
Kimya, Fizik, Biyoloji, Moleküler Biyoloji Genetik Bölümleri İçin

Deney 1 : Ölçme ve Yoğunluk : Katı ve Sıvıların
Yoğunluğu

Deney 2 : Kütle Korunumu Yasası

Deney 3 : Stokiyometri

Deney 4 : Molekül Şekillerinin Belirlenmesi: VSEPR
Kuramı

Deney 5 : Çözünme

Deney 6 : Çözeltiler

Deney 7 : Gazların Diffüzyonu

BAHAR DÖNEMİ

Deney 1 : Eşdeğer Ağırlığının Tayini

Deney 2 : Kimyasal Kinetik

Deney 3 : Kimyasal Denge

Deney 4 : Termodinamik

Deney 5 : Asitler, Bazlar ve İndikatörler

Deney 6 : Asit - Baz Titrasyonları

Deney 7 : Sularda Sertlik Tayini

Deney 8 : Sabunlaşma Reaksiyonu

Mühendislik Fakültesi Bölümleri İçin

Deney 1 : Ölçme ve Yoğunluk : Katı ve
Sıvıların Yoğunluğu

Deney 2 : Kütle Korunumu Yasası

Deney 3 : Stokiyometri

Deney 4 : Molekül Şekillerinin Belirlenmesi:
VSEPR Kuramı

Deney 5 : Çözünme

Deney 6 : Çözeltiler

Deney 7 : Asitler, Bazlar ve İndikatörler

Ölçme ve Yoğunluk : Katı ve Sıvıların Yoğunluğu

DENEY 1 : Ölçme ve Yoğunluk : Katı ve Sıvıların Yoğunluğu (Katıların Yoğunluğu 1. Kısım)

Deneyin Amacı : Bu deneyin amaçları aşağıda sıralanmıştır.

- Ölçüm Araçlarının Hassasiyetinin Sonuçlara Etkisi
- Kullanılan Yöntemin Sonuçlara Etkisi
- Katıların Yoğunluğunun Belirlenmesi
- Sıvıların Yoğunluğunun Belirlenmesi
- Anlamli rakamlara dikkat edilerek sonuçların yuvarlanması

TEORİK BİLGİ :

Bir fiziksel niceliğin önceden saptanmış bir standarda göre sayısal değerinin belirlenmesi işine **ölçüm** denir. Önceden saptanmış bu standarda ise **birim** adı verilir. Örneğin; bir cismin kütlesi 12 kilogram ise, bu cismin kütlesi 1 kilogram olarak tanımlanan bir birimin 12 katı demektir. Başka bir deyişle bir niceliğin ölçülmesi demek, bu niceliğin birimi veya birimin belli bir kesrini kaç kere içerdiğinin saptanması demektir.

Ölçme yaparken üzerinde önemle durulması gereken iki kavram doğruluk ve duyarlılıktır.

Doğruluk; fiziksel bir niceliğin bir ölçümünün gerçek değere ne kadar yakın olduğunu gösterir.

Duyarlılık; aynı büyüklüğün ölçülmesinden elde edilen iki değer birbirine ne kadar yakın olduğunu gösterir.

Ölçümler sonucu elde edilen sayısal değerler, ancak ölçüm hataları ile birlikte verildikçe anlamlı olur.

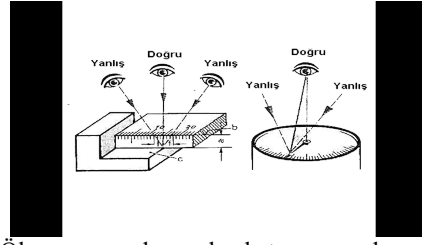
Her ölçümün hata içerdiği unutulmamalıdır. Hatalar;

- Ölçüm yapılırken kullanılan alet veya cihazın hassasiyetinden
- Ölçüm yapılırken kullanılan yöntemden
- Kişisel hatalardan

kaynaklanabilir.

Kullanılan ölçüm aletlerinden, deneyde izlenen metottan ve dış etkilerden kaynaklanan hatalar **Sistemik Hata** olarak adlandırılır. Bu tip hatalar ölçüm sonucunu hep tek yönde etkiler. Sistemik hataları, deney yöntemini değiştirerek, daha hassas ölçü aletleri kullanarak ya da deney sonunda gerekli düzeltmeler yapılarak düzeltililebilir.

Ölçme duyarlılığının doğal olarak sınırlı oluşundan kaynaklanan hatalar **İstatistiksel (Rastgele) Hatalar** olarak adlandırılır. Bu hatalar sonucu çift yönlü etkiler. Daha fazla sayıda ölçüm alarak istatistiksel hataları azaltılabilir.



Şekil 1: Ölçme sırasında yapılan hatanın meydana gelişi.

Ölçümler sonucu elde edilen sayısal değerler, ancak ölçüm hataları ile birlikte verildikçe anlamlı olur.

Ölçülen Değer = En İyi Tahmin (Orta veya Ortalama Değer) ± Hata

Bir ölçümün duyarlılığı, ölçümü ifade eden rakam sayısı ile belirlenir. Yapılan bir ölçümü belirtmede kullanılan rakamlara **Anlamlı Rakamlar** denir. Anlamlı rakamlar doğruluğu kesinlikle bilinen rakamlarla birlikte şüpheli bir rakam daha içerir. Aksi belirtilmedikçe, en son rakamın şüpheli olduğu (bu rakamda belirsizlik olduğu) kabul edilir. Örneğin; bir kitabın kalınlığının 2,53 cm olduğu söyleniyorsa burada üçüncü rakam belirsizlik taşır (şüphelidir). Buradaki belirsizlik aksi belirtilmedikçe 0,01 cm mertebesindedir.

- Ondalıklı sayılarda virgülün yerini belirtmek için kullanılan sıfırlar anlamlı değildir. Örneğin; 0,32 m olarak verilen bir ölçüm sonucunun anlamlı rakam sayısı ikidir. Aynı sonuç 32 cm olarak verilseydi, anlamlı rakam sayısı yine iki olurdu. Dolayısıyla ölçümün duyarlılığı birimleri değiştirmekle artırılamaz.
- Ölçüm sonucunun bir parçası olan sıfırlar anlamlıdır. Örneğin; 0,0040201 sayısının anlamlı rakam sayısı beştir.
- 4000 sayısı gibi sıfırlar içeren bir sayının anlamlı rakam sayısını bulmak için bilimsel gösterim kullanmak daha kullanışlı olur. Bilimsel gösterimde bu sayıyı 10' un kuvvetleri cinsinden yazarız.
 4×10^3 (1 anlamlı rakam)
 $4,0 \times 10^3$ (2 anlamlı rakam)
 $4,00 \times 10^3$ (3 anlamlı rakam)
- Bir ölçümün sonucu istenilen anlamlı rakam sayısından daha çok rakam içerebilir. Böyle bir durumda gereken anlamlı rakam sayısının bulunması için şunlar yapılır.
 - Kalması istenen son rakamdan sonra gelen rakam 5 ten küçük ise son rakam aynen bırakılır. Örneğin 2,731 sayısının üç anlamlı rakamla yazılışı 2,73 tür.
 - Eğer kalması istenen son rakamdan sonraki rakam 5 ve 5. ten büyük ise son rakam 1 artırılır. Örneğin; 8,6547 sayısının 4 anlamlı rakamla yazılışı 8,655 tir.

Anlamlı Sayılar İle Toplama ve Çıkarma İşlemi

Sonuç en az ondalık basamağa sahip sayıya göre belirlenir
Örneğin;

$$27,153 + 138,2 - 11,74 = 153,613$$

Kütlelerin Ölçümü



Video 1 : Büyük kürenin kütlesi



Video 2 : küçük kürenin kütlesi

Çapların Ölçülmesi



Video 3 : Kürelerin çaplarının ölçülmesi

Hacimlerin Belirlenmesi



Video 4 : Küre hacimlerinin hacim artışından belirlenmesi

üç	bir	iki
ondalık	ondalık	ondalık
basamak	basamak	basamak

Sonuç tek ondalık basamak içermelidir. Sonuç 153.6 olarak verilmelidir.

Anlamlı Sayılar İle Çarpma ve Bölme İşlemi

Sonucun anlamlı rakam sayısı, en az anlamlı rakama sahip olan sayının anlamlı rakam sayısı ile belirlenir. Örneğin;

$$0.745 \times 2,2 / 3,885 = 0.42187021$$

üç	iki	dört
anlamlı	anlamlı	anlamlı
rakam	rakam	rakam

işleminin sonucu 2 anlamlı rakamla verilmelidir. Çünkü işleme giren sayılar içinde en az anlamlı rakama sahip olan sayı 2,2. dir ve anlamlı rakam sayısı ikidir. Sonuç 0,42 olarak verilmelidir.

DENEYSEL KISIM :

Gerekli Malzemeler

I. Kısım

- İki farklı büyüklükte küre
- Cetvel
- Kumpas
- Kumpas
- Hassas terazi (0.01 g hassas)
- Analitik terazi (0.0001 g hassas)
- Dereceli Silindir (10 mL. veya 50 mL.)
- Dereceli Silindir (100 mL veya 1.0 L.)

II. Kısım

- Termometre
- Piknometre
- Analitik terazi (0.0001 g hassas)
- Saf Su
- Etil Alkol

Deneyle Hakkında Bilgi :

Video 1 ve Video 2 de; virgülden sonra 2 basamaklı ve virgülden sonra 4 basamaklı teraziler ile farklı büyüklükteki iki kürenin kütleleri ölçülmüştür.

Video 3 de ise ; Video 1 ve Video 2 de kütleleri ölçülen kürelerin çapları iki farklı araç (cetvel ve elektronik kumpas) kullanılarak ölçülmüştür.

Video 4 de ; kürelerin hacimleri, dereceli silindir ve beher kullanılarak sıvıya batırılarak artan sıvı hacminin değişimi ile ölçülmüştür.

Hesaplamalar ve Birinci Rapor :

Bir kürenin hacmi, r; kürenin yarıçapı olmak üzere

$$V_{\text{kürehacmi}} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

eşitliğinden bulunabildiğine göre ve bir maddenin yoğunluğu

$$d = \frac{m}{V}$$

olduğuna göre yandaki videoları izleyerek **olası yoğunlukları** hesaplayarak elde ettiğiniz değerleri birbiri ile karşılaştırmak için bir tabloda toplayınız.

Elde ettiğiniz sonuçları rapor haline getiriniz. Raporunuzu Hazırlarken Tablo 1 deki gibi bir tablo yapabilirsiniz veya tabloyu genişletebilirsiniz.

Hangi sonucun daha doğru olduğu ve hangi yöntemin daha sağlıklı çalıştığını tartışınız.

Büyük kürenin mi, yoksa küçük kürenin mi yoğunluğu daha doğru hesaplanmıştır? Tartışınız.


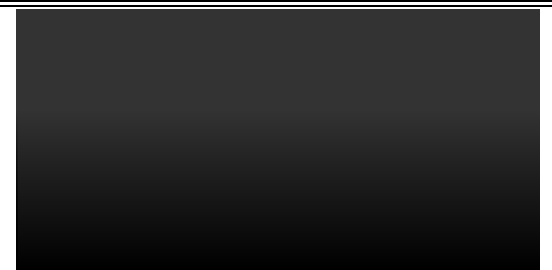


NOT :Farklı cisimlerle (sünger, dikdörtgenler prizması, şekilsiz bir taş parçası ile) deneyi tekrarlayabilirsiniz.

Cisim	Yöntem	Kütle g.	Yarıçap cm.	Hacim cm ³	Yoğunluk g. cm ⁻³
Büyük Küre	I. Yöntem (2 basamaklı terazi, cetvel)				
Büyük Küre	I. Yöntem (2 basamaklı terazi, kumpas)				
Büyük Küre	I. Yöntem (4 basamaklı terazi, cetvel)				
Büyük Küre	I. Yöntem (4 basamaklı terazi, kumpas)				
Küçük Küre	I. Yöntem (2 basamaklı terazi, cetvel)				
Küçük Küre	I. Yöntem (2 basamaklı terazi, kumpas)				
Küçük Küre	I. Yöntem (4 basamaklı terazi, cetvel)				
Küçük Küre	I. Yöntem (4 basamaklı terazi, kumpas)				
Büyük Küre	II. Yöntem (2 basamaklı terazi, Beher)		---		
Büyük Küre	II. Yöntem (4 basamaklı terazi, Beher)		---		
Küçük Küre	II. Yöntem (2 basamaklı terazi, Mezür)		---		
Küçük Küre	II. Yöntem (4 basamaklı terazi, Mezür)		---		

I. Yöntem : Kürenin yarıçapını ölçerek Cetvel, Kumpas kullanarak

II. Yöntem : Kürenin hacmini yükselen su hacminden belirleyerek

Tablo 1 : İki farklı kürenin yoğunluk hesabı.

Sıvıların Yoğunluğu	DENEY 1 : Ölçme ve Yoğunluk : Katı ve Sıvıların Yoğunluğu (Sıvıların Yoğunluğu 2.Kısım)
	<p>Video 5 Bu videoda mezürün kütlesi, 100 mL. su bulunan mezür ve suyun toplam kütlesi ölçülmüştür. Videoda görülen değerler aşağıda verilmiştir.</p> <ul style="list-style-type: none">• $m_{\text{mezür}} = 100.03 \text{ g.}$• $m_{\text{mezür} + \text{su}} = 199.36 \text{ g.}$• $V_{\text{su}} = 100 \text{ mL.}$
<p>Video 5 : Kabaca Suyun Yoğunluğunun Bulunması</p>	
	<p>DENEY 1 : Bir Sıvının Yoğunluğunun Bulunması İçin Piknometre Kullanılması.</p> <p>Piknometre Hacminin Ayarlanması</p> <p>Video 6 da piknometrenin kütlesi ölçülmüştür.</p>
<p>Video 6 : Piknometre kütlesi bulunması</p>	<p>Video 7 de ise piknometreye konulan suyun sıcaklığı (laboratuvarın sıcaklığı) ölçülmüştür.</p>
	<p>Video 8 de ise piknometre ile birlikte suyun kütlesi ölçülmüştür.</p> <p>Video 6-8 arasındaki verilerden ve suyun bilinen sıcaklıktaki yoğunluğundan hareket ile piknometrenin gerçek hacmi hesaplanabilir. Bu işlemle piknometre ayarlanmış olur. Not : piknometrenin üzerinde okunan hacim (50 mL.) yaklaşık hacimdir.</p>
<p>Video 7 : Piknometreye konulan suyun sıcaklığı</p>	<p>Video 6-8 arasında elde edilmiş veriler aşağıda gösterilmiştir.</p> <p>$m_{\text{piknometre}} = 20.077 \text{ g.}$</p>
	<p>$m_{\text{piknometre} + \text{su}} = 70.009 \text{ g.}$</p> <p>$d_{\text{su}} (20 \text{ }^\circ\text{C}) = 0.99821 \text{ g. cm}^{-3}$</p> <p>Bu verilere göre piknometrenin gerçek hacmini hesaplayabilirsiniz.</p>
<p>Video 8 : Su ve Piknometre kütlesi</p>	

**DENEY 1 : Ölçme ve Yoğunluk : Katı ve Sıvıların Yoğunluğu
(Yoğunluğu Bilinmeyen Bir Sıvının Gerçek Hacmi Belirlenmiş
Piknometre İle Bulunması)**

Video 9 da yukarıdaki kütlesi ve gerçek hacmi bilinen piknometre kullanılarak yoğunluğu bilinmeyen etil alkolün yoğunluğunun bulunması için yapılan çalışma görülmektedir. Elde edilen ölçüm sonucu aşağıda gösterilmiştir.

Video 9 : Hacmi belirlenmiş piknometre ile etil alkol
yoğunluğunun bulunması

$$m_{\text{piknometre} + \text{etil alkol}} = 60.522 \text{ g.}$$

- Etil alkolün yoğunluğunu hesaplayınız.
 - Etil alkol için elde ettiğiniz değeri gerçek değerini araştırarak birbiri ile karşılaştırınız.
 - Elde ettiğiniz sonuçları rapor haline getiriniz. Önceki raporunuza ekleyiniz.
 - Raporunuzu hazırlarken anlamlı rakamlarla yapılan işlemleri dikkate alarak yuvarlamalarınızı buna göre yapınız.
-

Kütlenin Korunumu Yasası

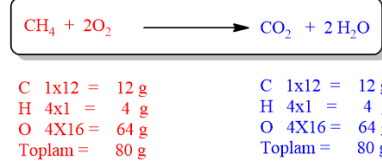
DENEY 2 : Kütlenin Korunumu Yasası

Deneyin Amacı : Kimyasal reaksiyonlarda kütlenin korunduğunun deneysel olarak ispat edilmesi.

Temel kavram-Genel Bilgi: Kimyasal reaksiyonlarda, başlangıç maddelerinden tamamen farklı yeni ürünler oluşur. Bu esnada ısı alışverişi, renk değişimi, faz değişimi vb. birçok değişim olurken, reaksiyona giren ve reaksiyon sonucu elde edilen maddelerin toplam kütleleri korunmaktadır.

Kimyasal tepkimelerde moleküller değişir, reaksiyona giren maddeler ile reaksiyon sonucu oluşan maddeler farklıdır, ancak atomlar değişmez, atomik bazda düşünüldüğünde, reaksiyona giren ve reaksiyon sonucu ortaya çıkan toplam atom sayıları aynıdır. Buda bize kimyasal reaksiyonlarda kütlenin değişmemesi gerektiğini gösterir.

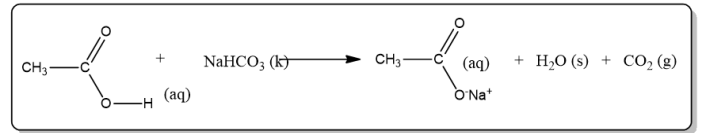
Örnek olarak metan (CH₄) gazının oksijenle yanmasını incelersek,



Reaksiyona metan gazı ve oksijen gazı girmiş ve reaksiyonda karbondioksit gazı ve su oluşmuştur. Bileşiklere dikkat etmeden, reaksiyona giren ve reaksiyon sonrası atomların kütlelerini toplarsak her ikisinin de eşit olduğunu görürüz.

Deneyel Kısım :

Kütlenin korunumu yasası asetik asit ve sodyum bikarbonat reaksiyonu ile incelenecektir.



Bu deneyde asetik asit kaynağı olarak kolayca ulaşılabilen sirke ve sodyum bikarbonat olarak da marketlerde satılan karbonat kullanılacaktır.

Deney İçin Gereken Malzemeler :

- Sirke (Asetik asit çözeltisi)
- Sodyum bikarbonat (NaHCO₃)

- 100 ml Erlen (Reaksiyon kabı)
- Huni (Balon içerisine karbonat aktarımı)
- Balon (Reaksiyonda oluşan gazın (CO_2) toplanması)
- Spatül (sodyumbikarbonat tartımı-aktarımı)
- Deney tüpü (Kapalı sistem içerisinde reaksiyon başlatma)
- İçerisine deney tüpü girebilecek büyüklükte kapaklı bir şişe (Kapalı sistem içerisinde reaksiyon başlatma)
- Analitik Terazî (Başlangıç maddeleri ve ürünlerin hassas tartımı)
- Saat camı yada kâğıt parçası. (Katı-Toz, karbonat tartım kabı)

.....

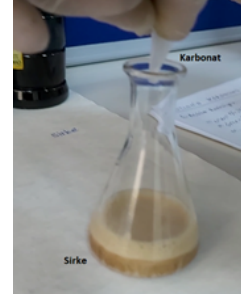
Deney 4 aşamalı olarak gerçekleştirilecektir.



Video 1 : Açık sistemdeki asetik asit + sodyum bikarbonat reaksiyonu

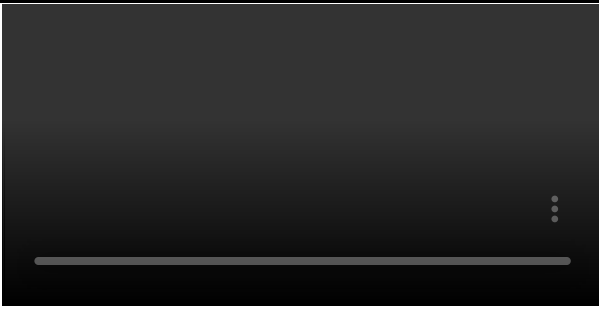
1. Aşama: Açık atmosferdeki Reaksiyon (Gaz (CO_2) çıkışı)

- a. İçerisinde asit-baz reaksiyonu gerçekleştirilecek olan 100 ml.lik erleni analitik terazide tartıp m-erlen kaydediniz M1.
- b. Terazinin tara alma tuşuna basınız. Çoğu zaman TARE / ZERO tuşu
- c. Erlen içerisine bir miktar (10-20 mL civarı) sirke ilave ederek tekrar tartınız. Bu aşamada tara alınmıyışsa, toplam kütlede erlenin kütleini çıkararak ilave edilen sirke kütlei bulunabilir M2.
- d. Bir saat camı ya da kâğıt parçası alınarak darasını alınız. Üzerine bir miktar (1 ila 2 g) karbonat tartınız M3.
- e. Tartımı alınmış ve not edilmiş karbonatı erlen içerisinde tartımı yapılmış sirkeye ilave ediniz. (M1 + M2 + M3). Saat camı ya da kâğıtta karbonat kalmadığını anlamak için tekrar tartarak emin olabilir siniz.
- f. Kimyasal reaksiyonun tamamlanmasını bekleyiniz. Gerekirse ara ara çalkalayarak reaksiyonun tamamlandığından emin olunuz.
- g. Reaksiyon tamamlandıktan sonra erleni tüm bileşenleri ile tekrar tartınız.



Şekil 1 : Açık ortamda reaksiyon

Kütlenin korunmama sebebi olarak tepkimede ortaya çıkan ve havaya karışan CO₂ gazı olduğu dikkatinizi çekti mi?



Video 2 : Kapalı sistemdeki karbondioksit gazının balonda toplanması

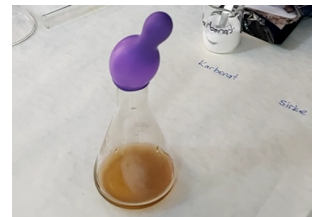
2. Aşama: Kapalı Ortamdaki Reaksiyon (Gaz (CO₂) balonda toplama)

Deney 1' de kütlenin korunmasının ispatı denemesi başarısız olmuştur. Sorun, açığa çıkan CO₂ gazının tartılamamasıdır.

Çözüm, Açığa çıkan CO₂ gazını erlenin ağzına takılan bir balon ile toplamak ve bunun tartısını da hesaba katmak çözüm olabilir mi?

Uyarı: Balonun erlen üzerine takılma zamanı, karbonat ilave edildikten sonra olursa, balon takılana kadar geçen sürede belirli oranda gaz çıkışı olacağından, karbonat balon içerisine koyularak tartılmalı ve balon içerisindeki karbonat balon erlene takıldıktan sonra sirke üzerine ilave edilmelidir.

1. Birinci deneme de gerçekleştiren her bir aşamayı tekrarlayınız.
2. Karbonat tartımını saat camı ya da kâğıt parçasında değil bir huni yardımı ile balon içerisine koyarak yapınız. $M_{(balon+karbonat)}$ Hesaplamalar için ihtiyaç duyabileceğiniz için boş balonu da tartınız.
3. Reaksiyon esnasında balonun şiştiğini ve ortaya çıkan CO₂ gazının balonda toplandığını rahatça gözleyebilirsiniz.
4. Bu denemede reaksiyon öncesi ve reaksiyon sonrası kütlelerin birbirine oldukça yakın olduğunu görürüz.



Şekil 2 : CO₂ Gazını balonda toplama

Açıklama: Reaksiyon ortamından dışarıya herhangi bir madde kaçıışı söz konusu olmamasına rağmen, her defasında çok çok az da olsa bir kütle kaybı gözlenir. Bu durum NaHCO_3 katısından gaz fazına geçen CO_2 üzerine havanın kaldırma kuvvetidir. Balonun şişme büyüklüğüne bağlı olarak kütle değişimi gözlemlenebilir.

3. Aşama: Çok Esnek Olmayan Kapaklı Bir Kaptaki Reaksiyon (Gaz (CO_2) basıncı oluşturma)

NOT: Bu deneyi oluşacak CO_2 basıncının şişeyi patlatmayacak kadar olmasına dikkat ederek yapınız. Şişe hacmine göre oldukça az madde ile çalışınız.

Reaksiyon ürünlerinden biri ya da birkaçı gaz olan tepkimelerde hacim genişlemesi ve havanın kaldırma kuvveti nedeni ile gazları balon gibi genişleyen kaplarda toplamak çok küçük kütle kaybı varmış izlenimi verebilir.

Hacim genişlemesi ne kadar çok olursa havanın kaldırma kuvveti de o kadar fazla olur. Bu nedenle hacim genişlemesini az tutacak bir yöntem uygulanacaktır.

1. Erlen yerine kapaklı bir şişe kullanarak deneyi tekrarlayınız. (Gaz genişmesi ve patlama tehlikesi-Uyarıya dikkat ediniz).
2. Reaksiyon başlamadan kapağın kapatılması için, sodyum bikarbonatı deney tüpü içerisinde tartınız ve tartılmış sirke bulunan kapaklı kaba yavaşça yerleştiriniz.
3. Kapağı gaz kaçıışı olmayacak şekilde sıkıca kapatınız.
4. Şişeyi eğerek karbonat ve sirkenin reaksiyon vermesini sağlayınız. (Dikkat - Basınca dayanıklı kapalı kap kullanınız- Plastik gazlı içecek şişeleri CO_2 gaz basıncına daha dayanıklıdır)
5. Reaksiyon sonucu, şişeyi tüm bileşenleri ile tartınız.
6. Boş şişe, sirke, karbonat, deney tüpü toplam kütlesi ile reaksiyon sonucu toplam kütle karşılaştırınız.



Şekil 3 : Kapaklı basınca dayanıklı ortamda reaksiyon.

Video 3 : Kapalı ve hacmi değişmeyen sistemde karbondioksit gazının toplanması

4. Aşama: İki Tartımla (Reaksiyon Öncesi - Reaksiyon Sonrası) Sonuca Ulaşma

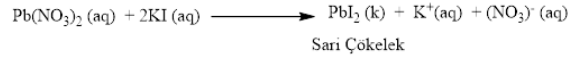
Öneri: Bu deneyde her bir bileşen ayrı ayrı tartıla bileceği gibi, hiçbiri tartılmadan; şişe, sirke, deney tüpünde karbonat sistemi hazırlanarak, reaksiyon öncesi ve reaksiyon sonrası tartımlar da karşılaştırılabilir.

Sonuç: Dördüncü aşamada reaksiyon öncesi ve reaksiyon sonrası kütlelerin hata sınırları içinde korunduğu gözlenecektir. Kütle korunumu yasası, ürünlerde gaz çıkışı olmayan reaksiyonlar için daha iyi sonuçlar verir.

Video 4 : Kapalı ve hacmi değişmeyen sistemde karbondioksit gazının toplanması. Reaksiyon öncesi ve reaksiyon sonrası kütle karşılaştırılması

5. Aşama

Pb(NO₃)₂ ve KI tepkimesi



Gaz çıkışı olmayan reaksiyona bir örnek olarak Kurşun nitrat ve potasyum iyodür tepkimesi incelenmiştir. Her iki çözelti de renksiz iken, reaksiyon sonucu şiddetli sarı renkli çökelek gözlenir. Tepkime öncesi ve tepkime sonrası kütle korunumu gözlenir.

Video 5 : Pb(NO₃)₂ ve KI arasındaki kimyasal reaksiyon.



Şekil 4 : Reaksiyon sonrası beher içindeki parlak sarı renkli PbI₂ çökeltisi.

Stokiyometri

DENEY 3 : Stokiyometri

Deneyin Amacı : Bir tepkimedeki stokiyometrik katsayıların belirlenmesi.

Temel Kavramlar Ve Teorik Bilgi :

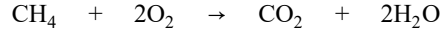
Stokiyometri, (İngilizcesi: Stoichiometry), Yunanca iki kelimeden türetilmiştir bunlar; stoicheion (element) ve metron (ölçüm) dur. Kısaca Latincece .element ölçüsü. anlamına gelir. Kimyasal reaksiyon ve bileşimlerin nicel incelenmesini yani miktarının ölçülmesi veya hesaplanmasını konu alan stokiyometri hakkında bilgi edinmek ve kimyasal hesaplamaları doğru yapma alışkanlığı kazanmak gerekir.

Stokiyometride bu miktar ölçümleri ve hesaplamalar; mol, kütle, hacim vb. nicelikler olabileceği gibi, kimyasal tepkimelerdeki girenlerin ve ürünlerin mol sayıları arasındaki ilişkilerden yararlanılarak bileşiklerin en basit formülleri ya da molekül formülleri bulunabildiği gibi oluşan ürünlerin tepkime verimi ve tepkimeye giren karışımların kütlece yüzdeleri, mol yüzdeleri vb. gibi nicel bileşimleri de bulunabilir.

Kimyada tepkimeler bilimsel sembol ve formüllerle yazılırlar ve bir tepkimede giren ve ürün olarak adlandırılan türlerdeki atomların toplam sayıları, tepkimeden önce ve sonrasında eşit olmalıdır. Bu eşitleme işlemine tepkimenin denkleştirilmesi denilir.

Bu ifadelerle ilgili bazı örnekler ve açıklamaları aşağıda gösterilmiştir.

Örneğin;



Tepkimesinde ok işareti tepkimenin ilerleme yönünü gösterir. Örneğin işaretin sol tarafındaki türlerden .C. elementi sağ taraftada 1 tanedir. H atomu ise solda 4 tane sağda ise su molekülünde 2 tanedir. Bu sayının eşitlenmesi için su molekülü önüne 2 katsayısı getirilmiştir. Benzer şekilde oksijen molekülü içinde böyledir.

