



GENEL KİMYA LABORATUVAR FÖYÜ



2019

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	I
LABORATUVARDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR.....	III
KİMYA LABORATUVARINDA KULLANILAN TEMEL MALZEMELER	V
LABORATUVAR MALZEMELERİNİN KULLANIM AMAÇLARI	IX
DENEY 1: AYIRMA YÖNTEMLERİ	13
DENEY 1.1: KUM VE TUZ KARIŞIMINI AYIRMA.....	17
DENEY 1.2: KATI-KATI KARIŞIMLARININ YOĞUNLUK FARKINDAN YARARLANILARAK AYRILMASI.....	19
DENEY 1.3: ÇÖZÜNÜRLÜK FARKINDAN YARARLANARAK AYIRMA.....	21
DENEY 1.4: SIVI-SIVI KARIŞIMLARININ YOĞUNLUK FARKINDAN YARARLANILARAK AYRILMASI.....	23
DENEY 2: KÜTLENİN KORUNUMU KANUNU.....	25
DENEY 3: KURŞUN KROMAT (STOKİYOMETRİ).....	27
DENEY 4: ÇÖZELTİ HAZIRLAMA	29
DENEY 5A: ANYONLARIN TANINMA REAKSİYONLARI	33
DENEY 5B: KATYONLARIN TANINMA REAKSİYONLARI	35
DENEY 6A: İDEAL GAZ YASASI İLE MOLAR KÜTLENİN HESAPLANMASI.....	37
DENEY 6B: BİR GAZIN MOLAR HACMİNİN BELİRLENMESİ.....	39
DENEY 7: HİDRATLARIN ANALİZİ	41
DENEY 8: BİR SIVININ KAYNAMA NOKTASININ TAYİNİ.....	43
DENEY 9A: DONMA NOKTASI DÜŞMESİ İLE MOLEKÜL AĞIRLIĞI TAYİNİ.....	45
DENEY 9B: KAYNAMA NOKTASI YÜKSELMESİ İLE MOL KÜTLESİNİN BELİRLENMESİ	47
DENEY 10: İNDİRGENME YÜKSELTGENME REAKSİYONLARI	49
DENEY 11: pH ÖLÇÜMÜ VE İNDİKATÖRLER	51
DENEY 12: TAMPON ÇÖZELTİLER.....	53
DENEY 13: KAYNAMA NOKTASI YÜKSELMESİ (Deney Seti)	55
DENEY 14A: TEPKİME HIZI ÜZERİNE SICAKLIĞIN ETKİSİ	59
DENEY 14B: TEPKİME HIZI ÜZERİNE DERİŞİMİNİN ETKİSİ	61
DENEY 14C: TEPKİME HIZINA KATALİZÖRÜN ETKİSİ.....	63
DENEY 14D: TEPKİME HIZINA TEMAS YÜZEYİNİN ETKİSİ.....	65
DENEY 15: KİMYASAL DENGE VE LE CHATELIER PRENSİBİ	67
DENEY 16: ZAYIF ELEKTROLİKTLERİN İYONİZASYON SABİTLERİNİN BULUNMASI.....	71
DENEY 17A: BİR MADDENİN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN BELİRLENMESİ VE SICAKLIĞIN ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİSİ.....	73
DENEY 17B: BİR ÇÖZELTİNİN SUYUN KAYNAMA NOKTASINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ.....	75
DENEY 18: REAKSİYON ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ KANUNU VE REAKSİYON ISISI TAYİNİ (HESS YASASI).....	77
DENEY 19: PERMANGANAT METODU İLE SULARDA TOPLAM ORGANİK MADDE TAYİNİ.....	81
DENEY 20: SABUN ELDESİ.....	85
DENEY 21: VİSKOZİTE, SÜBLİMLEŞME, DİFÜZYON VE YÜZEY GERİLİMİ OLAYLARININ İNCELENMESİ.....	87

DENEY 22: SU İÇİN KİMYASAL TESTLER.....	91
DENEY 23: ETANOİK ASİTİN (ASETİK ASİT) VE ALKOLLERİN ÖZELLİKLERİ	93
DENEY 24: KÖPÜK ÜRETİMİ VE POLİMERLER.....	95
DENEY 25: ASİT-BAZ TİTRASYONLARI.....	99
EK 1: KİMYASAL MADDE ŞİŞELERİNİN TANITIM ETİKETLERİ VE ÖZELLİKLERİ	i
EK 2: LABORATUVAR GÜVENLİK SEMBOLLERİ.....	iii
EK 3: TEHLİKELİ MADDELERİN SEMBOL VE TANIMLANMASI	v
EK 4: LABORATUVARDA MEYDANA GELEBİLECEK KAZALAR VE İLKYARDIM.....	vii
EK 5: LABORATUVAR DERSLERİ RAPOR YAZIM KURALLARI VE NOT SİSTEMİ.....	ix
EK 6: PERİYODİK ÇİZELGE.....	xi
EK 7: ÇÖZÜCÜLERİN ÇÖZÜNÜRLÜK VE BİLGİ ÇİZELGESİ.....	xiii
KAYNAKLAR.....	xv

LABORATUVARDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR

- Öğrenciler laboratuvara vaktinde gelmelidir. Laboratuvara 5 dakikadan fazla geç gelen öğrenci mazereti ne olursa olsun deneye alınmayacaktır.
- Tüm öğrenciler laboratuvarında buldukları süre boyunca **laboratuvar önlüğü** giymek zorundadır. **Önlüksüz öğrenciler laboratuvara alınmayacaktır.** Laboratuvar önlüğünün önu daima kapalı olmalıdır.
- Tüm öğrenciler laboratuvarında buldukları süre boyunca **koruma gözlüğü** ve **eldiven** takmak zorundadır. **Gözlüksüz ve eldivensiz öğrenciler laboratuvara alınmayacaktır.**
- Laboratuvarında çalışma ortamında öğrenci için tehlike oluşturabilecek kıyafetler, açık ayakkabılar (sandalet, terlik vb.) giyilmemeli, sallantılı takılar takılmamalı, **uzun saçlar toplanmalıdır.**
- Öğrenci laboratuvara gelmeden önce o derse ait deney prosedürlerini dikkatlice okunmalıdır. **Deney öncesi sözlü veya yazılı sınav yapılacaktır.**
- Öğrenciler dönem sonuna kadar tüm deneylerini tamamlamak zorundadırlar.
- Laboratuvara yiyecek-içeceklerle girmek kesinlikle yasaktır.
- Laboratuvar tezgâhlarının üzerine oturmak, çanta, mont vb. özel eşyaları bırakmak yasaktır. Eşyalarınız için ayrılan dolapları kullanınız.
- Laboratuvarında öğrencilerin kendi aralarında şakalaşması, laboratuvara izinsiz girip çıkmak kesinlikle yasaktır.
- Deneysel çalışmaları sadece sorumlu kişinin size anlattığı ve gösterdiği şekilde yapılmalı, asla anlatılan ve gösterilen deney yönteminden farklı bir yöntem izlenmemelidir.
- Duman ve buhar çıkaran kimyasallar ile çeker ocak içerisinde çalışılmalıdır. Kimyasal tepkimeler sonucu açığa çıkan duman ve buharı asla koklamayınız.
- Laboratuvarlarda izinsiz ve sorumlu kişi yokken çalışmak yasaktır.
- Alev alıcı, parlayıcı kimyasalları (eter gibi) ısı kaynakları yanında kullanılmamalıdır.
- Kimyasallar kullanılırken üzerlerindeki etiketleri **dikkatlice okunmalıdır.**
- Laboratuvarında kullanılan malzemeler önce bol çeşme suyu ve gerekiyorsa deterjan ile yıkayıp daha sonra damıtık su ile çalkalanmalıdır.
- Herhangi bir kaza durumunda (cam kesiği, asit-baz-ısı yanığı, bayılma gibi) hemen laboratuvar sorumlusuna haber verilmelidir.
- Kimyasalları koklamak, tatmak ve pipet ile çözelti alırken ağız ile çekmek, kimyasallara çıplak elle dokunmak kesinlikle yasaktır.
- Laboratuvarında yüzünüze dokunmadan önce ellerinizi su ve sabun ile yıkayınız.
- Kimyasal maddeler asla laboratuvar dışına çıkarılmamalıdır.
- Atık kimyasallar için (katı, sıvı ya da çözelti) laboratuvardaki atık şişeleri kullanılmalıdır.
- Kırılan termometre içindeki **civa** zehirli olduğundan **son derece tehlikelidir.** Böyle bir durum yaşandığında hemen laboratuvar sorumlusuna haber verilmelidir.
- Sıcak test tüp, kroze, beher gibi malzemeler için tüp maşası kullanınız. Plastik eldivenle etüv, fırın ve ısıtıcıları kullanmayınız.
- Cilde veya göze kimyasal madde sıçraması halinde bol su ile yıkayıp, ilk yardım kuralları çerçevesinde hareket ediniz.
- Hassas terazinin yerini değiştirmeyiniz ve kullanılmadığı zamanlarda kapalı tutunuz.
- Kullanılmadığı sürece bek veya elektrikli ısıtıcıları daima kapalı tutunuz.
- Cam eşyaları kullanırken kırık ve çatlak içerenleri asla kullanmayınız.
- Isıtma veya kaynatma işleminde kabın **tamamen kapalı olmamasına** dikkat ediniz. Aksi halde basınçtan dolayı patlamaya neden olabilir.
- Kimyasal kaplarından deneyde belirtilen miktardan daha fazla madde almayınız. Kullanılmayan kimyasalları tekrar stok şişesine değil atık şişesine boşaltınız. Orijinal kimyasal şişesinin içerisine asla pipet daldırmayınız.
- Deney süresince çalıştığınız yerleri, terazi ve çevresini daima temiz tutunuz.
- Laboratuvardan ayrılmadan önce ışıkların, gaz ve su musluklarının kapalı olduğundan emin olunuz.
- Deney bitiminde temizlik sonrası laboratuvardan ayrılmadan önce eldivenlerinizi çıkararak ellerinizi yıkayınız.

KİMYA LABORATUVARINDA KULLANILAN TEMEL MALZEMELER



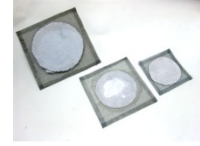
Porselen Kroze



Bunzen Beki



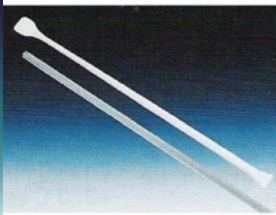
Termometre



Tel Amyant



Ayırma Hunisi



Baget



Nuçe Seti



Kıskaç



3 Boyunlu Balon



Beher



Maşa



Vakum Pompası



Adi Cam Huni



Geri Soğutucu



Büret



Büret Kıskaçı



Desikatör



Porselen Havan



Coldfinger



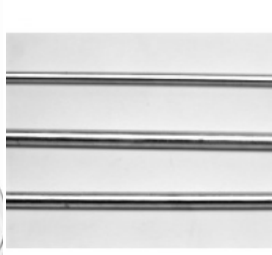
Filtreli Nuçe



Kül Fırını



Cam Petri Kabi



Spor Çubuğu



Hassas Terazi



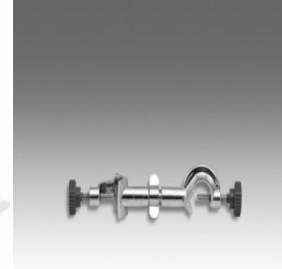
Dijital Termometre



Cam Kroze



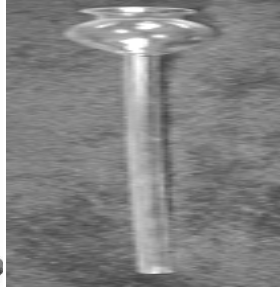
pH Kağıdı



Ayarlı Nivo



Nivo



Thistle Tube



Kapsül



Kriko



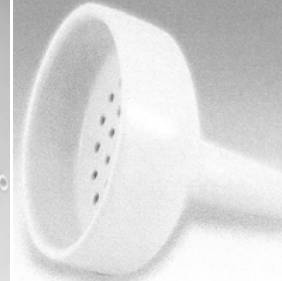
pH Metre



Etüv



Fırça



Porselen Nuçe



Vezin Kabi



Manyetik Karıştırıcı



Üç Ayak



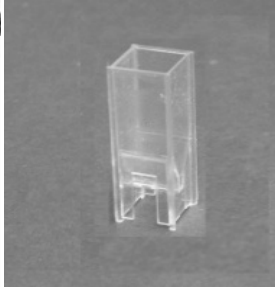
Üç Ayak Spor



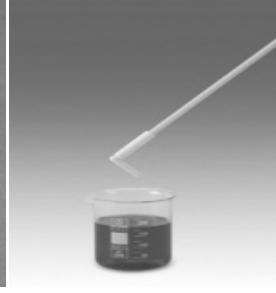
Vigro



Gaz Yıkama Şişesi



Demir Kroze



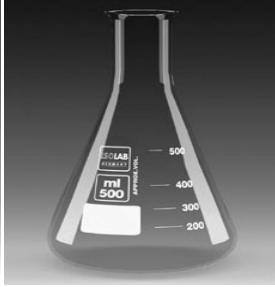
Pikometre



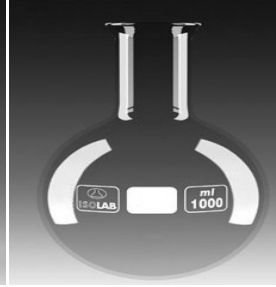
Üç Yollu Puar



Küvet



Manyetik Balık Tutacağı



Analitik Huni



Damlatma Şişesi



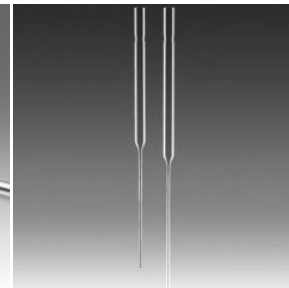
Erlen Mayer



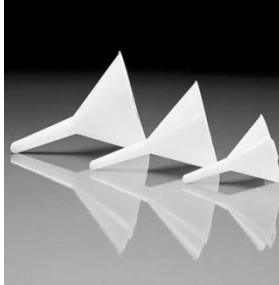
Dibi Yuvarlak Balon



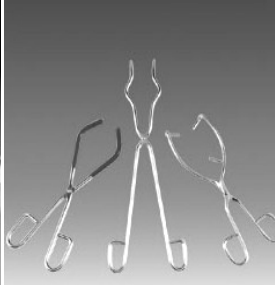
Dibi Yuvarlak Şilifli Balon



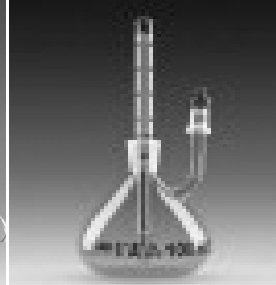
Sokslet



Elektrikli Pipet Pompası



Kıskaç



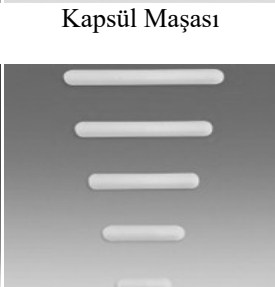
Cam Pipet



Plastik Huni



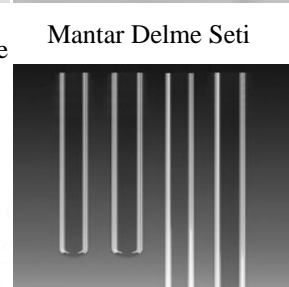
Kapsül Maşası



Kalibreli ve Termometreli Piknometre



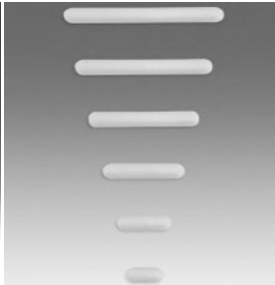
Mantar Delme Seti



Üç Ayak



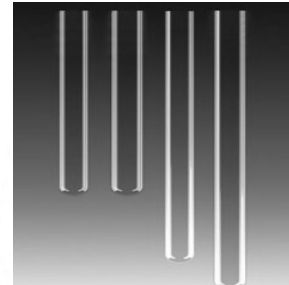
Manyetik Balık



Santrifüj



Deney Tüpü

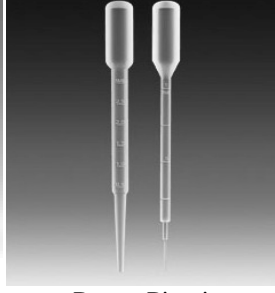




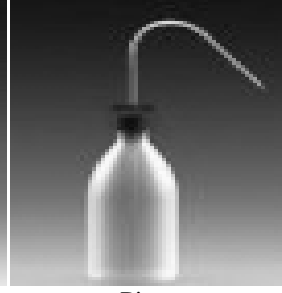
Nuçe Erleni



Büret Şişesi



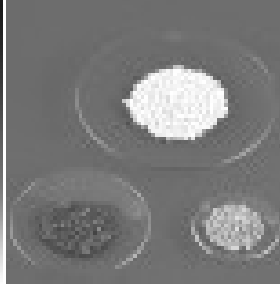
Pastör Pipeti



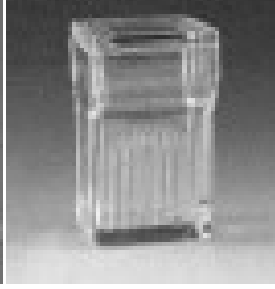
Piset



Balon Joje



Saat Camı



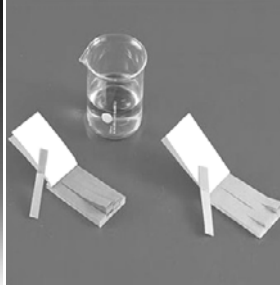
Şale



Şeffaf Balon joje



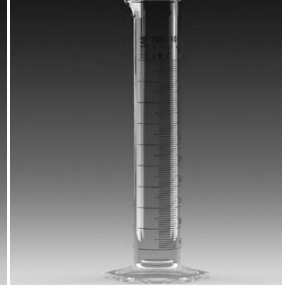
Otomatik Pipet



Turnusol Kağıdı



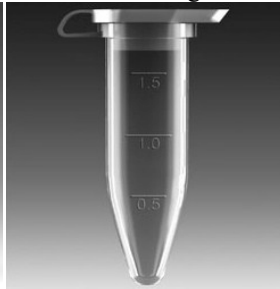
Kariřtırma Mezürü



Mezür



Vakumlu Desikatör



Mikro Santrifüj



Beher



Nuçe Hunisi

LABORATUVAR MALZEMELERİNİN KULLANIM AMAÇLARI

1- Balonlar

En çok kullanılan cam malzemelerdir. Bunlar yapıları gereği fiziksel etkenlere dayanıklı kaplardır. Balon kısmının şekline göre çeşitli tiplere ayrılabilirdiği gibi boyun kısmının uzunluğu ve genişliğine göre de sınıflandırma yapılabilir. Büyüklükleri genellikle 50-500 mL arasında değişir.

Boyun uzunluğu ve çapına göre sınıflandırma:

- Uzun boyunlu ve dar ağızlı balonlar: Büyüklükleri 50 mL'den 4 L'ye kadar değişir. Buhar basıncı yüksek maddelerle yapılan çalışmalarda kullanılır.
- Kısa boyunlu ve geniş ağızlı balonlar: Buhar basıncı düşük sıvılarla veya katı maddelerle yapılan çalışmalarda kullanılır.

Dip kısımlarının şekline göre sınıflandırma:

- Düz dipli balonlar: Sıvıların saklanması, toplama kabı olarak ve daha birçok değişik amaçlar için kullanılır.
- Yuvarlak dipli balonlar: Reaksiyon kabı olarak kullanılır. Basınç ve sıcaklık değişmelerine karşı düz dipli balonlardan daha dayanıklıdır.
- Armut balonlar: Genellikle küçük hacimli olarak bulunurlar. Özellikle çok değişik yoğunluklardaki bileşenlerin karışmasıyla oluşacak reaksiyonlar için (Grignard Reaksiyonu) uygun kaplardır.
- Çok ağızlı balonlar: Değişik kullanım alanları vardır. Üç ağızlı bir balon kullanıldığında; ortaya mekanik karıştırıcı, yan ağızlardan birine geri soğutucu diğerine de damlatma hunisi takılır.

2- Soğutucular

Maddeyi gaz fazından sıvı fazına dönüştürmek için soğutma işleminin yapıldığı aletlerdir.

Genellikle birbiri içerisine geçmiş iki cam borudan meydana gelirler. Bunlardan bir tanesinden soğutma suyu geçerken, diğerinde ise madde yoğunlaşır. Soğutucunun su geçen kısmının tamamen dolu olmasına dikkat edilmelidir. Dik veya eğimli tutulan soğutucuya su girişi alttan yapılmalıdır. Soğutucular damıtma işleminde ve maddelerin kaynama sıcaklığında yapılan reaksiyonlarda buharlaşan sıvının tekrar reaksiyon kabına geri gönderilmesinde kullanılır. Bunlara *geri soğutucu* adı da verilir.

Soğutucular 4'e ayrılır:

- Düz soğutucu
- Hava soğutucusu: Kaynama noktası 140-150°C'den büyük olduğu zaman damıtma ve geri soğutma için kullanılır.
- Boğumlu soğutucu: Geri soğutucu olarak kullanılır. Maddelerin kaynama noktalarında yapılan reaksiyonlarda balona dik olarak takılır. Balondan gelen buharlar soğutucunun iç yüzeyinde yoğunlaşarak tekrar balona akar.
- Spiralli soğutucular: Damıtma işleminde kullanılır. Bu soğutucuya gaz fazı üst kısımdan verilir, yoğunlaşan sıvı alttan alınır.

3- Huniler

Süzme işleminde iki sıvı fazı birbirinden ayırmada, reaksiyon ortamına bir reaktifin damlatılmasında kullanılırlar. Süzme işleminde kullanılanlar şekil olarak diğerlerinden farklıdır.

- Adi süzme hunisi: Adi süzmelere kullanılır. Birçok işlemde boru kısmı kesik olanı da kullanılmaktadır.
- Sıcak su hunisi: Dış kısmı bakırdan olup, ceket şeklinde huniyi dıştan sarar ve tamamen su ile doludur. 80°C'ye kadar istenen sıcaklıklar yandan bek alevi ile ısıtılarak sağlanır.
- Vakum hunisi: Nuçe erleni ve porselenden yapılmış buncher hunisinden oluşur. Huninin dibi deliklidir ve erlene mantarla oturtulur. Süzme sırasında huninin iç çapı kadar kağıt (süzme kağıdı) kesilip huninin içine yerleştirilir. Nuçe erleninin yan çıkışı vakuma bağlanır ve süzme yapılır.
- Ayrırma ve damlatma hunileri: Bunlar ekstraksiyon işleminde iki sıvı fazın birbirinden ayrılmasında ve reaksiyon kabına sıvı madde veya çözelti ilave edilmesinde kullanılırlar. İkinci işlem için kullanıldığında damlatma hunisi adını alır.

4- Fraksiyon başlıkları

Ayrımsal damıtma işleminde kullanılırlar. Alt boru tıpayla damıtma balonunun ağızına yan boru ile soğutucuya takılır. Üst kısma termometre konur.

5- Su trompu

Vakum yapmak için kullanılır. Su dar ağızlı bir borudan geçer. Borunun daraldığı yerdeki suyun hızı büyüktür ve buradaki basınç atmosfer basıncından küçüktür. Su trompu ile elde edilecek en düşük basınçlar su sıcaklığı ile değişir.

6- Gooch krozesi

Süzgeç kağıdı ile reaksiyona girebilecek çözeltilerin (derişik asidik ve bazik çözeltiler) süzülmesinde kağıt süzgeç yerine cam tozlarının sinterleşmesinden yapılmış gooch krozeleri kullanılır.

7- Pipet, büret, mezür, balon joje

Bu cam malzemelerin hepsi ölçü kaplarıdır. Büret titrasyonlarda kullanılır. Balon joler çözeltileri hazırlamada kullanılan belli hacimlerdeki balonlardır. Hacimleri 10 mL ile 2 L arasında değişir. Balon joler diğer balonlar gibi reaksiyon kabı olarak kullanılmazlar.

8- Süzme kağıtları

Normal süzme kağıtları; beyaz bantlı, siyah bantlı, mavi bantlı olarak ayrılırlar. Ayrıca gravimetrik analizlerde kül bırakmadan yanabilen süzme kağıtları da vardır. Bu kağıtların gözenek büyüklükleri farklıdır. Siyah, beyaz, mavi sıralamasıyla gözenek büyüklüğü azalır.

9- Turnusol kağıdı

Çözeltinin asidik veya bazik olup olmadığını ölçer. Asite kırmızı baza da mavi renklidir.

10- pH kağıdı

Asitliğin ve bazlığın miktarını ölçen, bilinen bir ölçekle çözeltileri daldırılan pH kağıdının rengi karşılaştırılarak ortamın pH'sı bulunur.

11- b tüpü (asit tabancası)

Erime noktası tayininde kullanılır. İçine genellikle kaynama noktası yüksek olan sülfürik asit veya değişik yağlar konulur. Yan taraftaki çıkıntı kısmından bek aleviyle yavaş yavaş ısıtılarak işlem yapılır.

12- Adaptörler

Balonların ağız sayısını artırmada, destilatı soğutucudan toplama kabına aktarmada kullanılır.

13- Porselen kroze, porselen kapsül

Yüksek sıcaklığa dayanıklıdır. Kroze genellikle gravimetrik amaçla fırında kullanılır. Porselen kapsül ise buharlaştırmada kullanılır. Cam veya plastikten olabilir. Yıkama amacıyla kullanılır. Püskürtme yoluyla yıkama yapılır.

14- Kullanılan diğer aletler

Kil üçgen, üç ayak ve amyant tel bek alevinin sıcaklığını azaltmada doğrudan aleve tutulmayan maddelerin ısıtılmasında kullanılırlar. Damlalık, petri kabı, beher, erlen, tahta maşa, pens, spatül, tüp, tüplük, hortum, termometre, indikatör şişesi, spor, kelebek, kısıkaç, mantar deleceği, piknometre (yoğunluk ölçer) kullanılan diğer aletlerdir.

15- Ksilol cihazı

Su tayin cihazıdır. Herhangi bir örnekteki su miktarını belirlemeye yarar.

16- Kipp cihazı

Laboratuvarda gaz elde etmek için kullanılır.

17- Yıkama şişesi

Gazların içerdiği safsızlıklardan veya az miktarda karışmış diğer gazlardan ve buharlardan yıkayarak temizlemeye yarar. Tuzak olarak da kullanılabilir.

18- Desikatör

Maddeleri nemden korumak ve kurutmak için kullanılır. İçine kurutucu veya nem çekici olarak sülfürik asit, sodyum hidroksit, kalsiyum klorür veya silika jel konulabilir. Vakuma bağlanarak kurutma yapılanlarına vakum desikatörü denir.

19- Agat havanı

Sert ve katı örneklerin toz haline getirilmesinde kullanılır.

20- Santrifüj

Çökeleklerin çöktürülmesinde kullanılır. Çözeltideki katı taneciklerin hızla döndürülmesiyle ağırlığından dolayı çöktürülmesi esasına dayanır. Dikkat edilecek nokta, cihazın içine konulan tüplerin karşılıklı ve eşit ağırlıkta olmasıdır. Çünkü hızlı döndürme dengeye bağlıdır ve denge bozulursa tüpler kırılır.

21- Karıştırıcılar

Manyetik ve mekanik olabilir. Manyetik olanlar mıknatıs alanı uygulayarak görev yaparken, mekanik olanlar cam veya plastik çubuktan yapılmış karıştırıcıların döndürülmesiyle görev yaparlar.

22- Su banyosu

100°C'lik ısıyla ısıtma yapmakta kullanılırlar. Çeşitli tipte olabildiği gibi bir beher veya metal kutuya su konularak da yapılabilir. Küçük kaynama noktalı sıvıların geri soğutucu altında kaynatılmasında kullanılır.

23- Ceketli ısıtıcılar

Doğrudan alevin veya yağ banyolarının kullanılmalarının zor ve tehlikeli olduğu reaksiyonlar için ve damıtma balonlarını ısıtmada kullanılır.

24- Düz ısıtıcılar

Bu tip ısıtıcılar elektrikle ısıtılır ve ısıtılacak kap doğrudan ısıtıcının yüzeyine konulur. Maksimum 400-500°C'lik ısı verir. Isıtma için hava, kum ve yağ banyoları da kullanılabilir. Yağ banyoları 100-300°C, hava banyoları 80-100°C'den daha da düşük olabilir.

25- Soğutucular

Soğutucu olarak 0 - 5°C için öğütülmüş buz yeterlidir. Daha düşük sıcaklıklar için buz-tuz karışımları kullanılır. Kullanılan tuzun cinsine göre sıcaklık daha da düşürülebilir. Örneğin, kalsiyum klorür tuz karışımı -49°C'ye kadar soğutabilir. Daha da düşürebilmek için katı CO₂ dietileter ve asetonla karıştırılır ve -75°C – -76°C'ye kadar ulaşılabilir.

26- Teraziler

İki kefeli mekanik olanların yanında elektronik ve daha hassas olanları da vardır. Kefeli terazilerde ağırlıklar pens ile tutularak konmalıdır. Terazilerin içi ve kefelерinin temizliğine dikkat edilmelidir. Hassas terazilerde 0.1 mg'a kadar tartım yapılabilir. Kefeli terazide okunucu her zaman durmayabilir, bazı durumlarda sağa ve sola salınımlar yapabilir. Bu durumda iki tarafta eşit salınım yapması terazinin dengede olduğunu gösterir. Bunun yanında kefelі terazilerde daha hassas ölçümlere ulaşabilmek için kavalyeler kullanılır. Bunlar ince teldir ve kefelерin üst kısmına takılır.

DENEY 1: AYIRMA YÖNTEMLERİ

AMAÇ

Çeşitli karışımları ayırma yöntemleri kullanarak ayırabilmek.

GENEL BİLGİ

1. Karışım ve bileşik

Birden fazla maddenin kimyasal bir değişmeye uğramadan meydana getirdikleri madde topluluklarına **karışım** denir. Karışımı oluşturan maddeler, kendi özelliklerini korurlar, istenilen oranda karışabilirler ve karışımı oluşturan bileşenlerine kolaylıkla ayrılabilirler. Örneğin, demir tozları ile kükürt karıştırıldıktan sonra bu karışıma mıknatıs yaklaştırıldığında karışımdaki demirin mıknatıs ile çekilmesi sayesinde bu karışımı tekrar ilk maddelerine dönüştürmek mümkündür.

Karışımlar, Homojen ve Heterojen olmak üzere iki kısma ayrılırlar.

İki veya daha fazla elementin bileşiminden meydana gelen homojen maddelere *Kimyasal Bileşik* denir. Bileşiği oluşturan elementler; belirli oranda birleşirler ve kendi özelliklerini tamamen kaybedip yeni ve ortak bir özelliğe sahip olurlar. Bileşikleri, kendilerini oluşturan bileşenlerine basit şekilde ayırmak mümkün değildir. Eğer yukarıdaki demir ve kükürt karışımı ısıtılırsa, kimyasal bir değişim sonucu demir, demir özelliğini, kükürt de kükürt özelliğini kaybederek yeni bir madde olan demir sülfürü oluştururlar.



Elektron alış-verişiyle oluşan bu yeni maddeyi mıknatısla veya diğer fiziksel yöntemlerle tekrar demir'e ve kükürt'e ayırmak mümkün değildir. Kimyasal değişim sonucu oluşan bu madde artık bir karışım değil bileşiktir ve kendine has erime noktası, kaynama noktası, kristal yapısı vardır.

Homojen Karışım: Her noktasının özellikleri aynı olan ve dışarıya karşı tek bir madde gibi görünen karışımlara denir. Örneğin, tuzlu su, şekerli su, hava v.b. maddeler homojen karışımlardandır ve bunlar tek fazlı olup, gözle ve mikroskopla ayırt edilemezler.

Heterojen Karışım: Her noktasının özellikleri aynı olmayan ve dışarıya karşı tek bir madde gibi görünmeyen maddelere heterojen karışımlar denir. Diğer bir ifadeyle, gözle ve mikroskopla ayırt edilebilen karışımlardır. Bir heterojen karışımın gözle veya mikroskopla ayırt edilebilen kısımlarına faz denir. Bazen göze homojen görünen karışımlar mikroskop altında heterojen olduğu görülür, süt örneğinde olduğu gibi.

2. Ayırma Yöntemleri

Karışımları oluşturan maddeleri ayrı ayrı geri kazanma işlemlerine *Ayırma* veya *Saflaştırma* metotları denir. Karışımlar homojen ve heterojen olarak ikiye ayrıldıklarına göre ayırma işlemlerini de iki grupta incelemek gerekir.

2.1. Heterojen karışımları ayırma

Bu tip karışımları ayırmak için genellikle mekanik işlemlerden faydalanılır.

2.1.1. Manyetik Ayırma

Katı-katı karışımlarında karışımı oluşturan maddelerden biri manyetik özellik gösteriyor ise, bir mıknatıs yardımı ile bu maddeyi karışımdan ayırmak mümkündür. Demir tozu ile kükürt karışımından demirin mıknatısla ayrılması iyi bir örnek teşkil etmektedir.

2.1.2. Yüzeğe Çıkma veya Dibe Çökme

Karışımı oluşturan maddelerin yoğunluk farkından faydalanılarak kendilerini çözmeyen bir sıvı yardımı ile ayırma işlemidir. Örneğin, çok ince öğütülmüş mantar ve demir tozlarından ibaret bir karışım suya atıldığında demir dibe çöker, mantar ise yüzer.

2.1.3. Sedimentasyon, Dekantasyon ve Süzme

Heterojen sistem, değişik yoğunluktaki sıvı-katı karışımından oluşmuş ise çökeltme işlemi uygulanır buna *sedimentasyon* denir. Katı kısım iyice çökeldikten sonra, üstteki sıvı kısmın aktarma suretiyle alınmasına *dekantasyon* adı verilir. Katı partiküllerin yeteri kadar büyük çaplı olması veya yoğunluk farkının çok fazla olmaması dekantasyon işlemi zorlaştıracağından bu durumda süzme işlemine başvurulur. Süzme işlemi kolaylaştırmak ve zamandan tasarruf için laboratuvarlarda vakumda süzme işlemi uygulanır. Endüstride ise, baskı ile süzme ve santrifüj ile süzme daha yaygın olarak kullanılan süzme işlemleridir.

2.1.4. Santrifüjleme

Sıvı içerisindeki katı parçacıkları çok küçük ise bu durumda süzme ile ayırma yeterli olmayabilir. Bu durumda katı parçacıkları çöktürmek için santrifüj aletinden yararlanılır. Bu işlem normal ayırmalarda da kullanılır. Bu suretle zamandan büyük tasarruf sağlanır. Mikro düzeydeki ayırmalarda da kullanılabilmesi, diğer normal süzme işlemlerine oranla daha yaygın kullanılmasını sağlar.

2.1.5. Ayırma Hunisi

Heterojen bir sistemden oluşan sıvı-sıvı karışımlarını ayırmak için kullanılır. Örneğin, su-yağ karışımları, kendi haline bırakıldığında bir müddet sonra, yoğunluk farkı nedeniyle her iki faz birbirinden ayrılır. Böyle bir sistem ayırma hunisi yardımıyla birbirinden kolaylıkla ayrılabilir.

2.1.6. Flotasyon (Yüzdürme)

Endüstride özellikle metalurjide maden cevherlerini taş, kum ve topraktan ayırmak için uygulanan bir işlemdir. Köpük yapıcı maddelerle oluşturulan köpüklere yüzdürülmesi istenen cevherin özel maddelerle bağlanmasını sağlayarak cevherin su yüzeyinde yüzdürülebilir hale getirilmesidir. Bu durumda taş, toprak dibe çökeceğinden cevherden ayrılır.

