

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ KİMYA BÖLÜMÜ**

**GENEL KİMYA LABORATUVAR
DENEYLERİ**

Prof. Dr. Sinan SAYDAM

Abdurrahman ÖKSÜZ

ELAZIĞ-2013

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI :
NUMARASI :
DÖNEMİ / GRUP NO :
DERS ÖĞRETİM ÜYESİ :
SORUMLU ASİSTANLAR :

DENEY NO	DENEY ADI	DENEY TARİHİ
	GENEL BİLGİLER	/...../201..
	LABARATUVARDA YAPILAN TEMEL İŞLEMLER	/...../201..
1	AYIRMA YÖNTEMLERİ	/...../201..
2	ÇÖZELTİLER	/...../201..
3	KÜTLENİN KORUNUMU KANUNU	/...../201..
4	SABİT ORANLAR KANUNU	/...../201..
5	TERMOKİMYA	/...../201..
6	MAGNEZYUMUN EŞDEĞER GRAM KÜTLESİNİN TAYİNİ	/...../201..
7	KRİSTALLENDİRME İLE SAFLAŞTIRMA	/...../201..
8	SAF BİR MADDENİN ERİME VE DONMA NOKTASI TAYİNİ	/...../201..
9	DONMA NOKTASI ALÇALMASI İLE MOLEKÜL AĞIRLIĞI TAYİNİ (KRİYOSKOPİ)	/...../201..
10	İNDİRGENME YÜKSELTGENME REAKSİYONLARI	/...../201..
11	ATOM AĞIRLIĞI TAYİNİ	/...../201..
12	HİDRAT SUYU TAYİNİ	/...../201..
13	ISITMA VE SOĞUTMA	/...../201..
14	GAZLARDA DİFÜZYON OLAYININ İNCELENMESİ	/...../201..
15	KATALİZÖRLER	/...../201..
16	pH ve İNDİKATÖRLER	/...../201..
17	ASİT - BAZ TİTRASYONLARI	/...../201..
18	ASİT-BAZ ÇÖZELTİLERİNİN HAZIRLANMASI VE AYARLANMASI	/...../201..
19	SİRKEDE ASİT TAYİNİ	/...../201..
20	TAMPON ÇÖZELTİLER	/...../201..
21	SÜBLİMLEŞTİRME	/...../201..
22	DONMA NOKTASI ALÇALMASI İLE MOLEKÜL AĞIRLIĞI TAYİNİ	/...../201..
23	ORGANİK BİLEŞİKLERDEKİ ELEMENTLERİN TAYİNİ	/...../201..
24	ÇÖZÜNÜRLÜK ÇARPIMI DENEYİ	/...../201..
25	REAKSİYON ISISI VE HESS KANUNU	/...../201..
26	AVAGADRO SAYISININ HESAPLANMASI	/...../201..

BÖLÜM 1. GENEL BİLGİLER

1.1. Laboratuarda Güvenlik

Bir kimyacının laboratuarda çalışırken yapması gereken en önemli işlerden birincisi, yapacağı deneyi ve deneyde kullanacağı maddeleri tanıması, bunların sağlık üzerinde kısa ve uzun vadede yapabileceği etkileri öğrenmesi, daha sonra beklenmedik bir olay sonucu deneyin yapılışı veya maddelerin taşınması sırasında çıkabilecek kazalara karşı tedbirlerin alınması gerekir. Bundan sonra deney düzeneğini dikkatlice kurup aynı titizliği deneyin yürüyüşü esnasında da göstermelidir. Deneyin sonunda yapılması gereken diğer bir işlem de reaksiyon ürününün ve artık maddelerin güvenli bir şekilde yok edilmesidir. Bu, içinde yaşadığımız çevreyi koruma, kirliliği önlemede en önemli adımlardan birisidir ve dikkatle yapılmalıdır.

Deneylere başlamadan önce laboratuara uygun kıyafetle gelinmeli, bu kimya laboratuarı için uzun beyaz önlük olup, laboratuvar süresince önlüğün düğmeleri kapalı olmalıdır. Bu önlük laboratuvar koridorlarında diğer öğrencilere hava atmak için giydirilmiyor. Unutulmamalıdır ki, giydiğiniz bu önlükle, olası herhangi bir kazaya karşı kendinizi ve elbiselerinizi korumuş olacaksınız. Ayrıca deneylerde kullanılacak olan maddenin istenmeyen etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla gerektiğinde uygun koruyucu kıyafetler de (eldiven, gözlük, maske gibi) kullanılmalıdır.

Kontak lensi olanlar, laboratuara girmeden önce lenslerini çıkarıp, gözlüklerini kullanmalıdırlar. Kesinlikle laboratuara lensle girilmemelidir. Bu sizin göz sağlığınız için oldukça önemli olup etkileri ömür boyu kalıcı sonuçlar doğurabilir. İleride olabilecek herhangi bir kalıcı rahatsızlığa meydan vermemek için bu kurala uyulması sizin yararınıza olacaktır.

Laboratuarda çıkabilecek herhangi bir yangına karşı, müdahale edebilmek için, kendi hayatını tehlikeye atmamak kaydıyla, yangın söndürücülerin yerini ve kullanma şeklini öğreniniz. Laboratuarda çalışırken sadece kendi hayatınızdan değil aynı zamanda da aynı yerde çalışan arkadaşlarınızın ve diğer elemanların da hayatlarından sorumlu olduğunuzu unutmamalısınız. Bu nedenle herhangi bir deneye başlamadan önce risk ve tehlikelerini iyice araştırdıktan sonra gerekli bütün tedbirleri alıp dikkatlice deney yapılmalıdır.

1.2. Laboratuarda Meydana Gelebilecek Kazalar ve Bunlara Müdahale

Yukarıda verilen bilgiler dikkatle uygulandığında, laboratuarda 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.

a) Yangınlar

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 nereden olduğunu ve biliniyorsa kaynağını ilgililere açık ve net olarak rapor etmelisiniz.

b) Kesik ve yaralanmalar

Laboratuarlarda 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 laboratuarda 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.

c) Asit Dökülmeleri

Laboratuarda kullanılan asitlerin birçoğu çok kuvvetli olup, vücudun herhangi bir yeri ile temas ettiğinde hemen gerekli tedbirler alınmadığı takdirde kalıcı izler bırakabilir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında hiç zaman geçirilmeden asit ile temas eden bölge bol su ile yıkanmalıdır. Daha sonra bu bölgeye % 3-5'lik NaHCO_3 çözeltisi sürülmelidir. ~~(eğer sülfürik asit dökülmüşse su ile yıkanmadan asit silinerek karutulu ve % 3-5'lik NaHCO_3 çözeltisi sürülmelidir.)~~

Asidin göze sıçraması durumunda hemen bir musluğa gidilip avucunuzu yanağa dayayıp eğilerek musluktan göze suyun gelmesi sağlandıktan sonra akan su altında göz kapağı açılıp kapatılmak suretiyle

gözün yıkanması sağlanır ve bu işleme bir müddet devam edildikten sonra %1'lik NaHCO_3 çözeltisi ile de yıkama yapılmalı ve gecikmeden bir doktora gidilmelidir.

Laboratuarda çalışırken sizin bilmediğiniz bir sebeple vücudunuzun herhangi bir yerinde aniden bir yanma hissederseniz, ilk önlem olarak bunun dikkatsiz birinin sebep olduğu asit sıçramasından olabileceğini düşünerek hemen bu bölge bol su ile yıkanmalıdır.

Asitlerin yere veya çalışılan alanlara dökülmesi durumunda, bu bölgenin üzerine odun talaşı veya kum dökülerek dökülen asit emdirilip temizlendikten sonra bu bölgeye biraz ticari sodyum karbonat serpilip bol su ile yıkanır.

Vücudun herhangi bir bölgesinin bazılarla yanması durumunda da yapılacak işlem benzer şekilde o bölgenin bol su ile yıkanması ve ardından da % 1'lik borik asit (H_3BO_3) veya asetik asit (CH_3COOH) çözeltisi sürülmelidir.

d) Zehirli Gazlar

Kimyasal maddelerin birçoğu sağlık için tehlikeli olup, kısa ve uzun vadede kalıcı kötü sonuçlar verebilecek durumlar olabilir. Bu gibi durumlar sadece sizin değil sizden sonraki nesillerin hayatını da etkileyebilir. Bu sebeple, laboratuarda kimyasal maddeler ile çalışılırken çok dikkat edilmeli, mümkün olduğu kadar kimyasal maddelerin buharları teneffüs edilmemeli, çabuk buharlaşan maddeler ile çalışılırken çeker ocaklar kullanılmalıdır. Laboratuar esnasında normalin dışında bir koku hissedildiğinde laboratuvarın kapı ve pencereleri açılmak suretiyle havalandırılması sağlanıp, laboratuarda görevli öğretim elemanlarına durum bildirilmelidir.

1.3. Laboratuar Malzemeleri

Laboratuarda deneyler yapılırken birçok değişik laboratuar malzemeleri kullanılır. İlk defa kimya laboratuvarına giren kişi bu malzemelere yabancı olabilir, fakat sizler bir kimyager adayı olarak bu malzemeleri tanımak ve kullanmak zorundasınız. Burada, laboratuarda genel olarak kullanılan malzemeler tanıtılıp kısa bilgiler verilecektir.

Laboratuar malzemelerinin birçoğu camdan yapılmış olup bunlardan bir kısmı içinde kimyasal madde ve çözelti saklamak için kullanılırken, bir kısmı ise ölçü kabı olarak kullanılırlar. Cam ölçü kapları genelde sıvıların hacimlerinin ölçülmesinde kullanılırlar. Bunlar;

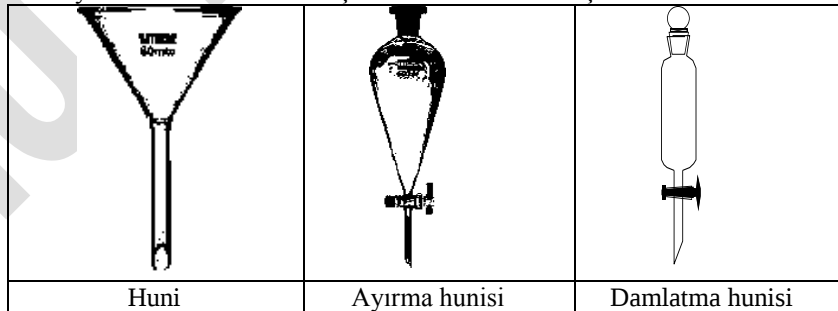
1.3.1. Huniler

İki fazın birbirinden ayrılması için kullanılan malzemeler olup, sadece camdan değil aynı zamanda plastik veya metalden yapılmış olanları da vardır. Normal süzme işleminde, akış borusu kesik cam veya plastikten yapılmış huniler kullanılır. Bunlar katı bir maddeyi bir sıvıdan süzgeç kağıdı yardımıyla ayırmada kullanılırlar.

Vakumda yapılan süzme işleminde Nuçe hunisi kullanılır. Bu porselenden yapılmış olup tabanı deliklidir ve süzgeç kağıdı ile beraber kullanılırlar.

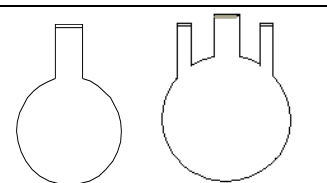
Cam süzgeçli huniler ise süzgeç kağıdı ile reaksiyon veren veya verebilecek çözeltilerin süzülmesinde kullanılırlar.

Ayırma ve damlatma hunileri ise ekstraksiyon işleminde iki sıvı fazın birbirinden ayrılmasında ve bir sıvının reaksiyon kabına kontrollü bir şekilde ilave edilmesi işlemlerinde kullanılırlar.



1.3.2. Balonlar

Laboratuarlarda en fazla kullanılan cam malzemelerden olup çok değişik amaçlar için kullanılırlar. Bunlar, ısıtma, soğutma, damıtma, destilasyon, reaksiyon kabı, maddeleri muhafaza etme gibi amaçlar için kullanılırlar. Çok değişik ebatları olduğu gibi, kullanılacak amaca göre iki, üç, dört, beş boyunluları da vardır.



1.3.3. Mezürler

Belirli hacimde sıvı veya çözelti alınmasında kullanılırlar, bunların hacimleri 5 ile 1000 ml arasında değişmektedir. Hassas ölçümler için kullanılmaz.



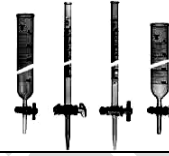
1.3.4. Balon Jojeler

Belirli hacimde çözelti hazırlamada kullanılırlar, hacimleri üzerinde belirtilen sıcaklıkta sabit olup hacimleri 1-2000 ml arasında değişir.



1.3.5. Büretler

Kantitatif analizde bir reaksiyonun dönüm noktasını belirlemek için kullanılan ölçülü malzemelerdir. Değişik hacimde ve şekilde olabilirler.



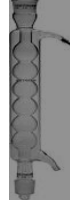
1.3.6. Erlen

Titrasyon, buharlaştırma, süzme gibi değişik amaçlar için kullanılırlar ve 10-2000 ml hacimlerinde olabilirler.



1.3.7. Soğutucular

Buhar fazındaki maddeleri yoğunlaştırmak için kullanılan cam malzemelerden olup, değişik ebat ve tipte olabilirler. Genellikle iç içe geçmiş iki cam borudan meydana gelirler. Bu borulardan bir tanesinden soğutma suyu geçerken, diğer boruda ise maddenin yoğunlaşması gerçekleşmektedir. Soğutuculara su bağlantısı yapılırken soğuk su girişi soğutucunun alt ucundaki kısma, su çıkış borusu da üstteki kısma bağlanır.



1.3.8. Pipetler

Bunlar mezürlerin daha küçük hacimde olanlarıdır ve mezürlerde olduğu gibi belirli hacimde sıvı aktarılmasında kullanılan malzemeler olup, camdan yapılmış olanlarının yanında plastikten yapılmış otomatik pipetlerde mevcuttur ve değişik hacimde olabilirler. Pipetlere madde alınması genelde, ağızla hava emmek suretiyle yapılır. Fakat zehirli ve aşındırıcı özelliği olan kuvvetli asitler gibi maddeler alınırken puar yardımıyla yapılır. Kimyasal maddelerin hemen hepsi sağlık açısından zararlı olduğu düşünüldüğünde, mümkün olduğu kadar pipete madde alınması için puar kullanılmalıdır.



1.3.9. Beherler

Çöktürme, buharlaştırma, süzme gibi işlerde kullanılan hacimleri 50 ile 2000 ml arasında değişen ısıya dayanıklı cam malzemelerdir.



1.3.10. Deney Tüpleri

Yaklaşık 1 cm çapında ve 10 cm boyunda olup, kalitatif analizde içinde kimyasal reaksiyonların oluşturulduğu ve gözlemlendiği cam malzemelerdir. Reaksiyon sonucu bir çökmenin olduğu durumlarda çökeleği çözeltiden ayırmak için tabanı sivri santrifuj tüpleri kullanılır. Kaynatma işlemi gerektiren durumlarda, taşma ve sıçramayı önlemek için çapları 2-2.5 cm olan boyları 10-15 cm olan daha geniş tüpler kullanılır.



1.3.11. Desikatörler

Sabit tartıma getirilecek maddelerin nem almadan soğutulması ve kuru maddelerin nem çekmeden saklanması için kullanılan camdan yapılmış laboratuvar malzemeleridir. İki kısımdan meydana gelirler ve alt kısmına nem çekici bir madde konulur ve üst kısmına ise nem çekmemesi istenen madde konulur. Desikatörlerin kapakları özel olup, açılırken veya kapatılırken kapak yavaşça yana doğru kaydırılarak yapılır. Kapağın kolay kaydırılabilmesi ve hava sızıntısını önlenmesi için kapağa ince tabaka halinde vazelin sürülmelidir.



1.3.12. Cam Bagetler

Çözeltileri karıştırma ve süzme işlemlerinde kullanılan camdan yapılmış 15-20 cm boyunda olan malzemelerdir.



1.3.13. Saat camı

Dairesel olarak kesilmiş ince çukur ısıya dayanıklı camlardır ve buharlaştırma ve kristalleştirme işleminde çözeltiyi tozlardan korumak için kullanılırlar.



1.3.14. Havan

Katı maddeleri ezip inceltmede kullanılan genelde porselenden yapılmış malzemelerdir.



1.3.15. Kapsüller

İçinde buharlaştırma, ekzotermik reaksiyonların yapıldığı ısıya dayanıklı porselenden yapılmış laboratuvar malzemeleridir.



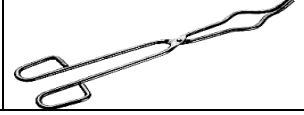
1.3.16. Krozeler

İçersinde maddelerin yakıldığı, sabit tartıma getirildiği, eritiş yapılan yüksek ısıya dayanıklı porselen kaplardır ve genellikle küçük hacimlidirler. 1200 °C ye kadar sıcaklıklara kadar kullanılabilirler. Ayrıca krozelerin değişik metalden olanları da vardır platin, nikel, demir gibi.



1.3.17. Kroze Maşası

Krozeleri fırına koymak, çıkarmak ve teraziye götürmek için kullanılan metalden yapılmış, makas şeklinde orta kısmı geniş aletlerdir.



1.3.18. Spatüller

Katı kimyasal maddelerin kaplarından başka bir kaba alınması veya tartım esnasında kullanılan değişik şekillerde olabilen paslanmaz çelik, porselen, cam gibi maddelerden yapılmış malzemelerdir.



1.3.19. Pensler

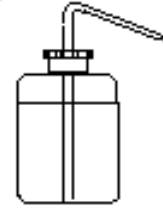
Elle tutulamayacak kadar küçük ve elle tutulmaması gereken maddeleri tutmak ve taşımak için kullanılırlar.

1.3.20. Damlalıklar

Kullanılacağı amaca göre değişik şekillerde olabilen genelde bir çözeltiyi başka bir kaba damla damla kontrollü bir şekilde ilave etmeye yarayan camdan veya plastikten yapılmış laboratuvar malzemelerindendir.

1.3.21. Pisetler

Genelde polietilenden yapılmış, hacimleri 250-500 ml arasında olabilen içersinde saf su veya diğer sıvılarında konulduğu, yıkama işlemi için kullanılan malzemelerdir. Gövde kısmının elle sıkılması ile içindeki suyu dışarı fışkırtmak suretiyle kullanılırlar ve az miktarda madde sarfiyatı ile cam kapları durulamada kullanılırlar.



1.3.21. Laboratuvarda Kullanılan değişik malzemeler

1.3.22.



Bek



Petri kabı



Gaz yıkama şişesi



Kıskaçlar



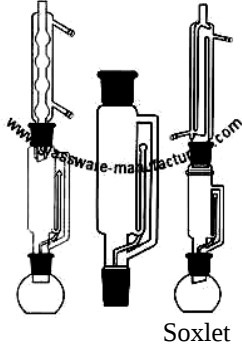
Kriko



Nivolu



Nuçe Erlen



Soxlet



Spor



Tüp Fırçası



Tüplük



Üç Ayak



Vezin Kabı

2. LABARATUVARDA YAPILAN TEMEL İŞLEMLER

2.1. Ölçme ve Tartım İşlemleri

2.1.1. Kütle ölçümü

Bir maddenin kütlesi, o maddenin standart bir kütle ile karşılaştırılması ile ölçülür ve bu işleme tartma işlemi denir. Kütle ve ağırlık terimleri fiziki anlamda birbirlerinden farklı da olsa biz laboratuvarlarda bu terimleri kullanırken aynı anlamda kullanacağız. Yani; kütlesi 1 gram madde demekle, 1 gram ağırlığındaki madde demek aynı anlama gelmektedir. Buna rağmen herhangi bir karışıklığa sebebiyet vermemek için burada kütle ve ağırlığı kısaca açıklamada fayda vardır. Ağırlık: bir maddenin kütlesine etki eden yerçekimi kuvvetidir ve bir maddenin kütlesi evrenin her yerinde aynıdır. Kütle ve ağırlık arasında $A = mg$ bağıntısı vardır. Burada, A: ağırlık, m: kütle ve g: yerçekimi kuvvetini ifade etmektedir. CGS Sisteminde ağırlık birimi Newton ve kütle birimi ise kg'dır.

Tartım yapmak için eskiden iki kefli veya tek kefli elektrikli teraziler kullanılmaktaydı, fakat iki kefli terazileri bakkallar bile çoktan rafa kaldırdılar. Günümüzde bunların yerini elektronik, dijital göstergeli teraziler almıştır. Laboratuvarlarda kullanılan terazilerin duyarlılıkları genellikle 0.01gram ile 0.00001 gram arasında değişmektedir. Kullanılacak terazinin duyarlılığı, yapılacak tartıma göre değişmektedir. Genelde 0.01 gram hassasiyetindeki bir terazi genel kimya laboratuvarı deneyleri için yeterli olurken, analitik amaçlı tartımlar için 0.0001 gram hassasiyetindeki teraziler kullanılmalıdır.

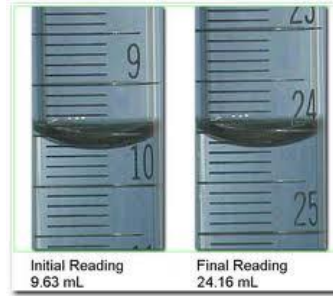
2.1.2. Tartım kuralları

1. Teraziler nemsiz ve hava akımının ve büyük sıcaklık farkının olmadığı veya en az olduğu bir yerde, düz ve sallanmayan bir zemin üzerinde olmalıdır. Doğru bir tartım için bu şartların yerine getirilmesi şarttır.
2. Teraziler kesinlikle yerlerinden oynatılmamalıdır. Teraziler herhangi bir nedenden dolayı yerinden oynamış ise bu, üzerinde bulunan su terazisinin vidalı ayakları yardımıyla düzeltilmelidir. Su terazisi doğru olmayan bir terazi ile doğru bir tartım yapılamaz.
3. Islak, yağlı ve sıcak maddeler doğrudan terazi üzerine konulmamalı, tartılacak madde terazinin kefesinden taşıyacak şekilde kesilmiş, temiz bir kağıt üzerinde veya tartım kabında tartılmalıdır. Terazi kullanıldıktan sonra temiz ve düzgün bir şekilde bırakılmalıdır. Tartım esnasında terazi üzerine herhangi bir madde dökülecek olursa hemen terazi kapatılıp temizlenmeli ve tartım işlemine bundan sonra devam edilmelidir. Tartım işleminden sonra terazinin kapağı da kapatılmalıdır.
4. Terazide herhangi bir bozukluk olduğu fark edildiğinde, hemen laboratuvarda görevli elemana haber verilmelidir. Kendiniz tamir etmeye kalkışmamalısınız.

