

*HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM FAKÜLTESİ
KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ BÖLÜMÜ*

ORTA ÖĞRETİM KİMYA DENEYLERİ

Prof. Dr. İnci Morgil

KİMYASAL MADDELERİN SAFLAŞTIRILMASI

Ezel Teker

ANKARA 2007

HEDEF SORU: Kimyasal Maddeler Nasıl Saflaştırılır?

HEDEF I: Ayırmaların sınıflandırılmalarını kavrayabilme

DAVRANIŞ:

- Birbiri ile karışmayan iki faz arasındaki farklı dağılıma dayanan ayırmaları açıklar
- Bir faz içinde farklı göç hızına dayanan ayırmaları açıklar

HEDEF II: Ayırma ve saflaştırma yöntemlerinden kristallendirmeyi kavrayabilme

DAVRANIŞ:

- Kristallendirmeyi açıklar
- Kristallendirme işleminde çözücü seçimini açıklar
- Hidratlama ve hidratların oluşumunu açıklar
- Kompleks bileşiklerin renkli olmasını açıklar
- Kristallendirmede karşımıza çıkan güçlükleri açıklar

HEDEF III: Ayırma ve saflaştırma yöntemlerinden süzmeyi kavrayabilme

DAVRANIŞ:

- Süzmeyi açıklar
- Süzme çeşitlerini açıklar

HEDEF IV: Ayırma ve saflaştırma yöntemlerinden damıtmayı kavrayabilme

DAVRANIŞ:

- Damıtılacak maddenin yapısına bağlı olarak yapılan damıtma çeşitlerini kavrayabilme
- Adi damıtmayı açıklar
- Bir damıtmada dikkat edilecek noktaları açıklar
- Ayrımsal damıtmayı açıklar
- Diğer damıtma yöntemlerini açıklar

HEDEF V: Ayırma ve saflaştırma yöntemlerinden çekmeyi kavrayabilme

DAVRANIŞ:

- Çekme olayını açıklar

HEDEF VI: Ayırma ve saflaştırma yöntemlerinden süblimleşmeyi kavrayabilme

DAVRANIŞ:

- Faz diyagramını açıklar ve örnek faz diyagramı verir

HEDEF VII: Ayırma ve saflaştırma yöntemlerinden kromatografiyi kavrayabilme

DAVRANIŞ:

- Kromatografiyi açıklar
- Kromatografinin çeşitlerini açıklar ve örnek verir

DENEYİN ADI : Kritallendirme

DENEYİN AMAÇI:Şaptan kristal yapımı

KURAMSAL BİLGİLER:

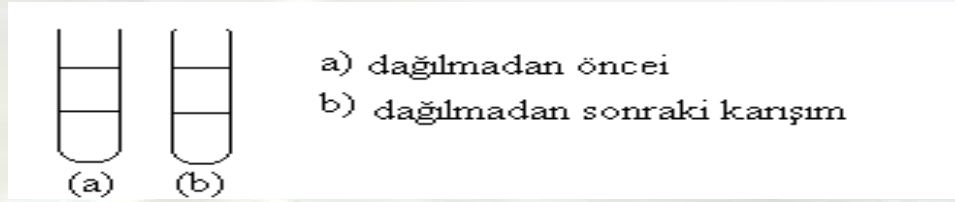
Pratik uygulamalarda analizinin yapılması istenen analiz örneklerinin bir kısmı tek bir madde olmayıp iki veya daha fazla maddenin karışımıdır. Analizi yapılacak örnek bir karışımsa, bu karışıma ayırma işlemi yapılır.

Ayırma işlemleri, kullanılan analiz yöntemlerinin seçiciliğini büyük ölçüde etkiler. Ayrılan bileşenin ayrıldığı karışımdaki diğer maddelerin sayısının çokluğu ayırma işleminin özel olmasına neden olur.

1. AYIRMALARIN SINIFLANDIRILMALARI

1.1. Birbiri ile Karışmayan İki Faz Arasındaki Farklı Dağılıma Dayanan Ayırmalar

Ayırma yöntemlerinin büyük bir grubunda madde karışımı birbiri ile karışmayan iki faz arasında dağılır. Bu nedenle analiz örneği suda çözülerek bileşenler uygun organik çözücülerle çalkalanarak ortamdan alınırlar. İdeal durumda bileşenler biri 1. fazda, diğeri 2. fazda olacak şekilde ayrılırlar.



Faz Çifti	Ayırma Prensipleri	Ayırma Yöntemi
Sıvı-Sıvı	Farklı dağılıma sabitleri	Dağılıma kromatografisi
Gaz-Sıvı	Gazların sıvıdaki farklı çözünürlükleri	Gaz kromatografisi
Gaz-Katı	Gazların katılardaki farklı çözünürlükleri	Gaz kromatografisi
Sıvı-Katı	Sıvıda çözülmüş maddelerin katılardaki farklı adsorpsiyonları	Adsorpsiyon kromatografisi
Sıvı-Katı	Çeşitli iyon değişirme sabitleri	İyon değişirme İyon değişirme kromatografisi
Sıvı-Katı	Sıvılarda ve ergitmede farklı çözünürlükler	Çökertme, Beraber çökertme, Ekstraksiyon
Sıvı-Katı	Çözünürlüğün ısıya bağlılığının farklı olması	Kristalizasyon zor erimesi
Gaz-Sıvı	Farklı buhar basıncı	Destilasyon
Gaz-Katı	Farklı süblimasyon basıncı	Süblimasyon

Tablo 1- Birbiriyle karışmayan iki faz arasındaki farklı dağılıma dayanan ayırma

1.2. Bir Faz İçinde Farklı Göç Hızına Dayanan Ayırmalar

Ayırmaların bir grubunda ayrılması istenen maddeler homojen bir faz içinde dışarıdan bir etki ile göçe zorlanırlar.

(a)

a) önceki karışım

(b)

b) dağılımdan sonraki karışım

Bu şekilde yapılan ayırmalar bir boyutlu, karşı akımlı ve boyutlu olarak sınıflandırılır. Bir boyutlu ayırmalarda gaz veya sıvı ortamda tek bir yöne göç eder. Karşı akımlı ayırma yönteminde bir sıvı içinde hareket eden parçacık göç yönü karşı yönde akıma tutulursa ayırma, uzatılmış bir ayırma bölümü üzerinde gerçekleşir. İki boyutlu yöntemde iki çapraz kuvvet alanında etkilenen parçacık devamlı ayırma sonucu bileşenlerine ayrılmasıdır.

2. AYIRMA VE SAFLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

2.1. KRİSTALLENDİRME:

Organik reaksiyonlar sonucunda ayrılan katı organik bileşik nadiren saftır. Esas olarak elde edilmek istenen maddenin yanında meydana gelen safsızlıklarda bulunma ihtimali vardır.

Kristallendirme işlemi sıcakta hazırlanan doygun çözeltilerin soğutulmasıyla, çözeltide çözünmüş olan katı maddenin çökertilmesi ile gerçekleştirilebildiği gibi, çözünme olayını sağlayan çözücü ile iyi karışan fakat çözünmüş maddeyi çözmemen ikinci bir çözücünün çözücüye eklenmesi (organik maddelerin çözeltilerine su ilavesi gibi) ile de yapılabilir. Kristallenme, bir maddenin bir çözücünden sıcakta çok, soğukta ise az çözünmesi esasına dayanır.

Bir Kristallendirme işlemi şu işlemlere dayanır;

- Kristalenecek maddenin uygun bir çözücüde kaynama noktası veya biraz yakın bir sıcaklıkta çözülmesi
- Sıcak çözeltinin çözülmemiş madde ve tozlardan süzülerek ayrılması
- Sıcak çözeltinin soğumaya bırakıp kristallenmenin sağlanması
- Kristallerin çözücü fazda ayrılması

Kristallendirilecek maddenin, uygun bir çözücüde, sıcakta doygun çözeltisi hazırlanır. Bu çözelti, daha önceden ısıtılmış bir huni ile, temiz bir erlene veya behere sıcak sıcak süzülür. Çözeltinin sıcak sıcak süzülmesinin sebebi çözücü içinde sıcakta çözülmeyen katı maddeleri çözeltiden ayırmak içindir. Süzme esnasında huninin sıcak olmasının nedeni ise, sıcakta doymuş halde bulunan çözeltinin, soğuk huni ile teması sırasında kristallenmenin olmamasını sağlamak içindir. Bu amaçla huni, etüvde veya hava ile ısıtılmalı yada çevresinden sıcak su geçirilebilen, süzme

sırasında ısıtılsbilen huniler kullanmalı süzülen doygun çözelti ağzı saat camı ile kapatılarak soğumaya bırakılmalıdır.