2.1.7. Dializ

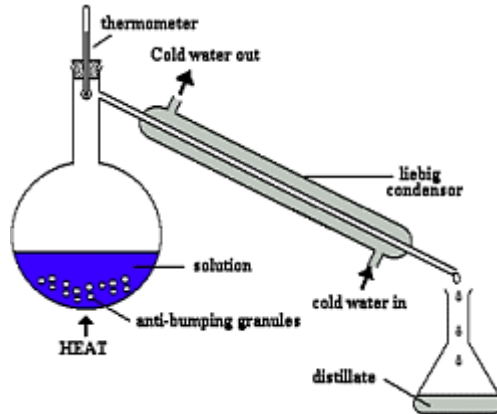
Santrifüjle bile bir sonuç alınamayacak kadar küçük parçacıkları içeren sıvı-katı karışımları (kolloitler) ayırmada kullanılan bir işlemdir. Dializ zarı için parşömen, hayvan derisi, selofon gibi gözenekleri çok küçük olan (0.01 μm), (süzgeç kağıdının gözenegi 3 μm) süzgeçler kullanılır.

3. Homojen Karışımların Ayrılması

3.1. Distilasyon

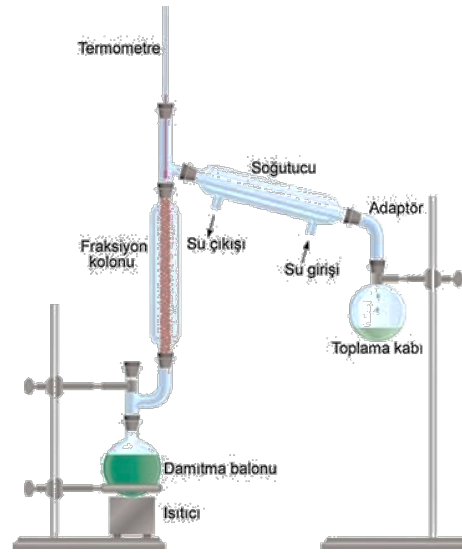
Genellikle her madde farklı bir kaynama noktasına sahiptir. Karışımları teşkil eden maddeleri bu özellikten faydalanarak gaz fazına geçirip yoğunlaştırmak sureti ile teker teker geri kazanma işlemine Distilasyon denir. Distilasyon işlemini maddelerin tabiatına göre iki gruba ayırabiliriz:

- Kaynama noktası çok yüksek olmayan ve bozunmaya uğramayan maddelerin distilasyonu; bu işlem genellikle iki yöntemle yapılır.
 - Normal Distilasyon
 - Fraksiyonlu DistilasyonKarışımı oluşturan maddelerin kaynama noktaları çok farklı ise **normal** distilasyon yeterli olabilir.



Şekil 1.1: Normal Distilasyon Şeması.

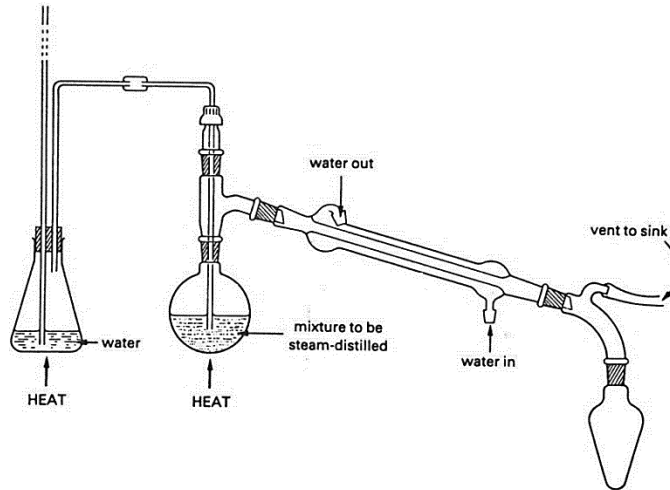
Kaynama noktaları çok yakın maddeleri içeren karışımları saflaştırmak için (fraksiyon başlığı) denilen ek bir aygıtı içeren **fraksiyonlu** distilasyon sistemi kullanılmalıdır.



Şekil 1.2: Fraksiyonlu Distilasyon Şeması.

- b) Kaynama noktası çok yüksek olan veya kaynama noktalarına ulaşmadan bozulan maddelerin distilasyonunda ise **vakum** distilasyonu ve **su buharı** distilasyonları uygulanmaktadır.
- **Vakum distilasyonu** (düşük basınç) normal veya fraksiyonlu distilasyon aygıtlarının kapalı bir sistem haline getirilerek vakum pompasına bağlanmasından ibarettir. Böylece karışımı oluşturan maddelerin daha düşük sıcaklıkta kaynamaları sağlanmış olur.
 - **Su buharı distilasyonu**, adından da anlaşılacağı gibi distilleme işlemini 100°C de gerçekleştiren ve su buharı ile sürüklenme esasına dayanan bir sistemdir.

Yan yana bulunan ve birbirinde çözünmeyen iki uçucu maddenin buharlaşma basınçları toplamı dış basınca eşit olduğu sıcaklıkta her iki madde beraberce distillenirler ilkesinden hareketle su ile homojen bir karışım oluşturmayan bu tür maddelerin distilasyonu için bir yöntem uygulanır. Özellikle parfüm sanayinde çeşitli bitki ve çiçeklerden esansların kazanılmasında bu yöntem uygulanmaktadır. Örneğin, limon çiçeğinden limon esansı bu yöntemle elde edilebilir.



Şekil 1.3: Su Buharı Distilasyonu.

3.2. Kondenzasyon

Distilasyon işleminin tersi olarak yorumlanabilir. Bir gaz soğutularak sıkıştırıldığı zaman sıvılaşır. Havada bulunan gazların bu yöntemle birbirinden ayrılması mümkündür.

3.3. Ekstraksiyon

Bir maddeyi bir ortamdan başka bir ortama alma metoduna ekstraksiyon denir. Çeşitli ekstraksiyon metotları vardır fakat bunlardan en fazla kullanılanı sıvı-sıvıdır. Sıvı-sıvı ekstraksiyonunda bir çözücüde çözülmüş olan bir madde, bu çözücü ile karışmayan başka bir çözücüye alınır. Katı-sıvı ekstraksiyonunda ise katı içinde bulunan bir maddenin bu maddeyi çözebilen bir çözücü içine alınması olayıdır. Ekstraksiyonlarda genellikle organik çözücüler kullanılır.

En basit olarak bu işlem bir ayırma hunisi ile gerçekleştirilebilir. Sürekli bir ekstraksiyon için **Soxhlet** aygıtı kullanılır. Ekstraksiyon homojen karışımlara uygulandığı gibi heterojen karışımlara da uygulanabilir.

3.4. Kromatografi

Modern bir ayırma yöntemidir. Kağıt, İnce tabaka, kolon, gaz gibi çeşitli tipleri vardır.

3.5. Süblimleşme

Bazı katıların sıvı hale geçmeden gaz fazına geçme özelliğine denir. Bu tip maddeleri içeren bu karışım ısıtıldığında süblimleşebilen madde soğuk bir yüzeyde yoğunlaştırılarak tekrar katı hale dönüştürülebilir.

3.6. Kristallendirme

Çözünürlüğü sıcaklıkla birlikte artan bir maddenin sıcakta doymuş çözeltisi soğutulmaya bırakılacak olursa, soğukta doygunluk sınırı aşıldığından doygunluk sınırına ulaşıncaya kadar çözünmüş bulunan maddenin bir kısmı katı halde ayrılır. Aynı olay doymuş bir çözeltinin bir miktar buharlaştırılması durumunda da ortaya çıkar. Bu olaya **kristallenme** denir.

Kristalizasyon olayı, kristal çekirdeğinin teşekkülü ve büyümesinden ibarettir. Çok sayıda büyük kristal elde etmek için çekirdekleşme hızı düşük tutulmalıdır. Bunu sağlamanın yolu da aşırı doymuşluğu düşük tutmaktır. Zira bu değer büyük olursa çekirdekleşme hızı kristal büyütme hızından daha büyük olur. Sonuç olarak, aynı anda birçok yerde büyüme olacağından kristaller küçük olur.

3.7. Difüzyon

Maddenin yayılma özelliğidir. Daha çok gazlar için uygulanır. Difüzyon hızı yayılma ortamına ve yayılan maddeye göre değişir. Örneğin, hidrojen bromdan daha hızlı yayıldığı için böyle bir karışımdan bu yöntemle hidrojen ayrılabilir.

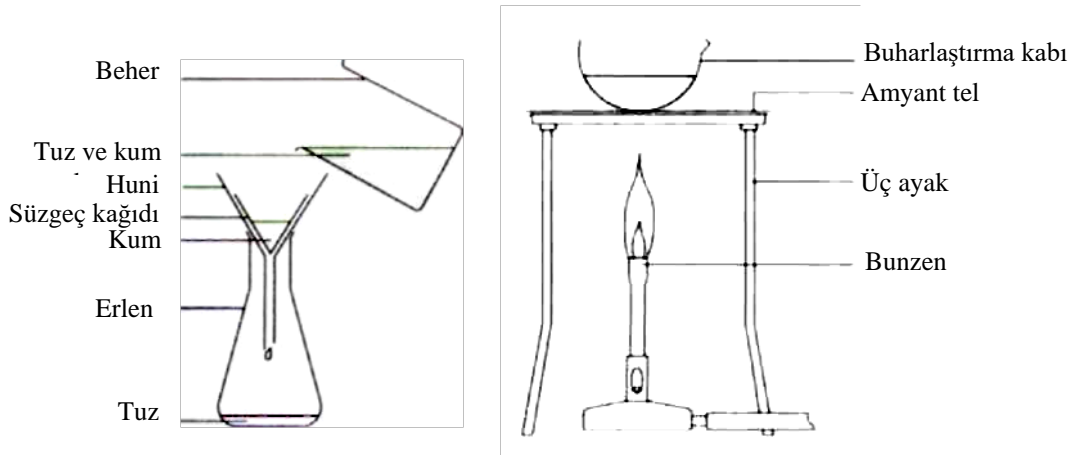
DENEY 1.1: KUM VE TUZ KARIŞIMINI AYIRMA

GEREKLİ MALZEMELER

250 mL beher, süzgeç kağıdı, huni, buharlaştırma kabı, üç ayak, ısıtıcı, amyant tel, baget, tuz ve kum karışımı (yaklaşık %20'si tuz).

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) 250 mL beher içerisinde yaklaşık 5 g karışımı 50 mL su ile yavaşça karıştırınız.
- 2) Karışımı erlenmayere süzünüz ve süzüntüyü bir buharlaştırma kabına boşaltınız.
- 3) Sıçramalar başlayıncaya kadar tuz çözeltisini yavaşça ısıtınız. **Dikkat:** kaba çok fazla yaklaşmayınız.
- 4) Bunzen bekini kapatınız ve nemli tuzu kurumaya bırakınız.



Şekil 1.4: Süzme ve buharlaştırma işlemleri.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Birinci basamakta tuz, kum ve su neden karıştırılır?
2. İkinci basamakta bu karışım süzüldüğü zaman ne olur?
3. Üçüncü basamakta tuz çözeltisi neden ısıtılır?

DENEY 1.2: KATI-KATI KARIŞIMLARININ YOĞUNLUK FARKINDAN YARARLANILARAK AYRILMASI

GEREKLİ MALZEMELER

Beher, Demir Tozu, Tahta talaşı, Su, Kum, Süzgeç kağıdı, Spatül, Baget, Erlen, Pens

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) 100 mL'lik behere yarısına kadar su koyun.
- 2) Demir tozları, kum ve tahta talaşını bir kağıt üzerine dökerek karıştırın.
- 3) Elde ettiğiniz karışımı su ile dolu olan beher içine döküp baget ile karıştırın.
- 4) Bir süre bekleyiniz. Karışımı oluşturan maddelerden hangisinin özkütlesi, suyunkinden büyük ise onun suda dibe çöktüğünü, öz kütlesi küçük olanın suyun üzerinde yüzdüğünü göreceksin.
- 5) Elinizdeki bagetle ya da bir spatül yardımıyla suyun yüzeyinde yüzen tahta talaşlarının hepsini bir spatül ile toplayarak başka bir kap veya saat camı üzerine koyun.
- 6) Geriye kalan demir tozu ve kum karışımını geri kazanmak için süzme düzeneği kurun. Süzme işlemi sonucunda süzgeç kağıdında toplanan kum-demir tozu karışımı, bir pens yardımıyla saat camı üzerine alınır ve kurutulur.
- 7) Kurutma işleminden sonra karışımdaki demir mıknatıs yardımıyla çekilerek uzaklaştırılır ve geride sadece kum kalır.
- 8) Böylece karışımı oluşturan tahta talaşı, demir tozu ve kum birbirinden ayrılmış olur.

Bu deney ile maddelerin birbirinden aynı zamanda magnetik özellikleri ile de ayrılabilceği öğrenilmiş olmaktadır.

DENEY 1.3: ÇÖZÜNÜRLÜK FARKINDAN YARARLANARAK AYIRMA

GEREKLİ MALZEMELER

Naftalin veya iyot, şeker, su, süzgeç kağıdı, kısıkaç, spor, huni, baget, erlen, beher, spatül, pens

DENEYİN YAPILIŞI

Naftalin ve şekerden eşit miktarlarda alınarak beher içerisine koyulur ve üzerine su eklenir. Şeker suda çözünürken naftalin çözünmeden kalır. Naftalin süzme yöntemiyle ile karışımdan ayrılır. Geriye kalan çözülden suyun buharlaştırılması ile şeker geri kazanılır.

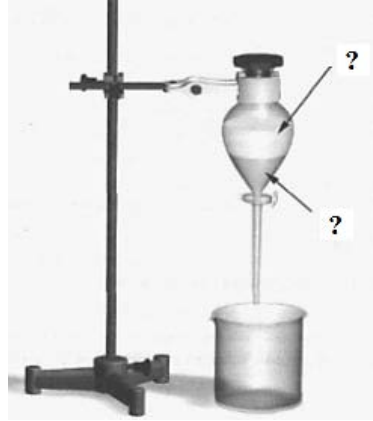
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Naftalinin suda çözünmemesine rağmen şeker çözülmüştür. Bunun nedeni nedir? Tartışınız.

DENEY 1.4: SIVI-SIVI KARIŞIMLARININ YOĞUNLUK FARKINDAN YARARLANILARAK AYRILMASI

GEREKLİ MALZEMELER

Su, CCl₄, Ayırma Hunisi



Şekil 1.5: Özgül kütle farkı ile ayırma için ayırma hunisinin kullanımı.

DENEYİN YAPILIŞI

Su ve karbontetraklorür ayırma hunisine koyulur. Ayırma hunisinin kapağı kapatılarak şiddetli bir şekilde çalkalanır. Fazların birbirinden ayrılması için bir süre beklenir. Yoğunluğu büyük olan faz musluk yardımıyla alttan alınır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Bu deneyde CCl₄, yerine başka hangi madde kullanılabilirdi?
2. Ayırma hunisiyle tam bir ayrılma gerçekleştirilebildi mi? Neden?

DENEY 2: KÜTLENİN KORUNUMU KANUNU

AMAÇ

Kütlenin korunumu kanununun uygulanması.

GENEL BİLGİ

Kimyanın en temel kanunlarından biridir ve buna göre bir kimyasal reaksiyonda madde vardan yok olmaz ve yoktan da var olmaz. Yani reaksiyona giren maddelerin kütleleri toplamı reaksiyon sonucu oluşan ürünlerin kütleleri toplamına eşittir. Kimyasal reaksiyonlarda atomların yer değiştirmesi veya elektron alış-verişi ile farklı özellikte yeni maddeler meydana gelir fakat reaksiyona giren maddelerin ve ürünlerin toplam kütle sabit olup birbirine eşittir. Bazı reaksiyonlarda özellikle yanma ve bozunma reaksiyonlarında madde kaybı oluyormuş gibi gelebilir. Gerçekte kaybolduğu düşünülen madde miktarı gaz haline dönüşmüştür. Bu deneyde Na_2CO_3 - CaCl_2 ve Na_2CO_3 - HCl karışımlarının reaksiyonları gözlenip, buradan elde edilen sonuçlardan kütlenin korunumu kanunu incelenecektir.

GEREKLİ MALZEMELER

1 M Na_2CO_3 çözeltisi, 3 M HCl, dereceli silindir, 1 M CaCl_2 çözeltisi, 2 kuru tüp, 100 mL'lik beher

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Kuru ve temiz iki deney tüpü alınır. Tüplerden birine 5 mL 1 M sodyum karbonat çözeltisi diğerine 5 mL 1 M kalsiyum klorür çözeltisi koyunuz.
- 2) Tüpleri bir beherin içerisine yerleştirerek beherle birlikte tartınız.
- 3) Bir tüpteki çözeltiyi ikinci tüpe boşaltarak gözlemlerinizi yazınız. Herhangi bir değişme gözlemlediyseniz türünü belirtiniz. (Fiziksel ya da kimyasal)
- 4) Tüpleri tekrar aynı erlenin içine yerleştirerek tartınız. Toplam kütlede değişim oluyor mu yazınız.
- 5) Tüplerin içeriğini boşaltarak yıkayınız ve kurulaştırınız. Tüplerden birine 5 mL 3 M HCl, diğerine 5 mL 1 M sodyum karbonat çözeltisi koyunuz. Tüpleri beherin içine yerleştirerek hep birlikte tartınız.
- 6) Dikkatlice bir tüpteki çözeltiyi diğerine boşaltarak gözlemlerinizi yazınız.
- 7) Düşük bek alevinde yavaşça tüpü 1 dakika süreyle ısıtınız. (NOT: Sakın kaynatmayınız!).
- 8) Tüpleri beherle yerleştirerek tekrar tartınız. Toplam kütlede herhangi bir değişme gözlemlediniz mi? Gözlemlediyseniz sebebini belirtiniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Herhangi bir değişme gözlediniz mi?
2. Kimyasal değişimde açığa çıkan gaz ne olabilir?
3. Açığa çıkan gazın ağırlığı ve molekül ağırlığını bulunuz.
4. Kaç milimol gaz açığa çıkmıştır?

DENEY 3: KURŞUN KROMAT (STOKİYOMETRİ)

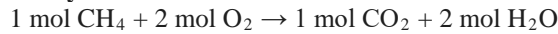
AMAÇ

Kurşun kromatın hazırlanması özelliklerinin incelenmesi ve stokiyometrik hesaplama yapmak.

GENEL BİLGİ

Yunancadaki iki kelime; *stoicheion (element)* ve *metron (ölçüm)* anlamlarına gelmektedir. Bu kelimelemin birleşimi olan stokiyometri (İngilizce Stoichiometry) kısaca element ölçüsü anlamına gelir. Kimyasal bir tepkimeye giren ve çıkan maddeler arasındaki kütleli (bazen de hacimsel) hesaplamalarla ilgilendirilir. Kimya biliminin matematik kısmıdır. Jeremias Benjaim Richter (1762-1807), stokiyometrinin ilk prensiplerini ortaya koyan kişi olarak bilinir.

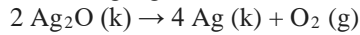
Deney Öncesi Pratik :



Denklemdaki katsayılarından aşağıdaki ifadeleri çıkartabiliriz.

- Tepkimede 1 mol CH₄ tüketilir, 1 mol CO₂ ve 2 mol H₂O oluşur.
- 2 mol O₂ tepkimeye girer, 1 mol CO₂ ve 2 mol H₂O oluşur.
- Tüketilen 1 mol CH₄'a karşılık 2 mol O₂ tepkimeye girer.

Örnek: 3,00 kg Ag₂O in bozunmasından kaç mol Ag elde edilir?



$$\text{Ag}_2\text{O mol sayısı } n = 3000 \text{ g} / 232 \text{ g mol}^{-1} = 12,93 \text{ mol}$$

$$\begin{array}{ll} 2 \text{ mol Ag}_2\text{O} & 4 \text{ mol Ag} \\ 12,93 \text{ mol Ag}_2\text{O} & x \text{ mol Ag} \end{array}$$

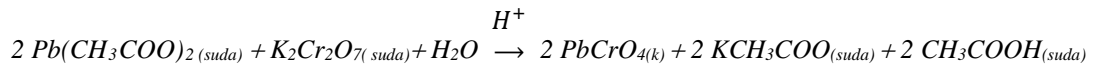
$$x = 12,93 \text{ mol Ag}_2\text{O} \times (4 \text{ mol Ag} / 2 \text{ mol Ag}_2\text{O}) = 25,86 \text{ mol Ag elde edilir}$$

GEREKLİ MALZEMELER

Kurşun asetat (hidrat), Potasyum dikromat, Sülfürik asit, Beher, Terazî, Süzme aparatı, Etüv, Distile su

DENEYİN YAPILIŞI

7 g kristalize kurşun asetatın (Pb(CH₃COO)₂·3H₂O) bir miktar distile sudaki çözeltisine 4 g potasyumbikromatın az miktar distile sudaki çözeltisi, sülfürik asit ile asitlendirildikten sonra ilave edilir. Ayrılan koyu sarı renkte çökelek süzülür, su ile yıkanır ve 110°C'de etüvde kurutulur. Ürünün verim hesabı yapılır.



Kurşun Kromat kurşunun önemli bir pigmentidir, teknikte sarı boya olarak kullanılır. Krom sarısı adını alır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Tartım alarak verim hesabı yapınız.
2. Asetik asit ve amonyakta çözünürlüğünü gözlemleyiniz.
3. Nitrik asit ve sodyumhidroksitte çözünürlüğünü gözlemleyiniz.

DENEY 4: ÇÖZELTİ HAZIRLAMA

AMAÇ

Farklı türlerden çözelti hazırlayabilme becerisi oluşturmak.

GENEL BİLGİ

İki veya daha fazla maddenin tek bir faz oluşturmak üzere birbirleri içinde homojen olarak karışmaları sonucu meydana getirdikleri homojen karışıma çözelti denir. Çözeltiyi meydana getiren bileşenden genellikle miktarca fazla olana çözücü, diğerine çözünen adı verilir. Çözücü ve çözüneni katı, sıvı veya gaz oluşuna göre oluşabilecek çözeltiler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Çözücü ve çözünenin cinsine göre oluşabilecek çözeltiler.

Çözelti Tipi	Çözelti Tipleri		Örnek Çözelti	
	Çözücü	Çözünen	Çözücü	Çözünen
Sıvı	Sıvı	Katı	Su	Sodyum Klorür
	Sıvı	Sıvı	Su	Etil Alkol
	Sıvı	Gazı	Su	Karbondioksit
Katı	Katı	Katı	Bakır	Çinko
	Katı	Sıvı	Gümüş	Cıva
	Katı	Gaz	Paladyum	Hidrojen
Gaz	Gaz	Gaz	Azot	Oksijen

Çözeltiler, oluşturdukları homojen fazlara göre sıvı, katı ve gaz çözeltiler olarak adlandırılırlar. Ancak gaz çözeltiler yerine gaz karışımı terimini kullanmak daha uygundur. Çözeltiyi oluşturan maddelerden biri katı diğeri sıvı ise, katı sıvıda çözülmüş denir ve katıya çözünen sıvıya çözücü denir. Çözeltiyi oluşturan bileşenlerden her ikisinin de sıvı olması durumunda, çözünen ve çözücü terimleri keyfi olarak seçilir.

Konsantrasyon Birimleri: Bir çözeltiyi tanımlayabilmek için nitel olarak bileşenlerden başka, bu bileşenlerin miktarları hakkında da bilgi sahibi olmalıyız. Çözelti özellikleri, mevcut maddelerin mutlak miktarlarına bağlı olmadığından, genellikle bileşenlerin bağıl miktarlarına bu maddenin konsantrasyonu denir ve aşağıdaki birimlerle ifade edilir.

1- Mol kesri (X): Bileşenin mol sayısının çözeltideki toplam mol sayısına oranıdır. 1 ve 2 diye simgelenen iki bileşen olsun. Bunların mol kesirleri X_1 ve X_2 mol sayıları n_1 ve n_2 ile gösterilirse şöyle formüle edilebilir:

$$n_1 + n_2 = n_T \text{ toplam mol sayısıdır} \quad (1)$$

$$X_1 = \frac{n_1}{n_1+n_2}; X_2 = \frac{n_2}{n_1+n_2} \quad (2)$$

$$X_1 + X_2 = 1 \text{ 'dir} \quad (3)$$

2- Molalite (m): 1000 gram çözücüde çözülmüş maddenin mol sayısıdır. Örneğin, 6 molal HCl, 6 mol HCl'ye 1000 g suyun ilave edilmesi ile yapılmış çözelti anlamına gelir.

$$m = \frac{\text{çözünenin mol sayısı (n)}}{\text{çözücü miktarı (kg)}} \quad (4)$$

3- Normalite (N): Çözeltinin litresinde bulunan eşdeğer gram sayısıdır. Eşdeğer gram; 8 g oksijen veya 1 gram hidrojen ile reaksiyona giren veya bu miktarlarda oksijen de yer değiştiren maddenin gram olarak miktarına o maddenin eşdeğer ağırlığı denir:

$$N = M \times T_d \quad (5)$$

4- Tesir Değerliği (T_d): Asitlerin ortama verdiği H^+ iyonu sayısı, bazların ortama verdiği OH^- iyonu sayısı, tuzların ise ortama verdiği veya aldığı elektron sayısına tesir değerliği denir.

5- Molarite (M): Çözeltinin litresinde bulunan mol sayısıdır. Örneğin; 6 M HCl çözeltisi 6 mol HCl'nin yeteri kadar su ile bir litreye tamamlanmasından meydana gelmiştir.

$$M = \frac{\text{çözünen mol sayısı (n)}}{\text{çözelti hacmi (L)}} \quad (6)$$

6- Ağırlık Yüzdesi: Bir çözeltide, bir bileşenin ağırlık yüzdesi o bileşenin ağırlığının toplam çözelti ağırlığına oranının yüz katıdır. %10'luk NaCl sulu çözeltisi 10 g NaCl ve 90 g su içerir.

a) Katı Maddelerin Çözeltilerini Hazırlama:

Sıvı çözeltiler balon joje denilen hacmi ayarlı cam kaplarda hazırlanır. Balon jöjeler 5 mL'den 2 L'ye kadar çeşitli hacimlerde kullanılabilir.

Çözeltisi hazırlanacak olan katı maddeden ne kadar alınacağı istenen derişim birimine göre önceden yapılacak bir hesaplamayla belirlenir.

- Örneğin, 1 M NaOH çözeltisi hazırlamak için;

1 mol = 23 + 16 + 1 = 40 g NaOH tartılarak küçük bir behere alınır. Daha sonra az bir miktar damıtık suyla çözülerek 1 litrelik balon jöjeye aktarılır. Katı madde kalmaması için beher birkaç defa saf su ile çeperlerinden yıkanarak çalkalanır ve balon jöjeye aktarılır. Daha sonra balon jöje işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanır. Son olarak balon jöjenin kapağı kapatılarak birkaç defa ters yüz edilir. Böylece dipteki daha derişik çözeltinin balon jöjenin her tarafına dağılması ve homojen bir çözelti elde edilmesi sağlanmış olur. Katı çözelti hazırlanırken, katı maddenin kristal suyu olup olmadığına dikkat edilmelidir. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gibi hidrat tuzlarda moleköl ağırlığı hesaplanırken kristal suları da hesaba katılmalıdır.

b) Derişik Asit veya Baz Çözeltilerinden İstenen Derişimde Çözelti Hazırlama:

Laboratuvarlarda kullanılan birçok asit ve baz (HCl, HNO₃, H₂SO₄, CH₃COOH, NH₃ vb.) piyasada derişik sulu çözeltileri halinde satılmaktadır. Molarite ile çözelti hacminin çarpımı, çözünenin mol sayısını verir. Tüm seyrelme işlemlerinde çözünenin miktarı değişmediğinden genel olarak

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (7)$$

eşitliği geçerlidir.

Eşitlikte 1 indisi derişik (stok) çözeltiyi, 2 indisi hazırlanmak istenen çözeltiyi göstermektedir. Derişik bir çözeltiden belirli bir derişimde daha seyreltik bir çözelti hazırlamak için önce kaç mol gerektiği hesaplanır. Bunun ne kadar hacimde bulunacağı da önceden bilinir ve yukarıdaki eşitlik kullanılarak derişimi belli ana çözeltiden alınacak miktar hesaplanır. Bu miktar uygun bir ölçü kabı yardımıyla balon jöjeye aktarılarak istenen çözelti hazırlanır.

GEREKLİ MALZEMELER

NaCl, H₂SO₄, HCl, KCl, NaOH, Etil alkol, Metil alkol, Balon jöjeler, Mezür, Beherler

DENEYİN YAPILIŞI

A) Aşağıda verilen çözelti hesaplarını bırakılan boşluklara yazınız. Bulduğunuz sonuçlarla çözeltileri hazırlayınız.

- 1) %5'lik (v/v) 50 mL etil alkol çözeltisi hazırlayınız.
- 2) %10'luk (v/v) 100 mL metanol çözeltisini hazırlayınız.
- 3) %2'lik (w/w) NaCl çözeltisi hazırlayınız.
- 4) %3'lük (w/v) 50 mL KCl çözeltisi hazırlayınız.
- 5) d= g/ mL %.....'lik (w/w) H₂SO₄ çözeltisinden, 100 mL % 15'lik (w/v) H₂SO₄ çözeltisi hazırlayınız.
- 6) d= g/ mL %.....'lik (w/v) HCl çözeltisinden 250 mL, 2 M HCl çözeltisi hazırlayınız.
- 7) 50 mL 0,001 M NaCl çözeltisi hazırlayınız.
- 8) 1 M NaOH çözeltisinden 0,01 M 100 mL NaOH çözeltisi hazırlayınız.

GEREKLİ MALZEMELER

NaOH, Ca(OH)₂, HCl, NaCl, KCl, Sakkaroz, Balon jöje, Beher

B) Aşağıda verilen çözelti hesaplarını bırakılan boşluklara yazınız. Bulduğunuz sonuçlarla çözeltileri hazırlayınız.

- 1) 0,1 N 100 mL NaOH çözeltisi nasıl hazırlarsınız? (NaOH M_A = 40 g/mol)
- 2) 50 mL 0,01 N Ca(OH)₂ çözeltisi hazırlayınız.
- 3) 0,01 N HCl çözeltisinden, 50 mL 0,001 N HCl çözeltisi hazırlayınız.
- 4) 100 mL, 1 m NaCl çözeltisi hazırlayınız (NaCl'ün suyun hacmini değiştirmedeğii varsayılmıştır).
- 5) 100 mL 0,04 M KCl çözeltisi hazırlayınız.
- 6) 100 mL 0,05 m sakkaroz çözeltisi hazırlayınız.

Çözelti hazırlama: Katı maddeyi direk balon jøjeye koymak yerine önce bir beherde çözmek daha uygundur. Madde dökülebilir, balonda çözünmeyebilir ve ısıtma gerekebilir (**NOT: çözelti balon jøjede hazırlanır!**).

DENEY 5A: ANYONLARIN TANINMA REAKSİYONLARI

AMAÇ

Bazı önemli anyonların, farklı kimyasallar ile verdiği reaksiyonlardan faydalanarak tanınmaları.

GENEL BİLGİ

Bilinmeyen bir örneğin içeriğinin kimyasal test uygulama yöntemleri ile bileşenlerinin belirlenme prosesine **kalitatif analiz** denir. Her bir iyonun kendine özel yapısı ve kendine özel reaksiyon tipleri vardır. Kalitatif analiz bu düşünce ile yola çıkılarak yapılabilir. Bilinmeyen iyonların bulunduğu çözeltiler kimyasal testlere tabi tutulabilir ve bilinen iyonların vermiş olduğu sonuçlar ile kıyaslanabilir. Uygun olan yöntem kullanılarak bilinmeyen çözeltinin içindeki iyonların varlığı tespit edilebilir.

Anyonlar grup reaktifleri ile vermiş olduğu çeşitli reaksiyonlar sonucu farklı gruplara ayrılır. Anyonların Kalitatif Analiz yöntemleri için farklı metotlar geliştirilmiştir. Bir örneğin içindeki anyonların kalitatif olarak belirlenmesi, iyonların belirli tuzlarının çözünürlük özelliklerine dayanmaktadır. Anyonlar indirgenme ve yükseltgenme özelliklerinin yanı sıra çeşitli kimyasallar ile vermiş olduğu çökelmeye göre kıyaslanabilir.

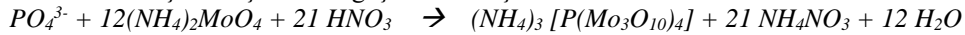
GEREKLİ MALZEMELER

Deney tüpleri, Isıtıcı, Çeşitli anyonları içeren çözeltiler: PO_4^{3-} , $C_2O_4^{2-}$, SO_4^{2-} , SCN^- , Cl^- Amonyum molibdat çözeltisi, $KMnO_4$ çözeltisi, $BaCl_2$ çözeltisi, demir(III) klorür çözeltisi, Gümüş nitrat çözeltisi.

DENEYİN YAPILIŞI

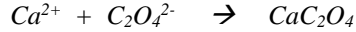
A) Fosfat iyonu reaksiyonları (PO_4^{3-})

Bir tüp içerisine 1 mL fosfat iyonu bulduran çözelti alınır ve HNO_3 ile asitlendirilmiş amonyum molibdat çözeltisinden 4 mL ilave edilir. Sarı kristalize amonyum fosfo molibdat çöker. Çökmeyi hızlandırmak için karışım $40^\circ C$ geçmemek koşulu ile ısıtılır.

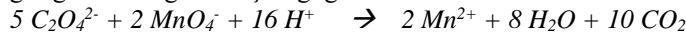


B) Oksalat iyonu reaksiyonu ($C_2O_4^{2-}$)

a) Nötral oksalat çözeltisinden 2 mL tüp içine konulur. Bunun üzerine 1-2 mL $CaCl_2$ çözeltisi ilave edilir. Kalsiyum oksalat beyaz kristaller halinde çöker. Çökelti seyreltik asetik asit, oksalik asit ve amonyum oksalat çözeltilerinde çözünmez. Seyreltik HCl ve HNO_3 çözeltilerinde çözünür.

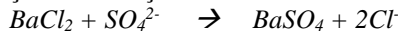


b) Bir deney tüpüne 2 mL oksalat iyonu içeren çözelti konulur. Bu çözelti asitlendirildikten sonra üzerine $KMnO_4$ çözeltisi ilave edilerek $70^\circ C$ 'ye kadar ısıtılarak, permanganat çözeltisinin renginin gittiği ve CO_2 gazının çıktığı gözlenir.



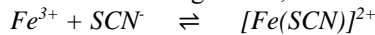
C) Sülfat iyonu reaksiyonları (SO_4^{2-})

Deney tüpüne 2 mL SO_4^{2-} iyonu bulduran çözelti alınır ve üzerine $BaCl_2$ çözeltisi ilave edilir. Reaksiyon sonucunda beyaz renkli $BaSO_4$ çöker. Bu çökelti seyreltik HCl 'de ve seyreltik HNO_3 çözeltisinde çözünmez.

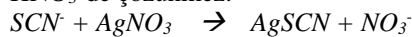


D) Tiyosiyanat iyonu reaksiyonları (SCN^-)

a) Tiyosiyanat iyonu içeren örnekten 1-2 mL bir tüp içine konulur ve üzerine yeteri kadar demir(III) klorür çözeltisi ilave edilir. Demir(III) tiyosiyanat kompleks katyonu oluşur. Kompleks kan kırmızısı rengindedir, eter ile çalkalanırsa, kompleks eter fazına geçerek eteri kırmızıya boyar.



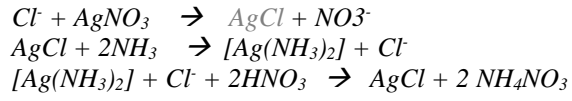
b) Tiyosiyanat iyonu içeren çözeltilerden 1-2 mL tüpe konulur ve üzerine $AgNO_3$ çözeltisi ilave edilir. Beyaz renkli gümüş tiyosiyanatın çökmesi izlenir. Çökelti amonyak çözeltisinde çözünür. Seyreltik HNO_3 'de çözünmez.