2.1.3. Hacim ölçüleri

Sıvı ve gazların miktarlarının tayininde, hacimlerini ölçmek suretiyle yapılır. Bu amaçla çeşitli şekillerde ve farklı amaçlar için kullanılan mezür, büret, balon joje, ve pipet gibi cam malzemeler kullanılır. Bunlarda hata sınırları hacimlerine bağlı olarak değişir ve büyük hacimli ölçüm kaplarında hatalar daha fazladır. Büret ve pipetlerin duyarlılığı mezüre göre daha fazladır yani hata sınırları çok daha azdır. Ayrıca ölçüm yapılan malzemelerin temizliği de yapılan ölçümlerin duyarlılığını büyük ölçüde etkiler, bu yüzden ölçüm yapılan kaplar çok temiz olmalıdır. Bunların temizliği, yıkandıkları zaman üzerlerinde sıvı damlacıkları bırakıp bırakmadıklarına bakılarak anlaşılabılır. Eğer sıvı damlacıkları görünüyorsa temiz olmadığına işarettir. Temiz bir cam malzeme üzerinde sıvı damlacıkları oluşturmaz ve sıvı cam üzerinde gözle görülemeyecek ince bir film tabakası oluşturur. Cam malzemelerin temiz olmadığı durumlarda önceden de belirtildiği gibi bir çözeltisi ile yıkamak suretiyle kirlilik giderildikten sonra kullanılmalıdır.

Cam malzemelerde ölçüm yapılırken, sıvının camın iç çeperini ıslatması nedeniyle eğri bir görünüm oluşturur, buna menüsküs adı verilir. Okuma yapılırken menüsküs ile göz aynı hizada olmalı ve saydam sıvılarda menüsküsün alt kısmına karşı gelen ölçek çizgisi çok koyu renkli çözeltilerde menüsküsün alt çizgisinin görülmediği durumlarda ise menüsküsün üst çizgisi ölçek çizgisi olarak alınır.



Büretler, bir ucunda musluk bulunan ölçüm kapları olup, genellikle titrasyon işleminde kullanılıp, bu esnada harcanan çözelti hacmini ölçmeye yarar. Büretlerin muslukları teflon veya camdan yapılmış olabilirler. Büret eğer musluk kısmından akıtıyorsa, bunun giderilmesi için teflon musluklarda musluğun ucundaki vida hafifçe sıkılır, cam musluklarda ise bu durum musluğun gövdesinin çıkarılıp temizlendikten sonra üzerine musluğun deliği kapatmayacak şekilde ince bir film şeklinde vazelin sürülür ve tekrar yerine takılır.

Büret çözelti ile doldurulmadan önce kuru ve temiz olmalıdır. Şayet büret ıslak ise doldurulacak çözelti ile büret iki üç defa az bir miktar çözelti kullanılarak birkaç defa çalkalanmalıdır. Büret doldurulduktan sonra musluk ile büretin alt ucu arasında hava boşluğunun kalmamasına da dikkat edilmelidir. Titrasyon işlemi sırasında yapılacak okumalar yukarıda açıklandığı gibi yapılmalıdır.

2.1.4. Ölçme ve Anlamlı Sayılar

Bu deneyde ve bundan sonraki, labaratuvar da derslerinde bir takım ölçme ve tartma işlemleri yapacaksınız. Ölçme ve tartma işlemleri sonucu bazı sayılar ve bunları tanımlayan bazı birimler kullanacaksınız. Yapılacak ölçümler; herhangi bir maddenin, boyunu, ağırlığını hacmini ölçme şeklinde olabilir. Yapmış olduğunuz ölçüm sonuçlarını yazarken, ölçülen büyüklüğün birimini yazmayı unutmayınız. Mesala, yapmış olduğunuz bir ölçüm sonucunu 10 şeklinde yazmak hiç bir şey ifade etmemektedir, zira bu değer 10 kg, 10 g veya 10 tane mi belli olmadığı için bu anlamsız bir sayıdır.

Labaratuvar da çalışılırken unutulmaması gereken diğer bir konu da, ölçülen büyüklüğün sahip olduğu belirsizliktir. Belirsizliğin kaynağı, hem ölçüm yapılan aletin ve hem de ölçüm yapan kişinin mükemmel olmamasından ileri gelmektedir. Bilimsel çalışmalarda, bilim adamları yaptıkları ölçümün hangi derecede güvenilir olduğunu, yaptıkları ölçümü kaydederken hangi ondalık basamağa kadar güvenilir olduğunu belirtirler

Bu labaratuvar dersinde, ölçüm yaparken, hangi aracı kullanacaksınız, bu aletin en küçük ölçüm aralığını kullanmanız gerektiğini dikkat ediniz. Ölçüm sırasında cihazı doğru kullanınız ve ölçüm sırasında sonucu olabildiğince en doğru ondalıklı basamakta vermeye gayret ediniz.

2.1.5. Uzunluk Ölçümünden Hacim Hesaplama

1. Bir cetvel kullanarak, dikdörtgen prizma şeklindeki size gösterilen bir cismin enini, boyunu ve genişliğini ölçerek bir tablo halinde, olabildiğince hassas bir şekilde cm cinsinden kaydedin.
2. Cismin hacmini hesaplayıp, tabloya kaydediniz.

3. Birinci ve ikinci basamakta yapmış olduğunuz işlemleri cm yerine inch uzunluk birimini kullanarak yapıp, tabloya ekleyiniz. (1 inch = 2.54 cm, bazı cetvel ve metreler üzerinde inch birimleri de gösterilmektedir)
4. In^3 şeklinde hesaplamış olduğunuz hacmi $1 \text{ in}^3 = 16.39$ eşitliğini kullanarak cm^3 e çevir ve cm^3 olarak ölçmüş olduğun değer ile karşılaştır. Sonuçlar aynı mı? Farklı ise sebebini açıklayınız.

2.2. Cam Malzemelerin Temizlenmesi

Laboratuarlarda en önemli işlemlerden birincisini çalışılan malzemelerin temizliğidir. Kirli malzemeler ile yapılan çalışmalardan doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar elde edilemez. Bu yüzden bir kimyacının doğru ve tekrarlanabilen sonuçlar alabilmek için çalıştığı malzemelerin çok temiz olması gereklidir. Cam malzemelerin temizlenmesinde çeşitli inorganik, organik çözücüler ve çözeltiler kullanılır.

Kullanılan cam malzemelerin kullanıldıktan hemen sonra yıkanmadığı takdirde bunların temizlenmesi zorlaşır ve temizlemek için pahalı kimyasal maddelere ihtiyaç duyulduğu gibi aynı zamanda da zaman kaybına da sebep olur. Bunun önüne geçmek için kullanılan cam malzemelerin işleri bittiğinde hemen yıkanmalıdır.

Suda çözünebilen maddelerle kirlenmiş cam malzemeler musluk altında bol su ile yıkanmalıdır, suda çözünmeyen yağlı ve organik maddelerle kirli malzemeler, su ve deterjanla ve bir fırça yardımıyla iyice yıkanmalıdır. Bunun yetersiz olduğu durumlarda, kromik asit veya bazik permanganat çözeltileri kullanılabilir. Bu işlemde yıkanacak malzemeler kromik asit veya bazik permanganat çözeltilerinden biri ile kirliliğin olduğu yeri geçinceye kadar doldurulup bir müddet bekletilir ve bu çözelti tekrar ana çözelti kabına tekrar doldurulur. Kromik asit ve bazik permanganat çözeltilerinin yetersiz olduğu durumlarda, inorganik maddelerin yapmış olduğu kirlilikler, ise kral suyu veya asit banyolarından biri kullanılarak giderilir.

Yukarıda belirtilen yöntemlerden herhangi biriyle temizlenen cam malzemeler bol su ile musluk altında üç dört defa çalkalandıktan sonra saf su ile de üç beş defa durulanıp temiz bir yüzey üzerine ters çevrilip bekletildikten sonra etüvde 105°C 'de kurutulur.

2.2.1. Yıkama Çözeltilerinin Hazırlanması

- a) **Kromik asit çözeltisi:** 30 gram potasyum dikromatın ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 500 ml derişik sülfürik asit içinde çözülmesi ile elde edilir. Potasyum dikromat oda sıcaklığında derişik sülfürik asit de çözünmez, çözünmesini sağlamak için bir müddet karıştırılarak ısıtılması gerekir. Isıtma işlemi çeker ocakta yapılmalıdır. Kromik asit çözeltisinin rengi turuncu-kahverengi olup, yeşile dönünceye kadar temizleme için kullanılır. Yıkama çözeltileri kullanılmadığı zaman hava oksijeni ile bozunmasını önlemek için ağzı kaplı kaplarda saklanmalıdır.
- b) **Bazik permanganat çözeltisi:** 10 gram potasyum permanganat ve 10 gram NaOH'in 100 ml sudaki çözeltisidir. Menekşe renkli bu çözeltinin rengi kahverengine dönüşünceye kadar temizleme işlemini görür. Bazik permanganat ile yıkama yapıldığında cam malzemenin cidarlarında kahverengi bir film oluşacak olursa, bunu bertaraf etmek için 1 M HCl çözeltisi ile de yıkanmalıdır.
- c) **Kral suyu:** 3 Hacim derişik HCl ve 1 hacim HNO_3 çözeltilerinin karışımından oluşur. Kullanılmadığı takdirde ağzı kapalı cam kap içinde muhafaza edilmelidir. Yıkama esnasında kahverengi azot oksit gazları çıkabileceği için yıkama işleminin çeker ocakta yapılmalıdır.
- d) **Organik çözücüler:** Alkol, aseton, eter, karbon tetraklorür, tetrahidrofuran gibi organik maddelerdir. Yıkama işleminden sonra kirlenen bu çözeltiler kullanıldıktan sonra ayrı bir kapta toplanarak damıtılmak suretiyle yeniden kullanırlar.

2.3. Fiziksel ve Kimyasal Temel İşlemler

Bu kısımda en fazla kullanılan fiziksel ve kimyasal temel işlemler verilecektir. Bunlar, ölçme ve tartma, ayırma, süzme, buharlaştırma, kurutma, kristallendirme gibi bir laboratuarda en fazla kullanılan temel işlemlerdir. Bu nedenle burada verilmesinde faydalı olunacağı düşünülmüştür.

2.3.1. Isıtma ve Kurutma

Laboratuarda yapılan işlemlerden bir kısmında ısıtma işlemi olup, çok değişik ısıtma teknikleri vardır. Bunlarda hangisi amaca daha uygun ise o teknik kullanılır. Isıtma işleminden önce ısıtılacak maddenin özellikleri araştırılmalı ve hiçbir zaman tutuşma, yanma, patlama tehlikesi olan maddeler açık alevde doğrudan doğruya ısıtılmamalıdır. Isıtma işlemi çeker ocaklarda yapılmalı ve çok dikkat edilmelidir.

a) Bunzen Beki (Bek alevi)

Günümüz laboratuvarlarında amaca uygun çok değişik ısıtma araçları vardır. Bunların en eskisi Bek alevi olup, değişik düşük sıcaklıktan yüksek sıcaklıklara kadar ısıtma işlemi için kullanılmaktadır. Bek alevinde birçok madde, porselen, metal krozeler, kapsüller, kum, su ve yağ banyoları ısıtılabilirler. Bunzen beki ile ısıtma işlemleri;

1) Deney tüpünde ısıtma: Isıtılacak deney tüpü bir tahta maşa ile yaklaşık 45°C'lik bir açı yapacak şekilde tutulup alevin mavi kısmının üzerinde yavaş yavaş dolaştırılır. Isıtma esnasında deney tüpünün ağzının çeker ocak içine doğru olmasına çok dikkat edilmelidir.

2) Beher, erlen, ve balonda ısıtma: Isıtılacak cam kap, bir üç ayak üzerine konulmuş amyanlı telin üzerine ortalıca olacak şekilde konulur ve altına da yanan bir bek'in yerleştirilmesi ile ısıtma işlemi yapılır. Kaynamadan doğabilecek sıçrama ve taşmaları önlemek için beherlerin 3/4 ü ve erlen ve balonların ise yarısından fazlasının dolu olmamasına dikkat edilmelidir.

3) Krozede ısıtma: Krozeleri ısıtmada elektrikli kül fırınları kullanılsa da, her yerde bulunabilmesi ve maliyetinin düşük olması nedeniyle bek alevi kullanılmaya devam etmektedir. Bek ile kroze ısıtılırken bir üç ayak üzerine bir kil üçgen konur ve ısıtılacak kroze kil üçgen üzerine hafif eğimli bir şekilde konur ve bek alevi ile her tarafından yavaş yavaş ısıtılır. Yakma işlemi sırasında bek alevi kuvvetlendirilip kroze akkor hale gelinceye kadar ısıtılır. Isıtılan maddenin çevreye sıçraması durumunda kapaklı krozeler kullanılır. Bek alevi kullanılan gaza bağlı olarak 1000°C kadar ısıtmada kullanılabilir.

4) Kum banyoları: İçi kum dolu metal kaplar olup, ısıyı oldukça düzgün yayarlar ve sıcaklıkları 250 °C ye kadar çıkabilir ve genellikle bek alevi ile ısıtılırlar.

5) Yağ banyoları: Isıya dayanıklı cam veya metal kaplar olup, içinde kaynama noktası yüksek olan yağ veya benzeri maddeler bulundurulur. Bu banyolar genelde içinde bulunan maddenin kaynama sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda kullanılırlar, elektrik veya bek alevi ile ısıtılırlar. Bunlar ile çalışılması gerektiğinde, sıcaklıklarının çok yüksek olduğu hatırdan çıkarılmayıp, çok dikkatli olunmalıdır.

b) Elektrikli Isıtıcılar

Elektrikli ısıtıcılar ile ısıtma işi daha kolay ve istenilen sıcaklıkta kontrollü bir şekilde ısıtma yapmak mümkündür. Diğer ısıtma tekniklerinde olduğu gibi, bunlarında yapacağı işe göre çeşitleri vardır, bunlar;

Isıtıcı tablalar: bunlar metal bir tablanın alttan elektrikle ısıtılması prensibine göre çalışırlar. Genelde termostatlı olup, ayarlanan sıcaklıkta düzenli bir ısıtma sağlarlar. Bunların birde üzerine konan çözeltiyi karıştıran çeşitleri vardır. Bunlarda karıştırma hızı ayarlanabilir olup, homojen ve sıçramasız karıştırma yaparlar. Her iki işi birden yapmaları nedeniyle çok kullanılan bir ısıtıcı tipidirler.

Mantolu ısıtıcılar: Genellikle içi boş yarım küre şeklinde olup yalıtkan yanmayan bir ipliğin elektrik ısıtıcı tel ile örülmesiyle meydana gelen laboratuvar aletidir. Termostat ile sıcaklıkları ayarlanabilir olup, damıtma ve reaksiyon balonların ısıtılmasında kullanılır.

Etüvler: Hassas sıcaklık ayarı olan düşük sıcaklıklarda çeşitli madde ve cam malzemelerin kurutulmasında kullanılırlar. İçi boşaltılabilen vakumlu etüvler de mevcut olup, daha düşük sıcaklıkta daha çabuk kurutma sağlarlar.

Kül fırınları: Dışarı ile yalıtımı iyi yapılmış, elektrikli ısıtıcılar olup, bunların sıcaklıkları 1200°C'ye kadar çıkabilir ve bunlarda da sıcaklığı istenilen ayarda tutmak mümkündür. Kül fırınları doğrudan bir maddeyi yakmak için kullanılmayıp, ön ısıtma yapılmış maddeleri yakmak için kullanılırlar. Cam malzemeler 450°C'de yumuşamaya başladığı için bunların içine cam malzemeler konulmamalıdır.

Mikrodalga fırınlar: Bunlarda mikro dalga boyunda radyasyon yayan ve bu ışının su molekülleri tarafından absorplanması esnasına dayanır. İçinde su bulunmayan maddeleri kurutmak için kullanılamaz, nemli maddeleri kurutmada kullanılırlar. Günümüzde mikrodalga fırınlar yemek ısıtma ve pişirme işlerinde mutfaklarımızda yaygın olarak kullanılmaktadır.

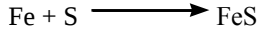
BÖLÜM 2 : DENEYLER

DENEY 1. AYIRMA YÖNTEMLERİ

1.1. 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 karışımındaki 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.

1.2. Ayırma Yöntemleri

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

1.2.1. Heterojen karışımları ayırma

Bu tip karışımları ayırmak için genellikle mekanik işlemlerden faydalanılır.

1.2.2. Manyetik Ayırma

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

1.2.3. Yüzeye 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.

1.2.4. 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 işlemini zorlaştıracığından bu durumda süzme işlemine başvurulur. Süzme işlemini kolaylaştırmak ve zamandan tasarruf için laboratuarlarda vakumda süzme işlemi uygulanır. Endüstride ise, baskı ile süzme ve santrifüj ile süzme daha yaygın olarak kullanılan süzme işlemleridir.

1.2.5. Santrifüjleme

Sıvı içerisindeki katı parçacıkları çok küçük ise bu durumda süzme ile ayırma yeterli olmayabilir. Bu durumda katı parçacıkları çökeltmek 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.

1.2.6. 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.

1.2.7. 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.

1.2.8. 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 (0.01μ), (süzgeç kağıdının gözenegi 3μ) süzgeçler kullanılır.

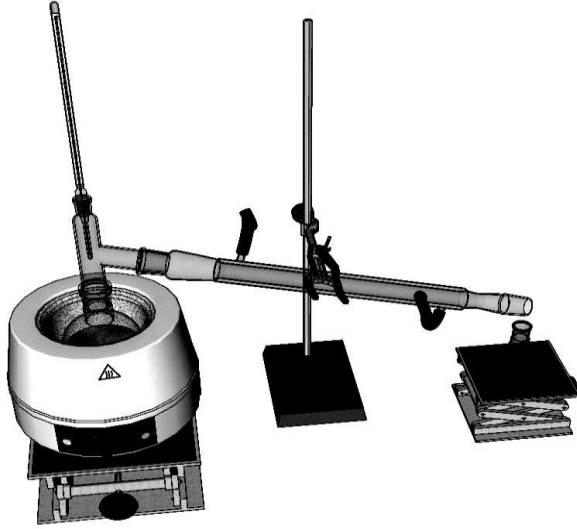
1.3. Homojen Karışımların Ayrılması

1.3.1. 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:

- a) Kaynama noktası çok yüksek olmayan ve bozunmaya uğramayan maddelerin distilasyonu; bu işlem genellikle iki yöntemle yapılır.
 - Normal Distilasyon
 - Fraksiyonlu Distilasyon

Karışımı oluşturan maddelerin kaynama noktaları çok farklı ise **normal** distilasyon yeterli olabilir.



Normal distilasyonun şematik gösterilişi

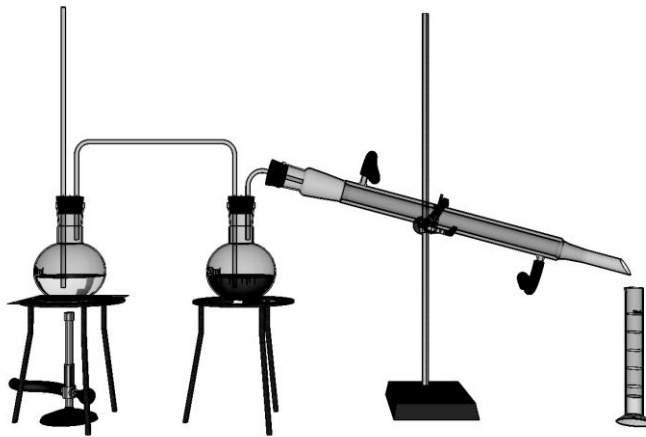
Kaynama noktaları çok yakın maddeleri içeren karışımları saflaştırmak için (fraksiyon başlığı) denilen ek bir ağıt içeren **fraksiyonlu** distilasyon sistemi kullanılmalıdır.

Kaynama noktası çok yüksek olan veya kaynama noktalarına ulaşmadan bozunan maddelerin distilasyonunda ise **vakum** distilasyonu ve **su buharı** distilasyonları uygulanmaktadır.

Vakum distilasyonu (düşük basınç) normal veya fraksiyonlu distilasyon ağıtlarının 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 sürüklemeye 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.



Su buharı destilasyonun şematik görünüşü.

1.3.2. Kondenzasyon

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

1.3.3. 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 çözünmüş 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.



Kurulmuş bir Soxhlet aygıtının şematik görünüşü

1.3.4. Kromatografi

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

1.3.5. 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.

1.3.6. 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 çekirdeklenme hızı düşük tutulmalıdır. Bunu sağlamanın yolu da aşırı doymuşluğu düşük tutmaktır. Zira bu değer büyük olursa çekirdeklenme hızı kristal büyütme hızından daha büyük olur. Sonuç olarak, aynı anda birçok yerde büyüme olacağından kristaller küçük olur.

1.3.7. 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. Detaylı bilgi için ilgili deneye bakınız.

DENEY 2. ÇÖZELTİLER

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 aşağıda çizelgede verilmiştir.

Çözelti Tipi	Çözelti tipleri		Örnek Çözelti	
	Çözücü	Çözünen	Çözücü	Çözünen
Sıvı çözelti	Sıvı	Katı	Su	Sodyum klorür
	Sıvı	Sıvı	Su	Etil alkol
	Sıvı	Gaz	Su	Karbondioksit
Katı çözelti	Katı	Katı	Bakır	Çinko
	Katı	Sıvı	Gümüş	Cıva
	Katı	Gaz	Palladyum	Hidrojen
Gaz çözelti	Gaz	Gaz	Azot	Oksijen

Çözeltiler, oluşturdukları homojen fazlara göre sıvı, katı ve gaz çözeltiler olarak adlandırılırlar fakat 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

Bir çözeltideki çözünen maddenin bağıl miktarına konsantrasyon denir. Konsantrasyon birimlerinin çok çeşitli olmasına rağmen en fazla kullanılan konsantrasyon birimleri, molarite, normalite, molalite, % de çözelti olup bunlar burada kısaca açıklanacak ve hesaplama metodu gösterilecektir.

