GENEL KİMYA

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

KİMYA HARİÇ TÜM BÖLÜMLER

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

GENEL KİMYA LABORATUVAR DENEYLERİ

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Öğrenciler deney sırasında kendi deney setindeki malzemeyi kullanacak, gerekli malzemeyi ilgili araştırma görevlisinden isteyecektir. Diğer setlerden ödünç malzeme alınmayacaktır. Deney bitiminde kullanılan malzemeler yıkanarak, deney seti temiz bir şekilde teslim edilecektir.

Öğrenciler deney sırasında kırdıkları malzemeyi 15 gün içinde temin edip getirmek durumundadır. Kırdığı malzemeyi temin etmeyen öğrencinin deneyi eksik sayılır.

Laboratuara devam zorunluluğu % 80' dir.

Telafi yoktur. Öğrenci katılmadığı deneyden "0" alacaktır. Resmi rapor geldiği takdirde, öğrencinin deney notu ortalaması yaptığı deney sayısına bölünerek hesaplanacaktır.

Öğrenciler ilgili araştırma görevlisinin izni ve bilgisi haricinde laboratuarı terk edemez.

Dersin vize notu hesaplanırken teorik sınavın % 60' ı ile laboratuar notunun % 40' ı toplanacaktır.

Laboratuar notu hesaplanırken rapor ve quiz notlarının ortalaması alınacaktır.

Final sınavında 70 puan teorik derslerden, 30 puan laboratuar deneylerinden sorulacaktır.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Genel Kimya Laboratuar Kuralları

Laboratuara önlüksüz ve gözlüksüz girmek kesinlikle yasaktır. Önlüksüz gelenler deneye alınmayacak ve deneyden başarısız sayılacaklardır.

Laboratuara 10 dakikadan daha geç gelen öğrenciler deneye alınmayacak ve deneyden başarısız sayılacaklardır.

Laboratuara gelmeden önce, öğrenci yapacağı deneye çalışmak zorundadır.

Yapılan deneyle ilgili rapor, takip eden hafta yoklama sırasında mutlaka ilgili deney sorumlusuna teslim edilecektir. Raporda deneyin adı, amacı, yapılışı, deneysel bulgular, hesaplamalar ve sonuç, yorum kısımları bulunmalıdır. Raporlar tek sayfa ve tükenmez kalemle temiz bir şekilde hazırlanacaktır. Bilgisayar çıktısı kabul edilmeyecektir. Rapor getirmeyenlerin rapor notu "0" olacaktır.

Öğrenci deney sırasında, yapılan deneyle ilgilenecektir. Deney sırasında öğrencilerin, deneyden hariç (yemek yemek, sigara içmek, walkman dinlemek, başka bir sete gitmek, başka bir dersin veya deneyin ödevini yapmak gibi) bir işle uğraşması kesinlikle yasaktır.

Can güvenliğini sağlamak için el şakaları, bilinmeyen kimyasallara dokunmak, koklamak, tatmak kesinlikle yasaktır.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

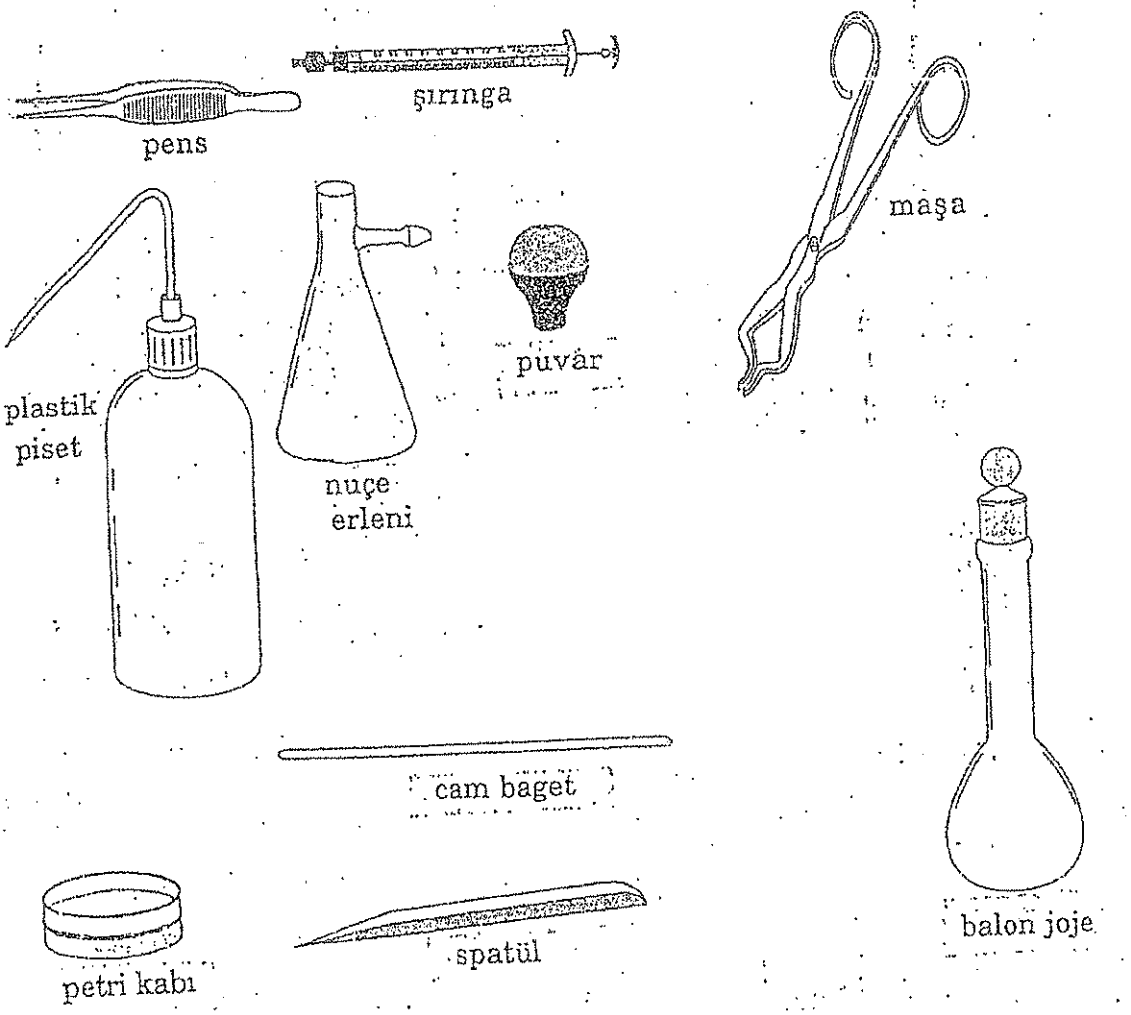
DENEY 1: MADDENİN KORUNUMU

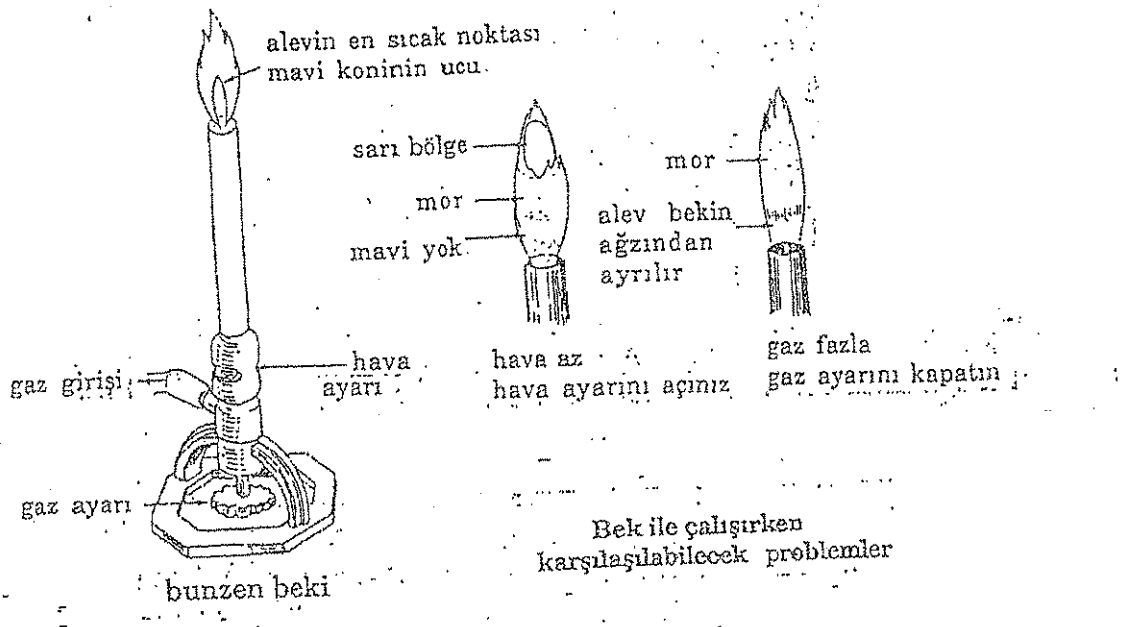
DENEY 2: ÇÖZELTİ HAZIRLAMA

DENEY 3: ASİT BAZ TİTRASYONU

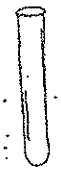
DENEY 4: YÜKSELTGENME İNDİRGENME TEPKİMELERİ

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ


şırınga
pens
maşa
plastik piset
nuçe erleni
puvar
balon joje
cam baget
petri kabı
spatül

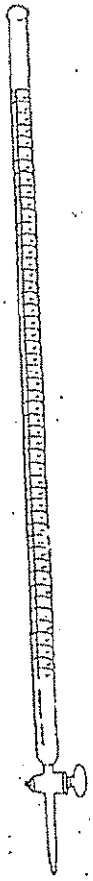

alevin en sıcak noktası
mavi koninin ucu
sarı bölge
mor
mavi yok
mor
alev bekin ağzından ayrılır
gaz girişi
hava ayarı
gaz ayarı
hava az
hava ayarını açınız
gaz fazla
gaz ayarını kapatın
bunzen beki
Bek ile çalışırken karşılaşılabilecek problemler