E) Klorür iyonu reaksiyonları (Cl^-)

Bir deney tüpüne 1-2 mL Cl^- iyonu bulduran çözeltilerden alınır ve üzerine gümüş nitrat çözeltisi ilave edilerek, beyaz renkli gümüş klorürün çökmesi izlenir. Çökelti su ve seyreltik HNO_3 'de çözünmez. Buna karşılık seyreltik amonyak, potasyum siyanür ve sodyum tiyosülfat çözeltilerinde çözünür.

Genel Kimya Laboratuvar Föyü



SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. PO_4^{3-} ve $C_2O_4^{2-}$ iyonlarının tanıma reaksiyonlarını yazarak indirgen ve yükseltgen maddeleri belirtiniz.
2. SCN^- ve Cl^- iyonlarının tanıma reaksiyonlarını yazarak reaksiyon türünü belirleyiniz.

DENEY 5B: KATYONLARIN TANINMA REAKSİYONLARI

AMAÇ

Önemli metal iyonlarının çeşitli kimyasallarla verdiği reaksiyonların kalitatif olarak incelenmesi.

GENEL BİLGİ

Katyonların ayrılması, bu kationların çökelti veya kompleks iyonları oluşturma eğilimlerine göre sınıflandırılır. **Fresenius** en iyi ve en bilinen ayrılma şemasını ilk olarak 1841 yılında ortaya koymuştur. Bu sistemde kationlar, bazı reaktiflere karşı göstermiş olduğu davranışlara göre 5 grupta sınıflandırılmıştır. Bu reaktiflerin sistematik kullanımıyla kationların varlığı veya yokluğu hakkında karar verilebilir. En genel kationların sınıflandırılması için kullanılan reaktifler hidroklorik asit, hidrojen sülfid, amonyum sülfid ve amonyum karbonattır.

Bu 5 grup aşağıdaki gibidir;

- **Grup 1:** Seyreltik hidroklorik asit ile çökelti oluşturan kationlar (**Pb²⁺, Hg¹⁺ ve Ag⁺**)
- **Grup 2:** Hidroklorik asit ile tepkime vermeyen fakat seyreltik mineral asit ortamında ki hidrojen sülfid ile çökelek oluşturan kationlar (**Hg²⁺, Cu²⁺, Bi³⁺, Cd²⁺, Sn²⁺, Sn⁴⁺, As³⁺, As⁵⁺, Sb³⁺ ve Sb⁵⁺**). İlk dört iyon 2/a ve son altı iyon 2/b dersek , 2/a kationları amonyum polisülfitte çözünmezken 2/b kationları çözünebilir.
- **Grup 3:** Bu grup kationlar seyreltik hidroklorik asit veya seyreltik mineral asit ortamındaki hidrojen sülfid ile reaksiyon vermez. Fakat nötral veya amonyaklı ortamda amonyum sülfid ile çökelek oluşturur. Bu grup kationlar ; **Fe²⁺, Fe³⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Mn²⁺, Cr³⁺, Al³⁺ ve Zn²⁺**
- **Grup 4:** Bu gruptaki kationlar grup 1 , 2 ve 3 ün reaktifleriyle reaksiyona girmez ve nötral ortamda bulunan amonyum klorür varlığındaki amonyum karbonat ile çökelti oluşturur. Bu grup kationlar **Ca²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺**
- **Grup 5:** Bu grup kationlar önceki grupların reaktifleriyle reaksiyon vermez. Bu kationlar ; **Mg²⁺, Li⁺, Na⁺, K⁺ ve NH₄⁺**

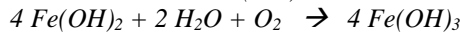
GEREKLİ MALZEMELER

Deney tüpleri, pipet, ısıtıcı, çeşitli kationları içeren çözeltileri (Fe²⁺, Fe³⁺, Al³⁺, Cr³⁺, Co²⁺, Pb²⁺), Potasyum ferrosiyanür K₄ [Fe(CN)₆].3H₂O çözeltisi, Potasyum ferrisiyanür K₃[Fe(CN)₆] çözeltisi, NaOH çözeltisi, Na₂HPO₄ çözeltisi, NH₃ çözeltisi, K₂CrO₄ çözeltisi.

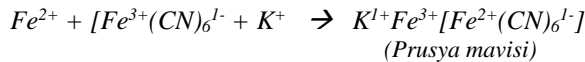
DENEYİN YAPILIŞI

A) Fe²⁺ iyonlarının reaksiyonları

- a) Bir deney tüpüne 1-2 mL demir(II) çözeltisi konularak havasız bir ortamda üzerine sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilir. Beyaz renkte Fe(OH)₂ çöker. Çökelti hidroksidin aşırısında çözünmez. Nemli Fe(OH)₂ havanın oksijeni ile yükseltgenerek demir(III) hidroksidi oluşturur.

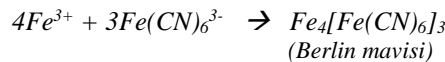


- b) Demir(II) iyonları içeren çözeltiden 1-2 mL deney tüpüne alınır. Havasız ortamda K₄Fe(CN)₆ çözeltisi ilave edilir. Beyaz renkli K₂Fe[Fe(CN)₆] çöker. K₂Fe[Fe(CN)₆] atmosfer koşullarında yükseltgenerek, KFe[Fe(CN)₆] (potasyum demir-III-ferrosiyanür) oluşturur. KFe[Fe(CN)₆] açık mavi renklidir.

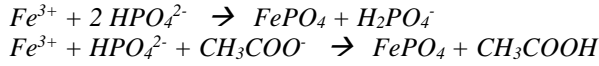
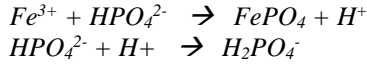


B) Fe³⁺ iyonlarının reaksiyonları

- a) Fe³⁺ iyonları içeren çözeltiden 1-2 mL alınarak deney tüpüne konulur. Örnek üzerine potasyum ferrisiyanür çözeltisi ilave edilir. Mavi renkli güç çözünen bir kompleks tuz oluşur. Bu komplekse **Berlin Mavisi** denir.

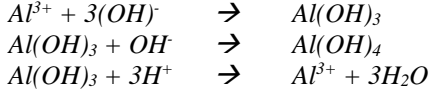


- b) Fe³⁺ iyonları içeren çözeltiden 1-2 mL alınarak deney tüpüne konulur. Örnek üzerine Na₂HPO₄ çözeltisinin aşırısı katılarak sarımsı renkli demir(III) fosfatın çökmesi sağlanır. Fe³⁺ iyonlarının tamamının FePO₄ halinde çökmesi için oluşan H⁺ iyonlarını tutmak amacıyla ortama sodyum asetat katılır.



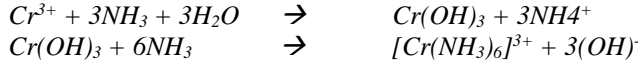
C) Al³⁺ iyonlarının reaksiyonu

Bir deney tüpüne 1-2 mL alüminyum iyonları içeren çözeltilerden konulur ve birkaç mL amonyak çözeltilisinden ilave edilir. Beyaz jelatinimsi bir çökelek oluşur. Bu çökelek amfoterlik nedeniyle asitlerde ve bazlarda çözünür.

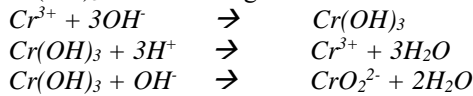


D) Cr³⁺ iyonlarının reaksiyonları

a) Deney tüpüne 1-2 mL Cr³⁺ çözeltilisi konulur ve üzerine amonyak çözeltilisi ilave edilir. Gri-yeşil veya gri-mavi renkli jelatinimsi görünüşte Cr(OH)₃ çöker. Cr(OH)₃ amonyağın aşırı eklenmesi ile hegzaminkrom(III) kompleksini içeren menekşe pembe renkli çözelti vererek hafifçe çözülür. Bu çözelti kaynatılırsa yeniden Cr(OH)₃ çöker.

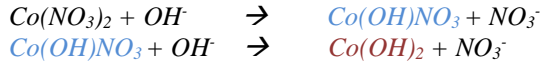


b) Cr³⁺ çözeltilisinden 1-2 mL deney tüpüne alınır ve sodyum hidroksit ile etkileştirilir. Cr(OH)₃ çöker. Cr(OH)₃ amfoter olduğundan asit ve bazlarda çözünür.

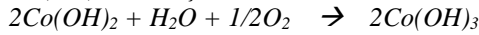


E) Co²⁺ iyonlarının reaksiyonları

Co²⁺ iyonlarını içeren çözeltilerden 1-2 mL deney tüpüne konulur. Soğukta sodyum hidroksit çözeltilisi ilave edilir. Mavi renkli bazik bir tuz oluşur ve çöker. Bu tuz, bazın aşırısında ısıtılırsa pembe renkli Co(OH)₂'ye dönüşür.

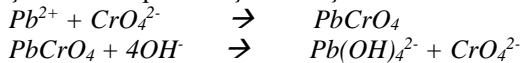


Co(OH)₂ çözeltilisi havada bekletilirse veya sulu süspansiyonu uzun süre kaynatılırsa, kahverengi-siyah Co(OH)₃'e dönüşür.



F) Pb²⁺ iyonunun reaksiyonu

Pb²⁺ iyonları içeren çözeltilerden 1-2 mL deney tüpüne alınır ve üzerine K₂CrO₄ çözeltilisinden 1-2 damla ilave edilir. Sarı renkte bir çökelek oluşur. Bu çökelek CH₃COOH ve NH₄OH'te çözünmez. NaOH çözeltilisinde plumbit şeklinde çözünür.



SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Al³⁺, Cr³⁺, Pb²⁺, Co²⁺ iyonlarının karakteristik reaksiyonlarını yazınız.
2. Al³⁺, Cr³⁺, Pb²⁺, Co²⁺ iyonlarının hangileri hem asit hem bazlarla etkileşir? Reaksiyon denklemlerini yazınız.

DENEY 6A: İDEAL GAZ YASASI İLE MOLAR KÜTLENİN HESAPLANMASI

AMAÇ

Helyum, nitrojen, karbon dioksit ve metanın molar kütlelerinin belirlenmesi.

GENEL BİLGİ

İlk bir yaklaşımla tüm gazlar ideal gaz yasasına uyduğu düşünülebilir (basınç P, hacim V, sıcaklık T, gaz miktarı n).

Gaz miktarı mol sayısı olarak ifade edilir ve m/M 'e eşittir. Burada, m, var olan gazın kütlesi, M ise gazın bir molünün kütlesidir. Kütle bilinen bir gazın kapladığı hacim belirli bir sıcaklık basınçta ölçülmelidir. Sebebi gazın molar kütlelerini ideal gaz yasasını kullanarak ölçülebilmektir.

KURULUM VE YÖNTEM



Şekil 6.1: Bir Gazın Molar Kütlelerinin Hesaplanması Deney Düzenegi Kurulumu.

Şırınga ve cam ampülü iyice temizleyin ve kurutun ve üç-yönlü musluğu hafifçe yağlayın (şırınga pistonunu yağlamayın). Resimde gösterildiği gibi aparatı birleştirin. Şırınganın hala maksimum 100 mL'lik hacme kadar doldurulabilmesine izin verirken, piston engelinin şırınga gövdesinden (silindirinden) tamamen çıkmasını engellemek için yerleştirildiğinden emin olun. Devamında, S1 gaz şırıngası üzerindeki üç yönlü musluktur, S2 cam ampul ile S1 arasındaki teflon üç-yönlü musluktur ve S3 cam ampul ve pompa arasındaki teflon musluktur. Cam ampulün kütlelerini belirlemek için, S2'yi kapatın, S3'ü açın ve 10 dakika kadar pompalayarak cam ampülü boşaltın, S3'ü kapatın, cam ampülü vakum hattından çıkarın ve tartın. Bunun ardından, ampülü vakum hattına tekrar bağlayın, S2 ve S3'ü açın. Hem şırıngayı ve hem cam ampülü cam gaz şişesine bağlamak için S1'i çevirin ve 5-10 dakika kadar bir süre boyunca bütün vakum hattını boşaltın. S2 ve S3'ü kapatın ve şırıngayı gazla doldurmak için cam şişe üzerindeki iğne vana regülatörünü dikkatlice açın. Şırıngaya verilen gaz hacmini kaydedin (95 ve 100 ml arasında), 0,5 ml'ye kadar. S1'i 180° çevirerek ampülü gaz ile doldurun ve yavaşça S2'yi açın. S2'yi kapattıktan sonra, ampülü vakum hattından çıkarın ve tekrar tartın. Ampul içindeki gazın kütlelerini hesaplayın ve ortam basıncı ve sıcaklığı ile birlikte kaydedin. Ampulu tekrar yerleştirin ve bir sonraki gazın ölçümünden önce yöntemi 2 defa tekrar edin.

TEORİ VE HESAPLAMA:

Varsayımsal kusursuz gaz molekülleri (birbiriyle etkileşime girmeyen) kesinlikle ideal gaz yasasına uymaktadır.

$$P V = n R T \quad (R, \text{gaz sabiti}) \quad (1)$$

Gerçek gazlar için (birbiriyle etkileşim halinde olan) eşitlik (1) sınırlayıcı bir yasadır. Gerçek gazlarda düşük yoğunluklarda moleküller arası mesafe çok büyüktür ve moleküller arası mesafe önemsiz olmaktadır.

Genel Kimya Laboratuvar Föyü

Standart sıcaklık ve basınçta bile ($T = 298 \text{ K}$, $P = 1 \text{ bar}$) birçok gaz eşitlik (1)'e son derece uymaktadır ve bu eşitlik gazların molar kütlelerinin basit bir şekilde belirlenmesi için kullanılabilir. Eşitlik (1) yeniden düzenlendiğinde:

$$M = \frac{mRT}{PV} \quad (2)$$

elde edilir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Öğrenciler deney sırasında meydana gelebilecek rasgele ve sistematik hataların farkında olmalıdır. Örneğin, şırınga haznesinin sonu ve şişkin kısmı arasındaki hacmin doğru okunmaması ve sıcaklıktaki dalgalanmalar bu hatalara sebebiyet verebilir. Bu ve diğer hataların büyüklüğü ve önemi eleştirel bir biçimde ele alınmalıdır.

Gaz	Hacim V (mL)	Kütle m (g)	Ortam basıncı P (mmHg)	Ortam sıcaklığı T (K)	M_A (g/mol)	
					deneysel	literatür
He						
N ₂					Ort:	4.00
CO ₂					Ort:	28.02
CH ₄					Ort:	44.01
					Ort:	16.04

DENEY 6B: BİR GAZIN MOLAR HACMİNİN BELİRLENMESİ

AMAÇ

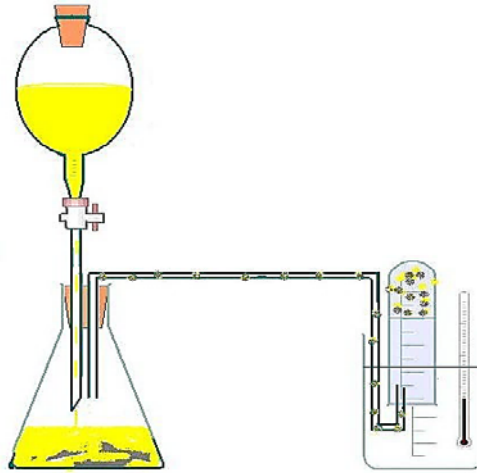
Oda sıcaklığında bir gazın molar hacminin belirlenmesi ve ideal gaz denklemi ile elde edilen molar hacim değeri ile karşılaştırılması

GEREKLİ MALZEMELER

Mg şerit, HCl, Beher, Ayırma Hunisi, Erlen, Cam boru, Termometre, Delikli lastik mantar, Spor, Kısaç, Dereceli gaz toplama büreti

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Şekil 6.2'deki deney düzeneğini kurulum.



Şekil 6.2: Bir gazın molar hacminin belirlenmesi deney düzeneği.

- 2) Mg şerit tartılarak ağırlığı not edilir ve erlen içerisine konur. Erlenin ağzı üzerine ayırma hunisi ve cam borunun yerleştirildiği tıpa ile sıkıca kapatılır. Damlatma hunisi içerisine 4 M HCl konur.
- 3) Gaz toplama büreti saf su ile ağzına kadar doldurulup ters çevrilerek içerisinde su bulunan bir ölçü kabı içerisine konur ve Şekil 6.2'de görüldüğü gibi gaz çıkış borusunun ucu bu gaz toplama büretinin içerisine sokulur.
- 4) Ayırma hunisinden damla damla 4 M HCl damlatılır. Reaksiyon sonucu çıkan H_2 gazı, hacmi kadar suyu itecektir. Gaz çıkışı tamamen durduğunda reaksiyon tamamlanmıştır.
- 5) Reaksiyon sonucu açığa çıkan H_2 gazının hacmi okunur ve not edilir.
- 6) Ölçü kabında bulunan suyun hidrostatik basıncı yüksekliği ölçülerek ve civanın yoğunluğu olan $13,6 \text{ g/cm}^3$ 'e bölünerek mmHg olarak hesaplanır.
- 7) Deney şartlarındaki sıcaklıkta suyun buhar basıncı Çizelge 6.1'den bulunur.
- 8) Deneyin yapıldığı şartlardaki sıcaklık ve atmosfer basıncı not edilir.

Çizelge 6.1: Suyun buhar basıncının sıcaklık ile değişimi.

Su Sıcaklığı(°C)	P_{su} (mm Hg)	Su Sıcaklığı(°C)	P_{su} (mm Hg)
16	13,5	23	21,1
17	14,5	24	22,4
18	15,5	25	23,8
19	16,5	26	25,2
20	17,5	27	26,7
21	18,7	28	28,3
22	19,3	29	30,0

HESAPLAMA

$$P_{\text{atm}} = P_{\text{H}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{H}_2\text{O}(\text{buhar})} \quad (\text{Dalton Kanunu}) \quad (1)$$

$$P_{\text{H}_2} = P_{\text{atm}} - (P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{H}_2\text{O}(\text{buhar})}) \quad (2)$$

$P_{\text{H}_2\text{O}(\text{buhar})}$ = Çizelge 6.1'den çalışılan şartlardaki sıcaklık değerine karşılık gelen buhar basıncı bulunur.
Deney sonucu elde edilen veriler;

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (3)$$

denkleminde yerine konularak H_2 gazının hacmi (V_2 veya V_{STP}) hesaplanır. Bulunan hacim değeri oluşan gazın mol sayısına bölüldüğünde ise molar hacim bulunur:

$$V_{\text{molar}} = V_2/n_{\text{H}_2} \quad (4)$$

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Mg şerit ağırlığı	
Mg şerit mol sayısı	
Toplama kabı su sıcaklığı	
Oluşan hidrojen gazı hacmi	
Oluşan hidrojen gazının basıncı	
Oluşan hidrojen gazının mol sayısı	
Oluşan hidrojen gazının standart şartlardaki hacmi	
Oda sıcaklığı	
Oda sıcaklığında suyun buhar basıncı	
Suyun hidrostatik basıncı	
DeneySEL olarak hesaplanan molar hacim	
İdeal gazın teorik molar hacmi	
% Hata Değeri	

DENEY 7: HİDRATLARIN ANALİZİ

AMAÇ

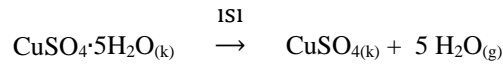
- Hidratlar hakkında genel bilgi sahibi olmak
- Bakır(II)sülfat içindeki hidrat suyunun tayini
- Bakır(II)sülfatta mevcut olan hidrat suyunun sabit olduğunun gösterilmesi

GENEL BİLGİ

Bazı maddeler ısıtıldıkları zaman erimeden bozunurlar. Bu bozunma işlemi, geri dönüşümlü olabildiği gibi geri dönmeyecek (bu durumda, eski yapısına geri gelemez) şekilde de olabilir. Bozunma sırasında madde iki veya daha fazla maddeye dönüşür. Eğer bu bozunma geri dönüşümlü ise, bozunma sırasında ayrılan maddelerin bir araya gelmeleri sonucu madde eski halini alabilir. Hidratlar, bu tür bileşiklere örnek olarak verilebilir. Bu maddeler ısıtıldıkları zaman, erimez ve bileşiğin yapısından su ayrılarak susuz tuza dönüşürler (bunlara anhidrit denir). Bu maddelere (anhidritler) su ile birleştiğinde, başlangıçtaki orijinal hallerine dönerler.

Su molekülü bu maddelerde kristal yapının bir parçası olarak yer alırlar. Bir metal tuzu suda kristallendiğinde, belli sayıda su molekülü metal iyonuna bağlanır. Metal iyonuna bağlanan su moleküllerinin sayısı metal atomuna göre değişim gösterir, fakat bir metal bileşiği için bu sayı sabit bir sayıdır. Bakır sülfatın sudan kristallenmesi sırasında, mavi renkli bakır(II)sülfat penta hidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) bileşiği oluşur. Molekül formülünde de anlaşılacağı üzere, 5 molekül su bakır(II) iyonuna bağlanmıştır. Bakır sülfatın molekül formülünün yazılışına dikkat ediniz, burada 5 mol su bakır sülfat kısmında bir nokta ile ayrılmıştır.

Bu ve benzeri maddeler ısıtıldığında, verilen ısı maddeyi susuz tuza (anhidrit'e) dönüştürür ve suyun buhar halinden ortamdan uzaklaştığı bazı durumlarda gözle de görülebilir. Mesela, mavi renkli bakır(II)sülfat pentahidrat, 250°C ye kadar ısıtıldığında susuz hali olan beyaz renkli bakır(II)sülfat'a dönüşür:



Bu işlem geri dönüşümlü olup, şayet susuz bakır(II)sülfat üzerine tekrar su ilave edilecek olursa, tuz hidratlaşarak mavi renkli bakır(II)sülfat pentahidrata dönüşür. Bazen bu havadaki su buharı ile kendiliğinden meydana gelir. Bu tür maddelere hidroskopik maddeler denir ve kurutucu madde (desikant) olarak kullanılırlar. Bazı maddeler çok iyi hidroskopik özellik gösterirler, bunun neticesi olarak çevresindeki suyu absorbe ederek içinde çözümler. Bunlara kalsiyum klorür örnek olarak verilebilir.

Bu tür hidroskopik maddeler ticari olarak kullanılmaktadır. Mesela, bazı ilaçların içindeki nem oranını belli bir seviyenin altında tutmak suretiyle ilaçların daha uzun süre kullanılabilmesi için ilaç kutusu içine bu tür nem çekici maddeler konulmaktadır ve ilaç ile karıştırılarak kullanılmaması için üzerinde yazılı uyarılar bulunmaktadır.

Birçok hidrat bileşiği stokiometrik oranda su bulundurduğu için, bu maddelerdeki su moleküllerinin tuz molekülü oranını deneysel olarak hesaplamak mümkündür. Bu işlem için, öncelikle hidrat bileşiği tartıldıktan sonra ısıtılır ve buharlaştırılan su miktarı hesaplanır. Buradan da uçurulan su molekülü sayısı ve buna bağlı olarak da tuz-su mol oranı hesaplanabilir.

Örnek

Magnezyumsülfat heptahidrat Epsom tuzu olarak bilinir. 5,320 g Epsom tuzu ısıtıldığında, 2,598 g susuz magnezyum sülfat kaldığı görülmüştür.

a. Uçurulan su miktarı

Hidrat Epsom tuzunun ağırlığı (g)

Susuz tuz ağırlığı (g)

Buharlaşan su miktarı (g)

Suyun yüzde miktarı:

$$\frac{\text{Uçan su miktarı (g)}}{\text{Hidrat Epsom tuzu miktarı(g)}} \times 100 = \frac{2,722 \text{ g}}{5,320 \text{ g}} \times 100 = \% 51,17$$

b. Suyun mol sayısı

$$\frac{\text{Uçan su miktarı (g)}}{\text{Suyun molekül ağırlığı (g/mol)}} = \frac{2,722 \text{ g}}{18,02 \text{ g/mol}} = 0,1511 \text{ mol}$$

c. MgSO₄'ın mol sayısı

$$\frac{\text{Susuz MgSO}_4 \text{ miktarı (g)}}{\text{MgSO}_4 \text{ 'ın molekül ağırlığı(g)}} = \frac{2,598 \text{ g}}{120,40 \text{ g/mol}} = 0,02158 \text{ mol}$$

d. Suyun mol sayısının MgSO₄'ın mol sayısına oranı

$$\frac{\text{Suyun mol sayısı}}{\text{MgSO}_4 \text{ 'ın mol sayısı}} = \frac{0,1511 \text{ mol}}{0,02158 \text{ mol}} = 7,002$$

Suyun mol oranının magnezyum sülfatın mol oranının yaklaşık 7 olması, bir mol magnezyum sülfat içinde 7 mol su varlığını göstermektedir (MgSO₄·7H₂O).

GEREKLİ MALZEMELER

Kroze ve kapağı, Isıtıcı, Tartı, Desikatör, Hidratlı CuSO₄ (CuSO₄·5H₂O)

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Bir porselen kroze alıp, iyice temizleyin, gerekirse deterjanlı su ile iyice yıkayıp, bol su ile duruladıktan sonra birkaç defa da saf su ile durulayıp, kağıt mendil ile kurulayıp iyice kurutunuz.
- 2) Porselen krozeyi kül fırınına koyup, 500°C'de 10 dakika tutunuz. On dakika sonunda krozeyi fırından çıkarıp, emin bir yerde oda sıcaklığına gelmesini sağlayınız.
- 3) Krozeyi 0,001 g hassasiyette tartınız.
- 4) Üçüncü basamaktaki işlemi son iki tartım arasındaki ağırlık farkı kalmayınca kadar devam edin.
- 5) 1-2 gram civarında bakır(II)sülfat penta hidrat bileşiğinden hassas bir şekilde alıp krozeye dışarı dökmeden dikkatlice koyup, kroze ile beraber hassas bir şekilde tartıp kaydedin.
- 6) Dolu krozeyi tekrar kül fırınına koyup 10 dakika 500°C'de bekletiniz. Daha sonra, krozeyi fırından çıkarıp, oda sıcaklığına geldikten sonra tartıp kaydedip, aynı işlemi son iki tartım arasında fark kalmayınca kadar tekrarlayın.
- 7) Kroze sabit tartıma geldikten sonra, krozenin ağırlığını son tartımdan çıkararak susuz bakır(II)sülfat miktarını ve buharlaşan su miktarını hesaplayınız.
- 8) Örnekte gösterildiği gibi bakır(II)sülfatın molekül formülünü hesaplayın.
- 9) Krozedeki susuz bakır(II)sülfat üzerine birkaç damla su ilave edin ve gözlediğiniz değişikliği kaydeniz.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

1. İlk ve son tartımın farklılığından faydalanılarak hidrati bulunuz.
2. CuSO₄·5H₂O içindeki hidratın teorik yüzdesini hesaplayın.
3. Teorik ve deneysel sonuçlar arasındaki deneysel hata yüzdesini hesaplayın.

DENEY 8: BİR SIVININ KAYNAMA NOKTASININ TAYİNİ

AMAÇ

Bir sıvının kaynama noktasının belirlenmesi.

GENEL BİLGİ

Kaynama noktası, sıvının **buhar basıncının** dış basınca eşit olduğu andaki sıcaklığıdır. Buhar basıncı yüksek olan sıvılar uçucudur ve kaynama noktaları düşüktür. Vakum işlemiyle buhar basıncı arttırılarak, kaynama noktası yüksek olan sıvılar oda sıcaklığında kaynatılabilir. Bir sıvının yüzeyindeki basınç değişirse bu sıvının kaynama noktası değişebilir. Saf maddeler belirgin bir kaynama noktasına sahip olduğundan, kaynama noktaları bazen maddenin saflığının belirlenmesinde kullanılabilir.

GEREKLİ MALZEMELER

Metal termometre, Lastik bant, 10-12 mm çapında test tüpü, Kapiler tüp, 100 mL'lik beher, Isıtıcı, Spor ve halka, İzopropil alkol

DENEYİN YAPILIŞI

10-12 mm çapındaki test tüpüne yaklaşık 1 mL izopropil alkol koyulur. Küçük bir lastik bant ile test tüpünün dış kısmına termometre yerleştirilir. Termometrenin uç kısmının test tüpünün alt kısmı ile aynı seviyede bulunmasına dikkat edilir.

Test tüpünün içine bir ucu kapatılmış kapiler tüp yerleştirilir.

100 mL veya daha geniş beherin yarısı sıcak musluk suyu ile doldurulur (NOT: Su banyosu, suyun kaynama noktasından daha düşük kaynama noktasına sahip molekül için kullanılır. Aksi takdirde yağ banyosuna ihtiyaç duyulur).

Yukarıdaki test tüpü içerisindeki alkolün yüzey seviyesi, suyun yüzey seviyesinden daha düşük seviyede olmalıdır. Aksi takdirde test tüpündeki alkolün ısınması tam verimli gerçekleşmez.

Beher ısıtıcıya koyulur ve sık sık karıştırılır. Dikkatli bir şekilde su banyosundaki su kaynayana kadar ısıtma işlemi gerçekleştirilir ve kapiler tüpten ani ve sürekli baloncuklar ortaya çıkar (NOT: Eğer yağ banyosu kullanılırsa yağ kaynamaz; kapiler tüpteki oluşan baloncuklar test tüpünün içindeki sıvının kaynadığının göstergesidir.).

Isı kaynağı kaldırılır ve baloncukların akışları gözlemlenmeye başlanır. Kapiler tüpteki son baloncuk oluştuğunda sıcaklık kaydedilir. Su banyosu tekrar ısıtılır ve soğutma işlemi iki defa tekrarlanır. Her bir denemeden sonra sıcaklık kaydedilir ve bu üç denemenin ortalaması alınır. İzopropil alkolün kaynama noktası 82,4°C'dir. Gözlemlenen ve gerçekte olan kaynama noktaları arasındaki hatayı hesaplayınız.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3
İzopropil alkolün kaynama noktası (°C)	82,4	82,4	82,4
İzopropil alkolün kaynama noktası (°C) (Deneysel)			

%hata

DENEY 9A: DONMA NOKTASI DÜŞMESİ İLE MOLEKÜL AĞIRLIĞI TAYİNİ

AMAÇ

Çözeltilerin özelliklerinden biri olan donma noktası düşmesi (kriyoskopi) ile bilinmeyen bir maddenin molekül ağırlığının tayin edilmesi.

GENEL BİLGİ

Çözeltilerin bazı önemli özellikleri çözeltide çözülmüş olan taneciklerin sayısına bağlıdır. Bu özellikler *sayısal özellikler* (toplanabilir özellikler) olarak adlandırılır. Çünkü bu özelliklerin hepsi ortak bir kökene yani, ortamdaki çözünen taneciklerinin atom, iyon ya da molekül sayısına bağlıdır. Sayısal özellikler; buhar basıncı düşmesi, kaynama noktası yükselmesi, donma noktası alçalması ve osmotik basınçtır. Donmuş yollar veya kaldırımların üzerindeki buz NaCl ya da CaCl₂ gibi tuzlar serpiildiğinde erir. Bu durumda suyun donma noktası düşer ve erime gerçekleşir.

Donma noktası alçalması (kriyoskopi), aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\Delta T_d = T_d^\circ - T_d \quad (1)$$

Burada T_d° **saf çözücünün donma noktası**, T_d **çözeltinin donma noktasıdır**. ΔT_d çözeltinin derişimi ile orantılıdır.

$$\Delta T_d \propto m \quad (2)$$

$$\Delta T_d = K_d \times m \quad (3)$$

m çözünenin molalite cinsinden derişimi, **K_d ise molal donma noktası alçalma sabitidir** ve birimi °C/m'dir.

Çözücü	Normal Donma Noktası (°C)	K_d (°C/m)
Su	0	1,86
Benzen	5,5	5,12
Etanol	-117,3	1,99
Asetik asit	16,6	3,90
Sikloheksan	6,6	20,0

Donma noktası alçalmasının nitel açıklaması şöyledir: Donma, düzensiz bir durumdan düzenli bir duruma geçişi içermektedir ve bu geçişte sistemden enerji uzaklaşmalıdır. Çünkü, çözelti, çözücünden daha düzensiz olduğundan, düzenli hale gelmesi için saf çözücüye göre daha fazla enerji uzaklaştırılması gerekir. Bu yüzden, çözelti çözücünden daha düşük bir donma noktasına sahiptir. Bir çözelti donduğunda, ayrılan katının çözücü bileşen olduğuna dikkat ediniz. Donma noktası alçalması ile ilgili ölçmeler, çözülmüş maddelerin molekül ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılabilir. Donma noktası alçalma sabiti bilinen belli miktarda bir çözücü içinde, molekül ağırlığı bilinmeyen bir maddenin bir miktarı tartılarak çözülür. Çözeltinin donma noktası, donma noktası alçalması ve molalitesi belirlenir. Çözücü ve çözünen maddenin kütleleri ile molaliteden çözünen maddenin molekül ağırlığı bulunur.

$$\Delta T = K_{DN} \times m \times i \quad (4)$$

formülü ile saptanır. Burada;

ΔT : Donma noktasındaki düşme (°C). Saf çözücünün donma noktası ile çözeltinin donma noktaları arasındaki fark.

K_{DN} : Donma noktası düşme sabiti (°C/m). Çözücüye bağlı sabit.

m : çözeltinin molalitesi (kg çözücüde çözünen maddenin mol sayısı).

i : partikül sayısı (iyon sayısı)

'dır.

GEREKLİ MALZEMELER

Naftalin, Molekül ağırlığı tayin edilecek kimyasal (Benzoik Asit, sikloheksan vb.), Tüp, Erlen, Termometre, Terazî

DENEYİN YAPILIŞI

Temiz test tüpü yaklaşık 0,1 g hassasiyetle tartılır. Tüpe 10 g naftalin ilave edilir ve tekrar tartım alınır. Bu test tüpü üçte birine kadar kaynar su ile dolu bir erlen içine yerleştirilir. Naftalin tamamen eridiği zaman tüp çıkarılır,

sabitletir ve soğumaya bırakılır. 0,1°C yahut 0,2°C taksimatlı bir termometre yardımıyla her üç saniyede bir okuma yapılır. Bu işlem kristalizasyon tamamlanincaya kadar devam ettirilir ve naftalinin donma noktası saptanır. Daha sonra 0,75 g kadar moleköl ağırlığı tayin edilecek, bilinmeyen örnek naftalin solventine ilave edilir. Naftalinin yukarıdaki gibi erimesi sağlanır ve termometre ile yavaşça karıştırılarak moleköl ağırlığı tayin edilecek örneğin naftalin içinde çözünmesi gerçekleştirilir. Tüp tekrar soğutulur ve ölçümler alınarak kristalizasyonun tamamlandığı nokta saptanır. (Deneme erime noktası tayin cihazı ile de yapılabilir.)

Naftalinin molal donma noktası düşme sabiti: 6,9 °C/m

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Naftalinin soğuma verileri:

Zaman(sn)

Sıcaklık(°C)

Çözeltinin (Naftalin-örnek) soğuma verileri:

Zaman(sn)

Sıcaklık(°C)

Naftalinin donma noktası /grafikten okunan)°C
Naftalin-örnek karışımının donma noktası (grafikten okunan)°C
Çözeltinin donma noktası alçalması°C
Çözeltinin molalitesim
Örneğin mol kütlesig/mol
Örneğin moleköl formülü

DENEY 9B: KAYNAMA NOKTASI YÜKSELMESİ İLE MOL KÜTLESİNİN BELİRLENMESİ

AMAÇ

Kaynama Noktası yükselmesi ile molekül kütlelerinin tayin edilmesi.