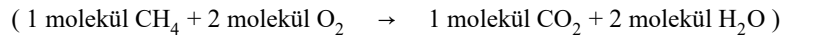
Tepkimedeki Katsayıların Anlamı:

Kimya biliminde bugün yüzbinlerce tepkimenin oluşumu, mekanizmaları ve sonuçları açıklanmış, araştırmaları devam eden daha onbinlerce tepkime de bulunmaktadır. Uygun fizikokimyasal şartlar oluştuğunda, tepkimelere giren yani tepkimelerin oluşmasını sağlayan element ya da bileşikler yeni ürünler (yeni element ya da bileşikler) oluştururlar. Bu tepkimeler ve oluşan yeni ürünler yukarıdaki gibi gösterilirler.

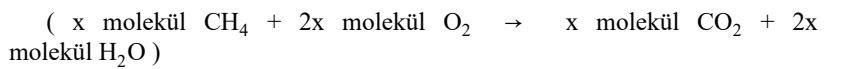
Yukarıdaki yanma tepkimesinde;

1 molekül CH_4 ile 2 molekül O_2 tepkimeye girerek; 1 molekül CO_2 ve 2 molekül H_2O oluşturmuştur diyebiliriz.

Buradaki gibi tepkimelerdeki element ve bileşiklerin önlerindeki katsayılarla da **stokiyometrik katsayılar** denilmektedir.



şeklinde de ifade edilebilir. Molekül sayısı belirtilmediğinde;



şeklinde gösterilebilir. Burada x sayısı istenildiği kadar artırılabilir. Örneğin $x = 6,02 \times 10^{23}$ (Avogadro sayısı kadar) alındığını varsayalım. Bu durumda x sayısına kimyada, 1 mol denilmektedir.

1 mol CH_4 ile 2 mol O_2 tepkimeye girerek; 1 mol CO_2 ve 2 mol H_2O oluşturmuştur diyebiliriz.

şeklinde stokiyometrik katsayıların mol sayıları cinsinden ifade edildiği de anlaşılır.

Denklemdaki stokiyometrik katsayılardan aşağıdaki ifadeleri de çıkartabiliriz.

- Tepkimede 1 mol CH₄ ile 2 mol O₂ tüketilirken (harcanırken), 1 mol CO₂ ve 2 mol H₂O oluşur.
- 2 mol H₂O oluşabilmesi için, 1 mol CH₄ ile 2 mol O₂ tepkimeye girmelidir.
- Tüketilen 1 mol CH₄'a karşılık 1 mol CO₂ oluşur.

Bu ifadelere benzer olarak mol sayıları arasındaki ilişkiler gibi, element ve bileşiklerin atom ağırlıkları veya molekül ağırlıkları cinsinden de çıkarımlar yapılabilir.

1 mol C atomunun 12.0110 g,

1 mol H atomunun 1.008 g olduğu bilindiğinden;

1 mol CH₄ molekülünün 12.011 g + 1.008 g + 1.008 g + 1.008 g + 1.008 g = 16.043 g olduğu kolaylıkla hesaplanabilir.

Benzer şekilde;

1 mol O atomu 15.9994 g, 1 mol O₂ molekülü 15.9994 g + 15.9994 g = 31.9988 g dir, 2 mol O₂ molekülü ise 2x(31.9988 g.) = 63.9976 g

1 mol CO₂ molekülü ise; 12.0110 g + 15.9994 g + 15.9994 g = 44.0098 g gelmektedir.

1 mol H₂O, 1.008 g + 1.008 g + 15.9994 g = 18.0154 g dir. 2 mol H₂O ise 2x(18.0154 g)=36.0308 g dir.

Bu durumda;

1 mol CH₄ + 2 mol O₂ → 1 mol CO₂ + 2 mol H₂O tepkimesi için;

16.0430 g CH₄ + 63.9976 g O₂ → 44.0098 g CO₂ + 36.0308 g H₂O şeklinde tepkimeye giren ve oluşan ürünleri ağırlıkları açısından da karşılaştırma imkanı buluruz. Buna göre;

- Tepkimede 16.0430 g. CH₄ ile 63.9976 g. O₂ tüketilirken (harcanırken), 44.0098 g. CO₂ ve 36.0308 g. H₂O oluşur.
- 36.0308 g. H₂O oluşabilmesi için, 1 mol CH₄ ile 2 mol O₂ tepkimeye girmelidir.
- Tüketilen 1 mol CH₄'a karşılık 44.0098 g. CO₂ oluşur.

DENEYSEL KISIM

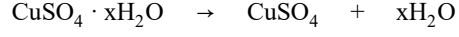
Deneyde Kullanılacak Malzemeler :

- CuSO₄ · xH₂O
- KClO_y
- NaHCO₃
- MnO₂
- Bunzen Beki
- Deney Tüpü
- Tüp Maşası
- Kroze
- Kroze Maşası
- Analitik Terazî

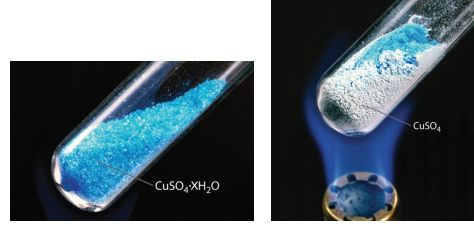
Deneyin Yapılışı:

Deney 1: Bakır (II) Sülfattaki Kristal Su Miktarının Belirlenmesi

Video 1 de aşağıdaki denkleme göre CuSO_4 'ın kristal suyunun ısıtılarak uzaklaştırılması deneyidir.



CuSO_4 kristal suyunu kaybettikçe rengi, maviden griye doğru değişir (Şekil 1).



(a)

(b)

Şekil 1 : Isıtma işlemi ile kristal suyunu kaybeden bakır (II) sülfatın renginin değişimi

Video 1'i izledikten sonra deney raporunuzda kullanmak üzere Tablo 1 i doldurunuz.

Tablo 1 : Bakır (II) sülfatın kristal suyunu kaybetmesi ile elde edilen veriler.

Madde	m / g.	n / mol
Kroze		---
$\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$		---
Kroze + CuSO_4		---
CuSO_4		
H_2O		

Not : Tablodaki boş hücrelerin üzerine fare kursörünü götürürseniz verilerin nasıl doldurulacağına ilişkin ip uçlarına ulaşabilirsiniz.

Tablo 1 deki verileri kullanarak

$$\frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{CuSO}_4}}$$

oranını tam sayılarla ifade edecek şekilde bulunuz. Raporunuzda $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ formülündeki x i tahmin ederek, kristal suyuna sahip bakır (II) sülfatın formülünü yazınız.

Deney 2: KClO_y Bileşiğindeki Oksijen Miktarının Belirlenmesi

Video 2 de aşağıdaki denkleme göre KClO_y bileşiğinin parçalanarak KCl ve O_2 oluşturması ve bu deney sırasında elde edilen veriler görülmektedir. Deney sırasında MnO_2 ; KClO_y 'in daha kolay parçalanmasını sağlamak için katalizör olarak kullanılmıştır.



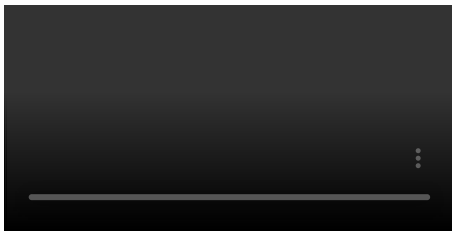
Video 2'yi izledikten sonra deney raporunuzda kullanmak üzere Tablo 2 i doldurunuz.

Tablo 2 : KClO_y nin parçalanması ile elde edilen veriler.

Madde	m / g.	n / mol
Behar + Deney Tüpü		---
KClO_y		---
MnO_2		---
Behar + Deney Tüpü + MnO_2 + KCl (Reaksiyon Sonrası)		---



Video 1 : $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinin kristal suyunu kaybetmesi.



Video 2 : KClO_y bileşiğini ısı etkisi ile KCl ve O_2 parçalanması.

KCl		
O		
Not : Tablodaki boş hücrelerin üzerine fare kursörünü götürürseniz verilerin nasıl doldurulacağına ilişkin ip uçlarına ulaşabilirsiniz.		

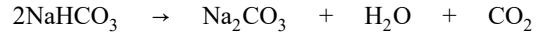
Tablo 2 deki verileri kullanarak

$$\frac{n_O}{n_{KCl}}$$

oranını tam sayılarla ifade edecek şekilde bulunuz. Raporunuzda $KClO_y$ formülündeki y değerini tahmin ederek, $KClO_y$ formülünü bulunuz.

Deney 3: $NaHCO_3$ Bileşiğinin Parçalanması.

Video 3' de; aşağıdaki denkleme göre $NaHCO_3$ bileşiğinin parçalanmasıyla elde edilen verileri gösterilmiştir.



Video 3'ü izledikten sonra deney raporunuzda kullanmak üzere Tablo 3' ü doldurunuz.

Tablo 3 : $NaHCO_3$ m parçalanması ile elde edilen veriler.

Madde	m / g.	n / mol
Beher + Deney Tüpü		---
$NaHCO_3$		---
Beher + Deney Tüpü + Na_2CO_3 (Deney tüpü kuru iken reaksiyon sonrası ölçülen kütle)		---
Na_2CO_3		
H_2O		
CO_2		
Not : Tablodaki boş hücrelerin üzerine fare kursörünü götürürseniz verilerin nasıl doldurulacağına ilişkin ip uçlarına ulaşabilirsiniz.		

3. deneyde elde ettiğiniz değerler ile beklediğiniz değerleri karşılaştırın.

Tüm deneylerden % Bağlı hata değerlerini aşağıdaki denkleme göre hesaplayabilirsiniz.

$$Yüzde \text{ Bağlı Hata} = \frac{[Gerçek \ Değer] - [Beklenen \ Değer]}{[Beklenen \ Değer]} \times 100$$

Bu deney için Su ve karbondioksitin için % bağlı hata hesabı yaparak raporunuza ekleyiniz.



Video 3 : $NaHCO_3$ bileşiğinin ısı etkisi parçalanması.

Molekül Şekillerinin Belirlenmesi: VSEPR Kuramı

DENEY 4 : Molekül Şekillerinin Belirlenmesi: VSEPR Kuramı

Deneyin Amacı : Bu deneyde bazı molekül ve iyonların Lewis formüllerinin yazılması, ortaklanmamış ve bağ elektron çiftleri sayılarının belirlenerek, VSEPR kuramına göre model setleri, oyun hamuru, çöp şiş ve balon kullanılarak molekül ve iyonların modellemelerinin yapılarak geometrilerinin belirlenmesi, hibrit orbitallerinin nasıl oluştuğunun gösterilmesi ve hibrit orbitallere göre geometrinin ne olacağının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ön Hazırlık : Derse gelmeden önce Genel Kimya ders kitabınızdan "Kimyasal Bağlar" konusunu gözden geçirin. Burada sadece deneye yardımcı olabilecek özet bilgiler verilmiştir.

Teorik Bilgi :

I. VSEPR Kuramı Temelleri :

Bu deneyde bir molekülün basit şeklini tahmin etmemize yarayan VSEPR kuramı üzerinde duracağız. Ne yazık ki Lewis kuramı tek başına moleküllerin geometrileri hakkında bilgi vermez. Bir molekülün şekli deneysel yollarla ya da deneysel olarak doğrulanmış kuantum mekaniksel hesaplamalarla belirlenir. Bu deney sonuçları ve hesaplamalar genellikle VSEPR ile uyumludur. VSEPR, *Valance Shell Electron Pair Repulsion* (Değerlik Kabuğu Elektron Çifti İtmesi) kısaltması olup kolaylık olması açısından "VESPER" diye okunur. Bu teori kısaca negatif yüklü elektronların birbirini iteceği düşüncesine dayanır. Yani bu elektronlar merkez atom çevresinde bulduklarında birbirlerini iterek molekül ya da iyonu bu itmeleri en aza indirecek belirli bir geometride bulunmaya zorlar. Elektron çiftleri arasındaki itme kuvvetlerinin büyüklüğü aşağıdaki gibi sıralanır:

$$\text{OEÇ-OEÇ} > \text{OEÇ-BEÇ} > \text{BEÇ-BEÇ}$$

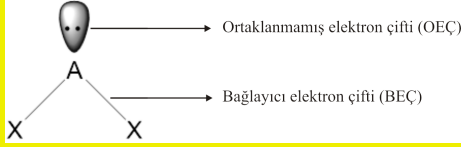
OEÇ: Ortaklanmamış elektron çifti (Yalın çift)

BEÇ: Bağ elektron çifti

VSEPR kuramına göre molekül geometrisi, merkez atom etrafındaki elektron gruplarının sayısına ve bu elektron gruplarının kaçının bağlayıcı kaçının yalın çift olduğuna bağlıdır. Elektron gruplarının sayısı Lewis yapısından belirlenir. Lewis yapısı rezonans yapılar içeriyorsa elektron gruplarının sayısının belirlenmesi için rezonans yapılarından herhangi birini kullanırız

VSEPR gösterimi

A : Merkez atom
X : Bağlı atom
E : Yalın çift



DİKKAT : Aşağıdakilerden her birisi tek bir elektron grubu olarak sayılır

- Bir ortaklanmamış elektron çifti
- Bir tekli bağ
- Bir ikili bağ
- Bir üçlü bağ
- Tek bir elektron

Sonuç olarak VSEPR kuramına göre;
İster kimyasal bağda (bağlayıcı çiftler), isterse ortaklanmamış (bağ yapmayan) çiftler halinde olsun elektron çiftleri birbirini iter. Elektron çiftleri, merkez atom etrafındaki itmeyi en aza indirecek şekilde yönelir.

VSEPR ile Molekül Geometrilerinin Belirlenmesi

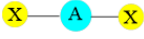
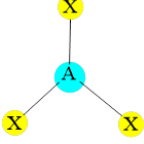
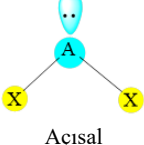
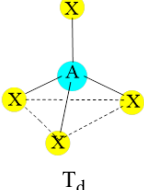
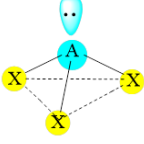
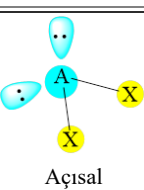
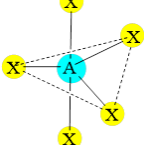
Molekül geometrilerinin belirlenmesi için öncelikle elektron grubu dağılım olasılıkları göz önüne alınmalıdır. Merkez atom etrafında 2, 3, 4, 5 ve 6 elektron çifti buluma olasılığı düşünülürse bu durumda **elektron grup geometrileri** sırasıyla Doğrusal, üçgen düzlem, düzgün dörtyüzlü, üçgen bipiramit ve sekizyüzlü olacaktır. Karışıklığı önlemek için

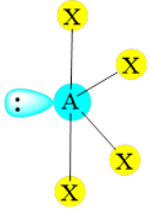
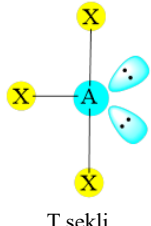
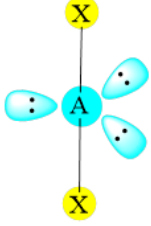
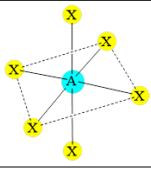
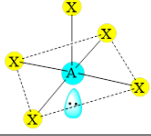
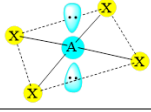
elektron çiftlerinin dağılım geometrisine elektron grup geometrisi (bazı kaynaklarda ideal geometri diye geçer) denir, atom çekirdeklerinin oluşturduğu geometriye- molekülün gerçek geometrisidir-**molekül geometrisi** denir. **Eğer molekülde bütün elektron çiftleri bağ yapmış ise bu durumda molekül geometrisi elektron grubu geometrisi ile aynı olur.**

VSEPR ile molekül geometrisi belirlenirken izlenecek adımlar:

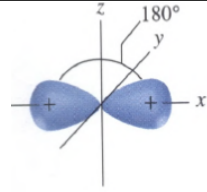
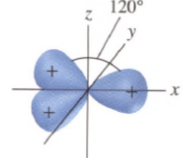

1. Molekülün Lewis yapısı yazılır
2. Merkez atom etrafındaki elektron grubu sayısı belirlenir.
3. Elektron grubu geometrisi belirlenir
4. Merkez atom etrafında OEÇ yoksa elektron grubu geometrisi=Molekül geometrisidir.
5. Merkez atom etrafında OEÇ varsa itmeler dikkate alınarak molekül geometrisi belirlenir.


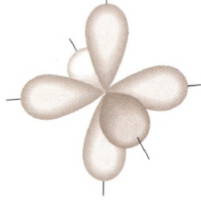
(Yukarıda verilen adımlar izlenerek verilen molekül ya da iyonların geometrileri Çizelge 1 yardımıyla belirlenebilir.)

Elektron grubu sayısı	Elektron grubu geometrisi	OEÇ sayısı	VSEPR gösterimi	Molekül Geometrisi	İdeal bağ açıları
2	Doğrusal	0	AX ₂	 Doğrusal	180°
3	Üçgen Düzlem	0	AX ₃	 Üçgen Düzlem	120°
3	Üçgen Düzlem	1	AX ₂ E	 Açısal	120°
4	Düzensin dörtyüzlü Tetrahedral T _d	0	AX ₄	 T _d	109.5°
4	Düzensin dörtyüzlü Tetrahedral T _d	1	AX ₃ E	 Üçgen piramit	<109.5°
4	Düzensin dörtyüzlü tetrahedral T _d	2	AX ₂ E ₂	 Açısal	<109.5°
5	Üçgen bipiramit	0	AX ₅	 Üçgen bipiramit	90° (aksiyel) 120° (ekvatoryal)

5	Üçgen bipiramit	1	AX_4E	 Tahteravalli	90° (aksiyel) 120° (ekvatoryal)
5	Üçgen bipiramit	2	AX_3E_2	 T şekli	$< 90^\circ$
5	Üçgen bipiramit	3	AX_2E_3	 Doğrusal	180°
6	Düzgün Sekizyüzlü Oktahedral, O_h	0	AX_6		90°
6	Düzgün Sekizyüzlü Oktahedral, O_h	1	AX_5E		$< 90^\circ$
6	Düzgün Sekizyüzlü Oktahedral, O_h	2	AX_4E_2		90°

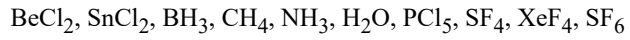
Çizelge 2. Bazı Hibrit Orbitaler ve Geometrik Yönlenmeleri

Hibrit Orbitaler	Geometrik Yönlenmeleri	Hibrit Orbitalerin Gösterimi	Örnek
sp	Doğrusal		$BeCl_2$
sp^2	Üçgen Düzlem		BF_3
sp^3	Tetrehedral		CH_4

sp^3d	Üçgen bipiramit		PCl_5
sp^3d^2	Oktahedral		SF_6

Deneysel Kısım I :

Bu deneyde VSEPR kuramı kullanılarak farklı molekül ve iyonların geometrileri belirlenecektir. Deneyde geometrileri belirlenecek molekül ve iyonlar aşağıda verilmiştir:



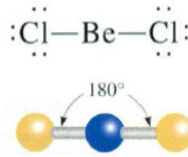
Video 1 : Moleküllerin Lewis Formüllerinin Belirlenmesi.

Deney İçin Gerekli Araç ve Malzemeler :

- İki farklı renkte kaliteli çabuk dağılmayan oyun hamuru
- Bir paket çöp şiş kürdanı
- Molekül model seti
- **Molekül Çizim Programı**

I. VSEPR: 2 elektron grubu

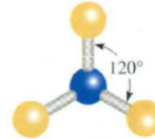
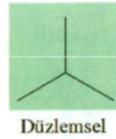
$BeCl_2$ nin VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.



$ClBeCl$ açısı 180° dir. Molekül çizgiseldir.

II. VSEPR: 3 elektron grubu

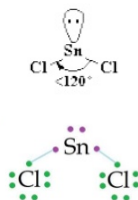
BH_3 ün VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.



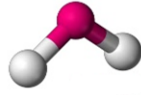
Bor trihidrür üç kovalent bağ ya da üç bağlayıcı çift içerir. BH_3 ' ün geometrisi **üçgen düzlem**dir. Üç tane uç atom bir eşkenar üçgenin köşelerinde ve aynı düzlemedir.

Video 2 : Bazı Moleküllerin VSEPR göre Geometrilerinin Belirlenmesi

$SnCl_2$ nin VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.

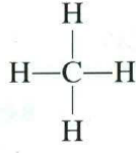


Sn atomu etrafında 3 elektron çifti vardır. 2 elektron çifti bağ elektronlarına, 1 elektron çifti ise ortaklanmamış elektronlara karşılık gelmektedir. Geometri açısaldır. Fakat BEÇ-OEÇ itmesinden dolayı bağ açısı üçgendüzlem geometriden farklı olarak 120° küçüktür.



III. VSEPR: 4 elektron grubu

CH₄ ün VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.

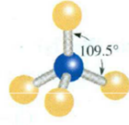


Dörtüzlü

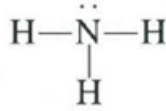
Metanın Lewis yapısı yandaki gibidir.

CH₄'ün geometrisi düzgün dörtüzlüdür.

bağ açılarının tümü 109.5° dir.

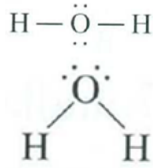


NH₃ ın VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.

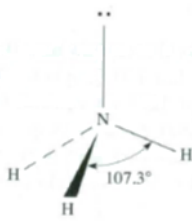
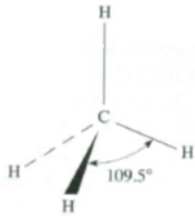
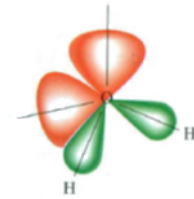
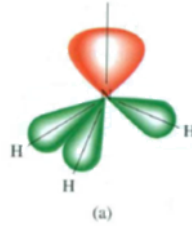
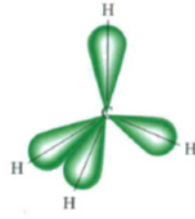


Amonyaktaki HNH açısı, ideal dörtüzlü açı 109.5° den daha küçüktür.

H₂O nun VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.

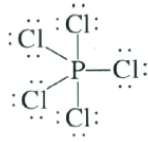


Sudaki HOH açısı, 104.5° dir.

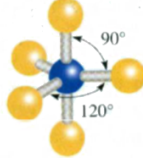


IV. VSEPR: 5 elektron grubu

PCl₅ in VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.



Üçgen
bipiramit



Ekvatoriyel konumlar arasındaki her açı 120° dir.

Bir aksiyel ile bir ekvatoriyel bağ arasındaki açı 90° dir.

İki aksiyel bağ arasındaki açılar ise 180° dir.

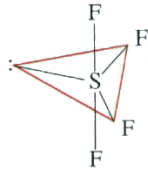
SF_4 ün VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.



Geometri tahterellidir.

S atomunun etrafında 5 elektron çifti vardır. Bunlardan 4' ü bağ elektron çiftine, 1'i ortaklanmamış elektron çiftine karşılık gelmektedir.

Ortaklanmamış elektron çifti ekvatoriyel konumda bulunmaktadır.

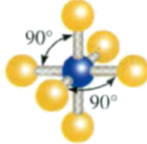


V. VSEPR: 6 elektron grubu

SF_6 nın VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.



Sekizyüzlü



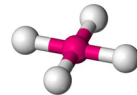
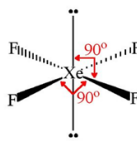
Yapıdaki SF bağlayıcı çiftin en kararlı konumlanması sekizyüzlü şeklidir.

Merkez atom ortak karenin merkezinde, köşelerde ise uç atomlar yer alır.

Merkez atomla birbirine tamamen zıt uçta dik olan atom çiftleri arasındaki açı hariç,

diğer tüm açılar 90° dir.

XeF_4 ün VSEPR'e göre molekül geometrisini belirleyelim.



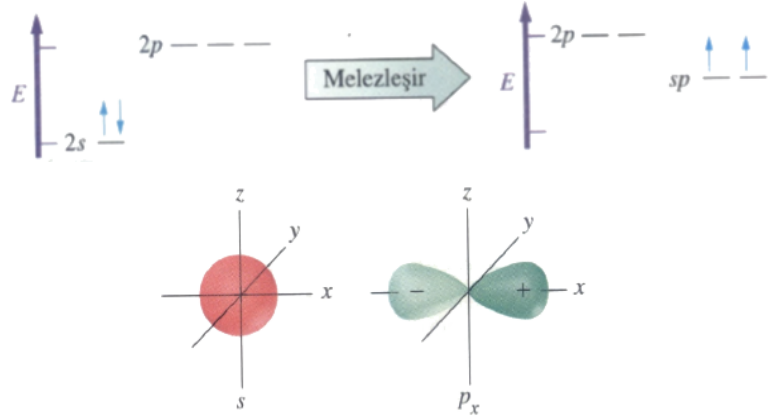
XeF_4 ün geometrisi kare düzlemdir. Bağ açısı 90° dir.



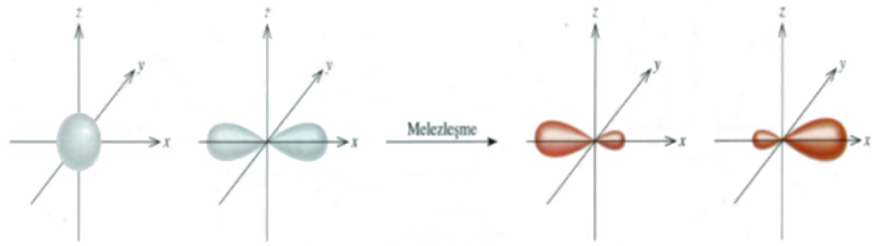
Deneysel Kısım II :

Deneyin bu kısmında, çizimler, modeller ve balonlar kullanılarak hibrit orbitallerin gösterimi yapılacaktır.

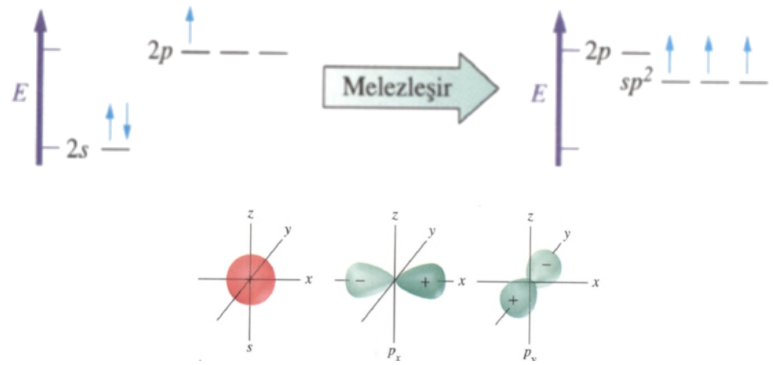
sp Hibritleşmesi :



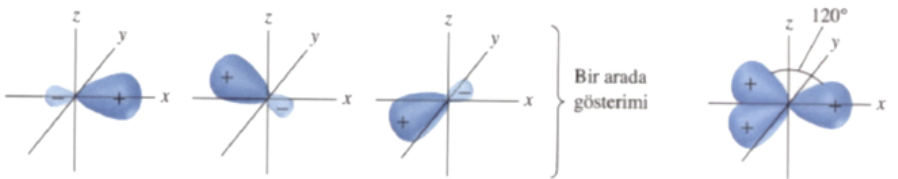
Video 3 : sp Hibrit orbitallerinin gösterimi
(Doğrusal Geometri İçin).



sp² Hibritleşmesi :



Video 4 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Üçgen
Düzlem Geometri İçin)



Video 5 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Açısal
Geometri İçin)

sp³ Hibritleşmesi :



Video 6 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Tetrahedral Geometri İçin)



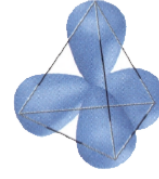
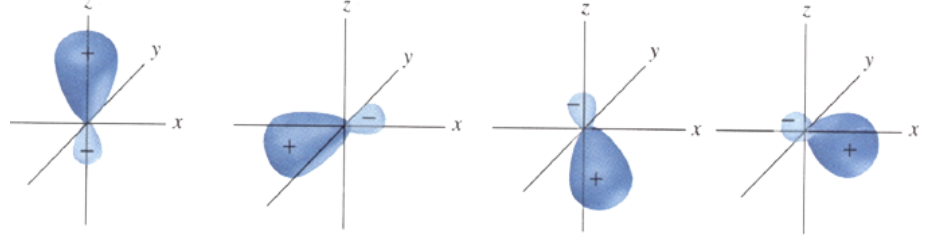
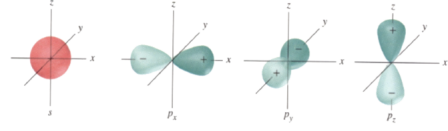
Video 7 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Üçgenpiramit Geometri İçin).



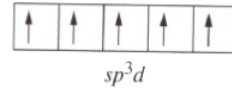
Video 8 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Açısıl-V-Şekli Geometri İçin).



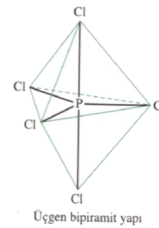
Video 9 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Üçgenbipiramit Geometri İçin).



sp³d Hibritleşmesi :



sp³d orbitalleri



Üçgen bipiramit yapı



Video 10 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Tahterevalli Geometri İçin).



Video 11 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (T Şekli Geometri İçin).



Video 12 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Doğrusal Geometri İçin) .

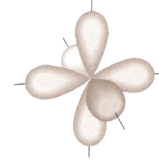


Video 13 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Oktahedral Geometri İçin).

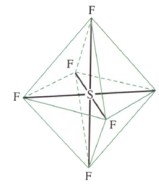
sp^3d^2 Hibritleşmesi :



sp^3d^2



sp^3d^2 orbitalleri



Sekizyüzlü yapı



Video 14 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Karepiramit Geometri İçin).



Video 15 : Hibrit orbitalinin Gösterimi (Düzlem Kare Geometri İçin).