2.1. Ağırlıkça % çözeltiler

100 birim çözeltide çözünen madde miktarını ifade eder ve genellikle katılar için kullanılır. % 10'luk NaCl çözeltisi demek 100 birim çözeltinin 10 birimi NaCl ve 90 birimi çözücü demektir. Sıvılar için yoğunluk ve yüzde dikkate alınarak hesaplama yapılmalıdır. Genel olarak a; gram madde, b; gram çözücüde çözülmüş ise, çözünenin yüzdesi X,

$$X_a = \% a = \left(\frac{a}{a+b} \right) 100 \quad \text{yazılabilir.}$$

2.2. Hacimce % çözeltiler

100 birim çözeltide çözünen madde miktarını ifade eder ve genellikle bir sıvının başka bir sıvı için çözüldüğü durumlarda kullanılır. % 20 lik alkol çözeltisi demek 100 hacim birimi çözeltinin 20 hacim birimi alkol ve 80 birimi çözücü demektir (Alkolün % 96'lık ve yoğunluğunun 0.8 gr/cm³ olduğu dikkate alınarak içerisindeki su da hesaba katılmalıdır). Genel olarak a hacim birimi madde b hacim birimi çözücüde çözülmüş ise, çözünenin hacimce yüzdesi X_a,

$$X_a = \% a = \left(\frac{a}{a+b} \right) 100 \quad \text{yazılabilir.}$$

2.3. Molar çözeltiler

Bir litre çözeltide çözülmüş olan maddenin mol sayısına **molarite** denir ve genellikle **M** ile gösterilir. Çözelti birden fazla madde ihtiva ediyorsa her bir madde için molarite ayrı ayrı verilir.

Aşağıdaki formül sıvı maddeden çözelti hazırlamak için kullanılır. Katı maddeden çözelti hazırlamak için % (yüzde) ve d (yoğunluk) kaldırılır.

$$M = \frac{\% . d . V . 1000}{M_A . V_T}$$

veya $M = \frac{n}{V}$ burada n çözünen maddenin mol sayısı, V çözeltinin hacmi (lt cinsinden).

2.4. Molal çözeltiler

1000 gram çözücüde çözülmüş olan maddenin mol sayısına **molalite** denir ve genellikle **m** ile gösterilir. Kristal suyu ihtiva eden maddelerin sudaki çözeltilerinin molalitesi hesaplanırken kristal suyu da hesaba katılmalıdır. Örneğin 1 molal demir sülfat çözeltisi hazırlamak için 152 gr değil 242 gr FeSO₄ 5H₂O alınır ve 910 gr suda çözülür. Çünkü 90 gr su kristal suyu olarak FeSO₄ 5H₂O içinde vardır.

$$m = \frac{n}{S}$$

n, çözünen maddenin mol sayısı ve S çözücünün kilogram olarak ağırlığı.

2.5. Normal çözeltiler

Bir litre çözeltide çözünmüş olan maddenin eşdeğer gram sayısına **normalite** denir ve **N** ile gösterilir. Bir maddenin eşdeğer gram sayısı o maddenin molekül ağırlığının tesir değerliğine oranına denir. Tesir değeri asitler için çözeltiye verilen H^+ sayısı, bazlarda OH^- sayısı, tuzlar için bir iyonun toplam yükü, redoksa katılan maddeler için ise mol başına alınan veya verilen elektron sayısıdır.

Aşağıdaki formül sıvı maddeden çözelti hazırlamak için kullanılır. Katı maddeden çözelti hazırlamak için % (yüzde) ve d (yoğunluk) kaldırılır. Buna göre normalite N,

$$N = \frac{\% \cdot d \cdot V \cdot 1000}{M_A \cdot V_T} \quad \text{veya} \quad N = \frac{egs}{V}$$

Burada egs, eşdeğer gram sayısını, V ise litre cinsinden çözeltinin hacmi göstermektedir.

$$egs = \frac{g}{M_A/t}$$

t; maddenin tesir değerliğini, M; çözünen maddenin molekül ağırlığını, g; çözünen maddenin gram cinsinden miktarını ifade etmektedir.

2.6. Mol kesri

Bir çözeltide bulunan maddelerden herhangi birinin mol kesri, o maddenin çözeltideki mol sayısının toplam mol sayısına oranına o maddenin **mol kesri** denir. A, B ve C maddelerinden meydana gelmiş bir çözeltide mol sayıları n_A , n_B ve n_C ise A maddesinin mol kesri için X_A ,

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C}$$

Bir çözeltideki maddelerin mol kesirleri toplamı bire eşittir.

$$X_A + X_B + X_C = 1$$

Gerekli madde ve malzemeler

5 ml'lik pipet	Puar	Balon joje	Mezür
----------------	------	------------	-------

NOT: Sülfürik asit çözeltisi hazırlarken asla derişik asit üzerine su ilave etmeyiniz, sülfürik asidin su ile reaksiyonu ekzotermikdir ve patlamaya sebebiyet verebilir.

Deneyin yapılışı

a) % 5'lik NaCl çözeltisinin hazırlanması

1. Ağırlıkça % 5'lik 20 g NaCl çözeltisi hazırlamak için gerekli olan NaCl ve su miktarını hesaplayınız ve sonucu laboratuvar sorumlusuna kontrol ettiriniz.
2. Hesaplanan NaCl miktarını 0.01 hassasiyette tartınız.
3. Tartılan NaCl'ü 100 ml lik balon jojeye boşaltınız.
4. Çözelti için hesaplanan saf su miktarını alıp, balon jojede azar azar su ile çalkalayarak maddeyi çözünüz ve çözeltiyi ağız kapalı bir etiketli şişeye aktarınız
5. Hazırlanan çözeltinin molaritesini, molalitesini, normalitesini ve mol kesrini hesaplayınız.

b) 0.1 M ve 0.1 N H_2SO_4 çözeltisinin hazırlanması

1. 250 ml 0.1 M ve 250 ml 0.5 N H_2SO_4 çözeltisi hazırlamak için gerekli derişik sülfürik asit miktarlarını hesaplayınız ve hesap sonucunu laboratuvar sorumlusuna kontrol ettiriniz.
2. 250 ml'lik bir balon jojeyi yarısına kadar saf su ile doldurun.
4. Hesapladığınız H_2SO_4 çözeltisini puarlı bir pipet ile asit şişesinden alarak yavaş yavaş balon jojedeki su üzerine boşaltıp, balon jojeyi dairesel olarak çalkalayın.
5. Aynı işlemi 0.5 N 250 ml H_2SO_4 çözeltisi içinde tekrarlayınız.
6. Hazırlanan çözeltilerin yoğunluğunu hesaplayınız.

DENEY 3. KÜTLENİN KORUNUMU KANUNU

Kimyanın en temel kanunlarından biridir ve buna göre bir kimyasal reaksiyonda madde vardır yok olmaz ve yoktan da var olmaz. Yani reaksiyona giren maddelerin kütleleri toplamı reaksiyon sonucu oluşan ürünlerin kütleleri toplamına eşittir. Kimyasal reaksiyonlarda atomlar atomların yer değiştirmesi veya elektron alış veriş ile farklı özellikte yeni maddeler meydana gelir fakat reaksiyona giren maddelerin ve ürünlerin toplam kütle sabit olup bir birine eşittir. Bazı reaksiyonlarda özellikle yanma ve bozunma reaksiyonlarında madde kaybı oluyormuş gibi gelebilir. Gerçekte kaybolduğu düşünülen madde miktarı gaz haline dönüşmüştür. Bu deneyde Fe_2O_3 ve KClO_3 karışımının ısı karşısındaki reaksiyonları gözlenip, buradan elde edilen sonuçlardan kütleinin korunumu kanunu incelenecektir.

Gerekli madde ve malzemeler

Deney tüpü	Fe_2O_3	KClO_3	Bunzen beki	Pens
------------	-------------------------	-----------------	-------------	------

Deneyin Yapılışı

1. Bir deney tüpü içine yaklaşık 0.5 gr. kadar Fe_2O_3 koyun.
2. Tüpü bek alevinde sallayarak kızıl dereceye kadar ısıtın.
3. Sonra soğumaya bırakınız. Soğumuş tüp içindeki Fe_2O_3 ile birlikte tartınız.
4. Aynı tüp içine spatül ucuyla bir miktar KClO_3 (1.5-2.0 gr. kadar) ilave edip tekrar tartınız.
5. İçinde Fe_2O_3 ve KClO_3 bulunan tüpü hafif sallayarak kızıl dereceye kadar ısıtıp bu sıcaklıkta yaklaşık 10 dk. kadar tutunuz. Bu sırada yanmakta olan kibrit çöpünü deney tüpünün ağzına tutarak gördüğünüz olayı sebebi ile yazınız?
6. Deney tüpünü soğutup tekrar tartınız.

Sonuçlar ve Değerlendirme

1. Deney tüpüne aldığınız KClO_3 miktarını hesaplayınız?
2. Isıtma işleminde meydana gelen kimyasal reaksiyonu yazınız.
3. Yaptığınız tartımlardan ısıtmadaki ağırlık kayıplarını hesaplayınız. Buradan aldığınız KClO_3 örneğindeki oksijen yüzdesini bulunuz.
4. Teorik yüzde ile (Atom ağırlıkları kullanılarak bulunan yüzde) karşılaştırınız?
5. Bulduğunuz bu değerlerden faydalananarak reaksiyona giren maddelerin ağırlıkları toplamının reaksiyondan çıkan maddelerin ağırlıkları toplamına eşit olduğunu gösteriniz.

DENEY 4. SABİT ORANLAR KANUNU

Bir Bileşiğin Kaba Formülün Bulunması

Kimyanın en temel kanunlarından biri, sabit oranlar kanunu olarak söylenebilir. Buna göre, en az iki veya daha fazla elementin bileşmesi ile meydana gelmiş olan bir saf maddedeki bileşiği meydana getiren elementlerin ağırlık oranları her yerde ve her zaman aynıdır ve değişmez. Mesela, suyu meydana getiren bileşen olan hidrojen ve oksijenin oranlarına bakacak olursak, kaynağı ne olursa olsun, ister musluk suyu, deniz suyu veya akarsu olsun ister laboratuvar da deneyde elde edilen su olsun sudaki elementlerin ağırlıkça yüzde oranları %89 oksijen ve % 11 oksijendendir. Aynı zamanda suyun iki hidrojen atomu ve bir oksijen atomundan meydana geldiğini, formülünün H_2O şeklinde olduğunu da biliyoruz.

Örnek olarak, su için verilen element yüzdelerini, suyun molekül formülünden kendimiz de aşağıda gösterildiği şekilde hesaplayabiliriz. Burada 1 mol suyu dikkate alacak olursak, bir mol sudaki elementlerin sayıları ile atom ağırlığının çarpımı bir mol sudaki o elementin toplam ağırlığını verir. Sudaki hidrojen ve oksijen atomlarının toplam ağırlığı bize suyun molekül ağırlığını verir.

$$\begin{aligned} 2H &= 2 \cdot 1.008 = 2.016 \\ 1O &= 1 \cdot 15.999 = 15.999 \\ 18.015 &\text{ g/mol} \end{aligned}$$

Her bir elementin yüzdelerini hesaplayacak olursak

$$\%H = \frac{2.016}{18.015} \cdot 100 = 11.19$$

$$\%O = \frac{15.999}{18.015} \cdot 100 = 88.81$$

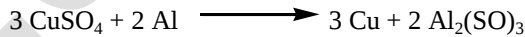
Su molekülü için bu oranlar sabit olup, başka herhangi farklı bir sayı değerini alamaz.

Kaba formül: Bir bileşikteki bileşiği meydana getiren atom oranlarını gösteren en küçük sayıdır ve buna aynı zamanda basit formül de denir. Mısal olarak, suyun hem kaba formülü hem de molekül formülü aynıdır H_2O . Kaba formüle örnek olarak, CO_2 , metan (CH_4), hidrojen klorür (HCl), suda olduğu gibi molekül formülü ve kaba formülü aynı olan bileşiklere örnek olarak verilebilir. Fakat benzenin C_6H_6 kaba formülü CH iken fruktozun molekül formülü $C_6H_{12}O_6$ olup, kaba formülü CH_2O 'dir.

Bileşiklerin kaba formülleri laboratuvar da deneysel olarak bulunan, elementlerin mol sayılarından hesaplanabilir. Bir bileşikteki her bir elementin mol sayıları deneysel olarak yapılan ölçümlerden hesaplanabilir. Bunun için, bir bileşikteki deneysel olarak tayin edilen her bir elementin miktarı, deneysel ölçümler için kullanılan ağırlığına oranlanmasından hesaplanabilir. Eğer bileşiğin molekül ağırlığı biliniyorsa, kaba formülden faydalanılarak o bileşiğe ait molekül formülü hesaplanabilir.

Metod

Bu deneyde, bakır sülfatın kaba formülü tayin edilecektir, aynı zamanda da sabit oranlar kanunu da teyit edilmiş olacaktır. Bu amaçla, belli bir miktar bakır sülfat, aliminyum metali ile metalik bakıra indirgenecektir. Deneye atı kimyasal reaksiyon aşağıda verilmiştir.



Bakır sülfatın ağırlığından, bakırın ağırlığının çıkarılması ile klorür miktarı hesaplanabilir. Elde edilen bu ağırlıklardan, bakırın ağırlığının sülfatın ağırlığına oranı ve buradan da bakır sülfata ait kaba formül ve elementlerin yüzde bileşimleri hesaplanabilir.

Deneyin amacı

1. Bir bileşiği meydana getiren elementlerin yüzde bileşimlerinin hesaplanması
2. Bakır sülfatın kaba formülünün bulunması
3. Sabit oranlar kanunun ispatı

Deneyin yapılışı

1. İki, üç gram arasında bakır sülfatı hassas olarak tartıp, kaydediniz.
2. Tartmış olduğunuz bakır sülfatı, 250 mL'lik bir behere alıp, 50 mL saf suda çözün.
3. Yaklaşık olarak 1 gram civarında bir alüminyum parçası alınız. Alüminyumun iyice temiz olduğundan emin olunuz, şayet temiz değilse deterjanlı su ile iyice yıkayıp bol su ile duruladıktan sonra saf su ile de son defa durulayınız. Alüminyum parçasını içinde çözünmüş bakır sülfat bulunduran beherin içine koyunuz.
4. Kimyasal reaksiyonun başladığını alüminyum üzerinde kahverenkli çökeleğin meydana gelmesi ile anlayabilirsiniz. Reaksiyon ilerledikçe, alüminyum parçasını hafiften sarsarak meydana gelen bakır elementinin uzaklaşmasını sağlayınız. Reaksiyon ilerledikçe, koyu mavi olan çözeltinin renginin gittikçe açıldığını göreceksiniz. Çözeltinin mavi rengi tamamen kaybolduğunda reaksiyon tamamlanmış demektir. Çözeltinin renginin maviliği devam ediyorsa, beheri 50-60°C'ye kadar 10 dakika ısıtınız.
5. Bakır sülfatının tamamının reaksiyona girdiğinden emin olduktan sonra, alüminyum üzerinde birikmiş olan bakır elementini çözelti içinde bırakıldıktan sonra, alüminyum çözeltiden çıkarınız, üzerindeki bakır elementlerini bir pisetten saf su sıkmak suretiyle beherin içine alınız.
6. Şekilde gösterilen süzme düzeneğini kurunuz. Süzgeç kağıdını su ile ıslatarak huniye yapışmasını sağlayınız. Beherdeki çözeltiyi dikkatlice süzerek birikmiş olan bakır elementini çözeltiden ayırınız. Süzgeç kağıdı üzerinde birikmiş olan bakır bir kaç defa saf su ile yıkayınız. Yıkama işlemi bittikten sonra, süzgeç kağıdını huniden çıkarıp kuruması için temiz bir yere alınız.
7. Kurutulmuş bakır 0.001 g hassasiyette tartıp kaydediniz. Elde ettiğiniz deneysel verilerden faydalanarak bakır sülfatın kaba formülünü, bakır sülfattaki elementlerin yüzde bileşimlerini hesaplayınız. Elde ettiğiniz deneysel sonuçları, teorik olarak hesapladığınız sonuçlar ile karşılaştırınız.

Gerekli madde ve malzemeler

Alüminyum tel	Bakır sülfat	Süzgeç kağıdı	Magnetik ısıtıcı karıştırıcı
Cam baget	Piset	Behere (250 mL)	

Labaratuvar öncesi çalışma

1. Kaba formülü tanımlayınız
2. Molekül formülünü tanımlayınız
3. Aşağıda molekül formülleri verilen bileşiklere ait kaba formülleri yazınız
Molekül formülü Kaba formül



4. $AlCl_3$ 'deki Alüminyumun yüzde bileşimi hesaplayınız. Yaptığınız işlemi aşağıya gösteriniz.

Deney sonrası yapılması gereken işlemler için sorular

1. Aşağıda belirtilen sebepleri dikkate alındığında, bakır sülfat bileşiminde, bakırın yüzde bileşimi nasıl değişir?
 - a. Çözeltideki bakırın bir kısmının reaksiyona girmemiş olması
 - b. Tartmış olduğunuz bakırın tam olarak kurumamış olması (Bir miktar su bulundurması)
 - c. Sülfat miktarını hesaplamam için, başlangıçta alınan bakır sülfat miktarından deney sonucu elde edilen bakır miktarı çıkarılarak hesaplanması gerektiğini açıklayınız.
 - d. Organik bileşik olan sikloheksanın basit formülü CH_2 ve molekül ağırlığı 84.16 g olduğuna göre, sikloheksanın molekül formülünü bulunuz.
 - e. Cu(I) klorür ile Al arasındaki reaksiyonun denkleştirilmiş denklemini yazınız.
 - f. 6.027 g bakır klorürün alüminyum ile indirgenmesinden, 2.851 g elementel bakır elde ediliyor. Bakır klorür içindeki klorun yüzdesini hesaplayınız. Örnekteki bakır ve klor yüzdeslerini hesaplayınız. Yapmış olduğunuz işlemleri aşağıda gösteriniz.

DENEY 5. TERMOKİMYA

Amaç

Kimyasal ve fiziksel olaylara eşlik eden ısı değişimlerini incelemek.

Teori

Termokimya kimyasal olaylara eşlik eden ısı değişimleri (entalpi değişimi, ΔH) ile ilgilenir. Bir tepkime çevresine ısı veriyorsa ekzotermiktir ve entalpi değişimi, ΔH negatiftir. Çevresinden ısı alıyorsa endotermik tepkimedir ve entalpi değişimi, ΔH pozitifdir.

Tepkime entalpisi daha detaylı olarak aşağıdaki sınıflara ayrılır:

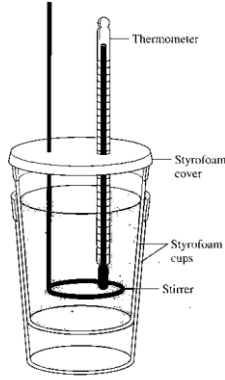
Oluşum entalpisi, bir mol maddenin standart koşullarda elementlerinden oluşumu sırasındaki entalpi değişimidir.

Yanma entalpisi, bir mol maddenin oksijen ile tepkimesi sırasında açığa çıkan ısı miktarıdır.

Çözelti, buharlaşma, erime ve süblimleşme entalpisi, maddenin hallerindeki değişim (sıvıdan gaz haline geçiş gibi) ya da molekül ve iyonların çözünme olayları ile ilgilidir.

Nötürleşme entalpisi, asit baz tepkimelerinde bir mol suyun oluşumu sırasında açığa çıkan ısı miktarıdır.

Isı ölçümleri kimyasal bir tepkimenin aşağıdaki şekilde görülen “kahve fincanı kalorimetresinde” gerçekleşmesi ile yapılabilir. Tepkenler poliüretan köpükten yapılmış bir kap içinde karıştırılır ve sıcaklık değişimi ölçülür. Poliüretan köpük iyi bir ısı yalıtkanı olduğundan, fincan ve içeriği yalıtılmış olarak düşünülebilir.



Kimyasal tepkimelerde verilen ya da alınan ısı miktarı aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Bu formülde **m**, çözelti kütlesi (gr); **c**, özgül ısı (cal/gr. °C, J/gr. °C); ΔT , çözeltinin sıcaklık değişimidir (Tson-Tilk).

Kalorimetrenin aldığı ısı ise aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$q_{\text{kal}} = \text{kalorimetrenin ısı kapasitesi} \cdot \Delta T$$

Kalorimetrenin ısı kapasitesi daha hassas ölçümlerin yapılabilmesi açısından cal/°C ya da J/°C olarak verilir.

Bu deneyde ilk olarak kalorimetrenin ısı kapasitesi, daha sonra da sırası ile buzun erime entalpisi ve nötürleşme entalpisi belirlenecektir.

Prosedür

A) Kalorimetrenin ısı kapasitesinin bulunması

1. Kalorimetreye 50 ml. su koyun ve sıcaklığı 30 sn. aralıklarla 3 defa ölçünüz.
2. 60-70 ml suyu behere koyup 50°C civarına kadar ısıtın.
3. 50 ml ısıtılmış suyu dikkatli bir şekilde alınız ve sıcaklığı 30 sn. aralıklarla 3 defa ölçünüz.
4. Sıcak suyun ölçümü biter bitmez hemen kalorimetre içindeki soğuk suya ekleyiniz. Termometre yardımı ile karıştırdıktan sonra sıcaklığı 30 sn. aralıklarla 3 defa ölçünüz.
5. Kalorimetrenin ısı kapasitesini hesaplayınız.

B) Buzun erime ısının bulunması

1. 60-70 ml suyu behere koyup 50°C civarına kadar ısıtın.
2. 50 ml ısıtılmış suyu dikkatli bir şekilde alınız, kalorimetreye yerleştiriniz ve sıcaklığı 30 sn. aralıklarla 3-4 defa ölçünüz.
3. Başlangıç sıcaklığını bildiğiniz (asistanınızdan öğreniniz) bir adet buz küpünü **hemen** kalorimetredeki sıcak suyun içine atınız. Termometre ile karıştırın ve buz tamamı ile eridiğinde T_{son} 'u ölçün.
4. Erime tamamlandıktan sonraki su hacmini hassas bir şekilde ölçün.
5. Buzun erime ısını hesaplayın.