GENEL BİLGİ

Raoult Yasasına göre, bileşenleri uçucu olan homojen bir sıvı karışımdaki (çözelti) bileşenlerden her birinin kısmi buhar basıncı (P_i), o bileşenin saf haldeki buhar basıncı (P_i°) ile çözeltideki mol kesrinin (X_i) çarpımı ile verilir (Raoult Yasası).

$$P_i = P_i^\circ X_i \quad (1)$$

Genel olarak seyreltik çözeltiler Raoult Yasasına uyarlar. Benzer şekilde çözüneni uçucu olmayan seyreltik çözeltiler de Raoult yasasına uyarlar. Çözünenin buhar basıncı yaklaşık sıfır olduğundan çözeltinin toplam buhar basıncı (P_T) yalnızca çözücünün kısmi buhar basıncına (P_1) eşit olur (Daltonun Kısmi Basınçlar Yasası):

$$P_T = P_1^\circ X_1 \quad (2)$$

$X < 1$ olduğundan bir çözücünün çözeltideki buhar basıncı saf haldeki buhar basıncından her zaman daha küçük olur ($P_1 < P_1^\circ$). Buhar basıncındaki bu azalma eşitlik (3)'teki gibidir:

$$\Delta P = P_1^\circ - P_1 = P_1^\circ - P_1^\circ X_1 = P_1^\circ (1 - X_1) = P_1^\circ X_2 \quad (3)$$

Görüldüğü gibi buhar basıncındaki azalma, çözünenin miktarı ile doğru orantılı olarak artar.

Çözüneni uçucu olmayan çözeltilerdeki buhar basıncı azalması olayı, çözeltide kaynama noktası yükselmesi, donma noktası alçalması ve ozmoz olaylarına neden olur. Çözeltilerin bu özelliklerine birbirine bağlı özellikler anlamına gelen koligatif özellikler denir. Bu özellikler, yalnızca çözücünün türüne ve çözünen madde taneciklerinin toplam sayısına bağlı olup çözünen maddenin türünden bağımsızdır.

T_k ve T_d , 1 atm basınçta su ile buharının (normal kaynama noktası) ve su ile buzun (normal donma noktası) dengede olduğu sıcaklıklardır. T'_k ve T'_d ise yine 1 atm basınçta çözeltiye ilişkin kaynama ve donma noktalarıdır. Görüldüğü gibi çözeltinin kaynama noktası suyun kaynama noktasından daha büyük, donma noktası ise suyun donma noktasından daha küçüktür. Kaynama noktası yükselmesi,

$$\Delta T_k = T'_k - T_k = K_k m \quad (4)$$

donma noktası alçalması ise,

$$\Delta T_d = T_d - T'_d = K_d m \quad (5)$$

bağıntıları ile verilir. K_k ve K_d yalnızca çözücü özelliklerine bağlı olan kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalma sabitleri, m ise çözeltinin molalitesidir. K_k ve K_d 1 molallik bir çözeltinin kaynama noktasındaki yükselmeye ve donma noktasındaki alçalmaya eşit olup birimleri derece molal⁻¹ dir. Bazı çözücülere ilişkin K_k ve K_d değerleri Çizelge 9.1'de görülmektedir.

Çizelge 9.1: Bazı çözücülerin K_k ve K_d değerleri.

Çözücü	K_k / derece molal ⁻¹	K_d / derece molal ⁻¹
Su	0,52	1,86
Benzen	2,6	5,1
Etil alkol	1,24	1,99
Karbon tetraklorür	5,02	29,8
Sikloheksan	2,79	20,0
Asetik asit	3,08	3,90
Naftalin	-	6,9

Çözünen maddenin mol kütlesi, kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalması değerlerinden ve molalite tanımından yararlanılarak hesaplanabilir.

GEREKLİ MALZEMELER

Saf sikloheksan, 125 mL'lik damıtma balonu, Naftalin, beher, erlen, düz soğutucu, termometre, 2-3 cm çaplı deney tüpü

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Basit destilasyon düzeneği kurunuz veya yanına termometre yerleştirilmiş ısıya dayanıklı bir cam tüp almız.
- 2) Destilasyon balonunu/cam tüpü, içi yeterince su ile doldurulmuş daha büyük bir behere yerleştirerek su banyosu oluşturunuz.
- 3) Balona/tüpe 50 mL sikloheksan ve kaynama taşları koyun.
- 4) Su banyosunu yavaş bir şekilde ve sıcaklığı kontrol ederek ısıtın. Termometrenin su banyosunun cidarlarına değmemesine dikkat ediniz.
- 5) Sikloheksan kaynarken, sabit kalan sıcaklığı okuyun ve not edin.
- 6) Isıtmayı durdurun. Erlenide sıvı toplanmışsa balona geri boşaltın.
- 7) Balondaki/tüpteki sikloheksan içine 4 g naftalin ekleyip çözün ve oluşan çözeltinin kaynama noktasını belirleyin.
- 8) Çözeltinin damıtılmasını sürdürerek sikloheksan 'ı naftalinden ayırın.

Sikloheksan 'ün kaynama noktası	
Çözeltinin kaynama noktası	

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

- 1) Aşağıdaki çizelgede değerlerini doldurunuz.

Sikloheksan kütlesi	
Çözeltinin kaynama noktası yükselmesi	
Çözeltinin molalitesi	
Naftalinin mol kütlesi	
Mol kütleindeki % hata	

- 2) Çözücünün ağırlığı bu deneyde hacmine nazaran daha önemlidir. Neden?

DENEY 10: İNDİRGENME YÜKSELTGENME REAKSİYONLARI

AMAÇ

İndirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarının incelenmesi

GENEL BİLGİ

Çok sayıda tepkime indirgenme yükseltgenme tepkimeleri olarak sınıflandırılabilir. Bu tepkimeler genelde oksitlenme basamağında değişikliklerin olduğu elektron aktarım tepkimeleridir.



Bu tepkimeler sırasında bazen gözle görünür bir değişiklik olmaz. Bu durumda uygun bir test kullanmak gerekir. Bilinen bazı testler aşağıda verilmiştir.

Yükseltgenme basamağı	İndirgenme basamağı	Gözlem veya test
I_2	I^-	Renk değişimi: kahverengiden renksize
$Cr_2O_7^{2-}$	Cr^{3+}	Renk değişimi: portakaldan yeşile
MnO_4^-	Mn^{2+}	Renk değişimi: mordan renksize
SO_4^{2-}	SO_3^{2-}	Renk değişimi yoktur. Çözeltiye $BaCl_2$ çözeltisi ilave edilirse $BaSO_4$ çöker. $BaSO_4$ asidik ortamda çözünmez ama $BaSO_3$ çözünür. Yöntem: test çözeltisine 2 damla 0,1 M $BaCl_2$ ilave edilir. Çözünürlük testinde 5 M HCl kullanılır.
Fe^{3+}	Fe^{2+}	Renk değişimi soluk sarıdan soluk yeşiledir. Bu değişim kolayca gözlenemez. Bu nedenle çözeltiye KSCN ilave edilir. Bu madde Fe^{3+} ile kırmızı renkli bir kompleks oluşturur. Yöntem: test çözeltisine 1 damla KSCN ve 2 damla 2,5 M H_2SO_4 ilave edilir.

GEREKLİ MALZEMELER

$FeSO_4$, KI, deney tüpü, H_2SO_4 , $KMnO_4$, Isıtıcı, H_2O_2 , $K_2Cr_2O_7$, Beher

DENEYİN YAPILIŞI

a) İyot – Hidrojen peroksit

İki adet temiz deney tüpüne 2 damla 2,5 M H_2SO_4 ve 5 damla 0,5 M KI koyulur. Deney tüplerinden birine 5 damla H_2O_2 çözeltisi diğerine ise 5 damla saf su damlatılır. Çözeltiler su banyosunda ısıtılır ve değişiklikler gözlenir, tepkime denklemi yazılır.

b) Dikromat – Krom(III)

İki adet temiz deney tüpüne 5 damla 0,1 M $K_2Cr_2O_7$ çözeltisi koyulur. Deney tüpleri derişik ile asidik hale getirilir. Tüplerin birine 5 damla 0,1 M $FeSO_4$, diğerine 0,5 M KI çözeltisinden 2 damla damlatılır. Değişiklikler gözlenir, tepkime denklemi yazılır.

c) Permanganat – Mangan(II)

İki adet temiz deney tüpüne 5 damla 0,1 M $KMnO_4$ çözeltisi koyulur. Deney tüpleri 2'şer damla derişik H_2SO_4 ile asidik hale getirilir. Bu çözeltilerden birine 5 damla 0,1 M $FeSO_4$ damlatılır. Diğer çözeltiye 5 damla H_2O_2 çözeltisi ilave edilir. Değişiklikler gözlenir ve tepkime denklemi yazılır.

d) Demir(II) – Hidrojen peroksit

İki adet temiz deney tüpüne 5 damla 0,1 M $FeSO_4$ ve 2-3 damla 2,5 M H_2SO_4 koyulur. Deney tüplerinden birine 5 damla H_2O_2 çözeltisi diğerine ise 5 damla saf su damlatılır. Çözeltiler su banyosunda ısıtılır ve değişiklikler gözlenir, tepkime denklemi yazılır.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Renk

Fe^{2+}	_____	$Fe^{2+} + H_2O_2$	_____	$Fe^{2+} + H_2O$	_____
I^-	_____	$I^- + H_2O_2$	_____	$I^- + H_2O$	_____
$KMnO_4$	_____	$KMnO_4 + FeSO_4$	_____	$KMnO_4 + H_2O_2$	_____
$K_2Cr_2O_7$	_____	$K_2Cr_2O_7 + FeSO_4$	_____	$K_2Cr_2O_7 + I^-$	_____

Yükseltgenme-İndirgenme Reaksiyonları

$Fe^{2+} + H_2O_2 + H^+$	→	_____
$Fe^{2+} + H_2O + H^+$	→	_____
$I^- + H_2O_2 + H^+$	→	_____
$I^- + H_2O + H^+$	→	_____
$KMnO_4 + H_2O_2 + H^+$	→	_____
$KMnO_4 + FeSO_4 + H^+$	→	_____
$K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + H^+$	→	_____
$K_2Cr_2O_7 + KI + H^+$	→	_____

DENEY 11: pH ÖLÇÜMÜ VE İNDİKATÖRLER

AMAÇ

Farklı çözeltilerin pH değerlerinin ölçülmesi

GENEL BİLGİ

H⁺ iyonu konsantrasyonu kimyada olduğu kadar tabiatta ve canlı organizmada da büyük öneme sahiptir. H⁺ iyonu genel olarak asitlerin suda çözünmesinden ileri gelir, ancak yapılan hassas ölçümlerde suyun da bir miktar H⁺ iyonu verdiği görülmüştür. Su,



dengesine göre iyonlaşır. Bu dengede 25°C'de H⁺ ve OH⁻ iyonları konsantrasyonu 1.10⁻⁷ mol/L olduğu bulunmuştur. Buna göre suyun iyonlaşma sabiti;

$$K_{\text{su}} = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.10^{-14} \text{ olur} \quad (2)$$

Bir çözeltideki hidrojen iyonu aktifliğinin eksi logaritmasına **pH** denir.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \times a \quad (3)$$

Aktiflik (a) de konsantrasyon gibi litrede mol olarak verilir. Yalnız hidrojen iyonu aktifliğinin bulunması her zaman mümkün olmadığından, aktiflik yerine konsantrasyon kullanılmaktadır.

pH = -log [H⁺] şeklinde ifade edilir. Seyreltik çözeltiler için bu bir yaklaşımdır. Çünkü çok seyreltik çözeltilerde konsantrasyon aktifliğe eşit olur.

Hidroksi iyonu aktifliğinin eksi logaritmasına da **pOH** denir.

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \times a \quad (4)$$

Burada da aktiflik yerine konsantrasyon alınabilir ve **pOH = -log [OH⁻]** şeklinde ifade edilebilir.

Sulu çözeltilerde pH, 0-14 arasında değişir. Bunun dışında pH'dan bahsetmek mümkünse de bu aktiflik yerine konsantrasyon alınmasından kaynaklanan yanlış bir ifade olur. Hidrojen ve hidroksi iyonları konsantrasyonları ile 25°C'deki sulu bir çözeltinin asitlik ve bazlığı arasındaki ilişki şöyle özetlenebilir.

Bazik çözelti pH > 7,00 > pOH

Nötral çözelti pH = 7,00 = pOH

Asidik çözelti pH < 7,00 < pOH

pH'ın 2 yükselmesi demek, hidrojen iyonu konsantrasyonunun 100 defa azalması demektir. Saf suda ve seyreltik çözeltilerde [H⁺][OH⁻] = 10⁻¹⁴ iyonlar çarpımının sayısal değeri asit ve baz ilavesiyle değiştirilemez. Sadece hidrojen ve hidroksil iyonları molar konsantrasyonları değiştirilebilir. Bu nedenle,

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad (5)$$

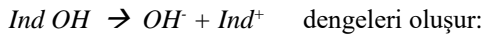
$$(-\log [\text{H}^+]) + (-\log [\text{OH}^-]) = -\log 10^{-14} \quad (6)$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad (7)$$

pH, ya pH indikatörleri ya da pH metre ile tayin edilebilir.

pH İndikatörleri:

Ortamın hidrojen iyonu konsantrasyonuna göre renk değiştiren organik maddelere pH İndikatörleri denir. Bunlar organik zayıf asit ve bazlardır. Suda çözümlerini kolaylaştırmak için tuzları şeklinde satılır. Zamanımızda hem doğal ve hem de sentetik pek çok indikatör kullanılmaktadır. Asidik indikatörler genellikle Ind H, bazik indikatörler de Ind OH şeklinde gösterilirler. Ortamda;



$$K_i = \frac{[\text{H}^+][\text{Ind}^-]}{[\text{Ind H}]} \quad (8)$$

$$[\text{H}^+] = \frac{[\text{Ind H}]}{[\text{Ind}^-]} K_i \quad (9)$$

Ind H ve Ind⁻ ayrı bir ortamda farklı renkte olduklarından ortamın rengini [Ind H] / [Ind⁻] oranı tayin eder. Yalnız gözün ayırt edebileceği renk karışımlarının oranı yaklaşık 1/10'dur. Bu nedenle bir indikatör, pH = pK_i ± 1 aralığında kullanılır. İndikatörlerin pK_i'leri farklı olduğundan 0-14 aralığında pH'ı ölçmek için farklı indikatörler kullanılır. Örneğin, fenolftaleyn asidik ortamda renksiz, nötr ortamda pembe, bazik ortamda menekşe renktedir. Bromtimol mavisi ise pH 6'dan küçük olduğu zaman sarı, 6,0-7,6 arasında yeşil, bunun üzerindeki pH'larda ise mavi renktedir. Ancak indikatörlerin renklerinin tonu, çözeltinin pH'ı düştükçe veya yükseldikçe değişir. İndikatörlerin çözeltileri kullanılabilir gibi, süzgeç kağıdına emdirilip kurutulmuş halleri de kullanılır. Hatta indikatörler karıştırılıp farklı renkler veren bir karışım elde edilip bu da kullanılabilir. Bu şekilde hazırlanıp kullanılan indikatörlere **Üniversal İndikatörler** denir. Bunlar ince şerit halindeki süzgeç kağıdına aldığı renk, üniversal indikatörün bulunduğu kutu üzerindeki renklerle mukayese edilerek çözeltinin pH'ı bulunur. Pratikte bir çözeltinin asidik veya bazik olduğunu turnusol kağıdı veya pH kağıtlarıyla anlaşılabilir. Daha hassas çalışmalarda ise bu amaçla pH-metre denilen aletler kullanılmaktadır.

pH	Örnek
0	Akü asidi
1	Mide asidi
2	Limon suyu, sirke
3	Greyfurt, Portakal suyu
4	Asit yağmuru, Domates suyu
5	Siyah kahve
6	İdrar, tükürük
7	Saf su
8	Deniz suyu
9	Karbonat
10	Büyük Tuz Gölü
11	Amonyak Çözeltisi
12	Sabunlu Su
13	Çamaşır suyu, fırın temizleyici
14	Sıvı tahliye temizleyicisi

GEREKLİ KİMYASAL MADDELER, ARAÇ VE GEREÇLER

pH metre, pH kağıdı, saf su, beher, havlu, kola, portakal suyu, süt, su, meşrubat

DENEYİN YAPILIŞI

Kola, Portakal suyu, Süt, Su ve Meşrubat farklı beherlere dökülür. Herbirinin pH değeri pH kağıdı ve pH metre kullanılarak ölçülür. Herbir ölçümden sonra pH-metrenin elektrodu saf suyla iyice temizlenir ve daha sonra kurulanır. Bir sonraki denemeye başlamadan önce elektrot saf suya batırılır ve dengeye gelene kadar beklenir.



Şekil 11.1: pH indikatörü.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

	pH (pH kağıdı)	pH (pH-metre)
Kola		
Portakal Suyu		
Süt		
Su		
Meşrubat		



Şekil 11.2: pH metre.

SORULAR

- 1) 1,1 M lık HCN' nin pH'ı 7,7 dir. Bu asidin iyonlaşma yüzdesini (K_a) hesaplayınız.
- 2) 0,2 M lık KCN nin pH'ını hesaplayınız.
- 3) 1 M'lık sodyum benzoat çözeltisi, NaC₇H₅O₂' nin pH'ı 9,11 dir. Benzoat anyonunun K_b değeri nedir ve benzoik asidin iyonlaşma yüzdesi nedir?

$$NaC_7H_5O_2 + H_2O \rightleftharpoons HC_7H_5O_2 + OH^-$$

DENEY 12: TAMPON ÇÖZELTİLER

AMAÇ

Tampon çözelti hazırlamak ve tampon kapasitesini belirlemek.

GENEL BİLGİ

Az miktarda asit ve baz ilavesiyle pH'ını pratikçe değiştirmeyen çözeltilere **Tampon Çözeltiler** denir. Bu çözeltilerin başka bir özelliği de seyreltilmekle pH'nın değişmemesidir. Örneğin, 0.01 mol kuvvetli asit veya baz saf suya eklendiği takdirde, asit eklenmesiyle pH 2'ye düşer baz eklenmesiyle pH 12'ye çıkar. Aynı miktarda asit veya baz asetik asit-sodyum asetat tampon çözeltisine eklendiği takdirde pH değeri anca bir birim aralığında değişebilir.

Tampon çözeltiler kimyanın birçok alanında çok önemlidir. pH kontrollü reaksiyonlarda genelde tampon çözeltiler kullanılır. Aynı sebep biyokimyada enzim ve proteinlerle çalışılırken de geçerlidir. Kanımızın pH'ı 7,4'e tamponlanmıştır. Kan pH'ının bir birimin onda biri değişmesi bile hastalık ve ölümlere sebebiyet verebilir. Bir tampon çözelti için iki tür gereklidir. Biri OH⁻ ile diğeri H₃O⁺ ile reaksiyonda tepkimeye girebilmelidir. Bu iki tür birbiri ile reaksiyona girmemelidir. Birçok tampon çözelti bir zayıf asit ve onun konjuge bazının birleşimi (asetik asit ve sodyum asetat) veya bir zayıf baz ve onun konjuge asidi (amonyak ve amonyum klorür) ile hazırlanır. Genelde tampon çözeltinin pH aralığı bir birim (+/-) oynar.

Henderson-Hasselbach tampon çözelti hazırlanışı hakkında şu formülü önermiştir:

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{konjuge baz}]}{[\text{zayıf asit}]} \quad (1)$$

Tampon çözeltilerinde asit ve baza karşı direnme kapasitesine **Tampon Kapasitesi** denir. Herhangi bir tampon çözeltinin 1 litresinin pH'ını bir birim yükseltmek için ortama ilave edilmesi gereken asit veya bazın mol sayısıdır.

$$\text{Tampon kapasitesi} = \frac{\text{eklenen OH}^- \text{ veya H}_3\text{O}^+ \text{ nun molü}}{(\text{pH değişimi}) \times (\text{tamponun hacmi(L)})} \quad (2)$$

Bu deneyde, Henderson-Hasselbach denklemi kullanarak bir seri tampon çözelti hazırlamak için gerekli asetik asit ve sodyum asetat miktarını belirleyeceğiz.

GEREKLİ MALZEMELER

Asetik asit (0,10; 0,30; 0,50 M), 0,100 M NaOH, Sodyum asetat, Büretler, Büret kısıkaçı, pH-metre Standart tampon çözelti (pH 4 ve 7), Manyetik karıştırıcı, 100 mL balon jöjeler, 250 mL beher, balık.

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Tampon hazırlamadan önce gerekli asetik asit ve sodyum asetat miktarlarını belirleyiniz. Asetik asidin $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$. Aşağıda 100 mL asetik asit-sodyum asetat ile, pH'ı 5 olan tampon çözeltinin hazırlanışını gösteriniz.
 - a) 0.1 M asetik asit
 - b) 0.25 M asetik asit
 - c) 0.5 M asetik asit
- 2) Sonuçlara göre tampon çözeltiyi hazırlayınız.
- 3) pH-metreyi kailbra etme yöntemi cihazdan cihaza değişmektedir.
- 4) Değerleri çizelgenize kaydediniz.
- 5) İki büret yıkayın ve 0,100 M NaOH ile birini, 0,100 M HCl ile diğeri doldurun.
- 6) 10 mL tampon çözeltiyi 250 mL'lik behere aktarın.
- 7) Tampon çözeltiye ufak miktarlarda NaOH eklemeye başlayın. Her bir ekleden sonra eklenen NaOH hacmini ve çözeltinin pH'ını kaydedin.
- 8) pH en az bir birim artana kadar NaOH eklemeye devam edin.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

1. Tampon çözeltinin konsantrasyonu, tampon kapasitesini nasıl etkiledi?
2. Bir tampon nasıl çalışır eşitliği yazınız.

DENEY 13: KAYNAMA NOKTASI YÜKSELMESİ (Deney Seti)

AMAÇ

Suyun kaynama noktasındaki artışın eklenen madde miktarı ile ilişkisinin incelenmesi ve kaynama noktasındaki artış ile konsantrasyon arasındaki bağıntıdan çözünen maddenin molar kütlelerinin hesaplanması

GENEL BİLGİ

Çözelti, çözünen madde ve çözücünden oluşan karışık fazdaki bir sıvıdır. Sadece çözücü buharlaşma olasılığına sahiptir, çözünenin buhar basıncı pratikte sıfırdır. Bir madde çözücüde ayrıştığında, ek kuvvetler meydana gelecek ve çözücü moleküller gaz faza geçiş öncesinde bu kuvvetleri yenmek zorundadır. Bu yüzden çözeltide saf çözücüye göre daha az çözücü molekülleri buharlaşır. 1886'da F. M. Raoult kendi adının alan yasası ortaya attı: Çözeltinin buhar basıncı, saf çözücünün buhar basıncı ve çözücünün mol kesrinin ürünü olarak verilebilir.

$$P_S = \frac{n_2}{n_1+n_2} P_0 \quad (1)$$

Burada;

- Ps: Çözeltinin buhar basıncı
- Po: Saf çözücünün buhar basıncı
- n₁: Saf çözücünün miktarı
- n₂: Çözünen madde miktarını gösterir.

Bir sıvı kaynarken buhar basıncı ortam basıncı ile aynı olacaktır. Suyun buhar basıncı, 1013 hPa ortam basıncına 100°C sıcaklıkta erişir. Su içerisinde bir madde çözüldüğü zaman buhar basıncı düşecek ve 100°C'de 1013 hPa değerinden küçük olacaktır. Moleküllerin kinetik enerjilerini arttırmak ve çözeltinin kaynamaya başlaması için sıcaklığı arttırmak için ısı uygulamak gereklidir. Çözeltinin saf çözücünden daha fazla enerji gereksinimin nedeni ek kuvvetler yani çözünen ve çözücü arasındaki ortak çekim kuvvetleri çözeltide yenilmesinin gerekliliğidir. Çözelti T₀ sıcaklığında kaynamaz, daha yüksek bir sıcaklığa Ts çıkmak gerekir.

$$\Delta T_S = T_S - T_0 \quad (2)$$

Nicel bakış açısına göre kaynama noktasının yükselmesi, buhar basıncını düşüren madde miktarına yani çözünenin konsantrasyonuna bağlıdır. Molalite burada boyut olarak kullanılır, örnek olarak 1 litre çözücüde çözünen maddenin mol sayısı verilebilir.

$$\Delta T = \frac{K_e \times m_2 \times 1000}{M_2 \times m_1} \quad (3)$$

Burada;

- m₁: Saf çözücünün kütlesi
- m₂: Çözünen madde kütlesi
- M₂: Çözünen maddenin molar kütlesi
- Ke: Ebüliyoskopik sabit

Çözünen maddenin molar kütlelerini bulurken, serbest dolaşan parçacık sayısına karşılık gelen serbest mol sayısı n_B, dikkate alınmalıdır. Eğer n_B mol, çözelti içerisinde daha küçük z parçacıklarına ayrışlıyorsa gerçekte bulunan mol sayısı aşağıdaki gibi olacaktır:

$$n = n_B(1 + (z - 1)\alpha) \quad (4)$$

Burada α ayrışma derecesini ifade eder.

Belirli koşullar altında, ebüliyoskopi kullanarak molar kütlelerin belirlenmesi bu şekilde sadece görünür molar kütleyle sağlar ve aşağıdaki halde yazılabilir:

$$M_S = \frac{M_B}{(1+(z-1)\alpha)} \quad (5)$$

$$M_B = M_S(1 + (z - 1)\alpha) = \frac{m_2}{m_1} \times \frac{1}{\Delta T} \times K_e \times 1000 \times (1 + (z - 1)\alpha) \quad (6)$$

Veriler

$$K_e (su) = 1,86 K \text{ kg mol}^{-1}$$

Molar kütleler (g mol⁻¹ cinsinden):

NaCl (α = 1; z = 2): 58,44 (literatür)

Üre (α = 0): 60,06 (literatür)

GEREKLİ MALZEMELER

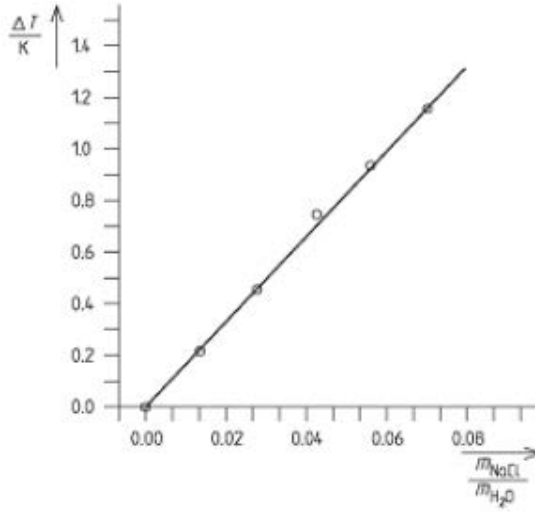
Deney seti, Terazi, NaCl, Üre, Saf su

DENEYİN YAPILIŞI



Şekil 13.1: Deneysel Kurulum.

- 1) Şekil 13.1'deki düzeneği kurun.
- 2) Kaynama noktası aparatının kuru haldeki iç tüpünü tartın ve ölçülen kütleyi ($= m_1$) not edin.
- 3) İç tüpü dış tüpün içine yerleştirin, bu şekilde giriş açıklığı, bağlantı kapağının silikon korumasının altına gelecektir. Ölçüm sırasında, buhar yanıl açıklıktan içerideki tüpe girecektir, bu yüzden üzerinin kapanmamasına dikkat edin.
- 4) Yuvarlak şişeyi 150 ila 200 mL arasında su ile doldurun ve birleştirilmiş olan aparata bağlayın.
- 5) İki küçük parça silikon tüpü, dışarıdaki tüpün gaz çıkışlarına bağlayın ve diğer uçları 250 mL cam beherin ortasından sarkacak şekilde beherin içine yerleştirin. Vidalı kısıkaçı, dışarıdaki tüpten çıkan iki silikon tüpten alttakine takın, fakat bu süre zarfında açık bırakın.
- 6) Yaklaşık olarak 40 mL suyu içerdeki tüpe dökün. Tüpü üstten sıcaklık probunu yerine yerleştirerek kapatın.
- 7) Analiz edilecek maddeler eklenirken, tüp yüzeyine yapışmaması için peletler halinde preslenmelidir. Her bir numuneden (NaCl, üre) 5 parça, her biri yaklaşık 700 mg olarak tartıp presleyin. Pelet halindeki numuneleri tartın.
- 8) Oluşan buhar dışarıdaki tüpte yükselir ve içerideki tüpü ısıtır. Isıtma hızını güç kontrol düğmesi ile kontrol edebilirsiniz. İçerideki tüpteki sıcaklık, dijital sıcaklık ölçerde derece Santigrat olarak gösterilir.
- 9) Birkaç dakika sonra, içerideki tüpte sıcaklık kaynama noktası çok yaklaştığı ve artış gözlenmediği zaman ısıtıcı aparatı kaynama durana ve dışarıdaki tüpteki yoğunlaşma yuvarlak şişeye dönene kadar birkaç saniyelikğine indirin.
- 10) Daha sonra ısıtma aparatını tekrar yükseltin. Kaynama tekrar gerçekleştiğinde, vidalı kısıkaçı sıkın. (Hafifçe aşırı ısıtılmış) buhar, o anda su üzerinden içerideki tüpe akacaktır.
- 11) Dijital sıcaklık ölçeri, ΔT zamanında sıcaklıkta meydana gelecek değişimi ölçmek için dara fonksiyonu ile <SET 0.00> ayarlayın. Bu kullanım biçiminde, çözünürlüğün virgülden sonra iki haneli olması (0,01 K) daha iyidir.
- 12) Görünen değerin sabitlenmesini bekleyin. Sonra içerideki tüpü (vidalı kapaktan) dikkatlice açın, ilk madde peletini ekleyin ve açıklığı hemen kapatın. Sıcaklık ilk başta yavaşça düşecek ve daha sonra pelet çözüldüğü zaman artacaktır.
- 13) Değer tekrar sabitlendiğinde, kaydedin ve aynı maddenin diğer parçası için işlemi tekrarlayın.
- 14) 5 konsantrasyon adımının ölçtüğünden sonra, ilk vidalı kısıkaçı açın ve daha sonra ısıtıcıyı kapatın. Bu adım soğuma sırasında çözeltinin içerideki tüpten su içeren şişeye emilmesini engelleyecektir.
- 15) İçerideki tüpü çıkartın, dış yüzeyini kurulayın ve sıcaklık probunu da çıkarttıktan sonra tekrar tartın.
- 16) Suyun kütlesi boş tüpün ağırlığı ve 5 parça peletin kütleleri çıkarıldıktan sonraki son ölçülen değere eşit olacaktır.
- 17) Her numune için Şekil 13.2'da görüldüğü gibi kaynama noktasındaki artışın, çözünen madde kütlelerinin suyun kütlelerine olan kesrine göre grafiğini çizin.



Şekil 13.2: Kaynama noktasındaki artışın NaCl'li sulu çözelti konsantrasyonuna göre fonksiyonu.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Koligatif özellikler nedir, açıklayınız.
2. Kriyoskopi ve ebüliyoskopi terimlerini açıklayınız.
3. Her bir numune için Şekil 13.2'deki grafiği grafik kağıdı kullanarak çizip, doğru denklemini elde ediniz.
4. Gerekli denklemleri ve verileri kullanarak NaCl ve üre için deneysel molekül ağırlıklarını belirleyip literatür verileri üzerinden % hatayı belirleyiniz.

DENEY 14A: TEPKİME HIZI ÜZERİNE SICAKLIĞIN ETKİSİ

GENEL BİLGİ

Endotermik ve ekzotermik tüm tepkimelerin hızı sıcaklık yükseldikçe artar. Sıcaklığın yükselmesi ile kinetik enerjilerinin artması ile hızlanan moleküller birim zamanda daha çok sayıda çarpışır. Bunun sonucu çarpışınca tepkime verebilecek eşik enerjisinden daha yüksek enerjiye sahip moleküllerin sayısı artar, dolayısıyla etkin çarpışma sayısı da artar.

Sıcaklık 25°'den 35°C'ye yükseldiğinde moleküllerin ortalama hızı %2 oranında yükseldiği halde tepkime hızı yaklaşık olarak %200 ile %300 kadar artmaktadır. Bu durum, sıcaklık yükselmesiyle artan birim zamandaki toplam çarpışma sayısı içindeki etkin çarpışma kesrinin çok yükseldiğini göstermektedir.

Eğer, A₂ ve B₂ molekülleri oldukça düşük kinetik enerjiye sahipse, elektron bulutlarının itmesini yenemeyecekleri için etkinleşmiş kompleks oluşturamazlar ve tepkimeye girmeden düşük hızlarla Brown hareketlerini sürdürürler. Yalnızca yüksek enerjili moleküller potansiyel enerji duvarına ulaşarak etkinleşmiş kompleks oluşturabilirler.

Bir kimyasal tepkimede tepken ya da ürün derişimlerinin zamanla değişimine tepkime hızı (TH) denir ve tepkenlerin harcanma hızı ve ürünlerin oluşma hızına bağlı olarak

$$TH = -\frac{dC_{\text{tepken}}}{dt} = +\frac{dC_{\text{ürün}}}{dt} \quad \text{mol L}^{-1}\text{s}^{-1} \quad (1)$$

şeklinde gösterilir.

Tepkime hızı büyük ölçüde tepkimeye giren maddelerin özelliklerine bağlıdır. Bununla birlikte tepkimeye giren atom molekül ya da iyonların çarpışma sayıları ile hız ya da enerjileri dış etkenlerle değiştirilebilir. Tepkime hızını etkileyen başlıca etkenler,

1. Moleküllerin çarpışma sayılarını değiştiren derişim ve basınç;
2. Moleküllerin hızını ve enerjilerini değiştiren sıcaklık;
3. İki ayrı fazın sınır yüzeyinde oluşan heterojen tepkimelerde moleküllerin çarpışma sayısını değiştiren yüzey alanı ve karıştırma;
4. Taneciklerin tepkime verebilmeleri için içermeleri gereken en az enerji olan etkinleşme enerjisini değiştiren katalizörler olarak sıralanabilir.

Tepkime hızı derişim, basınç, sıcaklık, yüzey alanı ve karıştırma ile doğru orantılı olarak artar. Katalizörler de tepkime hızını seçimli bir yönde artırır.

Bir kimyasal tepkimenin hızı, tepkimenin cinsine göre ölçülebilen, gözlenebilen makro özelliklerdeki değişim izlenerek belirlenebilir.

1. Renk, koku, tat, şekil değişimi gibi fiziksel görünümlerdeki değişme hızı ölçülerek tepkime hızını belirleyebiliriz.
2. Basınç değişimi: Gaz fazında gerçekleşen tepkimelerde tepkimeye giren gazların mol sayısı ile ürünlerin mol sayısı eşit değilse basıncadaki değişim ile tepkime hızını ölçebiliriz
3. İletkenlik değişimi: İyon içermeyen sıvılar elektriği iletmezler. Tepkimelerde iyonlar oluşuyorsa iletkenlik artarken, iyonlar azalıyorsa iletkenlik azalır.
4. Isı değişimi: Tepkime ısı (ΔH) bilinen tepkimelerde ısı değişimi ile hız ölçülebilir.
5. pH değişimi: Asit ya da baz ile gerçekleşen tepkimelerde pH metre ile hız ölçülebilir.
6. Tepkimede Oluşan Gaz Hacminin Ölçülerek Hızının Belirlenmesi: Özellikle gaz çıkışının olduğu tepkimelerde, sabit basınçta, çıkan gazın hacmi ölçülerek, tepkimenin hızı belirlenebilir.

GEREKLİ MALZEMELER

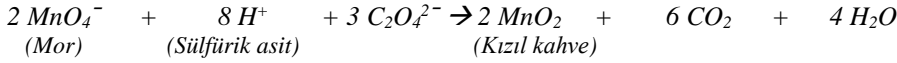
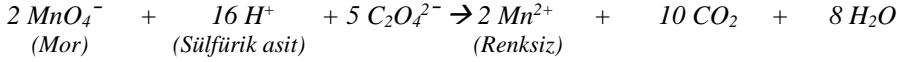
KMnO₄, H₂C₂O₄, H₂SO₄, Distile su, Pipet 5 mL, Pipet 10 mL, Mezür 10 mL, Beher 250 mL, Isıtıcı, Termometre 100°C, Dene tüpleri (Tıpalı, eğik cam borulu)

Asidin üzerine su dökmeyiniz.
Su üzerine yavaş yavaş derişik sülfürik asit ilave ederken balonjojenin sıcaklığını kontrol ediniz.
Gerekirse dışarıdan su ile soğutunuz.