Oluşan kristallerin kurutulduktan sonra saflıkları genellikle erime noktalarına bırakılarak kontrol edilir. Saf değilse saf çözücüde yeniden kristallendirilir.

Kristallendirme işleminde çözücü seçimi çok önemlidir;

- Kristallendirilecek madde için yüksek sıcaklıkta çok, düşük sıcaklıkta az çözme gücü olmalı
- Maddedeki safsızlıkları ya kolayca çözmeli veya çok az çözmeli
- Saflaştırılacak maddenin iyi oluşan kristallerini vermeli
- Saflaştırılan maddenin kristallerinden kolayca ayrılabilmesi
- Kullanılacak çözücü kristallendirilecek madde ile reaksiyon vermemeli
- Çözücü bol bulunmalı ve ucuz olmalı
- Mümkün olduğu kadar tehlikesiz olmalı

Çözücü	Kn°	Özellikleri
Damıtık su	100 °C	Uygun olan her yerde kullanılır
Dietileter	35 °C	Yanıcı, gerekmedikçe kullanılmamalı
Aseton	50 °C	Yanıcı kullanılmadan önce kurutulmalı
Kloroform	61 °C	Yanmaz ancak buharı zehirlidir
Metilalkol	64,5 °C	Yanıcı , zehirli ve köredcidir
Karbondioksid	77	Yanmaz, buharları zehirlidir
Etil alkol	78	Yanıcı
Benzen	80	Yanıcı
Petroleteri	40-60	Yanıcı
Asetikosit	118	Çok yanıcı değil, batıcı kokulu
Karbonsülfür	56	Parlar ve patlar
Toluen	110	Yanıcı
Pridin	147	Zehirli ve pis kokulu

Tablo 2- Kristallenmede kullanılan bazı çözücüler

2.1.1. Su Katma (Hidratlama)

Bir madde suyla birleştiğinde su katma olur. Bir çok tuz kristal oluşturmak üzere suyla birleşir ve kimyasal bağ yapar. Bu suya kristal su denir.

Bakır (II) sülfat (CuSO_4) suyla (H_2O) bağlandığında, su katılmış (hidratlanmış) bakır (II) sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) kristalleri oluşur.

2.1.2. Peki Hidratların Oluşumu Nasıl Olur

Hidratların Oluşumu

Sulu özelti içindeki negatif iyonlar iyon-dipol etkileşmeleri veya eğer olası ise hidrojen bağları ile hidratlaşırlar. NH_4^+ da olduğu gibi artı iyon bir hidrojen iyonu içeriyorsa su molekülleri ile hidrojen bağları yapması olası, aksi halde olası değildir. Bununla birlikte, çoğu metal katyonları ile su molekülleri arasındaki çekme oldukça kuvvetlidir. Su molekülündeki oksijenin ortaklaşmamış elektron çiftleri ve metal katyonun bir boş yörüngesi kullanılarak oluşan koordine kovalent bağ, metal ve su partiküllerinin bir kompleks iyon halinde bir arada bulunmasına yol açar.

Çoğu metal katyonları belli sayıda su molekülü ile hidratlaşır. Koordinasyon sayısının 4 olduğu durumlar ender olmamakla beraber çoğu hidratlarınki 6'dır. Koordinasyon sayısının 6 olduğu durumlarda su molekülleri düzgün sekiz yüzlünün köşelerinde bulunur. $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ kompleksi için bu sıralama görünmekte.

Merkez iyonunu etrafında koordine olan ligotların sayısına o iyonun koordinasyonu denir. Sulu çözeltilerde hidratlaşmış kompleks katyon $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiğinin yapısında görüldüğü gibi birbirlerine hidrojen bağları ile tutunmuş su molekülleri ile sarılmıştır. Kompleksin dışındaki su molekülleri arasındaki çekme kuvveti, içteki koordine edilen katyon ile su molekülleri arasındaki çekme kuvvetinden daha küçüktür.

Hidratlaşmış iyonlar çoğunlukla kristal maddeler olup, sulu tuz çözeltilerinin buharlaştırılmasıyla elde edilir. $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ katı bileşiği gerçekte $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ olup kompleks iyon $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ dir.

Anyonların su moleküllerini hidrojen bağları ile bağlayarak koordine ettiği hidratlarda bulunmasına karşı pek önemli değildir. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bileşiği $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ şeklindedir.

İyon ve su molekülleri arasındaki çekim kuvvetleri oluşmasına etki eden etmenler:

1. Yükü fazla olan iyonlar H_2O molekülünün H ve O atomlarını kuvvetle çeker.

2. Yük yoğunluğu daha büyük olan küçük iyonlar, büyük iyonlardan daha etkindirler.

Merkez Atomu: Koordinasyon bileşiğinin merkezinde yer alan ve diğer yan gruplara bağlı atom veya iyona **merkez atomu** veya **merkez iyonu** denir. Bunlar genellikle metal atomu veya katyonlardır.

Ligond: Merkez atomuna bağlı olan nötr melokül veya anyonlarına denir. Ligondlara örnek olarak NH_3 , H_2O ve CO gibi nört moleküller Cl^- , OH^- ve CN^- gibi anyonlar verilebilir. Ligond moleküllerinde merkez atoma bağlanan atoma **donör atom** denir.

Madde atomlarının su molekülleriyle karıştığı ama bağ yapmadığı çözeltilerden farklı olarak su kristalde maddenin atomlarıyla kimyasal bağ yapar. Su hidratlaşmış bir katıdan, katıyı ısıtarak da ayırabiliriz. Buna **susuzlaştırma (dehidratasyon)** denir.

Eğer çamaşır sodası ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) kristallerini ısıtacak olursanız, kristal suyu ayrılır ve bir çamaşır sodası çözeltisi oluşur.

Su çekme olayından sonra ortaya çıkan kuru katıya **susuz (anhidro)** denir.

Beyaz, susuz bakır (II) sülfat tozu, su eklenirse mavileşir. Bu madde suyun varlığını sınamada kullanılır.

2.1.3. Kompleks Bileşiklerinin Renkli Olmasının Nedeni?

Kompleks Bileşiklerinin Renkli Olması:

Metalleri d orbitalleri normalde eş enerjili olmalarına rağmen, ligonlar ile kompleks yapma durumunda, bu d orbitalleri birbirinden ayrılırlar. Diğer bir ifade ile orbital enerjileri yarılr. Metalin yaptığı kompleks türüne göre bu yarıma farklılık gösterir.

Geçiş metali komplekslerinin bir çoğunda bu yarıma enerjisi dediğimiz, d orbitalleri arasındaki enerji farkı yaklaşık olarak görünür bölgedeki uygun enerjisine denk gelmektedir. Dolayısıyla, alt enerji seviyesinde bulunan d orbitalleri görünür bölgedeki enerjiyi soğurarak üstteki enerji seviyesine geçebilirler. Bu enerji farkı sarı renkli ışığın enerjisine denk geliyor. Bu durumda bu kompleks, güneşten gelen tüm görünür bölgedeki dalga boylarından sadece sarı olanını soğurtmakta ve geri kalanlarını yansıtmaktadır. İşte biz de, bu görünür ışığın sarısının soğurulmuş kısmından geri kalanını yani sarının tamamlayıcısını görmekteyiz.

X IŞINI	X IŞINI	UV	GÖRÜNÜR	IR	MİKRODALGA	RADAR	TV	RADYO
1.10^{-8} nm	1.10^{-5} nm	100 nm	500 nm	1 1.10^{-3} nm	1 cm	1 cm	10 m	1000 m

MOR	MAVİ	YEŞİL	SARI	TURUNCU	KIRMIZI
420mm	435mm	490mm	580 mm	600mm	680 mm 700mm

Beyaz ışık bir cam prizmadan geçirildiğinde çeşitli renklere ayrılır. Görünen her renk belirli dalga boylarındaki ışıklardan oluşur. Tek bir dalga boyuna sahip ışığa tek renkli anlamında **monokromatik ışık** denir. Dalga boyları farklı ışıklardan oluşan ışığa çok renkli anlamında **polikromatik ışık** denir. Renk dizisi kırmızıdan başlar mora kadar devam eder. Kırmızı; en uzun dalga boylu en düşük frekanslı, mor; en kısa dalga boylu, en yüksek frekanslı ışıktır.

$CuSO_4.5H_2O$ Bakır (I) sülfat Dentahidrat mavi renklidir.

2.1.4. Bakır (II) Sülfat'ın Molekül Yapısı:

2.1.5. Kristallendirmede Güçlükler

Renk giderme; Ham ürün renkli safsızlıklar içerebilir. Kristallendirme sırasında bu safsızlıklar büyümekte ola kristaller tarafından ardsorblanabilir. Elde edilen kristaller bundan dolayı renkli olur. Renkli safsızlıklar hayvan kömürü (aktif kömür) kullanılarak uzaklaştırılabilir.

