

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ
KİMYA BÖLÜMÜ

GENEL KİMYA LABORATUVARI-I



HAZIRLAYANLAR (İNGİLİZCE-2000)

Doç.Dr. Selami KARSLIOĞLU Arş.Gör. Murat KÜÇÜK

Arş.Gör. Miraç Nedim MISIR

ÇEVİRENLER (2002)

Doç.Dr. Selami KARSLIOĞLU

Y.Doç.Dr. Sevgi KOLAYLI

Y.Doç.Dr. Neslihan DEMİRBAŞ

Y.Doç.Dr. Ahmet ÇOLAK

Arş.Gör. Selçuk BİLGİN

Arş.Gör. Dilek KUL

Arş.Gör. İsmail DEĞİRMENCİOĞLU

Arş.Gör. Nagihan SAĞLAM

GENEL KİMYA LABORATUVARI – I

DENEYLER

1.	Çözelti Hazırlama ve Çöktürme Reaksiyonları	1
2.	Bilinmeyen Uçucu Bir Sıvının Mol Kütlesinin Belirlenmesi	8
3.	Sabun Sentezi	12
4.	Termokimya : Nötralleşme Entalpisi (Isısı)	16
5.	Aspirin Sentezi	18
6.	Bir Asidin Titrasyonu	21
7.	Sularda Sertlik Tayinleri	27
8.	İki Değerlikli Bir Metalin Atom Kütlesinin Hesaplanması	37
9.	Saat Reaksiyonları	41
10.	Basit Bir Tuzun Özellikleri ve Eldesi	47
11.	Charles Kanunu	53

LABORATUVARDA ÇALIŞIRKEN !!! DİKKAT !!!



**Kişisel Koruyucu Donanımını
KULLAN !**

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ
www.laboratuvarguvenligi.com



**Kimyasalları lavaboya
DÖKME !**

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ
www.laboratuvarguvenligi.com



Risk ALMA, Önlem AL !

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ
www.laboratuvarguvenligi.com



**Laboratuvarda yiyecek ve içecek
TÜKETME !**

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ
www.laboratuvarguvenligi.com



Bertaraf Kurallarına UY !

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ
www.laboratuvarguvenligi.com



**Çalıştığın bölgeyi
TEMİZLE !**

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ
www.laboratuvarguvenligi.com



**Çalıştığın Kimyasalı
TANI !**

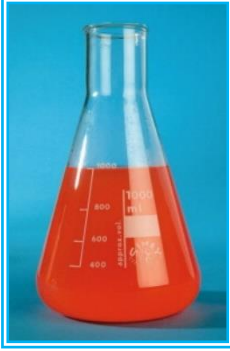
LABORATUVAR GÜVENLİĞİ
www.laboratuvarguvenligi.com



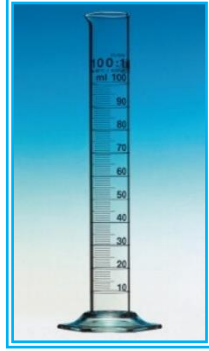
**Çıkmadan son kontrolleri
YAP !**

LABORATUVAR GÜVENLİĞİ
www.laboratuvarguvenligi.com

KİMYA LABORATUVARLARINDA KULLANILAN BAZI MALZEMELER



Erlen



Mezür



Balon joje



Ayrırma hunisi



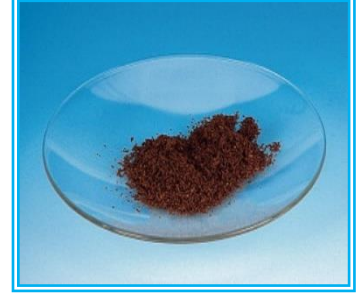
Huni



Beher



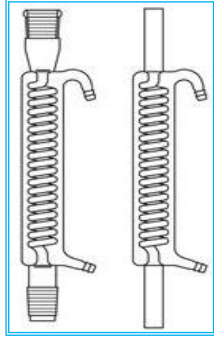
Metal-porselen spatül



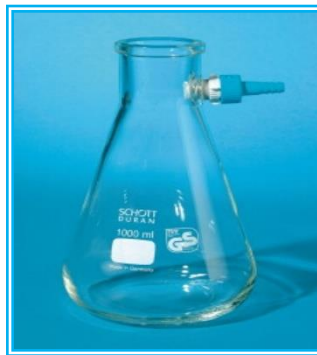
Saat camı



Cam balon



Geri Soğutucu



Nüçe erleni



Piset



Cam kroze



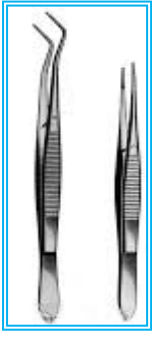
Porselen kroze



Porselen havan



Buchner hunisi



Pens



Metal maşa



Spor



Büret



Cam pipet



Bunzen beki



Plastik pastör pipet



Lastik puar



Tahta maşa



Süzgeç kâğıdı



Deney Tüpü, Tüplük



Petri Kabı



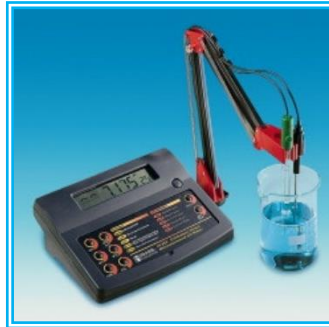
Manyetik Karıştırıcı



Vakumlu desikatör



Koruyucu eldiven



Masaüstü pH metre



Amyant ve uçayak



Fırın



Etüv



Hassas terazi



Su banyosu

1. Deney

ÇÖZELTİ HAZIRLAMA ve ÇÖKTÜRME REAKSİYONLARI

1.1. Çözeltiler ve Hazırlanışları

Çözeltiler en az iki farklı maddeden oluşan tek fazlı (homojen) karışımlardır. Bir çözeltinin kimyasal içeriğini gösteren en önemli özelliği **derişimdir**. Derişim, çeşitli birimlerle ifade edilen çözelti veya çözücünün birim miktarında çözünenin bağıl miktarını gösteren bir büyüklüktür. Derişim birimlerinin bir kısmı hacme bağılı olarak, bir kısmı kütleyle bağılı olarak, bir kısmı ise mol sayısına bağılı olarak tanımlanmıştır. Bu birimlerin birbirini cinsinden karşılıklarının bulunması için çözünen ve çözücünün mol kütlesi değerlerinin yanı sıra çözeltinin yoğunluğunun bilinmesi çoğunlukla yeterli olabilmektedir. Hacimce derişimi bilinen bir çözelti hazırlarken, çözeltiye eklenecek çözücü miktarı ile ilgilenilmezken, diğer derişim birimlerinde çözelti hazırlanırken, eklenecek çözücü miktarı da mutlaka hesaplanmalıdır.

Hacme Bağılı Derişimler: Molarite (M), Normalite (N), Hacimde kütlece % (a/v, w/v)

Kütleyle Bağılı Derişimler: Kütlece yüzde (%a), Molalite (m), ppt, ppm, ppb

Mol Sayısına Bağılı Derişimler: Mol kesri (fizikokimyasal büyüklükler için)

Çözeltilerin seyreltilmesi genel olarak çözünen/çözücü oranı şeklinde tanımlanabilen derişimin azaltılması anlamına geldiği için çözücü eklenerek, deriştirilmesi ise derişimin arttırılması anlamına geldiği için çözünen eklenerek veya çoğunlukla buhar basıncı yüksek olan çözücünün buharlaştırılarak uzaklaştırılmasıyla mümkün olabilmektedir.

Hacim bazındaki çözeltilerin seyreltilmeleri kolayken ($M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$), kütle bazındaki derişim birimlerinde ise çok daha büyük hassasiyetle hazırlama kolaylığı ve balon jojeye ihtiyaç duyulmaması gibi kolaylıkları vardır.

Çözelti Hazırlama ve Derişim Uygulamaları

Çözelti derişimlerinin ifadesinde sıklıkla kullanılanlar;

molarite, normalite, molalite, % kütle, % hacim, ppm, % mol ve mol kesridir.

Çözelti yoğunluğunun bilinmesi gereken durumlarda pipetle bilinen hacimde alınan çözeltinin önceden darası alınmış veya elektronik terazide darası sıfırlanmış temiz ve kuru bir behere aktarılarak kütlelerinin ölçülmesinden yararlanılacak, yoğunluğun kütle/hacim oluşu hatırlanacaktır.

Derişim Birimleri

Çözeltilerin derişiminin belirtilmesinde yaygın olarak kullanılan derişim birimi tanımları ve ilgili eşitlikleri aşağıda verilmiştir:

- 1. Molarite** : 1 litre çözeltide çözünmüş olan maddenin mol sayısıdır.
$$M = n_{\text{çözünen}} / V_{\text{çözelti}} \text{ (litre cinsinden)}$$
- 2. Normalite** : 1 litre çözeltide çözünen maddenin eşdeğer gram sayısı
$$N = n_{\text{çözünen}} \times t / V_{\text{çözelti}} \text{ (litre) } \quad (t : \text{tesir değeri})$$
- 3. Molalite** : 1000 gram çözücüde çözünen maddenin mol sayısı
$$m = n_{\text{çözünen}} \times 1000 / \text{gram cinsinden çözücünün miktarı}$$
- 4. Kütlece Yüzde** : 100 gram çözeltide çözünmüş maddenin gram cinsinden miktarıdır.
$$\% a = (g_{\text{çözünen}} / g_{\text{çözelti}}) \times 100$$
- 5. Hacimce Yüzde** : 100 mL çözeltide çözünen maddenin hacim miktarıdır.
$$\% \text{ Hacim} = (V_{\text{çözünen}} / V_{\text{çözelti}}) \times 100$$
- 6. Mol Kesri** : Çözünenin mol sayısının çözeltideki bileşenlerin toplam mol sayısına oranıdır.
$$X = n_{\text{çözünen}} / n_{\text{toplam}}$$

Bir madde ikinci bir madde içerisinde molekülleri veya iyonları halinde dağıldığında meydana gelen homojen karışıma **çözelti** adı verilir.

İyonları veya molekülleri halinde dağılan maddeye **çözünen madde**; maddeyi çözen ikinci maddeye de **çözücü** adı verilir. Çözeltideki çözünmüş olan maddenin miktarını belirtmek için "**konsantrasyon**" terimi kullanılır.



Şekil 1. Çözelti hazırlama

Burada konsantrasyonun üç türünü inceleyeceğiz:

- a. Yüzde konsantrasyon,
- b. Molarite,
- c. Normalite.

a) % **Konsantrasyon**: Ağırlıkça ve hacimce olmak üzere ikiye ayrılır.

(1) Ağırlıkça % Konsantrasyon (a/a): 100 gram çözeltide çözünen maddenin g olarak miktarıdır.

Deney:

100 g, ağırlıkça %5'lik NaCl çözeltisi hazırlayınız.

Yani, 100 g çözeltide; 5 g NaCl, 95 g su olmalıdır. Buna göre bir kap içine (beher, erlen, balon jöje) 5 g NaCl tartılır, üzerine 95 g saf su (veya 95 mL suyun yoğunluğu $d \cong 1 \text{ g/cm}^3$) ilâve edilip karıştırılır.

(2) Hacimce % Konsantrasyon (v/v): 100 mL çözeltide çözünmüş olan maddenin mL olarak miktarıdır.

Deney:

Hacimce %10'luk 50 mL etanol çözeltisi hazırlayınız.

100 mL çözelti hazırlayacak olsaydık 10 mL alkol ve 90 mL su gerekecekti. 50 mL çözelti olduğu için bu miktarların yarısı alınır, çözelti hazırlanmış olur. Bir mezür veya balon jöjeye 5 mL alkol ve 45 mL su ilâve edilerek istenen çözelti hazırlanır.

b) **Molarite**: 1 litre çözeltide çözünmüş olan maddenin mol sayısıdır.

Deney:

1 M'lık 1000 mL NaCl çözeltisi nasıl hazırlanır? ($M_{\text{NaCl}} = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g/mol}$).

1 mol, yani 58,5 g NaCl alınıp 1 L'lik balon jöjeye konur. Üzerine bir miktar saf su ilâve edilip tamamen çözülür. Daha sonra işaret çizgisine kadar saf su ile doldurulur. Böylece 1 M 1000 mL NaCl çözeltisi hazırlanmış olur.

Deney:

1 M'lik NaCl çözeltisinden 0.2 M 250 mL çözelti nasıl hazırlanır?

Bu bir seyreltme işlemidir. Bunun için aşağıdaki seyreltme denklemi kullanılır.

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$1 \times V_1 = 0,2 \times 250$$

$$V_1 = 50 \text{ mL}$$

(1 M'lik çözeltiden 50 mL alınıp saf su ile bir balon jodede 250 mL'ye tamamlanır)

Deney:

%36'lık ve yoğunluğu $d=1.18 \text{ g/mL}$ olan HCl çözeltisinden 0,10 M ve 250 mL HCl çözeltisi nasıl hazırlanır?

$$(MA_{\text{HCl}} = 1 + 35.5 = 36.5 \text{ g/mol})$$

Önce bu çözeltideki saf HCl miktarını bulalım (ilk çözeltiyi 1000 mL kabul edelim).

$$m = \% \cdot d \cdot V$$

$$m = 0.36 \times 1.18 \text{ g/mL} \times 1000 \text{ mL}$$

$$m = 424,8 \text{ g}$$

$$\text{HCl'nin mol sayısı (n)} = \frac{m}{MA} = \frac{424.8 \text{ g}}{36.5 \text{ g/mol}} = 11.6 \text{ mol}$$

$$\text{Molarite (M)} = \frac{n}{V} = \frac{11.6 \text{ mol}}{1.00 \text{ L}} = 11.6 \text{ mol/L}$$

Seyreltme denkleminde:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$11.6 \times V_1 = 0.10 \times 250$$

$$V_1 = 2.2 \text{ mL}$$

(İlk HCl çözeltisinden **2.2 mL** alınıp bir balon jodede saf su ile 250 mL'ye tamamlanır).

c) **Normalite:** 1 litre çözeltide çözülmüş olan maddenin eşdeğer-gram sayısına denir.

Tesir Değerliği (t): Asitlerde proton (H^+) iyonu sayısı, bazlarda (OH^-) iyonu sayısı, tuzlarda ise toplam pozitif (+) veya negatif (-) yüklü iyon sayısıdır.

$$N = \frac{m \cdot t}{MA \cdot V}$$

$$N = M \times t$$

Deney:

0.2 N 250 mL NaOH çözeltisi nasıl hazırlanır? ($MA_{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$)

NaOH'in tesir değeri $t = 1$ 'dir.

$$\text{Eşdeğer gram sayısı (veya ekivalent)} = \frac{MA}{t} = \frac{40}{1} = \mathbf{40}$$

$$N = \frac{m \cdot t}{MA \cdot V} \Rightarrow m = \frac{N \cdot MA \cdot V}{t} = \frac{0.2 \times 40 \times 0.250}{1}$$

$$\Rightarrow \mathbf{m = 2 \text{ g}}$$

Örnek Sorular

1. %80'lik bir alkol çözeltisinden; %20'lik, 500 mL çözelti nasıl hazırlarsınız?
2. 450 g'lık bir KCl çözeltisinde; 60.376 g KCl bulunduğuna göre bu çözelti % kaçlıktır?
3. %98'lik, $d=1.89 \text{ g/mL}$ olan H_2SO_4 'ten,
 - a) 2 M'lık 1000 mL ve 0.5 M'lık 500 mL
 - b) 0.2 N'lik 1000 mL ve 0.4 N'lik 100 mL çözeltileri nasıl hazırlarsınız?

1.2. Çöktürme Reaksiyonları

Bazı maddeler suda çok iyi çözünürken bazıları ise hiç çözünmezler. İnorganik maddeler suda çözünen ve suda çözünmeyenler olarak ikiye ayrılır.

Suda Çözünenler:

- Tüm Lityum bileşikleri (LiCl, LiF, Li₂SO₄ ... gibi)
- Tüm Sodyum bileşikleri (NaCl, NaNO₃, Na₂SO₄, Na₂CO₃, NaCH₃COO, Na₃PO₄ ... gibi)
- Tüm Potasyum bileşikleri (KCl, KI, KNO₃ ... gibi)
- Tüm Sezyum bileşikleri (CsCl, CsNO₃ ... gibi)
- Tüm NH₄⁺ (amonyum) bileşikleri (NH₄Cl, NH₄Br, NH₄NO₃, (NH₄)₂SO₄ ... gibi)
- Tüm Klorat (ClO₃⁻), asetat (CH₃COO⁻) ve nitrat (NO₃⁻) bileşikleri:
Ca(ClO₃)₂, Mg(ClO₃)₂, Pb(CH₃COO)₂, NH₄CH₃COO, Pb(NO₃)₂ ... gibi
Ayrıca asit tuzları (HS⁻, HCO₃⁻, HPO₄⁻², H₂PO₄⁻)
(Sr(HS)₂, Mg(HCO₃)₂, CaHPO₄, Ba(H₂PO₄)₂ ... gibi) suda çözünür.