Deneý Raporu : 1. Bölüm

Deneýde verilen her bir molekül için ařađıda verilen tabloyu doldurunuz.

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... BeCl ₂ ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... BH ₃ ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... SnCl ₂ ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... CH ₄ ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... NH ₃ ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... H ₂ O ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... PCl_5 ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... SF_4 ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... SF_6 ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Molekül ya da İyonun Kimyasal Formülü ... XeF_4 ...	Lewis Yapısı	Merkez atom etrafındaki elektron çifti sayısı		
		BEÇ	OEÇ	Toplam
Toplam Değerlik Elektron Sayısı		Merkez Atomun Hibritleşme Türü	Elektron grubu geometrisi (adı ve şekli)	Molekül geometrisi (adı ve şekli)

Deney Raporu : 2. Bölüm

BeCl₂, SnCl₂, CH₄, NH₃, H₂O, PCl₅, SF₄, SF₆, XeF₄ bileşiklerini sizde oyun hamuru, kürdan ve çöp şiş kullanarak şekillerini yapınız her birinin fotoğraflarını çekerek deney raporunuzu hazırlayınız.

Çözünme

DENEY 5 : Çözünme

Deneyin Amacı : Bu deneyin amaçları aşağıda sıralanmıştır.

- Çözünme ve erime arasındaki farkın kavranması
- Çözünme kavramına bağlı terimlerin kavranması.
- Oda sıcaklığında gözle görülen çözünme olaylarının kavranması.

Teorik Kısım ve Terimler :

Homojen : Tek tip bileşim veya yapıya sahip madde. Örneğin su homojen bir maddedir. Her noktası aynı özelliği gösterir. Şekerli su da homojen bir madde karışımıdır. Her noktasın tadı aynıdır. Bölgesel olarak değişim göstermez.

Faz : Birden fazla homojen kısma sahip maddenin, herbir homojen kısmı.

Heterojen : Maddelerin birbiri içinde karışmaması sonucu iki veya daha fazla fazdan meydana gelen karışım Şekil 1 deki taş parçası heterojen bir karışım örneğidir.

Çözünme : Bir maddenin, bir başka madde içinde atom, molekül, iyon veya gözle görülmez şekilde herhangi bir oranda dağılması veya karışması. Gaz, sıvı veya katı maddeler birbiri içinde dağılabilirler.

Çözücü (Çözgen): Birbiri içinde dağılan iki saf maddeden miktarı çok olanı. Dağılan maddelerden biri su olması durumunda, istisnai bir durum olarak su çözücü olarak kabul edilir.

- **Gaz içinde; gaz, sıvı, katı dağılabilir.**
 - **Gaz - Gaz :** azot içinde oksijen, karbondioksit v.b. türlerin dağılması. Hava; bir gaz (azot gazı) içinde diğer gazların dağılması ile oluşmuş bir karışım olarak düşünülebilir.
 - **Gaz - Sıvı :** Aerosoller havada asılı duran gaz - sıvı karışımı örneği olarak düşünülebilir.
 - **Gaz - Katı :** Duman havada asılı duran katı taneciklerin bir karışımı olarak düşünülebilir.



Şekil 1 : Homojen kısımlardan oluşmuş, çeşitli fazlardan meydana gelmiş heterojen bir karışım örneği olan bir taş parçası.

Video 1 : Bakır - Hg Amalgam oluşumu.



Şekil 2 : Cam - kolloidal altın karışımı (Ruby Glass).



Şekil 3 : Suyun erimesi bir hal değişimidir.

- **Sıvı içinde; gaz, sıvı, katı dağılıbilir.**
 - **Sıvı - Gaz :** Deniz suyunda oksijen çözülmüştür. Denizdeki canlılar bu oksijeni solurlar.
 - **Sıvı - Sıvı :** Alkollü su. Su içinde alkolün homojen olarak dağılması ile hazırlanır.
 - **Sıvı - Katı :** Şekerli su. Şekerin su içinde çözünmesi ile hazırlanır.
- **Katı içinde; gaz, sıvı, katı dağılıbilir.**
 - **Katı - Gaz :** Palladyumda hidrojenin çözünmesi. Oda sıcaklığı ve atmosferik basınçta palladyum elementi kendi hacminin 900 katı hidrojeni absorbe edebilir.
 - **Katı - Sıvı :** Cıvanın bazı diğer metaller içinde çözünmesi. Oluşan alaşıma amalgam adı verilir.
 - **Katı - Katı :** Kızılçık bardağı veya 'Altın Yakut' camı (Ruby Glass), erimiş cama altın tuzları veya koloidal altın eklenerek yapılan kırmızı bir camdır (Şekil 2).

Çözünen : Çözücüde çözünen madde.

Hal Değişimi : Saf bir maddenin ısı veya basınç etkisi ile katı, sıvı veya gaz halinden bir başka hale geçmesidir. Buz erimesi bir hal değişimi örneği olup, katı haldeki buz, sıvı haldeki suya dönüşür.

Erime : Katı bir maddenin çoğu kez ısı ile veya basınç etkisi ile katı halden sıvı hale geçmesidir.

Çözünme ve erime olgularının halk arasında çoğu kez karıştırıldığı görülür. Bu dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Örneğin; çay şekeri karıştırılırken, yanlış olarak "şekeri eritiyorum" denildiğini duyabilirsiniz. Aslında "şekeri çözüyorum" olmalıdır. Bu olay sırasında şeker *hal değişimi*ne uğramaz, şeker sıvı *fazda* dağılır.

Kolloidal Dağılma (Çözünme) : 10 - 10000 °A boyutundaki taneciklerin farklı bir fazda dağılmasıdır (Şekil 2).

Gözle Görülmeden Çözünme : Bazı maddeler bir fazda çözüldüklerinde pratik olarak çözüldükleri gözle görülmez. Ancak çeşitli yöntemler veya aletler kullanılarak tespit edilebilir. Örneğin çok büyük oranda CaCO_3 tan oluşan mermerin suda

çözünmediğini söyleyebiliriz. Yapılan çalışmalarda CaCO_3 ın çözünürlük çarpımı 2.8×10^{-9} olarak bulunmuştur. Bunun anlamı içerisinde CaCO_3 bulunan sudaki kalsiyum ve karbonat iyon konsantrasyonu

$[Ca^{+2}] = [CO_3] = \sqrt{2.8 \times 10^{-9}} = 5.39 \times 10^{-5} M$ Bu konsantrasyondaki çözünme gözle görülemez.

Tüm maddeler birbiri içinde çok az veya eser miktarda da olsa çözünebilirler. Ancak, Bu deneyde "gözle görülebilir" çözünmeler üzerinde duracağız. Eğer bir madde diğer madde içinde gözle görünür şekilde çözünmüyorsa, bu maddeye bu çözücü de "çözünmez" diyeceğiz.

Çözünmeyi Etkileyen Parametreler : Bir maddenin bir başka madde içinde çözünürlüğünü, sıcaklık, basınç veya çözücü içinde bulunan diğer maddelerin varlıkları etkiler.

Bu deneyde çözünürlüğü etkileyen parametreler üzerinde durulmayacaktır. Oda sıcaklığında ve normal basınçta gözle görülebilen çözünme olayları üzerinde durulacak ve maddeler bu davranışlarına göre çözünür veya çözünmez olarak tanımlanacaktır.

DeneySEL Kısım

Deneyde Kullanılacak Malzemeler :

- Saf Su , H_2)
 - Etil Alkol , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 - Aseton , $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$
 - n-Hekzan , $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$
 - dietil eter , $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$
 - Şeker (Sakkaroz) , $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
 - Yoğurt
 - Bakır (II) sülfat , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
 - Bakır (II) nitrat , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
 - İyot , I_2
 - Kükürt , S
 - Seyreltik potasyum permanganat çözeltisi, sey. KMnO_4 çözeltisi
 - Tüplük
 - 4 adet deney tüpü
 - 4 adet lastik tıpa
 - pastör pipeti
-



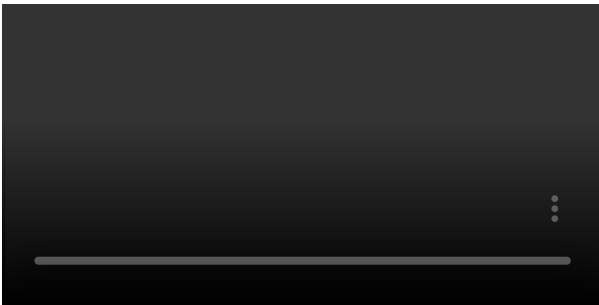
Video 1 : Şekerin çözünürlüğü



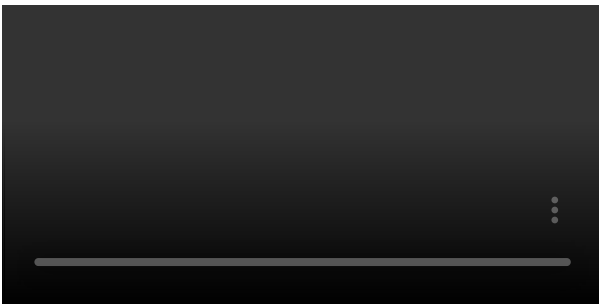
Video 2 : Yoğurtun çözünürlüğü



Video 3 : Bakır (II) sülfatın çözünürlüğü



Video 4 : Bakır (II) nitratın çözünürlüğü



Video 5 : İyotun çözünürlüğü

Deneyin Yapılışı :

Video 1'de deney tüplerine sırası ile; saf su, etil alkol, aseton ve n-hekzan konulmuş, herbirine spatül ucu kadar şeker eklenerek çözücülerde çözülmeye çalışılmıştır.

Şekerin hangi çözücüde çözüldüğünü, hangisinde çözünmediğini gözlemleyerek elde ettiğiniz sonucu aşağıdaki tabloya giriniz.

Video 2'de deney tüplerine sırası ile; saf su, etil alkol, aseton ve n-hekzan konulmuş, herbirine spatül ucu kadar yoğurt eklenerek çözücülerde çözülmeye çalışılmıştır. Çözelti opak görüldüğünden bir süre bekletildinde tüm tüplerde faz ayrılması meydana gelmiştir.

Yoğurtun hangi çözücüde çözüldüğünü, hangisinde çözünmediğini gözlemleyerek elde ettiğiniz sonucu aşağıdaki tabloya giriniz.

Video 3'de deney tüplerine sırası ile; saf su, etil alkol, aseton ve n-hekzan konulmuş, herbirine spatül ucu kadar bakır (II) sülfat eklenerek çözücülerde çözülmeye çalışılmıştır.

Bakır (II) sülfatın hangi çözücüde çözüldüğünü, hangisinde çözünmediğini gözlemleyerek elde ettiğiniz sonucu aşağıdaki tabloya giriniz.

Video 4'de deney tüplerine sırası ile; saf su, etil alkol, aseton ve n-hekzan konulmuş, herbirine spatül ucu kadar bakır (II) nitrat eklenerek çözücülerde çözülmeye çalışılmıştır.

Bakır (II) nitratın hangi çözücüde çözüldüğünü, hangisinde çözünmediğini gözlemleyerek elde ettiğiniz sonucu aşağıdaki tabloya giriniz.

Video 6 : Kükürtün çözünürlüğü

Video 5'de deney tüplerine sırası ile; saf su, etil alkol, aseton ve n-hekzan konulmuş, herbirine spatül ucu kadar iyot eklenerek çözücülerde çözülmeye çalışılmıştır.

İyotun hangi çözücüde çözüldüğünü, hangisinde çözünmediğini gözlemleyerek elde ettiğiniz sonucu aşağıdaki tabloya giriniz.

Video 7 : Sıvıların Çözünürlüğü

Video 6'de deney tüplerine sırası ile; saf su, etil alkol, aseton ve n-hekzan konulmuş, herbirine spatül ucu kadar kükürt eklenerek çözücülerde çözülmeye çalışılmıştır.

Kükürtün hangi çözücüde çözüldüğünü, hangisinde çözünmediğini gözlemleyerek elde ettiğiniz sonucu aşağıdaki tabloya giriniz.

Video 7'de deney tüplerine saf su konulduktan sonra eklenecek ikinci çözücü ile faz ayrımının görülebilmesi için bir miktar seyreltik KMnO_4 çözeltisi eklenmiştir. Ardından su fazının üzerinde sırası ile; etil alkol, aseton, n-hekzan ve dietil eter konularak fazlar karıştırılmaya çalışılmıştır. Hangi çözücü çiftinin homojen olurken, hangi çözücü çiftinin heterojen olduğunu gözlemleyerek elde ettiğiniz sonucu aşağıdaki tabloya giriniz.

Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi :

Aşağıdaki tabloyu raporunuza eklererek, hangi maddenin hangi maddede neden çözünüp çözünmediğini tartışımız. Sıvı-Sıvı örnekler içinde tartışmanızı genişletiniz.

Madde	Saf Su	Etil Alkol	Aseton	n-Hekzan	Dietil eter
şeker (Sakkaroz)					---
Yoğurt					---
Bakır (II) sülfat					---
Bakır (II) nitrat					---
İyot					---
Kükürt					---
Saf su	---				

Not : tabloyu özündü/özünmedi veya (+)/(-) olarak, sıvılar için homojen/heterojen veya (+)/(-) olarak doldurunuz.

Çözeltiler

DENEY 6 : Çözeltiler

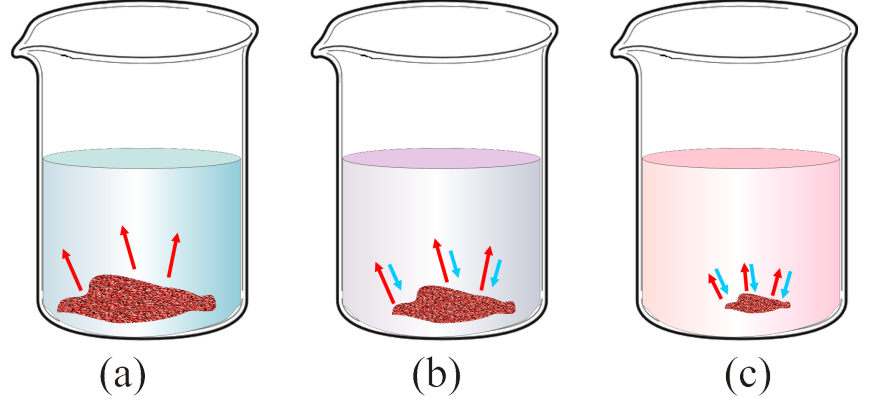
DENEYİN AMACI :

- Çözeltilerle ilgili temel kavramlarını bilmesi
- Çözelti hazırlamada sıklıkla kullanılan derişim birimlerinin kavranması
- Farklı derişim birimleri ile ifade edilen çözeltilerin nasıl hazırlanacağını kavranması

TEORİK BİLGİ :

Çözelti Derişimleri :

Derişim verilen bir çözücü veya çözeltide bulunan çözünen madde miktarının ölçüsüdür. Çözünen maddenin derişiminin düşük olduğu çözeltilere seyreltik çözelti, yüksek olduğu çözeltilere **derişik çözelti** denir. Çözücünün çözünen ile doydugu andaki derişimi çözünürlüğüne eşit olur. Bu tür çözeltilere **doymuş çözelti** denir. Diğer bir deyişle, doymuş çözelti; belirli bir sıcaklıkta verilen çözücüde bir katının çözünebilen maksimum miktarının çözülmesi ile elde edilen çözeltilerdir. **Doymamış çözelti**, çözebilme gücünden daha az miktarda madde çözünmüş çözelti olarak tanımlanır. **Aşırı doymuş çözelti** ise, doymuş çözeltide var olandan daha fazla çözünmüş madde içeren çözelti şeklinde tanımlanır. Bu tür çözeltiler kararsızdır ve zamanla çözünen maddenin bir kısmı çökelek halinde ayrılır.



Şekil 1 : Resimdeki okların uzunlukları birbirine göre uzunlukları çözünme ve çökme hızlarının büyüklüğünü gösteriyor.

(a) Çözünen madde çözücü içinde konulduğunda çözünme olayı başlar.

(b) Bir süre sonra çökme hızı önemli bir değere ulaşır.

(c) Çözünme ve çökme hızları eşit olduğunda çözelti doygun hale gelir.

Bir çözelti içindeki çözünenin derişimi kimyacılar tarafından birkaç farklı yolla ifade edilmektedir. Burada en çok bilinen derişim türleri üzerinde duracağız. Bunlar; Yüzde derişim (Kütle yüzdesi, Hacim yüzdesi, Kütle/hacim yüzdesi), milyonda bir kısım(ppm) ve molarite (M) dir.

I. Yüzde Derişim

I.1. Kütle Yüzdesi (Ağırlıkça Ağırlık Yüzdesi)(% w/w)

100 g çözeltide, çözünmüş maddenin gram cinsinden miktarına kütle yüzdesi denir. Çözünen ve çözücü miktarı kütle birimleri olarak verilir. Örnek: Sodyum klorürün (NaCl) %5 lik çözeltisi 5 g çözünen NaCl ve 95 g çözücü su içerir.

$$\% \text{kütle yüzdesi(w/w)} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

NOT : Hacim yüzdesi pratikte daha nadir kullanılır. Başka bir ifade kullanılmadığı sürece yüzde olarak verilen derişim kütle yüzdesini ifade eder.

I.2. Hacim Yüzdesi (Hacimce Hacim Yüzdesi)(% v/v)

Sıvı hacimler kolaylıkla ölçülebileceğinden bazı çözeltiler hacim yüzdesi baz alınarak hazırlanır. Örneğın bir el kitabında donma noktası -15,6 °C olan ve metil alkol-sudan oluşan bir antifiriz çözeltisi için %25 CH₃OH (metil alkol) hazırlanmalıdır denilmektedir. Böyle bir çözeltilinin hazırlanması için 25 mL CH₃OH(s) suda çözülmesi ve toplam hacmin su ile 100 mL ye tamamlanması gerekmektedir.

$$\% \text{Hacim yüzdesi}(v/v) = \frac{V_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözeltili}}} \times 100$$

I.3. Kütle Hacim Yüzdesi (Kütlece Hacim Yüzdesi)(% w/v)

Çözeltili derişimini belirtmede kullanılan başka bir yöntem de çözünen kütlelerinin ve çözeltili hacminin verilmesidir. 100 mL çözeltilide çözünmüş maddenin gram cinsinden miktarıdır. Burada çözeltili mL, çözünen g olarak ifade edilir. Birimi çözünenin g, kg vb. çözücünün ise mL, L vb. olabilir.

Örnek : 100 mL çözeltilide 0,9 g NaCl içeren sulu bir çözeltilinin %0,9 luk NaCl (kütle/hacim) çözeltisi olduğu söylenir.

$$\% \text{Kütlece hacim yüzdesi}(w/v) = \frac{m_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözeltili}}} \times 100$$

II. Milyonda bir kısım (ppm)

Çözeltilerde bir bileşenin kütle ya da hacim yüzdesi çok küçükse çözeltili derişimleri genelde başka birimlerle ifade edilir. Örneğın 1mg/L lik bir çözeltilide çözünenin miktarı yalnızca 0,001 g dır. Böyle bir çözeltilinin derişimini milyonda bir kısım (ppm) şeklinde belirtmek daha doğru olur. Birimi : **1 ppm= 1 mg L⁻¹**

III. Molarite

Bir litre çözeltilide çözünen maddenin mol sayısı molarite olarak tanımlanır ve M (molar) simgesi ile gösterilir. Molaritenin birimi mol L.⁻¹ dir.

$$\text{Molarite} = \frac{\text{çözünen maddenin mol sayısı}}{\text{çözeltilinin litre cinsinden hacmi}} \Rightarrow M = \frac{n}{V}$$

Molarite çözeltilinin toplam hacmine bağlıdır. Genellikle çözeltilinin toplam hacmi bileşenlerin saf haldeki hacimleri toplamından büyük yada küçük olabilir. Bu yüzden molar çözeltiler hazırlanırken, hacmi kesin olarak bilinen balon joje adını verdiğimiz boynu ince ve altı düz cam balonlarda kullanılır. Çözeltili hacmine bağlı derişim türlerinin sakıncası; sıcaklıkla çözeltilerin büzülme ve genleşmesinden kaynaklanan derişim değışmesidir. Bu nedenle hassas çalışmalarda çözeltiler, sabit sıcaklıklarda ve bu sıcaklıklara göre kalibre edilmiş balon jodelerde hazırlanır. Laboratuvarında sık sık kullanılan çözeltiler derişimleri yüksek oranda hazırlanırlar ve **stok çözeltili** denen bu çözeltilerden yararlanarak da daha seyreltik çözeltiler hazırlanır.

Stok Çözeltili : Derişimi bilinen bir çözeltiliden daha seyreltik çözeltiler hazırlarken kullanılan ana çözeltiliye denir. Bir çözeltiliye çözücü eklenirse çözeltili hacmi artar ancak çözünen madde miktarı sabit kalır. Bu durumda

çözelti seyrelmiş olur (Seyreltme işlemi yapılırken $M_1V_1=M_2V_2$ formülünden faydalanılır).

IV. Molalite

Molalite; 1 kg çözücüde çözülmüş çözünen maddenin mol sayısıdır. Kısaca **m** harfiyle gösterilir.

$$\text{Molalite} = \frac{\text{çözünen maddenin mol sayısı}}{\text{çözücünün kilogram cinsinden kütlesi}} \Rightarrow m = \frac{n}{m_{\text{çözücü}}}$$

Örnek : 1 m glikoz ($C_6H_{12}O_6$) çözeltisi, 1 mol glikozun 1000 g suda çözülmesiyle elde edilir. Her biri 1000 g su içeren farklı maddelerin aynı molaliteye sahip çözeltilerinin hacimleri farklı olabilir, yani molal çözeltilerin son hacimleri önemli değildir. Bununla birlikte bu çözeltilerde çözünen maddelerin ve çözücülerin mol kesirleri aynıdır.

20 °C de kalibre edilmiş bir balon joje kullanarak 20 °C sıcaklıkta bir çözelti hazırladığımızı ve sonra bu çözeltiyi 25 °C ye ısıttığımızı düşünelim. Sıcaklık yükseldiğinde çözünen madde miktarı sabit kalmakla birlikte, çözeltinin hacminde küçük bir artış meydana gelir (yaklaşık %0,1). Bu durumda çözünen maddenin litredeki mol sayısı yani molaritesi de yaklaşık %0,1 azalmış olur. Burada görüldüğü gibi molaritenin sıcaklığa bağlı olması hassas çalışmalarda sorun oluşturabilir. Yani deneyin yapıldığı sıcaklık ile çözeltinin hazırlandığı sıcaklığın birbirinden farklı olması kullanılan çözeltinin molaritesinin üzerinde yazılandan farklı olması anlamına gelir. Molalite (m) ise sıcaklıktan bağımsız ve aynı zamanda seyreltik çözeltilerde mol kesri ile de orantılı olan bir derişim birimi olması neticesinde uzun süreli saklanacak çözeltilerin derişiminin molalite olarak hazırlanması daha uygun olacaktır.

DENEYSEL KISIM

Deneyde Kullanılacak Malzemeler :

- Saf su
- Balon joje (25 mL, 50 mL, 100 mL, 250 mL)
- NaCl
- C_2H_5OH
- $KMnO_4$
- Mezür
- Spatül
- NaOH
- $CuSO_4 \cdot 5H_2O$
- der. HCl
- Baget
- Puar
- Beher

Deneyin Yapılışı

I. Kısımda Yüzde çözeltilerin nasıl hazırlandığı görülecektir. Bu amaçla; sırasıyla kütlece %10 luk 50 g NaCl çözeltisi (Video 1), hacimce %5 lik 50 mL Etanol çözeltisi (Video 2), %2 lik (%w/v) 25 mL $KMnO_4$ çözeltisi (Video 3) hazırlanacaktır.

II. Kısımda Molar çözeltilerin hazırlanması üzerinde durulacaktır. İlk olarak saf katılardan molar çözeltilerin nasıl hazırlandığıyla ilgili 250 mL 0,1

Video 1 : Kütlece (w/w) % 10 luk 50 g NaCl çözeltisinin hazırlanması.

Video 2 : Hacimce (v/v) % 5.lik 50 mL etanol çözeltisinin hazırlanması.



Video 3 : Kütle / Hacimce (w/v) % 2 lik 25 mL KMnO_4 çözeltisinin hazırlanması.



Video 4 : Saf NaOH katısından, 250 mL 0,1 M NaOH çözeltisinin hazırlanması.



Video 5 : Bakır II sülfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) katısından, 100 mL 0,1 M bakır II sülfat (CuSO_4) çözeltisinin hazırlanması.



Video 6 : Yoğunluğu 1,18 g/mL olan % 36 lık HCl çözeltisinden, 50 mL 0,5 M HCl çözeltisinin hazırlanması.

M NaOH çözeltisi (Video 4) hazırlanacaktır. Kristal suyu içeren maddelerden çözelti hazırlanmasına örnek olarak 100 mL 0,1 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi (Video 5) hazırlanacaktır. Derişik çözeltilerden molar çözeltilerin nasıl hazırlandığıyla ilgili olarak der. HCl çözeltisinden 50 mL 0,5 M HCl çözeltisi (Video 6) hazırlanacaktır.

III. Kısımda doygun çözeltilerin nasıl hazırlandığına örnek olarak 100 mL doy. NaCl çözeltisi (Video 7) hazırlanacaktır.

Çözeltiler Hazırlanırken Dikkat Edilmesi Gereken Bazı Noktalar

Tartım alınacak kağıt geniş gözenekli yapıda olmamalı (süzgeç kağıtları tartım için uygun değildir) ve düzgün bir şekilde kesilmiş olmalı, boyutları tartım kefesini aşmamalıdır. Eğer varsa özel tartım kaplarının bu amaçla kullanılması daha uygundur. Bu durumda tartım kabındaki maddenin tamamının eksiksiz bir şekilde kaba aktarılmasına dikkat edilmeli, gerekirse çözücü ile yıkanarak kaba aktarılmalıdır.

Kullanılan tüm malzemeler temiz ve kuru olmalıdır. Her zaman malzemelerin deterjanla yıkayıp saf sudan geçirildikten sonra kurutulması yeterli olmayabilir. Hassas çalışmalarda özel temizlenme çözeltileri kullanılarak cam malzemelerin temizlenmesi, saf sudan geçirilip etüvde kurutulması gerekmektedir.

Çözeltiler hazırlanırken amaca uygun hacimde malzeme seçimi önemlidir.

Çözeltisi hazırlanacak olan kimyasal maddenin orjinal kutusu dikkatlice incelendikten sonra diğer aşamalara geçilmelidir. (Tehlike sembollerine dikkat edilerek uygun koşullarda çalışılmalı ve kimyasal madde ile ilgili gerekiyorsa mol kütlesi, yoğunluk ve % bilgileri mutlaka reaktif kutusunun üzerinde yazıldığı şekliyle kullanılmalıdır.) Çözünen maddemizin katı olması durumunda, mümkün olduğunca saf ve uygun şartlarda muhafaza edilmiş olmasına dikkat edilmelidir. Nem çekmiş, saflığını yitirmiş maddelerden istenilen konsantrasyonda çözelti hazırlamak mümkün olmayacaktır. Çözünen madde sıvı ise mutlaka orjinal kutu üzerindeki yoğunluk ve % bilgilerinin alınmasına dikkat edilmelidir.

Çözelti hazırlamada çözücü olarak genellikle aksi belirtilmedikçe saf su kullanılır. Katılardan çözelti hazırlarken bütün katı tamamen çözünmeden gerekli bütün su eklenmemelidir. Katıların çözeltisi hazırlanırken tartımı alınan katının önce bir beher ya da erlende çözülmesi, sonra bir balon jøjeye aktarılması gerekir. Kullanılan beherin bir miktar daha saf su ile çalkalanıp bu suyun da çözeltiye eklenmesi gerekir. Çözünme işlemi tamamlanınca balon jöjenin ölçek çizgisine yaklaşıncaya kadar saf su eklenir ve renksiz çözeltilerde çözeltinin oluşturduğu menisküsün tabanı ölçek çizgisi ile aynı hizaya gelene kadar, renkli çözeltilerde ise çözeltinin oluşturduğu menisküsün üst kenarları ölçek çizgisi ile aynı hizaya gelene kadar bir pipet yardımıyla damla damla saf su ekleme işine devam edilmelidir.

Çözelti hazırlama esnasında ısı yükselmesi meydana gelmişse bu durumda hazırlanan çözeltinin oda sıcaklığına kadar soğuması beklendikten sonra çözelti balon jöjenin hacim çizgisine tamamlanmalıdır.

Çözeltisi hazırlanacak olan madde asit ise balon jøjeye önceden bir miktar saf su konulmalıdır. Asit, bu suyun üzerine yavaş yavaş eklenmelidir. Çünkü asite su eklendiğinde aşırı ısı artışından dolayı cam kabın çatlaması, kırılması veya patlaması gibi kazalara neden olabilir.

Çözelti hazırlandıktan sonra balon jöjenin kapağı sıkıca kapatılıp, birkaç kez alt üst edilerek, çözeltinin iyice karışması sağlanmalı ve balon jöje üzerine hazırlanan çözeltinin adı ve derişim bilgileri yazılmalıdır. Çözelti hemen kullanılmayacaksa balon jöjede saklanmamalı mutlaka uygun bir

Çözelti şişesine aktarılarak muhafaza edilmelidir. Hazırlanan özelti şişesinin üzerine mutlaka etiket yapıştırılmalıdır. Etiketle mutlaka şu bilgilere yer verilmelidir: Çözeltinin adı, derişimi, hazırlandığı tarih.

Deney Raporu

Hazırlanan her bir çözelti için videoda verilen bilgileri kullanarak gerekli hesaplamaları yapıp raporlarınıza ekleyiniz. Raporlarınızda her bir çözeltinin nasıl hazırlandığını dikkat edilecek noktaları da belirterek ayrıntısıyla anlatınız.

Video 7 : 100 mL doymuş NaCl özeltisinin hazırlanması.