Kristallenme güçlüğü (yağ halinde ayırma): bazı hallerde, madde kristellenmeden yağ halinde çözeltinin üst veya alt kısmında toplanabilir. Bu gibi hallerde, çözelti yeniden ısıtılır ve tekrar süzülerek, dikkatli bir şekilde, saramadan yavaş soğumaya terk edilir.

Bazen doymuş çözeltilerde kristallendirme başlamaz. Bu güçlüğü yenmek için şunlar denenebilir; kabın içindekiler bir cam bagetle karıştırılır, çok düşük sıcaklıklara soğutulularak yavaş yavaş ısınmaya bırakılır.

2.2 SÜZME

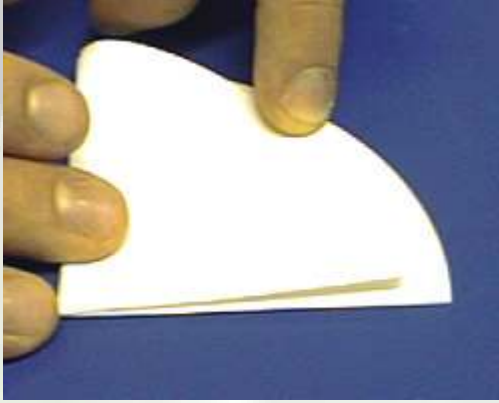
Bir karışımda sıvı fazın katı fazdan ayrılması için uygulanan işleme süzme denir. İyi bir kristallendirme ile saflaştırma işlemi iyi yapılmış süzme işlemine bağlıdır. Kristallendirme sırasında süzme işlemi çoğunlukla iki kez uygulanır. Kristalleşme başlamadan önce hazırlanan sıcak çözeltinin süzülmesi ve kristallendirme tamamlandıktan sonra kristallerin ana çözeltilerden süzülerek

ayrılması .Süzme işlemi iki şekilde gerçekleştirilir. Bunlarda birisi huni kullanılarak yapılan basit süzme, diğeri ise goch krozesi kullanılarak yapılan vakum altında süzmedir.

2.2.1. Huni İle Basit Süzme

Sıcak çözeltilerin süzülmesi sırasında ısı kaybı elden geldiği kadar önlenmelidir. Aksi takdirde sıcaklık düşmesi ile çözünürlük azalacağından süzgeç kağıdında ve huni borusunda kristaller meydana gelir ve bunlar süzmeyi güçleştirir. Soğumayı önlemek için hızlı süzmek veya huni ve süzgeç kağıdındaki kristalleşmeyi önlemek için süzmeye başlamadan önce bunların ısıtılması gereklidir.

İşlem için önce filtre kağıdı doğru şekilde katlanıp huni içerisine yerleştirilmelidir.



Süzgeç kağıdı daha sonra çözücü ile ıslatılarak huni içerisine tam olarak oturması sağlanır.



Erlenin üzerine yerleştirilen huni içerisine süzme yapılacak çözelti yavaşça dökülür. Altındaki erlenin kısımlarına süzüntü denir. Çözeltinin döküldüğü kap süzüntü ile tekrar çalkalanarak bir defa daha süzülür.

2.2.2. Vakum Altında Süzme

Süzülmesi zor olan çözeltiler için genellikle bu yöntem tercih edilir. Vakum hem süzmeyi hızlandırır ve hem de kristallerin ana çözeltiden tamamen ayrılmasını sağlar . Bu yöntemde genellikle nuçe hunisi ve erleni kullanılır.



Süzgeç kağıdı, nuçe hunisinin çapına göre kesilir ve huninin delikli olan altını tamamen kaplar. Kağıt kati suretle yan taraflara taşmamalıdır. Çözücü ile ıslatılan bu süzgeç kağıdı nuçenin tabanına konur ve kenarları, ucu yuvarlatılmış bir baget veya tırnak ucu ile huninin çeperine yerleştirilir. Nuçe hunisi bir lastik tıpa ile erlenin üstüne takılır. Erlenin yan borusu bir lastik hortumla su trompa bağlanır. Su trompuda musluğa bağlanır. Su trompunun olmadığı durumlarda hortum direk musluğa bağlanabilir.



Önce tromp çalıştırılarak vakum yapılır, sonra süzülecek madde nuçe hunisine dökülmeye başlanır. Süzme işleminde yavaş emiş, hızlı emişten daha etkindir, çünkü hızlı emişte çok ince taneler sürüklenerek süzgeç kağıdının üzerine yapışır ki bu durum kağıdın geçirgenliğini azaltır. Süzülecek çözelti bittiği zaman su musluğu kapatılır nuçe erleni nuçe krozesinden ayrılır. Bir pens yardımı ile filtre kağıdı dikkatlice nuçe krozesinden çıkarılır.

2.3 DAMITMA (DESTİLASYON)

Organik bileşikler için ayırma ve saflaştırma yöntemlerinden en önemlisi damıtmadır. Her sıvı ve katının bir buhar basıncı vardır ve sıvı sabit basınçte ısıtılırsa buhar basıncı verilen ısı ile orantılı olarak artar. Sıvının buhar basıncı, dış atmosfer basıncına eşit olduğu andan itibaren sıvı kaynamaya başlar. Buhar

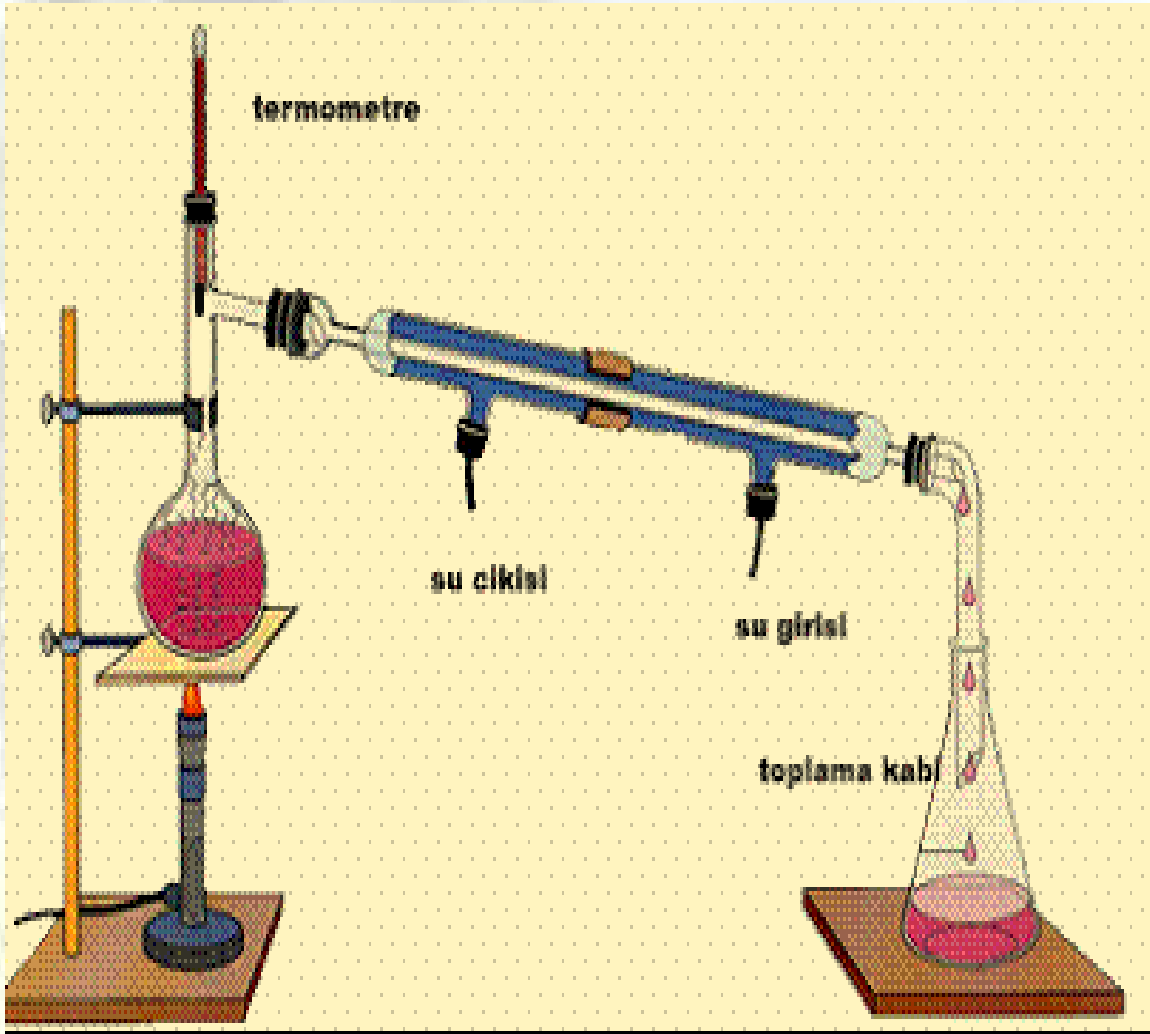
basıncının dış atmosfer basıncına şit olduğu sıcaklığa, sıvının **kaynama sıcaklığı** veya **kaynama noktası** denir.