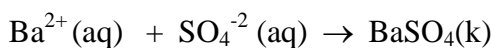
Suda Çözünmeyenler:

- Hg₂Cl₂, SrSO₄, BaSO₄, Ag₂SO₄, PbSO₄, HgSO₄.
- Bazı hidroksit ve karbonatlar da suda çözünmezler: Mg(OH)₂, MgCO₃, Ca(OH)₂, CaCO₃, BaCO₃, SrCO₃, Al(OH)₃, Fe(OH)₃.
- Bunlardan başka S⁻², SO₃⁻², PO₄⁻³, CrO₄⁻² bileşikleri (1. Grup katyonlarla ve NH₄⁺ bileşikleri hariç) BaCrO₄, Ca₃(PO₄)₂, CoS, FeS, Cr₂(SO₃)₃ ... gibi suda çözünmezler.

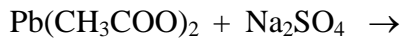
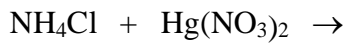
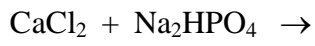
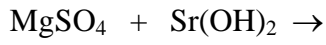
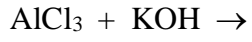
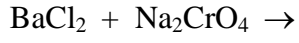
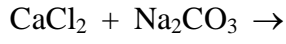
Fakat bahsedilen çözünme kurallarına aykırı olarak; HgCl₂, Ba(OH)₂, Sr(OH)₂ ve BaS suda tamamen çözünür.

Deney:

Bu deneyde iki ayrı çözelti birbiriyle karıştırılarak “çökme” olayı gözlenecektir. Bir deney tüpüne BaCl₂ çözeltisi, ikinci deney tüpüne de Na₂SO₄ çözeltisi hazırlanır. Biri diğerinin üzerine dökülerek karıştırılır. Beyaz, bulanık BaSO₄ çözeltisi gözlenir. Burada 2Na⁺ ve 2Cl⁻ iyonu hiç bir değişime uğramadıkları için reaksiyonun net iyonik denkleminde gösterilmezler. Buna göre net iyonik denklem şöyledir:



Aynı şekilde diğer maddelerin de tek tek çözeltilerini hazırlayarak birbiri ile karıştırıp çökelme olup olmadığını gözleyiniz ve net iyonik denklemlerini yazınız.



Bu çözeltileri hazırlayıp birbiriyle karıştırdıktan sonra çökelme olup olmadığını gözleyiniz ve net iyonik denklemlerini defterinize yazınız.



Şekil 2. PbI_2 'ün çöktürülmesi

2. Deney

BİLİNMEYEN UÇUCU BİR SIVININ MOL KÜTLESİNİN BELİRLENMESİ

ÖNERİ

Bilinmeyen bir sıvının mol kütlesi “buhar-yoğunluk” metoduyla belirlenebilir.

TEORİ

Bir sıvının mol kütlesi, sıvıyı buharlaştırılması ile oluşan buharın yoğunluğunun belirli bir sıcaklık ve basınçta ölçülmesi ile belirlenebilir. Buharın yaklaşık mol kütlesi yoğunluk değeri (**d**) eşitlik (2)'de yerine konularak hesaplanabilir. Eşitlik (2) ideal gaz kanununda (Eşitlik-1) “n” yerine kütlenin molekül kütlesine oranı (g/M) yazılarak türetilir.

$$PV = nRT = \frac{g}{M}RT \quad (1)$$

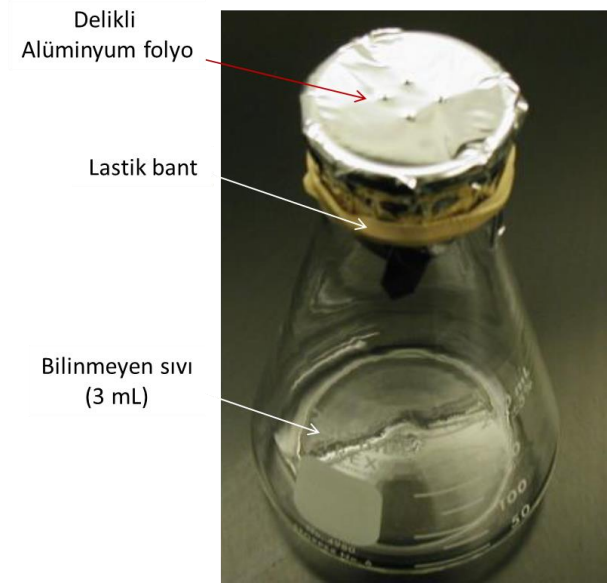
- Eşitlik yeniden düzenlenirse;

$$M = \frac{g}{V} \cdot \frac{RT}{P} = \frac{dRT}{P} \quad (2)$$

M değeri yoğunlaşan buhar moleküllerinden oluşan sıvının yaklaşık mol kütlesidir. Hesaplanan molekül kütlesi yalnızca yaklaşık bir değer olmasına rağmen, yine de eğer sıvının basit formülü biliniyorsa tam molekül kütlesinin hesaplanmasında da kullanılabilir.

YÖNTEM

125 mL'lik temiz ve kuru bir erlen, bir parça alüminyum folyo ve lastik bant birlikte tartılır. Bütün tartımlar $\pm 0,001$ g hassaslıkla yapılmalıdır. Bilinmeyen sıvıdan, erlene yaklaşık 3 mL konulur. Erlenin ağzına, 4-5 tane küçük delik açılmış alüminyum folyo kapatılır ve lastik bant ile bağlanır (Şekil 1).



Şekil 1. Alüminyum folyo ile ağzı kapatılmış erlen

Erlen ve içeriği suyun içine ve buhar banyosuna daldırılacağı için, daha büyük bir alüminyum folyo parçası ile erlenin ağzı tekrar iyice kapatılır ve plastik bir bantla etrafı sarılır.

Şekil 2'deki gibi bir düzenek kurulur. 800 mL'lik bir behere 200 mL saf su ve 4-5 tane kaynama taşı konulur. 125 mL'lik erleni beherin içine yerleştirip ağzı bir saat camı ile kapatılır. Eğer erlen suyun üzerinde çok yüksekte kalırsa, uygun bir cisimle saat camının üzerine ağırlık uygulanır. Su 10-15 dak. içinde kaynayacak şekilde bir bek alevi üzerinde ısıtılır. Isıtma hızlı yapılmamalıdır. Kaynama başladığında, suyun yavaş yavaş 10 dakika kadar kaynaması için bek alevi biraz kısılır. Bu işlem sırasında, erlendeki sıvı tamamen buharlaşmalıdır. Eğer bu durum gerçekleşmezse, su erlendeki bütün sıvı buharlaşmaya kadar kaynatmaya devam edilmelidir.

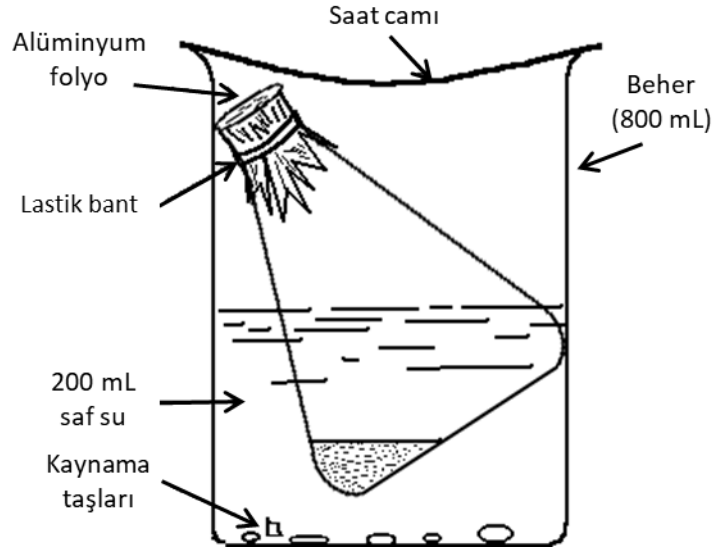
Daha sonraki adım hızlı bir şekilde (hataları en aza indirmek için) fakat dikkatlice yapılmalıdır. Bek uzaklaştırılıp gaz kapatılır. Maşayla birlikte önce saat camı sonra da erlen alınır. Erlenin dışı temiz bir bezle kurulanır, daha sonra plastik bant ve dıştaki alüminyum folyo çıkartılır. Bu aşamada içteki folyo çıkartılmaz, fakat özellikle alüminyum folyonun

altına kaçmış olan su yine temiz bir bezle dikkatlice alınır. Erlen ilk alüminyum folyo ve bakır telle birlikte soğuması için bir bek altlığının üzerine konulur. Eğer deney başarılı bir şekilde yapılmışsa, erlenin içindeki buhar soğuduğu için çok az miktarda sıvı yoğunlaşacaktır. Yaklaşık

15 dak. sonra erlen tartılır. Son ağırlık alındığında laboratuvarın atmosfer basıncı kaydedilmelidir.

Eğer zaman yeterliyse ikinci bir deneme daha yapılabilir. Bunun için aynı erlen temizlenmeli ve kurutulmalıdır. Alüminyum folyo ve tel atılmalı ikinci deneme için yenileri kullanılmalıdır.

Erleni ağzına kadar su ile doldurularak ve bu suyu daha sonra dikkatlice büyük bir mezürün içine boşaltarak erlenin hacmi belirlenir.



Şekil 2. Su banyosu içinde alüminyum folyo ile ağzı kapatılmış olan erlen

BİLGİLER

1. Kaynayan suyun sıcaklığı (K)
2. Düzenek ve yoğunlaşan sıvının ağırlığı (g)
3. Düzenegın ağırlığı (g)
4. Yoğunlaşan sıvının ağırlığı (g)
5. Erlenin hacmi (mL)
6. Laboratuvarın atmosfer basıncı (atm)

HESAPLAMA

Bilinmeyen maddenin molekül kütlesini hesaplayın (Eşitlik 2).

Örnek Sorular

1. Moleküller arası çekim kuvvetlerinden dolayı, bu deneyde kullanılan çoğu madde çalışılan şartlar altında ideal gaz kanunundan sapacaktır. Bu, deneysel moleküler kütlenin teorik değerinden daha düşük veya daha yüksek olmasına sebep olur mu? Açıklayın.
2. Hidrojen:Flor atom oranı 1 olan bir maddenin; standart basınç ve sıcaklık şartlarında buharının hacmi $2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, kütlesi ise $3.571 \times 10^{-4} \text{ kg}$ 'dır. Bu maddenin molekül formülü nedir?
3. Deneyde elde ettiğin buhar gerçekten "ideal" miydi? Değilse, hesaplamaların nasıl etkilendi? Açıklayın.
4. Erleni soğuttuğunuzda tüm buhar yoğunlaşmasaydı, hesaplamaların nasıl etkilenirdi?
5. Kullandığın bilinmeyen uçucu sıvının farklı bir başlangıç miktarını kullansaydın deneyiniz nasıl etkilenirdi?

3. Deney

SABUN SENTEZİ

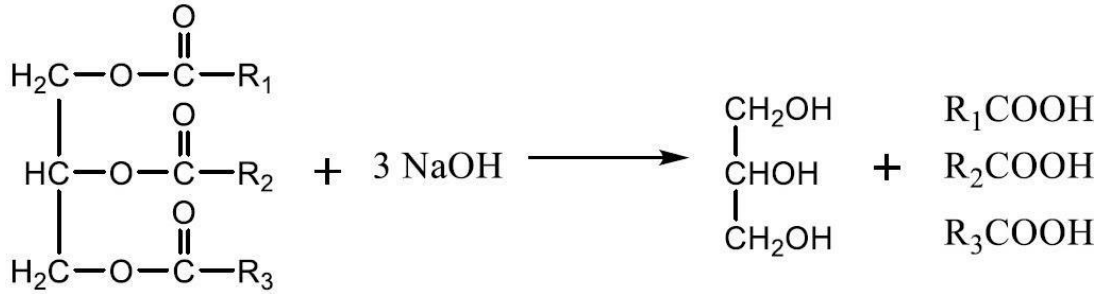
AMAÇ

Hayvansal veya bitkisel yağlardan sabun elde etmek.

TEORİ

Sabun, yağ asitlerinin suda çözünen sodyum ve potasyum tuzlarıdır. Sabunlar, katı-sıvı yağların ya da onların yağ asitlerinin, kimyasal olarak güçlü bir alkali ile etkileşimi sonucu oluşur.

Yağların alkali hidroksitleri ile hidrolizi sonucu oluşan karboksilik asitlerin sodyum veya potasyum tuzlarına sabun ve bu hidrolize de sabunlaşma denir.



Şekil 1. Sabun üretim reaksiyonu

Yumuşak (Arap sabunu) sabunlar sert (NaOH dan elde edilen) sabunlara göre çabuk erirler ve daha kolay köpürür. Yani kısaca sabun yapılırken NaOH kullanılırsa sert sabun suda daha uzun sürede eriyen sıvı veya katı sabunlar elde edilir; KOH kullanılırsa yumuşak ve suda kolay eriyen sabun elde edilir.

Esterler, asidik veya bazik ortamda hidrolize uğrayarak kendilerini oluşturan karboksilik asit ve alkole dönüşürler. Esterleşme ve ester hidrolizi bir denge tepkimesidir. Dengenin, hidroliz yönünde ilerlemesi için özellikle bazik katalizör kullanılır. Burada oluşan karboksilik asit, baz ile tepkimeye girerek tuz oluşturur ve dengenin hidroliz yönünde ilerlemesine yardım eder.

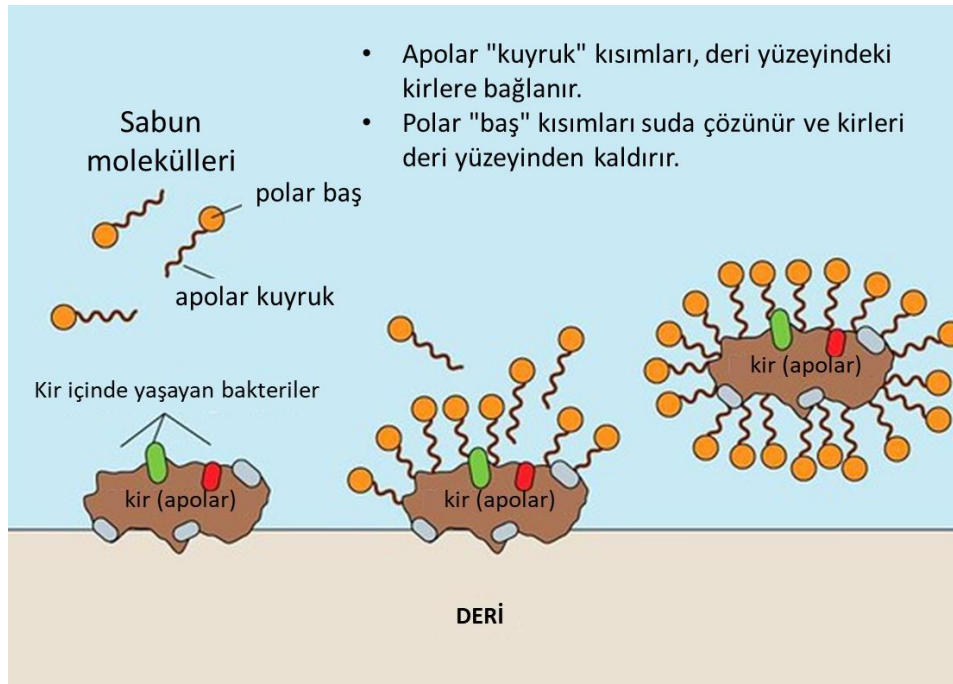
Yağlar, gliserinin yüksek karbonlu yağ asitleri ile oluşturdukları esterlerdir. Bu

esterlere genel olarak gliserid denir ve trialkol olan gliserinin esterleşen alkol grubu sayısına göre monoglisericid, diglisericid ve triglisericid olarak adlandırılır.

Sabun ve deterjanların kimyasal yapısı çok farklı olduğundan temizleme işlevindeki etkileri de farklıdır. Sabun asidiktir ve sert sularda etkili değildir. Buna karışık deterjanlar bu tip sularda daha etkilidir.

Deterjanları oluşturan kimyasal maddelerin büyük bir bölümünü yüzey aktif maddeler oluşturmaktadır. Yüzey aktif madde, hidrofilik (baş) ve hidrofobik (kuyruk) kısımlardan oluşan, suda çözündüğünde yüzey gerilimini etkileyen kimyasal bileşiktir. Yüzey aktif madde, sabun, deterjan, ıslatıcı maddeler ve emülsiyon oluşturan maddeler için kullanılan genel bir isimdir.

Yüzey aktif maddeler, suyun yüzey gerilimini düşürerek temizlik için gereken ıslanmayı sağlar. Kirlerin suda çözünen kısmı yüzeyden ayrılarak yıkama suyuna geçer. Oluşan boşluklarda kirler gevşer. Suda çözünmeyen kirler yumuşar, temizlenmeleri kolaylaşır. Kirleri yapışmış oldukları yüzeylerden koparırlar. Deterjan molekülleri (miselleri) kirlerin etrafını kuşatırlar. Kirler toplanıp küresel bir hal almaya başlayınca yüzeyle temas eden kısımları azalır. Bu yüzeylere yüzey aktif maddeler yerleşir. Ve kirlerin koparılması kolaylaştırılır. Mekanik etkinin de yardımıyla kirler daha ufak parçalara ayrılır ve yıkama suyunda tutulurlar. Böylece temizlik işlemi gerçekleşmiş olur. Bir diğer görevi de kiri yıkama suyu içinde askıda tutarak tekrar çökmesini önlemektir. Bu kirler su ile birlikte ortamdan uzaklaştırılır.



