayısı

- 602 213 670 000 000 000 000 000

- Bu sayının daha anlaşılabilir gösterimi şu şekildedir;

- $6,0221367 \times 10^{23}$

- Hesaplamalarda $6,02 \times 10^{23}$ olarak alınır.

1-7 Anlamalı Rakamlar

Soldan itibaren **sıfır olmayan haneden** başlayarak sayın

Sayı	Anlamalı Rakam
6,29 g	3
0,00348 g	3
9,0	2
$1,0 \times 10^{-8}$	2

TOPLAMA ve ÇIKARMA

En Küçük Sayıda Ondalıklı Kısma Sahip Olan Sayıyı Kullanın.

$$\begin{array}{r} 1,14 \\ 0,6 \\ \hline 11,676 \\ 13,416 \end{array} \rightarrow 13,4$$

Sayısal Hesaplamalarda Anlamlı Rakamlar

$$14,79 \text{ (cm)} \times 12,11 \text{ (cm)} \times 5,05 \text{ (cm)} = 904 \text{ (cm}^3\text{)} \text{ (904,48)}$$

4 anlamlı rakam 4 anlamlı rakam 3 anlamlı rakam 3 anlamlı rakam **Asıl sonuç**

Çarpma ve bölmenin sonucu hesaplamalarda kesinliği **en az bilinen** niceliğinki kadar anlamlı rakam içerebilir.

$$15,02 \text{ (g)} + 9986,0 \text{ (g)} + 3,518 \text{ (g)} = 10.004,5\text{~~38~~} \text{ (g)}$$

Toplama ve çıkartma sonucu ondalık basamak sayısı **en az olan** nicelikteki ile aynı sayıda ondalık basamakla ifade edilmelidir.

~~0,00~~4004500(Anlamlı rakamlar)
(Anlamsız rakamlar)

1-7 Anlamalı Rakamlar

ÇARPMA ve BÖLME

En küçük anlamalı rakamları kullanın.

$$0,01208 \div 0,236$$

$$= 0,0512$$

$$= 5,12 \times 10^{-2}$$

YUVARLAMA

4. sayı hanesi ≥ 5 ise 3. sayı hanesi bir arttırılır

3 anlamalı sayı yazılması.

$$10,235 \rightarrow 10,2$$

$$12,4590 \rightarrow 12,5$$

$$19,75 \rightarrow 19,8$$

$$15,651 \rightarrow 15,7$$

Sayısal Sonuçların Yuvarlanması

Üç anlamlı rakam şeklinde 15,453 sayısını 15,5; 14.775 sayısını $1,48 \times 10^4$ olarak ifade etmeliyiz. Sayıyı yuvarlamak için yalnız 1 basamak atmamız gerekiyorsa ve atılacak rakam 5,6,7,8 ya da 9 ise (5'ten büyükse) son rakamı bir birim arttırmak uygundur. Atılacak rakam 0, 1, 2, 3 ya da 4 ise son basamak değiştirilmez. Üç anlamlı rakama kadar 15,55 sayısını 15,6; 15,54 sayısını 15,5 olarak yuvarlayabiliriz.

$$0,225 \times 0,0035 \text{ (2 anlamlı rakam-en az)}$$

Örnek: $\text{-----} = 0,036\text{~~4583~~} = 0,036$
 $2,16 \times 10^{-2} \text{ (0,0216) (anlamsız rakam)}$

Ör. Soru: $62,356 / (0,000456 \times 6,422 \times 10^3) = ?$

Ör. Soru: $(8,21 \times 10^4 \times 1,3 \times 10^{-3}) / (0,00236 \times 4,071 \times 10^{-2}) = ?$

Örnek: $(2,06 \times 10^2) + (1,32 \times 10^4) - (1,26 \times 10^3) =$
 $(0,0206 \times 10^4) + (1,32 \times 10^4) - (0,126 \times 10^4) = 1,21\text{~~46~~} \times 10^4$
 $1,21 \times 10^4$

Yuvarlama Kuralları

- Kalması istenen son rakamdan sonra gelen rakam 5'ten küçük ise, son rakam olduğu gibi bırakılarak takip eden rakamlar atılır.

*Örneğin; 3,6247 sayısının 3 anlamlı rakamla yazılışı 3,62'dir.
- Kalması istenen son rakamdan sonra gelen rakam 5 veya 5'ten büyük ise, son rakam 1 arttırılarak onu takip eden rakamlar atılır.

*Örneğin; 7,5647 sayısının 4 anlamlı rakamla yazılışı 7,565 ve örneğin 6,2501 sayısının 2 anlamlı rakamla yazılışı ise 6,3'tür.

Örnek Sorular

Örnek: Her cevabı üstel şekilde ve doğru sayıda anlamlı rakamlar ile ifade ederek, aşağıdaki hesapları yapınız.

(a) $0,406 \times 0,0023 = 0,0009338 = 9,3 \times 10^{-4}$
3 an.rakam 2 an.rakam

(b) $0,1357 \times 16,80 \times 0,096 = 0,21885696 = 2,2 \times 10^{-1}$
4 an.rak. 4 an.rak. 2 an.rak. (yuvarlama yapılır)

(c) $0,458 + 0,12 - 0,037 = 0,541 = 5,4 \times 10^{-1}$
3 basamak 2 basamak 2 basamak

(d) $32,18 + 0,055 - 1,652 = 30,583$
2 basamak 2 basamak 3 basamak (yuvarlama yapılır)

Yapınız: Petrucci sayfa 27'de 41 ve 42, sayfa 29'da 71 ve 72