LABORATUVAR MALZEMELERİ



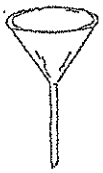
deney tübü

üç ayak



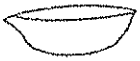
büret

pipet

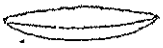


huni

havan



kapsül

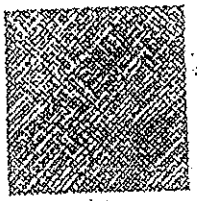


saat camı

porselen kroze

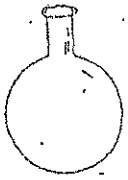
damlalık

tüp maşası

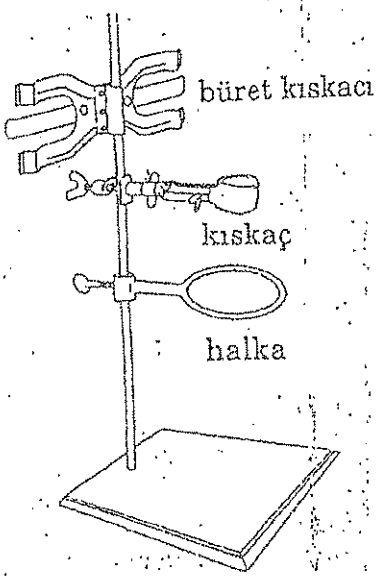


amyant tel

beher



balon yuvarlak dipli



büret kıskacı

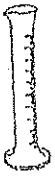
kıskaç

halka

spor

kil üçgen

erlen



mezür

1. GENEL BİLGİLER VE KURALLAR

a) Laboratuvarın amacı ve kapsamı :

Genel Kimya laboratuvarında, çeşitli kimyasal tepkimeleri, bu tepkimeleri yöneten yasaların doğruluğunu ve kimyada uygulanan saflandırma, ayırma yöntemlerini, kimyasal maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyeceksiniz.

b) Kimya laboratuvarında uygulanacak kurallar :

1) Laboratuvarın titizlikle ve dikkatle çalışılması gereken bir yer olduğunu hiçbir zaman aklınızdan çıkarmayınız. Laboratuvara kesinlikle geç gelmeyiniz.

2) Laboratuvarda beyaz laboratuvar önlüğü ile çalışmak zorunludur. Asit ve bazların sıçrama ve diğer etkilerinden korunmak için önlüksüz laboratuvara gelmeyiniz.

3) Laboratuvarda her öğrencinin yanında bulundurması zorunlu olan araç ve gereçler şunlardır:

Spatül (1 adet)
Pens (1 adet)
Küçük makas (1 adet)
Cetvel (1 adet)
Veri defteri (1 adet)
Grafik kağıdı
Temizlik bezi (1 adet)

4) Laboratuvara gelmeden önce, yapacağınız deney ile ilgili ön bilgiyi alınız, yapacağınız deneyi ve bu deneyin amacını mutlaka öğreniniz.

5) Laboratuvardan önce asistanınızın deney ile ilgili genel açıklamalarını dikkatle dinleyiniz.

6) Herhangi bir yere asit veya başka bir aşındırıcı kimyasal madde dökülürse, hemen suyla yıkayınız.

7) Kimyasal maddelere elinizle dokunmayınız.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

8) Hiçbir zaman, bir kimyasal maddenin veya çözeltinin tadına bakmayınız.

9) Bir maddenin kokusuna bakmak istiyorsanız bunu yüzünüzü kabın üzerine yaklaştırarak yapmayınız. Biraz uzakta durunuz ve kabın üzerinden bir miktar buharı elinizle yelpazeleyerek burnunuza doğru gönderiniz.

10) Atacağınız kağıtları ve diğer katı maddeleri çöp sepetine atınız, kesinlikle yerlere ve lavabolara atmayınız.

11) Kaplardan deneyde belirtilen miktardan fazla madde almayınız ve maddeleri hiçbir zaman aldığınız kaba geri koymayınız.

12) Bir kaptan madde almadan önce, kabın üzerindeki etikete dikkat ediniz doğru kaptan aldığınıza emin olunuz.

13) Masayı, kullandığınız alet ve cam malzemeleri temiz tutunuz. Laboratuvar sonunda kullandığınız tüm malzemeleri ve masayı temiz olarak bırakınız.

14) Kullandığınız malzemelerin kırılması, çatlaması, hasar görmesi veya kaybolması halinde en kısa zamanda ödemekle yükümlü olduğunuzu unutmayınız.

c) Laboratuvar çalışmalarının değerlendirilmesi ve rapor hazırlanması :

1) Laboratuvarda elde ettiğiniz verileri, gözlem sonunda veri defterine yazınız. Bulduğunuz verileri değiştirmeyiniz ve bir kopyasını laboratuvardan ayrılırken asistanınıza teslim ediniz.

2) Deney raporlarınızın hazırlanış düzeni aşağıdaki şekildedir :

A. Deneyin adı

B. Deneyin amacı

C. Kuramsal temelleri

D. Deneyin yapılışı (özet olarak)

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

E. Veriler

F. Hesaplamalar : Deney verilerinin değerlendirilmesi ve deney sonucuna ulaşılması için yapılan hesaplamalar, grafikler ve gerektiğinde hata ve verim hesapları bu bölüme yazılmalıdır.

G. Sonuç : Deney sonucunda elde ettiklerinizi kısaca yazınız.

H.Yorum : Deneysel sonuçların kuramsal sonuçlarla uygunluğunun tartışılması, % hatanın irdelenmesi, sonuçlar uygun değilse nedenlerinin tartışılması, deneyden gelebilecek hataların açıkca belirtilmesi bu bölümde yapılmalıdır.

I. Yararlanılan kaynaklar

3) Yukardaki düzende hazırlanan deney raporunuzu defterinize işleyerek bir sonraki laboratuvar başlangıcında asistanınıza teslim ediniz.

d) Güvenlik önlemleri ve laboratuvar kazaları :

Kimya laboratuvarında en sık görülen kazalardan biri yangındır. Örneğin dietil eter, aseton, benzen, etil alkol gibi yanıcı maddelerle çalışırken yakınında hiçbir alev bulunmamasına dikkat edilmelidir. Bu gibi çözücülerin ve çözeltilerin ısıtılmasında, önceden bekle ısıtılmış su banyosu veya elektrikli ısıtıcılar kullanılmalıdır. Bu çözücülerin buharlaştırılması da açıkta değil damıtma ile yapılmalıdır. Bir yangın çıktığında yapılacak ilk iş, paniğe kapılmadan gaz musluklarını kapatmak ve çevredeki bütün yanıcı maddeleri uzaklaştırmaktır. Yangın söndürmek için hiçbir zaman su kullanılmamalıdır. Yangın anında ilk kullanılması gereken şey laboratuvarda hazır bulunan karbondioksitli yangın söndürme aygıtlarıdır. Bu arada yangın kontrol edilemezse alevlerin üzerine kum serpilmelidir ve kumun da yararlı olmadığı hallerde itfaiyeye haber verilmelidir. Yangın söndürmede kullanılan karbondioksitli tüpler, üstteki vananın gevşetilmesi ile

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

çalışır. Karbondioksit çıkış borusunun ağaç kısmı tutularak çıkan gaz yanan cismin üzerine gönderilir. Yangının bitiminde tekrar tüpün vanası kapatılarak aygıt yerine konur. Karbondioksitli yangın söndürücüler her kullanıştan sonra tekrar doldurulmalı ve laboratuvarın belirli yerlerinde bulundurulmalıdır. Her öğrenci laboratuvardaki yangın söndürücülerinin yerini ve kullanılışını bilmelidir.

Kimya laboratuvarlarında görülen bir diğer kaza türü de yanıklardır. Alev ya da sıcak bir cisme dokunma ile oluşan yanıklar önce alkol ile yıkanmalı sonra vazelin veya yanık merhemi sürülerek üstü açık bırakılmalıdır. Asitlerin ele dökülmesi veya yüze sıçraması durumunda bunların değdiği yer önce bol su ile, sonra doymuş sodyum bikarbonat çözeltisi ile ve tekrar su ile yıkanmalıdır.

Alkalilerle oluşan yanıklarda yanan yer önce bol su, sonra %1 lik asetik asit ve daha sonra tekrar su ile yıkanır.

Bromun sebep olduğu yanıklar önce petrol eteri ile yıkanır, sonra gliserinli pamuk ile yanan yer iyice silinir. Bu ilk yardımlardan sonra tıbbi yardıma başvurulmalıdır.

Göz yanıklarında ise tıbbi yardım zorunludur. Bu yardım sağlanana kadar yapılacak ilk yardımlar şunlardır:

Asitlerin göze sıçraması durumunda göz kapağı açılarak göz bol su ile yıkanır ve sonra %1 lik sodyum bikarbonat çözeltisi ile banyo yapılır.

Alkalilerin göze sıçraması durumunda ise yine göz bol su ile yıkanır ve sonra %1 lik borik asit çözeltisi ile banyo yapılır.

Bromun göze sıçraması durumunda ise yine göz bol su ile yıkanmalı ve sonra %1 lik sodyum bikarbonat çözeltisi ile banyo yapılmalıdır.