Gazların Diffüzyonu

DENEY K7 : Gazların Diffüzyonu

Deneyin Amacı : Graham Yasası'ndan yararlanarak gazların molekül ağırlıklarının belirlenmesi.

TEMEL KAVRAMLAR VE TEORİK BİLGİ :

Gazların Temel Özellikleri :

Madde doğada; katı, sıvı, gaz ve süper kritik akışkan (veya plazma) olmak üzere dört farklı fiziksel halde bulunabilir. Örneğin, canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan su (H_2O) gibi doğadaki birçok madde katı, sıvı ve gaz halde bulunabilirler. Isıtıldıklarında genellikle, katılar sıvı hallerine, sıvılar ise gaz hallerine dönüşürler. Maddenin en basit hali olan gaz hali ve gazlara ilişkin temel özellikler ise şöyle sıralanabilir:

- Gaz halinde, tanecikler (moleküller veya atomlar) arası uzaklıklar oldukça fazla olduğundan, çarpışma anları dışında tanecikler arasında etkileşim yoktur. Bu nedenle gazlar katılardan ve sıvılardan daha düşük yoğunluğa sahiptirler.
- Gazlar basınç uygulanarak sıkıştırılabilirler ve bu şekilde yoğunlukları artar.
- Gazlar ısıtma ile genişlerler.
- Gazlar, içinde buldukları kabın çeperlerine veya temas ettikleri herhangi bir yüzeye basınç uygularlar.
- Gazlar sınırsız bir biçimde genişleyebilirler ve içinde buldukları kabın hacmini alırlar.
- Gazlar doğal olarak, kolaylıkla difüzyona uğrarlar. Gaz halindeki tüm tanecikler de birbirleri içerisinde her oranda karışabilirler. Bu olaylar istemli (kendiliğinden meydana gelen) olaylardır.
- Bir gaz veya gaz karışımının özellikleri sıcaklık (T), basınç (P), hacim (V) ve madde miktarı (n) gibi hal değişkenleri kullanılarak tanımlanabilir. Bu değişkenlerden üçünün bilinmesi diğer değişkenin belirlenebilmesi için yeterlidir.

Gazların Kinetik Teorisi :

19. yüzyılın sonlarına doğru bilim adamlarının maddeye ait sıcaklık, basınç ve hacim gibi makroskopik özellikleri ile moleküllerin kütlesi, sayısı ve hızı gibi mikroskopik özelliklerini ilişkilendirme çabaları, gazlara ait kinetik bir kuramın (teorinin) ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu teori, ideal gaz yasasının temelini oluşturan Boyle, Charles ve Avogadro yasaları ile Dalton'un kısmi basınçlar yasasını doğrular ve bunlara moleküler düzeyde açıklama getirir. Gazların kinetik teorisinin dayandığı bazı temel varsayımlar da şunlardır:

1. Düşük basınçlarda gaz molekülleri arasındaki uzaklık moleküllerin çapına göre çok büyüktür. Bu durumda gaz moleküllerinin kapladığı hacim, içinde buldukları kabın veya ortamın toplam hacmi yanında ihmal edilebilecek düzeydedir.
2. Gaz molekülleri sürekli, gelişigüzel ve doğrusal olarak (Brownian hareketi) farklı hızlarda hareket ederler.
3. Birbirinden bağımsız olarak hareket eden gaz moleküllerinin birbirleriyle ve ya içinde buldukları kabın duvarlarıyla gerçekleştirdikleri çarpışmalar tamamen esnekler. Yani çarpışma sonucu moleküllerin yönleri ve kinetik enerjileri değişebilir; ancak gazın ortalama kinetik enerjisinde bir değişim olmaz.
4. Gazın sahip olduğu ortalama kinetik enerji sadece mutlak sıcaklık ile doğru orantılı olarak değişir.

Kinetik teori yardımıyla gazlarla ilgili birçok eşitlik ortaya konulmuş ve bu sayede gazların davranışları anlaşılır hale getirilmiştir. Thomas Graham tarafından da, kinetik teori ile gazların difüzyon ve efüzyon olayları açıklanmıştır.

Gazlarda Difüzyon ve Efüzyon: Graham Yasası

Difüzyon; farklı gaz moleküllerinin birbiri içinde dağılmasıdır. Bir gazın, başka bir gaz veya gaz karışımına difüzyonu tüm taneciklerin homojen bir biçimde karışmasıyla sonuçlanır.

Efüzyon; gaz moleküllerinin içinde buldukları kaptaki küçük bir delikten birbirleri ile çarpışmaksızın dış vakuma yayılmasıdır. İskoç bilim adamı Thomas Graham gazlar üzerine yaptığı çalışmalarda, bir gazın efüzyon veya difüzyon **hızının** o gazın **mol kütesinin** karekökü ile ters orantılı olduğunu ifade etmiştir. Bu durumda düşük mol kütleli gazlar, yüksek mol kütleli gazlara göre daha hızlı difüzyon veya efüzyona uğrarlar.



Şekil 1 : Gazların efüzyon ve difüzyon olaylarının gösterimi.

Şekil 1.deki efüzyon olayında gaz tanecikleri içinde buldukları kaptan diğer bölmeye çok küçük bir delikten geçerek yayılmaktadırlar. Diğer şekildeki difüzyon olayında ise gazlar birbirleri içerisinde dağılmaktadırlar. Her iki olay da istemli olarak (kendiliğinden) gerçekleşmektedir.

Graham yasasını kinetik teori ile basitçe açıklamak mümkündür. Sıcaklıkları aynı olan A ve B gibi iki gazın efüzyon veya difüzyon hızları birbirleri ile kıyaslanabilir.

Graham Yasası; v gazın hızı ve M gazın mol kütesi olmak üzere, aşağıdaki eşitlik ile gösterilebilir:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \quad (1)$$

Herhangi bir i gaz moleküllerinin hızı v_i ile t_i zamanında aldıkları yol L_i arasında

$$v_i = \frac{L_i}{t_i} \quad (2)$$

ilişkisi yazılabilir. Eşitlik 1 deki A ve B gaz molekülleri için aldıkları yollar eşit ise $L_A = L_B$, Eşitlik 1

$$\frac{t_B}{t_A} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \quad (3)$$

şekline düzenlenebilir.

Diğer yandan, gazların mol kütleleri, yoğunlukları d ile doğru orantılı olduğundan eşitlik

$$\frac{t_B}{t_A} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}} \quad (4)$$

şeklinde yazılabilir.

DENEYSEL KISIM :

Deneyde Kullanılacak Madde ve Malzemeler :

- Derişik NH_3
- Derişik HCl
- CO_2 (NaHCO_3 , HCl tepkimesi ile elde edilecek)
- C_2H_2 (CaC_2 , H_2O tepkimesi ile elde edilecek)
- Gaz Karışımı 1 (Hava)
- Gaz Karışımı 2 (Solunmuş Hava)
- Yaklaşık 70-100 cm. cam boru
- 2 adet içi oyuk mantar
- Pamuk
- 2 adet Pastör pipeti
- spatül
- cetvel veya şerit metre
- destek ve büret kıskacı
- Damlatma hunisi
- Nuçe erleni
- Plastik hortum
- Gaz memesi

Video 1' de; Eşitlik (1)'e göre NH_3 ve HCl gazlarının yayılma hızları, bu gazların tepkimesi sonucu oluşan NH_4Cl sisinden yararlanılarak bulunmaya çalışılacaktır.



Video 1 :HCl ve NH₃ kimyasal tepkimesi sonucu NH₄Cl halkasının oluşumu.

Düşük Çözünürlük Video İçin Tıklayın.

Bu amaçla oyulmuş lastik mantarlara pamuk doldurulmuş ve pamuklardan birine HCl diğerine NH₃ yüklenmiştir.

HCl ve NH₃ yüklü pamuk bulunduran lastik mantarlar birbirlerine yaklaştıklarında NH₄Cl sisinin oluşumu görülmektedir.

Daha sonra lastik mantarlardan biri tüpün bir ucuna, diğeri diğer ucuna yerleştirilmiştir.

Hareketsiz zamanlarda video durdurulmuştur. yaklaşık 30 sn, 60 sn civarındaki aralıklarla 3-5 sn. civarında kayıt işletmi sürdürülmüştür. Bu nedenle videonun süresi 9.11 dakika görülmekle birlikte deney yaklaşık olarak 20-30 dakika da tamamlanmıştır. Fakat daha net halka oluşumunun görülmesi için bir süre daha beklenmiştir. Bu nedenle önce bir çizgi şeklindeki halkanın, band şeklindeki bir halkaya dönüşümü görülmektedir.

Gaz moleküllerinin aynı zamanda aldıkları yollar gazların hızları ile oratalı olacağından Eşitlik (1); Bu iki gaz için; L aldıkları yol olmak üzere

$$\frac{L_{NH_3}}{L_{HCl}} = \sqrt{\frac{M_{HCl}}{M_{NH_3}}} \quad (1)$$

şeklinde düzenlenebilir.

Bu deney için raporunuzun ilk kısmını düzenlerken, HCl in mol tartısını bildiğinizi, ancak NH₃ in mol tartısını bilmediğiniz düşünerek, NH₃ in mol tartısını bulunuz.

Buluğunuz amonyağın mol tartısı ile gerçek mol tartısını karşılaştırınız. Deneydeki bağıl hatanızı hesaplayınız.

Not : NH₃ ve HCl in tüp içinde almış olduğu yolu bulmak için deneydeki şerit metre ile gösterilmeye çalışılan uzunlukları kullanabileceğiniz gibi, $\frac{L_{NH_3}}{L_{HCl}}$ oranın video üzerinden bulabilirsiniz.

Fiziksel Bir Yöntemle Gazın Mol Tartısının Bulunması

Video 2 de Nuçe erlenine NaHCO₃ konulmuş, üzerine damlatma hunisi ile kontrollü olarak seyreltik HCl damlatılmıştır.

Not : Reaksiyon denklemini yazarak denkleştiriniz.

Çıkan CO₂ gazı ucunda ince bir gaz memesi ile sonlanmış cam boru içine gönderilmiştir. Gaz memesine gelen gaz hızla boşalamadığından cam boruda önce gaz birikmiş, fazlasının gaz kabarcıklar halinde cam tübün altından çıktığı görülmektedir. Yeterince ve mümkün olduğunda saf CO₂ gazı toplandıktan sonra damlatma hunisinin üzerindeki tıpa gevşetilerek, gazın cam boruya gönderilmesi dururulmuştur.

Not : Düzenegin şeklini ve damlatma hunisinin yapısını inceleyerek, damlatma hunisinin üzerindeki tıpa açıldığında gazın cam boruya neden gitmediğini tartışınız.

Cam boru üzerindeki 2 çizgi arasında gazın ne kadar zamanda boşaldığını bulmaya çalışın. Video 2 de ilk çizgiye videonun yaklaşık 03:39 dakikasında ulaştığı görülüyor. Videodan ikinci çizgiye ulaşması yaklaşık 05:13 dakikada gerçekleşiyor.

- Sizde birinci çizgi için (03:39 dakika) ve ikinci çizgi için (05:13 dakika) değerlerini teyit edebiliyor musunuz? Değerleri uygun bulmadıysanız kendi bulduğunuz değerleri kullanın.

- Bu iki çizgi arasında CO₂ gazının boşalma zamanını saniye olarak hesaplayın. Elde ettiğiniz veriyi Tablo 1 e kaydedin.



Video 2 :Referans gaz olarak kullanılacak CO₂ gazının diffüzyonu



Video 3 :C₂H₂ gazının diffüzyonu.

Video 3 'de Nuçe erlenine CaC₂ (halk arasındaki adı karpit) konulmuş ve su ile tepkimeye sokularak C₂H₂ (asetilen gazı) çıkması sağlanmıştır. Çıkan gaz mümkün olduğunca saf olarak Video 2 de anlatıldığı şekilde cam boru içinde toplanmıştır.

Not : Reaksiyon denklemini yazarak denkleştiriniz. Video 7 de çıkan asetilen gazının yamıcılığı gösterilmiştir. Bu reaksiyon için de reaksiyon denklemini yazarak denkleştiriniz.

Deney sırasında yaklaşık 02:45 dakikada damlatma hunisindeki lastik tıpa hızlı çekildiğinden bir anda su seviyesi 1. çizginin üzerine çıktığından cam boru içindeki su seviyesi ikinci çizgiye geçtikten sonra deney aynı video içinde tekrarlanmıştır. videonun 05:00 dakikasından itibaren daha iyi sonuçlar almak için deneyin tekrarlandığını göreceksiniz.

- Video 2 de olduğu gibi içinde C₂H₂ bulunan cam boruda su seviyesinin 1. ve 2. çizgiye ulaşma zamanlarını bulun.

- Bu iki çizgi arasında C_2H_2 gazının boşalma zamanını saniye olarak hesaplayın. Elde ettiğiniz veriyi Tablo 1 e kaydedin.



Video 4 :LPG gazının diffüzyonu.

Video 4 de ise aynı yöntem ile içinde bütan, propan, v.b. gaz karışımı bulunduran bir piknik tüpündeki gazın ortalama mol tartısını bulmak için gerçekleştirilmiştir. Videoyu izleyiniz.

- cam boruda su seviyesinin 1. ve 2. çizgiye ulaşma zamanlarını bulun.

- Bu iki çizgi arasında gaz karışımının boşalma zamanını saniye olarak hesaplayın. Elde ettiğiniz veriyi Tablo 1 e kaydedin. LPG gazının yaklaşık mol tartısı değerlerini İnternet'ten araştırın ve daha sonra Tablo 1 de kullanmak üzere kaydedin.



Video 5 :Havanın diffüzyonu.

Video 5 de ise aynı yöntem ile havanın ortalama mol tartısını bulmak için gerçekleştirilmiştir. Videoyu izleyiniz.

- cam boruda su seviyesinin 1. ve 2. çizgiye ulaşma zamanlarını bulun.

- Bu iki çizgi arasında havanın boşalma zamanını saniye olarak hesaplayın. Elde ettiğiniz veriyi Tablo 1 e kaydedin. Havanın hacimce %20 O_2 ve %80 N_2 olduğunu düşünerek, aşağıdaki denklemden havanın yaklaşık teorik mol tartısını hesaplayınız.

$$M_{hava}(teorik) = \frac{V_{O_2}}{V_{O_2} + V_{N_2}} M_{O_2} + \frac{V_{N_2}}{V_{O_2} + V_{N_2}} M_{N_2}$$



Video 6 :Solunmuş havanın diffüzyonu.

Video 6 de ise aynı yöntem ile solunmuş havanın ortalama mol tartısını bulmak için gerçekleştirilmiştir. Videoyu izleyiniz.

- cam boruda su seviyesinin 1. ve 2. çizgiye ulaşma zamanlarını bulun.

- Bu iki çizgi arasında havanın boşalma zamanını saniye olarak hesaplayın. Elde ettiğiniz veriyi Tablo 1 e kaydedin. Solunmuş havanın mol tartısını doğru hesaplayacağımızı düşünerek yalnızca %80 N_2 ve toplam %20 CO_2 ve O_2 oluştuğunu düşünerek, aşağıdaki denklemden CO_2 hacmini hesaplamaya çalışınız.

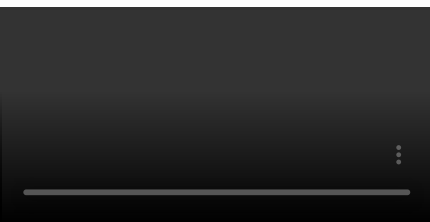
$$M_{solunmuş\ hava} = \frac{V_{O_2} - V_{CO_2}}{V_{O_2} + V_{N_2} + V_{CO_2}} M_{O_2} + \frac{V_{N_2}}{V_{O_2} + V_{N_2} + V_{CO_2}} M_{N_2} + \frac{V_{CO_2}}{V_{O_2} + V_{N_2} + V_{CO_2}} M_{CO_2}$$

$$M_{solunmuş\ hava} = V_{O_2} + V_{N_2} + V_{CO_2} = 100L. \quad ve \quad V_{O_2} - V_{CO_2} = 20L. - V_{CO_2}$$

$$M_{solunmuş\ hava} = \frac{20L. - V_{CO_2}}{100L.} M_{O_2} + \frac{80L}{100L} M_{N_2} + \frac{V_{CO_2}}{100L.} M_{CO_2}$$

$M_{N_2} = 28.0135$ g mol, $M_{O_2} = 31.9988$ g mol, $M_{CO_2} = 44.0098$ g mol alınarak son denklem düzenlenirse

$$V_{CO_2} = \frac{100 \times M_{solunmuş\ hava} - 2881.0544}{12.011}$$



Video 7 :CaC₂ ün su ile tepkimesinden elde edilen asetilenin (C_2H_2) yanması.

eşitliğinden 100 L solunmuş hava içindeki CO_2 hacmini litre olarak bulunuz. Bu aynı zamanda solunmuş havadaki hacimce CO_2 yüzdesidir. Solunmuş havada kalan O_2 yüzdesini başlangıçtaki havadaki O_2 yüzdesinden (%20), CO_2 havadaki yüzdesinden çıkartarak bulunuz. Raporunuza bulduğunuz değerleri ekleyiniz.

Tablo 1 : Deneysel sonucu elde edilmiş veriler ve hesaplanmış değerler

Madde	1. çizgi / s.	2. çizgi / s.	t / s.	$M_{deneysel}$	M_{teorik}	% Bağıl hata
CO_2				-referans-		-----
C_2H_2						
LPG						
Hava						

Solunmuş Hava*					---	
----------------	--	--	--	--	-----	--

* : $M_{Deneysel}$ doğru olarak kabul ederek, solunmuş hava içindeki karbondioksit hacmini denkleme göre tahmin ediniz.

Yapmış olduğunuz tüm hesaplamaları raporunuzda gösteriniz.

Eşdeğer Ağırlığı Tayini

DENEY 8 : Eşdeğer Ağırlığı Tayini

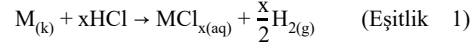
Deneyin Amacı : Eşdeğer ağırlık kavramı ve bir metalin eşdeğer ağırlığının hesaplanması.

TEORİK BİLGİ :

Eşdeğer Ağırlık ve Bir Metalin Eşdeğer Ağırlığının Belirlenmesi :

Eşdeğer ağırlık, molekülünde bir veya daha fazla yer değiştirebilen hidrojen atomu bulduran bir bileşikten 1.008 g hidrojen açığa çıkaran metalin ağırlığı olarak tanımlanabilir.

Aktifliği hidrojenden fazla olan metaller HCl ile aşağıdaki şekilde tepkime verir.



Açığa çıkan hidrojen gazının ağırlığını bulmak için çıkan gazın hacimden yararlanır.

Şekil 1 de görüldüğü gibi bir eudiometre içinde toplanmış herhangi bir gazın kısmı basıncı (P_{gaz}), dış basınç ($P_{\text{dış}}$) ve suyun kısmi basıncına (P_{su}) bağlı olarak

$$P_{\text{dış}} = P_{\text{gaz}} + P_{H_2O} + P_{\text{su}} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

eşitliği yazılabilir.

Bu deneyde laboratuvar sıcaklığında ve atmosfer basıncında su üzerinde toplanan gaz hidrojen gazı olacağından, hidrojenin hacmi eudiometrenin doğrudan okunurken, hidrojen gazının kısmi basıncı Eşitlik 2 den hesaplanacaktır.

Hesaplamalar sırasında basınç birimlerine dikkat ediniz. Hepsinin birimi aynı olmalıdır.

Toplanan hidrojen gazının ağırlığını aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir. Eşitlikte P_{gaz} yerine eudiometrede hidrojen gazı toplandığı için P_{H_2} kullanılmıştır.

$$m_{H_2} = \frac{P_{H_2} V}{RT} (2.016 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Tablo 1 : Suyun farklı sıcaklıklardaki yoğunluk ve buhar basıncı değerleri.

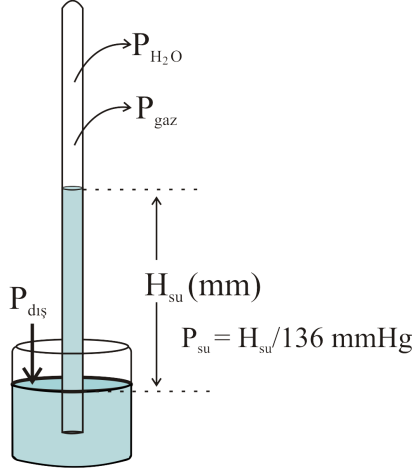
t / °C	P_{H_2O} / mmHg.	d_{H_2O} / g. ml ⁻¹	t / °C	P_{H_2O} / mmHg.	d_{H_2O} / g. ml ⁻¹
17	14.5	0.998774	23	21.1	0.997538
18	15.5	0.998595	24	22.4	0.997296
19	16.7	0.998405	25	23.8	0.997044
20	17.5	0.998203	26	25.2	
21	18.7	0.997992	27	26.7	
22	19.8	0.997770	28	28.3	

Deneyde kullanılan metalin ağırlığını hesapladığımız hidrojen gazının ağırlığını gaz olarak çıkmasını sağlamıştır. Bu veriden yararlanarak, 1.008 g hidrojen gazının oluşumunu sağlayacak metalin ağırlığı hesaplanabilir ki bu metalin eşdeğer ağırlığıdır.

DENEYSEL KISIM :

Deneyde Kullanılacak Madde ve Malzemeler :

- Destek
- Kıskaç
- 250 mL. Beher
- Saf su
- Piset
- 50 mL lik eudiometre
- İnce bakır tel
- 10 mL. pipet
- Üç yollu puar
- Eudiometrenin açık ucuna uygun delikli mantar



Şekil 1 : Eudiometre içindeki basınçlar ve dış basınç.

Video 1 : Denede kullanılacak malzemeler.

[Düşük Çözünürlüklü Video](#)



Video 2 : Magnezyum metalinin hassas terazi ile tartılması

[Düşük Çözünürlüklü Video](#)



Video 3 : 1.006 dış atmosfer basıncı ve 21 °C de magnezyum metalinin seyreltik HCl asit ile tepkimesi.

[Düşük Çözünürlüklü Video](#)

- 3-4 cm hidrojenden aktifliği daha yüksek bir metal (Mg, Al, Zn v.b.). Bu deneyde magnezyum metali kullanılmıştır.
- derişik HCl
- Barometre
- Termometre

Deneyin Yapılışı :

1. 3-4 cm. metal şeriti (bu deneyde magnezyum metali) hassas terazi ile virgülden sonra 4 basamak hassas olarak tartın (Video 1).
2. Tattımını aldığımız metali bakır telle tutturun. Telin diğer ucunu eudiometreye uygun delikli mantarın içinden geçirin (Şekil 1a).
3. Eudiometreye 4-6 mL. der. HCl koyun.
4. Eudiometreyi hafifçe eğik tutarak yavaşça ve dikkatlice bir piset yardımı ile saf su ile doldurun. Bu sırada yoğunluğu fazla olan asit su ile hemen homojen karışmayacak ve eudiometrenin alt kısmında daha yüksek konsantrasyonda bulunacaktır.
5. Eudiometrenin ağızı yukarıdayken eudiometrenin ağızına uygun ve delikli mantar aracılığı eudiometrenin içine Şekil 1-b deki gibi yerleştirin.
6. Delikli mantarın deliği lateks eldiven takılı elinizin işaret parmağı ile kapatarak su bulunan behere yandaki şekilde yerleşin. Ve kısıkaç aracılığı ile desteğe eudiometreyi tutturun (Şekil 2).
7. Bu durumda eudiometrenin dibinde bulunan der. HCl çözeltisinin yoğunluk farkı nedeni ile karışarak aşağı doğru indiğini eudiometreyi gözlediğinizde anlayacaksınız. Asit metal parçaya ulaştığında tepkime başlayacaktır.
8. Tepkime bittiğinde metal artmışsa artan metal ağırlığını tartarak kullanılan metal ağırlığını belirleyin.
9. Çıkan hidrojenin düzeltilmiş basıncını bulun (Eşitlik 2). Video 2'de deneyin yapıldığı gün günün atmosfer basıncı 1.006 atm. dir.
10. Çıkan hidrojenin ağırlığını hesaplayın. Video 2 de deneyin yapıldığı gün laboratuvar sıcaklığı 21 °C dir. (Eşitlik 3).
11. 1.008 g hidrojen çıkartacak metalin eşdeğer ağırlığını hesaplayın.
12. Metalin atom ağırlığını tablolardan bularak, bulduğunuz değeri metalin eşdeğer ağırlığına bölünüz. Elde ettiğiniz değer metalin değerliğine eşittir. Bu değer beklediğiniz değere ne kadar yakındır? Fark meydana geldiyse bu farkın nelerden kaynaklanabileceğiniz tartışınız.

Yapmış olduğunuz tüm hesaplamaları ayrıntıları ile raporunuzda gösteriniz.

Kimyasal Kinetik

DENEY 9 : Kimyasal Kinetik

Deneyin Amacı : Öğrenciler ders sonunda reaksiyon hızını etkileyen faktörleri deney yaparak belirleyecek ve her faktörün eskisini açıklayabileceklerdir.

TEORİK BİLGİ :

Kimyasal reaksiyonda yer alan bir türün ortamdaki miktarı zaman ile değişir. Birim zamandaki türün değişim miktarı o türün değişim hızı olarak ifade edilebilir. Ortamdaki türün değişimi kütle, konsantrasyon, hacim, basınç v.b. şekilde izlenebilir. Zaman ise saniye, dakika, saat, yıl v.b. şekilde alınabilir. Ortamdaki türün değişimi için birim olarak bu anılan büyüklüklerin herhangi biri kullanılabilir. Örneğin; herhangi bir türün değişim hızı $g \cdot s^{-1}$, $mol L^{-1} saat^{-1}$, $atm \cdot dak^{-1}$, $L s^{-1}$ v.b.

Tepkimeye giren türlerin değişimi zamanla azaldığından değişim hızı negatif olarak çıkacaktır. Tepkime sonucu ürünün değişimi zamanla artacağından değişim hızı pozitif olur.



tepkimesi için A ve B zamanla azaldığından değişim hızları negatif değerli olarak çıkarken, C ve D zamanla artıklarından değişim hızları pozitif çıkacaktır. Ayrıca tepkimede yer alan türlerin katsayıları a, b, c ve d birbirlerinden farklı ise değişim hızları da sayısal olarak birbirlerinden farklı olacaklardır. Kimyasal bir reaksiyonun hızını hem pozitif olarak, hem de tepkimeye giren veya çıkan türün değişim hızından bağımsız olarak ifade etmek isteriz. Bu nedenle yukarıdaki tepkime için tepkime hızını türlerden bağımsız olarak hesaplamak için aşağıdaki eşitliği kullanılır.

$$\text{Reaksiyon Hızı} = -\frac{1}{a} \frac{dA}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{dB}{dt} = \frac{1}{c} \frac{dC}{dt} = \frac{1}{d} \frac{dD}{dt} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Böylece reaksiyon hızını bildiğinizde, herhangi bir türün değişim hızını bilirsiniz. Herhangi bir türün değişim hızını bildiğinizde ise diğer türlerin değişimi hızını veya reaksiyon hızını kolayca bulabilirsiniz.

Çarpışma Kuramı : Bu kuramda; kimyasal tepkimeye katılan taneciklerin katı, sert birer küre olduğu ve tepkimenin gerçekleşebilmesi için tepkimeye girecek taneciklerin birbiriyle çarpışması gerektiğini varsayılır. Ayrıca her çarpışmanın tepkimeyle sonuçlanmadığını ve enerjisi ve yönelmesi uygun olan çarpışmaların tepkime verebileceğini öne sürer. Tepkimeye giren moleküllerin çarpışma anındaki doğalarıyla fazlaca ilgilenmez.

Aktifleşmiş Kompleks Kuramı : Bu kuramda; tepkimeye giren taneciklerin ürünlere dönüşümü sırasında atomlar arası uzaklıklara bağlı olarak aldıkları düzenler üzerinde ve yüksek enerjili ve kolayca reaktif veya ürünlere dönüşebilir bir kompleks molekül üzerine yoğunlaşarak tepkimeler incelenir.

Reaksiyon Hızına Etki Eden Faktörler

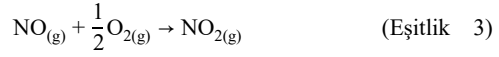
Reaksiyon hızı birçok parametreye bağlı olarak değişim gösterir. Reaksiyon hızını etkileyen parametreler

- Reaktiflerin türü
- Sıcaklık
- Konsantrasyon veya Basınç
- Ortamda bulunan bazı türler (katalizör, inhibitör)
- Heterojen reaksiyonlar için temas yüzeyi
- Reaksiyon ortamının doğası (iyonik şiddet, vizkozite)

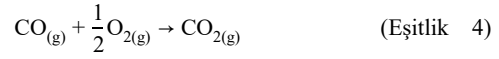
olarak sıralanabilir.

a. Reaktiflerin Türü :

Bir kimyasal olayda, reaksiyona girenlerin atomlar arasındaki bazı bağlar kırılırken, kırılan bağların yeniden düzenlenmesi ile ürünler oluşur. Bu yüzden reaksiyonların hızı, kırılan ya da yeniden oluşan bağların türüne, dolayısıyla bu bağların enerjilerine bağlıdır. Reaksiyonda kırılacak bağ sayısı ne kadar çok ve bağlar ne kadar güçlü ise reaksiyon da o kadar yavaş olacaktır. Örneğin; rensiz azot monoksit gazı, havanın oksijeni ile çok hızlı bir şekilde birleşerek kahverengi bir gaz olan azot dioksiti oluşturur. Bu reaksiyon oda sıcaklığında çok hızlı gerçekleşir.



Buna karşın, otomobillerin egzozlarından ya da bacalardan çıkan karbon monoksit gazının, havanın oksijeni ile birleşerek karbon dioksiti oluşturması oldukça yavaştır.