Şekil 2. Sabun moleküllerinin apolar kir molekülleri ile etkileşimleri

Aralarındaki Farklar:

Sabunlar

- Bitkisel veya hayvansal yağlardan elde edilir
- Doğal olduklarından, insan vücuduna zararlı etkileri yoktur.
- Doğal yöntemlerle yapıları kolayca parçalanır.
- Su kirliliğine neden olmazlar.
- Çevreye zararları yoktur.
- Zamanla temizleme gücünü kaybederler.
- Sert sulardaki metal iyonlarıyla çökelek oluştururlar.
- Kıyafetlere zarar verebilirler.
- Sıcak suda temizleme güçleri daha etkilidir.
- Binlerce yıldır kullanılmaktadır.

Deterjanlar

- Petrol türevlerinden sentetik olarak elde edilirler.
- İnsan vücuduna zararlı etkileri vardır.
- Kolay kolay bozunmazlar.
- Su kirliliğine neden olurlar.
- Çevreye zararları vardır.
- Her amaca yönelik özel formülleri vardır.
- Sert sulardaki iyonlardan çok az etkilenirler.
- Kıyafetlere fazla zarar vermezler.
- Soğuk suda dahi temizleme güçleri iyidir.
- Son 100 yıldır yaygın olarak kullanılmaktadır.

Madde ve Malzemeler

Kimyasal Maddeler

- Sodyum hidroksit (NaOH)
- Bitkisel veya hayvansal sıvı yağ
- Sofra tuzu

Malzemeler

- Balon joje (100 mL)
- Beher (2 x 100 mL)
- Beher (400 mL)
- Cam baget
- Saat camı
- Mezür (50 mL)
- Cam pipet
- Piset, Spatül, Pipet doldurucu, Isıtıcı-manyetik karıştırıcı, Manyet (balık).

Deneyin Yapılışı

1. 12 gram NaOH içeren 50 mL'lik sodyum hidroksit çözeltisi hazırlanır.
2. 50 gram sıvı yağ üzerine, 50 mL NaOH çözeltisi ve 30 mL etil alkol eklenir.
3. Karışım ısıtılır ve karıştırılır.
4. Katılaşılan karışımın üzerine 400 mL doymuş NaCl çözeltisi eklenir.
5. Karışım soğuduktan sonra süzme işlemi yapılır.

4. Deney

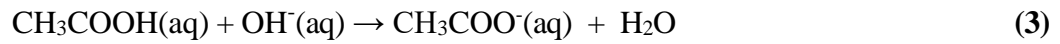
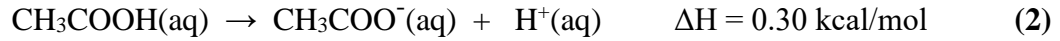
TERMOKİMYA: Nötralleşme Entalpisi (Isısı)

Amaç: NaOH-HCl ve NaOH-CH₃COOH karışımlarının nötralleşme ısılarının tayin edilmesi.

Teori: Kuvvetli asit ile kuvvetli baz, sulu çözeltide aşağıdaki reaksiyon denkleminde gösterildiği gibi reaksiyona girerler.



Yukarıdaki reaksiyonda gerçekleşen entalpi değişimi, **nötralleşme entalpisi (ısısı)** olarak isimlendirilir. Nötralleşme ısısı, kullanılan asit ya da baza bağlı değildir. Bununla birlikte bir asit-baz reaksiyonunda girenlerden biri veya ikisi zayıf elektrolit ise nötralleşme entalpisi, (1) ile gösterilen denklemdeki gibi olmaz. Nötralleşme sürecinde salınan ısı enerjisinin bir kısmı, zayıf elektrolitin ayrışması için kullanılır. Örneğin, (3) ile gösterilen



reaksiyon denklemleri, aşağıdaki (1) ve (2) reaksiyon basamaklarının toplamı şeklinde gösterilebilir. (2) reaksiyonu endotermik (ısı alan) olduğu için; (3) reaksiyonunun entalpisi (nötralleşme entalpisi), kuvvetli asit-kuvvetli baz reaksiyonunun nötralleşme entalpisinden daha düşük olmalıdır.

Deneyin Yapılışı

A. Kuvvetli asit-Kuvvetli baz nötralleşme entalpisi

1. Konsantrasyonları bilinen HCl ve NaOH çözeltilerinden bir mezür yardımıyla 50'şer mL alınır ve çözeltilerin sıcaklıkları not edilir. İki çözeltilerin sıcaklıkları arasındaki fark 0.5°C den fazla olmamalıdır. Aşağıda (1) ile gösterilen eşitlikte **T₁** için bu

çözeltilerin başlangıç sıcaklıklarının ortalaması yazılır. Ayrıca, bu eşitlikte M_1 “kg” olarak kalorimetrenin kütlesini, C_{p1} “J/kgK” olarak kalorimetrenin ısı kapasitesini, M_2 “kg” olarak reaksiyon bileşenlerinin kütlesini, C_{p2} “J/kgK” olarak bileşenlerin ısı kapasitesini ve (T_2-T_1) ise reaksiyonda meydana gelen sıcaklık değişimini ifade etmektedir. İki çözeltilerin ısı kapasitesi de aynıdır.

$$\text{Isı enerjisi} = M_1C_{p1}\Delta T + M_2C_{p2}\Delta T \quad (1)$$

2. Baz, kalorimetre kabına boşaltıldıktan sonra, asit dikkatlice bazın üzerine ilave edilir. Zaman kontrol edilirken termometrenin de reaksiyon karışımının içerisine daldırılmış olması gerekir. Reaksiyon içeriği yavaşça karıştırılırken her 30 saniyede bir sıcaklık ölçülerek not edilir. Sıcaklık maksimum değerine ulaştıktan sonra bu işleme 5 dakika daha devam edilir. Sıcaklık-zaman grafiği çizilerek; sıfırıncı zamandaki sıcaklığa ekstrapolasyon yapılır ve son sıcaklık T_2 tayin edilir.

3. Bu işlemler 2-3 defa tekrarlanır.

B. Zayıf asit-Kuvvetli baz nötralleşme entalpisi

A bölümündeki işlemler HCl yerine CH_3COOH kullanılarak tekrarlanır.

Hesaplamalar:

1. Hesaplamalar için aşağıdaki kabuller yapılmalıdır. Kalorimetrenin ısı kapasitesi sıfır, kalorimetre içeriğinin kütlesi 0.1 kg, kalorimetre içeriğinin ısı kapasitesi (A bölümü için) 4070 J/ kgK ve (B bölümü için) 4129 J/ kgK.
2. NaOH-HCl sistemi için hesaplanan bu değeri reaksiyonda oluşan NaCl'nin J/mol olarak oluşum ısısı olarak ifade edebilirsiniz. Gerekli hesaplamayı yapınız.
3. Benzer yöntemle NaOH- CH_3COOH sisteminin ΔH 'ını hesaplayınız ve sonucu CH_3COONa 'nın oluşum entalpisi cinsinden ifade ediniz.

Sorular :

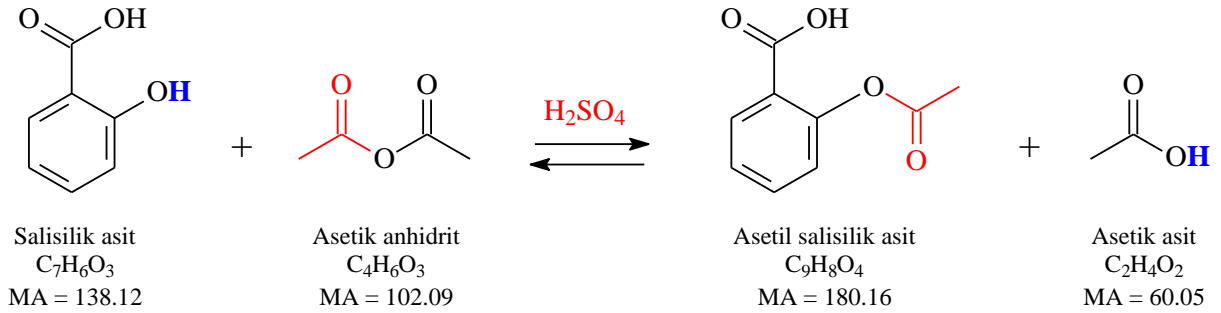
1. Deneysel sonuçlarınızı kullanarak asetik asidin ayrışma entalpisini hesaplayınız.
2. Hesaplanan nötralleşme entalpisi asit veya bazın konsantrasyonundan etkilenir mi? Açıklayınız.

5. Deney

ASPIRİN SENTEZİ (Asetilsalisilik Asit - ASA)

TEORİ

Salisilik asit türevleri birçok bitkide bulunur ve tıpta uzun süredir kullanılmaktadır. Aspirin olarak bilinen asetilsalisilik asit, analjezik (ağrı giderici) ve antipiretik (ateş düşürücü) olarak kullanılır. Asetilleme işlemi, katalizör olarak konsantre sülfürik asit (H_2SO_4) kullanılarak; asetik anhidridin, salisilik asit ile reaksiyonu sonucunda elde edilir (Şekil 1).

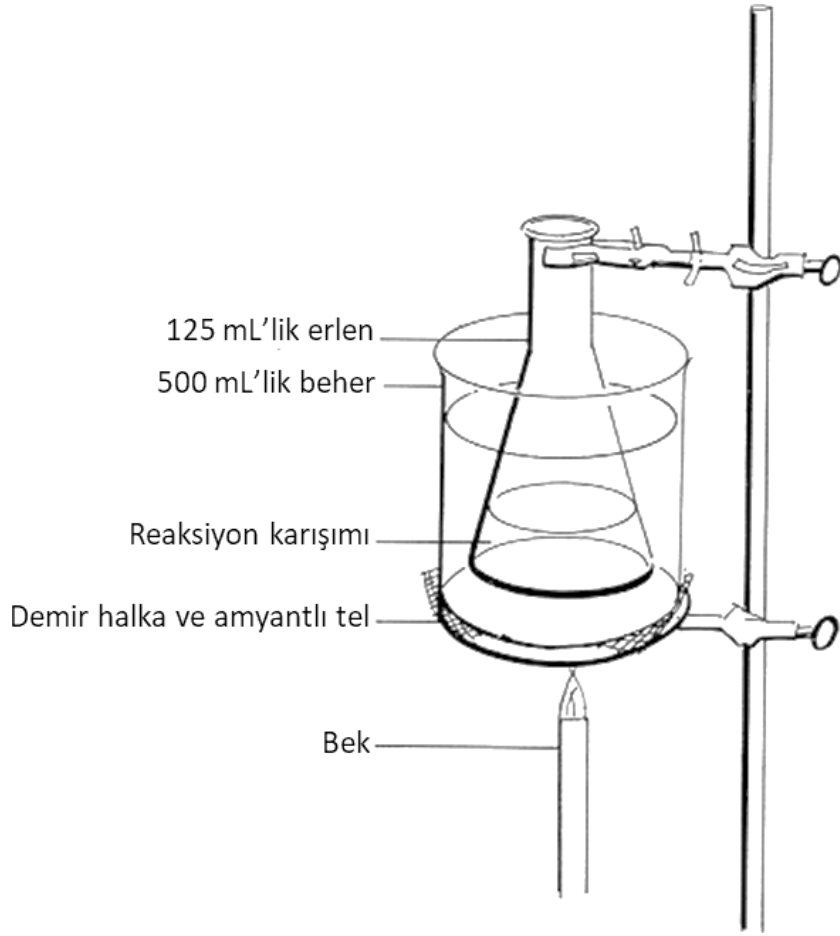


Şekil 1. Asetilsalisilik Asit (Aspirin)'in sentez reaksiyon

YÖNTEM

125 mL'lik bir erlene 5 g kuru salisilik asit ve 7 mL asetik anhidrit koyun. Üzerlerine 5-6 damla konsantre H_2SO_4 (sülfürik asit) ekleyin ve iyice karıştırın. 800 mL'lik bir beherde biraz musluk suyu kaynatın ve bunu sıcak su banyosu olarak kullanın. Reaksiyon karışımını sıcak su banyosunda 50-60°C'de 15 dakika boyunca bir termometre ile kontrol ederek karıştırın (Şekil 2).

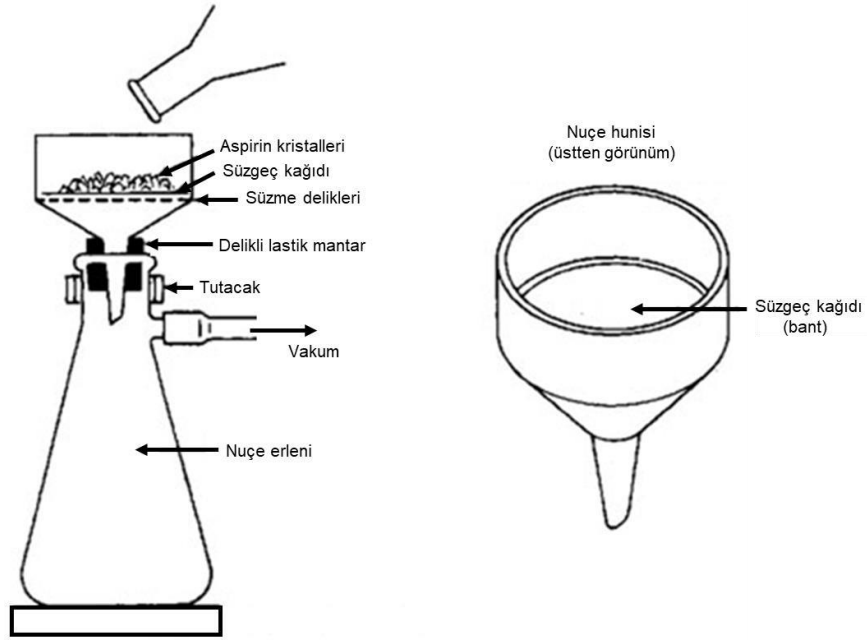
Daha sonra üzerine 10 mL destile soğuk su ekleyin ve erleni içi buzlu su dolu bir beherde soğutun. 10-15 dakika sonra beyaz katı halde çöken aspirini bir nuçe hunisi ve nuçe erleni kullanarak süzün (Şekil 3). Elde ettiğiniz ham aspirini soğuk su ile yıkayın ve desikatörde kurutun.



Şekil 2. Aspirin sentez düzeneği

Kristallendirme :

Ham asetilsalisilik asidi yeniden kristallendirmek için, küçük bir behere koyun ve yaklaşık 15 mL etanol ekleyin. Çözünme tamamlanıncaya kadar karışımı sıcak su banyosunda ısıtın. Sonra çözeltiyi bir beherdeki 40 mL ılık (60°C) suya dökün. Bu noktada bir katı ayrılırsa, karışımı çözünme tamamlanıncaya kadar sıcak su banyosunda ısıtın ve daha sonra berrak çözeltinin yavaşça soğumasını bekleyin. Güzel iğne benzeri kristaller ayrılacaktır. Nuçe hunisi ve nuçe erleni kullanarak kristalleri süzün (Şekil 3). Kuruyana kadar kristallerden hava çekmeye devam edin. Daha sonra iyice kuruyan kristallerinizi tartın ve fazla asetik anhidrit içerdiğini de hesaba katarak % verimi hesaplayın. Kristallerinizi bir sonraki laboratuvar dönemine kadar örnek şişesinde saklayın.



Şekil 3. Süzme işlemi

Veri Tablosu

Salisilik asidin kütlesi (g)	
Asetik anhidridin hacmi (mL)	
Asetik anhidridin kütlesi (g) ($d=1.08 \text{ g/mL}$)	
Aspirin ve süzgeç kağıdının kütlesi (g)	
Süzgeç kağıdının kütlesi (g)	
Sentezlenen aspirinin kütlesi (g)	

Örnek Sorular :

1. “Ester” nedir? Genel yapılarını yazınız.
2. Esterler hangi maddelerden elde edilirler?
3. Deneyde sülfürik asit kullanmanızın sebebini açıklayınız.
4. 1.00 g salisilik asidin aşırı asetik anhidrit ile reaksiyonundan 1.02 g aspirin elde edilmiştir. Yüzde verimi hesaplayın.
5. Eğer hesapladığınız % verim, %100’den fazla çıkarsa bunun anlamı ne olabilir?
6. Elde ettiğiniz aspirini yıkamak için neden ılık su değil de soğuk su kullandınız?