Laboratuvarda görülen bir diğer kaza da kesiklerdir. Bu kazadan kaçınmak için keskin uçlu cam malzemelerin uçları bir bek alevinde eritilip kütleştirilmelidir. Kesiklerde, kesik hafif ise kanın birkaç saniye akmasına müsaade edilir ve cam parçacıkları varsa bir pens ile toplanıp yara alkol veya oksijenli su ile yıkanır bir parça pamuk ile sarılır. Derin kesiklerde ise mutlaka tıbbi yardıma başvurulmalıdır.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Zehirlenme olayı da kimya laboratuvarlarında görülen kazalardan biridir. Bunun için zehirli gazlarla veya bunların çıktığı tepkimelerle çalışırken mutlaka çok iyi bir çeker ocak kullanılmalıdır. Buna rağmen bir gaz zehirlenmesi olmuşsa tıbbi yardım zorunludur ve bu yardım sağlanıncaya kadar kazaya uğrayan kişi açık havaya çıkarılır, bol oksijen alması temin edilir. Solunum durmuşsa suni solunum yapılır.

Hiçbir zaman katı ve sıvı kimyasal maddeler tadına bakılmak için ağıza alınmaz ve yutulmaz. Böyle bir durumda tıbbi yardım zorunludur. Tıbbi yardım temin edilinceye kadar ilk yardım gereklidir. Yutulan bir asit ise önce bol su sonra, kireç suyu veya magnesia sütü veya karbonat içirilir. Yutulan bir alkali ise önce bol su, sonra sirke veya limon suyu içirilmelidir. Yutulan bir ağır metal tuzu ise süt veya yumurta akı içirilir. Arsenik, antimon, bakır, kurşun, civa, gümüş, diğer metaller ve tuzları yutulmuş ise tuzlu su gibi kusturucular içirilerek mide boşaltılır.

2. LABORATUVARDA ISITMA İŞLEMLERİ

Laboratuvarda, ısıtma işleri için çeşitli ısıtıcılar kullanılır. Bunlardan hiçbirisi tüm özelikleri ile diğerlerinden üstün değildir. Dolayısıyla amaca göre ısıtıcılardan biri veya diğeri seçilir.

a) Bekler

Laboratuvarda en çok kullanılan ısıtıcılar beklerdir. Isıtma işlemlerinde değişik yapılarda farklı sıcaklıklarda alev oluşturan bekler kullanılır.

Laboratuvarda en çok kullanılan bek Bunzen bekidir. Gaz, bekin alt kısmından girer ve gaz miktarı bir küçük vana ile ayarlanır. Ayrıca gazın iyi bir şekilde yanmasını sağlamak için girişinden hava akımı sağlanır. Hava miktarı, bilezik şeklindeki hava girişinin döndürülmesi ile ayarlanır. Bilezikteki ve bekin gövdesindeki deliklerin çakışması ile en çok hava, gaza karışır.

Bir bek yakılırken önce hava girişi kapatılır, sırasıyla ana vana ve bek üzerindeki gaz vanası açılıp ateşleme yapılır. Bu durumda, alev büyük

ve sarı renklidir. Yavaş yavaş hava girişi açılarak, alevin mavi renk olması sağlanır.

Yüksek ısı için, hava miktarı artılır ve iki bölgeli alev oluşur.

İçteki bölge açık mavi renkte ve koniktir. Alevin en sıcak olduğu yer içteki bölgenin tepe noktasıdır.

Bazı durumlarda hava miktarı artırılınca, alev söner. Bunun nedeni, gaz akışının çok yüksek olmasıdır. Tekrar ateşleme işlemine geçildiğinde hava girişinin kapatılması unutulmamalıdır.

Deney tüpü içinde yanıcı olmayan bir madde ısıtılırken, deney tüpü ısı iletmeyen bir maddeden yapılmış (örneğin tahta) bir maşa ile eğimi yatayla 30-45° olacak şekilde tutulur. Deney tüpünün dik tutulması halinde çözelti patlamalı kaynar ve madde kaybı oluşur. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, deney tüpünün ağzının boşluğa doğru olması, çevredeki kişilere doğru tutulmamasıdır.

Krözeler ısıtılırken üç ayak üzerine kil üçgen konulur. Kröze kil üçgen üzerine eğimli olarak yerleştirilir. Bekte oldukça küçük bir alevin oluşması sağlanır. Bek alt tarafından elle tutulur ve krözenin altında dolaştırılarak yavaş yavaş ısıtılır. Bir süre sonra, bekin alevi büyütülür ve kızgın hale getirilir ve bek krözenin altında dolaştırılarak, krözenin akkor hale gelmesi sağlanır. Kröze içindeki maddenin çevreye sıçramasının önlenmesi doğrudan doğruya, ısının krözenin her tarafına eşit olarak dağılmasına bağlıdır.

Beher ve erlenlerin ısıtılmasında, üç ayak üzerine amyant tel konur. Beher ve erlen içindeki çözeltinin çok yüksek olması sıçramalara neden olur. Bunu önlemek için erlenin 1/2 sinden, beherin ise 3/4 ünden fazlası doldurulmamalıdır. Gerçekte, bu miktarlardan daha azı ile çalışmak uygundur. Beher ısıtılırken, içine bir cam çubuk konması kaynamayı kolaylaştırıp sıçramanın önlenmesi açısından çok yararlıdır. Erlen ısıtılırken, kaynamanın sağlanması için konan cam çubuğun yanısıra, erlenin üzerine yerleştirilen bir huni sıçramaların önlenmesi açısından yararlıdır.

Bek üzerinde bir çok porselen ve cam kaplar ısıtılabilir. Ancak, özellikle mezür, pipet, büret, balon joje gibi dereceli kaplar kesinlikle

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

ısıtılmamalıdır. Bunun nedeni, yüksek sıcaklık etkisiyle bu kapların hacimlerindeki duyarlığın değişmesidir.

Açık alev üzerinde, herhangi bir kimyasal madde, çözelti veya kimyasal madde karışımları ısıtılmadan önce, bu maddelerin özelikleri araştırılmalıdır. Yanıcı maddeler (eter, alkol, parafin, v.b.) doğrudan alev üzerinde hiçbir zaman ısıtılmaz. Yanıcı özelikleri olan potasyum, sodyum, lityum, kalsiyum gibi alkali ve toprak alkali metaller açık alev üzerinde ısıtılmaz. Ayrıca kolaylıkla yükseltgenen maddelerin ısıtılmasında bir ön araştırma yapmak yararlı olur.

b) Denetimli Isıtıcılar

Hava banyoları : Bunlar, ısıya dayanıklı cam veya metal boş kaplardır. Doğrudan bek alevi etkisiyle sıçrama ve madde kayıplarının önlenmesi için hava banyoları kullanılır. Bunlarda sıcaklık tam denetlenemese de aşırı ısınmalar önlenebilir. Hava banyolarında cisim doğrudan veya dolaylı ısıtılır. Isıtılması istenen maddenin bulunduğu kap, bir hava banyosunun dibine (doğrudan ısıtma) veya herhangi bir diğer malzeme ile dibine değmeyecek şekilde (dolaylı ısıtma) hava banyosunun içine yerleştirilir.

Özellikle sülfürik asit ve hidroflorik asit içeren çözelti veya çökeleklerin buharlaştırılması hava banyosunda yapılmalıdır. Hidroflorik asit cam ve porselen krozeleri çözdüğünden, bu amaçla plastik veya platin kaplar kullanılmalıdır. Hava banyoları, genellikle 300°C ye kadar kullanılabilir.

Kum Banyoları: Isıyı oldukça düzgün sağlayan bir ısıtıcı da kum banyolarıdır. Bunlar, ısıya dayanıklı ve içi kum dolu metal kaplardır. Kum sıçraması nedeniyle her zaman kullanılmaz. Bu banyolar, 250°C civarında ısıtmalar için kullanılır.

Su Banyosu : Bunlar ısıya dayanıklı ve içi su dolu cam veya metal kaplardır. Özellikle, gravimetrik analizlerde çok kullanılan bir ısıtma ve buharlaştırma aracıdır. Buharlaşan maddenin sıçramaması ve kapların çatlamaması açısından yararlıdır ve yanıcı maddelerin buharlaştırılmasında kullanılır. Su banyoları suyun kaynama sıcaklığına kadar olan ısıtmalar için uygulanır.

KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Yağ Banyoları : Bunlar, ısıya dayanıklı ve içinde yağ veya yüksek kaynama noktalı sıvı bulunan metal kaplardır. Kaynama noktaları sudan daha yüksek olan kimyasal maddelerin buharlaştırılmasında kullanılır. Yağ banyolarının kullanılmasında dikkat edilecek önemli nokta yağın alev almasının önüne geçilmesidir. Bunun için de alevin yağla doğrudan teması önlenmelidir. Çalışılacak sıcaklığa göre yağ seçimi yapılır. Genellikle kullanılan yağın kaynama sıcaklığına kadar olan ısıtmalar için uygundur.

Hava, su, kum ve yağ banyoları kullanılırken, bunların sıcaklığının çok yüksek olacağı unutulmamalı ve dikkatli davranılmalıdır.