Her maddenin ayrı bir kaynama noktası vardır. Homojen karışım halinde olan maddenin bu özelliğine bağlı olarak geliştirilmiş saflaştırma usulleridir. Bunlardan biri ve en önemlisi damıtmadır. Karışımı meydana getiren maddeleri, kaynama sıcaklıkları göz önünde bulundurarak, önce buhar fazına geçirilip daha sonra yoğunlaştırma yolu ile bileşenleri; tekrar kazanma işlemine **damıtma** denir.

Damıtma işlemi, damıtılacak maddenin tabiyatına bağlı olarak 2 şekilde yapılabilir.

1. Kaynama noktaları çok yüksek olmayan ve kaynama sıcaklıklarında bozulmaya uğramıyan homojen karışımların damıtılması. Bu işlem genellikle 2 yolla yapılır;

Adi damıtma;



Bir organik maddenin sadece içindeki safsızlıklarından kurtarılmak için saflaştırılmasında ve kaynama noktasının bulunmasında kullanılan bir yöntemdir.

Bir damıtma işleminde dikkat edilecek noktalar;

- Termometre hazinesi şekildeki gibi yan borunun hizasına gelecek şekilde yerleştirilmeli
- Muntazam bir kaynama sağlayabilmek için, cam balon içine, kaynama taşları konmalıdır
- Isıtma, mümkün olduğu kadar yavaş ve muntazam olmalı
- Laboratuarda en uygun ısıtma banyolarından biri hava banyosudur.
- Damıtılacak sıvı balona, balon hacmini 2/3 kadar konmalı
- Soğurma suyu soğutucuya, alttan verilmeli
- Kolay nem kapan sıvıların damıtılmasında toplama kabına bir kalsiyumklorlü kurutma borusu takılır.

Ayrımsal damıtma;

Birden fazla sıvının birbirinden ayrılmasında kullanılan bir damıtma yöntemidir. Karışımı meydana getiren maddelerin kaynama noktaları arasındaki fark küçük ise, normal damıtma ile, karışımı meydana getiren bileşenleri net bir şekilde ayırmak mümkün olmaz. Böyle durumlarda ayrımsal damıtma kullanılır.

2. Kaynama noktası çok yüksek yada, bu noktalarda veya bu noktalara ulaşırken bozulabilen karışımların damıtılması. Bu tür işlemlerde de 2 tür yöntem kullanılır:

Vakumda damıtma; Bazı organik maddeler normal atmosfer basıncında damıtıldıkları zaman bozulurlar. Bu tür maddeleri daha düşük sıcaklıklarda damıtılabilmek için atmosfer basıncının altında çalışmak gerekir.

Düşük basınç (vakum) damıtma düzeneği: Kapalı bir düzeneği, normal veya ayrımsal damıtma düzeneğinin, kapalı bir sistem haline getirilene, vakum pompasına bağlanması ile oluşur. Biliyoruz ki, bir maddenin kaynaması, madde üzerine etkileyen basınca bağlıdır; basınç arttıkça kaynama noktası yükselir, basınç düştükçe de kaynama noktası düşer. Basıncın düşmesi ile, karışımı meydana getiren maddelerin, daha düşük sıcaklıklarda kaynamaları sağlanmış olur. Böylece, erime noktası civarında bozulan bir maddeyi bozmadan saf bir şekilde daha düşük sıcaklıklarda elde etmiş oluruz.

Katılar içinde vakum damıtması yapılabilir. Erime noktası düşük olan katı maddeleri, içlerinde safsızlık olarak bulunan reçine, boya madde, diğer uçucu olmayan katı maddeler vb. kurtarmak için yapılan bir saflaştırma yöntemidir.

Moleküler damıtma: Yüksek sıcaklıklarda bozulan ,ısıya karşı duyarlı olan veya kaynama noktası çok yüksek olan maddeleri çok düşük basınçta kolayca veya yapısını bozmadan damıtma yapılabilir. Bu şekildeki damıtmaya moleküler damıtma denir.

Moleküler damıtma 2 şekilde yapılır; sıcaklık sabit tutularak veya damıtma hızını sabit tutarak.

Birinci yöntemde damıtma süresinde karışımın sıcaklığı sabit tutulur. Karışım içindeki en uçucu bileşen daha kolay damıtılacağından karışımın bileşimi zamanla değişir ve buna bağlı olarak damıtma hızı da azalır.

İkinci yöntem ise damıtma hızı, damıtma sırasında sıcaklığı devamlı artırarak sabit tutulur, bu yöntem daha çok kullanılır.

Vakumda ayrımsal damıtma; Basit vakum damıtma düzeneğinde sadece bir madde damıtıla bilir.eğer, damıtılacak sıvı bir karışım ise bileşenlere ayırmak için, artımsal damıtmada olduğu gibi, ayrımsal damıtma başlıklarını kullanmamız gerekir. Bu sistemin basit vakum damıtmasından en önemli farkı, toplama kabının ve ayrımsal damıtma başlığının farklı oluşudur.

Döner buharlaştırıcı; Döner buharlaştırıcılar, sıcaklığa veya havaya karşı duyarlı maddelerin fazla miktardaki çözeltilerini, sürekli ve çabuk bir şekilde buharlaştırılıp tekrar kullanıma sunmak için, kullanılan çok yararlı aletlerdir.

Kullanılan alanlar;

- Normal damıtma sırasında devamlı köpüren çözeltilerin buharlaştırılması
- Damıtma sırasında kristallenmenin olduğu çözeltilerin buharlaştırılması
- Damıtma sırasında oluşan çökelek, sıçrama yapıyor veya kaynama noktasını yükseltiyorsa
- Madde yüksek sıcaklıkta bozuluyorsa

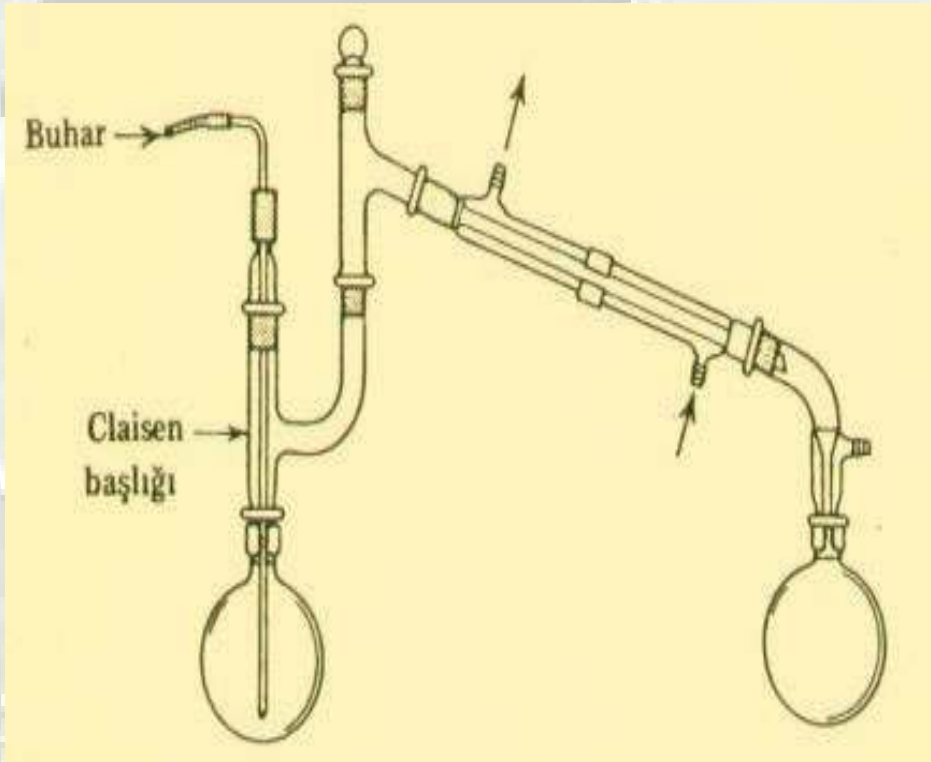
Damıtma işlemi döner buharlaştırıcı ile yapılır.