Bu iki reaksiyon denklemi dikkatle incelenirse, reaksiyona girenlerin ve ürünlerin molekül yapılarının büyük bir benzerlik gösterdiği görülür. Her iki reaksiyon aynı sıcaklık ve ortamda gerçekleşmesine karşın, hızları birbirinden farklıdır. Bu farklılık; NO ve CO moleküllerindeki azot - oksijen, karbon - oksijen bağ enerjilerinin farklılığından ileri gelir.

b. Sıcaklığın Etkisi :

Basit bir mekanizmaya sahip reaksiyonlarda reaksiyon hızlarının sıcaklık ile değişimi incelendiğinde; reaksiyon hızının sıcaklık artışı ile arttığı görülür. 1889 yılında Svante Arrhenius bugün Arrhenius Eşitliği adı ile bildiğimiz

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (\text{Eşitlik 5})$$

eşitliğini önermiştir. Bu eşitlikte reaksiyon hızı ile doğru orantılı olan reaksiyon hız sabiti k' nın sıcaklığa nasıl bağlı olduğu görülmektedir. Bu eşitlikteki A ; frekans faktörü olup moleküler çarpışmaların sayısı ile ilişkilidir. Ancak üstel terimde yer alan E_a ; aktivasyon enerjisi olarak adlandırılıp sayısal değeri ne kadar büyük olursa reaksiyon hızı ile ilişkili olan k nın o kadar küçük olmasına neden olacaktır. Denklemden yer alan T ise ne kadar büyük değere sahip olursa, E_a/RT oranı o kadar küçülür. Reaksiyon hızı da o ölçüde artış gösterir. Moleküllere hız dağılımlarına ilişkin Maxwell-Boltmann dağılımı

$$P_u = \frac{dN/N}{du} = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} u^2 e^{-\frac{1}{2}mu^2/kT} \quad (\text{Eşitlik 6})$$

eşitliği ile bilinir. Bu eşitlikte m kütleli ve T sıcaklığındaki moleküllerin, ortalama hız (u) dağılımını göstermektedir. Eşitlik 6'e ilişkin N_2 gazı için moleküller hızlara karşı moleküllerin kesri Şekil 1 de görülmektedir. Şekil 1 den de görüldüğü gibi sıcaklık artışı ile reaksiyon verebilecek moleküllerin sayısı artmaktadır.

c. Konsantrasyon Etkisi :

Konsantrasyonun kimyasal reaksiyon hızına etkisini açıklamak için çarpışma teorisinden yararlanılır.

Birim hacimdeki reaktif taneciklerin miktarının artması ile bu hacim içerisindeki reaktif moleküller arasındaki çarpışma sayısı artar. Bu da ürün ile sonuçlanacak çarpışmaların olasılığını arttırdığından, konsantrasyon artışı ile reaksiyon hızı artar. Şekil 2 deki A, B, C den görüldüğü gibi ortamdaki türlerden birinin konsantrasyonu artarsa birim hacimde artan tanecik sayılarının katlarına bağlı olarak reaksiyon hızında A daki reaksiyon hızına göre B de 2 kat, C de 3 kat artacaktır. Hem A nın hem de B nin sayısı arttıkça A ya göre; D de hız 4 kat artarken, E de 6 kat, F de ise 9 kat artış gösterecektir (Şekil 2).

A ve B maddesinin konsantrasyonları ile orantılı olan reaksiyon hızı için hız eşitliği;

$$v = k[A][B] \quad (\text{Eşitlik 7})$$

şeklinde ise; Şekil 2 A da birim hacimdeki A ların sayısı B lerin sayısına eşit olduğundan A nın konsantrasyonu B nin konsantrasyonuna eşit olacaktır ($[A]=[B]$). Eşitlik 7 için;

$$v = k[A]^2 \quad (\text{Eşitlik 8})$$

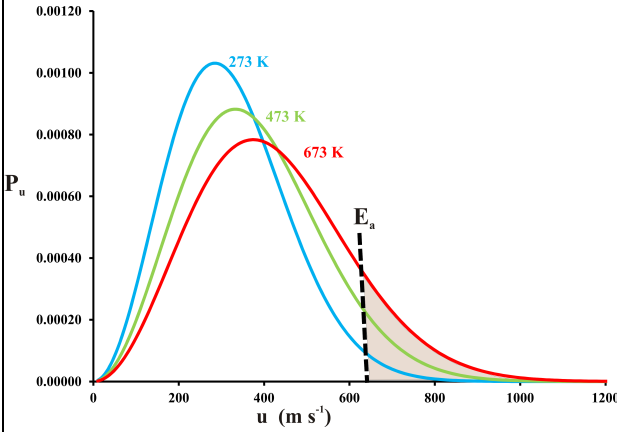
Şekil 2 B için birim hacimdeki A ların sayısı B lerin sayısının yarısı kadersa ($2[A]=[B]$)

$$v = k[A](2[A]) = 2k[A]^2 \quad (\text{Eşitlik 9})$$

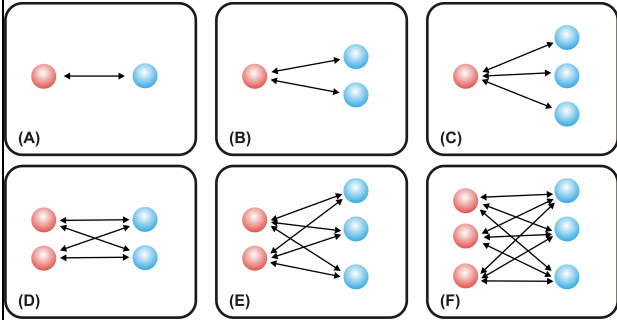
Şekil 2 C için birim hacimdeki A ların sayısı B lerin sayısının üçte biri kadersa ($3[A]=[B]$)

$$v = k[A](3[A]) = 3k[A]^2 \quad (\text{Eşitlik 10})$$

olarak bulunur. Benzer düşünce ile Şekil 2D de, Şekil 2A ya göre her bir türün birim hacimdeki miktarı 2 katına çıkmıştır ($2[A]=2[B]$).



Şekil 1 : N_2 gazı moleküllerinin üç farklı sıcaklıktaki moleküllerin ortalama hız (u) dağılımları. P_u ,değerleri ve E_a enerjisine sahip moleküllerin sayısının sıcaklık ile değişimi.



Şekil 2 : Birim hacimdeki basit reaksiyona katılan taneciklerin sayılarının artması ile çarpışma olasılıklarındaki artışlar.

$$v = k(2[A])(2[A]) = 4k[A]^2 \quad (\text{Eşitlik 11})$$

olduğundan reaksiyon Şekil 2 A dakine göre 4 katına çıkmıştır. Şekil 2 E de ise; Şekil 2 A ya göre birim hacimdeki taneciklerin sayısı ile ilgili olarak yukarıdaki düşünceler ışığında $3[A]=2[B]$ ilişkisi kurulabilir. Bu nedenle Şekil F deki reaksiyon hızı

$$v = k(3[A])(2[A]) = 6k[A]^2 \quad (\text{Eşitlik 12})$$

olup Şekil 2A ya göre 6 kat daha hızlı gerçekleşecektir. Şekil 2 F de ise reaksiyon hızı;

$$v = k(3[A])(9[A]) = 9k[A]^2 \quad (\text{Eşitlik 13})$$

olarak bulunabilir. Bu hız Şekil 2 A daki reaksiyon hızına göre 9 kat daha hızlıdır.

d. Ortamda Bulunan Bazı Türlerin Etkisi (Katalizörün Etkisi) :

Reaksiyon hızını etkileyen parametrelerden yukarıda söz ettik. Bu parametrelerden bir diğeri de katalizördür. Katalizörler reaksiyon hızını arttıran fakat reaksiyon sırasında miktarları pratik olarak değişmeyen maddelerdir. Katalizörlerin reaksiyon hızını değiştirmeleri;

- Geçiş hali enerjisini düşürerek aktivasyon enerjisini azaltırlar. Böylece Eşitlik 5 teki aktivasyon enerjisinin azalması sonucu sıcaklık değişmemesine rağmen reaksiyon hız sabitinin değeri artar. Bunu Şekil 1 de görülen aktivasyon enerjisinin azalması sonucu reaksiyona girebilecek moleküllerinin kesrinin artmasının bir sonucu olarak da düşünebilirsiniz.
- Katalizörün diğeri bir çalışma yolu ise reaksiyon mekanizmasını tamamen değiştirerek daha düşük bir geçiş hali üzerinden reaksiyonun tamamlanmasını sağlayabilirler.

Bazı reaksiyonların daha hızlı ilerlemesi için asitler veya bazlar katalizör olarak kullanılabilir. Bu katalizörler ortamda homojen olarak dağılarak çalışırlar. Bazı katalizörler ise reaksiyon ortamında homojen olarak dağılmaz ve reaksiyon katalizör yüzeyindeki reaktif türlerin konsantrasyonlarına bağlı olarak ya da katalizör yüzeyinde mekanizmada yer aldığı adımlar üzerinden ilerler. Pek çok biyokimyasal süreç enzim adı verilen katalizörler ile katalizlenmiş reaksiyon adımları üzerinden gerçekleşir.

Hidrojen peroksit oda şartlarında kendi kendine ve yavaşça su ve oksijen vererek aşağıdaki reaksiyona göre parçalanır.



Hidrojen peroksit çözeltisine iyodür iyonları eklenirse ortamdaki iyodür iyon konsantrasyonu değişmemesine rağmen hidrojen peroksitin parçalanma hızının arttığı görülür. Bu reaksiyon için iyodür iyonları katalizör olarak çalışır.

Bazı maddeler ise katalizörlerin aksine reaksiyon hızını yavaşlatabilir. Bu tür maddeler inhibitör olarak adlandırılır.

e. Heterojen Reaksiyonlar İçin Temas Yüzeyinin Etkisi :

Reaksiyonun gerçekleşmesinin birinci koşulu girenlerin birbirleriyle çarpışmasıdır. Taneciklerin hareket edebildiği sıvı ve gaz hali ile çözelti ortamı çarpışma için elverişlidir. Ancak girenlerden biri katı ise reaksiyonu başlatmak ve devamını sağlamak son derece güçtür. Çünkü katı maddenin tanecikleri yer değiştiremez ve bu yüzden çarpışma sayısı nispeten azdır. Çarpışma sayısını artırmanın yolu, katının, diğeri giren (sıvı, gaz ya da çözeltideki iyon) ile temas eden yüzeyini büyütmektir. Temas yüzeyi büyüyünce katı giren ile diğeri giren arasındaki çarpışma sayısı artacağından reaksiyon daha hızlı gerçekleşir.

f. Reaksiyon Ortamı :

Bir reaksiyonun hızını ortamın iyonik şiddeti, viskozitesi veya ortamdaki çözününün dielektrik sabiti değiştirebilir.

DENEYSEL KISIM :

Deneyde Kullanılacak Madde ve Malzemeler :

- Aktifliği hidrojenden daha yüksek iki farklı metal (Mg, Al, Zn v.b.)
- NaHCO_3 (Toz ve hap şeklinde)

- derişik HCl
- derişik H₂O₂
- 0.1 M KI çözelişi
- Renklendirilmiş yoğunluğu sudan düşük organik çözücü
- Saf su
- Piset
- 2 adet 50.0 mL, 1 adet 250 mL beher
- Pipet
- İnce bakır tel
- Dereceli silindir
- Termometre
- Baget
- Oda sıcaklığında C saf su
- 10-15 °C saf su
- 50-60 °C saf su
- Kağıt peçete
- Hassas terazi
- Kronometre

Deneyin Yapılışı :

Bu sayfadaki videolarda gösterim kolaylığı olması açısından, aşağıda yer alan a-l arasındaki adımlar herbir metal için ayrı ayrı değil aynı anda yapılmıştır. Deneyleri laboratuvarında uygularken (yüz yüze eğitim sırasında) aşağıdaki gibi teker teker yapmanız verilerin kaydedilmesi ve diğer benzer deneylerdeki tablolar arasında ilişkiler kurmanız açısından daha yararlı olacaktır.

Reaksiyon Hızına Reaktif Türünün Etkisi :

- 7.0 cm. lik iki farklı metali ayrı ayrı birer ince bakır teli ile bağlayın. Metal tek parça ve kolayca bir pens ile çözeltiden uzaklaştırılabilecek ise bakır tel ile bağlamaya gerek yoktur.
- Bakır tel ile bağlamış olduğunuz metalleri bakır tel ile birlikte hassas terazi de tartın. Değerleri Tablo 1 deki m_{ilk} alanına kaydedin. Metalleri bakır tel ile bağlamamışsanız Tablo 1 deki m_{ilk} değeri doğrudan metalin kütlesi olacaktır.
- 50.0 mL lik beher içerisine dereceli silindir ile ölçerek 40.0 mL saf su koyun.
- Herbir beher pipet yardımı ile 10.0 mL. der. HCl ekleyin. Baget yardımı ile karıştırarak çözeltiyi homojen hale getirin.
- Seyreltik asit çözeltisinin sıcaklığını termometre ile ölçün. Okuduğunuz değeri Tablo 1 deki başlık kısmına kaydedin.
- Bakır telin bir ucundan tutarak ilk metali 50.0 mL lik beherde hazırlamış olduğunuz seyreltik asit çözeltisine daldırın ve aynı anda kronometreyi çalıştırın. Metalleri bakır tel ile bağlamamışsanız doğrudan çözeltiye atabilirsiniz.
- Metalin gözle görülür şekilde aşındığında veya küçüldüğünde metali, bakır tel ile veya pens ile asit çözeltisinden uzaklaştırdığımızda kronometreyi durdurun. Geçen süresi Tablo 1 deki Δt alanına kaydedin. Piset yardımı ile metali yıkayın. Metal reaksiyon sırasında tamamen tükenmişse yalnızca geçen süresi Tablo 1 deki Δt alanına kaydedin.
- Yıkamış metali bir kağıt peçete ile kurutun. Tamamen tükenen metal için bu adımı atlayın.
- Bakır tel ile birlikte kalan metali tekrar tartın.
Not : b. maddesinde tartmış olduğunuz m_{ilk} ile şimdi tartığınız m_{son} farkı reaksiyona girmiş metal miktarını gösterecektir. Bakır tel reaksiyona girmedikten fark üzerine etkisi olmayacaktır. Metal tamamen tükenmişse Tablo 1 e m_{son} değerini 0.0000 olarak kaydedin.
- Metalin tükenme hızını $g \cdot s^{-1}$, $mol \cdot s^{-1}$ olarak hesaplayın. Metalin mol sayısını bulmak için metalin atom ağırlığını bilmelisiniz. Eğer kullandığınız bir alaşım ise metalin zaman ile mol sayısı değişimini Tablo 1 de ----- şeklinde doldurun.
- a.-j arasındaki tüm işlemleri ikinci metal için tekrarlayın.
- j adımında elde etmiş olduğunuz değerleri Tablo 1 e doldurarak birbiri ile karşılaştırarak tartışınız.



Video 1 : Mg ve Fe-Al yününün hassas terazi ile tartılması.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)



Video 2 : Benzer şartlarda Mg ve Fe-Al yününün HCl ile tepkimesi.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)



Video 3 : Video 2 nin devamı ve son tartım.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)

Tablo 1 : °C sıcaklığında metalin cinsine bağlı olarak metallerin tükenme hızlarının değişimi.

Deney	Metalin Sembolü	$m_{ilk} / g.$	$m_{son} / g.$	$\Delta m / g.$	$\Delta n / mol$	$\Delta t / s.$	$\frac{\Delta m}{\Delta t}$ g. s ⁻¹	$\frac{\Delta n}{\Delta t}$ mol s ⁻¹
I								
II								

Video 4 : Magnezyum metalinin farklı iki sıcaklıktaki seyreltik HCl çözeltilerindeki tepkime hızı.

Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.

Öğretim Üyesine Not : Metal olarak Al kullanılıyorsa, yüzeydeki oksit tabakası nedeni ile HCl ile tepkime görülmemektedir. Bu nedenle derişik NaOH ile Al tepkimeye sokarak yüzeydeki oksit tabakasını iyice temizleyin. Su ile Al yıkayın kurutup kullanın. Al bekletilirse yüzey yeniden oksitlendiğinden HCl ile tepkime yine yavaş olacaktır.

b. Reaksiyon Hızına Sıcaklığın Etkisi :

Reaksiyon Hızına Reaktif Türünün Etkisi deneyine benzer bir deneydir. Temel fark metallere biri seçilip bu metalin farklı iki sıcaklıktaki seyreltik asit çözeltilerindeki tükenme hızları incelenecektir.

- Reaktif türünde kullandığımız metallere birini seçin.
- Bu metalden 7.0 cm. lik iki parça olarak ince bakır teli ile bağlayın. Metal tek parça ve kolayca bir pens ile çözeltilerden uzaklaştırılabilecek ise bakır tel ile bağlamaya gerek yoktur.
- Bakır tel ile bağlamış olduğunuz metali bakır tel ile birlikte hassas terazide tartın. Değeri Tablo 2 deki m_{ilk} alanına kaydedin. Metallere bakır tel ile bağlamamışsanız Tablo 2 deki m_{ilk} değeri doğrudan metalin kütlesi olacaktır.
- 50.0 mL lik beher içerisine dereceli silindir ile ölçerek 40.0 mL **soğuk saf su** koyun.
- Behere pipet yardımı ile 10.0 mL. der. HCl ekleyin ve baget yardımı ile karıştırarak homojen hale getirin.
- Seyreltik asit çözeltilerinin sıcaklığını termometre ile ölçün. Sıcaklık değerini Tablo 2 deki ilgili alana kaydedin.
- Bakır telin bir ucundan tutarak metali 50.0 mL lik beherde hazırlamış olduğunuz seyreltik asit çözeltilerine daldırın. Ve aynı anda kronometreyi çalıştırın.
- Metal gözle görülür şekilde aşındığında veya küçüldüğünde metali, bakır tel ile veya pens ile asit çözeltilerinden uzaklaştırdığınızda kronometreyi durdurun. Geçen süresi Tablo 2 deki Δt alanına kaydedin. Piset yardımı ile metali yıkayın. Metal reaksiyon sırasında tamamen tükenmişse yalnızca geçen süresi Tablo 2 deki Δt alanına kaydedin.
- Yıkamış metali kağıt peçete ile kurutun. Tamamen tükenen metal için bu adımı atlayın.
- Bakır tel ile birlikte kalan metali tekrar tartın. Not : b. maddesinde tartmış olduğunuz m_{ilk} ile şimdi tartığınız m_{son} farkı reaksiyona girmiş metal miktarını gösterecektir. Bakır tel reaksiyona girmediğinden fark üzerine etkisi olmayacaktır. Metal tamamen tükenmişse Tablo 2 e m_{son} değerini 0.0000 olarak kaydedin.
- Metalin tükenme hızını g. s⁻¹, mol s⁻¹ olarak hesaplayın. Metalin mol sayısını bulmak için metalin atom ağırlığını bilmelisiniz. Eğer kullandığınız bir alaşım ise metalin zaman ile mol sayısı değişimini Tablo 2 de ----- şeklinde doldurun.
- Aynı metalin Reaktif türü etkisinde elde etmiş olduğunuz sonuçlarla karşılaştırınız.

Tablo 2* : metalinin sıcaklığa bağlı olarak tükenme hızının değişimi.

Deney	t / °C	$m_{ilk} / g.$	$m_{son} / g.$	$\Delta m / g.$	$\Delta n / mol$	$\Delta t / s.$	$\frac{\Delta m}{\Delta t}$	$\frac{\Delta n}{\Delta t}$
-------	--------	----------------	----------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------------------	-----------------------------



Video 5 : Magnezyum metalinin farklı iki farklı konsantrasyondaki HCl çözeltilerindeki tepkime hızı.

Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.

							g. s ⁻¹	mol s ⁻¹
I								
III								

* Bu tabloyu yüz yüze eğitim sırasında elde ettiğiniz verilere göre doldurunuz.

Tablo 2 :** metalinin sıcaklığa bağlı olarak tükenme hızının değişimi.

Deney	t / °C	m _{ilk} / g.	m _{son} / g.	Δm / g.	Δn / mol	Δt / s.	$\frac{\Delta m}{\Delta t}$ g. s ⁻¹	$\frac{\Delta n}{\Delta t}$ mol s ⁻¹
III								
IV								

** Bu tabloyu Video 4 de yer alan verileri kullanarak doldurunuz.

c. Reaksiyon Hızına Konsantrasyonun Etkisi :

- Reaksiyon Hızına Sıcaklığın Etkisi deneyinde kullandığınız metalden 7.0 cm. alarak ince bakır teli ile bağlayın. Metal tek parça ve kolayca bir pens ile çözeltiden uzaklaştırılabilecek ise bakır tel ile bağlamaya gerek yoktur.
- Bakır tel ile bağlamış olduğunuz metali bakır tel ile birlikte hassas teraziyi de tartın. Değeri Tablo 3 deki m_{ilk} alanına kaydedin. Metalleri bakır tel ile bağlamamışsanız Tablo 3 deki m_{ilk} değeri doğrudan metalin kütlesi olacaktır.
- 50.0 mL lik beher içerisine dereceli silindir ile ölçerek 40.0 mL saf su koyun.
- Behere pipet yardımı ile 5 mL. der. HCl veya 20 mL. der. HCl ekleyin. ve babet yardımı ile karıştırarak homojen hale getirin.
NOT : Ne kadar asit eklemeniz gerektiğine I nolu deneyden seçmiş olduğunuz metalin asit ile tepkime hızına bakarak karar verin. Video 5 de reaksiyonun daha yavaş ilerlemesi için asit konsantrasyonunun azalması için diğer deneylerde alınan 10.0 mL. yerine 5 mL derişik HCl alınması tercih edilmiştir.
- Seyreltik asit çözeltilerinin sıcaklığını termometre ile ölçün.
Not : sıcaklık ne kadar Kimyasal reaksiyon Hızına Reaktif Türünün Etkisi deneyindeki sıcaklığa yakın olursa deneyin o kadar doğru çıkacağını unutmayın.
- Bakır telin bir ucundan tutarak ilk metali 50.0 mL lik beherde hazırlanmış seyreltik asit çözeltilisine daldırın. Ve aynı anda kronometreyi çalıştırın. Metalleri bakır tel ile bağlamamışsanız doğrudan çözeltiliye atabilirsiniz.
- Metalin gözle görülür şekilde aşındığında veya küçüldüğünde metali, bakır tel ile veya pens ile asit çözeltilisinden uzaklaştırdığınızda kronometreyi durdurun. Geçen süresi Tablo 3 deki Δt alanına kaydedin. Piset yardımı ile metali yıkayın. Metal reaksiyon sırasında tamamen tükenmişse yalnızca geçen süresi Tablo 3 deki Δt alanına kaydedin.
- Yıkamış metali bir kağıt peçete ile kurutun. Tamamen tükenen metal için bu adımı atlayın.
- Bakır tel ile birlikte kalan metali tekrar tartın. Not : b. maddesinde tartmış olduğunuz m_{ilk} ile şimdi tartığınız m_{son} farkı reaksiyona girmiş metal miktarını gösterecektir. Bakır tel reaksiyona girmediğinden fark üzerine etkisi olmayacaktır. İlgili değerleri Tablo 3 deki alanlara yazın. Metal tamamen tükenmişse Tablo 3'e m_{son} değerini 0.0000 olarak kaydedin.
- Metalin tükenme hızını g. s⁻¹, mol s⁻¹ olarak hesaplayın. Metalin mol sayısını bulmak için metalin atom ağırlığını bilmelisiniz. Eğer kullandığınız bir alaşım ise metalin zaman ile mol sayısı değişimini Tablo 3 de ---- şeklinde doldurun.

k. Tablo 3 ü doldurarak değerleri birbiri ile karşılaştırın.

Tablo 3* : metalinin asit konsantrasyonuna bağlı olarak tükenme hızının değişimi.

Deney	der. HCl / ml.	$m_{ilk} / g.$	$m_{son} / g.$	$\Delta m / g.$	$\Delta n / mol$	$\Delta t / s.$	$\frac{\Delta m}{\Delta t}$ g. s ⁻¹	$\frac{\Delta n}{\Delta t}$ mol s ⁻¹
I								
IV								

* Bu tabloyu yüz yüze eğitim sırasında elde ettiğiniz verilere göre doldurunuz.



Şekil 3 : Toz NaHCO₃ dan pellet şeklinde NaHCO₃ hazırlamak için kullanılan pellet

hazırlama seti.



Şekil 4 : Toz numuneleri pellet haline getirmek için yüksek basınç sağlayan hidrolik pres.



Şekil 5 : Ağat havan içindeki ince toz halindeki NaHCO₃ ın pellet haline gelmiş şekli

petri kabında görülmektedir.



Video 6 : Toz ve pellet şeklindeki NaHCO₃ ın hassas terazi ile tartılması.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)



Tablo 3** : metalinin asit konsantrasyonuna bağlı olarak tükenme hızının değişimi.

Deney	der. HCl / ml.	$m_{ilk} / g.$	$m_{son} / g.$	$\Delta m / g.$	$\Delta n / mol$	$\Delta t / s.$	$\frac{\Delta m}{\Delta t}$ g. s ⁻¹	$\frac{\Delta n}{\Delta t}$ mol s ⁻¹
V								
VI								

** Bu tabloyu Video 5 de yer alan verileri kullanarak doldurunuz.



Video 6 : Magnezyum metalinin HCl ile tepkimesinin ekzotermik bir tepkime olduğunu göstermek için bilgi amaçlı hazırlanmıştır. Deneyler sırasında sıcaklığın neden değiştiği hakkında fikir verecektir.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)

d. Temas Yüzeyinin Reaksiyon Hızına Etkisi :

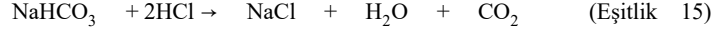
Deneyin bu kısmında yüzey alanının reaksiyon hızına etkisi incelenecektir. Bu amaçla Şekil 3 de görülen toz örneklerden pellet hazırlama seti ve Şekil 4 de görülen hidrolik pres kullanılarak, ağat havanda NaHCO₃ iyice toz haline getirildikten sonra petri kabında görüldüğü gibi pellet olarak şekillendirilmiştir (Şekil 5).

- Hassas terazide 0.5 - 1.0 g civarındaki katı pellet şeklindeki NaHCO₃ tartınız (Video 6).
- Hassas terazide tartığınız katı NaHCO₃ kadar, toz NaHCO₃ tan tartınız (Video 6).
- 250 mL. lik 2 adet beher alınız (Video 7).
- 100 mL dereceli silindirin içine 10 mL pipet ve puar aracılığı ile 3.0 mL derişik HCl lik koyun ve saf su ile 100 mL ye yavaş yavaş tamamlayarak 250 mL. lik birinci behere boşaltın . Dereceli silindire 100 mL. daha saf su ekleyerek aynı 250 mL. lik behere ekleyin (Video 7). ("Asit üzerine su eklenmez", bilginizi düşünerek hata yapıldığını düşünebilirsiniz. Ancak bu şartlarda ve yavaşça su eklendiğinden herhangi bir problem çıkmayacaktır.)

Video 7 : Toz ve pellet şeklindeki NaHCO₃ in seyreltik HCl ile tepkimesi.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)

- e. 100 mL dereceli silindirin içine 10 mL pipet ve puar aracılığı ile 3.0 mL derişik HCl lik koyun ve saf su ile 100 mL ye yavaş yavaş tamamlayarak 250 mL. lik ikinci behere boşaltın. Dereceli silindire 100 mL. daha saf su ekleyerek aynı 250 mL. lik behere ekleyin (Video 7).
- f. Baget kullanarak beherlerdeki seyreltik asit çözeltilerini karıştırarak iyice homojenleştigine emin olunuz (Video 7).
- g. Aynı anda beherlerden birine katı pellet halindeki NaHCO₃ i, diğerine de toz halindeki NaHCO₃ i ekleyerek süreyi başlatın (Video 7).
- h. Her iki beher içinde CO₂ gaz çıkışının bittiği zamanı kaydedin.



denkleminde göre reaksiyon gerçekleştiğinden aşağıdaki Tablo 4 deki boşlukları uygun şekilde doldurun.

Tablo 4 : Farklı yüzey alanına sahip NaHCO₃ in seyreltik HCl ile tepkimeleri için kinetik veriler ve elde edilen sonuçlar.

Deney	Δm^* / g.	Δn^{**} / mol	Δt / s.	$\frac{\Delta m}{\Delta t}$ g. s ⁻¹	$\frac{\Delta n}{\Delta t}$ mol s ⁻¹
Toz NaHCO ₃					
Katı NaHCO ₃					

* Reaksiyona giren NaHCO₃ kütlesi, ** Reaksiyona giren NaHCO₃ mol sayısı,

Tablo 5 : NaHCO₃ + HCl tepkimesi sonucu CO₂ oluşum hızı. (Tablo 4 ve Reaksiyon denkleminde hareketle elde edilmiş verilerden)

Deney	Δm^* / g.	Δn^{**} / mol	Δt / s.	$\frac{\Delta m}{\Delta t}$ g. s ⁻¹	$\frac{\Delta n}{\Delta t}$ mol s ⁻¹
Toz NaHCO ₃					
Katı NaHCO ₃					

* Reaksiyondan çıkan CO₂ kütlesi, ** Reaksiyondan çıkan CO₂ mol sayısı,

NaHCO₃ tükenme, CO₂ üretilme hızını dikkate alarak her iki reaksiyon hızını hesaplayarak değerleri birbiri ile karşılaştırınız.



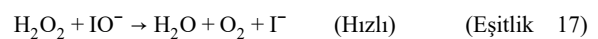
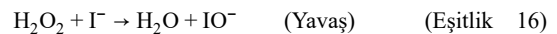
Video 8 : H₂O₂ nin I⁻ katalizörlüğünde parçalanması. Reaksiyon ortamına

5.0 mL. derişik H₂O₂ 0.1 M 5.0 mL KI çözeltisi konulmuştur.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)

e. Katalizörün Reaksiyon Hızına Etkisi :

H₂O₂ sulu çözeltileri şeklinde bulunur. H₂O₂ sulu çözeltilerinde kendi kendine H₂O ve O₂ vererek yavaşça parçalanır. H₂O₂ sulu çözeltilerine I⁻ eklenirse parçalanması hızlanır. Yapılan çalışmalarda I⁻ ün katalizör olarak çalıştığı bulunmuştur. Olay için önerilen reaksiyon mekanizması Eşitlik 16 ve Eşitlik 17 deki gibidir. İki eşitlikte görüldüğü gibi reaksiyona ilk adımda katılan I⁻, ikinci adımda ürün olarak I⁻ çıkmaktadır. Bu nedenle pratik olarak çözeltilerdeki I⁻ iyonu sabit kalır. Bu nedenle katalizör olarak çalıştığı görülür.