6. Deney

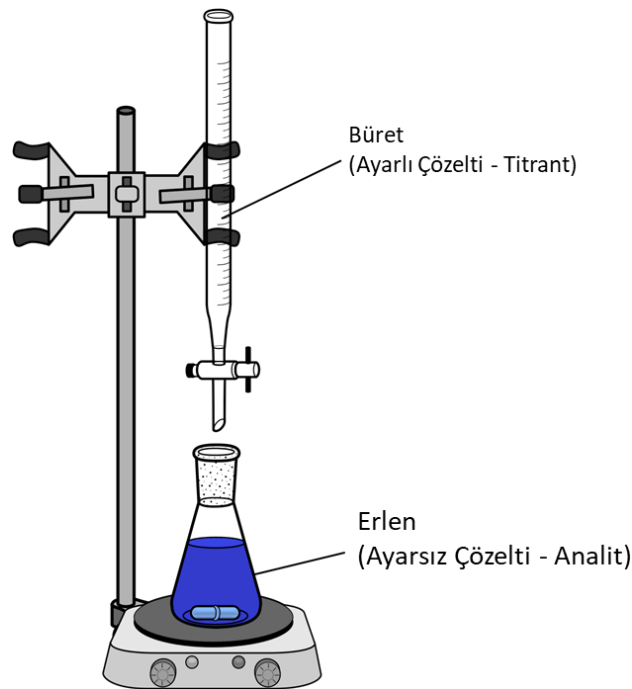
BİR ASİDİN TİTRASYONU (Asetil Salisilik Asit - ASA)

TEORİ

Titration, konsantrasyonu hassas olarak bilinen ayarlı bir çözeltinin (titrant), konsantrasyonu bilinmeyen bir madde (analit) çözeltisi üzerine damla damla ilave edilmek suretiyle reaksiyona sokularak; konsantrasyonunun belirlenmesi yöntemidir (Şekil 1). Bu işleme “nötrleşme” de denir. Titration işleminden önce, dönüm noktasını gözleyebilmek amacıyla analit çözeltisi üzerine 2-3 damla indikatör damlatılır. Analit çözeltisi tamamen nötrleşinceye kadar titrant ilavesine, devam edilir. Bu noktaya, titrationun “ekivalent (dönüm) noktası” denir. Dönüm noktası, indikatör sayesinde çözeltinin renginin değişmesi ile fark edilir.

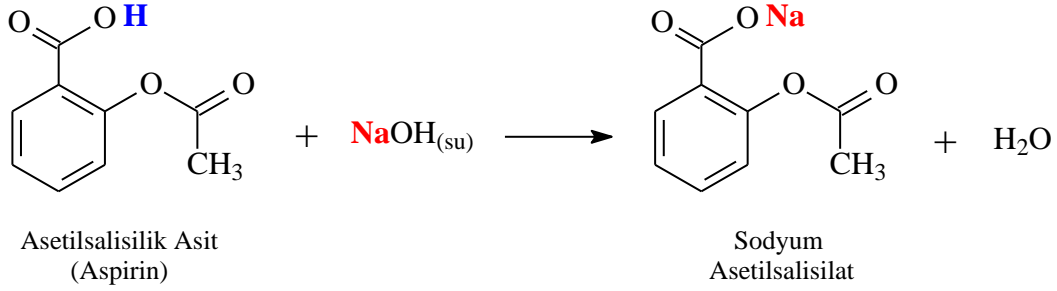
AMAÇ

Bu deneyde, aspirinin etken maddesi olan Asetilsalisilik Asit (ASA)’in ayarlı NaOH çözeltisi ile titration işlemi gerçekleştirilecek. Elde edilen bilgiler ile ASA’in molekül kütlesi ve ticari aspirin tableti içerisindeki ASA yüzdesi hesaplanacak.



Şekil 1. Titration düzeneği

Çoğu organik asitlerde, bazı protonlar, belli koşullarda titre edilebilirler. Örneğin, asetilsalisilik asit (ASA, aspirin) içerisindeki oksijene bağlı tek proton titre edilebilir (Şekil 2).

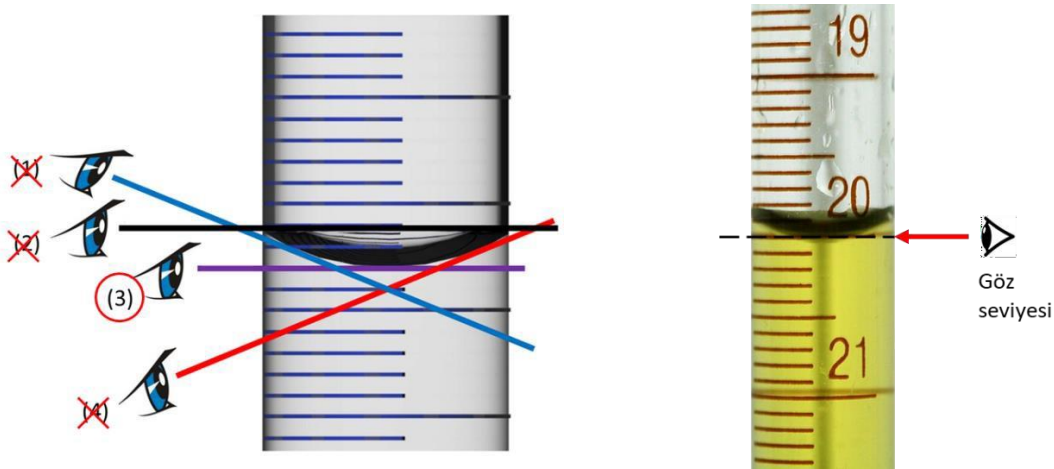


Şekil 2. Aspirinin titrasyon reaksiyonu.

Bu deneyde, daha önceden hazırlamış olduğunuz asetilsalisilik asidin molekül kütlelerini hesaplayacaksınız. Buna ilaveten, ticari olarak satılan aspirin tabletleri içerisinde ne kadar asetilsalisilik asit olduğu da ilginçtir, onu da bulacaksınız.

YÖNTEM

0.10 M NaOH çözeltisi hazırlayın ve bazın konsantrasyonu kaydedin (**M_b**). Kullanacağınız büreti 10-15 mL destile su ile birlikte birkaç kez temizleyin. Sonra büreti az miktar NaOH çözeltisi ile çalkalayarak sıfır noktasına kadar NaOH çözeltisi ile doldurun. Büreti tamamen doldurduktan sonra içinde hava kabarcıklarının kalmamasına özen gösterin. Büretin tam sıfır noktasında olup olmadığını kontrol etmek için; dolduğu noktanın tam karşısında duracak şekilde (göz seviyesi) büreti okuyun. Buna menüsküsün okunması denir ve aşağıdaki gibi yapılır (Şekil 3).



Şekil 3. Büret içindeki sıvı hacminin (menüsküsün) okunması ve sağdaki okunan hacim (20.0 mL)

Deney-1 : Asetilsalisilik Asidin Molekül Kütlesinin Hesaplanması

Önceki deneyde sentezlenen asetilsalisilik asitten 0.4-0.5 g tartılır (m_{a1}) ve 250 mL'lik temiz bir erlen içerisine konur. Sonra asidin çözünmesi için 10 mL etanol ilave edilir. Homojenliği sağlamak için 40 mL de saf su ilave edilir ve sonra üzerine 2-3 damla fenol ftalein indikatörü damlatılır. Böylece analit çözeltisi hazırlanmış olur. Bir büret kullanılarak 0.10 M NaOH çözeltisi (titrant) dikkatli bir şekilde damla damla ilave edilir. Bu sırada erlen saat yönünde sürekli dairesel olarak hareket ettirilerek karıştırılır. Her damladan sonra pembe renk meydana gelecek ve hemen kaybolacaktır. Ayarlı NaOH çözeltisi ilavesi ve karıştırma işlemi; artık kaybolmayan bir pembe renk gözleninceye kadar devam edilir. Daha sonra ilave edilen NaOH hacmi okunur ve kaydedilir (V_{b1}). Titrasyon işlemi birkaç kez tekrarlanıp sonuçların ortalaması alınırsa deney hataları en aza indirilebilir.

Deney-2 : Ticari Aspirin İçerisindeki Asetilsalisilik Asit Miktarının Hesaplanması

Bir adet ticari aspirin tableti tartılır (g) ve bir havan içerisinde iyice toz haline getirilir. Aspirin tozunu 250 mL'lik temiz ve kuru bir erlene aktarılır. Üzerine 5 mL saf su ilave edilir ve çalkalanır. Aspirin süspanse olacaktır (yarı çözünme hali). 10 mL etanol ve sonra 40 mL daha su ilave edilip her defasında iyice çalkalanır. Tam çözünme olmayacağı için süspanسیون hali devam edecektir. Karışıma 2-3 damla fenol ftalein indikatörü damlatıldıktan sonra 0.10 M NaOH çözeltisi ile titre edilir ve harcanan miktarı kaydedilir (V_{b2}). Bu yöntem de birkaç defa yapılarak ortalama değerler kullanılabilir.

Veriler

Deney		Sonuçlar
1	Daha önce sentezlenen ASA'ten alınan miktar (m_{a1})	
	NaOH konsantrasyonu (M_b)	
	Harcanan NaOH hacmi (V_{b1})	
	Aspirinin mol kütlesi (MA)	
2	Ticari aspirin tabletinin kütlesi (g)	
	Ticari aspirin için harcanan NaOH hacmi (V_{b2})	
	Ticari aspirin içindeki ASA kütlesi (m_{a2})	
	Ticari aspirin içindeki ASA yüzdesi (%)	

Hesaplamalar

Deney-1'de : Asidin kütlesinden, kullanılan NaOH çözeltisinin hacmi ve molaritesinden giderek asetilsalisilik asidin mol kütlesi hesaplanır. Teorik olarak bulunan bu değer asetilsalisilik asidin gerçek mol kütlesi ile karşılaştırılır.

Çözüm :

- Şekil 2'deki titrasyon reaksiyonuna göre 1 mol NaOH, 1 mol H'i yani aspirini nötrleştirir.
- Molarite formülünden;

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = M \cdot V \text{ 'dir.}$$

- Bu titrasyonda asidin mol sayısı (n_a) ile bazın mol sayısı (n_b) birbirine eşittir ($n_a=n_b$).

$$n_a = n_b$$

$$M_a \cdot V_a = M_b \cdot V_b \text{ olur.}$$

- Deneyimizde aspirinin kütlesi alındığı (m_{a1}) ve mol kütlesi (**MA**) hesaplanmak istendiği için;

$$M_b \cdot V_{b1} = n_a = n_b \quad (V_{b1} , \text{titrasyon sonunda büretten okunan hacimdir})$$

- eşitlikleri kullanılarak bazın mol sayısı (n_b) dolayısıyla asidin mol sayısı (n_a) hesaplanır.

- Buna göre;

$$n_a = M_b \cdot V_{b1}$$

$$n_a = 0.10 \cdot V_{b1} \quad \text{değeri elde edilir.}$$

- Ayrıca bir maddenin mol sayısı;

$$n = \frac{m}{MA} \text{ yani aspirin için } n_a = \frac{m_{a1}}{MA} \text{ 'dır.}$$

$$MA = \frac{m_{a1}}{n_a} \Rightarrow MA = \frac{m_{a1}}{0.10 \cdot V_{b1}}$$

- Bu şekilde aspirinin mol kütlesi (**MA**) hesaplanmış olur.

Deney-2’de : ASA’in teorik mol kütlesi (180 g/mol), kullanılan bazın hacmi ve molariteden giderek bir tablet içerisindeki Asetilsalisilik Asidin kütlesi hesaplanır. Buna göre ticari tablet içerisindeki asit yüzdesi nedir?

Çözüm :

- NaOH, ticari aspirin içerisindeki Asetilsalisilik Asidi nötralleştirir. Aspirin içinde ASA’ten başka katkı maddelerinin de olduğu unutulmamalıdır.

NaOH	
Asetilsalisilik Asit	Katkı Maddeleri

- Başlangıçta hesaplamaların büyük bölümü Deney-1’deki hesaplamalarla aynıdır.

$$n_b = n_a$$

$$M_b \cdot V_b = M_a \cdot V_a \text{ olur.}$$

- Deney-2’de ticari aspirinin içerisindeki ASA’in kütlesi (m_{a2}) sorulduğu için;

$$M_b \cdot V_{b2} = n_{b2} = n_{a2} \quad (V_{b2}, \text{titrasyon sonunda büretten okunan hacimdir})$$

- eşitlikleri kullanılarak bazın molü (n_{b2}) dolayısıyla asidin molü (n_{a2}) hesaplanır.
- Buna göre;

$$n_{a2} = M_b \cdot V_{b2}$$

$$n_{a2} = 0.10 \cdot V_{b2} \text{ değeri elde edilir.}$$

- Ayrıca bir maddenin mol sayısı;

$$n = \frac{m}{MA} \text{ yani aspirin için } n_{a2} = \frac{m_{a2}}{MA} \text{ 'dir.}$$

- Bu kez tablet içindeki **ASA kütlesini** (m_{a2}) arıyoruz.

$$m_{a2} = n_{a2} \cdot MA \Rightarrow m_{a1} = 0.10 \cdot V_{b2} \cdot 180$$

ASA kütlesi (m_{a2})

$$m_{a2} = 18 V_{b2}$$

- Ticari aspirin içerisindeki %ASA miktarı;

$$\%ASA = \frac{\text{ASA kütlesi } (m_{a2})}{\text{Aspirin kütlesi (g)}} \cdot 100$$

$$\%ASA = \frac{18 \cdot V_{b2}}{\text{Aspirin kütlesi (g)}} \cdot 100$$

formülünden hesaplanır.

Örnek Sorular :

1. Bir öğrenci lab'da 0.132 g aspirini titre etmek için 0.1002 M NaOH'ten 10.00 mL harcıyor. Aspirinin yüzde saflığını hesaplayın. Bu sonucu neyin etkilediğini açıklayın.
2. Bir aspirin tabletindeki asetilsalisilik asit miktarı 325 mg bulunuyor. Tabletın kütlesi 2.00 g olduğuna göre, tabletteki asetilsalisilik asidin kütlece yüzdesini hesaplayın.
3. Bir öğrenci 1.625 g saf asetilsalisilik asidi suda çözüyor ve elde ettiği çözeltiyi 88.4 mL 0.107 M NaOH ile dönüm noktasına kadar titre ediyor. Asidin mol kütesini hesaplayın.

7. Deney

SULARDA SERTLİK TAYİNLERİ

Sulardaki Safsızlıklar

Doğal su, çeşitli katı ve gazların yanı sıra çok çeşitli organik ve anorganik çözünmüş safsızlıklar da içerir. Suda bulunan çözünmüş anorganik safsızlıklar genel olarak sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyumun klorürleri, sülfatları, karbonatları ve bikarbonatlarıdır. Sudaki safsızlıkların kimyasal yapısı ve fiziksel davranışları suyun kalitesini belirler ve aynı zamanda suyun analizinde kullanılan yöntemlerin temelini oluşturur.

Çözülmüş safsızlıklar

- a) **Anorganik tuzlar** : Doğal suların içinde çözülmüş halde bulunan anorganik tuzlar; Na, K, Mg, Ca, Al ve Fe'in bikarbonatları (HCO_3^-), klorürleri (Cl^-), sülfatları (SO_4^{2-}) ve nitratları (NO_3^-)'dir. Ayrıca suda bazı Zn ve Cu tuzları da düşük miktarlarda bulunur.
- b) **Gazlar** : N ve S oksitler, CH_4 , H_2S , CO_2 ve NH_3 gibi birçok gaz, doğal sularda çözülmüş halde bulunur. Bu gazlar, atmosferde bulunan ve yağmurla çözünerek sulara karışan kirleticilerdir.
- c) **Organik maddeler** : Her gün büyük miktarlardaki evsel ve endüstriyel atık ile kanalizasyon vs. kanallara ve nehirlere karıştırılmaktadır. Bu atıklar, doğal su kaynaklarını doğrudan kirleten organik bileşiklerdir.

Sulardaki Sertlik

Suyun sabun çözeltisi ile köpük oluşturmasını engelleyen özelliğe “suyun sertliği” denir. Suyun sertliği, Ca^{+2} , Mg^{+2} ve Fe^{+3} gibi +2 ve +3 yüklü metal iyonlarından kaynaklanır. Bu iyonlar suda bikarbonatları (HCO_3^-), klorürleri (Cl^-), nitratları (NO_3^-) veya sülfatları (SO_4^{2-}) halinde bulunabilir. Sertlik dereceleri, herhangi bir kaynaktan alınan suyun, sabunla köpük oluşturup oluşturmadığına göre sınıflandırılır.

- **Yumuşak su** : Sabunla kolayca köpük oluşturabilen sulara denir. Örneğin yağmur suları.
- **Sert su** : Sabunla kolayca köpük oluşturamayan sulara denir. Örneğin deniz suyu, nehir, vs.
- Suyun sertliğinin sınır değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir :

Sınıflandırma	mg CaCO ₃ /L (ppm)
Yumuşak	<60
Orta sert	61–120
Sert	121–180
Çok sert	≥ 181

Sertlik Türleri

Genel olarak üç tip sertlik vardır.

- 1. Geçici sertlik :** Suda çözülmüş haldeki Ca ve Mg'un bikarbonat (HCO₃⁻)'larından kaynaklanan sertliktir. Suyun kaynatılmasıyla kolaylıkla giderilebilir. Ayrıca bu sertlik “karbonat (alkali) sertliği” olarak da adlandırılır.
- 2. Kalıcı sertlik :** Suda çözülmüş halde bulunan Ca ve Mg'un klorürleri (Cl⁻), nitratları (NO₃⁻) ve sülfatları (SO₄⁻²)'ndan kaynaklanan sertliktir. Bu sertlik, suyun kaynatılmasıyla giderilemez. Bu sertliğe ayrıca “karbonat olmayan (alkali olmayan)” sertlik de denir.
- 3. Toplam Sertlik :** Aynı su örneğinin geçici ve kalıcı sertlik değerlerinin toplamıdır.