Su Buharı Damıtması

Birbiri içinde hemen hemen hiç çözünmeyen sıvıların damıtılması ise su buharı damıtması ile yapılır. Ancak, bu sıvıların su ile de karışmamaları gereklidir. Bu damıtma işleminde su ile karışmayan sıvılar kendi kaynama noktalarından daha düşük sıcaklıkta damıtılırlar. Bu tip karışımlarda bir bileşen diğer bileşenden bağımsız olarak kendi buhar basıncına sahiptir ve karışımın buhar basıncı, karışımı oluşturan bileşenlerin buhar basınçlarının toplamına eşittir. Karışım A ve B bileşenlerinden oluşmuşsa karışımın toplam basıncı $P_T = P_A + P_B$ 'dir. Toplam basınç dış atmosfer basıncına eşit olduğu zaman karışım kaynayacağına göre, karışımın kaynama noktası bileşenlerden her birinin kaynama noktasından daha düşük olacaktır.

Su buharı damıtması ile hem kaynama noktasında bozulan, su ile karışmayan organik maddeler daha düşük sıcaklıklarda damıtılabilir hem de ortamda safsızlık olarak bulunabilecek uçucu olmayan, çok miktardaki reçine, inorganik tuzlar gibi maddeler ortamdan uzaklaştırılabilir. Böyle durumlarda basit damıtma işlemi vakumda olsa bile kullanılmaz. Çünkü karışımda az miktarda olan uçucu bileşeni damıtmak için yüksek sıcaklık gerekecektir. Bu da maddenin bozunmasına yol açacaktır. Ayrıca mekanik tuzak bileşenin tamamıyla uzaklaştırılmasını önleyecektir. Su buharı damıtmasıyla bitkilerden polen, esans gibi uçucu organik bileşikler de kolaylıkla ayrılabilir.

Aşağıdaki şekilde bir su buharı damıtma düzeneği gösterilmektedir. Düzenekteki bütün bağlantılar olabildiğince kısa tutulmalı ve damıtma balonuna yarıdan çok sıvı konmamalıdır. Damıtma balonu, damıtma sırasında aşırı yoğunlaşma olursa çok küçük bir alevle ısıtılabilir.



Bitkilerin karakteristik kokuları, içindeki uçucu esans yağlarından ileri gelir. Bu yağlar genellikle hidrokarbonlar, alkoller ve karbonil-bileşiklerinin kompleks karışımlarıdır ve terpenler olarak bilinirler. Su buharı damıtma yöntemi sayesinde bitkilerden koku veren esans maddeleri elde edilebilir .

Hangi maddenin esansı elde edilmek isteniyorsa o numuneden 15 gram alınarak şekilde görülen ilk balona yerleştirilir. Üzerine 100 ml saf su eklendikten sonra sisteme su buharı verilerek damıtma işlemi başlatılır. Su buharı eldesi için örneği koyduğumuz balonun öncesine içi su dolu bir balon yerleştirilerek kaynatılır. Kaynatma sonrasında oluşan su buharı aradaki bağlantı yardımı ile örneğin olduğu kaba geçer. Örneğin olduğu balonda , damıtma sırasında aşırı yoğunlaşma olursa çok küçük bir alevle ısıtılabilir.

Yağ damlacıkları gelmeyinceye dek damıtmaya devam edilir. Toplanan kısım bir ayırma hunisine aktarılır, üzerine 6 ml. eter eklenir ve çalkalanır. Fazlar ayrılana dek beklenir, organik faz ayrılır. Sulu faz 5 ml. eter ile yeniden çalkalanır. Eterli fazlar toplanır, susuz Na_2SO_4 ile kurutulur. Bir su banyosu üzerinde eter uçurulur, geriye kalan esans yağdır.

2.4.EKSTRAKSİYON (çekme)

Ekstraksiyon organik kimyada tepkime karışımlarından ya da doğal olarak oluşan maddelerden bir bileşiği ayırmak için kullanılır Genellikle sulu çözeltilerden ya da süspansiyonlardan bir bileşiği ayırmak için kullanılır. Bu işlem bir çözücü yardımı ile yapılır. Sulu çözeltiyi ya da süspansiyonu su ile karışmayan bir organik çözücü ile çalkalanır ve oluşan fazların birbirinden ayrılması beklenir.. Burada temel prensip bileşiğin iki ayrı fazda kısmi dağılımına dayanır. Madde sulu ve organik fazda göreceli çözünürlüklerine göre dağılacaktır. Örneğin, inorganik tuzlar organik çözücülerde hemen hemen hiç çözünmezler ve böylece sulu fazda kalacaklardır. Hidrokarbonlar ve bunların halojen türevleri gibi H-bağı yapamayan bileşikler de suda hemen hemen hiç çözünmezler, böylece organik fazda kalacaklardır

Daha sonra organik çözücünün uçurulmasıyla saf organik bileşik elde edilir. Çekme işlemi, iki sıvı faz arasında bir denge işlemidir ki bu dengeyi bileşiğin iki fazdaki çözünürlükleri yönlendirir. Karışım çalkalandığı zaman bir dengeye ulaşılır ve her iki fazda maddenin derişimi sabit kalır. Belirli bir sistem ve sıcaklık için bu derişimlerin oranına dağılım katsayısı denir ve bu aynı zamanda çözünürlüklerin oranına eşittir.

K_D dağılım katsayısı.

C_A : Maddenin A fazındaki derişimini

C_B : Maddenin B fazındaki derişimini

S_A : Maddenin A fazındaki çözünürlüğü

S_B : Maddenin B fazındaki çözünürlüğü

Bir ekstraksiyon işleminin başarılı olması doğru çözücü seçimine bağlıdır. En çok kullanılan çözücüler eter, benzen, toluen, petrol eteri, heksan, broform, metilen klorür ve karbon tetraklorürdür. Bunların hiçbiri suda çözünmez ve organik bileşikler için iyi çözücülerdir.

Organik asit ve bazların dağılım katsayıları, çözücülerden biri su olduğu zaman ortamın pH'ından oldukça çok etkilenir. $\text{pH} = 7$ de suda çözünmeyen bir organik asit sulu NaOH ya da NaHCO_3 çözeltisinde çok miktarda çözünebilir. Bu durumda asidin protonu baz tarafından alınarak onun eşlenik bazını verir.



Organik asit

eşlenik baz

Bu şekilde organik asitler ve bazlar, polar olmayan organik çözücülerden asidik ya da bazik sulu çözeltilerle ekstrakte edilebilirler. Sulu çözeltilerden başlangıçtaki organik asit ya da baz nötralleştirme yoluyla elde edilirler.

Örneğin fenolik bileşikler NaOH çözeltisi ile tuz oluştururlar ve suda çözünürler. Bu nedenle, NaOH çözeltisi, bir organik çözücüde çözünmüş olarak bulunan fenolik bileşikleri ya da karboksitli asitleri ekstrakte etmekte kullanılabilir. Ya da diğer bir deyişle, sulu NaOH çözeltisinde çözünmüş olarak bulunan karboksilli asit ya da fenolden organik safsızlıkları uzaklaştırmak için bir organik çözücü kullanılabilir.

Benzer şekilde NaHCO_3 çözeltisi, karboksilli asitleri, karşılık gelen sodyum tuzlarına dönüştürebilir ancak fenolik bileşikleri tuzlarına dönüştüremez. Bu da karboksilli asitler ile fenolik bileşikleri birbirinden ayırmak için iyi bir yöntemdir. Önce, NaHCO_3 çözeltisi ile karboksilli asit uzaklaştırılır, daha sonra NaOH ile fenolik bileşikler ekstrakte edilir.

İnorganik asitler de, NaOH, Na_2CO_3 ya da NaHCO_3 çözeltileriyle çekilerek organik fazdan ayrılır.

Sulu HCl, karışımlardan, bazik bileşiklerin çekme ile ayrılmasında sık sık kullanılır. Sulu asit, amonyak ya da bir organik amini suda çözünen klorür tuzuna dönüştürür.