Etüvler : Etüvlerin sıcaklıkları duyarlı olarak ayarlanabilir. Bunlar, düşük sıcaklıklarda kurutma amacıyla kullanılır. Etüvlerin içine konan kapların kapakları hafif aralık tutulur. Bu durumda kurutulması istenen maddelerin buharları dışarıya çıkabilir. Fakat kap içine yabancı maddeler giremez. Maddenin bulunduğu kap küçük ise bir beher içine konur, beher saat camıyla kapatılır ve etüve yerleştirilir.

c) Zararlı buhar veren maddelerin ısıtılması ve çeker ocakların kullanımı :

Laboratuvar çalışmalarında kullanılan bir çok kimyasal maddenin buharı insan sağlığına zararlıdır. Dolayısıyla, bu maddelerin kendilerinin veya çözeltilerinin buharlaştırılmasında çok dikkatli olunması gerekir. Laboratuvarda çok kullanılan nitrik asit (HNO_3), sülfürik asit (H_2SO_4), hidroklorik asit (HCl) gibi mineral asitler, formik asit (HCOOH), asetik asit (CH_3COOH), kloroasetik asit ($CH_2ClCOOH$) gibi organik asitler ve pentan (C_5H_{12}), benzen (C_6H_{12}), etil asetat ($CH_3COOC_2H_5$), etilalkol (C_2H_5OH) gibi organik çözücülerin buharlaştırılmasında değişik türdeki denetimli ısıtıcılar kullanılır. Özellikle, bu kimyasal maddelerin, buharlarının zehirli olmasından dolayı çeker ocakta çalışılması gereklidir. (Çeker ocak, içinde hava emişi yapılan ve ön tarafı sürgülü pencere ile kapatılabilen bir ocaktır.) Mineral asitleri buharlaştırılırken, öncelikle asitin kaynama noktası saptanır. Buna göre uygun denetimli ısıtıcılar seçilir (hava, su, kum, yağ banyoları, elektrikli düz ısıtıcı veya gömlek ısıtıcı). Buharlaştırma işlemi, asitin kaynama noktasının birkaç derece altındaki bir sıcaklıkta

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

çeker ocakta yapılır. Organik asit ve çözücüler buharlaştırılırken, kaynama noktalarına göre seçilmiş denetimli ısıtıcılardan yararlanılır. Organik maddelerin buharlaştırılmasında kesinlikle açık alev kullanılmamalıdır. Buharlaştırma işlemi yapılırken, buharlaştırılan maddenin çok şiddetli kaynayarak çevreye sıçramamasına dikkat edilmelidir. Özellikle, içindeki çözünmüş maddenin ayrılması istenen çözeltilerde bu durum madde kaybına yol açar.

Buharlaştırma sırasında en önemli nokta; madde buharının solunulmamasıdır : Zehirlenme ve solunum yollarında yara oluşmasına yol açabilir.

Çeker ocağın kullanımı : Önce çeker ocağın penceresi açılır. İçeriye ısıtıcı ve buharlaştırılması gereken maddenin bulunduğu kap yerleştirilir. Isıtıcı çalıştırılır ve hemen çeker ocağın penceresi kapatılıp, hava emişini sağlayan aspiratör çalıştırılır. Maddenin buharlaşması çeker ocağın penceresinden izlenir. Buharlaşma tamamlandıktan sonra, ısıtıcı durdurulur. Pencere tekrar kapatılır. Soğuma tamamlandıktan sonra, aspiratör durdurulur ve buharlaştırmadan geriye kalan madde dışarıya alınır.

3. TARTIM VE TERAZİ

Tartım tekniği ve terazi, kimyanın bir çok dalında ve özellikle nicel analizlerde büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle iyice öğrenilmeli ve dikkatle uygulanmalıdır.

Kütle ölçümü, bilinmeyen bir ağırlığı standart bir kütle ile karşılaştırılarak yapılır. Bu işleme "tartım işlemi" denir. "Kütle" ve "ağırlık" terimleri birbirlerine karıştırılmamalıdır. Bir maddenin kütlesi evrendeki konumuyla değişmediği halde ağırlığı değişir. Kütle ve ağırlık arasında $w=g.m$ ilişkisi vardır. Burada w, ağırlık; m, kütle; g ise yerçekimi ivmesidir.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Tartım yapılırken dikkat edilecek noktalar :

1) Kimyasal maddeleri, ıslak ve sıcak cisimleri doğrudan doğruya kefenin üzerine koymayın. Kağıt, temiz metaller, cam veya porselen dışında hiçbir madde doğrudan doğruya kefelerin üzerine konulmamalıdır. Kaba tartımlar için aynı kağıttan alınmış eşit olarak kesilmiş iki parça kağıt, kefelere konularak tartım yapılabilir. Eğer tartımınızın duyarlı olmasını istiyorsanız kağıt üzerinde tartmayın. Çünkü kağıt havadan nem alabilir veya kaybedebilir.

2) Tartım yaparken kefeye veya terazinin üzerine kimyasal madde dökülürse derhal kefeyi silin ve terazinin üzerini temizleyin.

3) Tartılacak cisim veya kütleler terazi kefelerine konulup alınırken terazinin kapalı olmasına özellikle dikkat edin.

4) Tartımınız bittikten sonra teraziyi kapatmayı unutmayın.

5) Terazide herhangi bir bozukluk olduğunu farkederseniz, kesinlikle kendi kendinize düzeltmeye çalışmayın. Asistanınızı çağırın.

4. EL KİTABININ YARARLARI

Belirli bir kimyasal maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini bulmak için el kitaplarından yararlanılır. Örneğin; "Lange, Handbook of Chemistry" ve "CRC Handbook of Chemistry and Physics ", inorganik ve organik bileşikleri, fiziksel özellikleri ve diğer bazı bilgilerle birlikte listeler halinde sıralar.

Gerek inorganik bileşikler, gerekse organik bileşikler el kitabının ayrı yerlerinde alfabetik indekse göre sıralanmışlardır. Her bileşiğin isminin hizasında formülü, molekül ağırlığı ve fiziksel sabitlerden kristal şekli, yoğunluğu, erime, kaynama noktası, kırılma indeksi ve belli bazı çözücülerdeki çözünürlükleri verilmiştir.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Örneğin : Kurşun asetat için el kitabından şu bilgileri öğrenebilirsiniz.

Adı	Formül	Mol Ağırlığı	Kristal şekli	Özgül Ağır.
Lead acetate	$Pb(C_2H_3O_2)_2$	325.28	Beyaz kristal	3.25^{20}

Erime Noktası°C	Kaynama Noktası°C	Çözünürlük 100 cc de gr olarak		
		Soğuk su	Sıcak su	Diğer çözücüler
200		44.3^{22}	$221.^{50}$	glikolde çözünür, alkolde çok az çözünür

Örneğin: Dibütil eter için el kitabından şu bilgileri öğrenebiliriz.

Adı	Formülü	Mol Ağırlığı	Er. Nok°C	Kay. Nok°C
Dibutyl ether	$CH_2(CH_2)_3O(CH_2)_3CH_3$	130.23	-95.3	142^{760}

	Kırılma indisi	Çözünürlüğü			
Yoğunluğu g/mL	n_D	su	Alkol	Eter	Aseton
0.7689^{20}	1.3992^{20}	çözünmez	sonsuz çözünür	sonsuz çözünür	çok çözünür

Alıştırma :

Aşağıdaki maddelerin fiziksel sabitlerini el kitabından bulunuz.

a) Baryum iyodat
b) Demir II tiyosülfat
c) Vanadyum pentoksit
d) Etil asetat
e) m-ksilen
f) Fenol

2. LABORATUVARDA YAPILAN BAZI GENEL İŞLEMLER

2.1. Isıtma

Maddeler elektrikli ısıtıcı, su banyosu veya bir amyant üzerinde bek ile ısıtılabilirler. Eğer çıplak alev üzerinde ısıtma yapılacak olursa, deney tüpü (sıvı veya katı maddeyle) fazla doldurulmamalıdır. Bununla beraber deney tüpü, aleve açık bir açıyla tutulur ve yavaş yavaş sallayarak ısıtma işlemi yapılır. Deney tüpünün ağzı çalışanlara tutulmamalıdır. Isıtılarak buharlaştırma yapılırken, buharlaşan madde yanıcı özellikte ise doğrudan alev ile ısıtılmaz, bu işlem su banyosunda veya kapalı elektrikli ısıtıcılar ile yapılır. Madde 100 °C civarında kaynıyorsa su banyosu tercih edilir. Derişik asit ve baz çözeltileri su banyosunda ısıtılmamalı ve bu işlem bir çeker ocakda (asit ve baz buharları zehirli olduklarından) yapılmalıdır. Kaynatma ve ısıtma işlemlerinde sıcaklığın sabit olması isteniyorsa, bunun için sıcaklığı ayarlanabilen (termostatlı) ısıtıcılar kullanılır.

2.2. Süzme

Genel olarak bir süzme yapmak için, huni duvarına tam olarak yerleştirilmiş bir süzgeç kağıdı kullanılır. Süzgeç kağıdının kenarı huniden bir cm kadar aşağıda olmalıdır. Süzgeç kağıdının boyu süzülecek çözelti ile değil de, toplanacak çökelek ile tesbit edilmeli ve üçte ikisine kadar doldurulmalıdır. Süzme işleminden önce süzgeç kağıdı çözücü ile ıslatılır ve dikkatle huninin duvarına yapıştırılır. Öyleki, süzgeç kağıdı ile huninin duvarı arasından hava kabarcıkları kalmasın. Süzülmenin hızı, çözelti miktarının baskısına bağlıdır. Dar ve uzun boylu bir huni kullanarak da süzmenin hızı arttırılabilir.

Büyük miktardaki çözeltinin hızla süzülmesi istenirse emmeli bir şişe vasıtasıyla tromptan süzmek daha uygundur. Bu amaçla Nuçe

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

hunisi ve erleninden faydalanılır. Çok ince taneli ve jelatinimsi çözeltileri trompla süzme genel olarak uygun değildir.

Süzgeç kağıdını etkileyen derişik asit ve bazlar, cam pamuğundan süzülür.

2.3. Kurutma

Süzme sonucu elde edilen çökelekler genel olarak su ve benzeri çözücüleri ihtiva eder. Bunları çökeleklerden uzaklaştırılması işlemine kurutma denir. Kurutma aşağıdaki işlemlerden biri veya birkaçı ile yapılabilir.

1- Süzgeç kağıdı ile kurutma: Kristaller ince bir tabaka halinde 3-4 kat süzgeç kağıdı arasında serilir ve yavaşça bunlar sıkılır. En alttaki süzgeç kağıdı kuru kalana kadar kağıtlar değiştirilmelidir.

2- Kristaller gözenekli bir porselen kap üzerine ince tabaka halinde serilir ve beklenir. Gözenekli kap bu kristaller üzerindeki nemi absorbe eder.