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Dört deney tüpünü 1'den 4'e kadar numaralandırınız.
- 2) Her birine $5,0 \cdot 10^{-4}$ M KMnO_4 çözeltisinden 5 mL ve 0,25 M'lık sülfürik asit çözeltisinden 1'er ml koyunuz.
- 3) Ayrıca dört tüp daha alınız ve 5-8 arasında numaralayınız.
- 4) Bu tüplerin herbirine 9'ar mL $2,5 \cdot 10^{-3}$ M'lık okzalik asit çözeltisinden koyunuz.
- 5) İçinde asitli permanganat bulunan 1. tüpe 9 mL distile su katınız ve çalkalayınız. Bu tüpü bundan sonraki deneylerdeki tüplerin rengi ile karşılaştırmak üzere tüplüğe yerleştiriniz.
- 6) Oda sıcaklığında 2. tüpe 5. tüpteki okzalik asit çözeltisini ekleyiniz. Tüpün ağzına tıpalı eğik cam boruyu yerleştiriniz. Cam borunun ucunu içinde su bulunan 100 mL'lik behere daldırınız. Tüpü çalkalayınız, saati not ediniz. Tüpteki renk değişimini gözleyiniz. Tepkimenin sona erdiği anı not ediniz. (Tepkimenin sona erdiği gaz çıkışının durması ya da mor rengin kaybolması ile anlaşılır.) Tepkimenin tamamlanması için geçen süre t_1 olsun.
- 7) Tüp ile 7. tüpleri içinde 50°C de su bulunan beher içine daldırılıp 5-10 dakika bekleyiniz (beheri ısıtıcı üzerinde ısıtınız). Dikkatlice okzalik asit çözeltisini permanganat çözeltisi üzerine boşaltıp saati not ediniz. Tüpü zaman zaman çalkalayarak içinde 50°C 'de su bulunan beherin içinde tutunuz. Rengin değişimini izleyiniz. Renk değişimi bittikten sonra (Renksiz çözelti oluşuktan sonra) saati not ediniz. Tepkimenin tamamlanması için geçen süre t_2 olsun. Üçüncü tüpün rengini, birinci ve ikinci tüplerin rengi ile karşılaştırınız.
- 8) Isıtıcının sıcaklığını arttırarak beher içindeki suyu kaynatınız. 4. ve 8. tüplerle yedinci basamakta olduğu gibi çalışınız ve t_3 'ü hesaplayınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME



Tepkime denklemlerinden yararlanarak sonuçları yorumlayınız.

SORULAR

1. t_1 , t_2 , ve t_3 'ü karşılaştırarak sıcaklığı tepkime hızına etkisi hakkında ne söyleyebilirsiniz.

DENEY 14B: TEPKİME HIZI ÜZERİNE DERİŞİMİNİN ETKİSİ

GEREKLİ MALZEMELER

Seyreltik HCl, Sodyum tiyosülfat, Mezür, Erlen, Kronometre

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Erlene 50 mL sodyum tiyosülfat çözeltisi koyun ve üzerine 5 mL seyreltik HCl çözeltisi ilave edin.
- 2) Asidi ilave eder etmez hemen kronometreyi çalıştırın.
- 3) Çözeltinin karışması için erleni dairesel hareketlerle karıştırın ve erleni çarpı işareti koyulmuş bir kağıt üzerine yerleştirin ve erlenin üstünden bakarak alttaki kağıdın üzerindeki çarpı işaretini görmeye çalışın.
- 4) Çarpı işaretini artık göremediğiniz zaman kronometreyi durdurun ve süreyi not edin.
- 5) Aynı deneyi farklı sodyum tiyosülfat çözelti derişimlerinde tekrarlayın. Aşağıdaki çizelgede görüldüğü gibi sodyum tiyosülfat çözeltisini toplam 50 mL olacak şekilde hazırlayın.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Elde ettiğiniz verilerden yararlanarak çizelgeyi doldurunuz.

Sodyum Tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)	Suyun Hacmi (mL)	Çarpı işaretinin görünmediği süre (s)	Sodyum tiyosülfat çözeltisinin başlangıç derişimi (g/mL)	1 /geçen zaman (s ⁻¹)
50	0			
40	10			
30	20			
20	30			
10	40			

DENEY 14C: TEPKİME HIZINA KATALİZÖRÜN ETKİSİ

GEREKLİ MALZEMELER

Maya veya zımaz enzimi, Toz şeker (altı kaşık), 3 adet beher

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Beherlerden ilkinde oda sıcaklığında, ikinci ve üçüncüsüne ise, 37°C sıcaklıkta 200'er ml su koyarak, içlerine ikişer kaşık şeker atınız. Şekerli suyu karıştırarak şekerlerin çözünmesini sağlayınız.
- 2) Beherlerden ilk ikisine birer kaşık maya ilave ediniz ve dikkatlice karıştırınız.
- 3) Birinci beheri oda sıcaklığında tutunuz.
- 4) İkinci ve üçüncü beherlerin sıcaklığını 37°C civarında tutmak için bu beherleri, ılık bir yere (kalorifer üstüne, su banyosu içine vb.) yerleştiriniz.
- 5) Yaklaşık yarım saat gözlem yaparak gözlemlerinizi not ediniz.

DENEY 14D: TEPKİME HIZINA TEMAS YÜZEYİNİN ETKİSİ

GEREKLİ MALZEMELER

Alüminyum (yaprak ve toz), Derişik HCl çözeltisi, Tebeşir, Kroze maşası, Cam çubuk, Deney tüpü (2)

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Küçük bir parça alüminyum yaprak alın ve bir kroze maşası ile bek alevine tutarak olayı gözleyin.
- 2) Bu kez bir spatül ucu toz alüminyum alın ve alevin üzerine azar azar dökerek olayı gözleyin.
- 3) İki küçük tebeşir parçası alın ve birini temiz ve parlak bir kağıt üzerinde bir cam çubukla iyice ezerek toz haline getirip bir deney tüpüne aktarın.
- 4) Diğer tebeşir parçasını da başka bir deney tüpüne koyun.
- 5) İki deney tüpüne de aynı anda 10-20 damla derişik HCl çözeltisi damlatarak her iki tüpte de tüm tebeşir çözünene dek oluşan tepkimeleri gözleyin.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Gözlemlerinizi yazın.

SORULAR

1. Gözlemleri yorumlayın.
2. Her iki deneyde oluşan tepkimeleri yazın.

DENEY 15: KİMYASAL DENGE VE LE CHATELIER PRENSİBİ

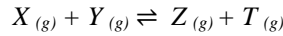
AMAÇ

Kimyasal dengenin öğrenilmesi ve Le Chatelier prensibinin uygulanması.

GENEL BİLGİ

Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren maddeler bir araya getirildiklerinde tepkime süresi ne kadar uzun olursa olsun, tepkimeye giren maddelerin tümü ürünlere dönüşmeyebilir. Tepkimeye giren maddelerin derişimleri tepkime ilerledikçe üstel olarak azalırken oluşan ürünlerin derişimleri de üstel olarak artar ve bir süre sonra her ikisi de sabit kalır. Bu durumda tepkimede oluşan ürünler, bir yandan yeniden tepkimeye giren maddelere dönüşmektedir. Tepkimeye giren maddelerden ürünlerin oluşma hızının, ürünlerden yeniden tepkimeye giren maddelerin oluşma hızına eşit olduğu bu dinamik duruma **kimyasal denge** denir.

Örnek olarak sabit sıcaklıkta kapalı bir kaptaki:



tepkimesini inceleyelim. Kaba önce bir miktar X ve Y koyalım. Zamanla X ve Y'nin reaksiyona girmesinden dolayı miktarı azalacak, Z ve T'nin miktarı artacaktır. Oluşan Z ve T reaksiyona girip tekrar X ve Y oluşturacaktır. Bir müddet sonra X ve Y'den Z ve T oluşma hızı ile Z ve T'den X ve Y oluşma hızı birbirine eşit olur. Bu duruma denge durumu denir. Bu sırada maddelerin konsantrasyonu değişmezken ileri ve geri yöndeki reaksiyon eşit hızda sürmektedir. (Dinamik denge). Denge tepkimelerinin çift okla gösterilmesinin sebebi budur.

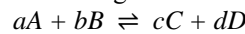
Bazı reaksiyonlar tek yönlü bazı reaksiyonlar çift yönlüdür. Bunun izahını şöyle yapabiliriz:

- Maksimum düzensizliğe eğilim.** Gazlar sıvılara göre, sıvılar da katılara göre daha düzensizdir. Mol sayısı fazla olan gaz, az olan gaza göre daha düzensizdir. Bir katı bir sıvıda çözünürse düzensizliği artar. Bir gaz bir sıvıda çözünürse düzensizliği azalır.
- Minimum enerjiye eğilim.** Bir reaksiyonda ısının bulunduğu taraf (endotermikte sol, ekzotermikte sağ taraf) minimum enerji eğiliminin olduğu taraftır.

Dengedeki bir sisteme dışarıdan herhangi bir etki yapıldığında Le Chatelier prensibine göre, denge reaksiyonu, bu etkiyi azaltacak şekilde, sağa (ileri yöne) veya sola (ters yöne) kayarak tekrar dengeye gelmek ister. Yani dışarıdan yapılan etkiye ters şekilde tepki verir.

Yapılabilecek bazı değişikliklere karşı sistemin nasıl tepki vereceği aşağıda özetlenmiştir.

- Derişim:** Dengedeki bir sistemde hangi maddenin derişimi arttırılırsa, sistem bu maddeyi reaktant olarak belirleyen tepkime yönünü tercih edecek, bu yöndeki tepkime hızı artacak ve yeniden denge oluştuğunda bu maddenin toplam derişiminde azalma meydana gelecektir. Tabiidir ki bir tarafa tepkimenin hızını arttırması diğer maddelerin derişimlerinin de değişmesine sebep olacaktır.
- Basınç-Hacim:** Basıncın artması hacmin azalması demektir. Basınç artarsa reaksiyon gazların toplam mol sayısı fazla olan taraftan, az olan tarafa kayar. Gazların toplam mol sayısının her iki yönde eşit olduğu reaksiyonlarda basınç-hacim değişiminin denge üzerine etkisi olmaz.
- Sıcaklık:** Sıcaklık değişimi k sabitini değiştirir. Denge sabitleri yalnızca sıcaklıkla değişir. Denge tepkimelerinde ısı tıpkı bir madde gibi düşünülmelidir. Ekzotermik reaksiyonlarda ısı ürünler tarafına yazıldığından sıcaklık arttırılınca reaksiyon sola kayar, k sabiti küçülür. Endotermik reaksiyonlarda ısı girenler tarafına yazıldığından sıcaklık arttırıldığında reaksiyon sağa kayar, k sabiti büyür.
- Katalizör:** Dengedeki bir tepkimeye katalizör kullanılması dengeyi etkilemez. Ancak dengeye ulaşmamış reaksiyonlarda katalizör kullanılması, dengeye ulaşma hızını arttırır.
- Bu reaksiyondaki hiçbir madde ile reaksiyona girmeyen bir maddenin eklenmesi dengeyi etkilemez. Denge durumundaki bir tepkimede stokiometrik katsayıları üs olarak alınmış ürünlerin derişimleri çarpımının, stokiometrik katsayıları üs olarak alınmış tepkimeye giren maddelerin derişimleri çarpımına oranı belirli bir sıcaklık için değişmez bir sayıdır ve denge sabiti olarak adlandırılır.



şeklindeki bir tepkimenin denge sabiti,

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad (1)$$

genel ifadesi ile verilir.

Örneğin Fe^{3+} iyonu ile SCN^- iyonu arasındaki,



tepkimesi için,

$$K_d = \frac{[\text{FeSCN}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}][\text{SCN}^-]} \quad (2)$$

denge bağıntısı vardır.

Uyarı: Tüm ağır metaller ve tiosiyanat zehirlidir. Deney biter bitmez ellerin sabunla yıkanması gerekir.

DENEYİN YAPILIŞI

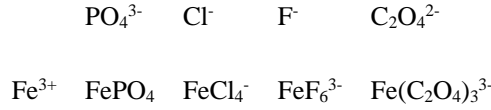
150 mL distillenmiş su, 2 mL 0,5 M KSCN ve 2 mL 0,5 M FeCl₃ 250 mL veya 400 mL'lik behere eklenir. Bu stok çözeltidir ve FeSCN²⁺ oluşumundan ötürü koyu kırmızı renge sahiptir.

9 adet test tüpü alınır ve üzerlerine 1'den 9'a kadar numara verilir. Her bir test tüpüne, stok çözeltiden 10 mL ilave edilir. #1 numaralı test tüpü referans amaçlı kullanılır ve #9 numaralı test tüpü su banyosunda ısıtılır. Diğer test tüplerinde, çeşitli reaktiflerin eklenmesi sonucu meydana gelen değişimler izlenecektir. Eklemeler aşağıdaki gibidir:

- #2 numaralı test tüpüne 2 mL derişik HCl
- #3 numaralı test tüpüne 2 mL 0,5 M Na₃PO₄
- #4 numaralı test tüpüne 4 mL 0,5 M FeCl₃
- #5 numaralı test tüpüne 2 mL 0,5 M KI
- #6 numaralı test tüpüne 2 mL 0,05 M Na₂C₂O₄
- #7 numaralı test tüpüne 2 mL 0,5 M KSCN
- #8 numaralı test tüpüne katı NaF eklenir.

Renk değişimi olmaması halinde her bir test tüpü baget yardımıyla iyice karıştırılır. #9 numaralı test tüpü su banyosunda ısıtılır ve renk yoğunluğu #1 numaralı test tüpü ile kıyaslanır. Bilindiği üzere yüksek konsantrasyon daha koyu rengi temsil eder. Şimdi her bir test tüpü alınır ve #1 numaralı test tüpü ile arasındaki farklılıklar Le Chatelier's prensibine göre açıklanır.

Aşağıdaki çizelgeye göre, farklılıkları açıklayınız ve her bir kimyasal reaksiyonu yazınız.



Deney öncesi laboratuvar egzersizleri

- 1) Aşağıdaki Tetraklorokobalt için denge sabitini yazınız.
$$\text{Co}^{2+}(\text{suda}) + 4 \text{Cl}^{-}(\text{suda}) \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{-}(\text{suda})$$

Co²⁺ konsantrasyonu arttırılırsa denge nereye kayar?
CoCl₄²⁻ konsantrasyonu azalırsa denge nereye kayar?
- 2) Le Chatelier's prensibini kullanarak, sabit sıcaklıkta basınç arttırılması sonucu dengenin ne yöne kayacağını tahmin ediniz.
 - a) $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)}$
 - b) $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$
 - c) $\text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(g)}$
- 3) Aşağıdaki sistem dengededir. Sıcaklık arttırıldığı takdirde denge ne yöne kayacaktır gösteriniz.
 - a) $3 \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{O}_{3(g)}; \Delta H = 67,85 \text{ kcal}$
 - b) $2 \text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{SO}_{3(g)}; \Delta H = -47,35 \text{ kcal}$

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çizelgeyi tamamlayınız:

Test Tüpleri #	Hangi araç veya etki kullanıldı ?	Ne gözlemlendi?	Ne olduğunu açıklayın.
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

SORULAR

- 1) Fe^{3+} ile SCN^- arasındaki dengeyi yazınız.
- 2) #9 numaralı test tüpünü su banyosunda ısıttınız. Demir ve tiosiyanat arasındaki reaksiyon endotermik mi ekzotermik mi?
- 3) #2-8 arası test tüpleri için, verilen çizelgeye göre reaksiyonları yazınız.
- 4) #7 numaralı tüpte yeni denge kurulduğunda, demirin, tiosiyanatın veya demirtiosiyanatın konsantrasyonları artar mı azalır mı yazınız.

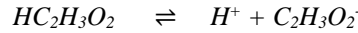
DENEY 16: ZAYIF ELEKTROLİKTLERİN İYONİZASYON SABİTLERİNİN BULUNMASI

AMAÇ

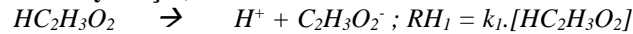
Zayıf asitlerin iyonizasyon sabitlerinin bulunmasında, kimyasal dengenin nicel olarak incelenmesi

GENEL BİLGİ

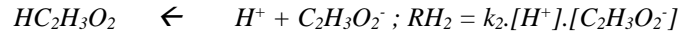
Kimyasal denge reaksiyonları çift yönlü reaksiyonlardır. Denge sırasında ileri ve geri reaksiyon hızlarının birbirine eşit olması gerekir.



İleri ve geri reaksiyonların hızı, ileri veya geri reaksiyona giren moleküllerin veya iyonların konsantrasyonları ile orantılıdır. Bu nedenle, **ileri reaksiyon için**,



Geri reaksiyon için,



k_1 ve k_2 hız sabitleridir. Hız sabitleri, reaksiyon hızları arasındaki sabit oranı ve içerilen maddelerin konsantrasyonlarını açıklar. Asetik asit zayıf bir asit olduğundan iyonize olma eğilimi çok büyük değildir. Bu nedenle k_1 küçüktür. k_2 ise daha büyüktür. Reaksiyon hızı hem $[H^+]$ ile hem de $[C_2H_3O_2^-]$ ile orantılıdır. Örneğin $[H^+]$ iki katına, $[C_2H_3O_2^-]$ üç katına çıkardığımızda hız altı kat artmış olacaktır. k_1 ve k_2 hız sabitlerinin konsantrasyon değişimlerinden etkilenmeyip sadece ortamın sıcaklığından etkilendiğini unutmayınız.

$RH_1 = RH_2$ olduğunda sistem dengeye ulaşır.

$$k_1[HC_2H_3O_2] = k_2[H^+][C_2H_3O_2^-] \quad (1)$$

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[H^+][C_2H_3O_2^-]}{[HC_2H_3O_2]} \quad (2)$$

elde edilir. K veya K_a 'ya denge sabiti denir. K_a değerinin küçük olması ileri reaksiyon hızının yavaş olduğunu gösterir. K_a ne kadar küçük ise asit o denli zayıftır. Zayıf asidin pH'ını hesaplamak için asidin molar derişimini ve denge sabitini (K_a) bilmek gerekir.

$$K = \frac{[H^+][C_2H_3O_2^-]}{[HC_2H_3O_2]} = \frac{[H^+]^2}{[Ca]} \quad (3)$$

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot Ca} \Rightarrow -\log [H^+] = -\frac{1}{2}\log(K_a) - \frac{1}{2}\log(Ca) \quad (4)$$

$$pH = \frac{pK_a}{2} - \frac{1}{2}\log(Ca) \quad (5)$$

GEREKLİ KİMYASAL MADDELER, ARAÇ VE GEREÇLER

1 M CH_3COOH , pH metre, 0,01 M CH_3COOH , Termometre, 0,01 M CH_3COOH , Pipet, 0,1 M CH_3COONa , Erlen, Beher

DENEYİN YAPILIŞI

15°C deki 1 M CH_3COOH çözeltisinden 10 mL alarak önce pH kağıdı ile sonra pH metre ile pH değerlerini ölçerek not ediniz. Sonra 0,1 M, 0,01 M ve 0,001 M asetik asit çözeltilerinin önce pH kağıdı ile sonra pH metre ile pH'larını ölçerek not ediniz. Bulduğunuz pH'lardan asidin ortama verdiği $[H^+]$ ların derişimini hesaplayınız. 0,1 M 10 mL CH_3COOH çözeltisi ile 0,1 M 10 mL CH_3COONa çözeltilerini karıştırınız. Bu karışımın pH kağıdı ile ve pH metre ile pH'larını ölçerek ortama verdikleri $[H^+]$ derişimini hesaplayınız.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

- 1 M, 0,1 M ve 0,01 M CH_3COOH çözeltilerinin K_a değerleri aynı mıdır?
- 1 M, 0,1 M ve 0,01 M CH_3COOH çözeltilerinin iyonizasyon yüzdelerini ve pH'larını hesaplayınız.
- 0,1 M 10 mL CH_3COOH ile 0,1 M CH_3COONa çözeltisi karıştırılarak oluşan tampon çözeltinin pH'ını hesaplayınız.
- Tampon çözeltileri seyreltmek veya derişik hale getirmekle pH'ları değişir mi

DENEY 17A: BİR MADDENİN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN BELİRLENMESİ VE SICAKLIĞIN ÇÖZÜNÜRLÜĞE ETKİSİ

AMAÇ

Bir maddenin değişik sıcaklıklarda çözünürlükleri belirlenerek, sıcaklığın çözünürlüğe etkisi incelemek

GENEL BİLGİ

İki maddenin birbiri içinde homojen karışmasına çözünme denir. Bir çözeltiyi oluşturan maddelerden çok olanı genellikle çözücü, az olanı da çözünen olarak bilinir. Çözücü moleküllerinin bir iyon veya molekülü sarmasına solvasyon, çözücünün su olması durumunda ise bu olaya hidrasyon denir.

Bir maddenin belirli bir çözücünün belirli bir miktarında, belirli basınç ve sıcaklıkta, çözünebilir maksimum miktarına (doygunluk hali) çözünürlük denir. Bu sınıra ulaşıldığında eklenen çözünen madde fazlası çözünmeden kalır ve çözünmeden kalan çözünen ile, çözünmüş haldeki çözünen arasında bir denge vardır. Çözücünün çözebileceği sınır miktardan daha az madde çözünmüş çözeltilere doymamış, daha fazla madde çözünmüş çözeltilere ise aşırı doymuş çözelti denir. Aşırı doymuş bir çözelti kararlı değildir ve küçük bir sarsıntıyla ya da az miktarda çözünen eklenmesiyle çözeltideki çözünen fazlası çökerek çözeltiden ayrılmaya başlar. Bu çökme çözelti doygunluğa erişene dek sürer. Sıcaklık ve basınç değiştirilmedikçe çözelti doygunluk durumunu korur.

Bir maddenin belirli bir çözücüdeki çözünürlüğü, doymuş çözelti derişimi ile ve genellikle çözücünün 100 g'ı ya da 100 mL'si başına çözünenin kütlesi olarak verilir. Çözünürlük çözücünün yapısına, çözünenin yapısına, sıcaklığa ve basınca bağlıdır.

Çözünmeye etki eden faktörler; çözücü ile çözünen arasındaki moleküller arası kuvvetler, sıcaklık, çözümlendirmeye eşlik eden entropi değişimi, diğer maddelerin varlığı ve miktarları, bazen de basınç veya çözücü gazın kısmi basıncından etkilenir. Karıştırmak, çalkalamak, temas yüzeyini arttırmak ve sıcaklık çözünme hızını etkiler.

Bir maddenin çözünürlüğü çeşitli yöntemlerle belirlenebilir.

1. Kütle ölçüm yöntemi (Gravimetri): Çözünürlüğü saptanacak maddenin doymuş çözeltisi tartılır, çözücüsü uçurularak kalan katı madde tartılır ve çözünürlük belirlenir.
2. Hacim ölçüm yöntemi (Volumetri): Belli bir miktar doymuş çözeltideki çözünen madde miktarı, ayarlı diğer bir çözelti ile titre edilerek bulunur ve çözünürlük belirlenir.
3. Elektrot ölçüm yöntemi (Elektrometri): Çözelti doymuş olmasına karşın, çözünen madde kütle ve hacim ölçüm yöntemleri ile belirlenemeyecek kadar az ise elektrot ölçüm yöntemi kullanılır. Bu yöntem oldukça duyarlıdır.

Kütle ölçüm yöntemi en kolay ve basit olanıdır ancak uzun süre gerektirir ve bazı durumlarda kullanılamaz. Örneğin, çözünürlüğü saptanacak katı uçucu ise çözücünün buharlaştırılması sırasında buharlaşabilir ya da kristal suyu içeren bazı maddeler kurutma sırasında bu sularını yitirerek bozunabilirler. Bu durum çözünürlüklerin hatalı olarak belirlenmesine neden olur.

Bu nedenlerle daha az duyarlı olan dolaylı bir yöntem kullanılır. Bu yöntemde bir miktar madde tartılır ve belirli bir sıcaklıkta belirli hacimdeki suda, çözelti doymuşluğa erişinceye dek çözülür. Çözünmeden kalan katı maddenin kütlesi ve hacminden görünür yoğunluk hesaplanır. Ölçülen hacim yalnızca katının hacmi değil katı taneciklerin ve aralardaki boşlukları dolduran doymuş çözeltinin hacimleri toplamıdır. Bu nedenle görünür yoğunluk gerçek yoğunluktan daha küçüktür. Çözünmeden kalan tuzun görünür yoğunluğunun tüm sıcaklıklar için aynı olduğu varsayılabilir. Tek bir sıcaklık için bulunan görünür yoğunluk değeri, farklı sıcaklıklar için bulunan çözünmeden kalan katı hacmi ile çarpılarak çözünmeden kalan katının kütlesi, buradan da çözünen katının kütlesi ve çözünürlük hesaplanabilir.

Çözünürken çevreden ısı alan maddelerin çözünürlüğü genellikle artan sıcaklıkla artar. Çözünürken çevreye ısı veren maddelerin çözünürlüğü ise artan sıcaklıkla azalır. Fakat maddelerin çözünürlüğünün sıcaklıkla değişimi ile ilgili genel bir kural yoktur. Her bir maddenin çözünürlüğünün sıcaklıkla değişimi deneysel olarak bulunabilir.

GEREKLİ KİMYASAL MADDELER, ARAÇ VE GEREÇLER

Potasyum nitrat, Potasyum klorat, Potasyum klorür, Sodyum nitrat, Saf su, Deney tüpü, Dereceli silindir 10 mL, Tüplük, Termometre, Isıtıcı

DENEYİN YAPILIŞI

1. Tüplüğe ısıya dayanıklı 4 deney tüpü yerleştirilir.

Genel Kimya Laboratuvar Föyü

- 7 g KNO₃; 6,5 g NaNO₃; 2,5 g KCl; 1,5 g KClO₃ tartılır.
- Tuzlar deney tüplere ayrı ayrı konur ve deney tüpleri işaretlenir.
- Her bir deney tüpüne 5 mL saf su eklenir ve deney tüpleri çalkalanır.
- Her deney tüpü için gözlemler kaydedilir.
- İçinde potasyum nitrat olan deney tüpü tutacakla tutulur.
- Tuz tamamı çözünene kadar ısıtıcı aleviyle deney tüpü ısıtılır.
- Isıtma durdurulur ve çözelti karıştırılarak. Aşırı doyma ihtimalini önlemek için çözelti iyi bir şekilde karıştırılmalıdır.
- İlk tuz kristalinin olduğu andaki sıcaklık termometreden okunarak çizelgeye yazılır.
- Deney tüpüne 5 mL su eklenerek 6 ile 9 arasındaki basamaklar tekrar edilir.
- 5 mL su eklenerek 10. adım iki kere daha tekrar edilir.
- Basamak 6 ile 11 arası diğer tuzlar için tekrar edilir. Her deney tüpü için elde edilen veriler aşağıda verilen örneğe uygun çizelgeye yazılır.

Ölçümler	KNO ₃	NaNO ₃	KCl	KClO ₃	Suyun hacmi (V _{su})
1	.....°C	.....°C	.....°C	.....°C	..... mL
2	.....°C	.....°C	.....°C	.....°C	..... mL
3	.....°C	.....°C	.....°C	.....°C	..... mL
4	.....°C	.....°C	.....°C	.....°C	..... mL

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

- Tuzların çözünürlüğünü dört farklı sıcaklık için hesaplayınız ve aşağıdaki çizelgeye doldurunuz

$$\text{Çözünürlük} = \frac{m_{\text{tuz}}}{m_{\text{su}}} \times 100$$

KNO ₃		NaNO ₃		KCl		KClO ₃	
Sıcaklık (°C)	Çözünürlük (g/100 g su)	Sıcaklık (°C)	Çözünürlük (g/100 g su)	Sıcaklık (°C)	Çözünürlük (g/100 g su)	Sıcaklık (°C)	Çözünürlük (g/100 g su)

- Deneysel değerleri kullanarak, tuzların çözünürlüğünün sıcaklığa göre grafiğini çiziniz.
- Sudaki herhangi bir maddenin çözünürlüğü ayırt edici bir özellik olabilir mi? Açıklayınız.

DENEY 17B: BİR ÇÖZELTİNİN SUYUN KAYNAMA NOKTASINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

AMAÇ

Farklı miktarlardaki tuzların suyun kaynama noktasına etkisini araştırmak.

GENEL BİLGİ

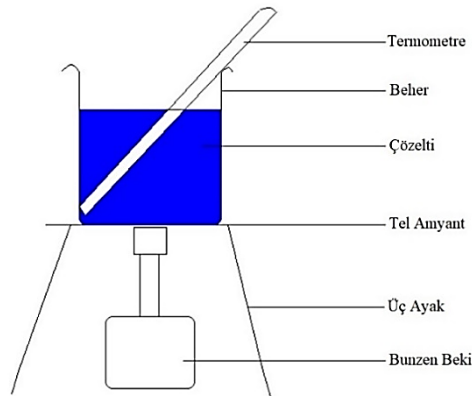
Deniz seviyesinde (1 atm basınçta) saf su 0°C’de donar ve 100°C’de kaynar. Tuz gibi çözünmüş maddeler suyun donma noktası üzerinde düşürücü bir etkiye sahiptir ve bu nedenle sıcaklığın 0°C’nin altına ulaştığı kış aylarında buzun oluşmaması için yollara tuz serpilir. Tuzun, suyun kaynama noktası üzerinde de bir etkisi var mıdır? Eklenen tuz miktarı kaynama noktasını etkiler mi?

Kaynar suya tuz eklenirse, çözeltinin kaynama sıcaklığı artar. Eklenen tuz miktarı artıkça kaynama sıcaklığı daha da artacaktır. Bunun nedeni ise, çözücünün (su) çözeltiliden (su + tuz) buharlaşması için daha fazla enerjiye (ısı) ihtiyaç duymasından kaynaklanmaktadır.

Bu deneyde 5 kademede 10 g sodyum klorür (NaCl) tuzu saf suya eklenecektir. 0 g NaCl ile birlikte toplamda altı ölçüm alınacaktır. Her ölçüm noktasında en az 3 defa sıcaklık ölçümü alınacaktır ve en yüksek ölçülen sıcaklık not alınacaktır. Suyun hacmi, hava basıncı ve ortam sıcaklığı değişkenlik göstermeyecektir ve sabit kalacaktır.

GEREKLİ MADDE VE MALZEMELER

Bunzen beki, üç ayak, tel amyant, termometre, 250 cm³ beher, spatul, karıştırma çubuğu, 200 mL ölçüm silindiri, saat camı, saf su ve tuz (NaCl).



Şekil 17.1: Deney Düzenegi.

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Beş adet 10 g NaCl tartılır.
- 2) Bir beher içinde 150 cm³ saf su ölçülür.
- 3) Bek alevinde beherdeki su ısıtılır ve termometre ile sıcaklık ölçülür. Enerjinin homojen olarak dağılması için karıştırma çubuğu ile karıştırılır.
- 4) Suyun sıcaklığı sabitleşinceye kadar su ısıtılır. Bu noktaya ulaşıldığında beheri bunzen bekiden alın. Suyun hafifçe soğumasını bekleyin ve ardından tekrar ısıtarak ulaşılan en yüksek sıcaklığı kaydedin. Toplam üç okuma almak için kaynama noktası ölçümünü bir kez daha tekrarlayın. Gözlemlerinizi ile birlikte kaynama sıcaklıklarını çizelgeye kaydediniz.
- 5) Beherin içine 10 g NaCl ekleyin ve çözünmesi için karıştırın.
- 6) Çözeltiyi bek alevinde ısıtın ve karıştırmaya devam edin.
- 7) Beheri ocaktan alın, 96°C'ye kadar soğumasını bekleyin ve sonra tekrar ulaştığı en yüksek sıcaklığı kaydetmek için tekrar ısıtın. Toplam 3 okuma almak, bu adımı bir kez daha tekrarlayın. Gözlemlerinizi ile birlikte ölçümlerinizi çizelgeye kaydedin.
- 8) Birinci adımda ölçtüğünüz bütün tuz miktarlarını teker teker ekleyerek 5.,6. ve 7. adımları tekrarlayınız ve kaynama noktalarını kaydediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Gözlemler

Deney	Gözlemler
Saf Su	
Saf Su + 10 g tuz	
Saf Su + 20 g tuz	
Saf Su + 30 g tuz	
Saf Su + 40 g tuz	
Saf Su + 50 g tuz	

2. Deney sonuçları

Deney	Kaynama Sıcaklığı (°C) ($\pm 0,5^\circ\text{C}$)			
	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Ortalama
Saf Su				
Saf Su + 10 g tuz				
Saf Su + 20 g tuz				
Saf Su + 30 g tuz				
Saf Su + 40 g tuz				
Saf Su + 50 g tuz				

- Eklenen tuz miktarı - Kaynama sıcaklığı grafiği çiziniz.
- Eklenen tuz miktarı ile kaynama sıcaklığı arasındaki ilişkiye dair sonuçlarınızı not ediniz ve değerlendirmenizi yapınız.

DENEY 18: REAKSİYON ISILARININ TOPLANABİLİRLİĞİ KANUNU VE REAKSİYON ISISI TAYİNİ (HESS YASASI)

AMAÇ

Üç farklı tipte reaksiyona ait reaksiyon ısılarını ölçmek ve Hess kanununa uygunluğunu araştırmak.

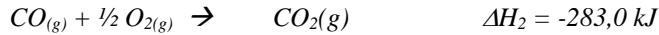
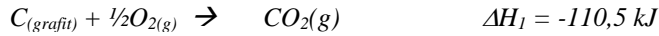
GENEL BİLGİ

Termokimyasal hesapların temeli 1840 yılında G. H. Hess tarafından deneysel olarak bulunan sabit ısı yasasıdır. Hess yasası (Reaksiyon ısılarının toplanabilirliği), tepkime ister bir basamakta ister birkaç basamakta gerçekleşmiş olsun, herhangi bir kimyasal tepkimedeki entalpi değişiminin sabit olduğunu belirtir. Buna göre termokimyasal veriler cebirsel olarak işlem görebilirler.

Örneğin, grafit ile oksijenin tepkimeye girerek karbondioksit gazı oluşturduğunu kabul edelim.



Bu dönüşüm iki basamak üzerinden oluşabilir; önce grafit O_2 ile tepkimeye girerek CO oluşturur, bunu CO in O_2 ile tepkimeye girip CO_2 oluşturması izler. Basamaklara ilişkin eşitliklerin toplanması doğrudan tepkime için verilen kimyasal eşitliğin aynı olan bir sonuç verir.



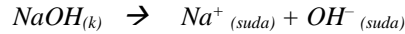
Termokimyasal veriler cebirsel olarak işlem görebildiğinden, başka tepkimeler için yapılan ölçümlerden yararlanarak herhangi bir tepkimenin entalpisi bulunabilir.

$$\Delta H_T = \Delta H_1 + \Delta H_2 \quad (1)$$

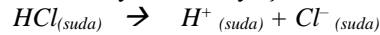
Daha önce teorik yollarla (bilmediğimiz bir reaksiyonun entalpisini, bildiklerimiz sayesinde cebirsel olarak toplayarak) bulduğumuz reaksiyon entalpisini şimdi deneysel yollarla bulacağız.

Bu deneyle ilgili olarak yapılan denemelerdeki hesaplarda aşağıdaki bilgilerden yararlanabilirsiniz.

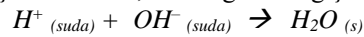
- a. NaOH suda tamamen iyonlarına ayrıışan kuvvetli bir bazdır.



- b. HCl suda tamamen iyonlarına ayrıışan kuvvetli bir asittir.



- c. Bir ortamdaki H^+ ve OH^- iyonları eşit mol sayılarında birleşerek H_2O oluştururlar. Bu durum iyonlardan biri veya ikisi tamamen tükeninceye kadar devam eder. Ortamdaki diğer iyonlar veya iyon türleri çözülmüş olarak kalır, herhangi bir değişikliğe uğramazlar.