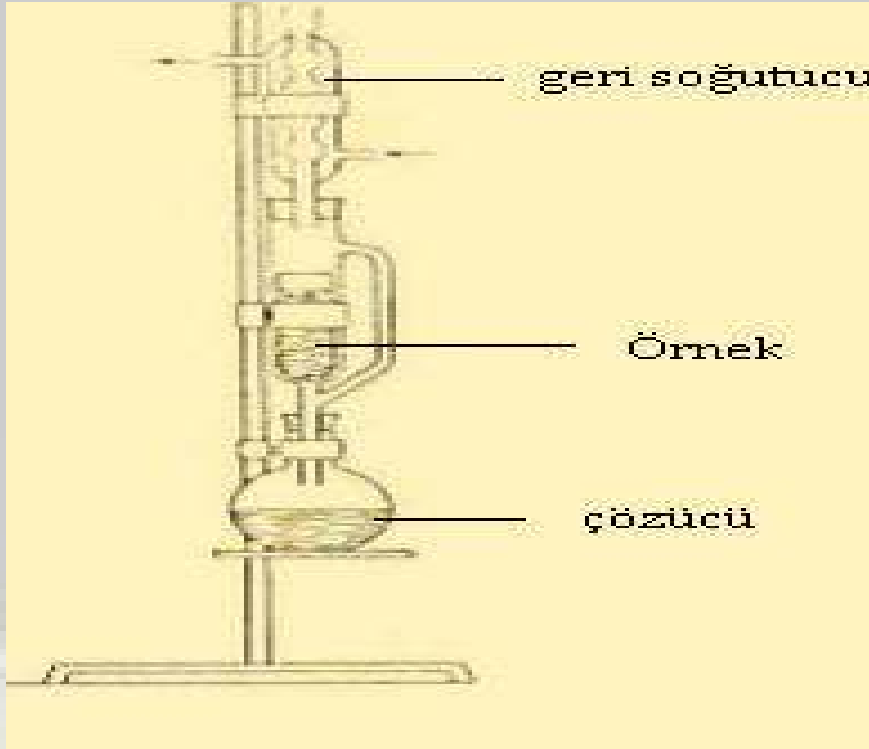
Karboksilli asit ve fenolik bileşiklerin sodyum tuzları sülfürik ya da fosforik asitle kolaylıkla asit ve fenollere dönüştürülürler.

Ekstraksiyon işleminde hangi fazın su fazı olduğunu anlamak için huninin üstünden 1 damla su damlatılır, su hangi faza gidiyorsa o faz sulu fazdır.

Ekstraksiyon sırasında fazlar birbirinden iyi ayrılmayabilir ya da emülsiyon halinde kalabilir. Bu durumda, sulu faz NaCl ile doyurulur, buna tuz etkisi denir. Ya da çözücü uygunsa bir damla alkol damlatılır, en iyisi bir süre daha beklenir.

Katılardan yapılacak çekme işlemi için en çok kullanılan düzenek Soxhlet cihazıdır. Örnek dağılmaması için bir kartuşun içerisine yerleştirilerek şekilde görüldüğü yere yerleştirilir. Çözücü balonda kaynatılır ve buhar yan borudan geçerek soğutucuda yoğunlaşır ve katının üzerine damlar. Üst tarafta biriken çözücü yandaki kılcal borunun seviyesine gelince ekstrakte ettiği madde ile beraber tekrar balona akar (sifon yapar). Bu olay defalarca gerçekleşerek ekstrakte olayı olur. Ekstrakte edilen bileşik balonda toplanır. En sonunda

balonda kalan çözücü uzaklaştırılarak ekstrakte edilecek bileşik saf olarak elde edilir. Bu yöntem en çok katı numunelerden yağı ayırmak için kullanılır.



2.5.SÜBLİMLEŞME

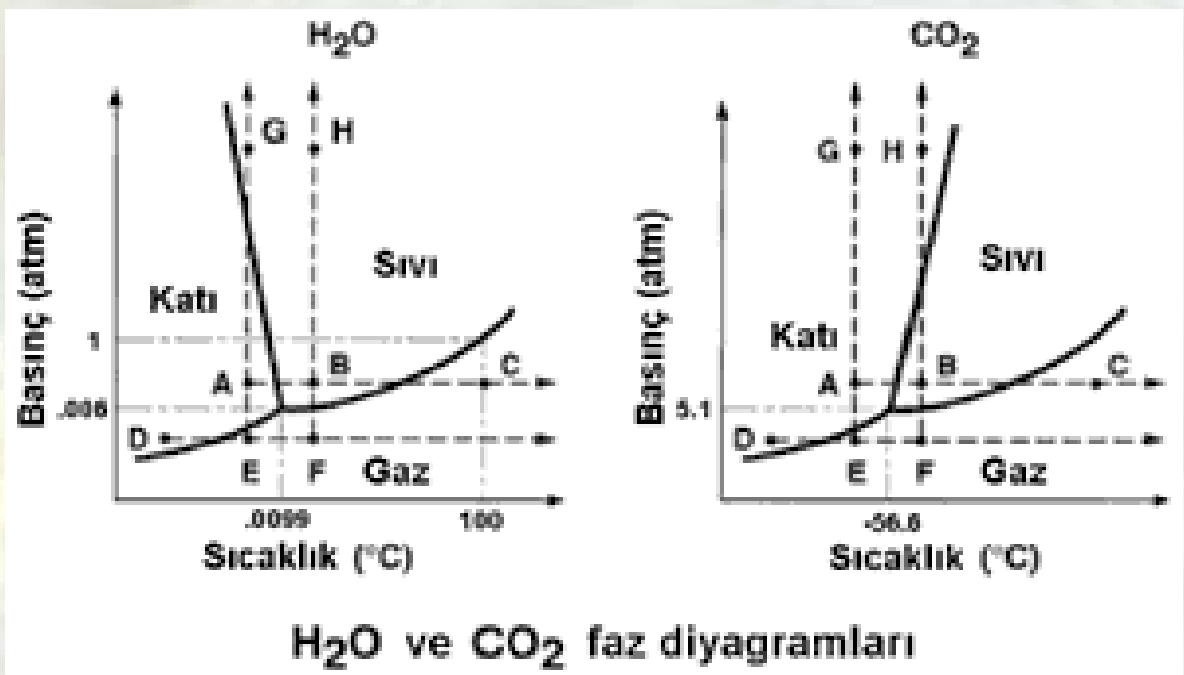
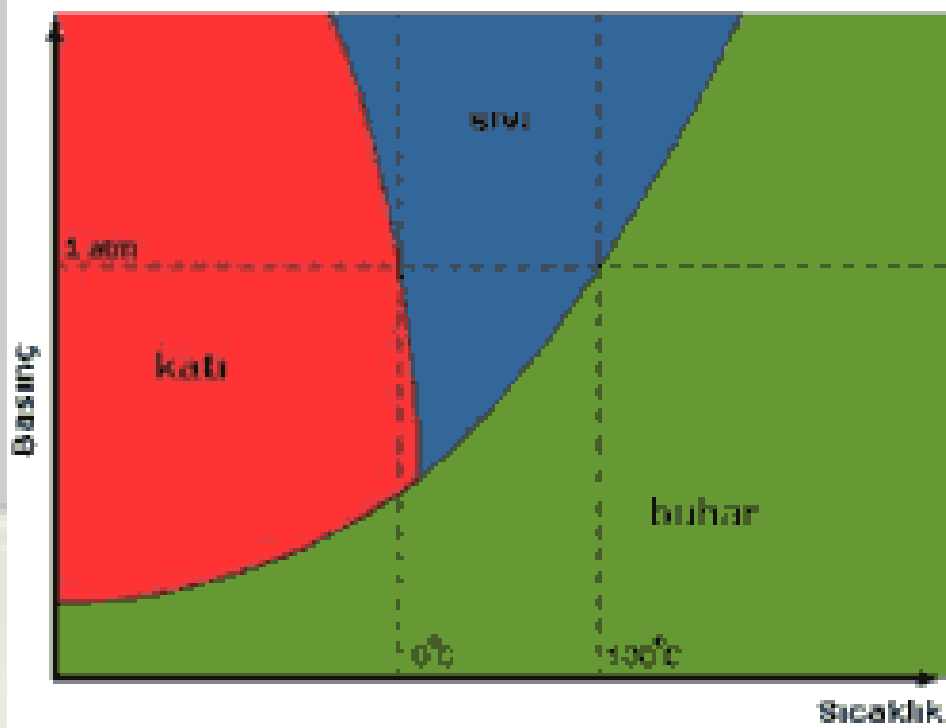
Bazı bileşikler, erimeden katı fazdan direk gaz fazına geçerler. Bu fiziksel olaya süblimleşme denir. Örneğin katı CO_2 (kuru buz), katı iyot ve naftalin oda sıcaklığında ve normal atmosfer basıncı altında katı halden gaz hale geçer.

Bir bileşiğin süblimleşebilmesi için, erime noktasının altındaki bir sıcaklıkta göreceli olarak yüksek buhar basıncına sahip olması gereklidir. Bazı katılarda tanecikler arası çekim kuvveti düşüktür. Buda süblimleşme olayının gerçekleşmesine neden olur.

Süblimleşmeyi daha iyi anlayabilmek için hal diyagramını incelemek gerekir.