3- Kristaller aşağıdaki kurutucu maddelerden birini ihtiva eden bir desikatör içine sokulan gözenekli bir kap üzerine konur. Kurutucu madde olarak genellikle P_2O_5, der. H_2SO_4, $CaCl_2$, NaOH ve CaO+NaOH kullanılır. Bunlardan en iyi kurutucu P_2O_5 olmasına rağmen genellikle $CaCl_2$ (ucuz olmasından dolayı) kullanılır. Amonyak içeren maddeler H_2SO_4 ve $CaCl_2$ ile kurutulmazlar. Bunlar için daha çok CaO+NaOH karışımı kullanılır.

4- Etüvde ısıtmayla: Bu yöntem çok kullanılır ve öncelikle tercih edilir. Madde çift katlı süzgeç kağıdı üzerine serilir ve bir saat camı üzerine alınır ve bunun üzerine de bir süzgeç kağıdı örtülerek etüve konur.

Eğer kristaller yüksek sıcaklıkta hal değiştiriyorsa (örneğin, kristal suyunu kaybetmesi gibi) o zaman bu işlem etüvde yapılmaz.

EFNAN FOTOKÖPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

2.4. Çözelti Hazırlama

İki ya da daha çok maddenin birbirine içinde dağılmasıyla oluşan sistemler karışım denir. Karışımlardaki maddelerden biri ötekilerden çok ise, o maddeye ortam denir. Katı, sıvı ya da gaz bir ortamda, gene katı, sıvı ya da gaz bir maddenin dağılmasıyla pek çok çeşit ikili karışım meydana gelebilir.

Eğer ortam içinde dağılan maddenin tanecik büyüklüğü 1000-20 A° arasında ise ilginç özellikleri bulunan sistemler oluşur. Bu sistemler göze tek fazlı görünürler. Dağılmış tanecikler gözün farkedemeyeceği kadar küçüktürler. Hatta normal bir mikroskopla da görülemezler. Ancak ultramikroskop denilen özel mikroskopla görülebilirler.

Bir ortam içinde dağılan maddenin tanecikleri 20 A° dan da küçük ise yani tanecikler tek tek atom veya moleküller ise bu tanecikler ultramikroskopla da görülemezler. Bu tip homojen karışımlara çözelti denir.

Çözeltiler tek fazlıdırlar, yani her tarafında aynı özellik gösterirler. Çözeltiyi oluşturan bileşenlerden bağıl miktarca çok olan çözücü, öbürlerine ise çözünen denir. Örnek, tuzlu suda; su çözücü, tuz ise çözünendir.

Bir çözeltideki çözünenlerden birinin bağıl miktarına o birleşenin o çözeltideki konsantrasyonu (derişimi) denir. Konsantrasyonu büyük olan çözelti derişik, küçük olan seyreltik çözelti adını alır. Çözeltiler çeşitli birimlerle ifade edilirler. Bazıları aşağıda açıklanmıştır.

a- Yüzde Çözeltiler:

Çözeltilerin konsantrasyonunu belirlemek için çok kullanılan bir terim ağırlıkça veya hacimce yüzdedir.

Ağırlıkça yüzde; 100 g. çözeltide çözünen maddenin gram olarak miktarıdır.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

$$\text{Ağırlıkça \%} = \frac{a}{a+b} 100$$

a: Çözünen (g)

b: Çözücü (g)

Örnek: 40 gr. suda 10 gr. şekerin çözülmesiyle hazırlanan çözeltinin yüzdesini hesaplayınız.

Bu örneğimizde a 10 gr, b ise 40 gramdır.

$$\text{Ağırlıkça \%} = \frac{10}{10+40} 100 = 20$$ Yani çözelti %20'liktir.

Hacimce yüzde ise aynı şekilde 100 ml. çözeltide çözünen maddenin ml. olarak miktarıdır.

$$\text{Hacimce \%} = \frac{a'}{a'+b'} 100$$

a' : Çözünen (ml)

b' : Çözücü (ml)

Örnek: Yoğunluğu 0.79 gr/cm^3 olan etil alkolün 50 ml.si 150 ml. suya karıştırılıyor.

a. Bu çözeltinin hacimce yüzdesi ne olur?

b. Bu çözeltinin ağırlıkça yüzdesi ne olur?

$$\text{Hacimce \%} = \frac{50}{50+150} 100 = 25$$

Alkolün ağırlığı = 50.0,79 = 39,5 gr.

$$\text{Ağırlıkça \%} = \frac{39,5}{39,5+150} 100 = 20,84$$

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

b- Molarite:

Bir litre çözeltide çözünmüş olan maddenin mol gram sayısıdır. Molarite (M) harfiyle gösterilir;

$$M = \frac{n}{V(lt)}$$ veya c.g.s. birimlerine göre düzenlenirse

$$M = \frac{g \quad 100}{M.A. \quad V(ml)}$$

g: Çözünenin ağırlığı (g)

M.A.: Çözünen maddenin mol. ağırlığı

V: Çözelti hacmi (ml)

Örnek-1: 0,4 g. NaOH suda çözülerek 100 ml'lik bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin molaritesini hesaplayınız.

Örneğimizde g= 0,4 g, V= 100 ml ve NaOH için M.A= 40 g/mol'dır.

$$M = \frac{0,4 \;.\; 1000}{40 \;.\; 100} = 0,1 \text{ mol/lt. yani } 0,1 \text{ molardır.}$$

Örnek-2: Yoğunluğu 1,42 gr/cm^3 olan %63'lük derişik HNO_3'den 3 ml alınarak hacmi 250 ml.ye seyreltiliyor. Elde edilen çözeltinin molaritesini bulunuz.

$$M = \frac{d.v.\ \%.\ 1000}{M.A. \quad V(ml)}$$

$$M = \frac{1,42.3.0,63.1000}{63.250} = 0,17 \text{ molar.}$$

c-Normalite:

Bir litre çözeltide çözünmüş olan maddenin eşdeğer-gram sayısıdır. Normalite (N) harfi ile gösterilir.

$$N = \frac{g.1000}{E.A. \quad V}$$ Aynı zamanda N=M.t.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Bu formülde, g çözünen maddenin ağırlığı (g), E.A. çözünen maddenin eşdeğer ağırlığı, V çözeltinin hacmi (ml.), M.A. molekül ağırlığı, t ise tesir (etki) değerlidir.

Eşdeğer Ağırlık: Bir maddenin 8 gram oksijen veya 1 gram hidrojene eşdeğer olan, yani bu kadar oksijen veya hidrojen ile reaksiyona girebilen, veya bu kadar oksijeni veya hidrojeni açığa çıkarabilen miktarıdır.

Bir maddenin eşdeğer ağırlığı, çözünen maddenin molekül ağırlığının tesir değerliğine bölünmesiyle bulunur. E.A.= MA/t.

Tesir Değerliği: Asitlerde iyonlaşabilen hidrojen sayısı, bazlarda hidroksil sayısı, tuzlarda pozitif iyon sayısı, indirgenme ve yükeltgenme reaksiyonların ise alınan-verilen elektron sayısına eşittir.

Asitlerde:

$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$ (t=1)

$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$ (t=1)

[H_2SO_4: t=2; H_3PO_4: t=3,...]

Bazlarda:

$NaOH_{(k)} \xrightarrow{su} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ (t=1)

$Ba(OH)_{2(k)} \xrightarrow{su} Ba^{+2}_{(aq)} + 2.OH^-_{(aq)}$ (t=2)

[$Mg(OH)_2$: t=2; $Al(OH)_3$: t=3,...]

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Tuzlarda:

$$NaCl_{(k)} \xrightarrow{su} Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \qquad (t=1)$$

$$CuSO_{4(k)} \xrightarrow{su} Cu^{+2}_{(aq)} + SO^{=}_{4(aq)} \qquad (t=2)$$

[$CaCl_2$: t=2; $FeCl_3$: t=3,...]

Redoks:

Bu reaksiyonların tesir değerliği alınan-verilen elektron sayısına eşittir.

$$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 8H_2O \qquad (t=5)$$

Adisik ortamda $KMnO_4$'deki Mn atomunun tesir değerliği +7'den +2'ye indirgenmesinde verdiği elektron sayısı 5'dir.

$KMnO_4$'ın bazik ortamda tesir değerliği ise 3'tür.

$$MnO_4^- + 3e^- + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 4OH^- \qquad (t=3)$$

Örnek: 7,4 g $Ca(OH)_2$ suda çözülerek 500 ml'lik çözeltisi hazırlanıyor. Çözeltinin normalitesini hesaplayınız.

Bu örneğimizde g= 7,4 g, V= 500 ml, MA=74 g/mol, t=2, EA=37

$$N = \frac{7,4.1000}{37.500} = 0,4 \text{ normal, (eşd-g/lt)}$$

Örnek: Yoğunluğu 1,84 g/cm^3 olan %98'lik H_2SO_4 çözeltisinin,

a: molarite ve normalitesini hesaplayınız.

b: Bu derişik asit çözeltisinden 0,5 N ve 100 ml.lik asit çözeltisi nasıl hazırlanır?

Yüzdesi belli olan bir çözeltinin molarite ve normalitesi kısaca aşağıdaki formüllerden hesaplanabilir.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

$$M = \frac{d.\%.1000}{MA} \quad , \qquad N = \frac{d.\%.1000}{EA}$$

a. Bu formüllerde, d çözünenin yoğunluğu, % çözünenin yüzdesi, EA çözünenin eşdeğer ağırlığı, MA molekül ağırlığıdır.

$$M = \frac{d.\%.1000}{MA} = \frac{1{,}84.0{,}98.1000}{98} = 18{,}4 \text{ molar}$$

$$N = \frac{1{,}84.0{,}98.1000}{\frac{98}{2}} = 36{,}8 \text{ normal}$$

veya N=M.t formülünden hesaplanabilir. N= 18,4.2=36,8 olur.

b. $N_1V_1=N_2V_2$ $\quad 36{,}8.V_1=0{,}5.100 \quad V_1= 1{,}36$ ml.