- d. Bir reaksiyonda artan sıcaklık için alınan ısı miktarı aşağıdaki denklemlerle hesaplanır.

$$Q = m \times c \times (t_{\text{son}} - t_{\text{başlangıç}})$$

Burada m, kullanılan suyun g olarak miktarı, c suyun öz ısısı olup değeri 1 dir.

- e. Belli şartlar altında Q değeri ΔH olarak kabul edilir.

ARAÇ VE GEREÇLER

Termometre, 250 mL'lik beher, 1 M HCl, Mezür NaOH, 0,5 M HCl, Tüp pensi, 1 M NaOH

DİKKAT: NaOH, NaOH ve HCl çözeltileri oldukça korrozif ve tehlikeli oldukları için dikkatli çalışılmalı, cilde temas ettirilmemelidir. Herhangi bir kaza durumunda ise temas eden bölge bol su ile yıkanmalıdır.

DENEYİN YAPILIŞI

A) Birinci Kısım : NaOH'in sudaki çözünürlük ısısının tayini

1. Mezür ile 100 mL saf su alıp temiz ve kuru bir behere aktarıp, oda sıcaklığına gelene kadar bekleyiniz (termometre ile sıcaklığı kontrol ediniz) ve okuduğunuz sıcaklığı T_{1i} olarak kaydediniz.
2. 2 g NaOH tartıp behere ilave edip çözünmesi için karıştırınız. (NaOH'i mümkün olduğu kadar hızlı tartmanız gerekir, zira NaOH nem çekici bir madde olduğundan, havanın nemi ile ağırlığı artar ve bunu sonucu olarak yanlış tartım yapmanıza sebep olabilir. NaOH ile işiniz biter bitmez kutunun ağzını iyice kapatınız).

3. NaOH'in tamamı çözünene kadar çözeltiyi karıştırınız. Bu arada beherdeki suyun sıcaklığını termometre ile sürekli kontrol ediniz. NaOH'in tamamı çözüldükten sonra termometrede okumuş olduğunuz en yüksek sıcaklığı T_{1s} sıcaklığı olarak kaydediniz.
4. Ölçüm bittikten sonra, çözeltiyi lavaboya boşaltıp, bol su ile beher ve termometreyi yıkayıp, saf su ile duruladıktan sonra kurutunuz.

B) İkinci Kısım: NaOH ve HCl çözeltilerinin nötralizasyon ısısının tayini

1. 50 mL 1,0 M HCl çözeltisini mezür ile ölçüp behere boşaltın, termometre ile çözeltinin sıcaklığını ölçerek oda sıcaklığına gelene kadar bekleyip, bu sıcaklığı T_{2i} olarak kaydediniz.
2. 50 mL 1,0 M NaOH çözeltisinden alıp, HCl çözeltisinin üzerine ilave edip karıştırınız ve termometre ile sıcaklığını ölçüp, okuduğunuz en yüksek sıcaklığı T_{2s} olarak kaydediniz.
3. Ölçüm bittikten sonra, çözeltiyi lavaboya boşaltıp, bol su ile beher ve termometreyi yıkayıp, saf su ile duruladıktan sonra kurutunuz.

C) Üçüncü Kısım: Katı NaOH ile HCl çözeltisinin nötralizasyon entalpisinin tayini

1. 100 mL 0,5 M HCl çözeltisinden mezür ile ölçüp behere aktarın, çözeltinin sıcaklığını oda sıcaklığına gelene kadar bekleyip, bu sıcaklığı T_{3i} olarak kaydediniz.
2. 2 g katı NaOH tartıp, HCl çözeltisine ekleyip, iyice çözünene kadar karıştırınız. NaOH'ün tamamı çözüldükten sonra termometre ile çözeltinin sıcaklığını kontrol edip, okuduğunuz en yüksek sıcaklığı T_{3s} olarak kaydediniz.
3. Ölçüm bittikten sonra, çözeltiyi lavaboya boşaltıp, bol su ile beher ve termometreyi yıkayıp, saf su ile duruladıktan sonra kurutunuz. Deneyiniz burada sona ermiştir şimdi hesaplamalara geçebilirsiniz.

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

A) Birinci Kısım

Suyun ağırlığı	100 g (Yaklaşık)
NaOH'in ağırlığı	
T_{1i}	
T_{1s}	

B) İkinci Kısım

50,0 mL NaOH + 50,0 mL HCl	100 g (Yaklaşık)
NaOH'in ağırlığı	
T_{2i}	
T_{2s}	

C) Üçüncü Kısım

100 mL HCl	100 g (Yaklaşık)
NaOH'in ağırlığı	
T_{3i}	
T_{3s}	

HESAPLAMALAR

A) Birinci Kısım

1. Saf su tarafından absorbe edilen ısı miktarını hesaplayınız (NaOH'in çözünmesi esnasında açığa çıkan ısı):

$$q = m_{su}(T_{1i} - T_{1s}) 4,18 \frac{J}{g^{\circ}C} \quad (2)$$

2. Açığa çıkan ısıyı NaOH'in gramı başına hesaplayınız (1 g NaOH'ten açığa çıkan ısı)
3. Açığa çıkan ısıyı NaOH'in bir molü için hesaplayınız.

B) İkinci Kısım

1. NaOH ve HCl çözeltilerinin karışımından açığa çıkan ısıyı Joule cinsinden hesaplayınız:

$$q = m_{toplam\ çözelti}(T_{1i} - T_{1s}) 4,18 \frac{J}{g^{\circ}C} \quad (3)$$

2. Açığa çıkan ısıyı 1 mol NaOH için hesaplayınız.

C) Üçüncü Kısım

1. HCl çözeltisinin absorbe etmiş olduğu ısıyı hesaplayınız (NaOH'in çözünmesinden dolayı açığa çıkan ısı)
2. NaOH'in çözünmesinden açığa çıkan ısıyı (entalpiyi) NaOH'in gramı başına hesaplayınız.
3. Açığa çıkan ısıyı 1 mol NaOH için hesaplayınız.

SONUÇLAR

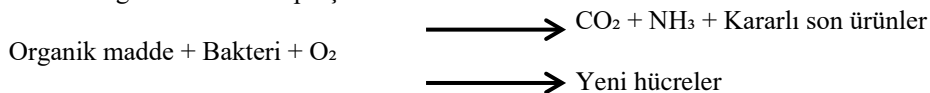
1. Bu deneyde meydana gelen reaksiyonlar için iyonik reaksiyonlar yazıp denkleştiriniz.
2. Bu deneyde meydana gelen reaksiyon ve buna bağlı olarak açığa çıkan reaksiyon ısılarının Hess kanuna uygunluğunu gösteriniz.
3. Deneysel sonuçlar, Hess kanununa tam olarak uygunluk göstermiyorsa, sebepleri neler olabilir?
4. Bu deneyde, sonuçların teorik hesaplamalardan farklı olmasına sebep olan hata kaynakları neler olabilir?

DENEY 19: PERMANGANAT METODU İLE SULARDA TOPLAM ORGANİK MADDE TAYİNİ

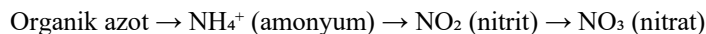
GENEL BİLGİ

Organik madde, yapısında C, H, O bulunan ve S, P, N gibi elementleri barındıran düşük erime ve kaynama noktasına sahip yüksek molekül ağırlıklı, suda az çözünen, yanıcı maddelerdir. Organik bileşiklerin fizikokimyasal ve yapısal özelliklerinin (çözünürlük, hidrofobiklik, polarlık, uçuculuk, yoğunluk, enerji) ve muhtevasının ne kadar olduğunun bilinmesi, onları anlamaya, geçirdikleri değişimi tahmin etmeye, etkisini belirlemeye ve onları arıtacak veya kontrol altında tutacak işlemleri seçmeye yardımcı olması açısından önemlidir. Ayrıca organik maddeler nitrifikasyon, ötrofikasyon, dip çamuru oluşumu gibi sonuçlar doğurur.

Organik veya biyolojik olarak parçalanabilen atıklar su yatağına girer girmez bakterilerin hücumuna uğrarlar. Organik maddelerin ayrışması sırasında, sudaki hayat için çok önemli olan çözülmüş oksijeni kullanırlar. Dolayısıyla ortamdaki çözülmüş oksijen miktarı azalır. Su yatağına giren organik madde konsantrasyonu çok fazla ise mevcut oksijenin tamamı kullanılarak ortam anaerobik durum haline alabilir. Örneğin kükürt bileşiklerinin reaksiyona girmeleri halinde SO_4^{2-} oluşur. Buda H_2SO_4 'ü oluşturur ve bu olay korozyona sebep olur. Bu durumda sistemin ekolojik dengesi bozulur ve su hayatı olumsuz yönde etkilenir. Bakteriler organik maddeyi stabil oluncaya kadar parçalarlar. Bunun içinde oksijeni enerji olarak kullanırlar ve oksijeni tüketirler. Sıcakta organik maddenin parçalanma hızı artar.



Bu durum su ortamında; **nitrifikasyon**, **ötrofikasyon** ve **dip çamuru** gibi olaylara neden olabilmektedir. Organik maddelerin göl ve bu gibi su ortamlarında bulunması istenmeyen bir durumdur. Örneğin bir gölde aşırı miktarda organik madde varsa göldeki bakteriler aşırı beslenerek patlar ve ölümler böylece gölün üzeri ölü bakteri hücreleriyle örtülür. Bakterilerin aşırı beslenerek ölmesi durumuna **ötrofikasyon** denir. Azotlu bileşiklerin ayrışmasıyla;



olayı gerçekleşir ve buna da **nitrifikasyon** denir. Fosforlu maddelerin ayrışması sonucu fosfat meydana gelir ve bu bakteriler için besin kaynağıdır. Bakterilerin aşırı beslenmesi sonucunda patlayarak ölümler oluşur ve suyun yüzeyini kaplarlar. Böylece içeriye oksijen ve güneş ışığı giremez. Canlılar fotosentez yapamayacağından ortam anaerobik olur ve **dip çamuru** oluşur.

Organik maddeler daha çok antropojenik faaliyetler (ev atıkları, hayvan atıkları, gıda fabrikaları atıkları, kâğıt fabrikaları atıkları, mezbaha atıkları, et paketleme atıkları, dericilik atıkları gibi) sonucu sulara karışırlar ve karıştıkları sular durgunsa, bunlar suyun dibinde toplanırlar.

Bir suyun kalitesini belirlemek için üzerinde aşağıdaki gibi çok çeşitli tayinler yapılabilir:

- ❖ Çözülmüş oksijen tayini
- ❖ Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
- ❖ Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)
- ❖ **Toplam organik madde tayini**
- ❖ Katı madde tayini
- ❖ Azot tayini
- ❖ Fosfat tayini
- ❖ Bulanıklık tayini
- ❖ Renk tayini
- ❖ Koku tayini
- ❖ pH tayini
- ❖ Bakteriyolojik tayin
- ❖ İletkenlik tayini
- ❖ Sertlik tayini
- ❖ Ağır metal tayini

Sulara organik maddeler doğal yollardan veya suni yollardan karışabilirler. Belli bir orana kadar su organizmaları için yararlıdırlar. Balıklar için besin maddesi oluştururlar. Organik madde tayini de yukarıda bahsedilen özelliklerden dolayı yapılması gereken önemli tayinlerden biridir.

Toplam organik madde tayini, suda minimum miktarda bulunan ve indirgeyici özelliğe sahip maddelerin tayinidir. Suyun doğal rengi, endüstriyel artıklar ya da kanalizasyondan gelen bazı karbonlu organik kirlilikler ile toplam organik madde arasında bir bağlantı kurulabilir. Tekstil sanayisinde kullanılan yıkama suyunda 8 mg/L'den fazla toplam organik maddenin fena koku verdiği tespit edilmiştir.

Suda organik maddelerin bulunması, suyun kirlenmiş olabileceğini gösterir. Organik maddelerin ölçüsü, asidik ortamda 1 L suyu yükseltgeyebilen mg KMnO₄ veya buna eşdeğer olan mg oksijen ile ifade edilir. Suyun içerdiği H₂S, S²⁻, NO²⁻, Fe²⁺ ve 300 mg/L'den fazla Cl⁻ tayini bozar.

GEREKLİ KİMYASAL MADDELER, ARAÇ VE GEREÇLER

H₂SO₄, Na₂C₂O₄, KMnO₄, KI, balon joje, hassas terazi, etüv, ısıtıcı, büret, erlen, beher

DENEYİN YAPILIŞI

1. 9,6 N 50 mL H₂SO₄ çözeltisi, 0,0125 N 250 mL sodyum okzalit çözeltisi ve 0,0125 N 250 mL KMnO₄ çözeltisi hazırlanır. Sodyum okzalit çözeltisi primer standart madde olarak kullanılacağından 105°C'de etüvde kurutulmalıdır.
2. Potasyum Permanganat çözeltisinin hazırlanması ve ayarlanması;
Potasyum permanganat (KMnO₄)'ın mol kütlesi 158,07'dir ve aşağıdaki reaksiyonda görüldüğü gibi kuvvetli asidik ortamda (0,10 M sülfürik asit ve daha derişik) tesir değeri 5'dir. Asidik ortamda Mn, 7+ değerlikten 5 e⁻ alarak 2+ değeriğe indirgenir.



KMnO₄'ın 0,0125 N 250 mL çözeltisini hazırlamak için;

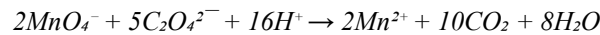
$$m = N \times V(\text{mL}) \times \text{meg} = 0,0125 \times 250 \times \frac{158,07}{5 \times 1000} = 0,0988 \text{ g}$$

0,0988 g KMnO₄ gereklidir. Ancak permanganatın kendisi primer standart bir madde olmadığı için direkt tartımı alınarak hassas çözeltisi hazırlanamaz. KMnO₄ primer bir standarda karşı ayarlanacağı için yaklaşık 0,1 g kadar permanganat tartılır, az suda çözülür ve 250 mL'ye tamamlandıktan sonra kaynama sıcaklığına kadar ısıtılır. Kaynatılmadan bu sıcaklıkta yaklaşık yarım saat bekletildikten sonra üzeri saat camı ile kapatılır ve bir gece bekletilir. Ertesi gün cam pamuğundan süzülerek teşekkül eden MnO₂ ve diğer katı parçacıklar uzaklaştırılır. Çözelti renkli ve kapalı bir şişede saklanır.

Yaklaşık 0,0125 N olarak hazırlanan permanganat çözeltisini ayarlamak için primer standart madde olarak Na₂C₂O₄, As₂O₃, KI, Ag, demir tel, H₂C₂O₄·2H₂O, K₄[Fe(CN)₆]·3H₂O kullanılabilir. Burada sodyum okzalit (Na₂C₂O₄) ile ayarlanması anlatılacaktır.

Yaklaşık normalitede hazırlanan permanganatı ayarlamak için kurutulmuş sodyum okzalattan hassas olarak 0,1–0,15 g civarında tartım alınarak 250 mL'lik titrasyon erlenine konur. Erlen içeriği 50 mL saf suyla çözülür ve üzerine 3 M H₂SO₄'ten 10 mL ilave edilir. 60°C'de su banyosunda iyice karıştırılarak Na₂C₂O₄'ın tamamen çözünmesi sağlanır. Okzalitli çözeltiye katalizör olarak küçük bir parça MnSO₄ kristali atılır. Daha sonra KMnO₄ çözeltisi bürete dikkatlice aktarılır ve titrasyona başlanır. Burada dönüm noktasının görünmesi için ilave bir indikatöre gerek yoktur. Çünkü dönüm noktasında renksiz çözelti, permanganattan kaynaklanan mor renge bürünür. Yani okzalitla reaksiyona giren permanganatın kendisi ayrıca indikatör görevi de görür.

Başlangıçta ilk damlaların rengi yavaş kaybolurken titrasyon sonuna doğru rengin kaybolması yavaşlar. Bundan sonra titrasyona daha dikkatle devam edilir. Son damlanın rengi kaybolmadan bir sonraki damla ilave edilmez. Şayet 30 saniye içerisinde renk kaybolmuyorsa titrasyon tamamlanmış demektir. Büretten son sarfiyat okunur ve başlangıçtaki mL seviyesinden çıkartılarak titrasyonda harcanan net hacim bulunur. Uzun süre bekleme ile erlendeki permanganat rengi kaybolur. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Önemli olan mor rengin yaklaşık 30 saniye süreyle sabit kalmasıdır. Titrasyon esnasında meydana gelen reaksiyon aşağıdaki gibidir:



Dönüm noktası yanlışlıkla geçilirse, permanganatın fazlası ayarlı demir(II) çözeltisi ile geri tire edilerek doğru sonuca varılabilir. Permanganatın gerçek normalitesi aşağıdaki formülle bulunur:

$$N_{KMnO_4} = \frac{m_{C_2O_4}(g)}{\text{meg} \times V_{KMnO_4}(mL)}$$

3. 250 mL'lik titrasyon erlenine 100 mL su numunesi konur.

4. Üzerine 9,6 N H₂SO₄'ten 10 mL ve 0,0125 N ayarlı KMnO₄ çözeltisinden 10,0 mL ilave edilir. 30 dakika kaynar su banyosunda bekletilir. Şayet permanganatın rengi kaybolursa daha az örnek alınır veya biraz daha permanganat ilave edilir.
5. Sıcak çözeltiliye 10,0 mL 0,0125 N okzalit çözeltisi katılır ve okzalit fazlası pembe renk devamlı görülünceye kadar büretteki ayarlı KMnO₄ ile titre edilir.
6. Sarfiyat kaydedilir ve numunedeki toplam organik madde miktarı, aşağıdaki formülle ppm O₂ cinsinden hesaplanarak ifade edilir:

$$\text{Organik Madde Miktarı} = \frac{[(N_{\text{KMnO}_4} \times S) - (N_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} \times 10,0 \text{ mL}) \times 8]}{\text{Numune hacmi (mL)}} \times 1000 \text{ mg/L (ppm O}_2\text{)}$$

$$S = 10 + \text{titrasyonda harcanan permanganat sarfiyatı (mL)}$$

Şayet su numunesi önemli miktarda tayini bozan maddeler içeriyorsa, 100 mL örnek alınır, üzerine 10 mL H₂SO₄ çözeltisi ve 10,0 mL KMnO₄ çözeltisi ilave edilir ve oda sıcaklığında 3 dakika bekletilir. Üzerine 0,5–1 g kadar potasyum iyodür (KI) ilave edilerek karıştırılır. Açığa çıkan iyot ayarlı tiosülfat çözeltisiyle titre edilir ve organik maddeler haricindeki maddelerin harcadığı KMnO₄ miktarı bulunur. Bu değer, toplam permanganat miktarından çıkartılarak organik maddeler için düzeltilmiş permanganat sarfiyatı bulunur.

Klorür miktarı çok fazla olan sularda (deniz suyu gibi) organik madde tayini için, 100 mL örneğe 0,5 mL %33'lük NaOH ve 10,0 mL KMnO₄ çözeltisi ilave edilir. 30 dakika su banyosunda bekletilir ve üzerine 5 mL H₂SO₄ çözeltisi ve 10,0 mL okzalit çözeltisi ilave edilir. Okzalit fazlası KMnO₄ ile titre edilir.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

1. Yapılan analizler sonucunda numunedeki organik madde miktarını belirleyiniz.
2. Toplam Karbon (TK), Toplam İnorganik Karbon (TİK), Çözünür İnorganik Karbon (ÇİK), Toplam Organik Karbon (TOK), Çözünür Organik Karbon (ÇOK), Çözülemez Organik Karbon (NÇOK), Uçucu Organik Karbon (UOK), Uzaklaştırılmayan Organik Karbon (NUOK) terimlerini açıklayınız.
3. Ekolojik su, karbon, oksijen, azot ve fosfor döngülerini şema ile açıklayınız.
4. Su kirliliği nedir? Suda kirliliğe sebep olan maddeler nelerdir?

DENEY 20: SABUN ELDESİ

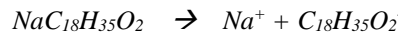
AMAÇ

İntermoleküler kuvvetlerin tanınması.

GENEL BİLGİ

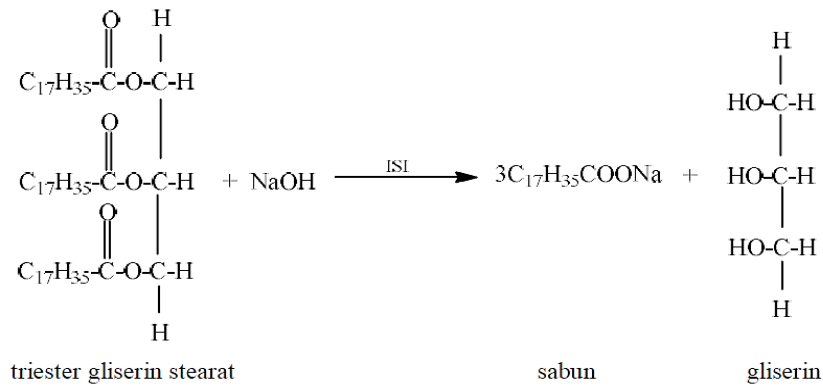
Sabun bitkisel ve hayvansal yağların veya yağ asitlerinin alkali hidroksitlerle tepkimesi sonucunda elde edilen, temizleyici olarak kullanılan bir üründür. Genel olarak uzun zincirli yağ asitlerinin (oleik {C₁₂H₃₄O₂}, stearik {C₁₈H₃₆O₂}, palmitik {C₁₆H₃₂O₂} ve miristik {C₁₄H₂₈O₂}) alkali metal (Sodyum ve Potasyum) tuzlarına **sabun** denir. Sodyum tuzu katı sabun (RCOO⁻Na⁺), Potasyum tuzu da arap sabunu (RCOO⁻K⁺), (jel) olarak bilinir.

En basit şekliyle, bir yağ asidi NaOH ile tepkimeye girerek asidin sodyum tuzunu (sabun) oluşturur. Sodyum stearat, NaC₁₈H₃₅O₂ en yaygın ticari sabundur. Suda çözünerek sodyum ve stearat iyonlarını oluşturmaktadır:



Stearat iyonu aktif temizleme ajanıdır. İyonik uçludur ve dolayısıyla suda iyi çözünmektedir. Stearat iyonları yağ moleküllerini su moleküllerine bağlayan bağlantılar olarak rol oynamaktadır. Aynı zamanda yağı küçük damlalar haline getirerek çözeltiliye karışmasını sağlayarak temizleme olayını başarabilmektedir.

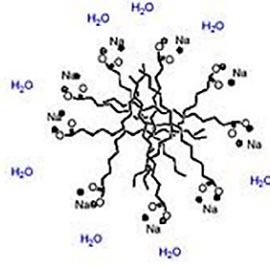
Katı veya sıvı yağların NaOH ile sabunlaşması doğal yağ sabunlaşmasıdır. Yağlar asitlerin gliserin esterleridir.



Sabunun Temizleme Mekanizması

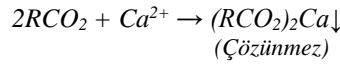
Sabun su ile birlikte temizleyici olarak kullanılır. Su tek başına zayıf bir temizleyicidir. Polar olan su molekülleri hidrojen köprüleri ile birbirlerine bağlandıklarından, yağ molekülleri tarafından oluşturulan apolar yüzeye etki etmezler. Bir sabun molekülü uzun bir hidrokarbon kısmı ve bir iyonik uç taşır (R-COONa). Molekülün hidrokarbon kısmı hidrofobik olup, polar olmayan maddelerde çözünür. Oysa iyonik uç hidrofiliktir ve suda çözünür. Sabun molekülü hidrokarbon zinciri nedeniyle, suda tam olarak çözünmez. Fakat miseller oluşturarak suda kolayca süspanse olur. *Misel* 50-150 sabun molekülünün hidrokarbon kısmının bir araya geldiği, iyonik ucun suya yöneldiği kümelerdir.

Sabunun önemi, yağlımsı kirleri emülsiyon haline getirip uzaklaştırmasından ileri gelir. Bunu şu iki özelliği sayesinde yapar: Hidrokarbon zinciri polar olmayan yağ damlacıklarında çözünür. Anyonik uç ise suda çözünerek yağ damlacıklarının birleşmesini önler ve yıkanan nesneden misellerle birlikte, su yardımıyla uzaklaştırır.



Misel oluşumu

Sabunların istenmeyen bazı özellikleri de vardır. Bunlardan en önemlisi, sert sularla (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} vb. içeren sular) çökelti vererek çeşitli tortular oluşturmalarıdır. Sodyum tuzlarına karşıt olarak, yağ asitlerinin Fe, Ca, Mg tuzları suda çözünmemektedir. Ca^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} asit anyonu ile reaksiyona girerek çözünmeyen yumuşak bir katı oluşturur.



GEREKLİ KİMYASAL MADDELER, ARAÇ VE GEREÇLER

2 erlen, Bitkisel yağ, Cam baget, mezür, Etil alkol, Isıtıcı, Sodyum hidroksit, Nuçe erleni, nüce başlığı, Sodyum klorür, Süzgeç kağıdı

DENEYİN YAPILIŞI

Başlangıç maddesi olarak bitkisel yağ kullanılabilir. 20 g bitkisel yağ 200 mL erlenmayer içerisine alınır. 20 mL etil alkol ilave edilir. Etil alkol, çözmek ve reaksiyonu hızlandırmak için kullanılmaktadır. Ticari sabun yapımında etil alkol kullanılmaz. Etil alkol ve yağ iki ayrı tabaka oluşturur. Dolayısıyla karışım kuvvetle çalkalanmalıdır.

25 mL %20'lik NaOH çözeltisi ilavesi yapılır. Karışım cam bir cam çubukla karıştırılır ve ısıtıcı üzerinde dikkatle ısıtılır. Isıtılmaya karışım hamur kıvamına gelinceye kadar devam edilir. Bu 30 dakika kadar sürer. Isıtıma esnasında ara sıra karıştırılmaya devam edilir. Sabun oluşmaya başladığı zaman, köpürmeyi önlemek için çok dikkatle karıştırılmalıdır. Bu hamur, sabun ve gliserol karışımıdır. Soğutulmaya bırakılır. Soğutulduğunda, sabun karışımına 100 mL doymuş NaCl çözeltisi ilave edilir. İyiye karıştırılır, Na^+ ve Cl^- iyonları polar su moleküllerine bağlanır ve suyun sabundan ayrılmasına yardım ederler. Bu, sabunun tuzunun giderilmesidir. Sabun çözeltisi NaCl çözeltisi karıştırıldıktan sonra, sabun nuçe erleni ve nuçe başlığı kullanılarak süzülür ve 25 mL buzlu su ile yıkanır, kurutulur ve tartılır.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

- Temizleme testi:** Az miktar sabunla ellerinizi yıkayınız. Eğer NaOH'a oranla aşırı yağ kullanılmış ise, sabunlama sırasında eller yağlı hissedilir. Aşırı NaOH ise sabuna kayganlık kazandırır. Aşırı NaOH'li sabun cildi kurutur ve sertleştirir. Hazırladığımız sabunda bu özelliklerden hangisi mevcuttur?
- Emülsiyon testi:** Bir test tüpüne 5 damla kerosen ve 10 damla su ilave ediniz. Karışmadıkları görülecektir. Küçül yağ damlaları emülsiyonu oluşturmak üzere kuvvetle çalkalayınız ve tüpü, portüpe yerleştiriniz. Bu deneyi diğer bir test tüpüne az miktarda sabun ilavesiyle tekrarlayınız. Sonuçları karşılaştırınız.
- Sert suda reaksiyonlar:** 100 mL beher içerisinde hazırladığımız sabundan alacağınız küçük bir parçayı 50 mL su ile ısıtınız. Sabun çözündüğü zaman, 15 mL'lik çözeltileri eşit miktarlarda üç test tüpüne yerleştiriniz. Birinci tüpü olduğu gibi bırakınız. İkinci tüpe birkaç damla %5'lik $MgClO_2$, üçüncü tüpe de %5'lik $FeCl_3$ çözeltisinden birkaç damla ilave ediniz. Bu üç tüpü karşılaştırıp sonuçları belirtiniz.
- Baziklik:** Sabunda kalan aşırı NaOH cildi tahriş edebilir. Hazırladığınız sabunun küçük bir parçasını 15 mL etilalkolde çözünüz ve 2 damla fenolftalein indikatörü ilave ediniz. İndikatör kırmızıya dönerse çözelti baziktir ve sabununuzda aşırı NaOH mevcut demektir. Aynı denemeyi bir parça ticari sabun ile de tekrarlayınız. Ticari sabunun bazikliği ile yaptığınız sabunun bazikliğini pH kağıdı kullanarak karşılaştırınız.

PROBLEMLER

- Hazırladığınız sabunun yıkama özelliklerini tanımlayınız.
- Sabun çözeltisine $MgCl_2$ ilavesinin etkileri ne olmaktadır? İyonik eşitliği yazınız.
- Sabun çözeltisine $FeCl_3$ ilavesinin etkileri ne olmaktadır? İyonik eşitliği yazınız.
- Ticari sabun ile hazırladığınız sabunun bazikliğini karşılaştırınız.

DENEY 21: VİSKOZİTE, SÜBLİMLEŞME, DİFÜZYON VE YÜZEY GERİLİMİ OLAYLARININ İNCELENMESİ

AMAÇ

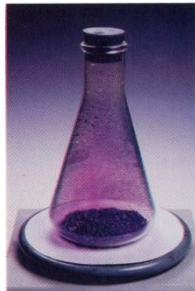
Viskozite, süblimleşme, difüzyon ve yüzey gerilimi olaylarının incelenmesi

GENEL BİLGİ

Bir sıvının **viskozitesi** onun akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Yüksek viskoziteli bir sıvının viskoz olduğu söylenir. Viskozite, moleküller arasındaki kuvvetlerden ortaya çıkar. Kuvvetli moleküller arası güçler molekülleri bir arada tutar ve hareketleri sınırlar. Bir sıvının, viskozitesi ne kadar büyükse sıvı o kadar yavaş akar. Hidrojen bağı içeren sıvıların viskoziteleri büyüktür. Sıcaklık arttıkça genellikle viskozite düşer. Bu deneyde çeşitli sıvıların viskoziteleri karşılaştırılacaktır.

Süblimleşme ilginç bir fiziksel değişimdir. Bir madde süblimleştiğinde sıvı faza geçmeden, doğrudan katı fazdan gaz faza geçer. **Süblimleşme**; moleküllerin katı halden doğrudan buhar (gaz) hale geçmesine süblimleşme denir. 1 mol katı süblimleşirken entalpideki değişim süblimleşme entalpisidir. Kuru buz (donmuş karbondioksit), iyot ve naftalin süblimleşen maddelerdir.

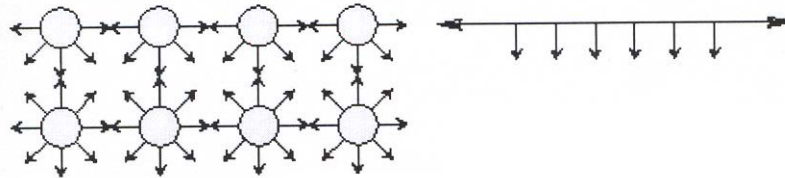
Bir maddenin diğer bir madde içinde yayılmasına **difüzyon** denir. Bir gazın diğer bir gaz içine difüzyonu parfümlerin hava içinde yayılmasını açıklar. Yayılma olayı, atmosferin bileşimini yaklaşık sabit tutar, çünkü, bir gazın anormal derecede yüksek derişimi onun yayılmasına ve dağılmasına neden olur. Bu olayda alçaklarda rüzgar olarak hissettiğimiz ve konveksiyon denilen kitle halindeki hava hareketi en büyük faktördür. Fakat yükseklerde yayılma olayı daha önemlidir. Sıvılar da difüzyon olur. Fakat gazlara göre bu işlem daha yavaş gerçekleşmektedir.



Katı iyot (I_2) erime noktasının ($114\text{ }^{\circ}\text{C}$) bir hayli altında bile, dikkate değer süblimleşme basıncı sergiler. Burada $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ dolaylarında pembe iyot buharı oluşmuştur. Erlenin soğuk çeperlerinde katı iyot kırağlaşıyor.

Şekil 21.1: Erlen içinde süblimleşen katı iyot örneği.

Neden yağmur damlaları halinde düşer? Neden küçük böcekler suya batmadan su üzerinde yürüyebilir? Neden çelikten yapılmış ve sudan çok daha yoğun olan bir iğne geçici bir sürede olsa su üzerinde yüzebilir? Tüm bu olayların gerçekleşmesinin nedeni suyun **yüzey gerilimidir**.



Şekil 21.2: Yüzeydeki parçacıklar ile içerdeki parçacıklar arasındaki çekim kuvveti.

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi sıvı kitlesinin içindeki ve yüzeyindeki moleküller arasındaki kuvvetler arasında önemli bir fark vardır. İçerideki moleküller yüzeydekilere oranla kendilerini çekecek daha çok komşuya sahiptirler. Komşu moleküllerin çekimindeki bu artış, içerideki bir molekülü yüzeydeki bir moleküle göre daha düşük bir enerji düzeyinde tutar. Bunun sonucu, olabildiğince çok sayıda molekülün sıvının içine gitmek için çaba göstermesi ve olabildiğince az molekülün yüzeyde kalmasıdır.

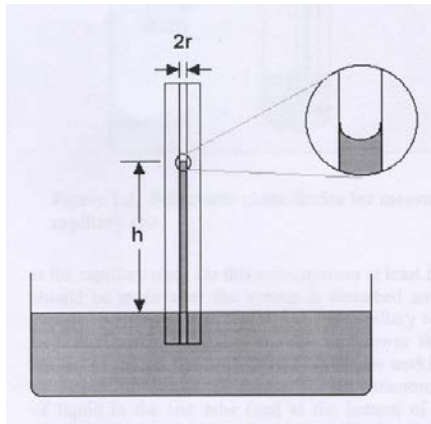
Sıvıların minimum yüzey alanını koruma eğilimleri, yağmur damlalarının küresel oluşunda çok açıkça görülür. Küre öteki geometrik şekillere göre daha küçük yüzey alanı / hacim oranına sahiptir. Bir sıvının yüzeyini arttırmak, moleküllerin içerden yüzeye götürülmesini, buna bir iş yapılmasını gerektirir. Yüzey gerilimi bir sıvının yüzey alanını arttırmak için yapılması gereken iş ya da enerjidir. Yüzey gerilimi γ ile gösterilir ve enerji birimi ile ifade edilir. Sıcaklık dolayısıyla molekül hareketinin şiddeti arttıkça, moleküller arası kuvvetler

etkisizleşir. Bu durumda suyun yüzeyini genişletmek için yapılması gereken iş azalır. Başka bir deyişle, sıcaklığın artması yüzey gerilimini düşürür.

Bir damla sıvı yüzeyi boyunca bir film halinde yayılırsa, bu sıvının yüzeyi ıslattığı söylenir. Bir sıvı damlasının bir yüzeyi ıslatması ya da yüzey üzerinde küresel biçimde kalması, iki zıt kuvvetin büyüklüklerine bağlıdır. Bunlar kohezyon kuvvetleri ve adhezyon kuvvetleri olup, kohezyon kuvvetleri *benzer* moleküller arasındaki kuvvetler, adhezyon kuvvetleri *farklı* moleküller arasındaki kuvvetlerdir. Eğer kohezyon kuvvetleri adhezyon kuvvetlerinden baskınsa, damla biçimini korur. Su temiz bir cam yüzeyinde ince bir film halinde yayılır. Eğer yüzey yağlanırsa su ve yağ molekülleri arasındaki adhezyon kuvvetleri suyu yayacak ölçüde kuvvetli değildir. Bu nedenle su damlaları yüzeyde kalır.

Suya deterjan katılmasının iki nedeni vardır. Birincisi; deterjan çözeltisi yağı çözerek yüzeyi temizler. İkincisi; deterjan suyun yüzey gerilimini düşürür. Yüzey geriliminin düşmesi, damlanın film halinde yayılması için gereken enerjinin azalması demektir.