Sert sularda bulunan Ca ve Mg, insan sağlığı için gerekli olan besinler olmasına rağmen, sert su evde veya endüstride kullanım için tercih edilmez. Endüstride buhar üretmek için sert su kullanıldığında, çözülmüş katılar ısıtma ve kazan borularını tıkar ve ısıtıcı kenarlarında birikir. Çay yapmak için su kaynattığınız çaydanlıkların iç yüzeylerinde benzer sert beyaz bir tortu (kazan taşı) fark etmiş olabilirsiniz (Şekil 1).



Şekil 1. Sert suyun çaydanlık ve borularda meydana getirdiği kireç (CaCO₃) tabakası

Suyun sertliğini ölçmek için sertliğe sebep olan her iyonun miktarını ayrı ayrı bulmak gerekmez. Bunun yerine, tüm iyonlar birlikte tayin edilebilir. Suyun sertliğini ifade etmek için tek tip bir standart benimsenmiştir. Sonuçlar CaCO₃'ün milyonda bir kısmı (ppm) olarak rapor edilir. Bu, 1 kg su içindeki mg CaCO₃ miktarına eşdeğerdir.

1 Fransız sertliği (°FS)	: 10 mg CaCO ₃ /L	veya	8.4 mg MgCO ₃ /L
1 İngiliz sertliği (°İS)	: 14.3 mg CaCO ₃ /L	veya	2.0 mg MgCO ₃ /L
1 Alman sertliği (°AS)	: 10 mg CaCO ₃ /L	veya	7.1 mg MgCO ₃ /L
1 Amerikan sertliği	: 1 mg CaCO ₃ /L	veya	0.8 mg MgCO ₃ /L

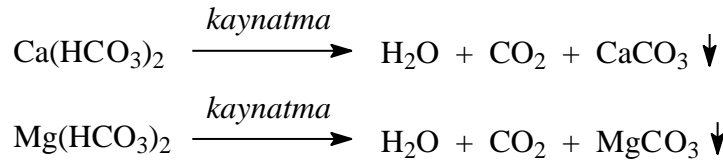
Ayrıca;

$$1 \text{ } ^\circ\text{FS} = 0.56 \text{ } ^\circ\text{AS} = 0.70 \text{ } ^\circ\text{İS}$$

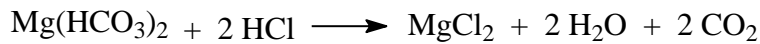
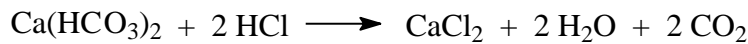
DENEYLER

1. Geçici Sertlik Tayini (HCl Yöntemi)

Suda geçici sertlik, suya sertlik özelliği veren katyonların bikarbonat (HCO₃⁻) tuzlarından kaynaklanır ve bunlar kaynatılınca çöktürülerek ayrılabilirler.



Suyun geçici sertliğini belirlemek için su örneği, bir indikatör eşliğinde konsantrasyonu bilinen bir HCl çözeltisi ile titre edilir. Titrasyon sırasında kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlar, hidroklorik asit ile aşağıdaki reaksiyonları meydana getirirler :



Yöntem :

- 50 mL su örneği bir erlene dökülür (V_{HCO₃}=50mL).
- Üzerine 2 damla metil oranj damlatılır.
- Büret 0.1 M HCl asit ile doldurulur ve su örneği renk sarıdan pembeye dönünceye kadar titre edilir (M_{HCl} = 0.1M).

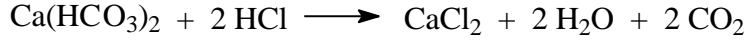
Dikkat ! : Burada fenolftalein indikatörü kullanılırsa, suyun fenolftalein yanında bazik

özelliğ göstermesi, deneyi bozar.

- Harcanan HCl'nin hacmi büretten okunup, kaydedilir (V_{HCl}).
- Titrasyon birkaç defa tekrarlanır. Hesaplamalar için sonuçların ortalamasını alınır.

Geçici sertliğin hesaplaması

❖ Hesaplamalar, önce aşağıdaki titrasyon reaksiyonuna göre yapılır :



1. hesaplama yöntemi

$$M_{\text{HCO}_3} \cdot V_{\text{HCO}_3} = M_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

$$\Rightarrow M_{\text{HCO}_3} = \frac{0.1 \cdot V_{\text{HCl}}}{0.05 \text{ L}}$$

$$\Rightarrow M_{\text{HCO}_3} = \text{----- mol/L}$$

- Molarite formülünden mol sayısı bulunur;

$$M_{\text{HCO}_3} = \frac{n_{\text{HCO}_3}}{V_{\text{HCO}_3}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HCO}_3} = M_{\text{HCO}_3} \times 0.05 \text{ L}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HCO}_3} = \text{----- mol}$$

- mol sayısı formülünden, kütle hesaplanır;

$$n_{\text{HCO}_3} = \frac{m_{\text{HCO}_3}}{M_{\text{HCO}_3}}$$

$$\Rightarrow m_{\text{HCO}_3} = n_{\text{HCO}_3} \times 61 \text{ g/mol}$$

- $M_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = 162 \text{ g/mol}$

- $2 \times 61 \text{ g HCO}_3^-$ iyonu $162 \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içinde var ise,

$m_{\text{HCO}_3} \text{ g HCO}_3^-$ iyonu $m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2$ içinde vardır

$$m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = 162 \cdot \frac{m_{\text{HCO}_3}}{2 \times 61}$$

$$\Rightarrow m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = \text{----- g Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ (50 mL suda)}$$

2. hesaplama yöntemi

- Molarite formülünden, mol sayısı (n_{HCl}) bulunur.

$$M_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}} \Rightarrow n_{\text{HCl}} = 0.1 \times V_{\text{HCl}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HCl}} = \text{----- mol}$$

- Reaksiyona göre :

$$m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = \frac{n_{\text{HCl}}}{2} \text{ 'dir.}$$

- mol sayısı formülünden, kütle hesaplanır;

$$\Rightarrow n_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = \frac{m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}}{MA_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}} \quad (MA_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = 162 \text{ g/mol})$$

$$\Rightarrow m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = n_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \cdot 162$$

$$\Rightarrow m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = \text{----- g Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ (50 mL suda)}$$

- Hesaplamaların devamındaki dönüşüm için aşağıdaki reaksiyon denklemi kullanılır :



$$\begin{array}{l} 162 \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2 \qquad \qquad 100 \text{ g CaCO}_3 \text{ 'a eşdeğer ise,} \\ m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \text{ g Ca}(\text{HCO}_3)_2 \qquad m_{\text{CaCO}_3} \text{ g CaCO}_3 \text{ 'a eşdeğerdir} \end{array}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = \frac{m_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \cdot 100}{162}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{----- g CaCO}_3 \text{ 'a eşdeğer sertlik (50 mL suda)}$$

kütle “g” dan “mg”a dönüştürülür :

$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{----- g} \times 1000$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{----- mg CaCO}_3 \text{ 'a eşdeğer sertlik (50 mL suda)}$$

50 mL su örneğinde----- mg CaCO₃ varsa

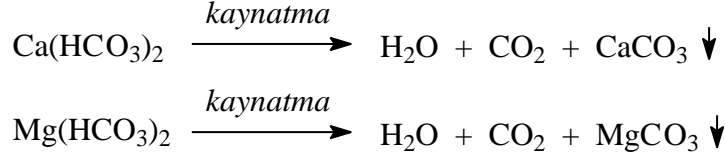
1000 mL su örneğinde ----- mg CaCO₃ vardır.

$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{----- mg CaCO}_3 / \text{L (geçici sertlik miktarı)}$$

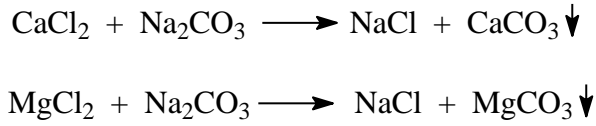
$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{----- ppm CaCO}_3 \text{ (geçici sertlik miktarı)}$$

2. Kalıcı Sertlik Tayini (O'hehners Yöntemi)

Öncelikle geçici sertliği uzaklaştırmak için su örneği kaynatılır. Su kaynadığında, çözünen kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlar, çözünmeyen karbonatlara dönüşür. Bu kısım süzülerek ayrılır ve geçici sertlik giderilmiş olur.



Daha sonra kalıcı sertlik tayinine devam etmek için, su örneği üzerine konsantrasyonu bilinen Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilir ve bu ilave ile kalıcı sertliğe sebep olan çözünmüş Ca ve Mg tuzları, çözünmeyen karbonatlara dönüştürülür.



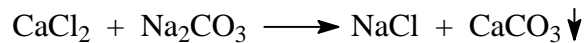
Kalan Na_2CO_3 daha sonra ayarlı HCl çözeltisi ile titre edilir. Na_2CO_3 miktarındaki harcanan miktar kalıcı sertliğe eşittir.

Yöntem :

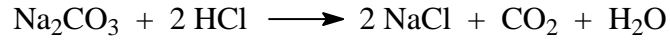
- Bir behere su örneğinden 50 mL alın ($V=50$ mL).
- İçerisine 50 mL, 0.1 M Na_2CO_3 çözeltisi ilave edin.
- 15-20 dakika kaynatın ve oda sıcaklığına soğutun.
- Çökeltiyi süzün ve süzüntüyü titrasyon erlenine aktarın.
- 0.1 M HCl asit çözeltisi ile ortamda kalan ve reaksiyona girmeyen Na_2CO_3 'ı, metil oranj indikatörü eşliğinde titre edin ($M_{\text{HCl}}=0.1\text{M}$).
- Harcanan HCl asit miktarını kaydedin (V_{HCl}).

Kalıcı sertliğin hesaplaması

❖ İlave edilen Na_2CO_3 çözeltisi aşağıdaki reaksiyon için kullanılmıştır :



❖ Bu reaksiyonda artan Na_2CO_3 miktarının hesaplaması, önce aşağıdaki titrasyon reaksiyonuna göre yapılır :



- Molarite formülünden, mol sayısı bulunur;

$$M_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HCl}} = 0.1 \text{ M} \times V_{\text{HCl}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{HCl}} = \text{----- mol HCl}$$

- Reaksiyona göre artan Na_2CO_3 'ın mol sayısı;

$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{n_{\text{HCl}}}{2} \text{ 'dir.}$$

$$\Rightarrow n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \text{----- mol Na}_2\text{CO}_3$$

- Artan Na_2CO_3 'ın hacmini (V_{art}) hesaplamak için yine molarite formülü kullanılır.

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{V_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{n_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} \quad (\text{artan Na}_2\text{CO}_3\text{'ın hacmi (L)})$$

$$\Rightarrow V_{\text{art}} = V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times 1000$$

$$\Rightarrow V_{\text{art}} = \text{----- mL Na}_2\text{CO}_3 \text{ artar}$$

- Harcanan Na_2CO_3 'ın hacmi (V_{hrc});

$$\Rightarrow V_{\text{hrc}} = V - V_{\text{art}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{hrc}} = \text{----- mL Na}_2\text{CO}_3 \text{ harcanır}$$

- Harcanan Na_2CO_3 'ın mol sayısı (n_{hrc}), molarite formülünden hesaplanır;

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{n_{\text{hrc}}}{V_{\text{hrc}}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{hrc}} = M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times V_{\text{hrc}}$$

- V_{hrc} , mL'den \rightarrow L'ye çevrilir;

$$\Rightarrow V_{har} = \text{----- mL} \times 1000$$

$$\Rightarrow V_{har} = \text{----- L}$$

$$\Rightarrow 0.1 = \frac{n_{har}}{V_{har}}$$

$$\Rightarrow n_{har} = 0.1 \times V_{har}$$

$$\Rightarrow n_{har} = \text{----- mol}$$

- İlk reaksiyona göre;

$$n_{hrc} = n_{Na_2CO_3} = n_{CaCl_2} = n_{CaCO_3} \text{ mol sayıları eşit olduğundan;}$$

$$n = \frac{m}{MA} \text{ formülü kullanılarak;}$$

- 50 mL su örneğindeki $CaCl_2$ 'ün kütlesi hesaplanır ($MA_{CaCl_2} = 111 \text{ g/mol}$).

$$\Rightarrow m_{CaCl_2} = n_{hrc} \times MA_{CaCl_2}$$

$$\Rightarrow m_{CaCl_2} = n_{hrc} \times 111$$

$$\Rightarrow m_{CaCl_2} = \text{----- g (50 mL suda)}$$

- g \rightarrow mg dönüşümü yapılır.

$$\Rightarrow m_{CaCl_2} = \text{----- g} \times 1000$$

$$\Rightarrow m_{CaCl_2} = \text{----- mg } CaCl_2 \text{ (50 mL suda)}$$

- 50 mL su örneğindeki $CaCO_3$ 'ün kütlesi hesaplanır. ($MA_{CaCO_3} = 100 \text{ g/mol}$)

$$\Rightarrow m_{CaCO_3} = n_{hrc} \times MA_{CaCO_3}$$

$$\Rightarrow m_{CaCO_3} = n_{hrc} \times 100$$

$$\Rightarrow m_{CaCO_3} = \text{----- g (50 mL suda)}$$

- g → mg dönüşümü yapılır.

$$\Rightarrow m_{\text{CaCO}_3} = \text{-----} \text{ g} \times 1000$$

$$\Rightarrow m_{\text{CaCO}_3} = \text{-----} \text{ mg CaCO}_3 \text{ 'a eşdeğer sertlik (50 mL suda)}$$

Orantı ile mg/L (ppm) olarak CaCO₃ miktarı hesaplanır;

50 mL su örneğinde ----- mg CaCO₃ varsa

1000 mL su örneğinde ----- mg CaCO₃ vardır.

$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{-----} \text{ mg CaCO}_3/\text{L} \text{ (kalıcı sertlik miktarı)}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = \text{-----} \text{ ppm CaCO}_3 \text{ (kalıcı sertlik miktarı)}$$

3. Toplam Sertlik Tayini

a- Toplam sertlik, geçici ve kalıcı sertlikler deneysel olarak tayin edildikten sonra aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$\text{Toplam Sertlik} = \text{Geçici sertlik} + \text{Kalıcı sertlik}$

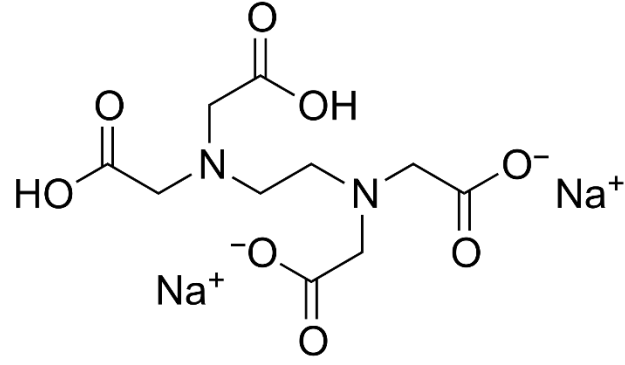
$$\text{Toplam Sertlik} = \text{-----} \text{ mg CaCO}_3/\text{L} \text{ veya}$$

$$= \text{-----} \text{ ppm CaCO}_3 \text{ olarak bulunur.}$$

b- EDTA Çözeltisi ile Toplam Sertlik Tayini :

Deney:

50 mL su örneği, bir erlen içerisine konur ve üzerine 2-3 damla Erio krom black-T indikatörü ilave edilir. Daha sonra disodyum EDTA tuzu (Şekil 1) kullanılarak 0.01 M EDTA çözeltisi hazırlanır. EDTA çözeltisi bürete doldurularak, su örneği titre edilir. Harcanan EDTA çözeltisinin hacminden yararlanılarak sudaki toplam sertlik CaCO₃ cinsinden aşağıdaki gibi hesaplanabilir:



Şekil 1. Disodyum Etilendiamintetraasetat molekülü

Hesaplamalar :

$$M_{CaCO_3} = 100 \text{ g/mol}$$

m_{CaCO_3} : “gram” olarak 1 L sudaki $CaCO_3$ ’ın kütlesi.

$$mmg_{CaCO_3} : CaCO_3 \text{’in “mili mol gram”ı } \left(\frac{100 \text{ g/mol}}{1000} = 0.1 \text{ mmg} \right)$$

M_{EDTA} : EDTA çözeltisinin molaritesi (verilen 0.01 M)

V_{EDTA} : “mL” olarak harcanan EDTA’nın hacmi.

$V_{örn}$: “mL” olarak su örneğinin hacmi.

$$m_{CaCO_3} = mmg_{CaCO_3} \times M_{EDTA} \times V_{EDTA} \times \frac{1000}{V_{örn}}$$

- g → mg dönüşümü yapılır.

$$\Rightarrow m_{CaCO_3} = \text{-----} \text{ g} \times 1000$$

1 FS° 10 mg $CaCO_3$ ’a eşdeğerse

X FS° m_{CaCO_3} $CaCO_3$ ’a eşdeğerdir.

$$\Rightarrow FS^\circ = \frac{m_{CaCO_3}}{10}$$

8. Deneý

İKİ DEĞERLİKİ BİR METALİN ATOM KÜTLESİNİN HESAPLANMASI

AMAÇ :

Bu deneyde hidrojen gazı üretmek için bir asit ile bir metalin reaksiyonu incelenecektir. Bu reaksiyon için ideal gaz kanunundan yararlanılarak metalin atom kütlesi hesaplanacaktır.