Sonuç olarak 1,36 ml. derişik H_2SO_4 100 ml.lik balon jojeye alınarak hacmi 100 ml.ye tamamlanır.

d- Molalite:

1000 gram yani bir kilogram çözücüde çözünen maddenin molgram sayısıdır ve (m) ile gösterilir.

$$m = \frac{n}{1000 \text{ g (cözücü)}} \qquad \text{veya} \qquad m = \frac{g.1000}{MA \,.\, g'}$$

Bu ifade de, g çözünen maddenin ağırlığı (g); MA çözünen maddenin molekül ağırlığı; g' çözücünün ağırlığı (g).

Örnek-1: 4 g NaOH 100 ml suda çözülüyor. Çözeltinin molalitesini hesaplayınız.

Örneğimizde g=4 g, MA=40 g/mol g'=100 g.dir. (Suyun yoğunluğu yaklaşık bir olduğundan suyun ml olarak miktarı gr'ına eşit kabul edilmiştir.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

$$m = \frac{g.1000}{MA.g'} = \frac{4.1000}{40.100} = 1 \text{ molal'dır}$$

Örnek-2: Yoğunluğu 1,1 gr/cm^3 olan %15'lik 250 ml H_2SO_4 asit çözeltisinin molalitesini hesaplayınız.

Çözeltinin kütlesi = 250.1,1 = 275 gr.

Çözünenin kütlesi = 0,15.1,1.250 = 41,25 gr.

Çözücünün kütlesi = 275-41,25 = 233,75 gr.

$$m = \frac{g.1000}{MA.g'} = \frac{41,25.1000}{98.233,75} = 1,8 \text{ molal (mol/kg)}$$

2.5. Verim Hesabı

Organik ve inorganik kimyada elde edilen maddelerin verimi; teorik verimden düşüktür. Bunun bazı nedenleri vardır.

1- Reaktifler istenilen veya düşünülen saflıkla olmayabilir.

2- Reaktiflerin bir kısmı yan reaksiyonlarda harcanarak yan ürünler oluşabilir.

3- Reaktifler uçucu iseler reaksiyon esnasında buharlaşabilirler veya açığa çıkan gazlar sürüklenebilirler.

4- Ürün ayrılıp saflaştırılmadan önce reaksiyon ortamında hava, su veya yan ürünler tarafından bozulabilir, buharlaşabilir.

5- Reaksiyon tersinir ise dönüşüm tam olmayabilir.

6- Ayırma ve saflaştırma sırasında mekanik kayıplar olabilmektedir.

Teorik verim; teorik olarak gerçekleştirilen reaksiyonlardan elde edilmesi gereken ürün miktarıdır. Pratik verim ise, elde edilen ürün miktarının teorik verime oranıdır.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Örnek: 2,5 gram metalik çinko seyreltik H_2SO_4 ile tam olarak reaksiyon sokulmuştur. Reaksiyon sonunda 9 gram $ZnSO_4.7H_2O$ elde edildiğine göre verimi hesaplayınız.

$$Zn + H_2SO_4 + 7H_2O \longrightarrow ZnSO_4.7H_2O + H_2$$

Zn(atom ağırlığı): 65,4 g.

$ZnSO_4.7H_2O$(formül ağırlığı): 287,4 g.

Reaksiyona giren 2,5 gr çinko miktarından teorik olarak beklenen $ZnSO_4.7H_2O$ miktarı: 2,5.287,4/65,4=11 g olacaktır.

$$\text{Verim} = \frac{9}{11} = 0{,}82 \text{ yani \% verim} = \frac{9}{11}.100 = 82 \text{ olur.}$$

Soru: 8,16 g iyotbenzenden (C_6H_5I) aşağıdaki reaksiyona göre 1,94 g bifenil (C_6H_5-C_6H_5) elde edilmiştir. Bu reaksiyonun verimini hesaplayınız.

$$2C_6H_5I + Cu \longrightarrow C_{12}H_{10} + Cu_2I_2$$

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

DENEY 1: MADDENİN KORUNUMU

Kütlesi olan ve uzayda yer kaplayan her şeye madde denilmektedir. Lavoisier'in belirttiği gibi madde yoktan var edilemez vardan da yok edilemez. Ancak şekil değiştirebilir. Örneğin maddeler kimyasal reaksiyonları esnasında bir miktar enerjiye dönüşebilirler. Einstein bunu $E=mc^2$ formülü ile ifade etmiştir. Burada E enerjiyi, m maddenin kütlesini ve c ışık hızını göstermektedir.

Kimyasal reaksiyonlarda ağırlık değişimlerinin incelenmesinin en önemlisi, toplam kütlenin reaksiyon öncesinde ve sonrasında sabit kalıp kalmadığının araştırılmasıdır. Böyle olup olmadığı yani kütlenin korunup korunmadığı reaksiyona giren maddelerin, sonra da ürünlerin tümünün tartılmasıyla anlaşılabilir.

Deneyin Yapılışı:

100 ml'lik üç erleni alıp 1,2,3 diye numaralayınız. Her bir erleni kapağı ile beraber boş olarak tartınız. 1.'ye 10 ml %10'luk Na_2CO_3 çözeltisi, 2.'ye 10 ml %10'luk $CaCl_2$ çözeltisi ve 3.'ye 5 ml %5'lik H_2SO_4 çözeltisi koyarak kapaklarını kapatınız ve herbirini ayrı ayrı tartınız (erlenlerin dış yüzeyleri kuru olmalıdır).

2. erlendeki $CaCl_2$ çözeltisini, 1. erlendeki Na_2CO_3 çözeltisi üzerine dikkatlice dökünüz ve hafifçe çalkalayıp tartınız. Karıştırma işleminden sonra herhangi bir değişiklik olup olmadığını gözleyiniz. Daha sonra 3. erlendeki sülfürik asit çözeltisini bu karışımın üzerine boşaltınız, reaksiyon bitinceye kadar çalkalayın (çalkalama işlemini yaparken erlenin ağzını kapatmayınız). Eğer erlen ısınmış ise oda sıcaklığına düşünceye kadar birkaç dakika bekleyip kapağını kapatarak tartınız.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Sonuçların Değerlendirilmesi:

a) 1. Erlenin Darası = ...

2. Erlenin Darası = ...

3. Erlenin Darası = ...

1. Erlen + Na_2CO_3 = ...

2. Erlen + $CaCl_2$ = ...

3. Erlen + H_2SO_4 = ...

1. Erlen + Na_2CO_3 + $CaCl_2$ = ...

1. Erlen + Na_2CO_3 + $CaCl_2$ + H_2SO_4 = ...

b) Karıştırmadan önce herbir maddenin ağırlığını bulunuz?

c) İkili ve üçlü karışımın ağırlığını bulunuz? Karıştırmadan önceki ve sonraki kütleleri mukayese ediniz?

Sorular:

1- Son işlemde kütle kaybı var mıdır, var ise bunun sebebi nedir?

2- Maddeyi sınıflandırınız?

3- Na_2CO_3 ile $CaCl_2$, Na_2CO_3 ile H_2SO_4 ve $CaCl_2$ ile H_2SO_4 arasındaki reaksiyonları ayrı ayrı yazınız?

4- 100 ml.sinde 5,55 gr. $CaCl_2$ bulunan bir çözeltiye, yoğunluğu 1,09 gr/cm^3 olan %13'lük H_2SO_4 çözeltisinden 20 ml katılmıştır. Buna göre oluşan tuz miktarını ve karışımda artan $CaCl_2$ miktarını hesaplayınız.

5- Saf olmayan kireç taşının [$CaCO_3$] 2 gramı yeterince HCl asit çözeltisi aşırısı ile reaksiyona sokuluyor ve açığa çıkan CO_2 gazı, kireç-soda tüpünde tutuluyor. Tutulan CO_2 miktarı 0,75 gr olduğuna göre kireç taşındaki $CaCO_3$'ın yüzdesini hesaplayınız.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

DENEY 2 : ÇÖZELTİ HAZIRLAMA

İki veya daha fazla bileşenin homojen karışımına çözelti adı verilir. Çözeltiler, gaz, sıvı veya katı olabilir. Bileşenlerden genellikle niceliği çok olana "çözücü", diğerine "çözünen" adı verilir.

Derişim Birimleri :

Derişim belirli miktarda çözelti ya da çözücüde çözünen madde miktarıdır.

1) **Molarite (M)** : Bir litre çözeltide çözünmüş madde mol sayısıdır. 1 L 0.1 M HCl çözeltisinde 0.1 mol HCl var demektir.

2) **Molalite (m)** : 1000 g çözücüde çözünmüş madde mol sayısıdır. 1 m üre çözeltisi, 1000 g çözücüde çözünmüş 1 mol üre "$CO(NH_2)_2$" (60.06 g) içerir.

3) **Mol Kesri (X)** : Çözeltideki A bileşeninin mol kesri, X_A, A bileşeninin mol sayısının toplam mol sayısına oranıdır.

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

Bir çözeltideki bileşenlerin mol kesirlerinin toplamı bire eşittir.

$$X_A + X_B + \ldots\ldots\ldots = 1$$

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

Bir çözelti hazırlanırken damıtık su kullanılmasına ve kapların temiz olmasına dikkat edilmesi gerekir.

Çözelti hazırlanırken, çözeltisi hazırlanacak katı veya sıvı maddenin bulunduğu kap veya şişe üzerindeki etiketi dikkatle incelemek gerekir. Genellikle aranan özelikler burada bulunabilir. Daha fazla bilgi için ise el kitabı kullanılır.

KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

a) Katı Maddelerden Çözelti Hazırlama :

Sıvı çözeltiler "balon joje" denilen hacmi ayarlı cam kaplarda hazırlanır. Balon jojeler 5 mL' den, 2 L'ye kadar çeşitli hacımlarda olabilir. Çözeltisi hazırlanacak olan katı maddeden ne kadar alınacağı istenen derişim birimine göre önceden yapılacak bir hesaplamayla saptanır. Örneğin 1 M NaCl çözeltisi hazırlamak için 1 mol = 23.0 + 35.5 = 58.5 g NaCl tartılarak küçük bir behere alınır. Daha sonra az bir miktar damıtık suyla çözülerek 1 litrelik balon jojeye aktarılır. Katı madde kalmaması için, beher damıtık suyla birkaç defa daha çeperlerinden yıkanarak çalkalanır ve yıkama suları da balon jojeye eklenir. Daha sonra balon joje işaretli çizgiye kadar önce hızlı, çizgiye yaklaşıldıkça yavaş bir şekilde damıtık su ile doldurulur. Son işlem olarak balon iojenin kapağı kapatılarak birkaç defa ters yüz edilir. Böylece, dipteki daha derişik çözeltinin balon jojenin her tarafına dağılması ve homojen bir çözelti elde edilmesi sağlanmış olur. Bu çözelti 1 M NaCl çözeltisidir.

Katılardan çözelti hazırlanırken, katı maddenin kristal suyu olup olmadığına dikkat edilmelidir. $Na_2CO_3.10H_2O$; $ZnSO_4.7H_2O$; $MnSO_4.4H_2O$; $CuCl_2.2H_2O$ gibi hidrate tuzlarda, molekül ağırlığı hesaplanırken, kristal suları da hesaba katılmalıdır. Örneğin;

$M_{Na_2CO_3 . 10H_2O} = 2x23.0 + 12.0 + 3x16.0 + 10x18.0$ dur.

Çözeltileri bazan ağırlıkça yüzde biriminde hazırlamak gerekir. Örneğin ağırlıkça %10 luk bir NaOH çözeltisi hazırlamak için 10 g NaOH alınıp 90 g suda çözülür. Çözücü, yoğunluğu 1'den farklı olan bir sıvı ise 90 gramının hacmi hesaplanıp 10 gram çözünenin üzerine ilave edilmelidir. NaOH ve onun gibi ısı vererek çözünen maddelerin çözeltileri hazırlanırken, kullanılan balon joje akan su altında sürekli soğutulur.

b) Derişik asit, baz ya da tuz çözeltilerinden istenen derişimde çözelti hazırlanması :

Kimyada çok kullanılan bir çok asit ve baz (örneğin, HCl, H_2SO_4, HNO_3, CH_3COOH, NH_3) piyasada derişik sulu çözeltileri halinde satılmaktadır.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Molarite ile çözelti hacminin çarpımı, çözünenin mol sayısını verir. Tüm seyrelme işlemlerinde çözünen miktarı değişmediğinden genel olarak;

$M_1V_1 = M_2V_2$ eşitliği geçerlidir.

Eşitlikte (1) indisi derişik çözeltiyi, (2) indisi hazırlanmak istenen çözeltiyi göstermektedir.

Derişik bir çözeltiden belirli derişimde daha seyreltik bir çözelti hazırlamak için önce kaç mol gerektiği hesaplanır. Bunun ne kadar hacimde bulunacağı da önceden bilinir ve yukarıdaki eşitlik kullanılarak derişimi belli ana çözeltiden alınacak miktar hesaplanır. Bu miktar uygun bir ölçü kabıyla bir balon jojeye alınır ve üzeri çözücü ile belirli hacme tamamlanır. Bir çok asit ve baz çözeltisi şişesi üzerinde genellikle derişim birimleri yerine çözeltinin yüzdesi ve yoğunluğu verilir. Bu iki nicelikle diğer tüm derişimler hesaplanabilir.

Örnek 1 : 2.0 L 0.10 M H_2SO_4 çözeltisi hazırlanması :

H_2SO_4 piyasada genellikle ağırlıkça %96 lık sulu çözeltisi halinde satılır ve yoğunluğu 1.858 g/mL dir. Buna göre şişedeki asidin molaritesini hesaplamak için 1 L çözelti temel alınır.

Çözelti ağırlığı = 1000 mL x 1.858 g/mL = 1858 g

H_2SO_4 ağırlığı = 1858g x 0.96= 1784 g

H_2SO_4 in mol sayısı = 1784 g / 98.0 g mol^{-1} = 18.2 mol

1 L çözeltide 18.2 mol H_2SO_4 olduğuna göre, derişik çözelti 18.2 M'dır.

Aynı asidin seyreltilmesi söz konusu olduğundan,

$M_1V_1 = M_2V_2$ eşitliği kullanılır.

$18.2 \times V_1 = 2.0 \times 0.10$

$V_1 = 0.011$ L

11 mL %96 lık H_2SO_4 çözeltisi alınıp 2.0 litreye tamamlanırsa, bu çözelti 0.10 M H_2SO_4 çözeltisidir.

KIRTASIYE & DIJITAL BASKI MERKEZI

DİKKAT : Hiçbir zaman H_2SO_4 üzerine su koymayınız. Patlama olabilir. Daima çözeltiyi hazırlayacağınız kabın dibine çözelti hacminin yarısı kadar su koyup H_2SO_4'ü yavaş yavaş ve çözeltiyi sürekli karıştırarak ekleyiniz.

Örnek 2 : 500 mL, 0.050 M NH_4OH çözeltisi hazırlanması :

NH_4OH aşağıdaki tepkimede görüldüğü gibi amonyağın sulu çözeltisidir.

$$NH_3 + H_2O = NH_4OH$$

NH_3 piyasada genellikle ağırlıkça %27.0 lik sulu çözeltisi halinde satılır ve yoğunluğu d=0.905 g/cm^3 tür. Buna göre şişedeki amonyağın molaritesi;

$$M = \frac{1000mL \times 0.905g/mL \times 0.270}{17.0\ g/mol}$$

$M = 14.4$

$M_1V_1 = M_2V_2$ den

$$V_1 = \frac{0.050 \times 500\ mL}{14.4} = 1.7\ mL$$

O halde 0.050 M NH_4OH çözeltisi hazırlamak için 1.7 mL NH_3 çözeltisi alınır ve 500 mL ye seyreltilir.

Bu deneyde, sizden istenecek derişim ve hacımdaki çözeltileri hazırlayacaksınız.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

DENEY 3 : ASİT-BAZ TİTRASYONU

Titrasyon, derişimi bilinen bir çözelti ile tepkimeye giren derişimi bilinmeyen çözeltinin hacmının belirlenmesi işlemidir. Örneğin; bir çözeltideki asit miktarı, bu çözeltinin, derişimi bilinen standard bir baz çözeltisi ile titrasyonu sonucu bulunabilir. Bir titrasyonda türlerden birinin tamamen tepkimeye girdiği noktaya eşdeğerlik noktası denir. Titrasyon işleminde, bu noktanın duyarlıkla saptanması önemlidir.

Titrasyon yolu ile bilinmeyen bir asit veya baz çözeltisinin derişimi, bu çözeltinin, derişimleri kesin olarak bilinen baz veya asit çözeltileri ile titre edilmesi sonucu bulunur. Bu nedenle, her bir titrasyon işleminde derişimleri belirlenmiş standard çözeltiler gereklidir. Standart çözeltiler, çok saf maddelerden balon jojeler kullanılarak hazırlanır.

Bir titrasyon işleminin bittiği, yani eşdeğerlik noktasına ulaşılıp ulaşılamadığı indikatör denilen maddelerin yardımıyla anlaşılır. Asit-baz titrasyonlarında kullanılan indikatörler farklı pH aralıklarında renk değiştirirler. Titrasyon işleminde kullanılacak indikatörlerin seçiminde buna dikkat etmek gerekir. Asit-baz titrasyonlarında kullanılan indikatörler nötralleşme anında renk değiştiren zayıf asit veya zayıf bazlardır. Örneğin, fenolftalein zayıf bir organik asittir, bunu HIn ile gösterelim, HIn suda az oranda H^+ ve In^- ye ayrışır.

$$\underset{\text{renksiz}}{HIn} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + \underset{\text{pembe}}{In^-}$$

HIn renksiz, fakat In^- anyonu koyu pembedir. Kuvvetli bir asit örneğin, HCl, NaOH ile titre edilirken çok az miktarda indikatör HCl çözeltisine damlatılır. Bu çözelti renksizdir. Titrasyon sırasında NaOH önce HCl ile tepkimeye girer ve onu nötralleştirir. Nötralleşme gerçekleşince, yani eşdeğerlik noktasına ulaşılınca eklenen son NaOH damlası HIn ile tepkimeye girer ve NA^+In^- tuzunu oluşturur. Bu tuz Na^+ ve koyu pembe In^- iyonlarından oluşmuştur, yani bu tuzun oluşumu ile çözeltinin rengi renksizden koyu pembe renge dönüşür. Böylece titrasyonun dönüm noktası belirlenmiş olur. Karıştırılan iki

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

çözeltinin hacımleri ölçülmüşse ve bunlardan birinin derişimi biliniyorsa diğerinin derişimi hesaplanabilir.

Bu deneyde önce bir sodyum hidroksit çözeltisi, derişimi bilinen bir asit ile nötralleştirilecek ve bazın derişimi saptanacaktır. Sonra da baz çözeltisi, derişimi bilinmeyen bir asidin derişimini saptamakta kullanılacaktır.

Deneyin Yapılışı :

a) 100 mL lik temiz ve kuru bir beherin dörtte üçünü hazırladığınız 0.05 M standart sülfürik asit çözeltisiyle doldurun. 50 mL'lik temiz bir büreti önce damıtık suyla, sonra da iki kere 5 er mL standart asit çözeltisiyle çalkalayın. Sonra büreti asit çözeltisiyle doldurun. Büret içinde hava kabarcığı kalmamasına dikkat edin. Çözelti düzeyini 0.1 mL duyarlıkla okuyun. Üç erlene 15 er mL asit alın her erlene 25 mL damıtık su ve 2 damla fenolftalein çözeltisi ekleyin. Laboratuvardaki derişimi bilinmeyen NaOH çözeltisinden temiz bir behere 25 mL alın ve buna 175 mL su ekleyerek seyreltik bir NaOH çözeltisi yapın. Tamamen karışıncaya kadar çalkalayın. Büretteki asidi boşaltın; önce damıtık suyla sonra da iki defa 5 er mL kendi yaptığınız NaOH çözeltisiyle çalkalayın. Büreti doldurun ve başlangıç düzeyini okuyun.