C) Nötralizasyon ısının bulunması

1. 30 ml 2 M HCl çözeltisini kalorimetreye yerleştiriniz ve sıcaklığı 30 sn. aralıklarla 3 defa ölçünüz. (**Termometre temiz ve kuru olmalıdır**)
2. 30 ml 2 M NaOH çözeltisini bir behere alınız ve sıcaklığı 30 sn. aralıklarla 3 defa ölçünüz. (**Termometre temiz ve kuru olmalıdır**)
3. NaOH çözeltisini kalorimetredeki HCl çözeltisine ekleyiniz, termometre ile karıştırdıktan sonra her 30 saniyede bir sıcaklık ölçümü yapınız. (4 ölçüm yeterlidir)
4. Nötralizasyon ısını açığa çıkan 1 mol su için hesaplayınız.
(Nötralizasyon sonucu oluşan çözeltinin yoğunluğu: 1.02 gr/ml, özgül ısı: $0.95 \text{ cal/gr}^{\circ}\text{C}$)

RAPOR

A) Kalorimetrenin ısı kapasitesinin bulunması

Soğuk suyun sıcaklığı	Sıcak suyun sıcaklığı	Karışımın Sıcaklığı
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Sıcak suyun kaybettiği ısı:		_____ cal
Soğuk suyun aldığı ısı		_____ cal
Kalorimetrenin aldığı ısı		_____ cal
Kalorimetrenin ısı kapasitesi		_____ $\text{cal}/^{\circ}\text{C}$

B) Buzun erime ısının bulunması

Sıcak suyun hacmi	_____	Buzun kütlesi	_____
Sıcak suyun sıcaklığı	_____	Buzun ilk sıcaklığı	_____
Karıştırma sonrası sıcaklık	_____	Sıcaklık değişimi	_____
Karıştırma sonrası sıcaklık	_____	Sıcaklık değişimi	_____
Suyun kaybettiği ısı	_____	Buzun aldığı ısı	_____
Kalorimetrenin kaybettiği ısı	_____		
Buzu eritmek için kullanılan ısı	_____	_____ cal	
Erime ısı	_____	_____ cal/gr	
Molar erime ısı	_____	_____ cal/mol	

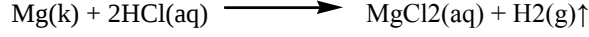
C) Nötralizasyon ısının bulunması

NaOH çözeltisinin sıcaklığı	HCl çözeltisinin sıcaklığı	Karışımın sıcaklığı
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Çözeltinin aldığı ısı	_____	_____ cal
Kalorimetrenin aldığı ısı	_____	_____ cal
Açıığa çıkan toplam ısı	_____	_____ cal
Oluşan suyun molü	_____	_____ mol
Nötralizasyon ısı	_____	_____ cal/mol

DENEY 6. MAGNEZYUMUN EŞDEĞER GRAM KÜTLESİNİN TAYİNİ

Teorik Bilgi

İndirgen bir maddenin eşdeğer ağırlığı, o maddenin Avagadro sayısı kadar elektron verebilen miktarı olarak tanımlanır. Bunun gibi yükseltgen bir maddenin eşdeğer ağırlığı Avagadro sayısı kadar elektron alabilen miktardır.



Eşdeğer ağırlık, molekülde bir veya daha fazla yer değiştirebilen hidrojen atomu bulunduran bir bileşikten bir mol hidrojen atomu (1,008g) açığa çıkaran metalin ağırlığı olarak tanımlanır. Açığa çıkan H₂ gazının mol sayısı, hacmi ve basıncından yararlanılarak hesaplanabilir. H₂ gazının hacmi oda sıcaklığında gaz büretinden okunacaktır. H₂ gazının basıncı ise su buharının çalışılan sıcaklıktaki kısmi basıncı ve su sütununun yaptığı basınçla ilgili düzeltmeler yapılarak hesaplanabilir.

$$P_{\text{atm}} = P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{H}_2} + P_{\text{SU}}$$

$P_{\text{H}_2\text{O}}$ tablodan bulunabilir. Ölçülen Su sütunu yüksekliği basıncı (P_{SU}) ise aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir.

$$760 \text{ mmHg} = 1030 \text{ cm su sütunu yüksekliği}$$

Kullanılacak madde ve malzemeler

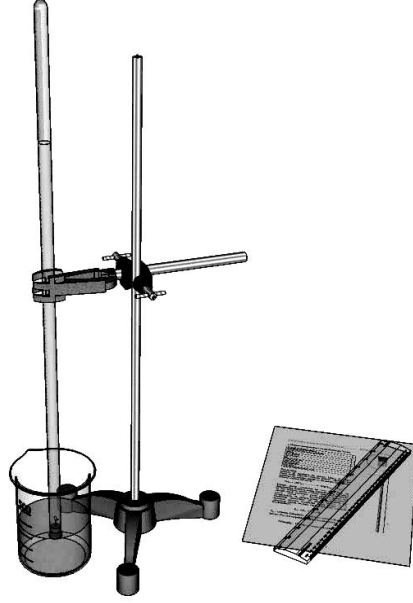
600 ml'lik beher	Gaz büreti	İplik (öğrenci temin edecek)	Seyreltik HCl	Mg şerit
------------------	------------	------------------------------	---------------	----------

Deneyin Yapılışı

Kütlesi belli yaklaşık 0.02–0.03 gr Mg şerit ortasından bükülerek katlanır ve bir ip ile bağlanarak mantar tıpayı tutturulur. İp yerine bakır tel de kullanılabilir, çünkü bakır HCl ile reaksiyon vermemektedir. 600 ml'lik bir beherin $\frac{3}{4}$ 'ü suyla doldurulur. Gaz büretine 15 ml kadar seyreltik HCl konulur ve büretin geri kalan kısmını asit ile karışmamasına dikkat ederek su ile tamamlanır. Karışmayan asit, büret ters çevrildiğinde yavaş yavaş aşağıya inecektir. Mg şeritli mantar bürete tutturulup çevrilir ve beherdeki suyun içine daldırılır. Büretin ağzı tam beherin altına gelecek şekilde spora bir kısıkaç yardımı ile bağlanır. Büretin içinde hava sütunu varsa çıkan H₂ gazının hacmini doğru hesaplayabilmek için ilk su yüksekliği kaydedilir. Eğer büret içinde hava kalmaksızın doldurulmuş ise bu değer "0" kabul edilir. Daha yoğun olan asidin aşağıya doğru indiği ve Mg şeride ulaştığında H₂ gazı çıkmaya başladığı görülür. Tepkime tamamlanınca büretin üstündeki son gaz hacmi ölçülür. Gaz büretinin üst seviyesi ile beherin içindeki su seviyesi arasındaki mesafe hesaplanır. Termometrenin ucu, büretin ağzına yakın gelecek şekilde behere daldırılır ve su sıcaklığı kaydedilir. Ölçülen sıcaklıktaki suyun denge buhar basıncı tablodan okunur. Barometreden hava basıncı tespit edilir.

Suyun Kısmi Basıncı

20°C	17.5 mmHg	21°C	18.7 mmHg	22°C	19.8 mmHg
23°C	21.1 mmHg	24°C	23.4 mmHg	25°C	23. mmHg
26°C	25.2 mmHg	27°C	26.7 mmHg	28 °C	28.3 mmHg



Mg'un eşdeğer ağırlığını tayinde kullanılan deney düzeneği

Veriler ve Sonuçlar:

Mg'un kütlesi.....	.....
Gaz çıkışı başlamadan önceki (ilk) yükseklik.....	.....
Büretteki hava hacmi.....	.....
Gaz çıkışı bittikten sonraki (son) yükseklik.....	.....
H ₂ gazı hacmi .....	.....
Büretteki gazın toplam basıncı.....	.....
Büretteki H ₂ 'nin kısmi basıncı .....	.....
H ₂ 'nin N.Ş.A.'ki hacmi .....	.....
Su sütunu yüksekliği .....	.....
Su sütununa eşdeğer olan civa basıncı .....	.....
Suyun sıcaklığı .....	.....
Ölçülen sıcaklıktaki suyun denge buhar basıncı .....	.....
Atmosfer basıncı .....	.....
İndirgenen H ⁺ iyonunun mol sayısı.....	.....
İndirgenen H ⁺ iyonunun eşdeğer gram sayısı .....	.....
Yükseltgenen Mg'un eşdeğer gram ağırlığı sayısı .....	.....
Mg'un eşdeğer gram ağırlığı .....	.....

Hesaplamalar

$$P_{atm} = P_{H_2O} + P_{H_2} + P_{SU}$$

$$P_{H_2} \cdot V_{H_2} = n_{H_2} \cdot R \cdot T$$

$$R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{litre} / \text{mol} \cdot \text{K}$$

$$760 \text{ mmHg} = 1030 \text{ cm su sütunu yüksekliği}$$

DENEY 7. KRİSTALLENDİRME İLE SAFLAŞTIRMA

Madde ve Malzemeler

Erlen	Huni	Süzgeç Kağıdı	Aktif Kömür
Saf Su	KNO ₃ (potasyum nitrat)	NaCl (sodyum klorür)	Benzoik Asit

Teori

Kristallendirme katı karışımlardaki bileşenleri birbirinden ayırmakta ve bu bileşenleri saflaştırmada kullanılan bir yöntemdir. Kristallenme ile ayırmaya **ayrimsal kristallendirme** ve saflaştırmaya ise **kristallendirme** denir ve temelde aynı işlemleri içerir. Kristallendirme, oda sıcaklığında katı olan maddelerin saflaştırılmasında yaygınca kullanılan bir yöntemdir. Yöntem temel olarak, sıcaklığın düşürülmesi ile çözünürlüğün azalması prensibine dayanır. Sıcaklık artırıldığında kristallenmesi istenen katının çözünmesi ancak uzaklaştırılmak istenen safsızlıkların çözünmemesi beklenir. İdeal bir kristallendirmede safsızlık yaratan maddeler sıvıda kalırken katı madde temiz kristaller halinde çöker. Kristallendirme ile saflaştırmada izlenen yol genel olarak şöyledir.

1. Katı madde çözücünün kaynama noktasında çözülür.
2. Çözünmeyen maddeler çözelti sıcakken süzülür.
3. Sistem mümkün olduğu kadar yavaş soğumaya bırakılır.
4. Soğuma tamamlandıktan sonra oluşan kristaller süzülür.
5. Kristallere yapışmış olan çözücü kristalleri çözmeyen kolay buharlaşabilen bir sıvı ile yıkanır.
6. Elde edilen kristaller uygun bir kurutma yöntemi ile kurutulur.

DİKKAT : Benzoik asit birçok saf kimyasal gibi zehirlidir, tozları solunmamalıdır. Gözleri tahriş edebilir. Eldivensiz çalışılmamalıdır. Çevreye zararlıdır, lavaboya dökülemez.

İki katıdan her ikisi de aynı sıvıda çözündüğü halde, sıcaklıkla çözünürlüklerinin değişimi birbirinden farklı ise bunların oluşturulduğu karışım soğutulursa öncelikle sıcaklıkla çözünürlüğü fazla değişen kristallenerek karışımdan ayrılır. İki maddenin sıcaklıkla çözünürlükleri ne kadar farklıysa ayırma o oranda daha iyi gerçekleşir. Kristallendirme işlemi uygulanacak katının; belirli bir çözücüde sıcakta çözünüp, soğukta çözünmemesi gerekir. Bunun için saflaştırılacak katı uygun bir çözücüde ısıtılarak doygun çözeltisi hazırlanır ve sıcak çözelti süzülerek çözünmeyen safsızlıklar uzaklaştırılır. Sıcak çözeltide bulunan maddenin kristallenmesini sağlamak için şu işlemlerden biri uygulanır:

- Çözelti soğutulur.
- Çözelti aşırı doymuş hale getirilir.
- Çözünenin çözünmediği ikinci bir çözücü eklenir.
- Çözünenin buharlaşmayacağı durumlarda çözücünün bir kısmı buharlaştırılır.

Oluşan saf kristaller süzülerek alınır, çözeltide ise çözünür safsızlıklar kalır. Bu şekilde elde edilen kristaller yeteri kadar saflıkta değilse, başka çözücü yada çözücü sistemleri kullanarak yeniden kristallendirme işlemi yapılır. Ayrimsal kristallendirme işleminde ise, katı karışımdaki bileşenlerden birinin daha az diğerinin daha çok çözündüğü bir çözücü belirlenir ve bu çözücüde katı karışım ısıtılarak çözülür ve sıcakken süzülür. Çözelti soğutulurken önce, çözücüde daha az çözünen maddenin saf kristalleri, çözeltinin daha çok soğutulması ile daha çok çözünen maddenin saf kristalleri oluşur. Elde edilen kristaller ayrı süzme işlemleri ile çözeltiden alınır.

Deneyin Yapılışı:

1g kristallendirilecek madde toz haline getirilir ve erlene boşaltılır. Madde, minimum hacimdeki çözücünün (katı maddenin yüzeyini kaplayacak kadar) kaynama noktasında erlen içerisinde çözünür. Erlen su banyosu veya bir ısıtıcıda yavaş yavaş karıştırılarak ısıtılır. Eğer madde tamamen çözünmediyse bir miktar çözücü ilave edilir. Çözücü ilavesine madde tamamen çözününceye kadar devam edilir. Çözelti renklenirse aktif kömürden vakum trompu ile süzülür. Bu süzmeden sonra rengin kaybolduğu görülecektir. Daha sonra sıcak çözelti tekrar süzülür. Maddenin bir kısmının filtre kağıdında kristallenmemesi için süzme işlemi çok hızlı yapılmalıdır. Sıcak süzme işlemlerinde kullanılan tüm aparatların aynı sıcaklığa getirilmiş saf su ile yıkanması filtre kağıdı ve cam malzemelerde ani soğumaya bağlı kristallenmeyi engelleyecektir. Eğer çözelti hızlı soğutulursa (musluk suyuna tutarak veya buz banyosunda) kristaller çok küçük olur ve buda yüzey alanı

genişleyen kristallerin safsızlıkları tutmasını kolaylaştırır. Kristallenme sũresince erlen hareket ettirilmemelidir. Eğer kristallendirme olmuyorsa o maddeden birkaç kristali çözeltiye ilave edilir veya cam bagetle erlenin i çeperi çizilir. Oluşan kristaller sũzũlerek alınır. Sũzme işlemi vakumda yapılırsa kristalleri kurutmak daha kolay olur. En son işlem kristallerin kurutulmasıdır. Bu amaçla vakum etũv kullanılır. Dũřuk basınç ve dũřuk sıcaklıkta maddenin bozunması da enlenmiř olur.

Ayrımsal Kristallendirme:

Sodyum klorũr (NaCl) ile potasyum nitrat (KNO_3) tuz karışımının ayrılması ayrımsal kristallendirme işlemi ile gerçekleştirilir. Bunun için tuz karışımı suda özũlũr, ısıtılır ve sũzũlũr. Çözelti soğutulurken önce daha az özũnen NaCl öker, KNO_3 suda özũlmũř olarak kalır. Kalan bu çözelti daha da soğutulurken KNO_3 'ın kristallenmesi sağlanır. Böylelikle NaCl ile KNO_3 tuzları ayrılmış olur.



Benzoik Asit Kristalleri

DENEY 8. SAF BİR MADDENİN ERİME VE DONMA NOKTASI TAYİNİ

Madde ve Malzemeler

Asit Tabancası	Saat Camı	Spatül	Erime ve Donma noktası tayin edilecek madde
Termometre	Mantar	Kapiler Tüp	Atık Toplama Beheri

Teorik Bilgi

Erime, bir maddenin katı halden sıvı hale dönüşümü olarak bilinir ve katı bir maddenin erime noktası (e.n.) bir atmosfer basınç altında katının sıvı hale dönüşmeye başladığı sıcaklık olarak tanımlanır. Saf maddeler için katı halden sıvı hale geçiş oldukça kesin bir sıcaklıkta ve genellikle 0.5°C'lik bir aralık içinde olur. Maddenin saf olmaması erime noktasında önemli düşmelere neden olur. Bu bakımdan erime noktası katı maddelerin saflık kontrolünde ve tanınmasında kullanılan önemli bir fiziksel özelliktir. Bazıları dışında, genellikle, her katı organik bileşiğin karakteristik bir erime noktası vardır.

Erime olayının tersi, yani bir sıvının katı hale dönüşümü **Donma** olarak bilinir. Donma noktası (d.n.) ise bir atmosfer basınç altında sıvı ve katının bir arada bulunan bileceği sıcaklık olarak tanımlanabilir. Saf maddeler için erime donma noktaları birbirinin aynıdır.

Deneyin Yapılışı

Erime noktası tayini, yandaki şekilde gösterilen erime noktası tayin cihazı ile (Asit Tabancası veya Tie Aparatı) yapılır, içindeki sıvı parafin veya yüksek kaynayan bir petrol ürünü bulunan erime noktası tayin cihazına bir mantar yardımıyla ayarlı bir termometre konur. Termometre seviyesini görmek için mantar bir parça kesilir. Erime noktası tayini 80-100mm uzunluğunda ve 1-1,5mm çapında kapiler tüplerle yapılır. Bu tüplerin bir ucu kapalı olmalıdır. Erime noktasına bakılacak madde kuru ve toz olmalıdır. Hatta toz halinde değil ise bir saat camı üzerinde spatülle toz haline getirilmelidir. Erime noktası tayini tüpü (ince kapiler) açık tarafı maddeye batırılarak madde alınır ve tüp kapalı tarafına çevrilip bir cam boru içinde zıplatılarak maddenin tüpün dibinde toplanması sağlanır. Tüpteki madde yüksekliği yaklaşık 5mm olmalıdır.

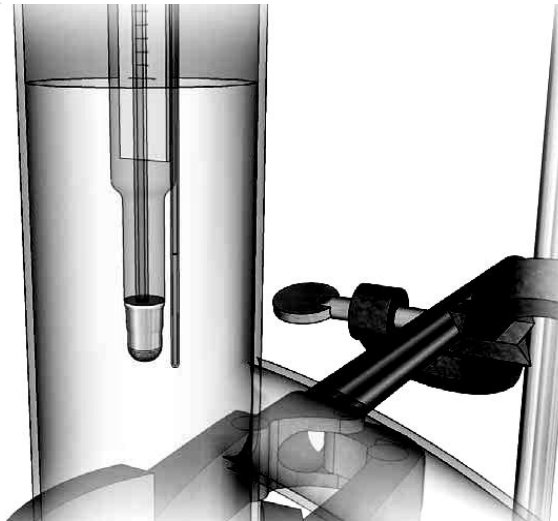
Elastik bir kauçuk hortumdan kesilen halka ile kapiler tüpün ucu civa haznesinin ortasına gelecek şekilde termometreye bağlanır. Hiçbir şekilde lastik halka banyoya değmemelidir. Eğer maddenin erime noktası yaklaşık olarak biliniyorsa, erime noktasının 15-20°C aşağısına kadar banyo hızlıca ısıtılabilir. Bundan sonra yavaşça ısıtma devam edilir. Maddenin yumuşamaya başladığı ve tam eridiği sıcaklıklar kaydedilir.

Bazı organik katı maddelerin erime noktaları aşağıda verilmiştir.

Naftalin : 80°C
Difenik Karbazid : 172°C

Benzoik Asit : 122°C

Amonyum Nitrat : 169°C



DENEY 9. DONMA NOKTASI ALÇALMASI İLE MOLEKÜL AĞIRLIĞI TAYİNİ (KRİYOSKOPI)

Madde ve Malzemeler

Beher	Baget	Kronometre	Kükürt
Deney Tüpü	Termometre	Grafik Kağıdı	Naftalin

Teori

Bilindiği gibi saf çözücülere kıyasla, bu çözücülerin uçucu olmayan çözeltilere ilişkin toplam buhar basıncı daha düşük olur. Bu tür çözeltilerdeki buhar basıncı azalması ise, çözeltide kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalmasına neden olur. Çözeltilerin bu tür davranabilme özellikleri "koligatif özellikleri" olarak adlandırılır. Kolligatif özellikler maddenin yapısı ve kimyasal özelliğine bağlı olmayan, sadece molekül yapısına bağlı olan özelliklerdir. Bunlar; buhar basıncı alçalması, donma noktası alçalması, kaynama noktası yükselmesi ve osmotik basınç olmak üzere dört tanedir. Bu kolligatif özelliklerin nedenlerini daha iyi anlayabilmek için Raoult Yasası'nı hatırlayalım.

Raoult Yasası'na göre; bileşenleri uçucu olmayan homojen bir sıvı karışımındaki (çözeltideki) bileşenlerin her birinin kısmi buhar basıncı (p_i), o bileşenin saf haldeki buhar basıncı (p_1^0) ile çözeltideki mol kesri (X_i) çarpımı ile verilir.

$$P_i = p_1^0 X_1 \quad (1)$$

Genellikle seyreltik çözeltiler Raoult Yasası'na uyarlar ve bileşenleri bir sistem için Raoult Yasası;

$$P_i = p_1 + p_2 \quad (2)$$

$$P_i = p_1^0 X_1 + p_2^0 X_2 \quad (3)$$

Burada P , toplam buhar basıncı, p_1 çözücünün kısmi buhar basıncı ve p_2 çözeltilerin kısmi buhar basıncıdır. Benzer şekilde çözünenin uçucu olmayan bir sistem için Raoult Yasası;

$$P_i = p_1 + p_2 (\cong 0) = p_1^0 X_1 \quad (4)$$

Böyle bir sistemde çözeltilerin toplam buhar basıncı, yalnızca saf çözücünün kısmi buhar basıncına eşittir.

$$P = p_1 = p_1^0 X_1 = p_1^0 (1 - X_2) \quad (5)$$

$$X_2 = (p_1^0 - p_1) / p_1^0 = \Delta P / p_1^0 \quad (6)$$

ΔP buhar basıncı düşmesi, $\Delta P / p_1^0$ bağıl buhar basıncı düşmesini göstermektedir. Kısaca; bu bağıntıya göre böyle bir sistemde saf çözücünün buhar basıncı çözücünün çözeltideki buhar basıncından büyük olmaktadır. Uçucu olmayan çözünen ile hazırlanan bir çözeltilerin buhar basıncının saf çözücünün buhar basıncına göre düşük olması; çözeltilerin kaynama noktası yükselmesine, donma noktası düşmesine ve ozmoz olayına yol açar. İşte çözeltilerin bu özelliklerine, birbirine bağlı anlamına gelen **kolligatif özellikler** denir. Buhar basıncı alçalmasından yola çıkarak çözeltilerin donma noktasının saf çözücünün donma noktasından daha düşük olacağını çıkarabiliriz.

Donma noktası düşmesi;

$$\Delta T_d = T_{dn}(\text{çözeltili}) - T_{dn}(\text{çözücü}) \quad (7)$$

$$\Delta T_d = K_d m \quad (8)$$

şeklinde verilir. K_d : molal donma noktası düşmesi sabiti ve m molalite cinsinden konsantrasyondur. K_d 1 molallik bir çözeltilerin donma noktasındaki alçalmaya eşit olup birimi derece molal⁻¹'dir.

Bazı çözücülerin molal donma noktası düşmesi sabitleri aşağıda verilmiştir.

Çözücü	Donma noktası (°C)	K_d (derece molal ⁻¹)
H ₂ O	0.0	-1.86
Naftalin	80.2	-6.80
Asetik asit	16.5	-3.90

Deneyin Yapılışı

Deney tüpüne 10g naftalin koyulur, su banyosuna yerleştirilir. Su banyosu naftalinin tümü eriyene kadar (~90°C) ısıtılır. Tüp su banyosundan çıkarılarak naftalin soğumaya bırakılır. Her 30 saniyede bir sıvı haldeki naftalinin içine termometre daldırarak sıcaklık kaydedilir. Bu işlem naftalin katılaşana kadar yapılır. Sonrasında 1g kükürt tartılıp naftaline ilave edilir. Beherdeki su tekrar ısıtılır ve naftalin + kükürt karışımı eritilir. Benzer işlemler karışım için tekrarlanır.