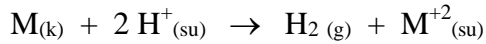
DENEYE HAZIRLIK

Kitabınızda ideal gaz kanunu ve Dalton'un kısmi basınçlar kanunu ile ilgili kısımları okuyun. Problem çözümlerinde bu kanunların nasıl kullanıldığını öğrenin.

GİRİŞ

Birçok metal, hidrojen gazı üretmek için asitlerle yer değiştirme reaksiyonu verir. Bu deneyde, şerit halinde satılan bir metal kullanılacak. Metalin asitle reaksiyonu sonucunda oluşan hidrojen gazı miktarı ile metal örneğinin kütlesi karşılaştırılarak metalin atom kütlesi hesaplanacak.

Genel eşitlik şöyledir:



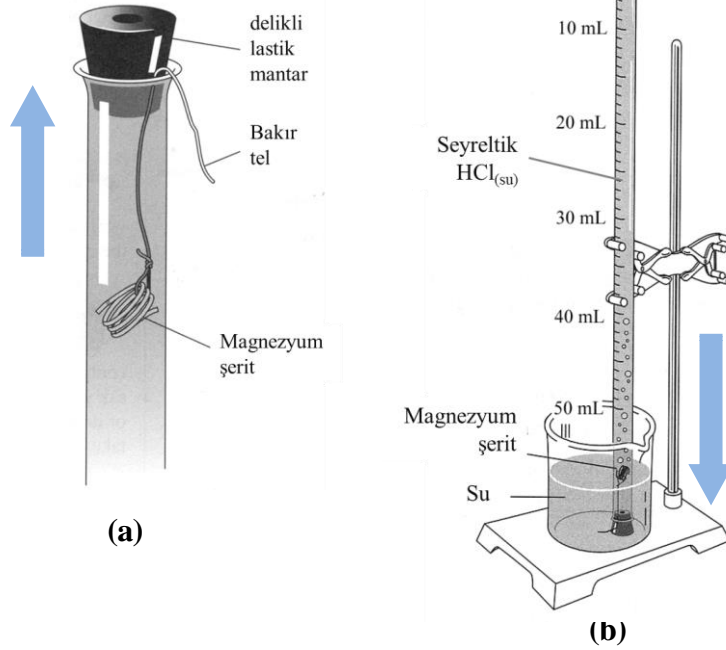
Buradaki M sembolü +2 değerlik alabilen bir metali göstermektedir. Reaksiyona göre; 1 mol $H_{2(g)}$ 'nin, 1 mol metale denk olduğunu görüyoruz. Bir metalin atom kütlesini deneysel olarak bulabilmek için, bilinen miktardaki bir metal ile aşırı miktarda $HCl_{(su)}$ çözeltisi karıştırılacak ve oluşan hidrojen gazı toplanarak hacmi, basıncı ve sıcaklığı ölçülecek. Toplanan hidrojenin mol sayısı hesaplanacak ve metalin atom kütlesi, reaksiyon denkliği kullanılarak bu mol sayısı ile karşılaştırılmalı olarak hesaplanacak.

YÖNTEM

Gerekli Malzemeler :

- Odiyometre tüpü
- Mg şerit
- İnce bakır tel
- Zımpara kağıdı
- Delikli lastik mantar
- Spor
- Büret tutucusu
- Saf su
- 12 M HCl_(su) (konsantre)

- (1) Mg şeritten 4-5 cm'lik bir parça kesilir. Oksitlenmiş olabileceği için üzerini ince bir zımpara ile zımparalanır. Daha sonra şerit tartılır ve sonuç kaydedilir (m_M). Kullanılacak Mg şeridin kütlesi 0.0450 g'ı geçmemelidir.
- (2) Bir odiyometre (gaz hacmi ölçüm tüpü) içine yaklaşık 10 mL, 12 M HCl_(su) koyulur. Bu işlem çok yavaş ve dikkatli bir şekilde yapılır (Şekil 1, a).



Şekil 1. (a) Odiyometrenin doldurulmuş düz hali (ağı yukarı).

(b) Odiyometrenin beher içine ters çevrilmiş hali (ağı aşağı)

- (3) Odiyometre tüpü ağzına kadar su ile doldurulur (Şekil 1, a).
- (4) Mg şerit örneği ince bir bakır tel ile sarılarak tüpün yaklaşık 3 cm içine sarkıtılır. Telin diğer ucu tüpün kenarından çıkarılır ve bükülür (Şekil 1, a).
- (5) Ağzına kadar su dolu olan tüp, delikli bir lastik mantar ile kapatılır. Mg şeridin düşmemesine dikkat edilir (Şekil 1, a). Bu sırada fazla su delikten dışarı taşacaktır.
- (6) Odiyometre bu haliyle ağız kısmı yukarı gelecek şekilde bir tutucu yardımıyla spora tutturulur (Şekil 1, a).
- (7) Aynı bir yerde 500 mL'lik bir beher 3/4'üne kadar su doldurulur ve odidyometrenin altına yerleştirilir.
- (8) Tüp tutucudan ayrılır ve ağzındaki lastik mantarın deliği işaret parmağıyla sıkıca kapatılır.
- (9) Daha sonra tüp dikkatli bir şekilde ters çevrilerek, alttaki behere 4-5 cm daldırılıp parmak çekilir. Tüp tekrar spora tutturulur (Şekil 1, b). Bu sırada odidyometrenin ağız kısmı beherdeki su seviyesinin üzerine çıkarılmamalıdır.
- (10) Bu aşamada tüpün dibindeki asit, artık üstte kalmıştır ve su ile karışarak yukarıdan aşağıya doğru akmaya başlar. Metalle buluşunca reaksiyon başlar ve meydana gelen $H_2(g)$ tüp içerisinde yükselerek, tüpün üst kısmında toplanır (Şekil 1, b).
- (11) Mg şeridin tamamen kaybolduğu ve artık $H_2(g)$ çıkmadığı görüldüğünde reaksiyon sona ermiştir.
- (12) Hidrojen gazının hacmi dikkatlice okunur (**mL**) ve **L**'ye çevrilerek kaydedilir (**V**). Aynı zamanda tüpteki suyun sıcaklığı okunur ($^{\circ}C$) ve Kelvine (**T**) çevrilir. Ortamın basıncı (**P**) "**atm**" olarak kaydedilir.
- (13) Odiyometre tutucudan çıkarılır, boşaltılır ve yıkanır.
- (14) Deney hatalarını azaltmak için (1)'den başlanarak bütün yöntem birkaç kez daha tekrarlanır.

Veriler

	Sonuçlar	
Metal şeridin kütlesi (m_M) (0,0450 g'dan az olmalıdır)		g
Ortamın basıncı (P)		atm
Hidrojen gazının hacmi (V)		L
Suyun sıcaklığı (T)		K
Gaz sabiti (R)	0.08206	Latm/molK

Hesaplamalar :

- (1) İdeal gaz kanunu kullanarak, hidrojenin basınç, hacim ve sıcaklık ölçümlerinin verilerinden hidrojen gazının mol sayısını hesaplayın.
- (2) Hidrojen gazının mol sayısını kullanarak önce metalin mol sayısını sonra da metalin atom kütesini hesaplayın.

- İdeal gaz denkleminde başlayın.

$$P V = n R T$$

$$\Rightarrow n_{H_2} = \frac{P V}{R T}$$

- Reaksiyon denklemine göre;

$$n_{H_2} = n_M \text{ 'dir.}$$

ve ayrıca;

$$n_M = \frac{m_M}{M_{A_M}} \quad \text{olduğundan;}$$

$$M_{A_M} = \frac{m_M}{n_M} \quad \text{formülü ile metalin (M) atom kütesi hesaplanır.}$$

Sorular :

- (1) İdeal Gaz Kanunu ve Dalton'un Kısmi Basınçlar Kanununu açıklayınız.
- (2) Yaptığımız deneye göre reaksiyon denklemini yazınız.
- (3) Metalle temas etmeden önce asidi ve suyu karışımdan neden sakınmalısınız?
- (4) Hacmi okumadan önce odyometre ve beher içindeki su seviyeleri neden aynı olmalıdır?
- (5) Deney sonundaki hesaplama sonucunun beklenen gerçek değerden farklı çıkmasının olası sebeplerini açıklayın.

9. Deney

SAAT REAKSİYONLARI

Renksiz iki çözelti karıştırılır. Karışım bir kenara konur. Oluşan hiçbir şey görülmez. Daha sonra aniden, yanma olmaksızın, keskin bir renk görülür. Bu tipik bir “saat reaksiyonu” tanımıdır.

Belli nedenlerle, saat reaksiyonları eğitim için güzel bir deneyim ve iyi bir gösteridir. Başlangıç karışımı ve bir rengin görünmesi arasındaki süre reaktanların konsantrasyonlarının ve/veya sıcaklığın değişmesi ile değiştirilebilir. Böylece, saat reaksiyonları reaksiyon hızı, hız kanunu ve aktivasyon enerjisinin uygun bir şekilde incelenmesini sağlar. Bu deneyde, bazı saat reaksiyonları araştırılacaktır.

DENEY İÇİN HAZIRLIK

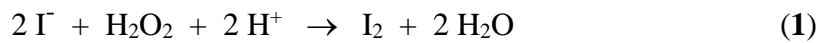
Hız sabitleri, reaksiyonların düzeni ve aktivasyon enerjisini yeniden inceleyin. Giriş kısmını okuyun ve aşağıda gösterilen yöntemleri çalışın.

GİRİŞ

Bu deneyde çalışılan saat reaksiyonlarında, ürün olarak iyodun oluşmasına neden olan değişik çözeltiler karıştırılmaktadır. Çözeltide nişasta bulunmaktadır; bu iyot ile şiddetli bir şekilde mavi bir ürün verir ve “nişasta-iyot kompleksi” olarak bilinir. Saat reaksiyonlarında görülebilen ani renk, bu kompleksin oluşumu nedeniyle ortaya çıkar.

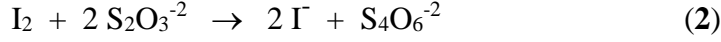
1. Bölüm : İyot -İyot Oksidasyonu: Hidrojen Peroksidin Konsantrasyonu Üzerine Hızın Bağlılığı

Eğer bir potasyum iyodür çözeltisi bir hidrojen peroksit çözeltisiyle karıştırılırsa, iyot üreten hızlı bir reaksiyon meydana gelir. Aşağıdaki reaksiyona bakın:



Eğer nişasta zaten varsa, çözeltilerin karıştırılmasıyla ani bir şekilde koyu mavi bir renk görülür.

Bir saat reaksiyonu vermek için ani renk oluşum reaksiyonu nasıl geciktirilebilir? Bir çözeltiye tiosülfat ($S_2O_3^{2-}$) gibi indirgen bir maddeden belli bir miktar ilave edilir. Bu, nişasta ile reaksiyon vermeden önce (1) reaksiyonu ile üretilen iyodu uzaklaştırır.



Böylece hiç mavi renk görülmez. Çünkü net olarak hiç I_2 oluşmamaktadır. Bununla beraber, tiosülfatın kendisi reaksiyon (2)'de harcanır. Böylece, ilave edilen bütün tiosülfat tüketildiğinde çözeltide iyot birikmeye başlar ve bu anda nişasta-iyot kompleksinin koyu mavi rengi ani bir şekilde görülür.

Sürekli olarak ilave edilen tiosülfatın aynı miktarları kullanılarak birçok kez saat reaksiyonu yapacaksınız, bu da renk değişiminden önce her seferinde aynı miktarda peroksidin reaksiyona gireceğini göstermektedir. Değiştireceğiniz şey hidrojen peroksidin konsantrasyonudur. Saat reaksiyonlarında bu durum ilk karışımla rengin gözlenmesi arasında geçen zamanın farklı olmasıyla sonuçlanır. Hidrojen peroksit ile ilgilenilerek reaksiyonun gidişi saptanır.

• **Not:** Triiyot (I_3^-), iot ve iyodür iyonunun birleşmesiyle çözelti içinde oluşur. Şimdiki deneyde bu, tam oksitlenme maddesidir. Bununla beraber basitlik olması açısından iyodini I_2 olarak düşüneceğiz. Bu kabul sonuçların yorumlanmasını herhangi bir şekilde etkilemeyecektir.

YÖNTEM

İlk olarak kullanılacak maddenin stok çözeltisi” hazırlanmalıdır.

(1) Nişasta içeren bir çözelti hazırlayın ve bir beher içinde karıştırarak aşağıdaki şekilde 0.05

M KI çözeltisi hazırlayın:

125 mL destile su,

2 mL 6 M asetik asit,

12 mL 1 M sodyum asetat,

2.5 mL % 0.5 nişasta çözeltisi (taze),

7 mL 1 M KI çözeltisi.

Beheri “İYODÜR ÇÖZELTİSİ” olarak etiketleyin.

(Asetik asit ve sodyum asetat çözeltiyi tamponlamak için ilave edilir, böylece reaksiyonun oluşumu sırasında çözeltinin pH'ı hemen hemen sabit kalır.)

- (2) 5 mL 1 M sodyum tiyosülfat çözeltisinin 200 mL'ye seyreltilmesiyle 0.025 M sodyum tiyosülfat çözeltisi hazırlayın. Bu beheri de “TİYOSÜLFAT ÇÖZELTİSİ” olarak etiketleyin. Eğer yeterince beheriniz yoksa bir şişe de kullanabilirsiniz.
- (3) 15 mL 1 M (%3'lük) hidrojen peroksidi 80 mL destile suyla karıştırın. Bu beheri veya şişeyi de “HİDROJEN PEROKSİT ÇÖZELTİSİ” olarak etiketleyin. Şimdi saat reaksiyonu ile çalışmaya hazırsınız.
- (4) Temiz bir erlen içine (2) adımı hazırladığımız tiyosülfat çözeltisinden 10 mL koyun ve üzerine 40 mL tamponlu iyodür çözeltisi ilave edin, iyice karıştırın.
- (5) Adım (3)'de hazırlanan hidrojen peroksit çözeltisinin 10 mL'siyle 20 mL suyu karıştırın ve zamanı saniye hassaslığında not edin. Nişasta-iyot kompleksinin mavi rengi ilk kez gözükteğünde zamanı saniye hassaslığında not edin.
- (6) İki adım daha yapın, yani (4) ve (5) adımlarını hidrojen peroksit miktarlarını değiştirerek tekrarlayın. İkinci adımda, 20 mL “HİDROJEN PEROKSİT” çözeltisini Adım (3)'den 10 mL su ile karıştırın ve daha sonra bu karışıma Adım (4)'de hazırlanan çözeltiyi ilave edin. Üçüncü adımda, 30 mL “HİDROJEN PEROKSİT” çözeltisini (hiç su ilave edilmemelidir) saat reaksiyonunu başlatmak için ilave edin.

-
- **Not:** Eğer başlangıç karışımıyla mavi rengin görülmesi arasında geçen zaman çok fazlaysa tam bir okuma için gerekli olan mavi renk yeterince keskin bir şekilde görülmeyebilir. Bu problem, eğer hidrojen peroksit çözeltisi taze olarak hazırlanmazsa ortaya çıkabilir. Böyle bir durumda, reaksiyon zamanını kısaltmak için miktarları ayarlamayı deneyin (daha konsantre çözeltiler kullanmanız gerekecektir).
-

Hesaplamalar

Reaksiyonun hızı, hidrojen peroksit konsantrasyonunun geçen her dakikada azalması ile ifade edilebilir. Bunu hesaplamak için şunları bilmeniz gerekir:

- (a) Hidrojen peroksit çözeltisinin başlangıç konsantrasyonu,
- (b) Mavi rengin keskin olarak görüldüğü andaki hidrojen peroksit konsantrasyonu,
- (c) Peroksit ilavesi ve mavi rengin görülmesi arasındaki zaman farkının saniye olarak değeri.

Hidrojen peroksidin “başlangıç konsantrasyonu”nun hesaplanmasında meydana gelen bütün seyrelmeleri hesaba katmalısınız, ki buna saat reaksiyonunu başlatmak için maddelerin karıştırılmasıyla meydana gelen seyrelme de dahildir. Bütün bu ilavelerden sonra çözeltinin toplam hacminin 80 mL olduğunu aklınızda tutun.

Tam olarak mavi rengin görüldüğü andaki hidrojen peroksit konsantrasyonunu

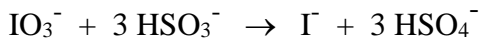
hesaplamak için Denklem (1) ve (2) ile ifade edildiği şekilde yer alan iki reaksiyonun stokiyometrilerini düşünmek gereklidir.