Standart asitlerin herbirini NaOH ile titre edin. İlk erlendeki, yaklaşık dönüm noktasını saptamak için kullanılacaktır. İlk erleni hızlıca karıştırarak, sürekli bir pembe renk görününceye kadar çabuk bir şekilde NaOH çözeltisi ekleyin (büreti sol elinizle idare ederken erleni sağ elinizle çalkalamalısınız.) Eğer erlenin altına beyaz bir kağıt koyarsanız, pembe rengi daha kolay görürsünüz. Büretteki çözelti düzeyini okuyun, şimdi diğer çözeltileri dikkatle titre edeceksiniz. Gerekli olduğunu tahmin ettiğiniz NaOH çözeltisinin onda dokuzunu büretten erlene akıtın. Bu arada asit çözeltisini sürekli olarak karıştırın. Erlenin iç yüzeyini pipetten püskürteceğiniz damıtık suyla yıkayın. Pembe renk en az 30 saniye kalıncaya kadar, karıştırarak, damla damla baz çözeltisini ekleyin. Büretteki düzeyi okuyun.

b) Asistanınızdan derişimi bilinmeyen bir sülfürik asit örneği alın. Büreti yıkayın. Önce damıtık suyla, sonra da iki kere 5 er mL derişimi

KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

bilinmeyen asit çözeltisiyle çalkalayın. Asitle doldurun. Üç erleni damıtık suyla yıkayın ve (a) daki gibi devam edin.

Veriler :

a) Standart asidin derişimi .....

Standart asidin hacmi .....

Kullanılan bazın hacmi ....

b) Bilinmeyen asidin hacmi .....

Kullanılan bazın hacmi ....

Sonuçlar :

a) Kullanılan bazın derişimi ....

Ortalama .....

Bilinmeyen bazın derişimi .....

(Seyrelmeden önce)

b) Bilinmeyen asidin derişimi ....

Ortalama .....

Sorular :

1) Dönüm noktası ile eşdeğerlik noktası arasındaki fark nedir?

2) Bu titrasyonda dönüm noktasını saptamak için fenolftalein yerine hangi indikatörler kullanılabilir?

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

3) Gözlediğiniz değişikliklerin nedenini açıklayın.

4) Deneyin I. kısmındaki metalleri artan indirgeme güçlerine göre sıralayın.

Sorular :

1) a- 1 M Mg^{2+} çözeltisine metalik Ag,

b- 1 M Ag^{+} çözeltisine metalik Zn,

eklendiğinde ne olur?

2) Cl_2 kullanarak Br^{-} nin yükseltgenmesiyle Br_2 hazırlamak mümkün müdür? Açıklayın.

KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

Deney b- Deney "a" daki tüpü 400 mL lik bir beherde kaynayan su içine koyarak tüpten hiç gaz çıkmayıncaya kadar bekletin. Gözlemlerinizi ve bu deneydeki tepkimeleri yazın. Toplam tepkime nedir?

Deney c- "b" den elde ettiğiniz çözeltiye katı çinko koyarak (~ 02 g) 5-10 dakika bekletin.

Deney d- 2 mL bakır sülfat çözeltisini bir tüpe alın ve buna 3 mL saf su ilave ederek bir parça çinko metali (~ 0.2 g) atın.

Deney "c" ile "d" nin sonuçlarını karşılaştırarak bir açıklama yapın. Gereken yarı tepkimeleri denkleştirin. Burada SO_4^{2-} ve NO_3^- iyonlarının fonksiyonu var mıdır? Açıklayın.

Deney e- Bir tüpe KI(~ 0.1 g) koyup 10 mL saf su ilave edin ve $NaNO_2$ (~ 0.1 g) koyun. Çözeltide bir değişiklik oluyor mu? Gözlemlerinizi yazın.

Deney f- Deney "e" de elde ettiğiniz çözeltiye 1-2 damla derişik sülfürik asit ilave edin. Gözlemlerinizi yazın. Bu çözeltiye 3-4 mL CCl_4 (karbontetraklorür) koyarak hafifçe çalkalayın. CCl_4 ün yoğunluğu suya göre daha büyük olduğundan dibe çöker ve açığa çıkan iyot ile menekşe renk alır. Gözlemlerinizden faydalanarak

$$KI + NaNO_2 + H_3O^+ = ?$$

tepkimesini iki yarı tepkimenin toplamı (net reaksiyon) olarak denkleştirin. Bu tepkimede K^+ ve Na^+ iyonlarının önemi var mıdır? Açıklayın.

Veriler :

Her deney için gözlemlerinizi yazın.

Sonuçlar :

1) Her deney için tepkimeleri denkleştirin.

2) Her tepkimedeki indirgen ve yükseltgen türleri belirleyin.

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ

DENEY 4 : YÜKSELTGENME İNDİRGENME TEPKİMELERİ

Bir tepkimede, tepkimeye giren maddelerin yükseltgenme basamağı değişiyorsa bu bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesidir. Yükseltgenme basamağı azalan madde indirgenir, artan madde yükseltgenir. İndirgenen madde elektron alır; yükseltgenen madde ise elektron verir. Örneğin;

$$Cu\,(k) + 2Ag^{+}(aq) = Cu^{2+}(aq) + Ag(k)$$

tepkimesinde bakır yükseltgenmiş, gümüş iyonları ise indirgenmiştir. Bu tepkime iki yarı tepkimeye ayrılacak olursa elektron alışverişi daha açık olarak görülebilir. Yarı tepkimelerden biri

$Ag^{+}(aq) + e^{-} = Ag(k)$ dır. Burada Ag^{+} iyonu bir elektron almakta ve yükseltgenme basamağı +l den 0 a azalmaktadır. Bu, indirgenme yarı tepkimesidir. Diğer yarı tepkime :

$Cu(k) = Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$ olup, burada bakır 2 elektron kaybederek Cu^{2+} ye yükseltgenmektedir. Bu iki yarı tepkime alınan ve verilen elektronlar eşitlenecek şekilde birleştirildiğinde toplam tepkime elde edilir.

$$2(Ag^{+}(aq) + e^{-} = Ag(k))$$

$$Cu(k) = Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

$$Cu(k) + 2Ag^{+}(aq) = Cu^{2+}(aq) + 2Ag(k)$$

Burada Ag^{+} iyonları metalik bakırın yükseltgenmesini sağladığı için yükseltgen madde, metalik bakır ise Ag^{+} iyonlarının indirgenmesini sağladığı için indirgen madde olarak adlandırılır.

Eğer bakır sülfat çözeltisine çinko metali batırılırsa şu reaksiyon meydana gelir:

$$Cu^{2+}(aq) + Zn(k) = Cu(k) + Zn^{2+}(aq)$$

Burada Cu^{+2} indirgenmiş, Zn(k) ise yükseltgenmiştir.

Yukarıdaki tepkimelere göre bakır gümüş iyonlarını indirgemekte, çinkoyu ise yükseltgemektedir. Metal iyonlarının indirgenme yarı tepkimeleri dikkate alınarak hazırlanmış tablolar kullanılarak hangi metalin hangi metal iyonunu açığa çıkaracağı görülebilir. Bu tablolarda metal iyonunun indirgenme eğilimi, o yarı tepkimeye ait standart elektrot potansiyeli değeri ile verilir. $2H^+ + 2e^- = H_2$ yarı tepkimesi için standart elektrot potansiyeli 0.00 V kabul edilir. Elektrot potansiyelleri negatif olan maddeler H^+/H_2 yarı tepkimesinin üzerinde ; pozitif olanlar ise altında sıralanırlar.

Bu deneyin ilk kısmında bir seri reaktant çifti arasındaki tepkimeler incelenecektir. Bu reaktant çiftlerinden hangileri arasında tepkimenin kendiliğinden gerçekleştiği gözlenerek kullanılan metaller indirgeme güçlerine göre sıralanacaktır. İkinci kısımda, farklı reaktant çiftleri kullanılarak tepkime verenler için gözlemler yazılacak ve yarı tepkime yöntemiyle bu tepkimeler denkleştirilecektir.

Deneyin Yapılışı :

1) Reaktant çiftleri :

$Zn(k) + H^+(aq)$	$Cu(k) + Ag^+(aq)$
$Cu(k) + H^+(aq)$	$Cu(k) + Pb^{2+}(aq)$
$Pb(k) + H^+(aq)$	$Pb(k) + Cu^{2+}(aq)$
$Mg(k) + H^+(aq)$	$Mg(k) + Zn^{2+}(aq)$
$Zn(k) + Pb^{2+}(aq)$	

Yukarıda verilen reaktant çiftlerine uygun olarak,1 M HNO_3 çözeltisinden dört deney tüpüne, metal iyonları çözeltilerinden diğer beş tüpe 2 şer mL koyun. Küçük bir parça metal şeridi ilave edin. Tepkime olup olmadığını gözleyin. Bazı tepkimeler diğerlerinden daha yavaş yürüyebilir. Bu nedenle hemen bir tepkime gözlenmezse 10-15 dakika bekleyin.

2) Deney a-Bir tüp içindeki küçük bir parça bakır şeride (~ 0.2 g) 3 mL derişik nitrik asit ilave edin. 5-10 dakika bekleyin. Gözlediklerinizi yazın. Çıkan gaz nedir?

EFNAN FOTOKOPİ
KIRTASİYE & DİJİTAL BASKI MERKEZİ