Deney sonunda tüpü temizlemek için katı karışım yeniden eritilip deney atıklarını toplamak amacıyla belirlenen kaba aktarılır (Artıklar kesinlikle lavaboya dökülmez! Bu işlem için ayarlanan bir toplama kabına aktarılır). Tüpte kalan kalıntılar sıcak su ile temizlenir.

Hesaplamalar

Naftalin için: $K_d = -6,8/\text{derece Molal}$

Naftalinin formül kütlesi = 128 g/mol

Kükürdün molekül kütlesi ?

Bu deneyde ilkin **naftalin** ve **naftalin-kükürt** çözeltisi için saptanan donma noktalarının farkı (ΔT_d) bulunur.

Aşağıdaki eşitlikten yararlanarak, kükürdün molal derişimi hesaplanır.

$$\Delta T_d = K_d (\text{naftalin}) \times m_{\text{kükürt}}$$

$$m_{\text{kükürt}} = \frac{\Delta T_d D(\text{Denel})}{6,80}$$

Daha sonra molalitenin tanımından yararlanarak;

$$\text{Molalite} = \frac{\frac{\text{Kütle (g)}}{MA}}{m \text{ (Kg) (çözücü)}} = \frac{\text{mol çözünen}}{m_1 \text{ (g) (çözücü)}} \cdot 1000$$

kükürdün moleküler kütlesi hesaplanabilir.

Veriler

Naftalinin Kütlesi :

Kükürt Kütlesi :

Naftaline ait soğuma verileri		Naftalin + Kükürt karışımına ait soğuma verileri	
Zaman (s)	Sıcaklık (°C)	Zaman (s)	Sıcaklık (°C)

Sonuçlar:

Naftalin ve naftalin-kükürt karışımı için sıcaklık-zaman ve soğuma eğrileri aynı grafik üzerine çizilir.

Naftalin için okunan donma noktası:

Naftalin-Kükürt karışımı için okunan donma noktası:

Donma noktası alçalması:

Kükürdün mol kütlesi:

Kükürdün molekül formülü:

DENEY 10. İNDİRGENME YÜKSELTGENME REAKSİYONLARI

Teori

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
MnO_4^-	Mn^{+2}	Renk değişimi: mordan renksiz
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Cr^{+3}	Renk değişimi: portakaldan yeşile
I_2	I^-	Renk değişimi: kahverengiden renksiz
Fe^{+3}	Fe^{+2}	Renk değişimi soluk sarıdan soluk yeşildir. 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 2.5M H_2SO_4 ilave edilir.
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 0.1M BaCl_2 ilave edilir. Çözünürlük testinde 5M HCl kullanılır.

Madde ve Malzemeler

DeneY Tüpü	H_2O_2	0.1M FeSO_4	0.5M KI	2.5M H_2SO_4
0.1M Na_2SO_3	0.1M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0.1M KSCN	0.1M KMnO_4	

Deneyin Yapılışı

Permanganat – Mangan(II)

Üç tane temiz test tüpüne 5 damla 0.1M KMnO_4 çözeltisi koyulur. Bu test tüpleri 2'şer damla derişik H_2SO_4 ile asidik hale getirilir. Bu çözeltilerden birine 5 damla 0.1M FeSO_4 damlatılır. Diğer çözeltiye 5 damla H_2O_2 çözeltisi ilave edilir. Son tüpe ise 5 damla 0.1M Na_2SO_3 eklenir. Değişiklikler gözlenir ve tepkime denklemi yazılır.

$\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}_2, \text{H}^+ / \dots\dots\dots$

$\text{KMnO}_4, \text{FeSO}_4, \text{H}^+ / \dots\dots\dots$

Demir(II) – Hidrojen peroksit

İki tane temiz test tüpüne 5 damla 0.1M FeSO_4 ve 2 damla 2.5M H_2SO_4 koyulur. Bu test 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.

$\text{Fe}^{+2}, \text{H}_2\text{O}_2, \text{H}^+ / \dots\dots\dots$

$\text{Fe}^{+2}, \text{H}_2\text{O}_2, \text{H}^+ / \dots\dots\dots$

İyot – Hidrojen peroksit

İki tane temiz test tüpüne 2 damla 2.5M H_2SO_4 ve 5 damla 0.5M KI koyulur. Bu test 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.

$\text{I}_2, \text{H}_2\text{O}_2, \text{H}^+ / \dots\dots\dots$

$\text{I}_2, \text{H}_2\text{O}_2, \text{H}^+ / \dots\dots\dots$

Dikromat – Krom(III)

İki tane temiz test tüpüne 5 damla 0.1M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ çözeltisi koyulur. Bu test tüpleri derişik H_2SO_4 ile asidik hale getirilir. Tüplerin birine 5 damla 0.1M FeSO_4 , diğerine 0.5M KI çözeltisinden 2 damla damlatılır. Değişiklikler gözlenir, tepkime denklemi yazılır.

$\text{FeSO}_4, \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}^+ / \dots\dots\dots$

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{KI}, \text{H}^+ / \dots\dots\dots$

DENEY 11. ATOM AĞIRLIĞI TAYİNİ

Elementlerin atom ağırlığı oksijene göre tayin edilir. Oksijenin atom ağırlığı 8 akb (atomik kütle birimi) olarak kabul edilir. Bir elementin atom ağırlığını tayin etmenin en kolay yolu; o elementi oksijen ile birleştirmek ve bu bileşikteki oksijen ile element miktarlarını tayin etmektir. Böylece elementin her atomunun kaç oksijen atomu ile birleştiği anlaşılır.

Bu deneydeki bir miktar kalay, oksit haline getirilerek kalayın atom ağırlığı tayin edilecektir. Ağırlık artmasından, kalayın her gramı ile birleşen oksijen miktarını hesaplamak mümkündür. Oksit içindeki kalay ve oksijen atomlarının bağıl sayısını bulmak için de, **Dulong-Petite** kanunundan yararlanılır. Bu kanuna göre, katı bir elementin atom ağırlığı ile özgül ısısının çarpımı yaklaşık olarak 6.3'e eşittir.

$$\text{Atom ağırlığı} \cdot \text{özgül ısı} \approx 6.3$$

Gerekli Madde ve Malzeme

Kroze	Amyant tel	Bunzen beki	Metalik kalay	HNO ₃
-------	------------	-------------	---------------	------------------

Deneyin Yapılışı

1. Krozenin kapağını biraz aralık bırakarak kapayınız ve krozeyi amyant tel üzerinde bek aleviyle yavaş yavaş ısıtın.
3. Soğuyan krozeyi kapağıyla birlikte duyarlı bir şekilde tartın. Krozeye yaklaşık 0.5 gr kadar kalay yaprağı koyun ve tekrar tartın.
4. Krozeyi tel üçgene yerleştirin. Yavaşça ve dikkatlice 5 ml kadar derişik asidi koyun. Krozenin kapağını aralık bırakarak kapatınız.
5. Küçük bir alevde hafifçe 15 dakika kadar ısıtın. Eğer bir sıçrama görülürse ısıtmayı kesin. Sıvının tamamı uçtuktan sonra 10 dakika kadar kuvvetle ısıtın.
6. Krozeyi bir amyant üzerine alın ve soğumaya bırakın, sonra krozeyi tartın.

Sonuçların Değerlendirilmesi

- | | |
|--|---|
| a) Kroze ve kapağının ağırlığı | : |
| Kroze, kapak ve metalin ağırlığı | : |
| Kroze, kapak ve oksidin ağırlığı | : |
| b) Oksidin ağırlığı | : |
| c) Oksitteki metalin ağırlığı | : |
| d) Oksitteki oksijenin ağırlığı | : |
| e) 1 gr oksijen başına düşen metalin ağırlığı | : |
| f) 16 gr oksijen başına düşen metalin ağırlığı | : |
| g) Metalin atom ağırlığı | : |
| Kalay atomu 1 oksijen atomuyla birleşmişse | : |
| Kalay atomu 2 oksijen atomuyla birleşmişse | : |
| Kalay atomu 1 oksijen atomuyla birleşmişse | : |
| h) Metalin özgül ısı | : |
| i) Metalin yaklaşık atom ağırlığını bulunuz | : |

Sorular

1. 0.9 gr alüminyum HCl ile reaksiyona girdiğinde 0.1 gr hidrojen gazı elde ediliyor. Alüminyumun özgül ısı 0.216 Cal/gr.derece olduğuna göre alüminyumun atom ağırlığı ve eşdeğer gramını bulunuz.
2. 1.02 gr çinko 0.25 gr oksijen ile birleşmektedir. Çinkonun özgül ısı 0.0928 Cal/gr.derece olduğuna göre çinkonun atom ağırlığını ve eşdeğer gramını bulunuz.

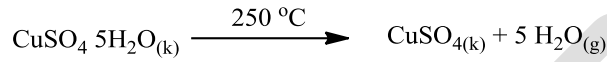
DENEY 12. HİDRAT SUYU TAYİNİ

Genel Bilgi

Bazı maddeler ısıtıldıkları zaman erimeden bozunurlar. Bu bozunma işlemi, geri dönüşümlü olabildiği gibi geri dönmeyecek (bu durumda, eski yapısına geri gelemeyen) 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 anlaşılabileceği 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 ortamdaki 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 hidroscopic maddeler denir ve kurutucu madde (desikant) olarak kullanılırlar. Bazı maddeler çok iyi hidroscopic özellik gösterirler, bunun neticesi olarak çevresindeki suyu absorbe ederek içinde çözünürler. Bunlara kalsiyum klorür örnek olarak verilebilir.

Bu tür hidroscopic 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

Mağnezyumsülfat hepta hidrat 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)

Buharlaştıran su miktarı (g)

Suyun yüzde miktarı

$$(\text{Uçan su miktarı (g)} / \text{Hidrat Epsom tuzu miktarı (g)}) \times 100 = (2.722 \text{ g} / 5.320 \text{ g}) \times 100 = \% 51.17$$

b. Suyun mol sayısı

$$\text{Uçan su miktarı (g)} / \text{Suyun molekül ağırlığı (g/mol)} = 2.722 \text{ g} / 18.02 \text{ g/mol} = 0.1511 \text{ mol}$$

c. $MgSO_4$ 'ın mol sayısı

Susuz $MgSO_4$ miktarı (g) / $MgSO_4$ molekül ağırlığı(g) = 2.598 g / 120.40g/mol = 0.02158 mol

d. Suyun mol sayısının $MgSO_4$ 'ın mol sayısına oranı

Suyun mol sayısı / $MgSO_4$ 'ın mol sayısı = 0.1511 mol / 0.02158 mol = 7 mol

Suyun mol oranının magnezyum sülfatın mol oranının 7 olması, bir mol magnezyum sülfat içinde 7 mol su varlığını göstermektedir ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$).

Deneyin Amacı

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

Deneyin Yapılışı

1. Bir porselen kroze alıp, iyice temizleyin, gerekirse deterjanlı su ile iyice yıkayıp, bol su ile duruladıktan sonra bir kaç defa da saf su ile durulayıp, kağıt mendil ile kurulayıp iyice kurutunuz.
2. Porselen krozeyi kül fırınına koyup, $500^\circ C$ '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 krozeyle dışarı dökmeden dikkatlice koyup, kroze ile beraber hassas bir şekilde tartıp kaydedin.
6. Dolu krozeyi tekrar kül fırınına koyup 10 dakika $500^\circ C$ '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.

Gerekli Madde ve Malzeme

Porselen Kroze	Tel maşa	Bakır(II)sülfat penta hidrat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
----------------	----------	---

Deney Öncesi Sorular

1. Hidratlar erir mi?
2. Hidratların sabit oranlar kanununa uyduğunu gösteriniz.
3. Jips, kalsiyum sülfat'ın hidratıdır ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)
 - a. Jips içinde toplam kaç atom vardır?
 - b. Isıtıldığında, jips molekülünden kaç tane atom uzaklaştırılır?
 - c. Jips içindeki suyun yüzde bileşimini hesaplayıp, işleminizi aşağıda gösteriniz.
 - d. 15.00 g jips'i ısıtacak olursanız, ne kadar su uzaklaşır ve ne kadar susuz tuz kalır hesaplayınız. Yaptığınız işlemi aşağıda gösteriniz.

DENEY 13. ISITMA VE SOĞUTMA

Isıtma Metotları

Her kimyasal reaksiyon ısı salınması veya ısı soğurulmasıyla oluşur. Onun için kimyasal işlemlerde başarı sıcaklığın kontrolü ile yakından ilgilidir.

Kimya laboratuvarında duyarlı bir sıcaklık kontrolü istendiğinde veya aynı sıcaklığın uzun bir süre korunması gerektiğinden ilave doğrudan ısıtma yerine amaca uygun bir ısıtma banyosu seçilir. 100°C'ye kadar olan ısıtmalarda su banyosu kullanılır. Bir beher veya madeni bir kap su ile doldurulur ve bir bek alevi ile ısıtılır. En çok kullanılan su banyosu, üstünde büyüklükleri ısıtılacak kaba uyacak şekilde iç içe geçen halkalardan ibaret bir kapağı bulunan silindirik bir kaptır. Bu su banyosunda su yerine NaCl, KCl, NaNO₃, K₂CO₃, CaCl₂'ün doymuş çözeltileri kullanılırsa banyoyu sırasıyla 105, 108, 120, 135 ve 180°C'ye kadar ısıtmak mümkündür. 100°C'den yukarı ısıtmalarda genellikle yağ banyosu kullanılır. 140-150°C'ye kadar gliserin, 220°C'ye kadar parafin yeterlidir. 250°C için hidrojenlenmiş yağlardan biri alınmalıdır. Yağ banyoları daima çeker ocaklarda kullanılmalıdır. Daha yüksek sıcaklıklar için sıvı metal alaşımlar veya metal bloklar kullanılmalıdır. Daha yüksek sıcaklıklar için sıvı metal alaşımlar veya metal bloklar kullanılmalıdır. Bunun için ısı iletkenliği ve öz ısı yüksek olan metal veya alaşımlar kullanılır. 500°C'ye kadar bakır veya alüminyum, daha yüksek sıcaklıklar için bronz ve nikel-krom alaşımları kullanılır. Daha iyileri ise, elektrik ile ısıtılan hava banyoları veya ısıtıcı mantolardır. Bu banyolarda sıcaklık kontrolü zor olmakla beraber basitlikleri ve ucuz olmaları seçim nedenleridir.

Soğutma Metotları

Bazı reaksiyonların yürütülmesi için sıcaklığın düşük tutulması gerekir. 0-5°C arasındaki sıcaklıklar için en çok kullanılan soğutucu karışım 1 kısım tuz ve 3 kısım buz karışımıdır. Bu yolla pratikte -5°C'den -18°C'ye kadar sıcaklıklar elde edilebilir. Aşağıdaki tabloda laboratuvarlarda buz ile bazı tuzları kullanarak elde edilebilecek en düşük sıcaklıklar ve karışımın oranları verilmiştir. Hızlı soğutma için buz ufalanmış olmalı ve tuz da önceden 0°C'ye soğutulmuş olmalıdır.

	T U Z L A R					
	Na ₂ CO ₃	KCl	NH ₄ Cl	NaNO ₂	NaCl	CaCl ₂
Ağırlıkça 100 kısım buza ilave edilecek tuz	20	30	25	50	33	150
En düşük sıcaklık (°C)	-2	-11	-15	-18	-20	-49

Çok düşük sıcaklıklar için katı CO₂ kullanılır. Dietileter ve asetonla karıştırılmış katı CO₂ ile sırasıyla -75 ve -78°C gibi düşük sıcaklıklara inme imkanı vardır.

Deneyin Yapılışı

1. Buzluktan 4 gr. buz alınız. Bunu küçük parçalara ayırınız. Termometreyle sıcaklığını ölçünüz. Sonra 0°C'ye kadar soğutulmuş NH₄Cl'den 1 gr. ilave ediniz. Karıştırma işleminden sonra tuz-buz karışımının sıcaklığını tekrar okuyunuz.
2. Buzluktan 2 gr. buz alınız. Bunu küçük parçalara ayırdıktan sonra önceki gibi sıcaklığını ölçünüz. Sonra 0°C'ye kadar soğutulmuş KCl'den 2 gr. alınız ve buzla karıştırınız, sıcaklığını okuyunuz. Okuduğunuz sıcaklık değerlerini karşılaştırarak sonuçları değerlendiriniz

DENEY 14. GAZLARDA DİFÜZYON OLAYININ İNCELENMESİ

Bir maddenin belirli bir faz içinde yayılması olayına **Difüzyon** adı verilir. Kelime anlamı olarak difüzyon yayılma demektir. Bir çözeltide çözünen taneciklerin çözücü içinde her yere yayılması olayı bir difüzyon olayıdır. Burada çözünen moleküllerin ve çözücü moleküllerinin fiziksel halleri önemli değildir. Taneciklerin belli bir ortamdaki difüzyon yetenekleri, bu taneciklerin kinetik göç hızlarına bağlıdır. Kinetik göç hızları da tanecik büyüdükçe azalır. Yani küçük taneciklerin (örneğin moleküller) büyük taneciklere göre difüzyon yetenekleri daha fazladır.

Gazların difüzyon hızları (v) molekül ağırlıklarının (M) karekökü ile ters orantılıdır. Bu ifade **Graham Difüzyon Olayı** olarak bilinir. Matematiksel olarak,

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

ifade edilebilir. Aynı sıcaklık ve basınç şartlarında iki ayrı gazın difüzyon hızları (v_1, v_2), molekül ağırlıkları (M_1, M_2) ve yoğunlukları (d_1, d_2) arasında şu ilişki yazılabilir:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

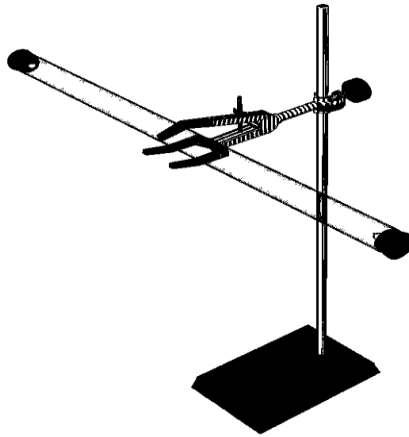
Yukarıdaki eşitliği aynı zamanda gazların aldığı yol cinsinden ifade edersek,

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{M_2}{M_1} \quad \text{eşitliği yazılabilir. Burada } f_1 \text{ ve } f_2 \text{ gazların aynı zamanda aldıkları yoldur.}$$

Günlük hayatımızda gazların difüzyonu ile ilgili pek çok olayla karşılaşırız. Örneğin, odanın bir köşesine birkaç damla esans döküldüğünde odanın her tarafına kokunun yayılması olayı esansı oluşturan moleküllerin havadaki difüzyonundan ileri gelir. Laboratuvarın bir tarafında amonyak şişesinin ağzı açık bırakılmışsa laboratuvarın her yerinden kısa sürede amonyak kokusunun gelmesi yine amonyak moleküllerinin havada difüzyonunu gösterir.

Deneyin Yapılışı

Yaklaşık 1 m boyunda iki ucu açık cam doru alınız. Mantara takılı cam boruların açık uçlarına birer parça cam pamuğu koyunuz. Bu cam pamuklardan birinin üzerine 3-5 damla derişik amonyak diğerinin üzerine 3-5 damla derişik hidroklorik asit damlatınız. Kısa sürede bu tıpaları, daha önce iki ucu açık ve bir spora yatay olarak tutturulmuş cam borunun uçlarına aynı anda takınız. Bir süre sonra cam borunun belli bir yerinde beyaz dumanlar göreceksiniz. Bu gözleminize **Graham Difüzyon Kanunu'nu** uygulayınız.



Difüzyon deneyinde kullanılan deney düzeneği

DENEY 15. KATALİZÖRLER

Kimyasal reaksiyonların bazıları hızlı, bazıları ise son derece yavaş cereyan ederler. Yavaş olan reaksiyonların hızlandırılması istendiğinde katalizör denen maddelerden faydalanılır ve her reaksiyonun kendine has katalizörleri vardır.

Kendileri reaksiyona girmedikleri halde reaksiyon hızını değiştiren maddelere **katalizör** ve bu olaya da **katalizlenme** denir.

Katalizör; reaksiyonun stokiyometrisi bakımından gerekli değildir. Fakat girdiği reaksiyonun hızını değiştiren maddelerdir. Katalizörler sadece reaksiyon hızını arttırmazlar, reaksiyon hızını azaltan katalizörler de vardır. Katalizlenme tek bir fazda oluyorsa yani, reaksiyona giren maddeler ve katalizör aynı fazda iseler buna **homojen kataliz**, farklı fazdalar ise buna da **heterojen kataliz** adı verilir.

H₂O₂ nin Katalitik Parçalanması

Az bir miktar katalizör, yapacağınız deneyde Potasyum iyodür (KI), hidrojen peroksidin suya ve oksijene parçalanma reaksiyonunu hızlandıracaktır. Potasyum iyodürün, hidrojen peroksidin parçalanması reaksiyonundaki hızlandırma etkisi (katalizlemesi), reaksiyon balonuna bağlı olan balonun şişmesi ile anlaşılacaktır.

Gerekli madde ve malzemeler

2 adet 100 ml'lik balon	2 adet balon (öğrenciler temin edecekler)	H ₂ O ₂ çözeltisi	KI
-------------------------	--	---	----

Deneyin Yapılışı

100 ml'lik bir deney balonuna 5 ml H₂O₂ ve 5 ml saf su ilave edildikten sonra en fazla 0.1 gr KI ilave edilerek balonun ağızına balon takılır. KI'ün fazlasından kaçınılmalıdır.

Sorular

1. Reaksiyon hızına katalizörlerin etkilerini açıklayınız?
2. Otokataliz nedir?

DENEY 16. pH ve İNDİKATÖRLER

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/lit olduğu bulunmuştur. Buna göre suyun iyonlaşma sabiti

$$K_{\text{su}} = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.10^{-14} \text{ olur.}$$

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

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

Aktiflik 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. Hidroksil iyonu aktifliğinin eksi logaritmasına da **pOH** denir.

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

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 hidroksil iyonları konsantrasyonları ile 25°C'deki sulu bir çözeltinin asitlik ve bazlığı arasındaki ilişki şöyle özetlenebilir.

$$\text{Bazik çözelti } \text{pH} > 7.00 > \text{pOH}$$

$$\text{Nötral çözelti } \text{pH} = 7.00 = \text{pOH}$$

$$\text{Asidik çözelti } \text{pH} < 7.00 < \text{pOH}$$

pH'nın 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,

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

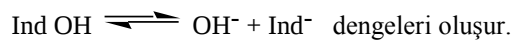
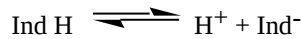
$$-\log [\text{H}^+] + (-\log [\text{OH}^-]) = -\log 10^{-14}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

bulunur. pH ya pOH indikatörleri ya da pH metre ile tayin edilebilir.

pH İndikatörleri

Ortamin hidrojen iyonu konsantrasyonuna göre renk değiştiren organik maddelere **pH İndikatörleri** denir. Bunlar organik zayıf asit ve bazlardır. Suda çözünmelerini 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;



$$\frac{[\text{H}^+] [\text{Ind}^-]}{[\text{Ind H}]} = K_i$$

$$[\text{H}^+] = \frac{[\text{Ind H}]}{[\text{Ind}^-]} K_i$$

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, fenolfitaleyn 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 kullanılabileceği 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.