Bu kısımda katalizörün reaksiyon üzerine etkisi incelenecektir.

Video 8 İşlemler

Öğretim Üyesine Not :

Videodaki sistemi kullanmak yerine pratik sistem önerisi, 100 mL mezür içinde;

- Derişik H_2O_2 dan 20 mL koyun,

- 10 mL. su ekleyin.

- İçinde sıvı sabun çözmüş olduğunuz sabun çözeltisinin köpüksüz kısmından 1-2 mL karışıma köpürtmeden ekleyin.

- 1.0 M KI çözeltisinden 10 mL ekleyip, köpürtmeden karıştırın.

- Köpüklerin 50 mL çizgisinden 100 mL çizgisine gelme zamanını belirleyin.

- Deneyi 10 mL H_2O_2 , 10 mL. su ekleyin., 1-2 mL sabun çözeltisi, 10 mL KI ekleyerek deneyi yenileyin. - Deneyi 20 mL H_2O_2 , 10 mL. su ekleyin., 1-2 mL sabun çözeltisi, 20 mL KI ekleyerek deneyi yenileyin.

Video 9 : H_2O_2 nin I^- katalizörülüğünde parçalanması. Reaksiyon ortamına 5.0 mL. derişik H_2O_2 0.1 M 2.5 mL KI çözeltisi konulmuştur.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)



Video 10 : H_2O_2 nin I^- katalizörülüğünde parçalanması. Reaksiyon ortamına 2.5 mL. derişik H_2O_2 0.1 M 5.0 mL KI çözeltisi konulmuştur.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)



Video 11 : H_2O_2 nin I^- katalizörülüğünde parçalanması. Reaksiyon ortamına yakından görüntülenmiştir.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)



Video 12 : H_2O_2 in I^- ile hızlı reaksiyonu.

(1) Erlene derişik H_2O_2 eklenmiş,

(2) Erlene çıkan oksijenin köpük oluşturması için bulaşık deterjanı eklenmiş, (3) Baget ile köpürtülmeden içerik karıştırılmış

(4) Derişik KI çözeltisi eklenerek reaksiyon başlatılmıştır.

[Düşük Çözünürlüklü Video İçin Tıklayınız.](#)

a. Deney tübüne 20 mL renklendirilmiş organik çözücü koyun.

Not : Reaksiyon üzerine herhangi bir etkisi yoktur. Çıkan oksijen nedeni ile sıvının ince cam boruda yükselme hızını takip etmek için kullanılmıştır.

b. Deney tüpündeki renklendirilmiş organik çözücü üzerine 5 mL derişik 5.0 mL H_2O_2 ilave edin.

Not : Yoğunluğu organik çözücünden fazla olduğundan organik çözücünün altına inecektir.

c. Deney tüpündeki renklendirilmiş organik çözücü üzerine 20 mL saf su ilave edin.

Not : Suyun yoğunluğu organik çözücünden daha fazla olduğundan organik fazın altına inerek H_2O_2 ile karışarak, H_2O_2 konsantrasyonunu azaltacaktır.

d. Deney tüpündeki renklendirilmiş organik çözücü üzerine 5 mL 0.1 M KI çözeltisinde ilave edin.

Not : KI çözeltisinin yoğunluğu organik çözücünden daha fazla olduğundan organik fazın altına inerek seyrelmiş H_2O_2 ile karışarak, reaksiyon başlayacaktır.

e. Deney tüpün lastik tıp ile kapatıp 1-2 kez alt üst ederek sulu fazı homojen hale getirin. lastik tıpayı açın.

f. Deney tüpüne üzerinde derecelendirilmiş cam boru bulunan lastik tıpayı hava kaçırmayacak şekilde deney tüpüne takın.

Not : oksijen gazı çıktıkça renkli organik fazı itekleyeceğinden, renkli organik faz yavaş yavaş cam boruda yükselecektir.

g. İlerleyen zamana, karşı cam boruda sıvı seviyesinin yükselişini kaydedin.

h. Reaksiyon hızını birim zamandaki yükseklik olarak hesaplayın.

Video 9 İşlemler

Video 8 deki adımlar Video 9 da b adımı dışında aynı şekilde uygulanmıştır. Bu adımda yalnızca 5.0 mL KI yerine 2.5 mL KI kullanılarak I^- konsantrasyonu yaklaşık olarak yarı yarıya daha azdır.

Video 10 İşlemler

Video 8 deki adımlar Video 10 da b adımı dışında aynı şekilde uygulanmıştır. Bu adımda yalnızca 5.0 mL H_2O_2 yerine 2.5 mL H_2O_2 kullanılarak H_2O_2 yaklaşık yarı yarıya daha azdır. 5.0 mL KI kullanılmıştır.

Reaksiyon hızını birim zamandaki yükseklik olarak hesaplayın.

Reaksiyon hızını birim zamandaki yükseklik olarak hesaplayın.

Video 8, Video 9 ve Video 10 da elde etmiş olduğunuz reaksiyon hız değerlerini birbiri ile karşılaştırarak, raporunuzda sonuçları tartışın.

Video 11 de reaksiyon sistemi yakından görüntülenmiştir.

Tablo 6 : H_2O_2 nin I^- katalizliğinde bozunması. Video 8, Video 9 ve Video 10 daki verilerden yararlanarak tablodaki eksiklikleri doldurunuz.

$V_{H_2O_2} / \text{mL}$	V_{I^-} / mL	$V_{H_2O} + V_{H_2O_2} + V_{I^-}$	$\Delta t / \text{s}$	$\Delta L_{O_2} / \text{birim}$	$\Delta V_{O_2} / \text{mL}$	$\frac{\Delta V_{O_2}}{\Delta t}$ mL. s ⁻¹
5.0	5.0	30.0				

5.0	2.5	27.5				
2.5	5.0	27.5				

NOT : Reaksiyon hızının izlenmesinde kullanılan cam borunun 0-20 birim arası 2.0 mL dir.

Yapmış olduğunuz tüm hesaplamaları ayrıntıları ile raporunuzda gösteriniz.

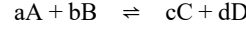
Kimyasal Denge

DENEY 10 : Kimyasal Denge

DENEYİN AMACI : Kimyasal tepkimelerde dengenin, dengeye etki eden faktörlerin ve Le Châtelier ilkesinin kavranması.

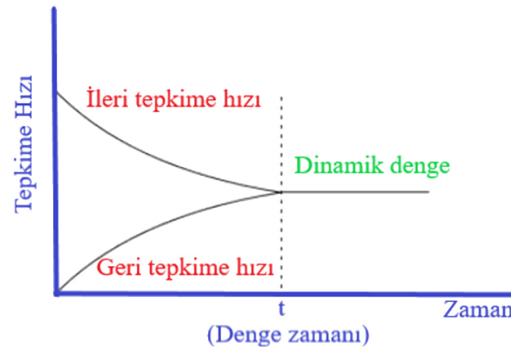
TEORİK BİLGİ :

Bazı kimyasal tepkimeler tek yönlü (tersinmez) bazıları ise çift yönlüdür (tersinir). Tek yönlü reaksiyonlar sonlanabilen yani reaktiflerin tamamen ürünlere dönüştüğü kabul edilen reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlar için geri dönüş yoktur yani aynı şartlarda ürünlerden tekrar reaktifleri elde edilemez (Örnek: nötrleşme tepkimeleri). Çift yönlü yani tersinir reaksiyonlar ise sonlanamayan yani reaktiflerin ancak bir kısmının ürünlere dönüştüğü reaksiyonlardır. Örneğin birçok tuzun suda çözünme reaksiyonu tersinirdir. Aynı şartlarda ürünlerden tekrar reaktifleri elde etmek mümkündür. Bu tip reaksiyonlar aşağıdaki genel gösterimle verilir;

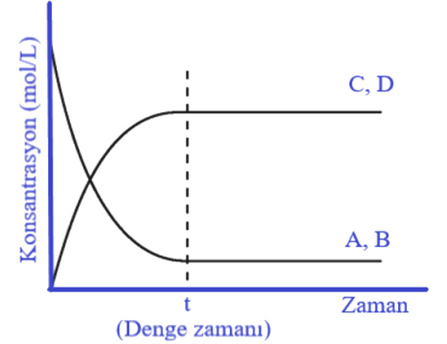


Reaktanlar Ürünler

Tepkime ilerledikçe tepkimeye giren maddelerin (reaktantlar) konsantrasyonunda azalma, ürünlerin konsantrasyonunda artma olur. İlk başta yüksek olan ürün oluşum hızı (ileri yönde gerçekleşen tepkime hızı) reaktantların miktarlarının ürün oluşturmaları nedeniyle azalmasından dolayı zamanla düşerken, reaksiyonun başlangıç anından itibaren reaktantlardan ürün oluşumuna neden olan reaksiyonun tersi de (geri yönde gerçekleşen tepkime hızı) artan bir hızla gerçekleşmeye başlar. Birbirine zıt yönde ilerleyen bu iki tepkimenin hızının eşit olduğu an kimyasal denge kurulur. Yani tepkimeye giren maddelerin ve tepkime sonrası oluşan ürünlerin konsantrasyonlarının değişmeden kaldığı duruma **kimyasal denge** denir. Denge tepkimeleri, tersinir (çift yönlü) tepkimelerdir. Kimyasal dengeye ulaşıldığında reaksiyon ortamındaki maddelerin derişimi tepkime koşulları değişmedikçe sabit kalacağından sanki ortamdaki tüm kimyasal değişmeler sona ermiş gibi düşünülür oysaki birbirine zıt yönde yürüyen her iki reaksiyon da devam etmektedir. Bu nedenle kimyasal denge **Dinamik** bir süreçtir. Böyle tepkimelerde reaksiyonun her iki yönde de gerçekleşebileceğini göstermek için \rightleftharpoons sembolü kullanılır. (Öğrenciler bazen yanlışlıkla bu gösterim yerine rezonans için kullanılan \longleftrightarrow sembolünü kullanırlar. Bu gösterim denge tepkimeleri için doğru değildir.).



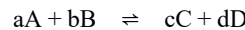
Şekil 1 : İleri ve Geri Yönde İlerleyen Tepkimelerin Tepkime Hızlarının Zamana Göre Değişimi.



Şekil 2 : $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ şeklinde bir reaksiyonun bileşenlerinin zamana göre değişimi.

Şekil 1'de verilen diyagramda ileri ve geri yönde olan tepkimelerin hızı t süre sonra eşitlenmiş ve reaksiyon dengeye ulaşmıştır. Şekil 2'de A ve B reaktantlarının C ve D ürünlerini verdiği bir tersinir tepkimede, bileşen derişimlerinin zamana bağlı olarak değişimi görülmektedir. Burada belli bir t süresinden sonra bileşenlerin derişimlerinin değişmediği, sabit bir değerde kaldığı görülmektedir. İşte bu andan itibaren reaksiyon dengededir (Bu tepkimeye giren maddelerin ve tepkime sonucu oluşan ürünlerin konsantrasyonlarının birbirine eşit olduğu anlamına gelmez. Ancak A, B, C ve D nin konsantrasyonlarının sabit kaldığı anlamına gelir).

Denge Sabiti : Her tersinir tepkime için denge hali birbirinden farklıdır. Bazılarında oluşan ürün konsantrasyonu çok büyük olmasına karşın bazılarında ise bu miktar çok küçük olabilir. Reaksiyonların denge halleri **denge sabiti** denen bir ifade ile anlatılır ve hesaplanır. İleri yöndeki tepkime hız sabitinin, geri yöndeki tepkime hız sabitine oranına ise denge sabiti (K) denir.



Yukarıdaki verilen genel reaksiyonun basit tek mekanizmalı bir reaksiyon olduğunu düşünürsek bu reaksiyon için ileriye doğru olan tepkime hızı

$$\text{İleri Tepkime Hızı} = k_1[A]^a[B]^b$$

ve geriye doğru olan tepkime hızı

$$\text{Geri Tepkime Hızı} = k_g [C]^c [D]^d$$

olarak ifade edilir. Denge de her iki hız birbirine eşit olduğundan

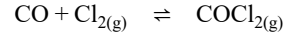
$$k_i [A]^a [B]^b = k_g [C]^c [D]^d$$

eşitlik düzenlenirse

$$\frac{k_i}{k_g} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

elde edilir. İleriye doğru olan tepkimenin hız sabitinin, k_i , geriye olan tepkimenin hız sabitine, k_g , oranı denge sabiti, K_c , olarak isimlendirilir. Buradaki c indisi denge sabitinin türlerin konsantrasyonlarına bağlı olduğunu gösterir.

Örnek 1



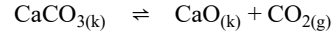
Tepkimesinin 100 °C'de ki denge sabiti

$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = 4.57 \times 10^9 \text{ L. mol}^{-1} \text{ dir.}$$

K'nın oldukça büyük olan değerinden CO ve Cl₂ denge derişimlerinin oldukça küçük olduğu ve COCl₂ sentezinin hemen hemen tam olarak gerçekleştiği sonucuna varırız. Yani sağa doğru olan tepkime hemen hemen tamamlanmıştır.

İki ya da daha çok farklı fazlarda bulunan maddeler arasındaki dengeler heterojen denge olarak adlandırılır. Sabit sıcaklık ve basınçta saf katı ve saf sıvıların derişimleri sabittir. Böyle tepkimelerde saf katı ve saf sıvıların derişim değerleri denge sabiti değerine katılır ve bu maddelerin derişim değerleri denge sabiti ifadesinde görülmez.

Örnek 2



Tepkimesi için $K_c = [\text{CO}_2]$ şeklindedir.

Herhangi bir tepkimenin dengeye ulaşma hızı tepkimedeki maddelerin türüne bağlı olarak çok çok farklı olabilir (mikrosaniyeden binlerce yıla kadar değişen süreler).

Le Châtelier Kuralı ve Dengeyi Etkileyen Faktörler :

Dengede olan bir sisteme yapılan etkinin nitel incelenmesi 1884 yılında Fransız Kimyacı Henri Le Châtelier tarafından yapılmış ve bunun sonucunda öne sürülen kurala Le Châtelier kuralı denilmiştir. Bu kurala göre, dengedeki bir sisteme bir dış etki uygulandığında (madde ilavesi, basınç veya sıcaklık değişikliği vs.) denge bozulur. Sistem dengeye gelmek için o etkiyi azaltacak yönde hareket ederek tekrar dengeye ulaşır. Yani Le Châtelier kuralı, bir etki durumunda dengenin hangi yönde değişeceğini bildirmektedir.

1. Bir reaktantın ya da ürünün ilavesi ya da uzaklaştırılması (Konsantrasyon etkisi):

Dengede olan bir tepkimede, reaktant veya ürünlerden bir miktar ilave edilmesi ya da uzaklaştırılması dengede ki konsantrasyonlardan birinin değiştirilmesi demektir ve dengeye dışarıdan yapılan bir etkidir. Bu da sistemin artık dengede olmadığını göstermektedir. Bu nedenle tepkime bu ilave edilen veya uzaklaştırılan maddenin miktarını azaltacak veya arttıracak yönde ilerler. Buna göre Le Châtelier kuralı, dengenin ileri ya da geri yönde değişeceğini bildirir.

2. Gaz fazı denge reaksiyonlarında hacim (veya basınç) değişimi :

Dengedeki gaz reaksiyonlarında basınçta artışa yol açan bir etki dengeyi gaz moleküllerinin az olduğu tarafa doğru kaydırır. Tepkime denkleminin her iki tarafında aynı mol sayısında reaktant ve ürün ($\Delta n=0$) bulunan dengeler basınç (veya hacim) değişiminden etkilenmezler.

3. Sıcaklıktaki değişme :

Denge karışımının bulunduğu ortam ısıtılır ya da soğutulursa denge değişir. Bu değişikliğin hangi yönde olacağı ise tepkimenin endotermik (ısı alan) ya da ekzotermik (ısı veren) oluşuna göre değişir. Endotermik reaksiyonlarda sıcaklık artışı dengeyi ürünler yönüne kaydırırken, ekzotermik

tepkimelerde girenler yönüne kaydırır. Burada dikkat edilirse sıcaklık değiştirildiğinde, tepkime ortamına herhangi bir madde ilave edilmediği veya herhangi bir madde uzaklaştırılmadığı halde dengedeki derişimler değişmektedir. Bu değişlik denge sabiti ifadesinde değişikliğe neden olur ve kurulan yeni dengede KM değişir.

4. Katalizör ve denge :

Bir denge tepkimesinde kullanılan katalizör hem geri hem de ileri yöndeki tepkimenin hızını aynı ölçüde etkileyeceğinden (arttıracağından) dengedeki derişimlerin değişmesine neden olmaz ancak dengeye ulaşma süresini kısaltır.

DENEYSEL KISIM :

Deneyde Kullanılacak Madde ve Malzemeler :

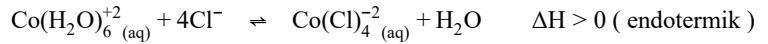
- $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- der. HCl
- Etil alkol
- Saf su
- 0,1 M 50 mL $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi (suda hazırlanmış)
- 0,1 M 50 mL $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi (etil alkolde hazırlanmış)
- Doymuş CaCl_2
- Beher (500 mL. 2 adet)
- Piset
- Termometre
- Isıtıcı
- Buz
- Damlalık

Deneyin Yapılışı :

Bu deneyde; $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2}$ ve CoCl_4^{-2} iyonları arasındaki denge tepkimesi incelenecektir.

► $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$ ve $[\text{CoCl}_4]^{-2}$ İyonlarının Yapısı İçin Tıklayınız.

Bu iyonlar arasındaki denge tepkimesi aşağıda verilmiştir.



Video 1'de; $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ m suda ve etil alkolde 0,1 M 50 mL çözeltileri hazırlanmıştır.



Video 1 : Deneyde kullanılan malzemeler.

Düşük Çözünürlüklü Video [720p](#) [480p](#)



Video 2 : $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2}$ ve

CoCl_4^{-2} kompleks iyonları ve renkleri.

Düşük Çözünürlüklü Video [720p](#) [480p](#)



Video 3 : Pembe renkli çözelti ile derişik HCl dengesi.

Düşük Çözünürlüklü Video [720p](#) [480p](#)



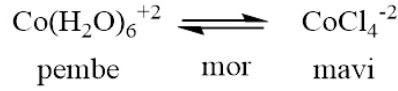
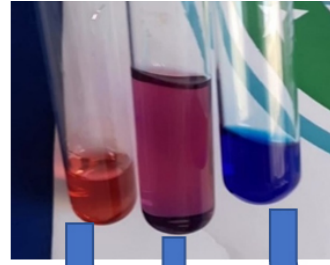
(a)



(b)

Şekil 3 : $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ m (a) suda (b) etil alkoldeki çözeltileri.

Şekil 3' de görüldüğü gibi $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ m suda hazırlanan çözeltisi pembe renklidir. Etil alkolde hazırlanan çözeltisi mavidir. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ m suda çözdüğümüzde Co^{+2} iyonlarının etrafı su molekülleri ile sarılır ve çözeltide $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2}$ iyonları mevcuttur (renk pembedir). Etil alkolde hazırlanan çözeltide ise CoCl_4^{-2} iyonları vardır ve renk mavidir.



Şekil 4 : Çözeltide farklı iyonların varlığında gözlenen renkler (Video 2)



Video 4 : Pembe renkli çözelti ile derişik CaCl_2 dengesi.

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**



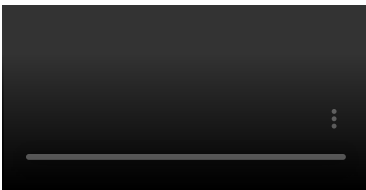
Video 5 : Sıcaklık etkisi (Pembe renkli çözelti).

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**



Video 6 : mavi renkli çözelti üzerine saf su ve HCl eklenmesi.

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**



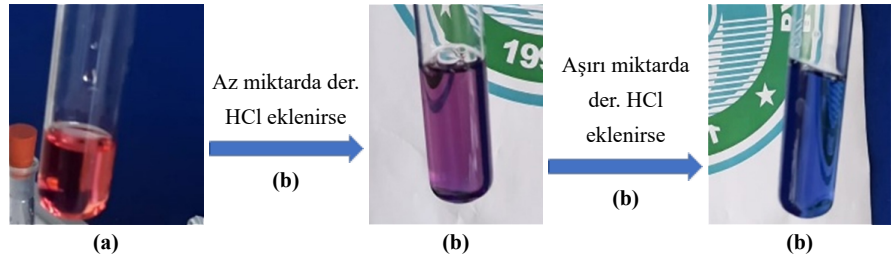
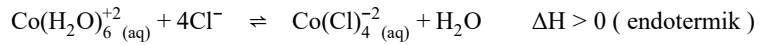
Video 7 : sıcaklık etkisi ve doy. CaCl_2 ilavesi (mavi renkli cozelti)

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**

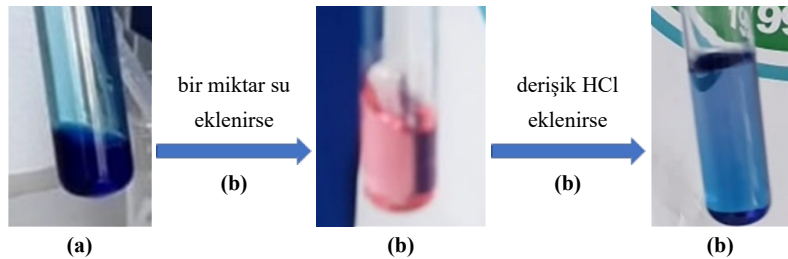
1. Konsantrasyon Etkisinin

a) Saf su ve derişik HCl ilavesi (Video 3 (pembe renkli çözelti) ve video 6 (mavi renkli çözelti)

Kobalt (II) klorür suda çözündüğünde su ile pembe renkli oktahedral (koordinasyon sayısı 6) $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2}$ kompleks iyonunu oluşturur. Ortamdaki H_2O ve Cl^- derişimlerine bağı olarak dengenin konumu değışir.



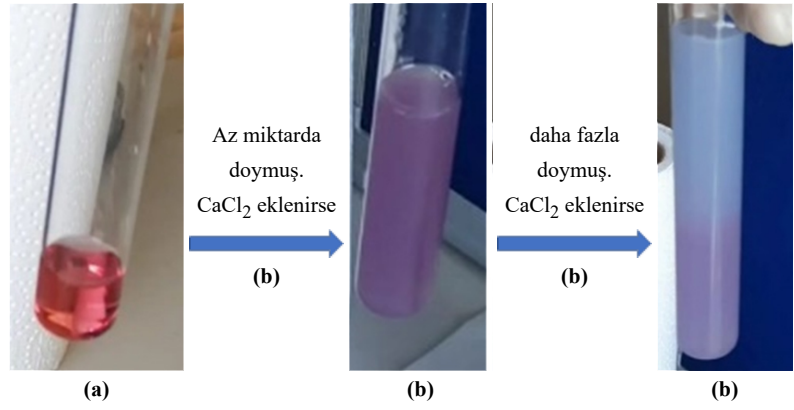
Şekil 5 : Pembe renkli çözelti ($[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$) üzerine derişik HCl ilavesi (Video 3)



Şekil 6 : Mavi renkli çözelti ($[\text{Co}(\text{Cl})_4]^{-2}$) üzerine az miktarda saf su eklenmesinin ardından derişik HCl eklenmesi ile çözelti rengindeki değışim. (Video 6)

b) Saf su ve derişik HCl ilavesi (Video 3 (pembe renkli çözelti) ve video 6 (mavi renkli çözelti) Doymuş CaCl_2 çözeltilisi eklenmesi (video 4 (pembe renkli çöz.) ve video 7.nin sonu (mavi renkli çöz.)

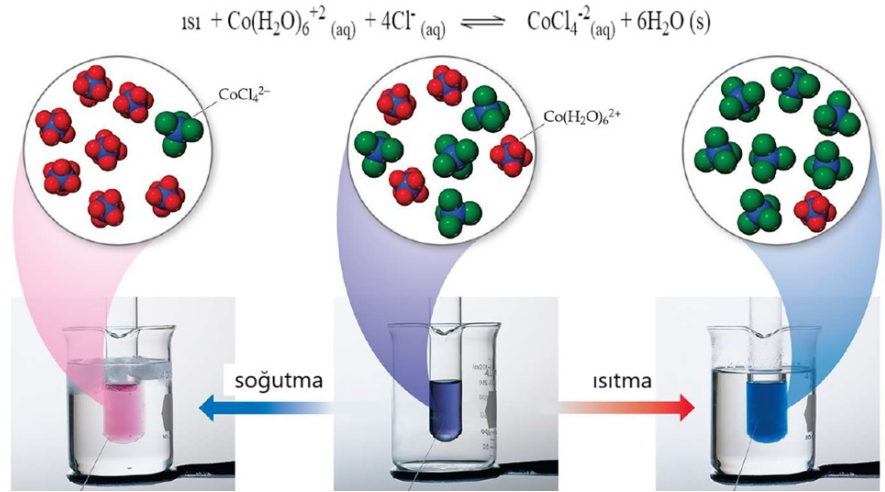
Pembe renkli çözeltiden bir miktar deney tüpüne alınarak renk değışimi gözlenene kadar doymuş CaCl_2 ilave edilmiştir.



Şekil 7 : Pembe renkli çözelti ([Co(H₂O)₆]²⁺) üzerine doymuş CaCl eklenmesi (Video 4)

2. Sıcaklık Etkisi

Deneyde sıcaklık etkisinin incelenmesi amacıyla önce pembe çözelti ile (Video 5) daha sonra da benzer şekilde mavi çözelti ile (Video 7) çalışılmıştır. Bu amaçla ısıtma işlemi için sıcak su (86 °C nin üzerinde) ve soğutma amaçlı buzlu su kullanılmıştır.



Şekil 8 : Sıcaklığın denge tepkimesi üzerine etkisi.

Bu deneyle ilgili aşağıdaki soruların yanıtlarını tartışınız.

- Sistem dengede olduğunda, ileri ve geri reaksiyonun ikisi bir arada meydana gelir mi?
- Her iki reaksiyonun meydana geldiğini düşünüyorsanız, reaksiyon hızları hakkında ne söyleyebilirsiniz?

Termodinamik

DENEY 11 : Termodinamik

DENEYİN AMACI : Bu deney ile basit sistemler kullanılarak öğrencilere; "Termodinamik" kavramı ile "Termodinamik Yasalarının", öğretilmesi amaçlanmıştır.

TEORİK BİLGİ :

Termodinamik kelime anlamı bakımından "*termo*" ve "*dinamik*" sözcüklerinin birleşmesiyle ortaya çıkmıştır. "*Termo*" yunanca ısı, "*dinamik*" ise hareketi ifade eden bir kavramdır.

Termodinamik bir sistemdeki fiziksel dönüşümler veya kimyasal olaylar sonucunda ortaya çıkan enerji değişimlerini inceleyen bir bilim dalıdır. Termodinamik, *dengede* olan bir sistemdeki madde ve enerji alışverişi ile ilgilenir. Bu nedenle denge termodinamiğinden bahsedilir ve ister fiziksel isterse kimyasal olsun, tüm olaylardaki enerji değişimleri dengenin yönü ile ilişkilendirilebilir. Termodinamik olarak denge, sistemin makroskopik özelliklerinde zamanla bir değişimin olmaması durumudur. Dengedeki sistemin çevre ile teması kesildiğinde sistemin halinde bir değişiklik olmamalıdır.

Bir sistemde üç tür denge durumundan bahsedilir, bunlar aşağıdaki gibidir;

- Termal Denge
- Mekanik Denge
- Kimyasal Denge

Termal Denge : Sistemin her tarafında sıcaklığın eşit olması ve zamanla değişmemesi halidir.

Mekanik Denge : Herhangi bir cisme etkiyen bileşke kuvvet ve moment vektörlerinin sıfır olması halidir. Kimyada kuvvet yerine, sabit basınçta bulunan sistemler için de mekanik dengede ifadesi kullanılır.

Kimyasal Denge : Bir kimyasal reaksiyonda reaktant ve ürünlerin konsantrasyonlarının zamanla değişmemesi halidir. (Moleküller kabın içinde hareket etmektedirler. Burada makroskobik özellikler değişiyor ancak mikroskopik özellikler değişmediğinden dengeden söz edilir.)

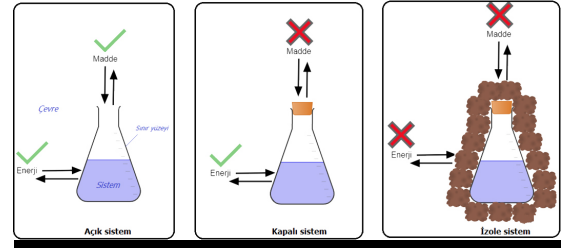
Termodinamikte Sistem ve Türleri

Sistem : Evrenin deney yapmak üzere seçtiğimiz kısmına denir.

Çevre : Sistemin dışında kalan kısmıdır.

Evren : Sistem ve çevrenin bütünü evreni oluşturur.

Sistem ve çevre birbirinden bir duvar ya da sınır ile ayrılabilir. Sistem ve çevre arasındaki sınırın özelliklerine göre sistemler farklı türlerde olabilir. Bunlar temelde üç başlık altında incelenir.



Şekil 1 : Termodinamikte bazı sistem tipleri

Açık Sistem : Sistem ile çevre arasında hem madde alışverişi hem de ısı aktarımı şeklinde enerji alışverişine izin verilir.