Aşağıdakileri yapın:

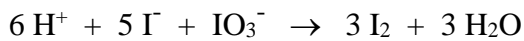
- Tiyosülfatın başlangıç konsantrasyonunu hesaplayın; bütün seyrelmeleri hesaba katın.
- Denklem (2)'yi kullanarak, reaksiyona girebilen tiyosülfat miktarı ile I₂'nin miktarını belirtin.
- Denklem (1)'i kullanarak, Adım (b)'de hesaplanan I₂ miktarının oluşumunda hidrojen peroksit konsantrasyonunun ne kadar azaldığını ($\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]$) belirtin.
- Her bir adım için reaksiyon hızını hesaplayın ($\text{Hız} = \Delta[\text{H}_2\text{O}_2] / \Delta t$).
- Hidrojen peroksitle ilişkilendirerek reaksiyonun gidişini saptayın. R, $[\text{H}_2\text{O}_2]^a$ (başlangıç konsantrasyonu) ile orantılıdır.
- Hız eşitliğindeki k' için bir değer hesaplayın ($\text{Hız} = k' [\text{H}_2\text{O}_2]^a \dots$)

2. Bölüm: İyodür - Bisülfid Reaksiyonu

Deneyin bu kısmında, iyodür içeren başlangıç maddemiz iyodattır (IO₃⁻). İyodat bisülfid (HSO₃⁻) tarafından indirgenir:



İyodat da Adım (3)'deki iyodini oluşturan iyoda oksidize olur:



Bununla beraber, Adım (4)'de üretilen iyodin şimdi sülfid tarafından iyot iyonuna geri dönüştürülebilir (raporunuzda eşitliği gösterin). Böylece bütün bisülfid tükenene kadar hiç mavi renk görülmez.

Sizin, deneyin bu kısmındaki göreviniz, önceden saptanmış bir zamana saat reaksiyonunuzu ayarlamak için konsantrasyon ve/veya sıcaklık şartlarını ayarlamaktır. Daha sonra bunu okutmanınıza ispat etmelisiniz.

YÖNTEM

İki stok çözeltisi hazırlayın.

STOK ÇÖZELTİ - A

5.2 g NaHSO₃,
60 mL 1M H₂SO₄,
1000 mL % 1 nişasta çözeltisi,
suyla 2 L'ye tamamlanacak.

STOK ÇÖZELTİ - B

8 g KIO₃ suda çözülecek ve
suyla 2 L'ye tamamlanacak.

- (1) Temiz test tüplerine ayrı ayrı 10 mL A ve B stok çözeltilerinden koyun.
(Deney tüplerinin kuru olmasına gerek olmayabilir, fakat destile suyla yıkanmalı ve mümkün olduğunca süzdürülmelidir.)
- (2) 1 saniye veya daha hassas ölçüm yapabilecek bir saat ile tam olarak zamanı not ederek, her iki çözeltiyi küçük ve temiz bir kap içine dökün ve kuvvetlice çalkalayın. Nişasta-iyot renginin görülmesi için geçen zamanı not edin.

Şimdiki amacınız geçen zamanı 30 saniyeye ayarlamaktır (veya asistanınız tarafından belirlenen başka bir süreye de ayarlayabilirsiniz). Bunu aşağıdaki tekniklerin birini veya daha fazlasını kullanarak yapın:

- a. Karıştırmadan önce stok çözeltilerin birini suyla seyreltin.
- b. İki çözeltinin farklı hacimlerini kullanın.
- c. Temiz test tüpleri içinde istenen hacimdeki miktarları ölçerek ve test tüplerini karıştırmadan önce soğuk veya sıcak su banyosuna koyarak her bir çözeltinin sıcaklıklarını artırın veya azaltın.

Her bir deneme için bütün verileri kaydedin. Sizin işiniz deneyin bu kısmında yönteminizin verimi ve doğruluğunu yargılamak olacaktır.

LABORATUVAR ÖNCESİ ÇALIŞMA

- (1) İyot içeren değişik türler bu deneyde karşılaştırılmaktadır.

İyodun oksidasyon sayısını yazın:

İyot

İyodin İyodu

İyodat İyodu

- (2) 2. Bölüm denemesindeki iyodin için iyodat indirgenir mi yoksa yükseltgenir mi?
- (3) İyodin iyonunu üreten iyot ile bisülfid iyonunun reaksiyonu (2. Bölüm) için bir denklem yazın.
- (4) 1. Bölüm'deki üç adımın her biri için "başlangıç" hidrojen peroksit konsantrasyonunu hesaplayın.

10. Deney :

BASİT BİR TUZUN ÖZELLİKLERİ ve ELDESİ

İyon; bir veya daha fazla elektron kaybetmiş ve bir yük dengesizliğine ulaşmış olan yani elektronlardan daha çok protonlara veya tersine protonlardan daha çok elektrona sahip olan atom veya atom grupları olarak tanımlanır. İyonlar, kimyanın birçok alanında önemlidir. Tuzlar, pozitif ve negatif iyonlar içeren maddelerdir. Örneğin, sofraya tuzu olarak bilinen sodyum klorür (NaCl), Na^+ ve Cl^- iyonlarını içermektedir. Tuzları elde etmek için çok çeşitli yöntemler vardır. Fakat, bu yöntemlerin hepsi bütün tuzlar için kullanılamaz. Bu deneyde biz yaygın bir yöntem olan, bir metal oksit ile bir asidin reaksiyonunu kullanacağız.

Deney için hazırlık

En yaygın olarak kullanılan iyonların adlarını ve formüllerini ders kitaplarınızdan araştırınız ve onları ezberleyiniz.

Laboratuvara gelmeden önce bu deneyin giriş ve yöntem kısımlarını okuyunuz.

Giriş

Yöntem, siyah bakır (II) oksit (CuO) ile seyreltik sülfürik asidin reaksiyonunu içerir. Bakır (II) sülfat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ formülüne sahip mavi kristaller şeklinde çözüldükten kristalleştirilir. Birçok tuz; bileşiğe bağlı çeşitli sayıda su moleküllerini gösteren benzer formüllerle gösterilirler. Böyle maddeler, hidratlar olarak bilinirler. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, bir pentahidratdır. Hidratlardaki su molekülleri hacimsel suyun özelliklerine sahip değildir yani $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kristalleri, normal kelime manasında ıslak değildir. Örneğin, eğer açık havada kristalleri ayırırsak, bu bileşikteki su molekülleri yavaş yavaş buharlaşacaktır. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 'daki dört su molekülü, Cu^{+2} iyonuna oksijen atomuyla bağlanırlar. Bundan dolayı, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 'daki pozitif iyonu $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{+2}$ şeklinde ifade etmek uygundur.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 'daki bütün su molekülleri oldukça fazla bir ısı kullanılarak ayrılabilirler.

Böylece, elde edilen ürün susuz bakır (II) sülfat (CuSO_4) olacaktır. Ayrıca, Cu^{2+} ye bağlı dört su molekülünü amonyak veya diğer moleküllerle yer değiştirmek mümkündür. Bu olay, ilginç renk değişimlerinin meydana gelmesini sağlar. Yapacağımız deneyde hazırlanacak olan bakır sülfat örneğindeki bu dönüşümler araştırılacaktır.

YÖNTEM

1. Bölüm: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 'ın Elde Edilişi

- (1) Tartım kağıdı üzerine biraz bakır (II) oksit alınır.
- (2) 50 mL'lik bir cam balon alınır ve boşken tartılır.
- (3) Balona yaklaşık 1 gram CuO ilave edilir.
- (4) Balon tekrar tartılır.
- (5) Bakır (II) oksit bulunan balona çeker ocak içerisinde yaklaşık 20 mL seyreltik (yaklaşık 6 M) sülfürik asit ilave edilir. [İlk önce, sülfürik asidin kullanımını ile ilgili bir sonraki sayfada bulunan güvenlik talimatı okunmalıdır.]
- (6) Daha sonra balon, bir tel amyant üzerine yerleştirilir ve spora bağlanır.
- (7) Balon içeriği bir bek alevi yardımıyla hemen hemen kaynama noktası civarına kadar birkaç dakika ısıtılır. Fakat çözelti kaynamamalıdır.
- (8) Bek alevi uzaklaştırılır ve çözeltinin çökmesi için bir süre beklenir.
- (9) Eğer herhangi bir siyah bakır (II) oksit geri kalırsa vakumla süzülerek ayrılır.
(vakumla süzme kısmına bakınız.)
- (10) Mavi çözelti buharlaştırma kabına aktarılır ve dikkatli bir şekilde ısıtılarak 5-10 mL kadar su buharlaştırılır (Şekil 1'de gösterildiği gibi).
- (11) Birkaç dakika sonra ısıtma işlemi bitirilerek buharlaştırma kabındaki çözelti soğumaya bırakılır. Eğer hiç kristal oluşmazsa buharlaştırma kabı birkaç dakika daha ısıtılarak bir miktar daha su uzaklaştırılır. Daha sonra tekrar soğumaya bırakılır.
- (12) Buharlaştırma kabında katı madde oluşumu görüldüğünde, karışım balona geri dökülür ve balon buz banyosunda soğutulur. Bakır (II) sülfat, soğuk suda sıcak sudakinden daha az çözüldüğü için daha fazla kristal oluşacaktır.
- (13) Oluşan kristaller süzülür. Özellikle vakumda süzme tekniğini kullanmak faydalıdır.

- (14) Süzgeç kağıdı üzerindeki kristallere birkaç mL metanol (alevlenebilir bir maddedir) ilave edilir ve vakumda süzülür. Metanol, kristallerden yüzey suyunu giderir. Yüzey suyunun yerini yüzey metanolü alır. Bu yüzey metanolü, yüzey suyundan daha uçucu olduğundan daha hızlı bir şekilde buharlaşır. Sonuçta bakır sülfat kristallerinin kuruması daha hızlı gerçekleşir.
- (15) Süzgeç kağıdı üzerindeki kristaller kazınır. Kazınan kristaller iki süzgeç kağıdı arasında sıkıştırılarak kurutma işlemi yapılır. Bu şekilde gerçekleştirilen kurutma işlemi laboratuvar süresince bir çok kez tekrarlanır. Elde edilen kuru madde tartılır ve sonuç kaydedilir.
- (16) CuO'in her molünün CuSO₄.5H₂O'ya dönüştüğü kabul edilerek yüzde verim hesaplanır.

TEHLİKELİ MADDE

Derişik sülfürik asit, laboratuvarında yaygın olarak kullanılan en tehlikeli kimyasallardan biridir. Çok fazla aşındırıcıdır, su içeren birçok madde ile şiddetli bir şekilde reaksiyon verir ve eğer deri üzerine kazara dökülürse, hızlı bir şekilde alınmadığında çok ciddi yanıklara sebebiyet verir. Derişik sülfürik asidi kullanırken aşağıda belirtilen noktalara dikkat edilmelidir:

- Eğer, derişik sülfürik asidi seyreltmeye ihtiyaç duyulursa, suyun üzerine asit ilave edilir. Tersine, asidin üzerine su ilave edilmez.
- İlave, yavaşça ve gerekirse soğutulularak, dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Hızlı bir şekilde yapılan ilavede, etrafa sıçrayan sıcak asit çözeltilisinin potansiyeli suyun kaynamasına neden olacaktır.

!!! DİKKAT !!!
!!! ASİT ÜZERİNE SU DÖKÜLMEZ !!!
!!! TERSİNİ YAPIN !!!

- Eğer sülfürik asit, kazara cilde dökülürse, derhal soğuk suyla yıkanmalıdır. Sülfürik asidin yüzünüze sıçramadığından emin olmalısınız. Koruma gözlüğü kullanılmalıdır!

UYARI

İnce cam borunun bükülmesi veya mantar içerisinde geçirilmesi gerektiğinde, borunun asla zorlanmaması gerekir. Cam boruyu bükmek yerine, üzerindeki lastikli kısmın bükülmesi gerekir. Çünkü, cam borunun kırılması durumunda, cam parçacıklarının cildimize saplanma ve dolayısıyla bize zarar verme tehlikesi vardır. Cam borunun daha kolay bir şekilde mantar tıpayına girmesini sağlamak için cam borunun yağlanması fayda vardır. Öğrencilere, bir mantar tıpayına cam borunun sokulma tekniği veya cam borunun kesilme ve bükülme teknikleri gösterilecektir.

VAKUMLA SÜZME

Bir çözeltiyi, süzgeç kâğıdı içerisinde süzerek çekmek için bir vakumun kullanılması faydalıdır.

Bu 'vakumla süzme', basit süzme tekniğinden daha hızlıdır. Vakumla süzme işlemi yapmak için özel bir süzme hunisi (Buchner hunisi olarak bilinir) kullanılır. Hunideki yüzeye, uygun büyüklükteki süzgeç kâğıdı yerleştirilir ve daha sonra bu süzgeç kâğıdı, kullanılacak çözücü ile ıslatılır. Vakum uygulanır. Süzgeç kâğıdının buruşup buruşmadığını görmek için bir deneme yapılır (süzgeç kâğıdının buruşması, çözeltinin süzgeç kâğıdının kenarlarından sızmasına sebep olabilir). Sonuç olarak, vakumun açılması ile süzülecek çözelti Buchner hunisine dökülür. Süzme tamamlandığında, vakum kesilmeden önce düzeneğin bağlantı yerleri ayrılır (erlen veya vakum yolundaki vana).

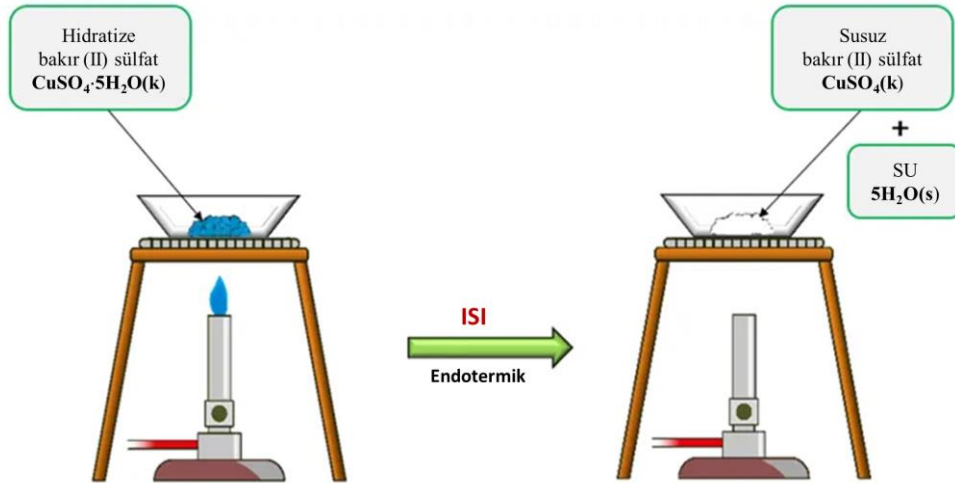


Şekil 1. Vakumla süzme düzeneği.

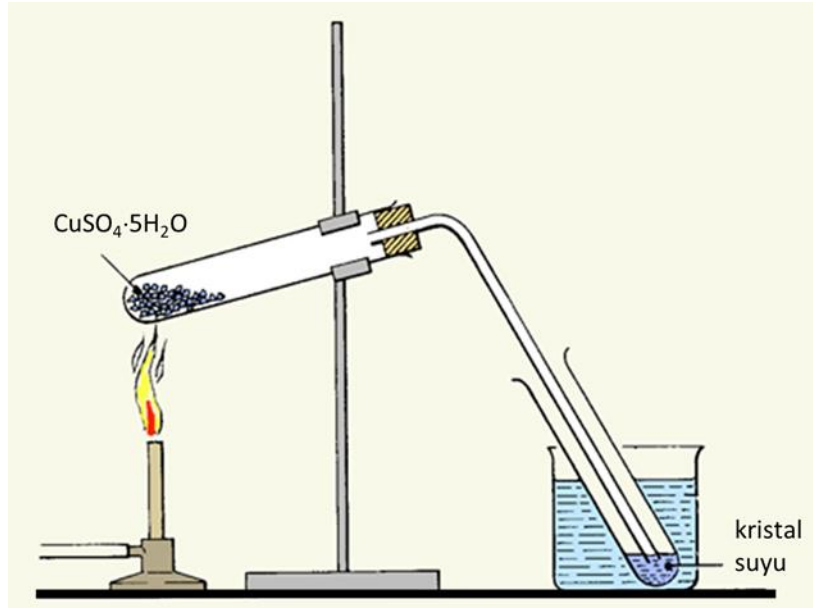
2. Bölüm : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Üzerine Isının Etkisi

Deneyin, bu ve bundan sonraki bölümleri için kuru $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 'a ihtiyaç duyulmaktadır. Birinci bölümde elde edilen madde yeterince kuru olmayabilir. Bu durumda hazırlama odasından hazır madde alınmalıdır.

- (1) Eğer $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kristalleri ince toz halinde değilse, havan ve havan tokmağı kullanmak suretiyle bu işlem gerçekleştirilir.
- (2) Şekil3'de gösterilen düzenek kurulur. Deney tüpüne bir miktar ince toz haline getirilmiş $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kristalleri dökülür.
- (3) İçerisinde tuz bulunan deney tüpü yavaşça ısıtılır. Sağ taraftaki deney tüpünde bir sıvı oluşumu gözlenmelidir.
- (4) Daha fazla buhar oluşmayıncaya kadar ısıtmaya devam edilir. İki tüpü birbirine bağlayan ince cam borunun ucunun toplanan sıvı düzeyinin yukarısında olmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde, toplanan sıvının birazı sıcak deney tüpüne çekilebilir.
- (5) Kristallerdeki herhangi bir renk değişimi not edilir.
- (6) Sol taraftaki tüpün soğumasına izin verilir. Daha ileri aşamalara geçmeden önce bu tüpün dokunulacak kadar soğuk olduğundan emin olunmalıdır.
- (7) Düzenek sökülür ve sol taraftaki deney tüpünde bulunan kristallere 1-2 mL soğuk su ilave edilir. Ne gözlenir? Su ilavesinden önce ve sonra deney tüpüne dokunulur. Gözlemler ve tüpe dokunulduğunda hissedilen herhangi bir sıcaklık değişimi not edilir.