Madde ve Malzemeler

Deney tüpü	Turnusol kağıdı	Fenolfitaleyn	NaOH
Metil oranj	Bromtimol mavisi	CH ₃ COOH	HCl

Deneyin Yapılışı

1. 0.1 M HCl çözeltisinden 1 ml alınarak üzerine 9 ml saf su koyun ve çözeltinin pH'ını ölçün. Ayrıca pH'ı 4 olan çözelti hazırlayınız.

2. 1 M CH₃COOH çözeltisinden faydalanılarak 0.01 M ve 100 ml'lik çözeltiyi hazırlayın, pH'ını ölçüp, asitlik sabitini hesaplayınız.

3. Dört deney tüpü alarak 1, 2, 3, 4 şeklinde işaretleyin ve her birine 0.1 N HCl'den 2, 3, 4, 5 ml koyun. Dört deney tüpü daha alarak bunları da işaretleyin ve her birine ml 0.1 N NaOH koyun. Bu HCl ve NaOH koyduğunuz tüpleri bir tüplüğe sıralayın.

- 1 no'lu asit ve baz tüpüne 1 damla metiloranj,
- 2 no'lu asit ve baz tüpüne 1 damla bromtimol mavisi,
- 3 no'lu asit ve baz tüpüne 1 damla fenolfitaleyn,
- 4 no'lu asit ve baz tüpüne 1 turnusol kağıdı ilave ediniz.

Sonuçların Değerlendirilmesi

1. Yukarıda 3 yaptığınız denemelerde oluşan renkleri aşağıdaki gibi tabloda gösteriniz.
2. Her bir çözeltinin pH'ını teorik olarak hesaplayınız.

Tüp	İndikatör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	pH aralığı
1	Metiloranj	Kırmızı														Sarı
2	Bromtimol mavisi															
3	fenolfitaleyn															
4	Turnusol kağıdı															

Sorular

1. 0.1 ve 2.10⁻³ M HCl ile 0.1 ve 3.10⁻³ M NaOH çözeltilerinin pH'larını hesaplayınız.
2. 0.01 M formik asit (HCOOH) çözeltisinin pH'ı nedir (K_a = 2.10⁻⁴) ?
3. Konsantrasyonu 5.10⁻⁴ olan bir NaOH çözeltisine birkaç damla brom timol mavisi damlatıldığında çözelti hangi rengi alır?
4. pH'ı 3.3 olan 2 lt asetik asit (CH₃COOH) çözeltisi içerisinde kaç gram saf asetik asit vardır (K_a = 1.8.10⁻⁵).
5. Eğer 10 M HCl in pH'ını ölçseydiniz kaç bulurdunuz?
6. Teorik olarak hesaplanan pH değerleri ile deneysel olarak bulduğunuz pH değerlerini karşılaştırınız.

DENEY 17. ASİT - BAZ TİTRASYONLARI

Asitler ile bazlar bir araya getirildiklerinde çok kolaylıkla reaksiyona girerek tuz ve su oluştururlar. Konsantrasyonu bilinmeyen çözeltilerin konsantrasyonunu, konsantrasyonu bilinen çözeltilerin konsantrasyonundan volümetrik olarak bulma işlemine **titrasyon** denir. Herhangi bir asidin 1 eşdeğer gramı, herhangi bir bazın 1 eşdeğer gramını nötrleştirir. Nötrleşmenin ne zaman olduğunu indikatör (belirteç) denen maddeler vasıtasıyla anlarız. Bu indikatörler asidik ve bazik çözeltilerde değişik renk alırlar.

Kuvvetli bir asit ile kuvvetli bir baz titre edildiğinde nötrleşme noktasında karışımın pH'ı 7 civarındadır. Eğer asit veya bazdan biri zayıf olursa karışımın pH'ı 7'den farklı olur.

Herhangi bir asidin ve bazın tam nötrleşmesinde eşdeğer gram sayıları aynıdır. Yani;

$$N_a \cdot V_a = N_b \cdot V_b$$

Burada,

N_a : Asidin normalitesi V_a : Asidin hacmi N_b : Bazın normalitesi V_b : Bazın hacmi

$$\text{gr(baz)} = N(\text{asit}) \cdot V(\text{asit}) \times \text{meg}$$

Madde ve malzemeler

Büret	Erlen	HCl	NaOH	Fenolfitaleyn
-------	-------	-----	------	---------------

Not: Limon, elma ve portakalı öğrenci temin edecektir.

Deneyin Yapılışı

1. HCl Asit Konsantrasyonu Tayini

250 ml lik bir erlene 25 ml konsantrasyonu bilinmeyen HCl çözeltisi koyun. Üzerine birkaç damla fenolfitaleyn damlatın. Daha sonra temizlenmiş bir büreti konsantrasyonu belli olan NaOH çözeltisiyle doldurun. Büretin musluğunu size gösterildiği şekilde hafifçe açınız ve NaOH çözeltisinin erlene yavaş yavaş damlamasını sağlayınız.

Bu sırada erleni sürekli olarak çalkalayınız. Nötrleşme noktasına doğru ilaveleri daha yavaş yapınız. Pembe renk oluştuğu anda titrasyona son veriniz. Harcanan NaOH miktarını büretten okuyunuz. Yukarıdaki formülü kullanarak asidin konsantrasyonunu hesaplayınız.

2. Meyve Sularının Asitlik Tayini

Limon, portakal ve benzeri bir meyve sıkılarak suyu çıkarılır ve süzildükten sonra 250 ml'lik bir erlene 2 ml meyve su (limon, portakal suyu vb.) ve 25 ml saf su alınız. Üzerine birkaç damla fenolfitaleyn ilave ediniz. Bürete 0.1 N NaOH çözeltisi doldurunuz. Erlenadaki çözeltinin rengi pembe oluncaya kadar titre ediniz. Harcanan NaOH miktarı kaydediniz. Limon ve portakal suları için asitlik, sitrik asit cinsinden hesaplanır (1 ml 0.1 N NaOH = 6.4 mg sitrik aside karşılık gelir). Elma için asitlik malik asit cinsinden hesaplanır (1 ml 0.1 N NaOH = 6.7 mg malik asit).

Sorular

1. Titre ettiğiniz asidin normalitesi nedir?
2. Bu deneyde fenolfitaleyn yerine başka indikatör kullanılabilir mi?
3. 0.05 M ve 40 ml H_2SO_4 çözeltisi NaOH çözeltisinin 60 ml'si titre edilmiştir. NaOH konsantrasyonu nedir?
4. Yukarıda kullanılan nötrleşme formülünü çıkarınız?
5. 0.1 N ve 100 ml HCl çözeltisine 10, 50, 70, 90, 99, 99.5, 100 ve 101 ml 0.1 N NaOH çözeltisi ilave edildiğinde ortamın pH'larını bularak pH'lara karşı ilave edilen NaOH hacmini grafiğe geçirin ve dönüm noktasını gösteriniz.
6. Kullandığınız meyve suyundaki sitrik asidin konsantrasyonunu hesaplayınız ?
7. Sitrik asit ve malik asidin formüllerini araştırınız ?

DENEY 18. ASİT-BAZ ÇÖZELTİLERİNİN HAZIRLANMASI VE AYARLANMASI

ASİT - BAZ

Asit ve bazlar konusu kimyanın en önemli konularından biridir. Çünkü, kimyasal reaksiyonların çoğunluğu asit ve baz reaksiyonlarıdır. Asit ve bazların başlıca özellikleri şunlardır:

1. Asit ve bazlar katalizör etkisi gösterirler.
2. Asit ve bazlar reaksiyona girerek tuzları verirler.
3. Asit ve baz ortamında indikatörler farklı renk verirler.
4. Asit ve bazlar kendilerinden daha zayıf olan asit ve bazları tuzlarından molekül halinde açığa çıkarırlar.

Asit ve bazların çok çeşitli tanımları yapılmış olmasına rağmen bugün Arrhenius, Lowery-Bronsted ve Lewis tarafından yapılan tanımlar kullanılmaktadır.

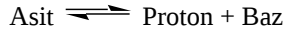
Arrhenius'un Asit-Baz Tanımı

Asit: Mavi turnusolü kırmızı yapan, bazı metallerle hidrojen çıkaran, tadı ekşi, su ortamında hidrojen iyonu veren maddedir.

Baz: Kırmızı turnusolü mavi yapan, asitleri nötrleştiren ve su ortamına OH⁻ veren maddedir. Bu tanımın turnusolle ilgili kısmı zamanımızda çok kullanılmaktadır.

Lowery-Bronsted'in Asit-Baz Tanımı

Asitler proton veren, bazlar ise proton alan maddelerdir. Diğer bir deyimle asit ve bazlar sırasıyla proton verici ve proton alıcı maddelerdir. Yine bu bilim adamlarına göre bir asit proton verdiği zaman kendisinin konjüge çifti veya konjüge bazı, bir baz proton aldığı zaman kendisinin konjüge asidi meydana gelir. Bu durum şöyle ifade edilebilir:



Lewis'in Asit-Baz Tanımı

Asit elektron alabilen, veya elektron çiftine katılabilen, baz ise elektron verebilen veya elektron çifti taşıyabilen maddedir.

Bu tanımlar her ne kadar asit ve baz özelliklerini ortaya koyuyorsa da bir maddenin asit ve baz özelliği karşısında bulunan maddeye bağlıdır. Bilim adamları kavram kargaşalığına meydan vermemek için, saf suyu kıyas maddesi olarak almışlar ve saf suda çözüldükleri zaman hidrojen iyonunu artıran maddelere asit, azaltan maddeler de baz demişlerdir. Asit ve bazlar molekül başına verdikleri veya aldıkları protonların sayısına göre sınıflandırılabilirler. Eğer bir asit sadece bir proton verebilirse monoprotonik, mono fonksiyonel, mono bazik veya mono ekivalent olarak çeşitli şekillerde tanınır. Eğer iki, üç, dört v.s. proton verebilirlerse di, tri, tetra örnekleri mono yerine kullanılabilir.

Birden fazla fakat sayısı belli olmayan miktarda proton verebilen veya alabilen asit ve bazlar için poli örnekleri kullanılabilirler. Asitler ve bazların sulu çözeltilerinde (0.1-0.01 M) iyonlarına ayrılma derecesine göre:

- a. Kuvvetli
- b. Zayıf
- c. Çok zayıf diye üçe ayrılırlar.

Asit-Baz Çözeltilerinin Hazırlanması ve Ayarlanması

Çözelti, iki veya daha çok maddenin birbiri içerisinde homojen bir şekilde dağılmasıyla oluşan sistemlerdir. Çözünme oldukça karışık bir olaydır. Her madde her çözücünde çözünmediği gibi, aynı madde bazı çözücülerde çok, bazılarında ise az çözünür. Maddenin katı, sıvı, gaz olmak üzere üç temel hali olduğuna göre, çeşitli tipleri de mümkündür. Ancak burada daha çok katı-sıvı ve sıvı-sıvı çözeltileri üzerinde durulacaktır. Çözeltilerde bir çözünen, bir de çözen madde vardır. Genel olarak miktarca çok olana çözücü, az olana ise çözünen madde denir. Çözünen maddenin çözücü içerisindeki miktarı (konsantrasyonu) değişik terimlerle ifade edilir.

Belli bir konsantrasyonda hazırlanan çözeltiler çoğu kez doğrudan değil, ayarlanarak kullanılır. Ayarlayıcı olarak da primer standart maddelerden, ya da ayarlı çözeltilerden faydalanılır. Asit çözeltileri

bazlara karşı, baz çözeltileri de asitlere karşı ayarlanabilirler. Çözelti ayarlamının prensibi nötralleşmeye dayanır. Bunun için belli konsantrasyonda hazırlanan çözeltilerden, belli hacimde alınır ve üzerine indikatör ilave edilerek ayarlı çözeltilerden renk dönünceye kadar, bir büretten ilave edilir. Hazırlanan çözeltinin konsantrasyonu bilinmediği kabul edilerek aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

Burada;

N_1 : Ayarlı çözeltinin normalitesi

V_1 : Ayarlı çözeltinin harcanan hacmi (ml)

V_2 : Hazırlanan çözeltinin hacmi (ml)

N_2 : Hazırlanan çözeltinin bulunan normalitesidir.

Madde ve Malzemeler

Balon Joje 100 ml	Erlen	Büret	
NaOH	Na ₂ CO ₃	HCl	Metil Oranj (İndikatör)

Deneyin Yapılışı

1. Ağırlıkça % 5'lik NaCl Çözeltisinin Hazırlanması

100 ml'lik bir balon jojeye 5 gr NaCl hassa bir şekilde tartılarak alınır. 100 ml'lik bir mezüre de tam 95 ml saf su ($d_{su} = 1$ olduğundan ml = gr'dır) alınır. Sudan bir miktar NaCl üzerine ilave edilerek, tuzun çözünmesi sağlanır. Sonra suyun kalanı aktarılır. Böylece %5'lik NaCl çözeltisi hazırlanmış olur.

2. 0.2 N HCl Çözeltisinin Hazırlanması

10 ml'lik bir mezür veya küçük pipet yardımıyla derişik hidroklorik asitten (yoğunluğu 1.15 gr/cm³ ve % 33'lık) 1.92 ml ölçülür ve 100 ml'lik balon jojeye aktarılır. Mezür saf su ile birkaç kez çalkalanarak balon jojeye eklenir. Balona biraz daha su ilave edilerek iyice çalkalanır. Daha sonra balon joje ölçü çizgisine kadar saf su ile doldurulur ve çalkalanır. Böylece 0.2 N HCl çözeltisi hazırlanmış olur. Bu çözeltinin kapağı kapatılıp, ayarlanmak için saklanır.

3. Ayarlı Na₂CO₃ Çözeltisinin Hazırlanması

110°C'lik bir etüvde sabit tartıma getirilmiş saf Na₂CO₃'dan 1 gr kadar duyarlı bir şekilde tartılır. 100 ml'lik balon jojeye aktarılır. Üzerine az bir miktar saf su ilave edilerek çözülür. Sonra balon jojenin ölçü çizgisine kadar saf su ile doldurulur. Tartılan Na₂CO₃ yardımıyla hazırlanan çözeltinin normalitesi bulunur.

4. Hazırlanan HCl Çözeltisinin Ayarlanması

Hazırlanan ayarlı Na₂CO₃ çözeltisinden erlene 20 ml alınır. İçine metil oranj indikatöründen iki damla damlatılır. Bürete de daha önce hazırlanan HCl çözeltisi doldurulur. Renk kırmızıya dönünceye kadar titre edilir. Daha sonra çözelti 10 dakika kaynatılır ve soğutulur. Tekrar renk kırmızıya dönünceye kadar titre işlemine devam edilir. Harcanan HCl miktarı büretten okunur ve aşağıdaki formülden HCl'in normalitesi hesaplanır.

$$N_a \cdot V_a = N_b \cdot V_b$$

Not : Asit çözeltisinin primer standarda göre ayarlanması daha uygundur.

Sorular

1. (a)'daki balon jojeye 5 gr NaCl konduktan sonra çizgisine kadar saf su ile doldurulsaydı, çözelti % 5'lik olur muydu (Saf NaCl'ün özgül ağırlığı 2.16 gr/cm³'dür)?
2. 0.2 N ve 100 ml HCl çözeltisi hazırlarken, derişik HCl asitten kullanılan 1.7 ml'yi nasıl buldunuz?
3. 0.1 N ve 500 ml H₂SO₄ çözeltisini hazırlamak için yoğunluğu 1.84 gr/cm³ olan % 98'lik derişik asitten kaç ml gerekir ($d = 1.84$, % 98)?
4. Çözeltiler neden ayarlanır?
5. HCl in ayarlanması sırasında titre edilirken niçin kaynatıldı ve kaynatıldıktan sonra niçin renk kayboldu?

DENEY 19. SİRKEDE ASİT TAYİNİ

Bir çözeltideki asit miktarını ölçmek için genellikle *titrasyon* denilen bir metod kullanırız. Eğer çözelti bir asit çözeltisi ise, çözelti nötral olana kadar ölçülü bir şekilde çözeltiye baz çözeltisi ilave edilir. Bunu yapabilmek için iki şeye ihtiyaç duyulur; birincisi, ne kadar baz çözeltisi ilave ettiğimizi gösterecek bir araç, ikincisi ise, çözeltinin tamamen nötral olduğunu belirtecek bir araç.

Ne kadar baz ilave edileceği, bazın kaç mol ilavesi ile ilgi olup, bu ise bazın mol sayısı ve hacmi ile aşağıdaki eşitlikte gösterildiği şekildedir.

$$\text{Bazın mol sayısı} = V \cdot M$$

Bazın mol sayısının asidin mol sayısına eşit olduğu zaman titrasyon işlemi tamamlanmış olur.

$$\text{Bazın mol sayısı} = \text{Asidin mol sayısı}$$

$$V_{\text{asit}} \cdot N_{\text{asit}} = V_{\text{baz}} \cdot N_{\text{baz}}$$

Bu işleme titrasyon denilmektedir. Titrasyonun tamamlandığını göstermek için indicator kullanılır. İndikatör, organik bir madde olup, çözeltinin pH değişimine göre renk değiştiren maddelere denir. Titrasyon sırasında çözeltinin pH'ının aniden değişmesi ile dönüm noktasına ulaşıldığı anlaşılar. Titrasyon sırasında pH değişimi gözleyebilmek için titre edilen çözeltiye bir kaç damla indikatör çözeltisi damlatılır. pH değişimi sırasında çözeltinin rengi de indikatör renk değiştireceği için indikatörün rengini alır. Çözeltinin renk değişimine bakarak çözeltinin pH'ının değiştiğini aynı zamanda asidin ilave edilen baz ile nötralize olduğu anlaşılar. Renk değişimin olduğu bu ana titrasyonun dönüm noktası denir.

Piyasada satılan sirke, yaklaşık %5-6 oranında asetik asit içerir. Asetik asit (CH_3COOH) monoproitik bir asit olduğu için konsantrasyonu ister molarite ister normalite kullanılsın, her ikisi de birbirine eşittir ve hesaplamalarda fark etmez. Zayıf bir asidin kuvvetli bir bazla titrasyonunda, dönüm noktasında çözeltinin pH'ı yaklaşık 6'dan 9'a ani bir değişim gösterir. pH'daki bu değişimi gösterebilecek en iyi indikatör fenolftaleyn olup, rengi asidik ortamda renksiz ve bazik ortamda ise pembe renklidir. Yani çözelti dönüm noktasında önce renksiz iken, dönüm noktasına ulaşıldığında pembe renge alır.

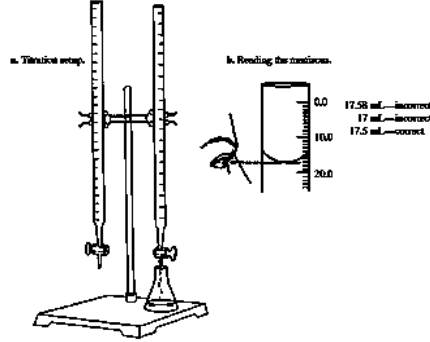
Titrasyon denklemi yardımı ile, sirke içindeki asetik asit miktarını ve buradan da asetik asit yüzdesini hesaplayabiliriz. Bu hesaplamaları yapabilmemiz için, sirkeden alınan numune miktarını, bazın normalitesini (veya molaritesini) ve dönüm noktasına ulaşmaya kadar ilave edilen baz miktarını bilmemiz gerekir. Konsantrasyonu tam olarak bilinen baz çözeltisi, büret içine dikkatlice doldurulur ve bületin sıfır ayarı yapılır (veya titrasyon işlemine başlamadan önce çözelti hacmi tam olarak okunup kaydedilir). Sirke örneğinden alınan belirli bir hacim (yaklaşık 5 mL) 250 mL'lik bir erlen içine ilave edildikten sonra yaklaşık 50 mL saf su ile seyreltilir ve üzerine iki üç damla fenolftaleyn indikatör çözeltisinden damlatılıp erlen el ile dikkatlice çalkalanarak iyice karışması sağlanır. Bir el ile bületin musluğu tutulup, erlen içindeki çözeltiye damla damla baz çözeltisi ilave edilir, bu arada diğer el ile de erlen sürekli çalkalanır ve renk değişimine dikkat edilir. Dönüm noktasına yaklaşıldığında bületten damlanın düştüğü yerde renklenme görülür ve kısa bir süre sonra rengin kaybolduğu görülür. Bu durumda dönüm noktasına yaklaşılmış demektir, bületten baz ilave edildikten sonra bir kaç saniye beklenerek rengin kaybolmadığı ana kadar bu işleme devam edilir. Rengin kaybolmadığı çözeltinin pembe renk aldığı anda dönüm noktasına ulaşılmış demektir ve titrasyon işlemi tamamlanmış olur. Bu durumda bületteki çözelti hacmi okunup kaydedilir. Titrasyonda harcanan hacmi bulmak için titrasyon sonunda bülette kalan çözelti hacminden başlangıçtaki hacim çıkarılır ve harcanan baz çözeltisinin hacmi bulunmuş olur.

Deneyin Amacı

1. Titrasyon tekniğini öğrenmek
2. Sirke içindeki asetik asit miktarının titrasyon ile tayin edilmesi

Deneyin Yapılışı

1. 50 mL lik bir büret alıp, öncelikle temiz değilse iyi temizleyiniz (Bu işlem için daha önce öğrenmiş olduğunuz cam malzemelerin temizlenmesi konusunda verilen bilgileri kullanın). Temizleme işleminden sonra büret içine titrasyonda kullanacağınız baz çözeltisinden yaklaşık 5 mL lik bir çözelti koyup bületin her tarafına dokunacak şekilde bületi çevirerek iyice bu çözelti ile durulanmasını sağlayınız. Bu çözeltiyi bületin musluğunu açarak boşaltınız. Bületi bir huni yardımı ile baz çözeltisi ile sıfır çizgisinin üzerine geçecek şekilde doldurup, bületi bir spor ve kısıkaç ile sabitleyiniz. Bu arada bületin musluğu ile ucu arasında hava kabarcığının kalmadığından emin olunuz, değilse hava kabarcığını çıkarabilmek için musluğu aniden birkaç defa açıp kapayınız, bu işlemi hava kabarcığı tamamen bületin alt ucundan çıkana kadar devam ediniz. Bu işlem sırasında bületteki çözelti hacmi sıfır çizgisinin altına inmiş ise, bületi baz çözeltisi ile sıfır çizgisini geçecek şekilde tekrar doldurup, sıfır çizgisine gelinceye kadar musluktan baz çözeltisini boş bir behere boşaltın.