Aşağıdaki şekilde suyun ve karbondioksitin 'faz diyagramları' veriliyor. Görüldüğü ve bilindiği üzere, su, deniz seviyesindeki 1 atm'lik basınç altında; $0^\circ C$ 'ye kadar katı, $0-100^\circ C$ arasında sıvı, $100^\circ C$ 'nin üzerinde ise buhar halindedir. Fakat 0.006 atm'in altındaki basınçlarda, sıcaklık örneğin D noktasından E noktasına doğru olduğu gibi artacak olursa, su katı halden, doğrudan gaz, yani buhar haline geçer. Bu olaya süblimleşme deniyor. Suyun, keza sabit basınç altında, örneğin E noktasından D noktasına doğru soğutulması halinde, gaz halinden katı hale geçmesi, bu olayın tersini oluşturuyor. Gaz

halden katı hale doğrudan geçişin, özgün bir adı yok. Genellikle buna da süblimleşme deniyor. Yani süblimleşmenin tersi süblimleşme oluyor. Ya da bu terimi, katı ve gaz haller arasındaki doğrudan gidiş gelişlerin ortak adı olarak düşünebilirsiniz.



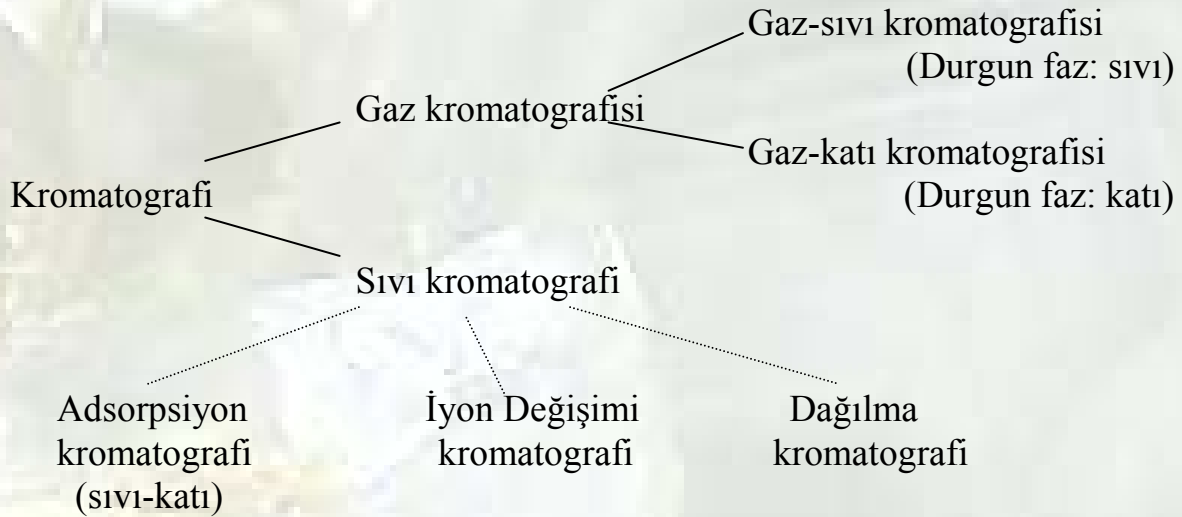
H₂O ve CO₂ faz diyagramları

Şekilde, sağdaki faz diyagramı ise karbondioksite ait. Görüldüğü gibi, bu madde, atmosfer basıncında dahi; yeterince soğutulup katı hale getirildikten sonra, örneğin D noktasından F noktasına doğru ısındığında, sıvılaşmaksızın gaz haline geçiyor. Bozulma olasılığı bulunan gıda maddelerinin uzun mesafelere nakli sırasında, ambalaj malzemesinin içine katı karbondioksit konulur. Karbondioksit yol boyunca, ısındıkça buharlaşır ve sıvılaşmadığından, ambalajın ıslanarak bozulmasına yol açmaz. ‘Kuru buz...’

2.6. KROMOTOGRAFI

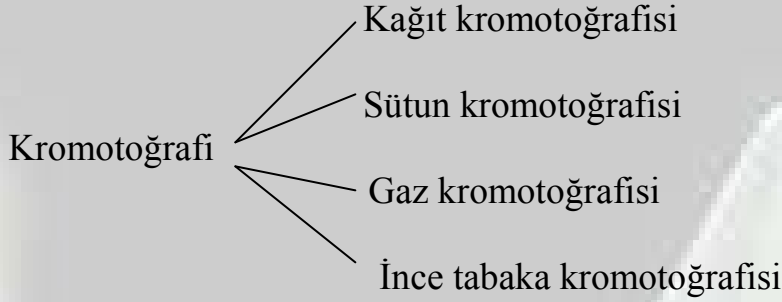
Kromatografi, bir karışımdaki iki ya da daha fazla bileşenin, hareketli (taşıyıcı) bir faz yardımıyla, sabit (durgun) bir faz arasından değişik hızlarda hareket etmeleri esasına dayanır. Kromatografik yöntemlerle, kimyasal ve fiziksel özellikleri birbirine çok yakın bileşenlerden oluşan karışımları, tümüyle, kolayca ve kısa sürede ayırmak olanaklıdır.

Kromatografide durgun faz, bir katı veya katı yüzeyine kaplanmış bir sıvı fazdır. Durgun fazın üzerinden akan hareketli faz ise bir gaz veya sıvı fazdır. Hareketli fazın sıvı olduğu kromatografi türüne Sıvı Kromatografi (SK); hareketli fazın gaz olduğu kromatografi türüne ise Gaz kromatografi denir. Gaz kromatografi (GK), gaz, uçucu sıvı ve katı karışımlar için uygulanan bir tekniktir. Sıvı kromatografi ise özellikle ısıl kararsız ve uçucu olmayan örnekler için uygulanır.



Şekil 1; Gaz ve sıvı kromatografi teknikleri

Ayırma işlemlerinin yapılış şekline göre;



KAĞIT KROMATOĞRAFİSİ

Genellikle süzgeç kağıtları kullanarak yapılan kağıt kromatografisi en basit ve en çok kullanılan yöntemlerdir. Süzgeç kağıtları yapılarında doğal olarak bir miktar su içerir. Bu yüzden bu yöntem dağılma kanununun geçerli olduğu bir 'dağılma kromatografisi' dir. Kromatografi uygulanacak örnek, çözelti halinde olmalı veya katılar uygun bir çözücüde çözülmelidir. Kullanılacak büyüklük ve özellikteki kağıt seçildikten sonra kağıdın bir kenarına uygun uzaklıkta kenara paralel bir çizgi çizilir. Bunun üzerine uygulanacak örneklerin yerleri işaretlenir. Kağıt kromatografisi düzeneğini ve madde ayırımını kısaca şöyle özetleyebiliriz: Çözünen maddelerimizden eser miktarda içeren numuneleri kağıda damlatırız. Kağıt şeridi çözücünün içinde olduğu kabın üst kısmına tutucu ile sabitleriz. Ve kağıdımızı çözücünün içine daldırırız. Numuneleri damlattığımız bölgenin sıvı seviyesinin üzerinde olmasına dikkat etmeliyiz. Kağıdımızı daldırdığımız silindirin kapağını da iyice kapatmalıyız, böylece çözücü buharı ile doymuş bir buhar atmosferi sağlanır. Çözücü kağıt üzerinde belirgin bir şekilde yükselir. Ve numunelerimizin üzerinden geçtikçe de çözünen maddeler kağıt üzerinde farklı hızlarda yukarıya doğru hareket gösterir. Kağıt kromatografisinde kullanılan özel bir değer Rf değeridir. R.f değerini şu şekilde formülize edebiliriz:

$$R_f = \frac{\text{Numune uygulama çizgisi ve yükselmiş leke merkezi arasındaki uzaklık}}{\text{Çözücü yükselmesinin ve numune uygulama çizgisi arasındaki uzaklık}}$$

Rf değeri kesinlikle konsantrasyona bağlı değildir. Rf değeri çözünen maddenin karakteristik bir özelliğidir. Bu sebeple ölçtüğümüz Rf değerlerinden numunemizde bulunan maddelerin türünü tayin etmemiz mümkündür.

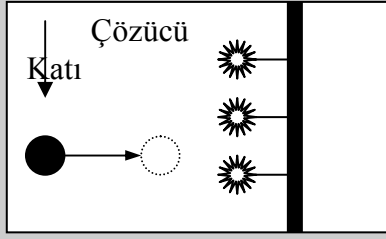


ADSORBSİYON KROMATOĞRAFİSİ:

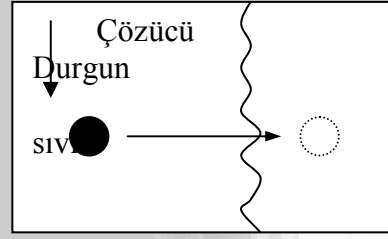
Ayrılacak bileşenlerin sabit katı faz üzerinde tersinir olarak adsorblanmaları esasına dayanır. Burada hareketli faz, adsorban üzerinde sıvı olarak hareket eder. Bileşenler birbirlerinden katı yüzeye olan farklı derecede ilgileri nedeniyle ayrılırlar. Adsorpsiyon denge sabiti büyük olan bileşen yüzeyde daha uzun kalırken, küçük olan daha kısa sürede kalmakta, hiç adsorplanmayan bileşen ise kolonda hiç geciktirilmeden hareketli faz ile taşınarak dışarı çıkmaktadır. Yüzeye adsorplanan bileşenler ise yüzeye etkileşmelerine bağlı olarak farklı kalma sürelerinde kolonu terketmektedir.