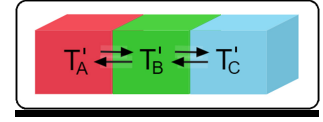
Kapalı Sistem : Enerji aktarımına izin veriliyor ancak madde geçişine izin verilmiyor.

İzole Sistem : Sistemle çevre arasında enerji ve madde alışverişi yoktur.

Termodinamik Yasalar

Termodinamiğin dört yasası vardır. Bunlar kısaca aşağıda açıklanmıştır.

Termodinamiğin Sıfıncı Yasası : Birden fazla sistem arasındaki termal ilişkileri ve sistemlerin birbirleri ile termal olarak denge durumlarını anlatır.



Şekil 2 : Birbirleri ile temas halinde olan, termal dengeye gelmiş üç cisim (T , Kelvin birimindeki sıcaklıklardır.)

Örneğin yukarıda, çevresi ile izole edilmiş A, B ve C gibi üç sistem birbirleri ile temas halinde olduklarında, termodinamiğin sıfıncı yasası gereğince aşağıdaki eşitlikler yazılabilir:

Başlangıçta;

$$T_A > T_B > T_C$$

olsun.

Bir süre sonra *termal denge* sağlandığında cisimlerin son sıcaklıkları; T'_A , T'_B ve T'_C arasında termodinamiğin sıfıncı yasası gereğince aşağıdaki eşitlikler yazılır:

$$T'_A = T'_B \text{ ve } T'_B = T'_C \text{ ise } T'_A = T'_C \text{ dir.}$$

Bu eşitlikler tüm sistemlerin termal olarak dengede olduğunu gösterir. Sistemler arasındaki ısı olarak enerji aktarımı, sıcak olan cisimden soğuk olana doğru kendiliğinden, yani istemli bir şekilde gerçekleşir.

Termodinamiğin Birinci Yasası : İzole bir sistemin toplam enerjisi sabittir ve sistem içinde enerji bir halden, başka bir hale dönüşebilir. Başka bir ifadeyle; enerji yaratılamaz ya da varken yok edilemez ancak bir türden başka bir enerji türüne dönüştürülebilir. Bu yüzden birinci yasa "*enerjinin korunumu yasası*" olarak da bilinir.

Termodinamiğin Birinci Yasası'nın matematiksel olarak gösterimi ise aşağıdaki gibidir:

$$\Delta U = q + w$$

Burada ΔU : İç enerji (toplam enerji) değişimi , q : ısı miktarı , w : iş büyüklüğüdür. Belirli fizikokimyasal şartlarda

bu büyüklükler aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

Örneğin, *sabit hacimdeki* sistemlerde;

$\Delta U = C_v \Delta T$ (C_v :Sabit hacimli sistemlerdeki ısı kapasitesi miktarı, T sıcaklıktır.)

$w = 0$ ($w = -P_{dış} \Delta V$ eşitliği ile verilir. Sabit hacimde $V_1=V_2$ olduğundan $\Delta V = 0$ dır.)

$q = C_v \Delta T$ ($C = mc$ olduğundan $q = mc \Delta T$ olarak da kullanılır.)

Örneğin, *sabit basınçtaki* sistemlerde;

$\Delta U = C_p \Delta T - P_{dış} \Delta V$ (C_p : Sabit hacimli sistemlerdeki ısı kapasitesi miktarıdır.)

$w = -P_{dış} \Delta V$ (Dengedeki sistemlerde ideal bir gaz için, $w = -P_{gaz} \Delta V$ yazılabilir.)

$q = C_p \Delta T$ ($C = mc$ olduğundan $q = mc \Delta T$ olarak da kullanılır.)

(Isı : Enerjinin çevredeki tanecikler aracılığı ile rastgele ve her yöne doğru transferine verilen isimdir. Birimi; cal, J, L atm veya erg olabilir. Yani enerji birimleridir. Fakat ısı bir enerji türü değildir.

Sıcaklık : Bir sistemin moleküllerinin ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür. Sıcaklığı daha yüksek olan ortamın ortalama kinetik enerjisi daha yüksek demektir. Birimi °C veya K cinsinden verilebilir. Termometre ile ölçülür.)

Termodinamiğin İkinci Yasası : "Kendiliğinden meydana gelen olaylarda evrenin entropisi artar." şeklinde tanımlanabilir. Entropi, moleküler düzensizliğin bir ölçüsüdür ve bir sistemin bir halden, başka bir hale kendiliğinden gitmesinin mümkün olup olmadığı hakkında bilgi verir. Entropi "S" harfi ile gösterilir. Bir sistemin entropisi sistemin ilk ve son hallerine bağlı olarak değişim gösterir ve,

$$\Delta S_{sistem} = S_2 - S_1$$

şeklinde gösterilir. Kendiliğinden meydana gelen olaylarda sistemin entropisi artar yani $\Delta S_{\text{sistem}} > 0$ dır. Çevrenin entropi değişimi ise, $\Delta S_{\text{çevre}} < 0$ olur. Toplam entropi değişimi, yani evrenin entropisindeki değişim:

$$\Delta S_{\text{evren}} = \Delta S_{\text{sistem}} + \Delta S_{\text{çevre}}$$

şeklindedir. İzotermal (sabit sıcaklıkta) sistemlerde ise entropi değişimi;

$$\Delta S = \frac{q}{T}$$

eşitliği ile hesaplanır.

Termodinamiğin Üçüncü Yasası : İdeal kristallerin 0 K'de (mutlak sıcaklık : $-273,15 \text{ } ^\circ\text{C} = 0 \text{ K}$) entropileri de sıfırdır. Burada teorik olarak, mutlak sıcaklıkta kusursuz (ideal) kristallerin oluşumunun gerçekleşeceği belirtilir. Sıcaklık artışı ile moleküler olarak düzensizlikler artacağından entropi de artacaktır.

DENEYSEL KISIM :

Deneyde Kullanılacak Madde ve Malzemeler :

- Termometre
- Cam elyafı
- Beher
- Açık uçlu monometre
- Boyar madde çözeltisi (metilen mavisi)
- Cetvel
- Saf su
- Buz
- Damlalık

Deneyin Yapılışı :

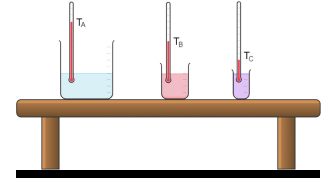
Deney 1

Bu deney termodinamiğin sıfırncı yasası ile ilgilidir. Video 1 ve Şekildeki gibi beherler içerisine farklı sıcaklıklarda sıvılar eklenmiştir.

Video 1 : Termodinamiğin Sıfırncı Yasası deneyi için gereken malzemeler

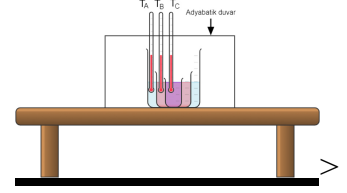
Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**





Şekil 3 :Sıcaklıkları farklı üç sıvı

Beherler aşağıdaki şekilde gibi iç içe yerleştirilir ve dış yüzeyleri uygun bir malzeme ile izole edilir. Yeterli süre sonunda her bir beher içindeki sıcaklıklar ölçülerek not edilir.



Şekil 4 : Termal dengeye getirilen sıvılar

Tablo 1

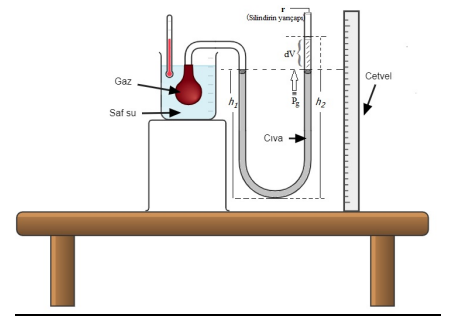
: Termodinamiğin Sıfıncı Yasası deneyi için veriler (Videodaki deney verileri kullanılacaktır.)

Kaplar	A	B	C
İlk Sıcaklık (K)			
Son Sıcaklık (K)			

Bu verilere göre Termodinamiğin Sıfıncı Yasasını tartışınız.

Deney 2

Bu deney termodinamiğin birinci yasası ile ilgilidir. Aşağıdaki şekilde ve video 2.deki gibi açık uçlu bir manometre düzeneği hazırlanır. Beher içerisine sıcaklığı ve ağırlığı bilinen saf su eklenir ve U borusunda cıva seviyeleri mekanik olarak dengeye geldikten sonra yükseklikleri ve saf suyun son sıcaklığı tabloya yazılır.



Video 3 : Termodinamiğin Birinci Yasası ile ilgili deneyinin yapılışı ve deneysel verileri.

Şekil 5 : Termodinamiğin Birinci Yasası için kullanılan açık uçlu bir manometre düzeniği.

Deneysel Veriler ve Hesaplamalar

- Manometredeki cıva seviyeleri arasındaki fark $h = h_2 - h_1$ kadardır.
- U borusunun yarıçapı r ise 0.3 cm. dir.
- Burada manometrede hapsedilen gazın U borusunda ilerlediği hacim ise $\Delta V = \pi r^2 h$ kadardır.
- Gazın basıncı ise $P_g = P_{dış} + h$ eşitliği ile hesaplanır.
- Beherdeki saf suyun ilk sıcaklığı T_1 denge kurulduktan sonra ise T_2 dir. Saf suyun spesifik ısı değeri, c , ise 1.... olduğuna göre; saf su tarafından sisteme aktarılan toplam ısı miktarı, $q = mc\Delta T$ eşitliği ile bulunur. Saf suda hacim değişimi olmadığı düşünüldüğünde bu miktar aynı zamanda ΔU değerine eşittir.
- Manometredeki gazın yaptığı iş ise; $w = -P_g\Delta V$ eşitliğinden hesaplanır. (Burada U borusu içindeki sürtünmeler ihmal edilmiştir.)
- Termodinamiğin Birinci Yasası gereğince $\Delta U = q + w$ eşitliğinden gazın saf sudan aldığı ısı miktarı (q) hesaplanır. (Burada cam malzemeler ve havanın ısı alışverişi ihmal edilecektir.)

Deneydeki veriler ve yukarıda anlatılanlara göre tabloyu doldurunuz.

Tablo 2 : Birinci Yasaya ait veriler ve sonuçlar (2.Videodaki deney verileri kullanılacaktır.)

Saf Su			Cıva Seviyeleri			Gaz		
T_1 / K	T_2 / K	ΔU =	h_1 / m.	h_2 / m.	ΔV / m ³	P_g / atm.	w / J.	q / J.

y



Video 4 : Termodinamiğin İkinci Yasası deneyinin yapılışı.

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**

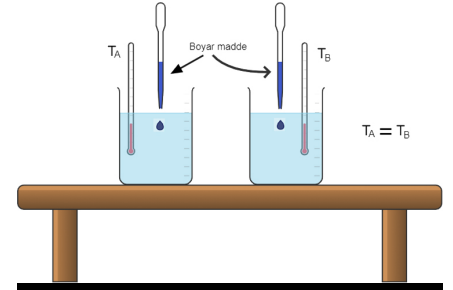
		q						
		=						
		mc						
		Δ						
		T /						
		J.						

Bu verilere göre termodinamiğin Birinci Yasasını tartışınız.

Deney 3

Bu deney termodinamiğin ikinci yasası ile ilgilidir. Video 4 ve Şekildeki gibi eş sıcaklıklarda içlerinde saf su bulunan iki özdeş behere dikkatlice birer damla boyar madde çözültüsü damlatılır ve gözlemler not edilir.

Boyar madde moleküllerinin saf su içerisindeki difüzyonu, bu moleküllerin düzensizliklerini etkilemektedir. Moleküler düzensizliğin bir ölçüsü olan entropi değişimleri her iki kaptaki da gözlenerek tartışılmalıdır.



Şekil 6 : Özdeş kaplardaki boyar madde difüzyonu.

Bu deneyde şu gözlemler raporlarınızda tartışılmalıdır:

- İki sistem de özdeş midir? Sonucu etkileyecek farklılıklar var mıdır?
- Her iki beher içerisinde de boyar madde aynı doğrultuda ve hızda difüzyona uğruyor mu?
- Her iki beherde de boyar madde difüzyonu, kendiliğinden (istemli bir şekilde) gerçekleşiyor mu?



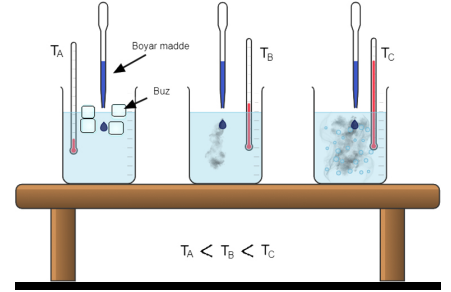
Video 5 : Termodinamiğin Üçüncü Yasası deneyinin yapılışı.

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**

- Boyar madde moleküllerinin entropisindeki değişim nasıl olur?
- Boyar madde molekülleri dışında, çevredeki su moleküllerinin entropi değişimi için ne söylenebilir?
- Difüzyon sırasında toplam entropinin (evrenin entropisi) nasıl değişmesi beklenir?

Deney 4

Bu deney termodinamiğin üçüncü yasası ile ilgilidir. Video 5 ve şekildeki gibi deney düzenekleri hazırlandıktan sonra aşağıdaki soruların cevapları, deney raporlarınızda tartışılmalıdır.



Şekil 7 : Boyar maddelerin özdeş kaplarda, farklı sıcaklığa sahip saf su içindeki difüzyonu.

- Üç sistem de özdeş midir? Sonucu etkileyecek farklılıklar var mıdır?
- Her üç beher içerisinde de boyar maddeler aynı doğrultuda ve hızda difüzyona uğruyor mu?
- Her üç beherde de boyar madde difüzyonu, kendiliğinden (istemli bir şekilde) gerçekleşiyor mu?
- Üç beher için, boyar madde moleküllerinin entropisindeki değişim nasıl olur?
- Boyar madde molekülleri dışında, çevredeki su moleküllerinin entropi değişimi için ne söylenebilir?
- Difüzyon sırasında toplam entropinin (evrenin entropisi) nasıl değişmesi beklenir?
- Sistemin sıcaklığını daha da düşürsek, entropide nasıl bir değişim

olması beklenir? Termodinamiğin
Üçüncü Yasası ile uyumlu mudur?

Asitler, Bazlar ve İndikatörler

DENEY M7 : Asitler, Bazlar ve İndikatörler

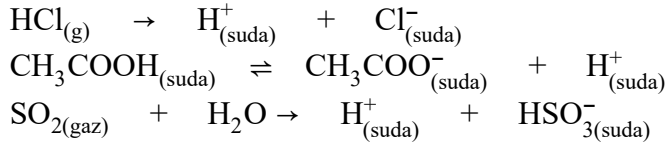
Deneyin Amacı : Asit - baz kavramlarını öğrenmek için doğal maddeden indikatör yaparak asitlik bazlıklarını tayin etmek, çeşitli indikatörler kullanarak pH'larını karşılaştırmak.

Teorik Bilgi

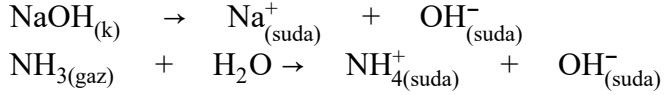
Temel Kavamlar

Arrhenius asit baz tanımına göre; Sulu çözeltilerinde H^+ iyonu oluşturan maddelere asit, OH^- iyonu oluşturan maddelere ise baz denir. Asitlerin bazıları oluşturdukları H^+ iyonunu kendi yapılarından verirken bazıları sudan oluşturabilir. Bazlarında bazıları sulu çözeltilerinde OH^- (hidroksit) iyonunu kendi yapısından verirken bazıları sudan oluşturabilir. Aşağıda bazı asit ve bazların suda iyonlaşma tepkimeleri verilmiştir.

Asitler;



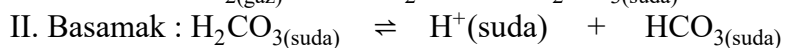
Bazlar;



Suda açığa çıkan iyonlar tek değildir. Her bir iyon su molekülü ile sarılmıştır. Ayrıca asitlerin oluşturduğu H^+ iyonu sulu ortamda hiçbir zaman bağımsız olarak bulunamaz ve bir su molekülüne tutunur. Sonuç itibariyle H_3O^+ (hidronyum) iyonunu oluşturur.

Arrhenius'un asit-baz tanımında; bir asidi sulu çözeltide hidronyum iyonu, H_3O^+ derişimi arttıran bir madde ve bir bazı, sulu çözeltide hidroksil iyonu OH^- derişimini arttıran bir madde olarak tanımlar.

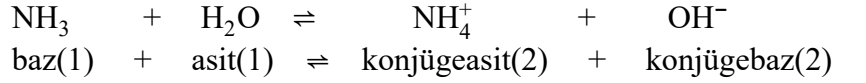
Bazı gazlar suda çözüldükleri zaman asidik özellik gösterirler ve suda iyonlaşarak H^+ iyonunu oluştururlar. Aşağıdaki örnek, gazların su ile iki basamaklı tepkimeleri örnek verilebilir.



Bazı bileşikler ise suda çözüldüklerinde önce bir hidroksit bileşiği oluştururlar sonra oluşan bu bileşik iyonlaşıp OH⁻ verir. Örnek olarak sönmemiş kireç taşı (kalsiyum oksit) tepkimeleri verilebilir. I. Basamak :
$$\text{CaO}_{(k)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(suda)}$$
II. Basamak :
$$\text{Ca(OH)}_{2(suda)} \rightleftharpoons \text{Ca}^+(suda) + \text{OH}^-(suda)$$

Bronsted-Lowry asit baz tanımına göre; H⁺ iyonu veren maddeler asit, H⁺ iyonu alan maddeler ise bazdır. Bu tanıma göre; aşağıdaki tepkimede HCl, proton verdiği için asit, H₂O ise proton aldığı için bazdır. HCl ve H₂O arasındaki tepkime sonucunda konjüge asit ve bazlar oluşur.
$$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$$

Arrhenius' a göre baz olması beklenmeyen amonyak çözeltisi bu tanıma göre bazdır, bu da aşağıdaki tepkime ile verilebilir.



Yukarıdaki tepkimede NH₃ proton aldığı için baz, H₂O ise proton verdiği için asittir. Aynı zamanda NH₄⁺, NH₃ ün konjüge asidi, OH⁻ ise H₂O nun konjüge bazıdır.

Lewis asit baz kavramına göre ise ; asit elektron çifti alan, baz ise elektron çifti verebilen maddedir. Baz grubuna genellikle elektron verebilen oksijen veya azot içeren maddeler girer. Diğer taraftan hidrojen içermeyen maddeler asit olabilir. Örneğin bor triflorür, BF₃, bir asittir, çünkü elektron eksikliği vardır ve bunu tamamlaması gerekir. Öte yandan NH₃ veya diğer azotlu maddelerde ortaklanmamış elektron çiftleri bulunur, dolayısıyla bazdır.

pH ve pOH Kavramları

Sulu ortamda asitlik veya bazlık derecesi pH ve pOH kavramları ile belirtilir. pH sudaki hidronyum iyonu aktivitesi olarak tanımlanmakla birlikte, iyonik şiddeti yüksek olmayan çözeltiler için aktiflik yerine derişim de kullanılabildiğinden, aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

pOH sudaki OH⁻ iyonu aktivitesi olarak tanımlanmakla birlikte, iyonik şiddeti yüksek olmayan çözeltiler için aktiflik yerine derişim de kullanılabildiğinden, aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

25°C'de saf suda; pH değeri 0-7 olan çözeltiler asidik, 7-14 olan çözeltiler ise baziktir. Sulu çözeltilerde 25 °C'de pH +

$$\text{pOH} = 14$$

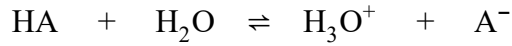
Kuvvetli Asitler ve Kuvvetli Bazlarda pH

Çözeltide kuvvetli asit veya kuvvetli baz tamamen iyonlaştığından, kuvvetli asidin başlangıç derişimi H_3O^+ iyonunun denge derişimine ve benzer şekilde kuvvetli bazın başlangıç derişimi ise OH^- iyonunun denge derişimine eşittir. Çözeltide kuvvetli asit veya kuvvetli baz tamamen iyonlaştığından, kuvvetli asidin başlangıç derişimi H_3O^+ iyonunun denge derişimine ve benzer şekilde kuvvetli bazın başlangıç derişimi ise OH^- iyonunun denge derişimine eşittir.

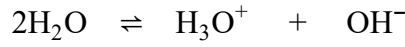
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Zayıf Asitler ve Zayıf Bazlarda pH :

Tamamen iyonlaşmayan asitlere ve bazlara zayıf asit veya baz denir. Zayıf Bir HA asidinin nasıl hesaplanabileceği aşağıda gösterilmiştir.



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$



$$K_{\text{su}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Eğer K_a değeri 10^{-4} ile 10^{-9} arasında ve asidin başlangıç derişimi $1 - 10^{-3}$ M arasında ise, suyun iyonlaşma dengesinin pH'a etkisinin olmadığı kabul edilir. Sadece K_a denge ifadesini kullanarak hidronyum derişimi hesaplanabilir. Denge de $[\text{HA}] = [\text{HA}] - [\text{H}_3\text{O}^+]$ yazılabilir. Aynı zamanda; $[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ olacağından ;

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HA}] - [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

formülünden H_3O^+ konsantrasyonu bulunabilir.

Bu tür problemlerin çözümünde diğer bir yöntemde başlangıç derişiminin K_a 'ya oranı, $([\text{HA}] / K_a) > 10^2$ ise asidin iyonlaşması ile başlangıç derişiminin fazla değişmediği düşünülebilir ve paydadaki H_3O^+ konsantrasyonu HA konsantrasyonu yanında ihmal edilebilir.

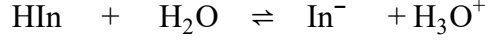
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{[\text{HA}]}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a[HA]}$$

bağıntısı elde edilir.

Asit - Baz İndikatörleri :

Asit Baz indikatörleri zayıf asit veya zayıf bazdır. Genelde indikatörler HIn sembolü ile gösterilmekle birlikte, In formunda olan indikatörler de vardır. Bu indikatörlerin ayrışma tepkimeleri yazılacak olursa;



Örneğin metil kırmızısı [HIn] formundayken kırmızı, disosiyasyon olduktan sonra [In⁻] formunda ise sarı renktedir. Herhangi bir deney sırasında Asit-Baz indikatörü seçilirken aşağıdaki kurallara dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Deney sırasında eklenen indikatör miktarı 2 damladan fazla olmamalıdır. Çünkü indikatörler kendileri de zayıf asit veya baz özelliği gösterdiklerinden, fazla ilave edildiklerinde titrant sarfiyatını değiştirebilirler. Bu ihtimali göz ardı edebilmek için eklenen indikatör hacmi çok az olmalıdır.
- Titrasyon sırasında, indikatörün ilk renk değiştirdiği görüldüğü anda titrasyon bitirilmelidir.
- Deney sırasında seçilecek olan indikatörün renk değiştirme pH'ı titre edilen çözeltilerin eşdeğerlik pH'ına uymalıdır.
- Özellikle metil oranj ve metil kırmızısı indikatörleri sıcak çözeltilerin titrasyonunda kullanılmamalıdır. Çünkü bu indikatörlerin görülebilen renk değişiklikleri sıcaklık artması ile daha düşük pH'lara kayar.

İndikatör	pH Aralığı	Asit Rengi	Baz Rengi
Timol Mavisi	1.2 - 2.8	Kırmızı	Sarı
Metil Sarısı	2.9 - 4.0	Kırmızı	Sarı
Bromfenol Mavisi	3.0 - 4.6	Sarı	Mavi
Metil Oranj	3.1 - 4.5	Kırmızı	Sarı
Bromkrezol Yeşili	3.8 - 5.5	Sarı	Mavi
Bromfenol Kırmızısı	5.2 - 7.0	Sarı	Kırmızı
p-nitrofenol	5.6 - 7.6	Renksiz	Sarı
Metil Kırmızısı	4.2 - 6.3	Kırmızı	Sarı
Nitrazin Sarısı	6.0 - 7.0	Sarı	Mavi
Bromtimol Mavisi	6.0 - 7.6	Sarı	Mavi
Fenol Kırmızısı	6.4 - 8.0	Sarı	Kırmızı

Nötral Kırmızısı	6.8 - 8.0	Kırmızı	Sarı
Krezöl Kırmızısı	7.2 - 8.8	Kırmızı	Sarı
Fenol Ftalein	8.3 - 10.0	Renksiz	Kırmızı
Timol Ftalein	9.3 - 10.5	Renksiz	Mavi
Alizarin Sarısı	10.1 - 12.1	Sarı	Viyole

DENEYSEL KISIM

Deneyde Kullanılacak Malzemeler :

- Kırmızı lahanaya
- Limon
- Domates
- Süt
- Sabun
- HCl çözeltisi
- NaOH çözeltisi
- fenol ftalein
- brom timol mavisi
- metil kırmızısı
- metil oranj
- fenol kırmızısı
- turnusol kağıdı
- pH kağıdı
- pH metre
- deney tüpleri
- pastör pipeti
- Beher



Video 1 : Kırmızı lahananın indikatör olarak hazırlanması

Deneyin Yapılışı :

Deneyin I. Kısmı :

Video 1'de; kırmızı lahanaya parçalara ayrılıp bir behere konur, üzerine bir miktar soğuk su eklenerek ısıtıcıda ısıtılıp soğuması beklenir ve süzülür.



Video 2 : Kırmızı lahanaya indikatörü ile asitlik bazlık ölçümleri

Video 2'de kırmızı lahanaya suyunu süzdükten sonra bu sudan bir miktar deney tüplerine koyun ve tüplere birer birer domates suyu, limon suyu, süt ve sabun ekleyip oluşan renklere göre bu maddelerin asitli mi bazlı mı olduğu tahmin edilerek aşağıdaki tablo doldurulmalıdır.



Video 3 : Turnusol kağıdının kullanımı

Video 3'de turnusol kağıdını birer birer domates suyu, limon suyu, süt ve sabun batırarak kırmızıya mı maviye mi dönüştürdüğü gözlemlenerek asitli mi bazlı mı olduğu hakkında fikir edinilir.



Video 4 : İndikatörler

Deneyin II. Kısım :

Video 4'de, 10 adet deney tüpü alıp 1 den 10'a kadar numaralandırınız.

1,2, 3, 4 ve 5 nolu tüplere hidroklorik asit çözeltisinden yaklaşık 3'er ml koyunuz.

6, 7, 8, 9 ve 10 nolu tüplere sodyum hidroksit çözeltisinden yaklaşık 3'er ml koyunuz.

1 ve 6 nolu tüplere fenol ftalein indikatöründen 3-4 damla damlatıp oluşan renkleri kaydediniz.

İndikatörlerin pH aralığının verildiği tablodan faydalanarak tahmini pH değerlerini not ediniz.

2 ve 7 nolu tüplere brom timol mavi indikatöründen 3-4 damla damlatıp oluşan renkleri kaydediniz.

İndikatörlerin pH aralığının verildiği tablodan faydalanarak tahmini pH değerlerini not ediniz.

3 ve 8 nolu tüplere metil kırmızısı indikatöründen 3-4 damla damlatıp oluşan renkleri kaydediniz.

İndikatörlerin pH aralığının verildiği tablodan faydalanarak tahmini pH değerlerini not ediniz.

4 ve 9 nolu tüplere metil oranj indikatöründen 3-4 damla damlatıp oluşan renkleri kaydediniz.

İndikatörlerin pH aralığının verildiği tablodan faydalanarak tahmini pH değerlerini not ediniz.

5 ve 10 nolu tüplere fenol kırmızısı indikatöründen 3-4 damla damlatıp oluşan renkleri kaydediniz.

İndikatörlerin pH aralığının verildiği tablodan faydalanarak tahmini pH değerlerini not ediniz.



Video 5 : HCl ve NaOH in pH değerlerinin pH kağıdı ve pH-metre ile Ölçümleri

Video 5'de; NaOH ve HCl çözeltilerinden birkaç damlasını bir damlalık yardımıyla pH kağıtları üzerine damlatın ve okuduğunuz pH değerlerini tabloya kaydedin. Daha sonra NaOH ve HCl çözeltilerinin pH-metre'dende pH'larını okuyup tabloya doldurun.

Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi ve Raporlandırılması

Madde	Domates Suyu	Limon Suyu	Süt	Sabun
-------	--------------	------------	-----	-------

Asidik				
Bazik				

Tablo 1 : Not:Tabloyu (+) (-) şeklinde doldurunuz.

Madde	İndikatör	İndikatörün Rengi	Ölçülen pH
NaOH	fenol ftalein		
HCl	fenol ftalein		
NaOH	brom timol mavisi		
HCl	brom timol mavisi		
NaOH	metil kırmızısı		
HCl	metil kırmızısı		
NaOH	metil oranj		
HCl	metil oranj		
NaOH	fenol kırmızısı		
HCl	fenol kırmızısı		
NaOH	pH kağıdı		
HCl	pH kağıdı		
NaOH	pH metre		
HCl	pH metre		

Tablo 2 :

Asit - Baz Titrasyonları

DENEY 13 : Asit - Baz Titrasyonları

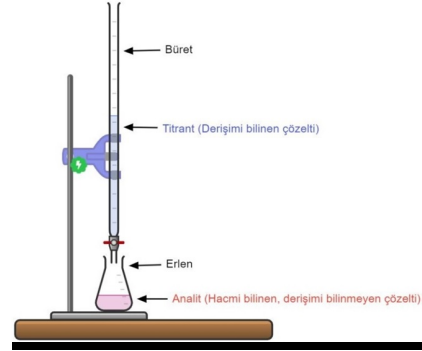
DENEYİN AMACI : Bu deneyde asit ve bazların vermiş olduğu nötralleşme reaksiyonlarından faydalanarak titrasyon işlemiyle;

- Primer standart madde kullanarak bir baz çözeltisinin ayarlanması
- ayarlı baz çözeltisi kullanılarak yaklaşık derişimi bilinen HCl çözeltisinin derişiminin tam olarak belirlenmesinin
- sirkeadaki asit yüzdesinin (ağırlık/hacim (w/v)) olarak belirlenmesinin

nasıl yapılacağına kavratılması amaçlanmıştır.