2. Bir pipet vasıtası ile sirke numunesinden 5.0 mL'lik bir hacim alıp, 250 mL'lik bir erlen içine aktarınız ve bu hacmi örnek 1 şeklinde kaydediniz. Erlen içine yaklaşık 50 mL saf su ve iki üç damla da fenolftaleyn çözeltisinden ilave edip iyice çalkalayınız.

3. Sol eliniz ile düzgün bir şekilde erleni çalkalarken, sağ eliniz ile de büretin musluğunu tutup damla damla akacak şekilde dikkatli bir şekilde açınız, bu arada da erlendeki çözeltiyi çalkalamaya devam ediniz. Baz çözeltisinin erlendeki çözelti üzerine düştüğü yerde kısa süreli bir renklenme gözlenebilir, bu noktadan sonra titrasyona daha yavaş baz çözeltisi ilave ederek açık pembe rengin kaybolmadığı zamana kadar titrasyona devam ediniz. Titrasyonda dönüm noktasına ulaştıktan sonra baz ilavesine devam etmeyiniz. Şayet dönüm noktasından sonra fazladan baz ilave ederseniz, hatalı sonuç elde eder, asetik asit miktarını fazla bulursunuz. Harcanan baz miktarını büretten doğru şekilde okuyup, kaydediniz.

4. 2 ve 3. İşlemleri 6.0 mL'lik bir sirke örneği olarak tekrarlayınız. Almış olduğunuz sirke hacmini ve harcanan baz miktarını ikinci örnek diye kaydedin.

4. Titrasyon eşitliğini kullanarak, sirkedeki asetik asit konsantrasyonunu birinci ve ikinci örnek için ayrı ayrı hesaplayınız.

5. Bulduğunuz değerler farklı ise, ortalamasını alarak sirkedeki asetik asit konsantrasyonu ve asetik asit yüzdesini (ağırlık/hacim) hesaplayınız.

Titrasyon	Deney 1	Deney 2
Sirke numunesi hacmi		
NaOH çözeltisinin normalitesi		
Başlangıçta bürette okunan NaOH hacmi		
Deney sonunda bürette okunan NaOH hacmi		
Titrasyonda kullanılan NaOH hacmi		
Sirkede tayin edilen asetik asit normalitesi		
Asetik asidin ortalama normalitesi		

Asetik asidin (ağırlık/hacim) yüzdesi : ?

Gerekli Madde ve Malzemeler

250 mL'lik erlen	Pipet (5.0 veya 10.0 mL hacimli)	Küçük huni
0.2 N NaOH çözeltisi	Fenolftaleyn indikatör çözeltisi	50 mL'lik büret

Labaratuvar Öncesi Sorular

1. Asetik asit gibi tek değerli asitlerde hidrojenlerden bir tanesi iyonlaşmaktadır. Asetik asidin yapısına bakıldığında (CH_3COOH) yapısında dört tane hidrojen atomu bulunduğunu görülmektedir, hangi hidrojen atomunun iyonlaşacağını gösteriniz.

2. 2.5 M HCOOH çözeltisinin normalitesini hesaplayınız.

3. 20 mL 0.35 M HSO çözeltisinin eşdeğer gram sayısını hesaplayınız.

4. 15 mL, 0.25 N NaOH çözeltisi ile titre edilen bilinmeyen bir asidin normalitesini hesaplayınız.

Deney Sonunda Yapılacak Sorular

1. Deney sırasında, büretin ucunun tamamen NaOH çözeltisi ile dolmadığı ve bir miktar hava kabarcığı kaldığını farzedin. Titrasyon sırasında bu hava kabarcığının çıktığını gördünüz. Deney sonucu bulduğunuz asetik asidin konsantrasyonu olması gerekenden doğru değerden büyü mü, küçük mü yoksa aynı mı çıkar? Sebebini açıklayınız.

2. Deney sırasında erlendeki sirke üzerine 50 ml çıvarında saf su ilave etmemize rağmen hesaplamalarda bunu niçin dikkate almadık, sebebini açıklayınız.

3. Yapmış olduğunuz deney sonucuna göre, 250 mL hacmindeki bir sirke şişesi içindeki asetik asidin miktarını gram olarak hesaplayınız.

4. 10 mL'lik bir formik asit çözeltisi, 0.20 N NaOH çözeltisi ile titre ediliyor ve 17.7 mL NaOH çözeltisi harcadığı görüldüğüne göre, çözeltideki formik asit konsantrasyonu ve ağırlıkça yüzdesini hesaplayınız. Hesaplarınızı aşağıya yapınız.

DENEY 20. TAMPON ÇÖZELTİLER

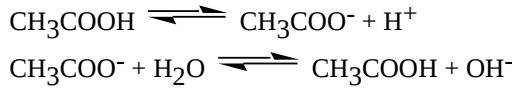
Az miktarda asit ve baz ilavesiyle pH'ını pratikçe değiştirmeyen çözeltilere **Tampon Çözeltiler** denir. Bu çözeltilerin başka bir özelliği de seyreltilmekle pH'ının değişmemesidir.

Tampon Çözeltiler: Zayıf bir asit ve bunun tuzundan veya zayıf bir baz ve bunun tuzundan meydana gelen çözeltilerdir. Buna karşılık kullanılmamalarına rağmen asit ve bazların (0.2-0.5 M) çözeltileri de tampon özelliği gösterirler. Buna göre tampon çözeltiler ikiye ayrılırlar.

1. Asidik olanlar,
2. Bazik olanlar.

Asidik Tampon Çözeltiler

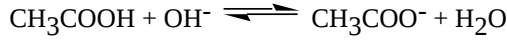
Bir zayıf asit olan asetik asit çözeltisiyle sodyum asetat çözeltisi karıştırılırsa bir tampon çözelti elde edilir. Böyle bir çözeltide;



dengeleri meydana gelir. Ortama asit konulduğuna,



reaksiyonu, ortama baz konulduysa



reaksiyonu meydana gelir. Her iki halde de ortama konulan az miktardaki iyonun etkisi pratikçe ortadan kalkar. Dengeler;

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

şeklinde yazılabilir. Buradan

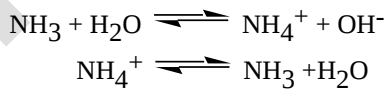
$$[\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

yazılır ve bu da genel olarak

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log C_A / C_B = \text{p}K_a + \log \text{Baz} / \text{Asit}$$

Bazik Tampon Çözeltiler

Zayıf bir baz olan amonyak çözeltisiyle amonyum klorür çözeltisi karıştırılırsa bir bazik tampon çözelti elde edilir. Böyle bir çözeltide,



Bu dengelerden, baz zayıf olduğundan

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

ve buradan

$$\text{OH}^- = K_b \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

daha genel olarak

$$pOH = pK_b - \log C_B / C_A = pK_b + \log C_A / C_B \quad \text{yazılır.}$$

Tampon çözeltilerde C_A/C_B oranı istendiği gibi değiştirilemez. Yapılan deneysel çalışmalar bir tampon çözeltide C_A/C_B 'nin ancak 0.1 - 10 arasında olabileceğini göstermiştir. Bu da,

$$pH = pK_a \pm 1$$

$$pOH = pK_b \pm 1$$

Bir tampon çözelti görevi yapan iyonlar bakımından 1 M'dan büyük, 0.01 M'dan küçük olmalıdır. Derişik olması halinde iyon şiddeti çok büyük olur. Çok seyreltik olması halinde ise dış etkenlere dayanıklı olamaz. En iyi tampon çözeltiler asit ve bazın konsantrasyonu yaklaşık 0.1 M olan çözeltilerdir.

Tampon Kapasitesi

Tampon çözeltilerinde asit ve baza karşı direnme kapasitesine **Tampon Kapasitesi** denir. Herhangi bir tampon çözeltinin 1 litresinin pH'ını 1 yükseltmek için ortama ilave edilmesi gereken KOH'ın mol sayısı olarak verilir. Bu özellik X ile gösterilir ve değeri,

$$X = \frac{C_A \cdot C_B}{C_A + C_B} \times 2.3 \text{ dır.}$$

Deneyin Yapılışı

Deney 1. 100 ml'lik bir mezüre 10 ml 0.2 N sodyum hidroksit alınız. Her seferinde aşağıdaki cetvelde gösterilen hacimlerde (ml) 0.2 N asetik asit ilave ediniz. Bütün karışımı damıtık su ile 70 ml'ye tamamlayınız. Her seferinde pH'ı ölçünüz.

0.2 N AcOH	55.5	27.0	20.4	14.3	11.7	11.0
pH	4.0	4.4	4.6	5.0	5.4	5.6

Deney 2. 21 gr. saf sitrik asidi 200 ml NaOH içinde çözünüz. Damıtık su ile 1000 ml'ye seyreltiniz. Elde edilen disodyum sitrat çözeltisini 0.1 N NaOH ile veya 0.1 N HCl ile aşağıdaki çizelgede gösterilen hacim oranlarında karıştırınız. Her karıştırma sonunda pH'ı ölçünüz.

0.1 N NaOH (ml)	Sitrat (ml)	pH	0.1 N HCl (ml)	Sitrat (ml)	pH
0.0	10.0	4.96	9.0	1.0	1.17
0.5	9.5	5.02	8.0	2.0	1.47
1.0	9.0	5.11	7.0	3.0	1.93
2.0	8.0	5.31	6.0	4.0	2.97
3.0	7.0	5.57	5.0	5.0	3.69
4.0	6.0	5.98	4.0	6.0	4.16
4.5	5.5	6.34	2.0	8.0	4.65
4.75	5.25	6.69	0.0	10.0	4.96

SORULAR

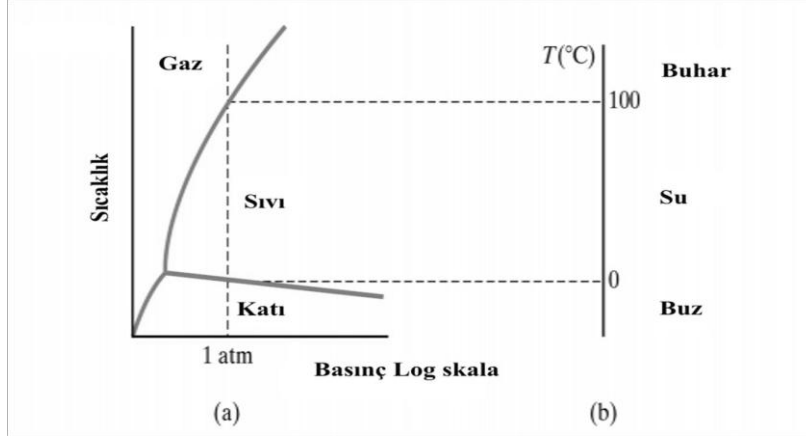
- 0.1 mol NH_3 ile 0.2 mol NH_4Cl suda çözülerek 1 lt'lik çözelti hazırlanıyor. Karışımın pH'ı nedir ($K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$)?
- 6 gr CH_3COOH 'in suda çözülerek elde edilen çözeltisine, 100 ml'sinde 2 gr NaOH ihtiva eden çözelti ilave edildiğinde karışımın pH'ı ne olur? Karışımın önce asit çözeltisinin pH'ını da bularak sonuçları mukayese ediniz ($K_a = 1.8 \cdot 10^{-5}$).

DENEY 21. SÜBLİMLEŞTİRME

Maddenin üç temel hali katı, sıvı ve gaz halleridir. Bunlar arasındaki geçişlere **Faz Değişimleri** adı verilir. Örneğin; katıdan sıvıya geçiş erime, sıvıdan katıya geçiş donma, sıvıdan buhara geçiş buharlaşma, buhardan sıvıya geçiş yoğunlaşma ve katıdan buhara geçiş süblimleşmedir.

Maddenin üç temel halinden bahsedilirken **Gaz** kavramı kullanıldı, ama faz değişimlerinden bahsedilirken **Buhar** kavramı kullanıldı. Buhar ise, sabit sıcaklıkta basıncı artırılarak sıvıya dönüştürülebilir.

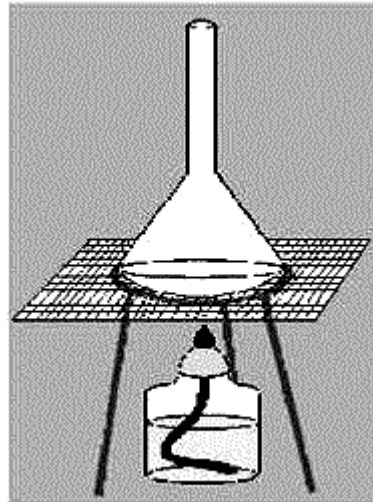
Maddenin üç fiziksel halini ve bunlar arasındaki denge çizgilerini gösteren basınç - sıcaklık eğrilerine **Faz Diyagramları** denir.



Süblimleşme bazı maddelerin saflaştırılmasında kullanılan bir ayırma yöntemi olabilir. Süblimleşme özelliğine sahip bazı maddeler; susuz $AlCl_3$, naftalin, antresan, benzoik asit, kinonlar, v.s.

Deneyin Yapılışı

Bir porselen kapsül üzerine yaklaşık 1 gr. kadar naftalini koyunuz. Bunun üzerine birkaç tane küçük delik açılmış bir süzgeç kağıdı koyunuz. Sonra bunların üzerine bir saat camı veya ters çevrilmiş bir huni kapatınız. Altaki porseleni bek alevi üzerinde ısıtıp gözlemlerinizi not ediniz.



DENEY 22. DONMA NOKTASI ALÇALMASI İLE MOLEKÜL AĞIRLIĞI TAYİNİ

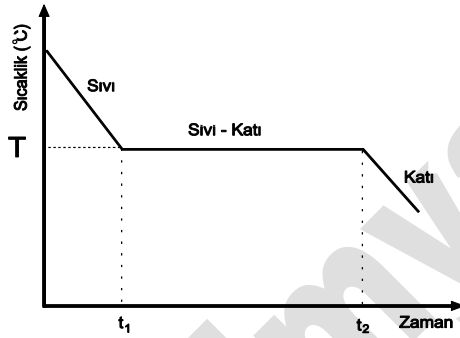
AMAÇ

Saf çözücü ile çözeltinin donma noktası farkından faydalanmak sureti moleköl ağırlığı bilinmeyen bir maddenin moleköl ağırlığının tayini. Bu deney ile naftalinin donma noktası alçalmasından faydalanılarak kükürdün moleköl ağırlığını tayin edilecek.

TEORİK BİLGİ

Saf katı bir madde ısıtıldığında, maddenin sıcaklığı artar ve bu artış erime noktasına kadar devam eder. Katı maddede erime başladıktan sonra tamamen eriyene kadar sıcaklık sabit kalır. Katının tamamının sıvıya dönüşmesinden sonra sıcaklık tekrar artmaya başlar. Katı ve sıvının ısı kapasiteleri farklı olmaları sebebi ile katı ve sıvı hallerin sıcaklıklarının artış hızları da farklıdır. Aşağıdaki sıcaklık-zaman grafiğinden de görüldüğü gibi t_1 sıcaklığında sıvı katıya dönüşmeye başlar ve bu dönüşüm boyunca (t_1 ' den t_2 'ye kadar) sıcaklık sabit kalır.

Donma esnasında, parçacıklar sıvı halden katı hale geçerken belirli bir geometrik şekle girer ve maddenin potansiyel enerjisi düşer. Bu sebeple donma sırasında katı s→k parçacıkların oluşumu ısı enerjisi oluşturur ve oluşan bu enerji, k soğuma ile azalan ısı enerjisini karşılar. Sonuçta donma tamamlanıncaya kadar sıcaklık sabit kalır. Bu durum, deneydeki naftalinin donma noktasının belirlenmesinde bize yardımcı olur.



Bir maddenin katı ve sıvısının dengede bulunduğu sıcaklığa maddenin erime noktası denir. Örneğin 1 atm. basınçta buz 0°C'de erir. Katı erirken düzenli bir kristal yapıdan düzensiz ve dağınık sıvı hale dönüşür. Bir mol katıyı eritmek için gerekli olan ısı miktarına molar erime ısısı denir. Erime noktasından sonra verilen ısı, sıvı moleküllerinin ortalama kinetik enerjisini artırır ve böylece sıvının sıcaklığı yükselir. Bu durum kaynama noktasına kadar devam eder ve kaynama noktasında sabit kalır. Çünkü kaynama noktasında verilen ısı sıvının sıcaklığını daha fazla yükseltmez ve sıvının buharlaşması için harcanır. Bir sıvının buhar basıncının atmosfer basıncına eşit olduğu sıcaklığa kaynama noktası denir. Kaynayan sıvı buharlaşır ve zamanla bütün sıvı buhar haline dönüşür. Bundan sonra verilen ısı buhar moleküllerinin kinetik enerjisini artırmakta kullanılır. Bir mol sıvının buharlaşması için gereken ısı miktarına molar buharlaşma ısısı adı verilir.

Bir maddenin ısıtılırken sıcaklığının zamana göre değişimini veren eğriye ısınma eğrisi, maddelerin soğutulurken zamana karşı sıcaklık değişimini veren eğriye de soğuma eğrisi adı verilir. Gazların sıvıya dönüştüğü sıcaklık (yoğunlaşma sıcaklığı) ile sıvının gaza dönüştüğü sıcaklık (kaynama noktası) aynıdır. Benzer durum, sıvının katıya dönüştüğü sıcaklık (donma noktası) ile katının sıvıya dönüştüğü sıcaklık (erime noktası) için de geçerlidir. Genel olarak bir çözünen madde ilavesi, çözücünün kaynama noktasını yükseltirken donma noktasını ise düşürür.

$$\Delta T = K_d \cdot m$$

ΔT : Donma noktası alçalması

K_d :Donma noktası alçalma sabiti

m : Çözeltinin molalitesi

Molalite, 1000 g çözücü içinde çözünen maddenin mol sayısı olarak tanımlanır.

$$m = \frac{n (\text{çözünen})}{S (\text{kg, çözücü})}$$

Donma noktasının alçalması ile ilgili ölçmeler, kaynama noktası yükselmesinde olduğu gibi, çözülmüş maddelerin molekül ağırlıklarının tayininde kullanılabilir. Donma noktası alçalma sabiti bilinen belli miktarda bir çözücü içinde, molekül ağırlığı bilinmeyen bir maddeden belirli bir miktar tartılarak çözülür. Çözeltinin donma noktası ilk önce tayin edilir. Çözeltinin donma noktası alçalması ve molalitesi hesaplanır. Çözeltinin molalitesi bulunduktan sonra çözünen maddenin molekül ağırlığı molalite formülünden faydalanılarak hesaplanır.

Bu deneyde çözücü naftalin, çözünen madde ise kükürttür. Kükürdün bir molü, 1000 gram naftalinde çözüldüğünde çözücünün donma noktasını 6.9°C düşürür ($K_d = 6.9^\circ\text{C/molal}$). Belirli bir miktar naftalin içinde, yine bilinen bir miktar kükürt çözülerek donma noktasındaki düşüş ölçülecek ve böylece kükürdün molekül ağırlığı hesaplanacaktır.

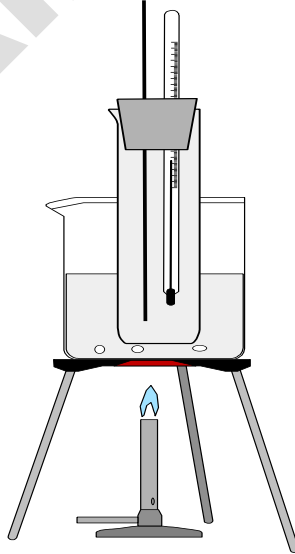
Deneyin Yapılışı

Aşağıdaki şekilde gösterilen düzeneği kurun. Termometreyi iki delikli mantar tıpayı yerleştirirken, termometreyi ve tıpayı havlu ile sarın ve yavaş yavaş döndürerek deliğin içine termometre skalasının 70°C'den yukarısı görülecek şekilde tüpün dibine değmeden yerleştirin (aksi durumda termometreyi kırabilirsiniz).

Yaklaşık olarak 5 g naftalin tartın ve ölçüm değerini m_2 çözücünün ağırlığı olarak kayıt edin. Naftalinin tamamını büyük bir deney tüpünün dip kısmına gelecek şekilde boşaltın. Naftalini tüpe koymadan önce tüpün önce temiz ve kuru olmasına dikkat edin. Termometre ve tel karıştırıcıyı yerleştirdiğiniz tıpayla, tüpün ağzını kapatın ve tüpü, içinde 4/3 su ile dolu bulunan bir beherin içine yerleştirin. Naftalinin tamamı eriyinceye kadar beheri yavaş yavaş ısıtın. Erime noktası 80°C civarında gözlenmelidir. Naftalinin tamamen erimesinden sonra beherin altından bek alevini alın ve kapatın. Sürekli karıştırarak her 30 saniyede bir sıcaklık okumalarını kayıt edin. Bu işleme sıcaklık 75°C'ye düşüncüye kadar devam edin.

Daha sonra yine yaklaşık olarak 1 g Kükürt tartıp (tartım değerini m_2 çözünenin kütlesi olarak not edin) soğuyup katılaşmış olan naftalinin üzerine ekleyin. Termometre ve karıştırıcıyı yerleştirdikten sonra naftalin ve kükürdün tamamı eriyinceye kadar su banyosunda ısıtıp iyice karıştırıcı ile homojen olana kadar karıştırın. Bek alevini söndürdükten sonra çözeltinin sıcaklığını 70°C sıcaklık düşene kadar her 30 saniyede bir kayıt edin. Deneyiniz tamamlanmıştır. Deney verilerinizi kullanarak hesaplamaları yapınız.

Deney tüpünü temizlemek için içindekiler eriyinceye kadar su banyosunda tekrar ısıtın. Tüpün içindekiler tamamen eridikten sonra termometre ve karıştırıcıyı çıkarın. Sonra erimiş naftalini atık naftalin etiketi yapıştırılmış olan behere boşaltın. Erimiş naftalini asla lavaboya dökmeyin.