Eğer bir tüpte su bulunuyorsa, su ve üzerindeki hava arasındaki ara yüzey yukarı doğru eğilir (iç bükey). Su, cam ile arasındaki adhezyon kuvvetlerinin etkisiyle tüp çeperlerine doğru hafifçe tırmanır. Aynı koşullarda cıvanın yüzey sınırı aşağı doğru eğilir.(dış bükey) Cıvada atomlar arası metalik bağların oluşturduğu kohezyon kuvvetleri güçlüdür ve bu nedenle cıva camı ıslatmaz. Kılcal borular denen küçük çaplı borularda yüzey sınırı oluşumu büyük ölçüde artar.



Şekil 21.3: Sıvı ile cam arasında kapiler kuvvetlerden dolayı oluşan menisküs.

Şekil 21.3’de görüldüğü gibi r yarıçaplı bir kapiler tüp bir sıvıya daldırılırsa sıvının kapiler tüp içerisinde h kadar yükseldiği görülür. Bunun nedeni yüzey gerilimi nedeniyle sıvı üzerine uygulanan kuvvettir. Yüzey geriliminden dolayı oluşan bu kuvvet yerçekimi tarafından karşılandığı anda denge sağlanır. Bu denge noktası yüzey gerilimini hesaplamak için kullanılabilir:

$$\gamma (2\pi r) = \rho h (\pi r^2) g \quad (1)$$

r kapiler tüpün yarıçapı , h kapilerdeki yükselme , ρ sıvının yoğunluğu , g yerçekim kuvveti ve γ yüzey gerilimidir. Yukarıdaki eşitlik tekrar düzenlenirse yüzey gerilimi için basit bir eşitlik elde edilir:

$$\gamma = \frac{1}{2} \rho g r h \quad (2)$$

DENEYİN YAPILIŞI

I. Vizkozite

1. 5 adet tüp alınız
2. Tüpleri viskozitesini karşılaştıracağımız sıvılar ile doldurunuz. Fakat tüpün bitimi ile sıvı yüzeyi arasında bir miktar boşluk bırakınız (Tüm tüplerde boşluk miktarı eşit olmalıdır).
3. Tüplerin ağzını kapatıp hızlıca ters çeviriniz ve kabarcıkların tüpün tepesine ulaşması için geçen zamanı ölçünüz.
4. Tüm sıvılar için bu ölçümleri tekrarlayınız.

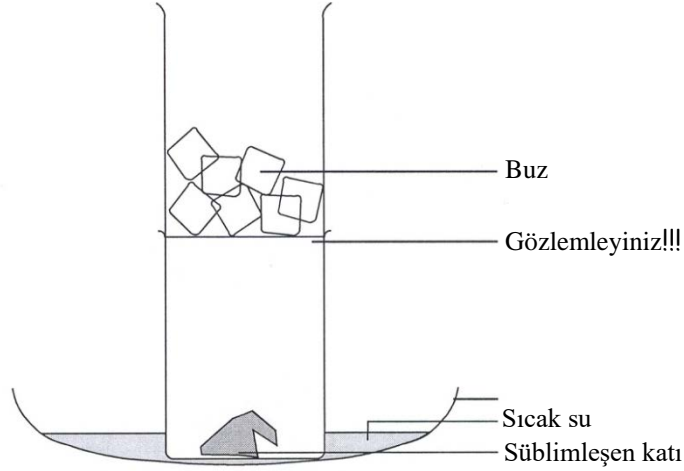
SIVI	SÜRE / S
Su	
Yemeklik Yağ	
Makine Yağı	
Etanol	
Sampuan	

SORULAR

1. Hangi sıvı en viskozdur? Açıklayınız.
2. Hangi sıvı en akışkandır? Açıklayınız.
3. Sıvıların viskozitelerini karşılaştırabilmek için farklı bir deney tasarlayınız.
4. Viskozitenin neden sıcaklıkla azaldığını açıklayınız.

II. Süblimleşme

1. 100 mL'lik boş behere bir miktar katı madde koyunuz.
2. Bu beherin üzerine bir başka 100 mL'lik boş beheri dikkatlice yerleştiriniz.
3. Üsteki boş beherin 3 / 4' ünü buz ile doldurunuz.
4. Su sıcaklığı 45°C' olan su banyosuna, hazırladığımız düzeneği yerleştiriniz.
5. Katı maddeye ne olduğunu gözlemleyiniz ve laboratuvar defterinize not ediniz.



Şekil 21.4: Süblimleşme deneyi.

SORULAR

1. Sıcaklığın 45°C olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.
2. Süblimleşme nedir? Tanımlayınız.

III. Difüzyon

1. Saf su ile petri kabı doldurulur.
2. Pens kullanılarak az miktarda kurşun nitrat su dolu petri kabına konulur. Tam karşısına da potasyum iyodür ilave edilir.
3. Çözelti ortamında bu katılar tepkimeye girer. Meydana gelen değişimleri gözleyerek not ediniz.

SORULAR

- 1) Petri kabına katı kristalleri ilave ettikten sonra meydana gelen değişimlerin neler olduğunu belirtiniz.
- 2) Kabın içinde gerçekleşen tepkimeleri formüllendirerek yazınız.
- 3) Bu deneyde ilave edilen reaktanlardan hangisinin difüzyonu hızlıdır? Açıklayınız.

IV. Yüzey Gerilimi**I.Kısım**

1. Bir beher içerisine kabı doldurmaya yakın miktarda su doldurunuz.
2. Üzerine azar azar su ekleyiniz. Dökülmeye yakın gerçekleşen olayları gözlemleyiniz.
3. Bir behere su doldurunuz ve içerisine pens yardımıyla dikkatlice bir iğne koyunuz. Gerçekleşen olayları gözlemleyiniz.

II.Kısım

1. İki adet kapiler tüp alınız. Tüplerden birisini bir beher içerisinde hazırlamış olduğunuz saf suya diğerinide deterjanlı suya daldırarak sıvıların yüksekliğini ölçünüz. Gözlemlerinizi yazarak sonucu yorumlayınız.
2. Her ikisi içinde yüzey gerilimini hesaplayınız.
3. Farklı yarıçaplarda kapiler tüpler kullanarak suyun yüzey gerilimini hesaplayınız.

DENEY 22: SU İÇİN KİMYASAL TESTLER

AMAÇ

Su sertliği tayini için kimyasal test uygulamaları.

GENEL BİLGİ

Bazı kimyasallar renksizken üzerlerine su ilave edildiğinde renk değiştirirler. Bazıları da kendi renklerini suya verirler. CoCl_2 kuru ve de nemli iken farklı renklere sahiptir. Bu deneyde bu renklerin ne olduğu tanıtılacaktır. Deneysel işlemler sırasında CoCl_2 ve çözeltileri ile el temasından kaçınınız. CoCl_2 oldukça toksik bir kimyasal maddedir.

Su Sertliği Ölçümleri: Doğadaki tüm canlıların yaşamsal işlevlerindeki temel yapı olan su, yeryüzünün en bol maddesidir. İki hidrojen ve bir oksijenden oluşan su polar yapıda olduğundan çözücü etkisi çok büyüktür. Bu özelliğinden dolayı, doğada bulunan su hiçbir zaman kimyasal anlamda saf olmayıp, geçtiği ve bulunduğu ortamın toprak ve jeolojik özelliklerine göre az ya da çok çeşitli katyon ve anyonları içerir.

Doğada en saf su olan yağmur suyu, havadaki oksijeni, azotu, azot oksitlerini, karbon monoksiti vb çözerek yeryüzüne iner ve yeryüzünde toprak yüzeyinde bulunan organik maddelerin bir kısmını, yeraltında ise kireç taşı, kaya tuzu vb diğer mineralleri çözerek bünyesine alır. Suda çözünen bu tür maddeler, suya sertlik verir. Su sertliği, bir suyun içime ve kullanma uygunluğu açısından bilinmesi gerekli olan en önemli ölçütlerden birisidir. Sert olan sular, sabunu köpürtmez ve içimi de hoş değildir. Genelde tercih edilen su yumuşak sulardır. Yumuşak sular, sabunu kolayca köpürtür. İçindeki magnezyum ve kalsiyum miktarı oldukça düşüktür. Bazı sularda geçici sertliğe sahiptir. Bu sular kaynatılarak sertliğini kaybederler. Ancak kalıcı sertliğe sahip olanlar, kaynatma sonucu herhangi bir değişikliğe uğramazlar.

DENEYİN YAPILIŞI

- 1) Küçük bir behere CoCl_2 çözeltisinden 4 cm^3 ilave ediniz.
- 2) Beherdeki CoCl_2 çözeltisinin üzerine 4 cm^3 NaCl çözeltisi ilave ediniz.
- 3) Bir pens yardımı ile beherin içine süzgeç kağıdını yerleştirin.
- 4) Beherdeki çözeltiyi kaynatınız. Daha sonra bunu alıp, masanın üzerine bırakınız. Süzgeç kağıdının kurumasına izin veriniz.
- 5) Kuru ve ıslak CoCl_2 arasındaki renk farklılıklarını gözlemleyiniz.

SORULAR

- 1) NaCl 'ün çözelti ortamına ilave edilme gerekçesi nedir?
- 2) CoCl_2 'ün renk değişimlerini gözlemek için yaptığınız deneyde, süzgeç kağıdında bu dönüşümler ne kadar sürede gerçekleşmektedir?
- 3) Kuru ve nemli CoCl_2 'ün renk farklılıklarını gözlemek için sizde bir yöntem öneriniz.

DENEYİN YAPILIŞI II (SU SERTLİĞİ ÖLÇÜMLERİ)

- 1) Bir erlen ve bu erlenin ağzını kapatmak için uygun bir tıpa alınız.
- 2) Erlenin içine 10 cm^3 su örneğini koyunuz.
- 3) Bürete koyduğunuz sabun çözeltisinden 1 cm^3 'ünü ilave ediniz ve büretin musluğunu kapatınız. Daha sonra erlenin ağzını tıpa ile kapatıp hızlıca çalkalayınız. Su örneğinizin köpürüp köpürmediğine bakınız. Köpürmemişse 1 cm^3 daha ilave ediniz. Aynı işleme kalıcı köpük elde edinceye dek devam ediniz. Kalıcı köpüğü elde ettiğiniz hacmi not ediniz.
- 4) Bu işlemleri tüm su örnekleri için tekrarlayınız.

Su Tipleri	Kalıcı köpük elde etmek için harcanan sabun hacmi/ cm^3
Yağmur suyu	
Deniz suyu	
Geçici sert su	
Kaynatılıp, soğutulmuş Kalıcı sert su	
Kaynatılıp, soğutulmuş Geçici sert su	

SORULAR

- 1) Suya sertlik veren iyonlar nelerdir? Bunlar nasıl su ortamından uzaklaştırılabilir? Açıklayınız.
- 2) Yağmur ve deniz suları ne tür sulardır?
- 3) Sert suları, yumuşak su haline getirmek için sizce ne yapılabilir? Bir yöntem öneriniz.

DENEY 23: ETANOİK ASİTİN (ASETİK ASİT) VE ALKOLLERİN ÖZELLİKLERİ

GENEL BİLGİ

Organik Asitler: Organik asitler karbon atomuna bağlı -COOH grubunun varlığı ile karakterize edilir. Birincil alkollerin yükseltgenmesinden, Grignard bileşiklerinden, esterlerin hidrolizinden ve karboksilik asit tuzlarının asitlerle tepkimesi sonucu elde edilirler. Karboksil grubu hem karbonil hem de hidroksil grubunun tepkimelerini verir. Bütün karboksilik asitler bazlar ile tepkimeye girerek tuzları oluşturur. Uzun zincirli yağ asitlerinin sodyum ve potasyum tuzlarına sabun denir. Asetik asit çok üretilen bir asittir, plastik sanayinde ve çözücü olarak kullanılır. Fitalik asitte en çok üretilen ve kullanılan bir asitlerden biridir, boya ve plastik sanayinde kullanılan önemli bir maddedir. Birçok karboksilik asit serbest veya bileşik halinde doğada bulunur. Bunlardan laktik asit ekşi sütte, insan ve hayvanların kaslarında bulunur. Tartarik asit birçok meyvede, sitrik asit birçok bitki (limon) ve hayvanda bulunur.

Bu deneyde bazı zayıf organik asitlerin tipik özellikleri incelenecektir.

Alkoller: Alkoller karbon atomuna bağlı -OH grubunun varlığı ile karakterize edilir. Alkoller, alkenlere su katılması ya da alkil halojenürlerin hidrolizi ile elde edilebilirler. Metanol çok zehirli bir bileşiktir içilirse körlüğe ya da ölüme neden olabilir. Metanol en çok üretilen alkoldür ve genellikle karbonmonoksit ve hidrojenle elde edilir. Diğer organik bileşiklerin sentezinde ve çözücü olarak kullanılır. Etanol halk arasında sadece alkol olarak bilinir. Şeker kamışı ya da doğal şeker içeren başka maddelerin fermentasyonu ile elde edilebilir. Sanayide ise etilene su katılmasıyla elde edilir. Etilen glikol, suda çözünmeyen ve sudan daha yüksek sıcaklıkta kaynayan bir dialkoldür. Bu özelliğinden dolayı otomobil radyatörlerinde antifriz olarak kullanılır. Gliserin sabun sanayinin yan ürünü olarak elde edilir. Nem çekici olduğundan, cildi nemli ve yumuşak tutar.

Bu deneyde etanolün özelliklerini incelemeye çalışacağız.

DENEYİN YAPILIŞI: ETANOİK ASİT

- 1) Deney tüpüne 1-2 mL seyreltik etanoik asit konur.
- 2) Üzerine sodyum karbonat çözeltisi damlatılarak çözeltinin pH'ı belirlenir.
- 3) 2, deney tüpüne yine 1-2 mL seyreltik etanoik asit konur üzerine bu kez seyreltik sodyum hidroksit ilave edilerek çözeltinin pH'ı belirlenir.
- 4) 3, deney tüpüne yine 1-2 mL seyreltik etanoik asit konur üzerine bu kez magnezyum şerit ilave edilerek gözlemler kayıt edilir.

SORULAR

- 1) Aşağıdaki reaksiyonlar için kelime eşitliği yazınız.
 - a) Hidroklorik asit + sodyum karbonat →
 - b) Hidroklorik asit + sodyum hidroksit →
 - c) Hidroklorik asit + magnezyum şerit →
- 2) Aşağıdaki reaksiyonları tamamlayınız.
 - a) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
 - b) $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
 - c) $\text{Mg(k)} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$

DENEYİN YAPILIŞI: ALKOLLER

- 1) Deney tüpüne 2 mL etanol ve 2 mL su konur. Etanolün su ile tamamen karışıp karışmadığını kontrol edilir. Çözeltinin pH'ı belirlenir.
- 2) 1 damla etanol saat camı üzerine damlatılarak ısıtılır alev alıp almadığı kontrol edilir. Alev alıyorsa alevin rengi belirlenir.
- 3) 2. deney tüpüne yine 5 mL seyreltik sülfürik asit konur üzerine 5 damla potasyum dikromat eklenir. 2 damla etanol ilave edildikten sonra karışım kaynayıncaya kadar ısıtılır. Isıtıldıktan sonra herhangi bir tepkime gerçekleşip gerçekleşmediği kontrol edilir. Yeni oluşan bileşikten kaynaklanabilecek herhangi bir koku değişimi var mıdır?

SORULAR

- 1) Ticari olarak etanol elde edilmesinde kullanılan yöntem hangisidir? Açıklayınız.
- 2) Alkollerin yükseltgenmesi sonucu asitler elde edilir. Herhangi bir asitten alkol eldesinde gerçekleşen tepkimenin adı nedir?
- 3) Etanolün yanmasına ilişkin tepkime denklemini yazınız.

DENEY 24: KÖPÜK ÜRETİMİ VE POLİMERLER

GENEL BİLGİ

Birçok tatbikat alanı olan köpük, yapı itibarıyla, içinde hava boşlukları bulunan kauçuk veya plastikten ibarettir. İnşaatçılıkta ses ve ısı yalıtkanı olarak değer kazanır.

Poliüretan Köpükleri

Bunlar, poliüretan reçinelerin köpük şeklidirler. Poliüretan reçineleri termoplastik veya termosetting özellik gösterirler; yumuşak ve lastik veya sert ve kırılğan olabilirler.

Bu köpükler, ses geçirmeyen duvarların yapımında, ısı kaybına karşı birçok yerlerde; ayrıca koltuk döşemeciliğinde, şamandra, filtre, yatak v.s. yapımında; uçaklarda, uyku tulumlarında, paketlemede ve kemik cerrahisinde kullanılırlar.

Köpük Kauçuk (Kauçuk Süngeri)

Köpük kauçuk, kauçuğun süngerimsi bir yapı gösteren ve 4-5 katı hava ihtiva eden şeklidir.

Köpük kauçuk imali için, amonyum karbonat $(NH_4)_2CO_3$ veya stearik asid ve sodyum bikarbonat $NaHCO_3$, çok yumuşak bir kauçuk kütlesiyle karıştırılır ve vulkanizasyona geçilir. Vulkanizasyon ısısı amonyak NH_3 ve karbon dioksit CO_2 intişarına sebep olur ve bu gazlar da kauçuk kütlesini süngerimsi bir hale getirir (Kauçuk Süngeri).

Bazı azotlu organik bileşikler de ısı ile bozularak gaz intişarına sebebiyet verdikleri için, köpük kauçuk imalinde kullanılırlar.

Köpük kauçuklar, poliüretan köpüklerinininkine benzer yerlerde kullanılırlar.

Bu deney nasıl kararlı bir köpük üretileceğini ve hangi tepkimelerin gerçekleştiğini açıklamaya yöneliktir.

Polimerler

Pek çok sentetik maddede, küçük yapı birimleri ard arda tekrarlanarak birbirine bağlanmış ve böylece dev zincirler veya ağlar oluşmuştur. Böyle maddelere polimer denir. Polipropilen ve teflon gibi bazı polimerler sentetiktir. Kalıplanarak biçim verilebilen polimerlere plastik denir.

Polimerler de küçük moleküllerde bulunan atomlardan ve bağlardan oluşmuştur; fakat dev boyutları sebebiyle, çok özel fiziksel özelliklere sahiptirler. Ayrıca, küçük moleküllerde bir veya birkaç fonksiyonel grup bulunmasına karşılık, polimer moleküllerinde binlercesi bulunabilir. Yine de polimer molekülleri bildiğimiz özellikleri taşır.

Katılma Polimerizasyonu

Alkenler katılma polimerizasyonu denilen bir süreç sonucu, birbirleri ile tepkimeye girerler. Örneğin, etilen molekülü bir diğeri ile bağ yapabilir; ona başka bir etilen bağlanır, aynı işlem sürer gider ve sonunda uzun bir hidrokarbon zinciri oluşur. Polimeri oluşturan orijinal alkene (örneğin eten) monomer denir. Monomerlerin kovalent bağlar ile oluşturduğu zincir ise polimerdir. En basit katılma polimeri polietilendir $(CH_2-CH_2)_n$. Bu polimer, $-CH_2-CH_2-$ birimlerinden oluşmuş uzun bir zincirdir.

Yaygın bir şekilde kullanılan bir polimerleştirme süreci, radikal polimerizasyonudur. Bu tepkime ortamda bir radikal bulunmasını gerektirir.

Kondenzasyon Polimerizasyonu

Bir karboksilli asidin poliester oluşturacak şekilde bir alkole ve poliamid oluşturacak şekilde bir amine bağlanması sonucu kondenzasyon polimerleri oluşur. Bu polimerler genellikle katılma polimerlerinden daha kısa zincirlere sahiptirler ve bu polimerlerin özellikleri monomerlerin yapısına bağlıdır.

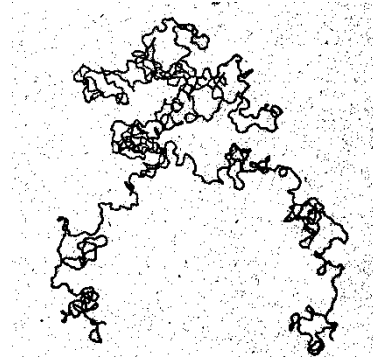
Alkenlerin radikalik olarak polimerleşmesinde (katılma polimerizasyonunda) ana zincire bağlı olarak yan zincirler gelişebilir. Ancak, kondenzasyon polimerleşmesinde, büyüme fonksiyonel gruplar üzerinden olduğu için dallanma olma ihtimali daha azdır. Diğer taraftan, tepkime aynı anda birçok monomer tarafından başlatılabilir ve bu yüzden, kondenzasyon polimerlerinin zincirleri katılma polimerlerine göre daha kısadır.

Aminlerin, karboksilli asitler ile kondenzasyon polimerleşmesinden yaygın adı ile naylon olarak bilinen poliamid oluşmaktadır.

Kondenzasyon polimerlerinin oluşması için her monomerde iki fonksiyonel grubun olması ve bu monomerlerin stokiyometrik oranda karıştırılması gerekir.

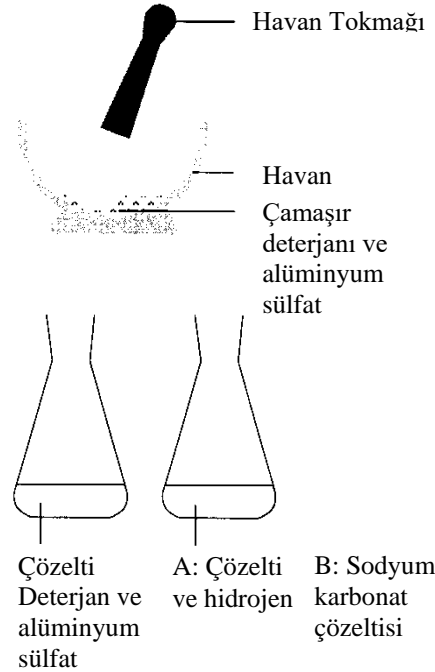
Polimerler arasında, tekrarlanan birimi bir çeşitten daha fazla olan polimerler kopolimerlerdir. Rastgele kopolimerlerde, farklı monomerler hiçbir düzen ve sıra olmadan yer alırlar. Blok polimerlerde, monomerler birbirlerini karşılıklı olarak takip etmezler. Polimer zincirinin bir kısmı bir monomerin tekrarlanmasından bir

kısmı ise diğer monomerin tekrarlanmasından oluşur. Graft kopolimerler uzun zincirin bir çeşit monomerden ve yan zincirlerin ise başka bir monomerden oluştuğu polimerlerdir. Bugün kauçuk ağacından elde edilen doğal kauçuktan başka, daha birçok doğal polimer vardır. Bitkilerin başlıca yapı taşı olan selüloz, glukoz ($C_6H_{12}O_6$) monomerlerinden oluşmuş bir polimerdir. Proteinler de aminoasit monomerlerinden oluşmuş bir polimerdir.



Şekil 24.1: 500 kadar C_2H_4 monomerinin gelişmiş güzel bağlandığı bir zincir olan polietilen molekülünün görünümü.

Bir polivinil alkol çözeltisine boraks çözeltisi ilave edilerek jel meydana getirilebilir. Bu deneyde jellerin bazı ilginç özellikleri araştırılacaktır.



Şekil 24.2: Köpük üretimi.

DENEYİN YAPILIŞI: KÖPÜK ÜRETİMİ

- 1) 1 g çamaşır deterjanı ve 7 g alüminyum sülfat bir havana konular ve iyice toz haline gelene kadar havan tokmağı ile ezilir.
- 2) Hazırlanan bu toz yaklaşık 50 cm^3 su ile bir erlen içerisinde çözülür (A çözeltisi).
- 3) 5 g sodyum hidrojen karbonat başka bir erlen içerisinde 50 cm^3 su ile çözülür (B çözeltisi).
- 4) A çözeltisi B çözeltisinin içerisine dökülerek hızlı bir şekilde karıştırılır.

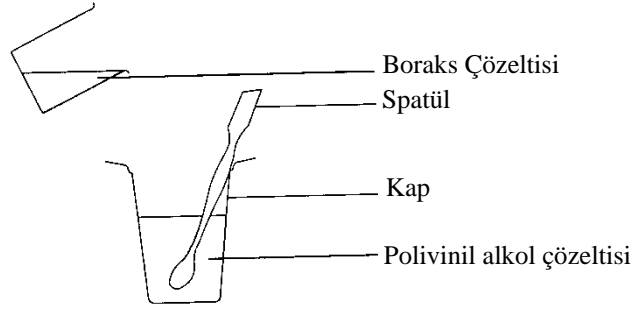
NOT: GÜVENLİK İÇİN KORUYUCU GÖZLÜK KULLANILMALIDIR. KULLANILAN DETERJAN CİLDİ TAHRİŞ EDEBİLİR.

SORULAR

- 1) Köpük oluşumuna yol açan tepkime hangisidir?
- 2) Ekmek üretimi sırasında karbon dioksit üretimini içeren tepkime ile nasıl benzerlikleri vardır?
- 3) Diğer köpük örneklerinin bazılarının isimlerini yazınız.

DENEYİN YAPILIŞI: POLİMERLER

- 1) İçerisinde spatül bulunan bir kap içine 40 cm³ polivinil alkol çözeltisi konulur.
- 2) Eğer arzu edilirse bir damla yemek boyası ya da fluorescein dye çözeltiye ilave edilebilir. İyice karıştırılır.



Şekil 24.3: Polimerler.

- 3) Ölçülen 10 cm³ boraks çözeltisi polivinil alkol çözeltisi içersine ilave edilir ve tamamen jelleşene kadar kuvvetli bir şekilde karıştırılır.
- 4) Jel kaptan kaldırılır ve el ile veya yassı bir araç ile içeriğin tamamen karışması için hafifçe vurulur. Daha sonra jel eller arasında yavaşça yuvarlanır, hava kabarcıkları kalmaması için hafifçe sıkılır.

NOT: DENEY SIRASINDA KORUYUCU GÖZLÜK KULLANILMALIDIR.

SONUÇLAR

Elde edilen jelin özellikleri test edilir.

- 1) Jel yavaşça çekilir? Ne oldu?
- 2) Jel şiddetli ve hızlı bir şekilde çekilir? Ne oldu?
- 3) Jel yuvarlanarak top haline getirilir ve düz bir yüzeye atılır. Ne oldu?
- 4) Düz bir zemin üzerine bir parça jel alınır ve bunun üzerine el ile vurulur. Ne oldu?
- 5) Keçeli kalem ile bir kağıt parçası üzerine herhangi bir kelime yazılır. Kağıdın yazılı kısmı jelin üzerine gelecek şekilde kağıt yerleştirilir. Kuvvetlice üzerine bastırılır. Daha sonra jelin üzerinden kaldırılır. Yazıya ne oldu? Jele ne oldu? Gözlemler not edilir. Aynı deneme ispirtolu kalem ile yapılırsa aynı etki gözlenir mi?
- 6) Jelden küçük bir parça petri kabı veya saat camı üzerine yerleştirilir. Üzerine damla damla seyreltik hidroklorik asit çözeltisi ilave edilir. Her HCl çözeltisi ilavesinden sonra madde iyice karıştırılır. Bir değişiklik olduğu anda ilave edilen damla sayısı ve gözlemler not edilir.
- 7) Aynı örnek üzerine bu defa seyreltik sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilir. Her sey. NaOH ilavesinden sonra madde iyice karıştırılır. Bir değişiklik olduğu anda gözlemler not edilir. 6. ve 7. denemeye beraber bütün uygulamalar bu örnek ile tekrarlanabilir mi? Deneyiniz.

DENEY 25: ASİT-BAZ TİTRASYONLARI

GENEL BİLGİ

Volumetrik analiz; örneğin içerisinde miktarı belirlenecek olan bileşenle tepkime verecek reaktifin ortama eklenen eşdeğer hacminin belirlenmesi ilkesine dayanır. Reaktif katma işlemi yararlanılan reaksiyonun bitim noktasına dek devam etmektedir. Reaksiyonun son bulunduğu nokta indikatör adı verilen ayıraç ile belirlenmektedir. Konsantrasyonu bilinen ayarlı çözeltinin bitim noktasına (dönüm noktası) dek harcanan hacim değerinden yararlanılarak örnek içerisindeki istenen bileşenin konsantrasyonu belirlenir. Volmetrik analiz yöntemleri iyonik reaksiyonlara dayanan ve elektron transferine dayanan yöntemler olarak iki grup altında toplanabilir. Nötralizasyon reaksiyonları, çökeltme reaksiyonları, kompleks oluşum reaksiyonları iyonik reaksiyona dayanan yöntemlere dahilken, manganometri, iyodometri, bromometri, serimetri gibi yöntemler elektron transferine dayanan yöntemler arasındadır.

Primer standart madde özellikleri:

- ✓ Maddenin bileşimi tam olarak bilinmeli ve oldukça saf olmalıdır.
- ✓ Ayarlanacak çözelti ile hızlı ve stokiyometrik bir tepkime vermeli.
- ✓ Oda sıcaklığında mutlaka kararlı olmalı, bir etüvde kurutulabilmeli ve kolaylıkla sabit tartıma gelmelidir.
- ✓ Molekül ağırlığı büyük olmalıdır.
- ✓ Madde kolaylıkla ve ucuz olarak temin edilebilmelidir.

Çözelti ayarlama çok saf madde yerine ayarlanmış başka bir çözelti kullanılmış ise kullanılan bu ayarı belli çözeltiye ikincil standart (veya sekonder standart) denir. Bir titrasyonda ayarlı maddenin titre edilen maddeyi tam olarak tükettiği noktaya eş değerlik noktası denir. Dönüm noktası ise titrasyonda eş değerlik noktasını belirlemek için kullanılan indikatörün renginin değiştiği noktaya denir. Titrasyonda eş değerlik noktasının bulunmasında kullanılan ve bu noktada çözeltinin görünümünde değişikliğe neden olan maddeye *indikatör* denir. Değişim organik bir maddenin ortamı boyaması olabileceği gibi renkli bir kompleks bileşiğin meydana gelmesi, bir çökeltinin meydana gelmesi, permanganatta olduğu gibi ayıraç renginin görülmesi veya ortamdaki iyon değişiminin bir araçla gözlenmesi şeklinde olabilir.

DENEYİN YAPILIŞI

1. 0,1N 250 mL HCl çözeltisi hazırlanır. Çözelti hazırlarken kullanılacak olan asidin bulunduğu ticari şişenin üzerindeki değerler dikkate alınmalıdır (asit yüzdesi, yoğunluk ve molekül ağırlığı vb.). Asidin yüzdesi değiştikçe yoğunluğu da değişmektedir (Örneğin; %36'lık asidin yoğunluğu 1,18 g/mL'dir).
2. Hazırlanan asit çözeltisinin ayarlanması (standartlaştırılması):
Asit çözeltisinin Na₂CO₃ ile ayarlanması ya ayarlı Na₂CO₃ çözeltisi ile veya belli miktardaki katı Na₂CO₃ ile yapılır. Na₂CO₃ kullanılmadan önce etüvde 280°C'de 1 saat kurutulur. Bu maddeden yaklaşık 50 mg dolayında duyarlı olarak tartılır, erlen içerisinde alınır ve az miktarda saf suda çözülür. İçine metil oranj indikatöründen 2 damla eklenir. İndikatörün rengi portakal renginden kırmızıya dönüncüye kadar titrasyon sürdürülür. Çözelti CO₂'in uzaklaşması için 10 dakika süre ile ısıtılır. Harcanan asit hacmi (V_{HCl}) kaydedilir. İşlem en az iki kez tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak asit çözeltisinin normalitesi hesaplanır.
 - Ayarlı Na₂CO₃ çözeltisi kullanıldığında:
$$N_{HCl} = N_{bilinen} \times V_{bilinen} / V_{HCl}$$
 - Doğrudan Katı Na₂CO₃ kullanıldığında:
$$N_{HCl} = (\text{Tartılan Na}_2\text{CO}_3 \times 2 \times 1000) / V_{HCl}(\text{mL}) / M_{A_{Na_2CO_3}}$$
3. Kuvvetli asit-baztitrasyonu (HCl-NaOH):
0,1 M NaOH çözeltisini ayarlamak için, bu çözeltiden erlene pipet ile 10 mL alınır. Üzerine 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatılır. Bir önceki basamakta ayarladığımız HCl asit çözeltisi (ikincil standart) büretten damlatılarak renk pembeden renksiz oluncaya kadar titre edilir. Büretteki sarfiyat okunarak NaOH çözeltisinin konsantrasyonu belirlenir.

SORULAR

- 1) Ayarlama işlemi neden önemlidir?
- 2) Doğrudan titrasyon ve geri titrasyon nedir?
- 3) Nötralleşmede kullanılacak olan asit veya baz çözeltisinin özellikleri nasıl olmalıdır?

- 4) Yaptığımız volümetrik analizde hata kaynakları neler olabilir?