Şekil 2. Bakır (II) sülfat çözeltisini ısıtma düzeneği



Şekil3. Bakır (II) sülfat pentahidrattan, kristal suyunun ayrılması.

3. Bölüm : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 'ın Derişik Amonyakla Reaksiyonu:

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 'nun Elde Ediliş

(1) Yaklaşık 0.1 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bir deney tüpünde çok az miktarda suyla çözülür.

(2) Bir pipet veya damlalık kullanarak, dikkatli bir şekilde derişik amonyak çözeltisi ilave edilir. Gözlenen herhangi bir değişme not edilir.

Saf amonyak, oda sıcaklığı ve basıncında bir gazdır. Laboratuarda, yaygın bir şekilde veya evde temizlik işlerinde kullandığımız amonyak, saf amonyağın sudaki çözeltisidir.

(3) Etil alkol ilavesiyle kristaller çözeltilen ayrılırlar. Kristaller gözleninceye kadar yavaşça etil alkol ilave edilir. Oluşan kristaller hangi renktedir? Kristaller süzülür ve kuruması için bir kenara konulur.

Bölüm 4. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Çözeltisi ile Potasyum Bromürün Reaksiyonu

(1) Bölüm 3'deki gibi, bir deney tüpünde $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi hazırlanır.

(2) Potasyum bromür (KBr) kristalleri ilave edilir ve çalkalanır. Meydana gelecek herhangi bir değişme gözlenir ve kaydedilir.

2., 3. ve Bölümden gelen bütün çözeltiler çoğu su ile dolu olan lavaboya dökülür.

Bütün katılar, en uygun şekilde imha edilir. Lütfen, lavaboya dökmeyiniz.

10. Deney

CHARLES KANUNU

Bu deneyde sabit basınçtaki bir gazın hacmi ile sıcaklığının nasıl değiştiği araştırılacak. Bir Fransız fizikçi olan Jacques Charles bir gazın hacmi ve sıcaklığı arasındaki bu ilişki hakkında çalışmalar yapmış ve 1787 yılında bu iki değişken arasında basit bir matematiksel ilişki bulmuştur. “Charles Kanunu” olarak bilinen bu ifade: “Kuru bir gazın basıncı sabit tutulduğunda; hacmi ve sıcaklığı doğru orantılı olarak değişir” şeklindedir.

P = sabit ise;

$$\frac{V}{T} = k \quad (k, \text{gaz sabiti, R})$$

Amaç

Hacme (V) karşılık sıcaklık (T) ilişkisini çalışarak Charles Kanunu’nu doğrulamak. Ayrıca hacim-sıcaklık grafiğinden mutlak sıfır sıcaklığını belirlemek.

Yöntem

Deney sabit bir atmosfer basıncında gerçekleştirilir. Kaynar su banyosuna boş bir erlen yerleştirilir. Sıcaklık arttıkça, erlenin içindeki hava genişir. Daha sonra gaz (erlen içindeki hava) miktarı sabit tutularak bir su banyosunda soğutulur. Başlangıç ve son sıcaklık ve hacimleri ölçülerek **Charles Kanunu** doğrulanır.

Terimler

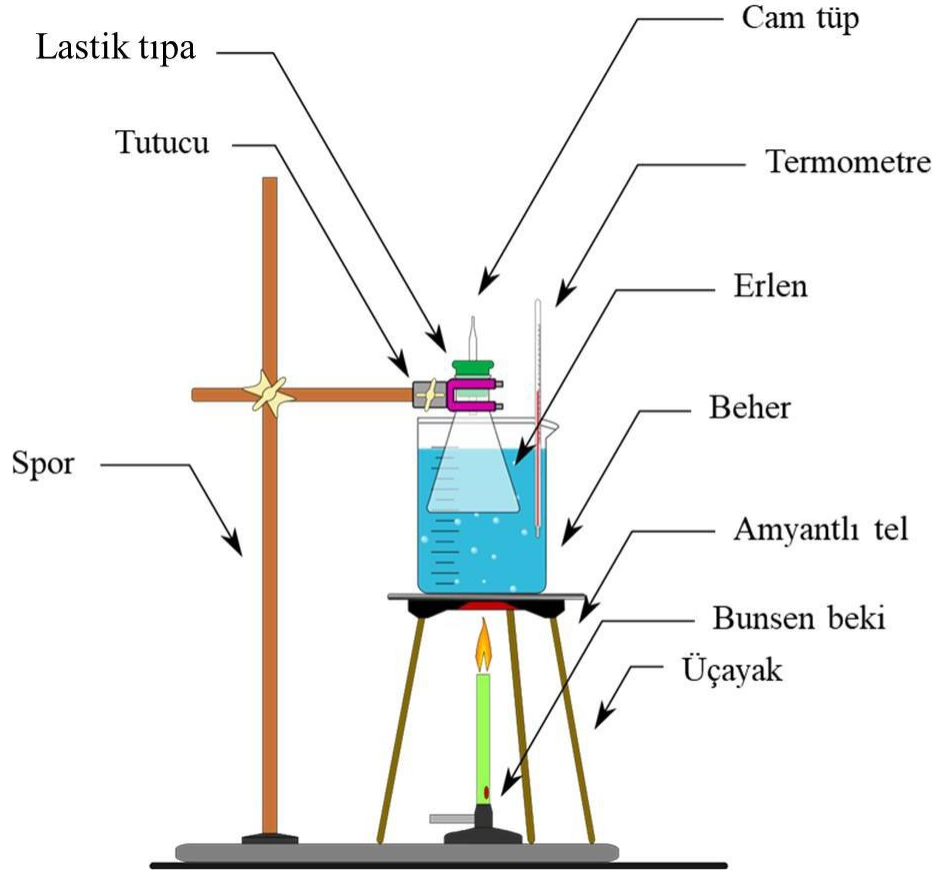
t_1 , kaynar suyun sıcaklığı.

V_1 , su banyosunun kaynama noktasındaki erlendeki havanın hacmi.

t_2 , erlen su banyosuna daldırıldığındaki havanın sıcaklığı.

V_{su} , erlene giren suyun hacmi.

V_2 , t_2 sıcaklığındaki havanın hacmi.

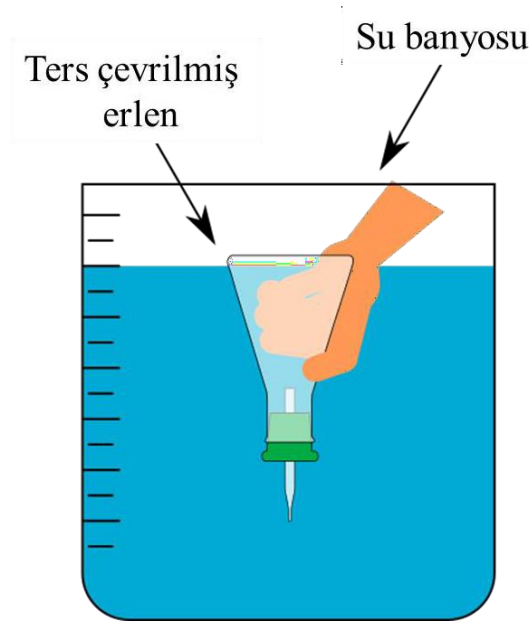


Şekil 1. Charles Kanunu deney düzeneği.

Deney

1. Erlenı bir kâğıt havluyla iyice temizleyin. Mümkünse, az miktarda aseton veya etanol ile çalkalayıp etüvde kurutun.
2. Tek delikli lastik tıpayı erlene sıkıca takın ve kuru bir cam tüpü tıpanın deliğinden geçirin.
3. Amyantlı teli üçayağın üstüne yerleştirin. Amyantlı tel, ısıtma sırasında cam eşyalara destek verir ve homojen ısıtmayı sağlar.
4. Büyükçe bir beheri 3/4'üne kadar musluk suyu ile doldurun.
5. Beheri amyantlı tel üzerine yerleştirin ve erleni bir tutucuyla **Şekil 1**'de gösterildiği gibi beherin içine yerleştirin. Erlen, baş kısmı dışarıda kalacak şekilde mümkün olduğunca suyun dibine daldırılmalı; ancak beherin tabanına asla temas ettirilmemelidir.
6. Son olarak, beki üçayağın altına koyun. Düzenek **Şekil 1**'deki gibi olmalıdır.
7. Sakin bir kaynama elde etmek için beki hafif açarak suyu yavaşça ısıtın.
8. Suyun sıcaklığını ölçmek için termometreyi bir tutucu yardımıyla spora tutturup beherin içine yerleştirin. Sıcaklık 95°C 'yi geçtiğinde su kaynamaya başlamak üzeredir.
9. Isıtmaya 6-7 dakika daha devam edin. Erlenin içindeki havanın, kaynar su ile aynı sıcaklıkta

- olması gerekiyor. Isıtmaya devam ettikten sonra, kaynar suyun sıcaklığını kaydedin (t_1).
10. Bek alevini kapatın ve lastik tıpanın üzerindeki cam tüpün deliğini parmağınızın ucuyla kapatın.
 11. Erlenı kelepçeden ayırın ve hemen **Şekil 2**'de gösterildiği gibi ılık su dolu başka bir behere ters olarak daldırın. Transfer sırasında, erlenin içindeki havanın kaçmaması için parmağınızı cam tüp üzerinden kaldırmayın. Aksi takdirde, tüm deneyin tekrarlanması gerekir.
 12. Şimdi, parmağınızı çekin ve erlenin içine suyun girişini gözleyin. Erlendeki suyun hareketi atmosfer basıncının itilmesidir.
 13. Erlenin içindeki havanın sıcaklığı, suyun sıcaklığına ulaşması için 5-6 dakika daha **Şekil 2**'deki pozisyonu koruyun.
 14. Erlenin içindeki su seviyesi ile beherdeki su seviyesi eşitleninceye kadar erleni yavaşça ters pozisyonda yukarı kaldırın. Her iki su seviyesi eşitlendiğinde, erlenin içindeki hava basıncı atmosfer basıncı ile aynıdır.



Şekil 2. Düzeneğin su banyosuna daldırılması

15. Parmak ucunuzu tekrar cam tüpün ucuna yerleştirin ve erleni su tankından çıkarın. Erleni normal pozisyonda tezgâh üzerine yerleştirin.
16. Ilık su banyosunun sıcaklığını ölçün (t_2).
17. Lastik tıpayı çıkarın ve mezür kullanarak erlendeki su hacmini ölçün (V_{su}).
18. Şimdi erleni taşıncaya kadar musluk suyuyla doldurun ve fazla suyu boşaltmak için lastik tıpayı tekrar erlene takın. Su taşması bittikten sonra tıpayı tekrar çıkarın ve erlende kalan suyun hacmini ölçün (V_1).

19. Gazın hacmini ($V_2 = V_1 - V_{su}$) ve diğer hesaplamaları yapın.
20. Yukarıdaki yöntemi iki kez daha tekrarlayın ve bu değerlerin ortalamasını alın. Sonuçlarınızı aşağıdaki tabloya yazın.

Örnek Deney Gözlem Tablosu

Parametreler	1. Deneme	2. Deneme	3. Deneme	Deneme Ort.
Başlangıç sıcaklığı, t_1	100°C	100°C	99.5°C	99.8°C
Son sıcaklık, t_2	22°C	22°C	22°C	22°C
Başlangıç hacmi, V_1	138 mL	141 mL	141 mL	140 mL
Suyun hacmi, V_{su}	27 mL	29 mL	28 mL	28 mL
Son hacim, $V_2 = V_1 - V_{su}$	111 mL	112 mL	113 mL	112 mL

Örnek Hesaplamalar (1.Deneme verilerine göre) :

Charles Kanunu : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

Sıcaklıkların dönüşümü :

$$T_1 = t_1 + 273 = 100 + 273 = 373 K$$

$$T_2 = t_2 + 273 = 22 + 273 = 295 K$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{138}{373} = 0.370$$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{111}{295} = 0.376$$

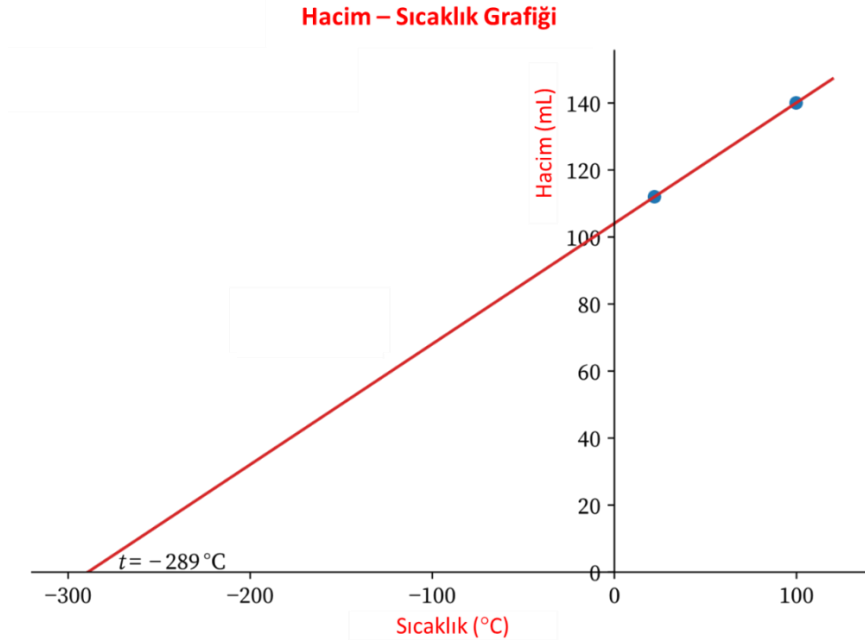
Çıkan değerler birbirine çok yakın olmasına rağmen eşit değildir.

$$\text{Fark} = 0.376 - 0.370 = 0.006$$

Bu fark deneysel hatadan kaynaklanmaktadır.

$$\begin{aligned}\% \text{ hata} &= \frac{\left| \frac{V_1}{T_1} - \frac{V_2}{T_2} \right|}{\frac{V_1}{T_1}} \times 100 \\ &= \frac{0.006}{0.370} \times 100 \\ &= \% 1.62\end{aligned}$$

Mutlak Sıfır Noktası :



Şekil 3. Hacim-Sıcaklık grafiği üzerinde ekstrapolasyon işlemi

Çizilen Hacim-Sıcaklık grafiğinin ekstrapolasyonu sonucu $t = -289^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir.

Örnek Sorular :

1. Sabit basınçta hidrojen gazının hacmi 1.00 L'den 0.95 L'ye küçülüyor. Başlangıç sıcaklığı 20°C ise gazın son sıcaklığını bulun.
2. Karbondioksit gazı 10.0 cm^3 'ten 11.5 cm^3 'e genişliyor. Son sıcaklık 45°C ve basınç sabit ise başlangıç sıcaklığını bulun.

3. Bir gazın sıcaklığı 25°C 'den 80°C 'ye değişiyor. Son hacim 100 mL ise ilk hacmi bulun.
4. Başlangıç sıcaklığı 120°C olan buharın bir endüstriyel tanktan diğerine taşınması sırasında sıcaklık 5°C azalıyor. Basıncın sabit kaldığını düşünerek; başlangıç hacmi 4.0 m^3 ise son hacmi bulun.
5. 25°C 'de oksijen gazının hacmi 10 m^3 'tür. Gazın hacmi iki katına çıkarsa, yeni sıcaklığı ne olur?
6. Bir helyum balonunun hacmi Los Angeles'ta 0.75 L 'dir (Los Angeles'ta sıcaklık 13°C 'dir). Sıcaklığın 51°C olduğu Ölüm Vadisi'nde balonun hacmini bulun. (Basınc her iki yerde de sabittir).
7. Bir gaz, 358 K sıcaklıkta 22.2 mL hacim kaplıyor. Sıcaklık 220 K 'ya düşürülürse yeni hacmi bulun.
8. Bir öğrenci 84°C 'de 730 mL 'lik bir deney gazı topluyor. Basınc sabit olduğuna göre, 700 mL 'deki sıcaklık ne olur?
9. Kapalı bir şiringa -12°C sıcaklıkta buzlu suya batırılıyor. Oda sıcaklığında (20°C) şiringadaki havanın hacmi 53 mL ise buzlu sudaki havanın hacmi nedir?

DENEY RAPORU ŞABLONU

Fakülte : Deneyin Yapılış Tarihi
Bölüm :
No :
Adı Soyadı : imza
Deney No :
Deneyin Adı :

Rapor içeriği

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Not : Raporlarda başlıklar tükenmez kalem ile, diğer kısımlar kurşun kalem ile yazılır. Bilgisayar çıktısı kabul edilmez.

Periodic Table of the Elements

1 1IA 1A																	13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	18 VIIIA 8A							
1 H Hydrogen 1.008																	5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180							
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.971	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.789												
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.414	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294												
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018												
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [278]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihonium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [286]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]												

Lanthanide Series

57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.243	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967
---	--------------------------------------	--	---	--	---------------------------------------	--	---	---------------------------------------	--	---------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	---	--

Actinide Series

89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]
--	---------------------------------------	--	--------------------------------------	---	---	---	--------------------------------------	---	---	---	--	--	---	---

Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide
--------------	----------------	------------------	-------------	-----------	----------	---------	-----------	------------	----------