DENEY VERİLERİ ve HESAPLAMALAR

1. Saf naftalin ve kükürt-naftalin çözeltisi için soğuma eğrilerini grafik kağıdına çiziniz.

Naftalinin (çözücünün) kütlesi (m_2)

Saf naftalin için soğuma eğrisinin verileri:

t (zaman, saniye)	T (Sıcaklık °C)	t (zaman, saniye)	T (Sıcaklık °C)

Kükürdün (çözünen) kütlesi (m_1)

Naftalindeki kükürt çözeltisinin soğuma eğrisinin verileri:

t (zaman, saniye)	T (Sıcaklık °C)	t (zaman, saniye)	T (Sıcaklık °C)

1. Soğuma eğrilerinden donma noktalarını belirleyin.
2. Saf naftalinin donma noktası (T_1)
3. Naftalin-kükürt çözeltisinin donma noktası (T_2)
4. Donma noktaları arasındaki farkı hesaplayınız (ΔT)
5. Naftalin için $K_d = 6.9$ °C/molal değerini kullanarak naftalin-kükürt çözeltisinin molalitesini hesaplayın.
5. molalite, m_1 ve m_2 değerlerini kullanarak kükürdün molekül ağırlığını hesaplayınız.
6. Kükürdün atomik ağırlığı 32 g/mol'dür. Bulduğunuz molekül ağırlığı değerini kullanarak kükürdün molekül formülünü S_n olarak yazın. $n =$
7. Kitabınızdan kükürdün gerçek moleküler formülüne bakın. Kükürdün teorik moleküler ağırlığını ve deneyinizdeki hata yüzdesini hesaplayın

SORULAR

1. Naftalinin donma noktası değerindeki hata yüzdesi nedir?
2. Kükürdün molekül kütlesini tayin ederken naftalin için kendi bulduğunuz donma noktası değerini kullanmanın avantajı ne olabilir?
3. Allotrop nedir?

DENEY 23. ORGANİK BİLEŞİKLERDEKİ ELEMENTLERİN TAYİNİ

Amaç

Bir çok organik maddenin yapısında bulunan elementlerin (karbon, hidrojen, azot, klor gibi) kalitatif olarak tayin etmek.

Araç ve gereçler

CuO	6 M NaOH	saç veya tırnak
Şeker	1 M NaOH	Doygun Ca(OH) ₂
CCl ₄		

Deneyin Yapılışı

A. Klor Tayini

1. Bir bakır tel alıp, ucunu küçük bir çember olacak şekilde büküp, bek alevinde iyice ısıtınız.
2. Kızarmış olan bakır teli soğumadan CCl₄ içine batırın.
3. Bakır teli tekrar aleve tutup alevin renginde gözlediğiniz değişikliği yazınız.

B. Karbon ve Hidrojen Tayini

1. Deney tüpü içine Organik maddeden bir miktar alıp, bunun üzerine bir miktarda CuO ilave edip, iyice karıştırınız.
2. Deney tüpünü bek alevi ile ısıtınız.
3. Ca(OH)₂ çözeltisinde ve deney tüpünün üst kısımlarında gözlediğiniz değişiklikleri yazınız.

C. Azot Tayini

1. Deney tüpüne bir miktar organik madde koyunuz
2. 5-6 damla 6 M NaOH çözeltisi damlatıp deney tüpünü ısıtınız
3. 10-12 damla daha 1 M NaOH çözeltisi ilave edip tekrar ısıtınız.
4. Deney tüpünün ağzına ıslatılmış kırmızı turnusol kağıdını bir müddet tutup, gözlediğiniz değişikliği kaydediniz.
5. Hafifçe deney tüpünü burnunuza yaklaştırıp, koklayınız, kokuyu tanıdıysanız, ne olduğunu yazın.

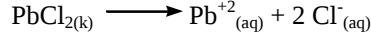
Sorular

1. C, H, N ve Cl tayininde meydana gelen reaksiyonları yazınız.
2. Azot tayininde niçin ıslak turnusol kağıdı kullanıldı, kuru turnusol kullanılsa ne olurdu?
3. Kızarmış bakır teli CCl₄ içine batırıldıktan sonra aleve tutulduğunda, alevin rengi niçin değişti.

DENEY 24. ÇÖZÜNÜRLÜK ÇARPIMI DENEYİ

Ön bilgi

Çözünürlük çarpımı, az çözünen veya çözünmeyen maddelerin doymuş çözeltilerinde çözünmüş olan iyon konsantrasyonlarının çarpımına denir.



Çözünürlük çarpımı, doymuş çözeltilerdeki denge halinde iyonların konsantrasyonlarının deneysel olarak ölçülmesi ile hesaplanır. Yukarıdaki denge reaksiyonu için çözünürlük çarpımı

$$K_{\text{ç}} = [\text{Pb}^{+2}] [\text{Cl}^{-}]^2 \quad \text{Şeklinde ifade edilir.}$$

Amaç

PbCl₂'nin sulu çözeltideki çözünürlük çarpımının deneysel verilerden hesaplanması.

Araç ve Gereçler

2 adet 250 ml'lik beher	Süzgeç kağıdı	Huni
100 ml'lik mezür	20 ml 0.5 M K ₂ CrO ₄	100 ml PbCl ₂ (2.0 M HNO ₃ içinde)

Deneyin Yapılışı

1. Temiz, kuru 250 ml'lik bir behere bir adet süzgeç kağıdı koyup, etüvde 100°C'de 15 dakika kurutulduktan sonra, süzgeç kağıdı ile birlikte tartıp kaydedin (m₁).
2. 100 ml'lik doymuş PbCl₂ çözeltisinden mezür ile ölçüp boş olan diğer 250 ml'lik behere aktarın.
3. 20.0 ml 0.5 M K₂CrO₄ çözeltisinden yine mezür ile ölçüp PbCl₂ çözeltisi üzerine ekleyin ve bu karışımı bek alevi ile kaynatmaya kadar karıştırarak ısıtın.
4. Meydana gelen çökeğin iyice çökmesi için bir süre bekleyin ve süzöntüyü çökeğin üzerinden dikkatlice boşaltın.
5. Çökeği birkaç kere saf su ile yıkayın ve benzer şekilde üstteki çözeltiyi dikkatlice lavaboya boşaltın.
6. Daha önce tarttığınız süzgeç kağıdını bir huni içine yerleştirip çökeği süzdükten sonra etüvde ilk önce ağırlığını ölçmüş olduğunuz beher içerisine koyup 100°C'de sabit tartıma gelene kadar kurutup, tartım değerini kaydediniz. Son değer ve ilk değer arasındaki fark, PbCrO₄ ağırlığıdır (m₂).

Hesaplamalar

1. Pb⁺², CrO⁻² ve Cl⁻ iyonlarının mol sayılarını hesaplayınız.
2. Başlangıçta almış olduğunuz 100 ml PbCl₂ çözeltisindeki Pb⁺² ve Cl⁻ iyonlarının konsantrasyonlarını hesaplayınız.
3. Pb⁺² ve iyonlarının mol sayılarından PbCl₂'nin çözünürlük çarpımı bulunuz (PbCrO₄ da suda bir miktar çözünür, fakat bunun çözünürlüğü bu deneyde ihmal edilmiştir.)?

DENEY 25. REAKSİYON ISISI VE HESS KANUNU

AMAÇ

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

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.

Deneyin yapılışı

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 ağızını iyice kapatınız)
3. NaOH'in tamamı çözünene kadar çözeltiyi karıştırınız. Bu arada beherdeki suyun sıcaklığını termometre ile sürekli kontrol ediniz. NaOH'in tamamı çözündükten 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.

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.

Üçüncü Kısım : Katı NaOH ile HCl çözeltisinin nötralizasyon entalpisinin tayini

1. 100 ml 0.5 M HCl çözeltisinden mezür ile ölçüp behere aktarıp, çözeltinin sıcaklığını oda sıcaklığına gelene kadar bekleyip, bu sıcaklığı T_{3i} olarak kaydediniz.
2. 2 gr katı NaOH tartıp, HCl çözeltisine ekleyip, iyice çözünene kadar karıştırınız. NaOH'ün tamamı çözündükten 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.

Sonuçların Değerlendirilmesi

Birinci Kısım

Suyun ağırlığı	100 g (Yaklaşık)
NaOH'in ağırlığı	.....
T _{1i}	.....
T _{1s}	.....

İkinci Kısım

50.0 ml NaOH + 50.0 ml HCl	100 g (Yaklaşık)
NaOH'in ağırlığı	.....
T _{2i}	.....
T _{2s}	.....

Üçüncü Kısım

100 ml HCl	100 g (Yaklaşık)
NaOH'in ağırlığı	.....
T _{3i}	.....
T _{3s}	.....

Hesaplamalar

Birinci Kısım

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

$$q = m_{su} (T_{1i} - T_{1s}) 4.18 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$$

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.

İkinci Kısım

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

$$q = m_{toplam\text{çözelti}} (T_{1i} - T_{1s}) 4.18 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$$

2. Açığa çıkan ısıyı 1 mol NaOH için hesaplayınız.

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.

Sonuç

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 26. AVAGADRO SAYISININ HESAPLANMASI

Gerekli Olan Madde ve Malzemeler

Metalik Zn	25 ml'lik Balon joje	Damlalık
------------	----------------------	----------

Amaç

Bir metalin yoğunluğu ve kristal yapısı yardımı ile Avagadro sayısının hesaplanması

Önbilgi

Bir atomun ağırlığı laboratuarda ve günlük hayatta doğrudan ölçülemeyecek kadar küçük bir değere sahiptir. Bu sebeple, tek bir atomun ağırlığını kullanmak yerine, belli bir sayıda atomun toplam ağırlığını kullanmak daha kolay ve anlamlıdır. Aynı sayıdaki diğer bir elementin de atom ağırlığı yine o elementin atom ağırlığı ile orantılıdır. Mesela, Avagadro sayısı kadar oksijen atomuna 1 mol oksijen denir ve atom ağırlığı 32.0 g'dır. Herhangi bir şeyin bir molünde $6.02 \cdot 10^{23}$ tane birim (tanecik) bulunur ve bunun miktarı 1 mol olarak belirtilir, 1 mol atom, iyon veya elektron gibi.

Avagadro sayısını hesaplamak için birçok deneysel metot mevcut olup, bu deneyde, bunlardan biri olan, maddenin yoğunluğu ve kristal yapı parametreleri kullanılacaktır.

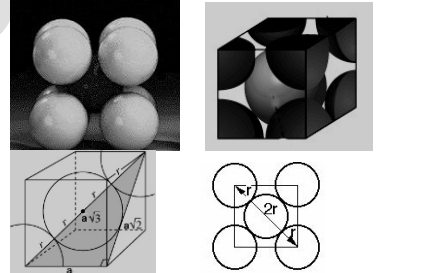
Katılar, kristal yapı katılar ve amorf yapı katılar şeklinde iki ana kısma ayrılırlar.

Amorf katılar, düzensiz yapı katılar olup, düzenli bir atomik veya molekül şekilleri yoktur. Kristal katılar ise, molekül veya atomların birbirlerine tutunma şekillerine bağlı olarak, moleküler, kovalent, iyonik veya metalik katılar olarak, dört grupta incelenirler. Bir kristal içinde tekrarlanabilen en küçük yapıya birim hücre denir.

Kristal yapı bir madde sıvı halden katı hale geçtiğinde (kristallendiğinde) en küçük hacmi alacak şekilde kristallenir. Saf bir metal kristallendiğinde, üç temel kristal yapısından birinde kristallenir: Hacim merkezli kübik yapı, yüzey merkezli kübik yapı veya hekzagonal sıkışık istiflenme.

Oda sıcaklığında, Li, Na, K, Rb, Ba, V, Cr ve Fe hacim merkezli kübik yapıda bulunurlar. Hekzagonal sıkışık istiflenme Be, Cd, Mg, Ti ve Zn gibi elementlerin ortak kristal yapılarıdır. Ca, Sr, Ni, Cu, Ag, Au, Pt gibi metaller ise yüzey merkezli kübik sistemi tercih ederler.

Hacim merkezli kübik sistemde, birim sistemi oluşturan küpün her bir köşesinde (bir küpün 8 köşesi vardır) bir atom ve küpün hacim merkezinde ise bir atom bulunur. Küpün köşelerinde bulunan her bir atom sekiz küp tarafından paylaşılır. Bu yüzden hacim merkezli kübik sistemde her bir atoma en yakın sekiz atom bulunur, başka bir deyişle hacim merkezli kübik sistemin koordinasyon sayısı sekizdir denir.



Hacim merkezli kübik sistemde birim hücre başına düşen atom sayısı $Z = 2$ 'dir. Bunlardan biri köşelerdeki atomlardan gelir ($8 \cdot 1/8 = 1$) ve diğer atom ise merkezdeki atomdur.

Hacim merkezli kübik sistemdeki atomların küpü doldurma oranına bakacak olursak, Küpün bir kenarına a dersek,

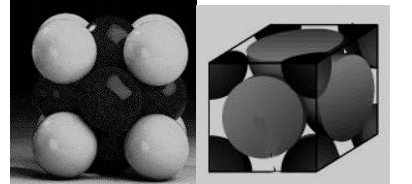
Küpün köşegenleri arasındaki mesafe : $4 \cdot r = a \cdot \sqrt{3}$

$$V_{atom} = 2 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

küpün hacmi $V_{Küp} = a^3$

Atomlar tarafında doldurulan oran = $V_{atom} / V_{Küp} = 0.68$ veya doluluk oranı = %68'dir.

Yüzey merkezli kübik sistemde ise, küpün her bir yüzey merkezinde bir atom ve yine her bir köşesinde de birer atom mevcuttur. Köşelerdeki atomlardan küp başına bir atom düşmekte ve yüzeylerdeki atomların yarısı bir küp başına düşüyor ve bir küpünde altı yüzeyi olduğundan birim hücre başına düşen atom sayısı $Z = 4$ dür.



Köşedeki atomlar ile yüzey merkezindeki atomlar yüzey köşegeni boyunda birbirleri ile temas ettiğinden

$$4 \cdot r = a \cdot \sqrt{2}$$

$$a = 2\sqrt{2} \cdot r$$

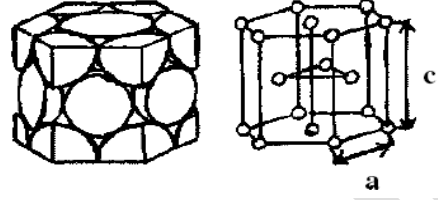
$$V_{atom} = 4 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

$$V_{küp} = a^3 = 16\sqrt{2} \cdot r^3$$

Birim hücredeki atomların işgal ettiği hacim oranı

$$V_{atom}/V_{küp} = \frac{\pi \cdot \sqrt{2}}{3 \cdot 2} = 0.74 \quad \text{veya yüzde olarak \%74}$$

Hekzagonal sistemde ise, birim hücrenin yapısında atomlar üç tabaka halinde dizilmişlerdir. En üst ve en alt tabakalardaki atomlar altıgen şeklinde sıralanmış olup, yedinci atom bu altıgenin ortasına gelecek şekilde yerleşmiştir. Orta tabakada ise, üç tane atom hekzagon şeklinde yerleşmiş olan atomların çukur olan kısımlarına yerleşmiştir. Hekzagonal sıkışık istiflenmede de birim hücre başına düşen atom sayısı $Z = 2$ dir.



Hekzagonal sıkışık istiflenmede birim hücre, birbirleri ile 120 derecelik açı yapan iki vektör ($a = r$) ile bunlara dik olan üçüncü bir vektörden ($c = a (8/3)^{1/2}$) meydana gelmektedir.

Birim hücrenin hacmi

$$V_{Birim\ Hücre} = a^2 \cdot \sin(2\pi/3) = 8 r^3 \sqrt{2}$$

Birim hücrenin atomlar tarafından doldurulma oranı

$$2 \cdot \frac{V_{Atom}}{V_{Birim\ Hücre}} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0.74$$

Zn metali hekzagonal sıkışık istiflenme şeklinde kristallenir ve $a = 2.665 \text{ Å}$, $c = 4.947 \text{ Å}$ olup, birim hücrede 2 tane Zn atomu bulunur. Bu değerler X-ışınları difraksiyon metodu ile tespit edilmiştir ($1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm}$).

Bir maddenin yoğunluğu, o maddenin ağırlığının hacmine orantılıdır. Bir maddenin yoğunluğunu hesaplamak için bilinen en iyi yol, o maddenin ağırlığını tartıp, bulunan hacmine bölmektir. Aynı zamanda, bir maddenin yoğunluğu, o maddenin birim hücresinin yoğunluğuna da eşittir. Böylelikle, bir maddenin X-ışınlarından elde edilen kristal yapısına ait bilgilerden, faydalanılarak Avagadro sayısı hesaplanabilir.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{Z \cdot M_A}{N_A \cdot V_{birimhücre}}$$

Burada, M = ağırlık (g); V = hacim ($\text{ml} = \text{cm}^3$); Z = Birim hücredeki atom sayısı

M_A = Atom ağırlığı (g/mol); N_A = Avagadro sayısı = 6.02×10^{23} ; $V_{(birim\ hücre)}$ = Birim hücrenin hacmi

Dolayısı ile birim hücre başına düşen atomların doldurma oranı hacim merkezli kübik sistemde olduğu gibi % 74'dir.

Deneyin Yapılışı

A. Suyun yoğunluğunun hesaplanması

1. Balon jokeyi önce su ile yıkadıktan sonra çabuk kuruması için alkol veya aseton ile durulayıp, kurutunuz.

2. Analitik terazide balon jokeyi hassas bir şekilde oda sıcaklığında tartıp, kaydediniz.

3. Damlalığı da kullanarak balon jokeyi çizgisine kadar saf su ile doldurduktan sonra balon jojenin dışını iyice kurulayıp, tekrar terazide tartıp kaydediniz.

4. Suyun yoğunluğunu g/ml olarak hesaplayınız.

B. Zn metalinin yoğunluğunun bulunması

1. Balon jokeyi boşaltın.

2. 1.000-1.500 g aralığında bir Zn metali tartıp, balon joje içine koyunuz.

3. Zn metalini bulunduran balon joje üzerine çizgisine kadar saf su koyup hassas terazide tartın.

4. Yukarıda elde ettiğiniz değerleri kullanarak Zn metalinin yoğunluğunu g/ml cinsinden hesaplayınız.

5. Aynı işlemi yeni bir Zn parçasını kullanarak tekrarlayıp, Zn metalinin yoğunluğunu tekrar hesaplayınız.

6. Şayet sonuçlarınız tam tamına eşit çıkmamışsa, iki deneyin ortalamasını alınız.

Avagadro Sayısının Hesabı

1. Deneyle bulmuş olduğunuz Zn metalinin yoğunluğunu kullanarak, Avagadro sayısını N_A hesaplayınız.

2. Deneyle bulmuş olduğunuz Avagadro sayısı ile kitaplarda verilen değerini karşılaştırın ve hata yüzdesini hesaplayınız.

3. Eğer sonucunuz kitapta verilen değerden sapma gösteriyorsa, sebepleri neler olabilir, belirtiniz.

EKLER

EK 1. Bazı İndikatörlerin pH Renkleri

İndikatör	Kimyasal Adı	pH Aralığı	Renk Değişimi Asidik Ort. Bazik Ort.	
Metiloranj	Dimetilaminoazobenzen sodyum sülfat	3.1-4.4	Kırmızı	Sarı
Bromfenol mavisi	Tetrabrom fenol sülfonaftalin	3.0-4.6	Sarı	Mavi
Metil kırmızısı	o-Karboksi benzenazodimetilanilin	4.4-6.2	Kırmızı	Sarı
Bromtimol mavisi	Dibromtimol sülfonaftalin	6.0-7.6	Sarı	Mavi
Fenolftalein	Fenolftalein	8.2-10.0	Renksiz	Kırmızı
Alizarin sarısı R.	5-(p-nitrofenil azo)-salisilik asidin Na tuzu	10.1-12.1	Sarı	Viyole

EK 2. Kimya Laboratuvarında Sıkça Kullanılan Maddelerin Fiziksel Özellikleri

Bileşik	Formülü	Yoğunluğu (g/cm ³)	Kütle %'si
Asetik asit	CH ₃ COOH	1.03	80
Hidroklorik asit	HCl	1.17	37
Nitrik asit	HNO ₃	1.40	65
Fosforik asit	H ₃ PO ₄	1.75	85
Sülfürik asit	H ₂ SO ₄	1.81	93
Perklorik asit	HClO ₄	1.54	60
Formik asit	HCOOH	1.22	98
Amonyak	NH ₃	0.85	25
Hidrojen peroksit	H ₂ O ₂	1.10	30
Hidroflorik asit	HF	1.13	35

KAYNAKLAR

1. Laboratory Experiments for Chemistry, John H. Nelson, Kenneth C. Kemp, PrenticeHall Inc, New Jersey, 7th edition, 1997.
2. Chemistry in the Laboratory, Julian L. Roberts Jr, J. Leland Hollenberg, James M. Postma, W.H. Freeman and Company, New York, 1st edition, 1997.
3. Şirin Gülten, Genel Kimya Laboratuvar Kitabı, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 1. Baskı, 2006.
4. Jale Hacaloğlu, Genel Kimya Laboratuvar Kitabı, Orta Doğu Teknik Univ. 2006.
5. Prof.Dr. D. Lale Zor, Laboratuvarı Uygulamaları ve Fen Öğretiminde Güvenlik, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları,
6. Yrd.Doç. Dr. Yakup Baran, Genel Kimya Laboratuvarı, Karaelmas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Zonguldak 1995.
7. Yrd.Doç. Dr. Yakup Baran, Yrd. Doç. Dr. Ayfer Menteş, Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman Şengül, Anorganik Kimya Laboratuvarı, Karaelmas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Zonguldak 1996.
8. Prof. Dr. Zeki Tez, Bilimde ve Sanayide Kimya Tarihi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara 2000
9. Prof.Dr. Hayri Yalçın, Doç.Dr. Timur Koç, Elektrokimya, Palme Yayıncılık, Ankara 1999.
10. Kimya Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları Laboratuvar Güvenlik Kılavuzu, Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi.
11. Prof.Dr. Mustafa Özcan, Temel Kimya Laboratuvarı, Hatipoğlu Yayınevi Ankara, 1988.
12. Phyllis Merrill, Robert W. Parry, Robert L. Telefsen, and Herb Bassow, Laboratory Manual, Chemistry, Experimental Foundations, Third Edition, Prentice –Hall Inc, 1982
13. Prof.Dr. E. Erdik, Prof.Dr. M. Obalı, Prof.Dr. N. Yükselişik, Prof.Dr. A. Öktemer, Prof.Dr. T. Pekel, Prof.Dr. E. İhsanoğlu, Genel Organik Kimya, A.Ü.E.F. Yayınları Ankara 1997.
14. A.Bahattin Soydan, Güneş Koza, Nükhet Tan, Ümit Tunca, Genel Kimya Laboratuvar Kitabı, Alfa Yayınları, 2003
15. Laboratory Manual of General Chemistry, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü.
16. Merck Laboratuvar El Kitabı