EK 1: KİMYASAL MADDE ŞİŞELERİNİN TANITIM ETİKETLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Parti Numarası	Tehlike Sembolü	Son Kullanma Tarihi	Katalog Numarası	Güvenlik ve Taşıma Bilgisi	Risk ve Güvenlik Numarası
K12345630	31.08.04	1.00030.2500	2.5 I	IMO: ACETONITRILE ICAO: ACETONITRILE	
<p>CH₃CN M = 0.786 kg M = 41.05 g/mol</p> <p>Garantischein: Reinheit (GC) min 99.9 % Herbst (H) entspricht Abdampfdruckand max 2.0 mg/l Wasser max 0.02 % Farbe max 10 Hazen Asphat max 0.0002 meq/g Alkalität max 0.002 meq/g Gradient Grade bei 210 nm max 1.0 mAU Fluoreszenz bei 254 nm max 0.5 mAU</p> <p>als Chinin bei 254 nm max 1.0 ppt als Chinin bei 365 nm max 0.5 ppt</p> <p>Durchlässigkeit bei 180 nm min 60 % bei 190 nm min 80 % bei 230 nm min 98 %</p> <p>Filtriert durch 0.2 µm Filter</p>	  <p>Leichtentzündlich Highly flammable Facilement inflammable Licht entzündlich Facilmente infiammabile Facilmente inflamável Facilmente inflamável Facilmente inflamável</p> <p>Gesundheitsschädlich Harmful Nocif Nocivo Nocivo Nocivo</p>	<p>Lichrosolv® Acetonitril gradient grade für die Flüssigkeitschromatographie</p> <p>Acetonitrile gradient grade for liquid chromatography</p> <p>Acetonitrile gradient grade pour la chromatographie en phase liquide</p> <p>Acetonitril gradient grade voor vloeistofchromatografie</p> <p>Acetonitrile gradient grade per cromatografia in fase liquida</p> <p>Acetonitrilo gradient grade para cromatografia em fase líquida</p> <p>Acetonitril gradient grade para cromatografia em fase líquida</p> <p>Merck KGaA 64271 Darmstadt, Germany Tel. +49(0)6151 72-2440 www.merck.de</p>	<p>R 11-20/21/22-36 S: 16-36/37</p> <p>Leichtentzündlich. Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. Reizt die Augen. Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen. Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen.</p> <p>Highly flammable. Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed. Irritating to eyes. Keep away from sources of ignition - No smoking. Wear suitable protective clothing and gloves.</p> <p>Facilement inflammable. Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion. Irritant pour les yeux. Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles. Ne pas fumer. Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.</p> <p>Licht ontvlambaar. Schadelijk bij inademen, opname door de mond en aanraking met de huid. Irriterend voor de ogen. Veehoud van ontstekingsbronnen - Niet roken. Draag geschikte handschoenen en beschermende kleding.</p> <p>Facilmente inflamável. Nocivo por inalação, por ingestão e em contacto com a pele. Irrita los ojos. Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas. No fumar. Usar indumentaria y guantes de protección adecuados.</p> <p>Facilmente inflamável. Nocivo por inalação, em contacto com a pele e por ingestão. Irritante para os olhos. Manter afastado de qualquer chama ou fonte de ignição. Não fumar. Usar vestuário de proteção e luvas adequadas.</p>	<p>EG-Nr. EC-No./CFR/NI CE 203-835-2 EG-Kennzeichnung, EC-label, Utagetage CE.</p> <p>UN 1648</p>	
				Risk ve Güvenlik Bilgisi	Taşıma Numarası

<p>Guarantee analysis S040299</p> <p>Meets analytical specification of Ph. Eur., BP, Ph. Franc., USP, FCC</p> <p>Assay (calculated with reference to the dried substance) 99.5 - 100.5 %</p> <p>Loss on drying (105 °C) max. 0.5 %</p> <p>Residue on ignition (as sulfates) max. 0.1 %</p> <p>pH (5 %, 20 °C) 4.6 - 6.0</p> <p>As max. 0.0003 % Mg max. 0.001 %</p> <p>Ca max. 0.01 % Pb max. 0.001 %</p> <p>Cu max. 0.002 % Zn max. 0.002 %</p> <p>Fe max. 0.002 %</p> <p>Sulfate (SO₄) max. 0.01 %</p> <p>NH₄Cl M=53.49 g/Mol</p> <p>CAS-Nr.: 12125-02-9 EG-Nr.: 235-186-4 EG-Kennzeichnung</p> <p>Lot 02690</p>	<p>Riedel-de Haën®</p> <p>11209 1 kg</p> <p>Ammonium chloride, extra pure</p> <p>Ammoniumchlorid, reinst, (Lebensmittelqualität)</p> <p>Ammonium chlorure, très pur</p> <p>Ammonio cloruro, puriss.</p> <p>Harmful Gesundheitsschädlich Nocif Nocivo Schadlich Sundhedsskadelig</p> <p>Sigma-Aldrich Laborchemikalien GmbH D-30526 Seltzwe Tel. +49 (0) 5137 8238-0 Riedel-de Haën® trademark under license from Riedel-de Haën GmbH</p>	<p>R 22-36 S 22</p> <p>Harmful if swallowed. Irritating to eyes. Do not breathe dust.</p> <p>Gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Reizt die Augen. Staub nicht einatmen.</p> <p>Nocif en cas d'ingestion. Irritant pour les yeux. Ne pas respirer les poussières.</p> <p>Nocivo per ingestione. Irritante per gli occhi. Non respirare le polveri.</p> <p>Schadelijk bij opname door de mond. Irriterend voor de ogen. Stof niet inademen.</p> <p>Farlig ved indtagelse. Irriterer øjnene. Undgå indånding af støv.</p>
--	---	--

SIGMA-ALDRICH®		sigma-aldrich.com
<p>Guarantee analysis search</p> <p>Meets analytical specification of Ph. Eur. BP, NF</p> <p>Assay (GC) min. 99 %</p> <p>Density (D20/4) 0.790 - 0.792</p> <p>Density (D25/25) max. 0.789</p> <p>Non-volatile matter max. 0.002 %</p> <p>Water (Karl Fischer) max. 0.3 %</p> <p>Acidity or alkalinity complying</p> <p>Heavy metals (as Pb) max. 0.0001 %</p> <p>Related substances (GC) complying</p> <p>Benzene (GC) max. 0.0002 %</p> <p>Methanol (GC) max. 0.05 %</p> <p>2-Propanol (GC) max. 0.05 %</p> <p>Reducing impurities complying</p> <p>Water insoluble substances complying</p> <p>Residual solvents complying</p> <p>Appearance of the solution complying</p> <p>Identity (IR) complying</p> <p>C₃H₆O M=58.08 g/Mol</p> <p>CAS No. 67-64-1 EC No. 200-862-2 EG label</p> <p>For R&D use only. Not for drug, household, or other uses.</p> <p>Country of Origin: Europe</p> <p>Lot 82050</p> <p>UN 1090</p>	<p>24201 2.5 I</p> <p>Acetone puriss.</p> <p>Aceton</p> <p>Acétone</p> <p>Acetone</p> <p>Highly flammable Leichtentzündlich Facilmente inflamável Licht ontvlambaar</p> <p>Irritant Reizend Irritant Irriterend</p>  	<p>R 11-36-66-67 S 9-16-26 Fp -19 °C</p> <p>Highly flammable. Irritating to eyes. Repeated exposure may cause skin dryness or cracking. Vapours may cause drowsiness and dizziness. Keep container in a well-ventilated place. Keep away from sources of ignition. No smoking. In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.</p> <p>Leichtentzündlich. Reizt die Augen. Wiederholter Kontakt kann zu Sprödeheit oder starker Haut-Risse führen. Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren. Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen. Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.</p> <p>Facilmente inflamável. Irritant pour les yeux. L'exposition répétée peut provoquer des sécheresses ou fissures de la peau. L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges. Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé. Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles. Ne pas fumer. En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.</p> <p>Facilmente inflamável. Irritante per gli occhi. L'esposizione ai vapori può provocare secchezza e screpolature della pelle. L'inhalazione di vapori può provocare sonnolenza e vertigini. Conservare il recipiente in luogo ben ventilato. Conservare lontano da fiamme e scintille. Non fumare. In caso di contatto con gli occhi, lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico.</p> <p>Licht ontvlambaar. Irriterend voor de ogen. Herhaalde blootstelling kan een droge of een gebarsten huid veroorzaken. Dampen kunnen slapigheid en duizeligheid veroorzaken. Op een goed geventileerde plaats bewaren. Veehoud van ontstekingsbronnen - Niet roken. Bij aanraking met de ogen onmiddellijk met overvloedig water afspolten en de dokter raadadvies aanvragen.</p> <p>SIGMA-ALDRICH® INC., PO. Box 1503, St. Louis, MO 63178, USA +1-314-771-8750 SIGMA-ALDRICH® Chemie GmbH, Reddstraße 2, 89555 Selbheim, Germany, +49-1529-870</p>

Genel Kimya Laboratuvar Föyü

Etiketler genel bir standarta göre düzenlenmektedir. Burada izah edilen SIGMA-ALDRICH firmasına göre yapılmıştır.

1. Kimyasal maddenin Latince ve diğer bazı dillerdeki adı: Acetone
2. Miktarı: 2.5 L
3. Tehlikeli madde sembolleri (Bakınız Ek.E)









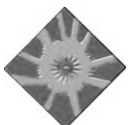


Highly Flammable (Çok kolay alev alabilen)




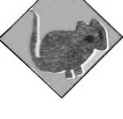



Irritant (Tahriş Edici)

4. Risk ve Güvenlik Numarası (Bakınız Ek.G)
R 11-36-66-67 ve S 9-16-26 bu numaraların altında İngilizce anlamları ve kullanılırken alınması gereken tedbirler izah edilmektedir.
5. Maddenin cinsine göre Donma noktası (Mp, Melting Point), Kaynama noktası (Bp, Boiling Point) veya Yanma noktası (Fp, Flammable Point): Fp -19°C
6. Maddenin saflık derecesi (Assay): Assay (GC) min 99%
7. Maddenin Kimyasal Formülü: (Molecular Formula) C_3H_6O
8. Maddenin Molekül ağırlığı: (Molecular Weight) MW = 58,08 g/mol
9. Maddenin Yoğunluğu: Density(D20/4) 0,790 – 0,792
Katı ve sıvı maddeler için birim yazılmamış ise g/mL veya g/cm³ ifade eder. Yoğunluk bazı şişelerde 1 L = 0,790 kg şeklinde de ifade edilebilir.
10. CAS No: 67-64-1 (Chemical Abstract Service) Bilimsel literatürde bu maddeyi tanıtan kod numarası
11. EC No: 200-662-2 Bu maddenin Avrupa Birliğindeki resmi numarası

EK 2: LABORATUVAR GÜVENLİK SEMBOLLERİ

SEMBOL	UYARI	TANIM
	ELBİSENİN GÜVENLİĞİ	Bu sembol, elbiseyi lekeleyecek veya yakacak maddeler kullanırken görülür.
	AÇIK ALEV UYARISI	Bu sembol, yangına veya patlamaya sebep olabilecek alev kullanıldığında görülür.
	DUMAN GÜVENLİĞİ	Bu sembol, kimyasal maddeler veya kimyasal reaksiyonlar tehlikeli dumana sebep olduklarında görülür.
	ELDİVEN	Cilde zararlı bazı kimyasal maddelerle çalışırken eldiven kullanılması gerektiğini hatırlatan uyarı işareti.
	ELEKTRİK GÜVENLİĞİ	Bu sembol, elektrikli aletler kullanılırken dikkat edilmesi gerektiğinde görülür.
	YANGIN GÜVENLİĞİ	Bu sembol, açık alev etrafında tedbir alınması gerektiğinde görülür.
	PATLAMA (İNFİLAK) GÜVENLİĞİ	Bu sembol, yanlış kullanımdan dolayı patlamaya sebep olacak kimyasal maddeleri gösterir.
	GÖZ GÜVENLİĞİ	Bu sembol, gözler için tehlike olduğunu gösterir. Bu sembol görüldüğünde koruyucu gözlük takılmalıdır.
	KESİCİ CİSİMLER GÜVENLİĞİ	Bu sembol, kesme ve delme tehlikesi olan keskin cisimler olduğu zaman görülür.

	BİYOLOJİK TEHLİKE	Bu sembol, bakteri mantar veya tek hücreli hayvan veya bitki tehlikesi olduğunda görülür.
	ISI GÜVENLİĞİ	Bu işaret sıcak cisimlerin tutulması esnasında önlem alınmasını hatırlatmak içindir.
	KİMYASAL UYARISI MADDE	Bu sembol deriye dokunması halinde yakıcı veya zehirleyici etkisi olan kimyasal maddeler kullanılırken görülür.
	RADYOAKTİF GÜVENLİĞİ	Bu sembol, radyoaktif maddeler kullanırken görülür.
	BİTKİ GÜVENLİĞİ	Bu sembol, zehirli veya dikenli bitkiler tutulacağı zaman görülür.
	HAYVAN GÜVENLİĞİ	Bu sembol, canlı hayvanlar üzerinde çalışırken hayvanların ve öğrenci güvenliğinin sağlanması gerektiğinde görülür.
	TASARRUFLU KULLANIM UYARISI	Bu sembol, maddenin uygun bir şekilde kullanılmasına dikkat edilmesi gerektiğinde ortaya çıkar.
	ZEHİRLİ UYARISI MADDE	Bu sembol, zehirli maddeler kullanılırken görülür.
	KIRILABİLİR UYARISI CAM	Bu sembol yapılacak deneylerde kullanılacak cam malzemelerin kırılabilecek türden olduğunu gösterir.

EK 3: TEHLİKELİ MADDELERİN SEMBOL VE TANIMLANMASI

SEMBOL	UYARI	TANIM	AÇIKLAMA
 E	PATLAYICI E	Belirli koşullar altında ve hava oksijenine gerek olmaksızın patlayabilen maddeler.	Darbe, sürtünme kıvılcım ve ısıdan koruyunuz.
 O	OKSİTLEYİCİ O	Oksitleyici maddeler, Yanıcı maddelerin tutuşmasına veya mevcut ateşin büyümesine neden olurlar ve böylece yangınla mücadele güçleşir.	Yanıcı maddelerden uzak tutunuz.
 T	ÇOK ZEHİRLİ T+ ZEHİRLİ T	Bu maddeler solunduğunda, yutulduğunda veya deriyle temasta sağlık açısından çok tehlikelidir ve giderek ölüme neden olabilirler. Bu maddelerle uzun süreli temaslar sonucunda geri dönüşü olmayan zararlar meydana gelebilir.	Vücut temasından sakınınız ve beklenmeyen bir etki durumunda zaman geçirmeden doktora başvurunuz.
 Xn	ZARARLI Xn	Solunumu, yutulması veya deriyle teması insan sağlığı için tehlikelidir. Bu maddelere uzun süreli temaslar sonucunda geri dönüşü olmayan zararlar meydana gelebilir.	Vücut temasından ve özellikle buharlarını solumaktan sakınınız. Beklenmeyen bir etki durumunda zaman geçirmeden doktora başvurunuz.
 C	AŞINDIRICI C	Canlı dokular ve diğer cisimler bu kimyasallar tarafından tahrip edilir.	Buharlarını solumaktan ve deri, göz veya giysilerle temasından sakınınız.
 Xi	TAHRİŞ EDİCİ Xi	Göz ve solunum organlarını tahriş edebilen ve uzun süreli temasta zararlı olabilen maddeler.	Buharlarını solumaktan, deri ve göze temasından kaçınınız.
 F+	ÇOK KOLAY ALEV ALABİLEN F+	Tutuşma noktası 0 ° C nin altında ve kaynama noktası en fazla 35 ° C olan sıvılar.	Açık alev, kıvılcım ve ısı kaynaklarından uzak tutunuz.
 F	KOLAY ALEV ALABİLEN F	1. Kendiliğinden tutuşan maddeler. Havada tutuşan kimyasallar. 2. Yanıcı gazlar. 3. Neme duyarlı maddeler, su ile temasta tutuşabilen gaz oluşturan kimyasallar. 4. Tutuşma noktası 21 ° C nin altında olan yanıcı sıvılar. 5. Yakıcı kaynağın kısa süreli etkisinden sonra kolayca tutuşabilen katı maddeler.	Havayla temastan kaçınınız. Hava ile patlayıcı gaz-hava karışımı oluşmasından sakınınız ve yakıcı kaynaklardan uzak tutunuz. Nem veya su ile temastan kaçınınız. Açık alev, kıvılcım ve ısı kaynaklarından uzak tutunuz. Açık alev, kıvılcım ve ısı kaynaklarından uzak tutunuz.

EK 4: LABORATUVARDA MEYDANA GELEBİLECEK KAZALAR VE İLK YARDIM

Uyulması gereken kurallar dikkatle uygulandığında, laboratuvarında meydana gelebilecek kazalar minimuma indirilmiş olacaktır. Fakat elde olmayan sebeplerden dolayı, herhangi bir kaza meydana gelecek olursa, meydana gelebilecek zararları en aza indirmek için kendi hayatınızı tehlikeye atmamak kaydıyla müdahale edilmelidir. Olması muhtemel kazalar ve bunlara karşı müdahale şekilleri aşağıda verilmiştir.

YANGINLAR

Muhtemel bir yangında, yapılması gereken ilk iş, yangının kaynağını tespit edip, yapılabilirse yangın kaynağı kesilmeye çalışılır, yangın türüne uygun bir söndürücü kullanılarak yangın büyümeden müdahale edilip kontrol altına alınıp söndürülmelidir. Şayet yangın kontrol edilemiyorsa kendi hayatını tehlikeye atmadan yangın mahallini güvenli bir şekilde terk edip, yangın alarmı verilmelidir. Yangının nerede olduğunu ve biliniyorsa kaynağını ilgililere açık ve net olarak rapor etmelisiniz.

KESİK VE YARALANMALAR

Laboratuvarlarda bol miktarda cam malzeme olduğu için, bunların kazara kırılmaları sonucu kesik ve yaralanmalar meydana gelebilir. Bu durumda, kanama çok değil ve kesilen kısım az ise laboratuvarında bulunan ilk yardım dolabına gidilerek oksijenli su uygulandıktan sonra plaster veya steril sargı bezi ile sarılmalıdır. Kanamanın fazla olduğu durumda yara ile kalp arasında yaralanan kısma en yakın yerden boğularak kanama durdurulup hemen doktora gidilmelidir. Benzer şekilde kesilen kısmın büyük olduğu durumlarda da doktora gidilmelidir. Hiçbir şekilde yara musluk suyu ile yıkanmamalıdır.

ASİT VE BAZ YANIKLARINDA İLK YARDIM

CH_3COOH , HCl , H_3PO_4 ve H_2SO_4 'in deri ile temasında hemen bol çeşme suyu ile yıkanmalı, bulaşan giyecekler çıkarılmalıdır. Önce temas ettiği alanlar iyice yıkanmalı, sonra soda, bikarbonat gibi yumuşak bir alkali çözeltisi uygulanmalıdır. Eğer gözler söz konusu ise, hemen ılık su ile en az 15 dakika yıkanmalıdır. Hidroflorik asidin temasında ise bölge iyice yıkanmalı ve bir magnezyum oksit çamuru uygulanmalıdır. Kromik asit ve dikromatların deri ile temasında %5'lik sodyum tiyosülfat ile yıkama yapılır, eğer lezyonlar görülürse bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Alkalilerin deri ile temasında ise bol miktarda suyla ve nötralize sirke ile deri yıkanmalıdır. Göze sıçraması halinde, derhal bol su ile gözleri gerekirse zorla açarak yıkamalı ve hemen bir sağlık kuruluşuna gidilmelidir.

ALKALİ VE ASİTLERİN YUTULMASINDA İLK YARDIM

Asetikasit, hidroklorik asit, fosforik asit ve sülfürik asit yutulduğu zaman kusmaya izin verilmemeli, kişi baygınsa ağızdan hiçbir şey verilmemelidir. Eğer ayıkça ağız bol çeşme suyu ile çalkalanmalı, sonra yumurta akı ile karıştırılmış süt verilmelidir. Eğer bu mümkün değilse olabildiğince fazla su verilmelidir. Kromik asit ve dikromatların yutulmasında acilen sodyum bikarbonat çözeltisi verilmeli, yara sıcak tutulmalı ve bir sağlık kuruluşuna haber verilmelidir. Alkalilerin yutulması durumunda ise limon suyu veya sirke karıştırılmış bolca su verilmeli, ardından bir kaşık salata yağı içirilerek hemen bir sağlık kuruluşuna gidilmelidir.

BROM VEYA FOSFOR YANIKLARINDA İLK YARDIM

Bromdan ileri gelen yanıklar benzol veya petrol ile iyice yıkanmalıdır. Fosfor nedeniyle oluşmuş yanık yer de bikarbonat eriyiğine daldırılmalı ve fosforun oksitlenmesi için yanık havaya tutulmalıdır. Bu işlem birkaç defa tekrarlanmalıdır.

CİĞERLERİ YAKAN GAZLARLA ZEHİRLENMEDE İLK YARDIM

Krom, brom, HCl vb. gibi kimyasalların buharları doğrudan solunduğunda zehirlenmelere yol açar. Bu durumda hemen sağlık kuruluşuna haber verilmeli ve hekim gelinceye kadar tam bir dinlenme ve açık hava sağlanmalıdır. Su veya bikarbonat buharı ve oksijen teneffüs ettirilebilir.

AĞIZ YOLUYLA OLAN ZEHİRLENMELERDE İLK YARDIM

%5'lik bakır sülfat eriyiği kullanılmalıdır. Bakır sülfatın kusturucu gücü fazla olduğundan, zehir mideden uzaklaştırılmış olur.

KLORLU BİLEŞENLER İÇİN İLK YARDIM

Amonyum klorür, kobalt klorür, demir klorürün deri ile temasında iyice yıkanmalı, yutulmasında ise kusturulmalı ve bol miktarda su verilmelidir. Antimon klorür, nikel klorür, kalay klorür, kadmiyum klorürün deri

ile temasında iyice yıkanmalı ve lanolin merhem sürülmelidir. Yutulması halinde ise bol su verilmeli, irritasyon devam ederse sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.

NİTRATLAR İÇİN İLK YARDIM

Potasyum nitrat ve civa nitratın deri ile temasında iyice yıkanmalı, eğer kaşıntı, döküntü varsa sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Yutulması durumunda hemen bolca suyla karıştırılmış sodyum bikarbonat verilmelidir. Sonra çığ yumurta, yağsız süt karışımı içirilmelidir. Gümüş nitratın deri ile temasında tuzlu su ile yıkanmalı ve tahriş olan yerlere uygulanmalıdır. Yutulmasında ise, bir bardak suya üç yemek kaşığı tuz ekleyip çözdükten sonra bu karışım verilip kusturulmalı ve sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.

SÜLFATLAR İÇİN İLK YARDIM

Alüminyum, amonyum, kobalt, bakır, magnezyum, nikel, potasyum, sodyum, çinko, kadmiyum ve sülfatın deri ile temasında iyice yıkanmalıdır. Bunların yutulmasında ise bolca su verilmeli, eğer herhangi bir reaksiyon gözlenirse sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.

HİDROSIYANİK ASİT, CO₂, KÜKÜRTLÜ HİDROJEN, FOSFORLU HİDROJEN İLE ZEHİRLENMELERDE İLK YARDIM

Temiz hava çok önemlidir. Ağır durumlarda suni teneffüs yaptırılmalıdır ve gerekirse oksijen kullanılmalıdır. Özellikle hidrosiyanik asitlerle zehirlenmelerde 2 g sodyum tiyosülfat ve 0,5 g sodyum nitriti 50 mL suda eritip içirmek gereklidir ve derhal sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.

YANIKLARDA İLK YARDIM

Alev, sıcak hava, sıcak su, buhar, asit, diğer kimyasal yakıcılar, elektrik akımı, yıldırım ve radyo aktif ışınlar, yanığa sebep olurlar. İlk yardıma başlamadan önce eller sabun ve su ile yıkanmalıdır. Su kabarcıkları patlatılmamalıdır. Yanık yara üzerine temiz ıslak gazlı bez çarşaf örtülmelidir. Şoka karşı önlem alınmalı ve hastaya ağızdan bir şey verilmemelidir. Göze yakıcı bir madde sıçraması halinde göz en az yirmi dakika bol su ile yıkanmalıdır.

EK 5: LABORATUVAR DERSLERİ RAPOR YAZIM KURALLARI VE NOT SİSTEMİ

Her hafta yapılan deney sonrasında, aşağıdaki kurallara uygun bir deney raporu hazırlanarak bir sonraki derste ilgili deney sorumlusu öğretim elemanına ders öncesi teslim edilecektir.

- ❖ *Deney raporu deneyde ne yaptığınızı, ne öğrendiğinizi ve deneyin sonuçlarını sebep sonuç ilişkisi ile yorumlandığınız bir çıktıdır.*
- ❖ *Raporlar A4 kağıdına yazılarak teslim edilecektir, rapor kapak sayfasında rapor sahibini tanıttıcı bilgiler yer almalıdır.*

1) **KAPAK SAYFASI**

- Deney No:
- Deneyin adı:
- Senin adın ve varsa deneyde birlikte çalıştığınız arkadaşlarının adı:
- Sorumlu Öğretim Elemanı:
- Deneyin Yapıldığı Tarih:
- Raporun Teslim Tarihi:

2) **ANA SAYFALAR**

- **Deneyin Amacı**
Deneyin yapılma amacı ve ne yapılmak istendiğini anlatan bir cümleden oluşur.
- **Teorik Bilgi**
Gerçekleştirilen deneyin dayandığı kuramlar, gerekli tanımlar kısaca anlatılır, önemli eşitlik, grafik ve denklemler ilgili kaynaklara atıf yapılarak verilir. Deneyin anlam ve önemi üzerinde durulur, Kimya ve Kimya Mühendisliğinde kullanım amaçlarından, faydalarından ve diğer gerekli temel bilgilerden bahsedilir. Bu bölüme yazılanlar konunun temelini teşkil etmeli, fazla, gereksiz ve tekrar bilgilerden kaçınılmalı, sade ve net bir şekilde yazılmalıdır. Bu bölüme deney hakkında bilinmesi gereken temel bilgiler de yazılabilir.
- **Deneyde kullanılan Malzemeler**
Deneyde kullanacağınız gerekli bütün kimyasal malzemeler yazılır. Deneyde kullanılan alet ve araç-gereçlerin isimleri yazılır. Var ise deney düzeneğinin şekli bu kısımda verilir.
- **Deneyin Yapılışı**
Bu bölümde deneyde kullanacağınız özel bir metot varsa adı ve sırasıyla işlem metodun basamakları yazılır ve ardından da deneyin yapılışı anlatılır. Deneyin yapılışı paragraf, liste ya da şematik olarak (ancak detaylı şekilde) anlatılabilir.
- **Elde Edilen Veriler**
Deneyde elde ettiğiniz veriler yazılır. Veriler ile ilgili açıklama ve yorum bu kısımda yapılmaz.
- **Hesaplama/Analiz**
Veri bölümüne yazdığınız rakamsal veriler ile yaptığınız matematiksel hesaplamalar bu bölüme yazılır. Deney esnasında ve deney tamamlandıktan sonra yapılan hesaplamalar ve grafikler verilerek açıklamalarda bulunulur.
- **Grafik / Çizelge**
Rakamsal veriler ve hesaplamalar sonucu oluşan grafik veya çizelgeler bu bölüme yazılır. Bazen grafikleriniz için özel grafik defterleri kullanmanız gerektiğinde çizdiğiniz grafiği kesip kendi raporunuza ekleyebilirsiniz. Bir grafik oluştururken ölçüm birimlerini yazdığınızdan emin olun.
- **Sonuç / Tartışma/ Öneri**
Bir cümle ile deney sonucu özetlenir.
 - Elde edilen deneysel sonuçların teorik değerlerden farklılık nedenleri,
 - Sonuçların anlamı ve mümkünse hassasiyet, doğruluk ve tekrarlanabilirlik ölçüleri verilir.
 - Deney sonucunun olumlu veya olumsuz olmasının sebepleri,
 - Deneyde hatalı yaptığınızı düşündüğünüz noktalar veya beklemediğiniz dış etkenlerin etkileri,
 - Varsa daha sonra kullanmak ya da bu deneyi daha sonra yapacak olanlar için öneriler bu bölümde belirtilir. Bunlar farklı paragraflar halinde de yazılır.
- **Kaynaklar**

Deneyi yazma aşamalarının tümünde yararlanılan kaynaklar bu kısımda belli bir düzende açık ve net olarak belirtilmelidir.

Örn:

Kaynak Yazımı:

Kitap için:

Yazarların adı (kısaltılarak) ve Yazarların soyadı, "Eser adı", baskı numarası, Yayınevi, Yayın yılı.

Makale için:

Yazarların adı (kısaltılarak) ve Yazarların soyadı, "Eser adı", Dergi adı, cilt num., sayfa num., ay ve yılı.

Elektronik Kaynak

Kaynağın Adı. Erişim: Gün Ay Yıl, http://ağ adresi

DEĞERLENDİRME ÇİZELGESİ

	PUAN
Rapor Taslağına Uygunluk ve Düzen	15
Teorik Bilgi (Sayfa Sınırlaması Yok)	10
Hesaplamalar	30
Sonuç / Tartışma/ Öneri	35
Kaynaklar	10
Mazeretli Geç Gün (-) Puan	-20

LABORATUVAR DÖNEM SONU NOT DEĞERLENDİRİLMESİ

	<i>Yüzdesi</i>		Sonuç
<i>Rapor Not Ortalaması</i>	%35		
<i>Quiz Not Ortalaması</i>	%25	%60	Ara Sınav
		%40	Final

EK 6: PERİYODİK ÇİZELGE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hydrojen 1,00794	2 He Helyum 4,002602	3 C Karbon 12,011	4 Li Lityum 6,941	5 Be Berilyum 9,012182	6 B Bor 10,811	7 N Azot 14,00307	8 O Oksijen 15,9994	9 F Flor 18,9984032	10 Ne Neon 20,1797	11 Na Sodyum 22,98976928	12 Mg Magnezyum 24,305	13 Al Alüminyum 26,9815386	14 Si Silisyum 28,0855	15 P Fosfor 30,973762	16 S Kükürt 32,065	17 Cl Klor 35,453	18 Ar Argon 39,948
19 K Potasyum 39,0983	20 Ca Kalsiyum 40,078	21 Sc Skandiyum 44,955912	22 Ti Titanyum 47,887	23 V Vanadyum 50,9415	24 Cr Krom 51,9961	25 Mn Manganez 54,938045	26 Fe Demir 55,845	27 Co Kobalt 58,933195	28 Ni Nikel 58,6934	29 Cu Bakır 63,546	30 Zn Çinko 65,38	31 Ga Galyum 69,723	32 Ge Germaniyum 72,63	33 As Arsenik 74,9216	34 Se Seleniyum 78,96	35 Br Brom 79,904	36 Kr Krom 83,798
37 Rb Rubidyum 85,4678	38 Sr Stronsiyum 87,62	39 Y Yttriyum 88,90585	40 Zr Zirkonyum 91,224	41 Nb Niobyum 92,90638	42 Mo Molibden 95,96	43 Tc Teknesiyum (98)	44 Ru Ruteniyum 101,07	45 Rh Rodiyum 102,9055	46 Pd Paladyum 106,42	47 Ag Gümüş 107,8682	48 Cd Kadmilyum 112,411	49 In İndiyum 114,818	50 Sn Kalay 118,71	51 Sb Antimon 121,76	52 Te Tellür 127,6	53 I Iyot 126,90447	54 Xe Ksenon 131,293
55 Cs Seszyum 132,90545	56 Ba Baryum 137,327	57-71 Lanthan Lantan serisi	72 Hf Hafnilyum 178,49	73 Ta Tantal 180,94788	74 W Volfram 183,84	75 Re Reniym 186,207	76 Os Osmiyum 190,23	77 Ir İrinyum 192,217	78 Pt Platin 195,084	79 Au Altın 196,966569	80 Hg Cıva 200,59	81 Tl Taliyum 204,3833	82 Pb Kurşun 207,2	83 Bi Bismüt 208,9804	84 Po Polonyum (209)	85 At Astatin (210)	86 Rn Radon (222)
87 Fr Fransiyum (223)	88 Ra Radyum (226)	89-103 Actin Aktin serisi	104 Rf Rutherfordiyum (261)	105 Db Dubnyum (268)	106 Sg Seaborgiyum (271)	107 Bh Bohryum (272)	108 Hs Hassilyum (270)	109 Mt Meitneriyum (276)	110 Ds Darmstadtiyum (281)	111 Rg Roentgeniyum (280)	112 Cn Copernikyum (285)	113 Uut Ununtriyum (284)	114 Uuq Ununquadyum (289)	115 Uup Ununpentiyum (288)	116 Uuh Ununheksiyum (293)	117 Uus Ununseptiyum (294)	118 Uuo Ununoğyüm (294)
7 Fr Fransiyum (223)	8 Ra Radyum (226)	9 Ac Aktinyum (227)	10 Th Toryum 232,03806	11 Pa Protaktinyum 231,03588	12 U Üranyum 238,02891	13 Np Neptunyum (237)	14 Pu Plutonyum (244)	15 Am Amerikyum (243)	16 Cm Küryum (247)	17 Bk Berkelyum (247)	18 Cf Kaliforniyum (251)	19 Es Einsteinyum (252)	20 Fm Fermiyum (257)	21 Md Mendeleviyum (288)	22 No Nobeliyum (289)	23 Lr Lawrensium (262)	
19 K Potasyum 39,0983	20 Ca Kalsiyum 40,078	21 Sc Skandiyum 44,955912	22 Ti Titanyum 47,887	23 V Vanadyum 50,9415	24 Cr Krom 51,9961	25 Mn Manganez 54,938045	26 Fe Demir 55,845	27 Co Kobalt 58,933195	28 Ni Nikel 58,6934	29 Cu Bakır 63,546	30 Zn Çinko 65,38	31 Ga Galyum 69,723	32 Ge Germaniyum 72,63	33 As Arsenik 74,9216	34 Se Seleniyum 78,96	35 Br Brom 79,904	36 Kr Krom 83,798

Kararlı bir izotopu olmayan elementlerin en uzun yan ömürlü izotopunun kütle numarası parantez içindedir.

EK 7: ÇÖZÜCÜLERİN ÇÖZÜNÜRLÜK VE BİLGİ ÇİZELGESİ

Solvent		Polarity Index	Refractive Index @20°C	UV(nm) Cutoff @1AU	Boiling Point(°C)	Viscosity (cPoise)	Solubility in water (%w/w)
Xylene							
Water							
Tichloroethylene							
Toluene							
Tetrahydrofuran							
Di-Iso-Propyl Ether							
Iso-Propanol							
n-Propanol							
Pentane							
Methyl Ethyl Ketone							
Methyl-t-Butyl Ether							
Methanol							
Hexane							
Heptane							
Di-Ethyl Ether							
Ethyl Acetate							
Ethanol							
Dioxane							
Dimethyl Sulfoxide							
Dimethylformamide							
Dichloromethane							
1,2-Dichloroethane							
Cyclohexane							
Chloroform							
Carbon Tetrachloride							
Butyl Acetate							
n-Butanol							
Benzene							
Acetonitrile							
Acetone							
Acetic Acid							
Acetic Acid		6.2	1.372	230	118	1.26	100
Acetone		5.1	1.359	330	56	0.32	100
Acetonitrile		5.8	1.344	190	82	0.37	100
Benzene		2.7	1.501	280	80	0.65	0.18
n-Butanol		4.0	1.394	254	125	0.73	0.43
Butyl Acetate		3.9	1.399	215	118	2.98	7.81
Carbon Tetrachloride		1.6	1.466	263	77	0.97	0.08
Chloroform		4.1	1.446	245	61	0.57	0.815
Cyclohexane		0.2	1.426	200	81	1.00	0.01
1,2-Dichloroethane ¹		3.5	1.444	225	84	0.79	0.81
Dichloromethane ²		3.1	1.424	235	41	0.44	1.6
Dimethylformamide		6.4	1.431	268	155	0.92	100
Dimethyl Sulfoxide ³		7.2	1.478	268	189	2.00	100
Dioxane		4.8	1.422	215	101	1.54	100
Ethanol		5.2	1.360	210	78	1.20	100
Ethyl Acetate		4.4	1.372	260	77	0.45	8.7
Di-Ethyl Ether		2.8	1.353	220	35	0.32	6.89
Heptane		0.0	1.387	200	98	0.39	0.0003
Hexane		0.0	1.375	200	69	0.33	0.001
Methanol		5.1	1.329	205	65	0.60	100
Methyl-t-Butyl Ether ⁴		2.5	1.369	210	55	0.27	4.8
Methyl Ethyl Ketone ⁵		4.7	1.379	329	80	0.45	24
Pentane		0.0	1.358	200	36	0.23	0.004
n-Propanol		4.0	1.384	210	97	2.27	100
Iso-Propanol ⁶		3.9	1.377	210	82	2.30	100
Di-Iso-Propyl Ether		2.2	1.368	220	68	0.37	
Tetrahydrofuran		4.0	1.407	215	65	0.55	100
Toluene		2.4	1.496	285	111	0.59	0.051
Tichloroethylene		1.0	1.477	273	87	0.57	0.11
Water		9.0	1.333	200	100	1.00	100
Xylene		2.5	1.500	290	139	0.61	0.018

■ Immiscible
□ Miscible

Immiscible means that in some proportions two phases will be produced

Synonym Table
¹ Ethylene Chloride
² Methylene Chloride
³ Methyl Sulfoxide
⁴ tert-Butyl Methyl Ether
⁵ 2-Butanone
⁶ 2-Propanol

KAYNAKLAR

- 1) A. B. Soydan, H. Mert, A. Öncül, S. Akman, N. San, D. Aydınöğlu, "Laboratory Experiments in General Chemistry", Alfa Yayınevi, 2011.
- 2) A. B. Soydan, G. Koza, N. Tan, Ü. Tunca, "Genel Kimya Laboratuvar Kitabı 2. Baskı", Alfa Yayınevi, 1999.
- 3) O. Serindağ, İ. Dehri, B. Ay, Genel Kimya Laboratuvarı Deney Kitabı, Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü.
- 4) S. Saydam, A. Öksüz, "Genel Kimya Laboratuvar Deneylei", Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Elazığ, 2013.
- 5) A. E. Öztürk, "Genel Kimya Laboratuvarı I-II", Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Erzurum, 2013.
- 6) "Genel Kimya II Laboratuvarı", Uludağ Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü.
- 7) <http://www.docbrown.info/page01/ElCpdMix/ElCmdMix2a.htm>
- 8) <http://www.nedir.com/dam%C4%B1tma>
- 9) <http://atlasaraloglu.com/Cevirmeler/Periyodik.aspx>
- 10) <https://www.precisionlabware.com/content/18-solvent-miscibility>
- 11) Saçak, Mehmet. "Kimyasal Kinetik", 1993.
- 12) Sarıkaya, Yüksel. "Fizikokimya" 1993.
- 13) Sarıkaya, Yüksel ve diđerleri. "Fizikokimya Deneylei" 1994.
- 14) Erdik, Ender, Sarıkaya, Yüksel. "Temel Üniversite Kimyası" 1993.
- 15) Akovalı, G., Aras, L., Küç: Atkins P. ve Jones L., Temel Kimya I, 1997, s:410-419.
- 16) Petrucci R. H. ve Harwood W. S., Genel Kimya 1993, s: 90-91.