TEORİK BİLGİ :

Titrasyon; derişimi tam olarak bilinen standart bir çözeltiden yararlanarak, derişimi bilinmeyen çözeltinin derişiminin belirlenmesi işlemidir. Derişimi bilinen standart çözelti titrant, derişimi bilinmeyen çözelti analit olarak adlandırılır. Titrasyonla analizler oldukça hızlıdır ve iyi sonuçlar verir. Şekil 1'de genel bir titrasyon düzeneği gösterilmiştir.



Şekil 1 : Genel bir titrasyon düzeneği.

Asitler ve bazlar bir araya geldiklerinde tepkimeye girerek tuz ve (genellikle) su oluştururlar. Asit ve bazların vermiş olduğu bu nötralleşme reaksiyonları titrimetrik analizler için uygun reaksiyonlardır. Derişimi bilinmeyen örnek asit çözeltisi ise standart olarak bir baz çözeltisi, örnek baz ise standart olarak bir asit çözeltisi kullanılır. Çözeltilerden biri bürete diğeri erlene alınır ve titrasyon yapılır. Asit ve bazın stokiometrik olarak eşdeğer miktarlarda tepkimeye girdiği noktaya **eşdeğerlik noktası** denir. Eşdeğerlik noktasının belirlenmesi için bu

noktada net bir renk değişimi gösteren indikatör seçilmeye çalışılır. İndikatörün renk değiştirdiği ve titrasyonun bitirildiği noktaya ise **dönüm noktası** denir. İdeal olarak bir titrasyonda eşdeğerlik noktası ve dönüm noktası akışmalıdır.

Derişimi kesin olarak bilinen çözeltiler **standart çözeltiler** veya **ayarlı çözeltiler** olarak adlandırılırlar. Çoğunlukla bir maddenin çözeltisi hazırlanır ve sonra onun derişimi, standart bir çözelti ile titre edilerek belirlenir.

Standardizasyon, bir çözeltinin derişiminin, o çözeltinin miktarı tam doğru olarak bilinen bir **primer standart** ile tepkimeye girmesi gereken hacminin doğru olarak ölçülmesi sonucu belirlenmesi işlemidir. Standardize edilmiş çözelti **sekonder standart** olarak adlandırılır ve bilinmeyenlerin analizinde kullanılır.

İdeal bir primer standartın özellikleri şunlardır:

1. Su buharı, oksijen ve karbondioksit gibi atmosfer bileşenleri ile tepkimeye girmemeli, onları soğurmamalıdır.

2. Devamlı aynı şekilde tepkimeye girmelidir.

3. Saflık yüzdesi yüksek olmalıdır.

4. Saflık yüzdesi yüksek olmalıdır.

5. İlgili çözücüde çözünmelidir.

6. Toksik (zehirli) olmamalıdır.

7. Bulunması kolay olmalıdır (ucuz temin edilmelidir).

8. evre dostu olmalıdır.

DENEYSEL KISIM :

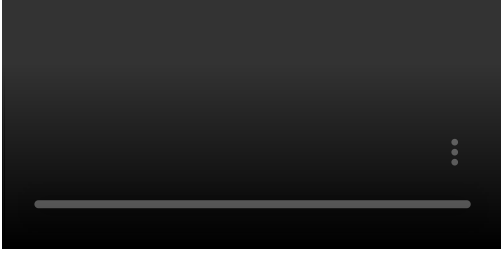
Deneyde Kullanılacak Madde ve Malzemeler :

- Balon joje (250 mL.)
- Büret (50 mL.)
- Saat camı
- Erlen (250 mL.)
- Spatül
- NaOH (katı)
- Baget
- Potasyum asit ftalat
- Beher

- Piset
- Huni
- Pipet
- Puar
- HCl (derişimi belirlenecek)
- Elma sirkesi
- Fenol ftalein indikatörü
- Saf su



Video 1 : NaOH çözeltisinin hazırlanması.
Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**



Video 2 : NaOH çözeltisi ile KHP ın titrasyonu (1).

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**



Video 3 : NaOH çözeltisi ile KHP ın titrasyonu (2)

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**

Deneyin Yapılışı :

1. NaOH Çözeltisinin Hazırlanması :

NaOH nem çekici olduğundan alınan NaOH katısı saat camı üzerinde tartılır. Önce bir beher içinde bir miktar suda çözülür ve balon jøjeye aktarılır. Sonra hacmine tamamlanır. Video1'den çözeltinin nasıl hazırlandığını izleyerek elde edilen verileri kaydediniz.

Tartılan NaOH'in Kütlesi $m = \underline{\hspace{2cm}}$ g

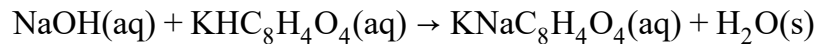
Balon jöjenin hacmi $V = \underline{\hspace{2cm}}$ mL

Bu verileri kullanarak hazırlanan çözeltinin derişimini hesaplayınız.

Hazırlanan NaOH çözeltisinin derişimi = $\underline{\hspace{2cm}}$ mol /L

2. NaOH Çözeltisinin Standardizasyonu (Ayarlanması) :

Standart NaOH çözeltisi hiçbir zaman direkt hazırlanamaz. NaOH kuvvetli nem çekici olduğundan çözeltisi yaklaşık olarak belli bir molaritede hazırlanır ve sonrasında primer standart bir asit ile titre edilerek derişimi tam olarak belirlenir. Bu nedenle Video 1'de hazırlanan ve yaklaşık derişimini hesapladığımız çözeltinin standardizasyonu bu bölümde gerçekleştirilecektir.



Bunun için;

1. Potasyum hidrojen ftalattan 0,1-0,2 g arasında tartılarak 250 mL'lik temiz bir erlene alınır ve tartım hemen kaydedilir.
2. Katının üzerine 50 mL kadar saf su ilave edilerek asit çözülür.
3. Üzerine birkaç damla fenolftalein damlatılır.
4. Bürete ayarlanacak NaOH çözeltisi doldurulur. Musluk kısmının da dolu olmasına dikkat edilir. Bürettteki sıvı seviyesi belli bir değere ayarlanır ve bu titrasyonun



Video 4 : HCl çözeltisinin NaOH ile titrasyonu.

Düşük Çözünürlüklü Video **720p** **480p**



Video 5 : Sirkenin standart NaOH ile titrasyonu.

Düşük Çözünürlüklü Video **720p** **480p**

başlangıç noktası olarak kaydedilir.

5. İçinde potasyum hidrojen ftalat bulunan erlen, büretin musluğunun altına getirilir ve büretteki çözelti (titrant) önce ince bir şerit halinde, sonraları damla damla akıtılarak titrasyon yapılır. Titrant ilaveleri sırasında erlen dairesel olarak hafifçe çalkalanarak çözeltilerin karışması sağlanır. Titrasyona, yarım dakika kadar kalıcı olan pembe renk oluşuncaya kadar devam edilir. Bu nokta dönüm noktasıdır ve nötralleşme tamamlanmıştır. Harcanan titrant hacmi kaydedilir.

6. Tartılan potasyum hidrojen ftalatın miktarı ve mol kütlelerini (204,22 g/mol) kullanılarak nötralleşen mol sayısı bulunur. NaOH ile sitokiyometrik olarak 1:1 oranında tepkimeye girdiğinden bu aynı zamanda NaOH'in mol sayısına eşittir. Böylece mol sayısı ve hacmi belirlenen NaOH çözeltisinin molaritesi hesaplanır.

7. Deney daha doğru sonuçlar elde etmek için bir kez daha tekrarlanmıştır.

NaOH çözeltisinin standardizasyonu için yapılan iki deneyi Video 2 ve Video 3'den izleyiniz. Elde edilen verileri ve hesaplamaları Tablo 1'e kaydediniz.

Tablo 1 : NaOH çözeltisinin KHP ile titrasyonundan elde edilen veriler

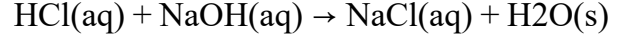
	Deney 1	Deney 2
Tartılan KHP kütlesi m_{KHP} (g)		
Tartılan KHP mol sayısı n_{KHP} (g)		
NaOH için bürette ilk okunan değer V_i (mL)		
NaOH için bürette son okunan değer V_s (mL)		
Harcanan NaOH hacmi ($V_s - V_i$) (mL)		
Hesaplanan NaOH derişimi (mol/L)		

Standart NaOH çözeltisinin derişimini belirlemek için Deney 1 (Video 2) ve Deney 2 (Video 3)'den elde edilen derişimlerin aritmetik ortalamasını alınız. Buna göre;

Standart NaOH çözeltisinin derişimi $M_{\text{NaOH}} =$
_____ mol / L.dir.

3. HCl Çözeltisinin Derişiminin Belirlenmesi :

Önceden hazırlanmış çözeltilerin derişimi zamanla değişir. Bunların derişiminin kullanılmadan önce kontrol edilip ayarlanması gerekir. Bu deneyde yaklaşık 0,2 M olduğu bilinen HCl çözeltisinin tam derişimi, standart NaOH çözeltisi kullanılarak belirlenecektir.



Bunun için yaklaşık derişimi bilinen HCl çözeltisinden 5 mL temiz bir erlene alınır. Bir miktar su ile seyreltilir. İçine indikatör olarak birkaç damla fenolftalein eklenir. Standart NaOH çözeltisi ile nötralleşme tamamlanana kadar damla damla titre edilir. Reaksiyonun tamamlandığı indikatörün renk değişiminden anlaşılır. Reaksiyonda harcanan standart NaOH hacmi büretten belirlenir. Böylece NaOH ve HCl.in sitokiyometrik olarak 1:1 tepkimesinden HCl mol sayısı ve derişimi hesaplanır.

HCl çözeltisinin derişimini belirlemek için yapılan deneyi Video 4'den izleyerek elde edilen verileri kaydediniz.

HCl çözeltisinden alınan miktar : _____ mL

NaOH için bürette ilk okunan değer V_i : _____ mL

NaOH için bürette son okunan değer V_s : _____ mL

Harcanan NaOH hacmi ($V_s - V_i$): _____ mL

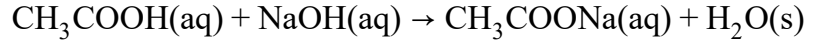
Bu verileri ve standart NaOH derişimi için bir önceki deneyde hesaplanan değeri kullanarak HCl çözeltisinin derişimini hesaplayınız. Buna göre

HCl çözeltisinin derişimi $M_{\text{HCl}} = \text{_____ mol / L.dir.}$

4. Sirkedeki Asetik Asit Miktarının Tayini :

Sirke geçmişten günümüze gıdalarda farklı aro–masıyla lezzet artırıcı olarak kullanılmaktadır. Standart Sirke, Türk gıda kodeksi ve USA standartlarına göre en az % 4, Avrupa Birliği standartlarına göre en az % 5 asetik asit içerir. Sirke içeriğindeki asetik asit miktarı, örneğin NaOH gibi kuvvetli bir baz ile titrasyonundan belirlenebilir.

Bunun için sirke örneğinin 1,5 mL.si 250 mL.lik bir erlene alınır. Bir miktar su ile seyreltilir. Üzerine bir kaç damla fenolftalein indikatörü damlatılır. Sonrasında standart NaOH çözeltisi ile çözeltinin rengi pembe oluncaya kadar titre edilir. Titrasyonda harcanan NaOH.in miktarı belirlenir.



Yukarıda gösterilen asetik asit ve NaOH.in sitokiyometrik olarak 1:1 tepkimesinden sirke içindeki asetik asit miktarı ve buradan da asetik asit yüzdesi hesaplanır.

Sirkedeki asetik asit miktarını belirlemek için yapılan deneyi Video 5'den izleyerek elde edilen verileri kaydediniz.

Analiz edilen sirke miktarı: _____ mL

NaOH için bürette ilk okunan değer V_i : _____
(mL)

NaOH için bürette son okunan değer V_s : _____
(mL)

Harcanan NaOH hacmi ($V_s - V_i$): _____ (mL)

Bu verileri ve standart NaOH derişimi için hesapladığımız değeri kullanarak, gerekli hesaplamaları yapınız. Sirkedeki asetik asit miktarını % (w/v) olarak g/mL cinsinden hesaplayınız. Buna göre

Sirkedeki % asetik asit miktarı = _____ g / mL.dir.

Sularda Sertlik Tayini

DENEY 14 : Sularda Sertlik Tayini

ÖN HAZIRLIK ÇALIŞMALARI :

- Size göre sert sularda sabun neden köpürmez?
- Çaydanlığımızda bir müddet sonra neden kireç oluşur?
- Mağaralarda oluşan sarkıt ve dikitler neyin göstergesidir?
- Sularda sertlik neyi ifade eder?

DENEYİN AMACI : Sularda sertliğin kavranması ve sertlik derecesinin hesaplanması.

TEORİK BİLGİ :

Su, sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeni ile canlılar için hayati önem taşıyan ve organizmalarda çok bulunan bir moleküldür. Çocuk ağırlığının %80'i ve erişkin ağırlığının %55-60 kadarı sudur.

Su polar bir moleküldür, moleküldeki e- (elektron) dağılımı asimetriktir. Oksijen atomu kısmi (-) yük, hidrojen atomu kısmi (+) yük taşır.

Suyun polar özelliği birçok inorganik ve organik bileşikler için iyi bir çözücü olmasını sağlar. Birçok tuz ve biyokimyasal madde olan polioller, polihidroksi aldehitler ve ketonlar (karbohidratlar), karboksilik asitler, hidroksi asitler ve aminoasitler su da iyi çözünür.

Besin maddelerinin taşınması, enzimlerce yürütülen metabolik olaylar ve kimyasal enerjinin transferi için su uygun bir ortamdır.

Bütün bu özelliklerin yanında doğal sularda bulunan kalsiyum, magnezyum, karbonat ve bikarbonat iyonlarının da canlılar açısından önemi büyüktür. Ca^{+2} iyonu yüksek bitkiler ve algler için önemli bir besindir. Sucul hayvanlarda hücre membranlarının suya geçirgenliklerini azaltılması membranların yapısal ve fonksiyonel bütünlüklerini sürdürebilmesi için gereklidir.

Mg^{+2} iyonunda sucul ortamda verimliliği artırır. Klorofilin yapısında da yer aldığından bitkiler için gerekli olan bir katyondur. Bileşik yaptığı anyonlara bağlı olarak zararlı etkisi görülebilir. Suyun sabunu tüketebilme (köpük yapmadan) özelliği sertliği diye

tanımlanır. Doğal kaynaklardaki su havadan CO₂ olarak asidik özellik kazanır. Böyle bir su örneği Mg ve Ca tuzlarından oluşan kayalarla temasa geçince onların içindeki tuzları çözerler. Böyle Mg ve Ca tuzlarını belli oranlarda içeren sulara sert sular denir. Eğer sodyum ve potasyum bileşikli sabunlar bu tür bir suya eklenirse Na⁺ ve K⁺ iyonları Mg⁺² ve Ca² iyonları ile yer değiştirerek çökelek oluşumuna neden olurlar. Bu durum sertliğe neden olan iyonların hepsinin çökmesine kadar devam eder. Ortamda bulunan Mg⁺² ve Ca⁺² iyonlarının hepsi çöktükten sonra sabun köpürmeye başlar.

Suyun sertliği onun çözme özelliğinden ileri gelir. Bazı sular içinde bulunan çözülmüş maddelere bağlı olarak daha fazla çözme özelliğine sahiptirler. Örneğin sudaki karbondioksit, kalker ve magnezyumu daha kolaylıkla çözerek bu maddelerin bikarbonatlar haline geçmesine sebep olurlar. Bitkilerle temas ederek gelen sular böyle olmayanlara kıyasla daha fazla karbondioksite sahiptirler. Yeraltı suları yüzey sularından daha serttirler, çünkü bu sular yer altında bulunan madensel maddelerle daha çok temastadırlar. Doğal sulardaki sertliğin kaynağı suyun toprak ve kaya oluşumları ile temasıdır. Yağmur suları çözülmüş halde atmosfer gazlarını içerebileceğinden pH'sı düşer. Yere düştüğünde de toprak ve kayalardaki bazı bileşenleri çözer. Fakat pH'sı 7 civarında olan yağmur suyu doğal sularda çok miktarda bulunan sertlik kaynağı maddelerin hepsini çözüp taşımaya yeterli değildir. Bu şekilde yağmur suyu toprağa indiğinde sertlik oluşturan tüm maddeleri çözemez. Bu iyonların toprağa geçmesi için asidik koşulları topraktaki bakteri faaliyetleri sonucu oluşan CO₂ gazının suda çözünmesi sağlar.

Sert sularla ilgili problemler şu şekilde sıralanabilir:

- Sabun tüketimine neden olurlar,
- Deride tahrişe neden olurlar,
- Sıcak su borularında, ısıtıcılarda, kazanlarda kireç birikimine ve taşlaşmaya neden olurlar,
- Porselenlerde renk giderimine neden olurlar. Lavabo ve küvetlerin beyaz rengini bozarlar,
- Sebzelerin katılaşmasına ve renksizleşmesine neden olurlar,
- Kumaşların ömrünü azaltır, yıpranmalarına neden olurlar,
- Konserve endüstrisinde problemlere neden olurlar.

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından sular sertliklerine göre CaCO_3 olarak şöyle sınıflandırılmıştır:

Tablo 1 :

Toplam Sertlik (mg CaCO_3 / L.)	Sınıflandırma
0-50	Çok yumuşak su
50-100	Yumuşak su
100-200	Orta sert su
200-300	Sert su
>300	Çok sert su

Ancak yukarıdaki gruplandırma daha değişik şekillerde de yapılmaktadır.

Sertliğin meydana gelmesinde Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları en önemli faktörlerdir. İçme suyunda Ca ve Mg un yüksek değerleri sağlığa ters etki göstermemektedir (sağlıklı kişilerde).

Sertlik çeşitleri, su içerisindeki metal iyonlarına ve asit köklerine göre sınıflandırılabilir.

Metal iyonlarına göre sertlik, kalsiyum ve magnezyum iyonlarına göre yapılabilir. Bu iyonların neden oldukları sertlikler ayrı ayrı bulunarak ifade edilebilir. Sert suların yumuşatılmasında su içerisindeki kalsiyum ve magnezyum sertliklerinin ayrı ayrı bilinmesine ihtiyaç vardır. Bu nedenle toplam sertliğe ilave olarak kalsiyum ve magnezyum sertlikleri tayin edilmelidir.

Asit köklerine göre yani tuzların niteliklerine göre yapılan sınıflandırmada sertlik, karbonat (geçici sertlik) ve karbonat olmayan (kalıcı sertlik) şeklinde iki gruba ayrılır.

1 - Geçici sertlik : Su içerisindeki alkalilik iyonlarının (HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^-) bağlı bulunduğu, Ca ve Mg bikarbonatların neden olduğu sertliklere karbonat sertliği (geçici sertlik) denir. Bu tür sertliklerde, suyun belirli bir süre kaynatılmasıyla karbondioksit gazı uçar ve kalsiyum karbonat çökerek suyun sertliği giderilebilir. Bikarbonat tuzu, suda az çözünen karbonat tuzuna dönüşür ve dolayısıyla çökme olur.



Alkalinite (mg/L) = Karbonat sertliği (mg/L)

2 - Kalıcı Sertlik : Diğer asit köklerine göre (SO_4^{-2} , NO_3^- , Cl^-) bağlı kalsiyum ve magnezyumdan meydana gelen $CaCl_2$ ve $MgCl_2$, $CaSO_4$, $MgSO_4$, PO_4^{-3} veya Silikat tuzlarının oluşmasıyla açığa çıkan sertliktir ve karbonat olmayan sertlik adı verilir. Bu tür sertlikler kaynatılmayla giderilmez.

Suyun toplam sertliği ve alkalitesi tayin edilirse karbonat olmayan sertlik bulunabilir.

Toplam sertlik - Alkalinite = Karbonat olmayan sertliktir.

Bazı durumlarda su içerisindeki alkalinite iyonları, sertliği meydana getiren metal iyonlarından fazladır. Bu takdirde, alkalinite iyonları sodyum ve potasyumla birleşerek **negatif karbonat olmayan sertliği** meydana getirmiştir.

Kalsiyum ve magnezyum iyonlarının dışındaki iyonlardan ileri gelen sertlik için aşağıdaki değerler kullanılır. Bu iyonların mg/L değerleri verilen faktörlerle çarpıldığında mg $CaCO_3$ / L. e çevrilmiş olur.

Tablo 2 :

Katyon	Faktör
Sr	1.142
Fe	1.792
Al	5.565
Zn	1.531
Mn	1.822

Sertlik tanımı olarak aşağıdaki değişik tanımlar kullanılmaktadır. Sertlik derecesinde, sularda sertlik yapan çeşitli tuzların belirli bir hacimindeki miktarının bir referans maddeye göre hesaplanmasıyla elde edilir.

Alman Sertliği (AS) : 100 ml su içinde 1 mg CaO'ya eşdeğer kalsiyum iyonlarının miktarına denir.

Fransız sertliği (FS) : 100 ml su içinde 1 mg $CaCO_3$ e eşdeğer kalsiyum iyonlarının miktarına denir.

İngiliz Sertliği (IS) : 70 ml su içinde 1 mg $CaCO_3$ e eşdeğer kalsiyum iyonlarının miktarına denir.

$$1 \text{ FS} = 0,56 \text{ AS} = 0,7 \text{ IS} = 10$$

1 Alman Sertliği = 1,25 İngiliz Sertliği = 1,79 Fransız Sertliği

Tablo 3 : Sertlik derecelerinin birbiri cinsinden değerleri.

Derece ppm	CaCO ₃	İngiliz	Amerikan	Fransız	Alman	Rus
ppm veya CaCO ₃	1.00	0.07	0.058	0.10	0.056	0.40
İngiliz Sertlik Derecesi	14.19	1.00	0.83	1.43	0.80	5.72
Amerikan Sertlik Derecesi	17.16	1.20	1.00	1.72	0.96	6.86
Fransız Sertlik Derecesi	10.0	0.70	0.58	1.00	0.56	4.00
Alman Sertlik Derecesi	17.86	1.25	1.04	1.79	1.00	7.14
Rus Sertlik Derecesi	2.50	0.18	0.15	0.25	0.14	1.00
meq CaCO ₃	50.0	3.50	2.90	5.00	2.80	20.04

DENEYSEL KISIM :**Deneyde Kullanılacak Madde ve Malzemeler :**

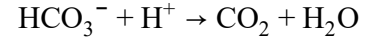
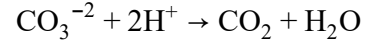
- 4 M HCl
- 4 M NaOH
- Metil kırmızısı indikatörü
- 0.01 M EDTA çözeltisi (%57'si NH₃, geri kalan %43'ü saf su)
- Eriochrom black-T (EBT) İndikatörü
- pH=10 tamponu (NH₃/NH₄Cl)
- Büret
- pipet

Deneyin Yapılışı :

Video 1'de; erlenlere alınmış 10 mL su örnekleri (çeşme suyu, içme suyu, saf su) 4 M HCl den 1 mL

eklenerek asitlendirilir.

Reaksiyon sonucu oluşan CO₂ yi uzaklaştırmak için 3 dakika kaynatılıp sonra soğutulur.



Erlenlere 2-3 damla metil kırmızısı indikatörü eklenir.

Video 1 : Su örneklerine asit eklenip açığa çıkan CO₂ i uzaklaştırma işlemi

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**

Video 2'de; erlenlere eklenen metil kırmızısından sonra çözelti kırmızıdan sarıya dönünceye kadar NaOH eklenerek çözeltiler nötralleştirilir. Bu aşamaya kadar su içerisinde geçici sertliği oluşturan tuzlar giderilmiştir. Aynı çözeltilere 1'er mL pH = 10 NH₃/NH₄Cl tamponu ve 1'er mL EBT (Eriochrom black-T) belirteci eklenir.

Video 3'de; her üç su örneği (saf, içme ve çeşme suları) için 0,01 M EDTA çözeltisi ile renk kırmızıdan maviye dönünceye kadar titre edilir. Herbiri için harcanan titrant hacmi büretten okunur ve not edilir. Aşağıdaki eşitliğe göre hesaplama yapılır.

Suyun toplam sertliği:

$$\text{CaCO}_3 \text{ ağırlığı (mg/mL)} = (100 \times C_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}}) / V_{\text{su}}$$

Bulunan değerler 10 mL saf, içme ve çeşme su örnekleri içindir. FS, İS ve AS değerleri cinsinden sonuçlar hesaplanır.

Not : EDTA, metal iyonlar ile 1:1 oranında kompleks bileşikler oluşturur. EDTA bir ligand olarak metal iyonuna 6 noktadan tutunarak şelat (halka, kafes) yapısı oluşturur. EDTA molekülü aynı zamanda 4 protonlu bir zayıf asit olduğundan ve kompleksleşme için protonların verilmesi gerektiğinden, bazik ortamlar kompleksleşmeyi teşvik eder.

Sonuçlar :

Tablo 4 : Çeşme Suyu ile yapılan deneyin sonuçları

C _{EDTA} =	FS =
---------------------	------



Video 3 : EDTA çözeltisi ile titrasyon aşaması

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**

$V_{EDTA} =$	$AS =$
$V_{Su} =$	$\dot{I}S =$
Toplam Sertlik =	

Tablo 5 : İçme Suyu ile yapılan deneyin sonuçları

$C_{EDTA} =$	$FS =$
$V_{EDTA} =$	$AS =$
$V_{Su} =$	$\dot{I}S =$
Toplam Sertlik =	

Tablo 6 : Saf Su ile yapılan deneyin sonuçları

$C_{EDTA} =$	$FS =$
$V_{EDTA} =$	$AS =$
$V_{Su} =$	$\dot{I}S =$
Toplam Sertlik =	

Sabunlaşma Reaksiyonu

DENEY 15 : Sabunlaşma Reaksiyonu

DENEYİN AMACI : Yağların (trigliserit esterlerinin) potasyum hidroksitle hidrolizi ile arap sabunu elde etmek, kimyasal bir reaksiyon için destilasyon düzeneğinin nasıl kurulduğunu öğrenmek ve sabunun temizleme prensibi hakkında bilgi sahibi olmak.

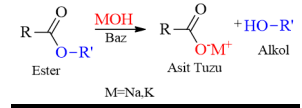
TEORİK BİLGİ :

Esterler karboksilli asitler ve alkollerin asit katalizörlüğünde kondenzasyonu ile elde edilirler.



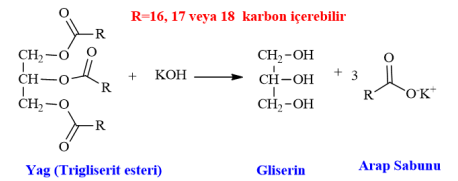
Şekil 1 : Karboksilli asitler ve alkollerden ester eldesi.

Esterler güçlü asit ya da bazlar ile **hidroliz edilerek** tekrar alkol ve karboksilat tuzuna dönüştürülebilir.



Şekil 2 : Esterlerin hidroliz reaksiyonu.

Sabunlaşma reaksiyonu, bir trigliserit esteri olan yağların kuvvetli bazik ortamdaki hidrolizi olarak tanımlanabilir.



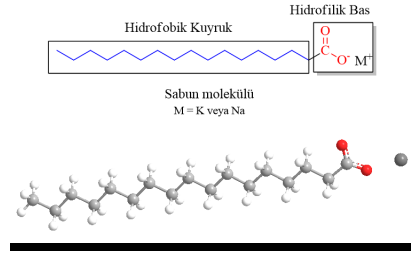
Şekil 3 : Yağların hidrolizi ile arap sabunu eldesi reaksiyonu.

Sabunlar Nasıl Temizler?

Sabun molekülleri yapısı gereği **hidrofilik karboksilat anyon kısmı**

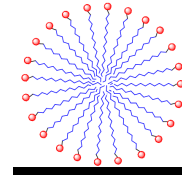
ve *hidrofobik doymuş veya doymamış uzun karbon zinciri* içeren karboksilik asit tuzlarıdır. Bu özelliklerinden dolayı suda misel oluşturarak çözünürler.

Kirler de genellikle suda çözünmeyen hidrofobik özellikteki maddelerdir. Sabun molekülleri hidrofobik kısımları (apolar) ile kirlerle etkileşir, hidrofilik kısımları (polar) ile su molekülleri ile etkileşime girer. Bu etkileşimler sonucu miseller oluşur ve suda çözünmeyen kirler misel içerisine hapsolarak suda çözünür hale gelir ve su ile yüzeyden uzaklaşır.

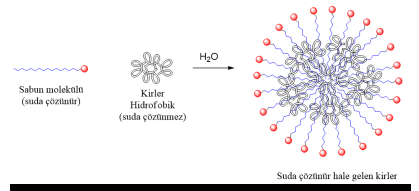


Şekil 4 : Sabun molekülünün yapısı.

Misel futbol topu gibi küresel yapıdadır, dış kısımları suyu seven karboksilat tuzları iç kısımlar ise suyu sevmeyen uzun karbon zincirinden oluşmaktadır. Ancak burada iki boyutlu olarak çizilmiştir. Üç boyutlu olarak hayal ediniz.



Şekil 5 : Misel Yapısı.



Şekil 6 : Sabunun kirleri temizlemesi.



Video 1 : Arap sabunu eldesinde kullanılacak madde ve malzemeler.

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**



Video 2 : Sabunlaşma reaksiyonunun meydana geldiği deney düzeneği.

Düşük Çözünürlüklü Video **720p 480p**



Video 3 : Reaksiyon ortamındaki etanolün destilasyon ile ortamdaki uzaklaştırılması.

Düşük Çözünürlüklü Video 720p 480p



Video 4 :Reaksiyon ortamındaki etanolün destile edilmesinden sonra kalan sabunun sıcak suda çözünerek kıvamlı arap sabununun elde edilmesi.

Düşük Çözünürlüklü Video 720p 480p