Adsorpsiyon kromatografisinde sabit faz olarak adsorplama yapabilecek bir katı kullanılır. En çok kullanılan yüzeyleri polar sabit fazlar alümina ve silikajeldir. Sabit faz olarak genellikle polar katılar kullanıldığından, hareketli faz olarak apolar veya çok az polar sıvılar kullanılır; benzen, oktan, kloroform gibi. Ayrılacak bileşenin sabit fazla etkileşmesi dipol-dipol çekmeleri, Van Der Waals kuvvetleri veya hidrojen bağları sonucunda gerçekleşir.

Adsorpsiyon kromatografisi, polarlıkları farklı bileşenlerden oluşan karışımların ayrılmasında iyi sonuç verir. Durgun fazın polaritesi, sabit fazın polaritesinden daha büyük olduğunda buna 'Normal Faz Kromatografisi', hareketli fazın polaritesi daha büyük olduğunda buna, 'Ters Faz Kromatografisi' denir. Bu tip kromatografide, nicel analizlerde adsorpsiyon izoterminin derişime göre doğrusal olduğu bölgelerde hatasız çalışılabilir. Doğrusal kısım zayıf adsorplanan bileşik için geniştir; bu nedenle nicel çalışmada zayıf adsorplama istenir.



Şekil-2; Adsorpsiyon kromatografide bileşenin fazlar ile etkileşimi.



Şekil-3; Sıvı-Sıvı Kromatografide bileşenin fazlar ile etkileşimi.

GAZ KROMATOĞRAFİSİ (GC) :

Gaz kromatografisinde maddelerin kütlece oranlarını, maddenin saf olup olmadığını ve reaksiyonun ilerleyişini görebiliriz. Maddeyi injekte ettikten sonra yüksek sıcaklıkta buharlaştırıyoruz. (Buharlaşmayan maddeler GC’de kullanılamaz.) Buharlaşan madde fırına geçiyor. Ayarlanmış bir sıcaklıkta, maddemiz kolonda tutunarak ilerliyor. Madde çıkışını dedektör kaydediyor. Maddenin injeksiyonundan, fırından çıkışına kadar geçen zamana (alınma zamanı) Rt diyoruz.

GC’de dikkat edeceğimiz noktalardan biri, elde ettiğimiz piklerin keskin olmasıdır. Yayvan piklerin altında başka pikler de bulunabilir. Bunun önüne geçmek için sıcaklığı artırırız ya da azaltırız, eğer pik hala yayvan çıkıyorsa, altında başka bir pik olduğunu anlayabiliriz.

Eğer birkaç farklı pik değeri alıyorsak, ve reaksiyona uğrayan bir addenin analizini yapıyorsak, reaksiyon devam ettiği için karışım gelebilir. Maddemiz bozunmuş olabilir. Önceden kolonda bulunan maddeler temizlenmediği için pik verebilir.

KOLON KROMATOĞRAFİSİ:

Kolon kromatografisinde ise, kolonun içerisine dolgu maddesi, çözücü ve ayırmak istediğimiz maddelerimizi sırasıyla koyarız. Ayrılacak maddelerimizi kolona koyduktan sonra, yukarıdan çözücü ekleyerek, istediğimiz maddeyi çözelti halinde kolondan ayırabiliriz. Kolon kromatografisinde, çözücü ya da maddemizi yukarıdan eklerken dolgu maddesinin yüzeyini bozmamaya dikkat etmeliyiz. Bunu sağlamak için çözücü ve maddemizi yavaşça ve damla damla eklemeliyiz. Kolonun aşağısında madde akışı başladıysa, uygun bir başlıkla beraber çözücümüzü de akış hızına uygun olarak kolonun yukarisından damlatmalıyız. Eğer çözücünün kolon üzerinde yürümesini hızlandırmak istiyorsak, kolonun yukarisından hava verebiliriz. Buna da flash kromatografi denir.

İYON DEĞİŞİMİ KROMATOĞRAFI

Çözeltideki iyonların ters yüklü destek katısı iyonlarına olan ilgisine dayalı bir ayırmadır. Durgun faz zayıf ya da kuvvetli, katyon ya da anyon değiştirici bir reçinedir. Reçinenin sabit yükü (-) ise buna 'katyon değiştirici reçine', (+) ise de 'anyon değiştirici reçine' adı verilir. Analiz sırasında reçinenin tamamen iyonlaşmış durumda olması gerekmektedir. Hareketli faz genellikle tamponlanmış: istenen iyonların oluşmasına neden olan belli bir pH değerinde sulu çözeltidir ve yükü katının sabit yükünün tersi olan 'zıt iyonu' içerir. Yükü, hareketli fazın zıt iyonları ile aynı olan iyonik yapıdaki örnek bileşenleri katıya bağlanmak için zıt iyonlarla yarışır. Zıt iyonu yerinden ederek katıya kuvvetle bağlanan -uygun yükte- bileşenler kolonda uzun süre kalırken, katıya zayıfça bağlanan, uygun yükte olmayan veya yüksüz olan bileşenler kolonu çabuk terk eder.

DENEYİN YAPILIŞI:

Bir çözücüde (su) çözebileceği kadar şap çözünür ve daha sonra hazırlanan bu çözelti süzgeç kağıdı yardımıyla süzülür. Bunun nedeni çözünmeyen maddeleri ayırmaktır. Daha sonra elimizdeki çözeltiyi soğumaya bırakırız.

EK DENEY ÖRNEKLERİ:

Deney1

Adı : kromatografi

Amacı: mürekkebi oluşturan farklı renklerdeki kimyasal maddeleri ayırmak için kromatografiyi kullanma

Malzemeler: bir parça süzgeç kağıdı veya kağıt havlu, bir tas su ve birkaç keçe uçlu kalem

DENEYİN YAPILIŞI:

1. kağıdın atlan 3 cm yüksekliğine mürekkep noktaları koyun
2. kağıdı suyun üzerine öle bir asın ki su kağıda değsin ama mürekeplere temas etmesin
3. kagıt suyu emer.su mürekeplere ulaşınca içindeki boyalar yukarı taşınır en kolay çözünen boyalar en uzağa gider

Deney2

Adı: Kristallendirme

Amacı: kurşunnitrat ve potasyumiyodürün

Malzemeler: balon, ayrımsal damıtma kolonu, destilat toplama kabı, spor, kısıkaç, iki sıvı karışımı

DENEYİN YAPILIŞI

- 500ml suyun içerisindeki 100 g şapı, çözünceye kadar ağır ateşte yavaşça ısıtın sonra daha fazla çözünmeyene kadar şap ekleyin
- bu doygun çözeltinin bir kısmını bir tabağa koyup 3 gün bekletin . geri kalan çözeltiyi de temiz kapaklı bir kavanozda saklayın.
- Tabakta kristaller belirince birini bir ipe balayın ve kavanozdaki çözeltinin içine sarkıtın buna tohum kristali denir. Çözelti bunu çevresinde yavaşça kristallenecektir.

Deney3

Adı: süzme

Amacı: pazarda satılan tuzun kirliliğini gösterme

Malzemeler: tuz, süzgeç kağıdı, huni, ısıtıcı, beher

DENEYİN YAPILIŞI:

- Bir behere su konulur
- Beher ısıtıcının üstüne konur ve beherdeki suya çözebileceği kadar tuz çözülür.
- Sonra bu çözelti huni ve süzgeç kağıdı yardımıyla süzülür
- Süzgeç kağıdı kurumaya bırakılır
- Gözlemler konuşulur.

KAYNAKLAR:

- Denel Organik Kimya Prof.Dr. Ender ERDİK A.Ü.Basımevi ss: 61-90
- Kimya Eğitimi 1 Prof.Dr. İnci MORGİL H.Ü.Yayınları ss:.293-310
- Laboratuar Teknikleri Prof.Dr. Gazi İREZ, Yrd.Doç.Dr. Mehmet Ali ÖZLER ss:159-195
- Karışımlar ve Bileşikler Popüler Bilim Kitapları TÜBİTAK ss:10, 11, 40, 41