

KİMYA II DERS NOTLARI

Yrd. Doç. Dr. Atilla EVCİN

- **Kimya II**
- Analitik Kimya
- Karışımlar
- Kimyasal Kinetik
- Kimyasal Denge
- Asitler ve Bazlar
- Sulu Çözelti Dengeleri
- Kimyasal Termodinamik
- Elektrokimya
- Organik Kimya
- Kimyasal Analiz
- Atomik adsorpsiyonda bir dizi uygulamalar

Gerekli Kaynaklar

- Modern Üniversite Kimyası
C.E.Mortimer

Çeviri : Prof. Dr. T. Altınata
Prof. Dr. H. Akçay
Prof. Dr. H. Anıl
Prof. Dr. H. Avcıbaşı
Prof. Dr. D. Balköse

Cilt I-II
Çağlayan Kitabevi, İstanbul



Gerekli Kaynaklar

- Temel Kimya,
Peter Atkins, Loretta Jones

Çeviri : Prof. Dr. Esmâ Kılıç
Prof. Dr. Fitnat
Köseoğlu
Doç. Dr. Hamza

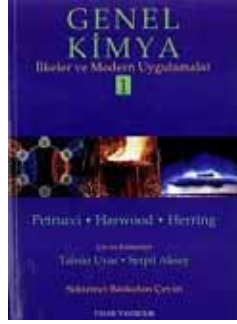
Yılmaz
Cilt I-II
Bilim Yayıncılık, Ankara



Gerekli Kaynaklar

- Genel Kimya, İikeler ve Modern Uygulamalar
Petrucci, Harwood, Herring
Çeviri : Tahsin Uyar
Serpil Aksoy

Cilt I-II
Palme Yayıncılık, Ankara



Analitik kimya

- maddenin hangi bileşenlerden ve hangi oranlarda birleşmesiyle meydana geldiğini inceleyen kimyanın bir dalıdır.
- Kısaca maddenin yapısının aydınlatılmasını sağlayan bilim dalıdır.
- Aydınlatma, maddenin içindeki element, molekül, iyon, atom veya grupların bilinmesi olabilir. Yapının aydınlatılmasında uyguladığı yöntem analizdir.

Sınıflandırma

- Bir maddenin içinde nelerin var olduğunun araştırılması işlemine **nitel analiz**,
- ne kadar var olduğunun araştırılması işlemine **nicel analiz** denir.

- Bir analiznin nitel mi yoksa nicel mi olduğu, sonucuna bakarak da anlaşılabilir.
- Analiz sonucu bir sözcük, bir element veya bir bileşik ismi ile ifade edilmiş ise **nitel analiz**,
- bir rakamla ifade edilmiş ise **nicel analiz** olduğu anlaşılır.

- Nitel ve nicel analizler için bazen aynı kimyasal tepkime geçerli olabilir. Örneğin; demir(III) iyonu içeren bir çözeltiye tiyosiyanat iyonu eklenirse koyu kırmızı bir renk verir.
- Dolayısıyla, bilinmeyen çözeltilisine tiyosiyanat iyonu eklendiğinde koyu kırmızı bir renk oluşursa o çözeltilide demir(III) iyonunun bulunduğu anlaşılır.

- Öte yandan rengin açık veya koyu oluşu, ortamdaki demir(III) iyonunun derişimine bağlı olduğundan, bu rengin şiddetinin ölçülmesiyle çözeltilide ne kadar demir(III) iyonunun bulunduğu hesaplanabilir.
- Renkölçer (kolorimetre) ile demir yüzdesi tayini bu temele dayanır.

- Bir nicel analiz için doğru yöntemin seçilebilmesi çoğu kez nitel analiz sonuçlarına bağlıdır.
- Karışım içinde hangi maddelerin bulunduğu bilinmesi sağlıklı bir nicel analiz için zorunludur. Aksi hâlde karışımındaki maddeler, analizi olumsuz yönde etkileyebilir.
- Bu nedenle nitel analize nicel analiznin ilk basamağı olarak da bakılabilir.

- Nitel analitik kimya "**hangi?, Ne?**" sorusuna yanıt ararken nicel analitik kimya "**Ne kadar?**" sorusuna yanıt arar.
- Nitel ve nicel analiz uygulamada da birlikte düşünülmesi gerekir ve birbirinin tamamlayıcısı durumundadır. Bir nicel analiz için doğru bir yöntemin seçilebilmesi çoğu kez nitel analiz sonuçlarıyla yakından ilgilidir.

Yöntemin Adı	Dayandığı Temel
Gravimetri	Aranan, örnekten çöktürülerek ayrılır. Tartılabilecek şekline dönüştürülüp, tartılır. Ayırma; inorganik veya organik çöktürücünün kullanılmasıyla yapılır.
Volumetri	Aranan, çözeltiye alındıktan sonra eşdeğer gram kadar belli ayıraç ile tepkimeye sokulur, buna titrasyon denir. Asit-baz, çöktürme, kompleksleştirme, redoks olmak üzere bölümlere ayrılır.
Gazometri	Aranan, bir ayıraç ile gaz halinde bileşiğine dönüştürülür. Bu gazın hacmi, ağırlığı veya basıncı ölçülür.
Işın soğurma (Absorpsiyon)	Aranan, özelliklerine göre belli bir dalga boyunda ışın soğurur. Soğurulan bu enerji ölçülür.
Işın yayma (emisyon)	Örnek, güçlü bir enerji ile bombardıman edilir. Bu sırada elektronlar üst yörüngelere geçerek uyarılır. Bu, bir ışın yayılmasına sebep olur, yayılan ışın ölçülür.
Elektro-analitik	Örnek çözeltisindeki, tepkimeye dayalı elektron akımı ölçülür.
Polarimetri	Örnek çözeltisinin, polarlanmış ışığı döndürme açısı ölçülür.
Kırılma ölçümü (refraktometri)	Örnek çözeltisinin kırılma indisi ölçülür.
Isıl iletkenlik	Örnek çözeltisinin ısı iletkenliği ölçülür.
Kütle spektroskopisi	Örnekteki (kütle/yük) oranı ölçülür.
Radyokimyasal yöntem	Örnekteki radyoaktif bozunmanın yarılanma ömrü hesaplanır.

Uygulanan yöntemlere göre

- **Klasik yöntem (yaş yöntem)**
- **Modern yöntem (aletli yöntem)**

- Analiz yalnız organik veya inorganik kimyasal maddelerin çözeltileri kullanılarak gerçekleştirilmişse buna **klasik yöntem veya yaş yöntem** denir.
- Eğer analiz sırasında bu çözeltilerin yanı sıra modern araçlar da kullanılmışsa buna da **enstrümental yöntem, modern veya aletli yöntem** denir.

Klasik Yöntemler (Yaş Yöntemler)	Modern Yöntemler (Aletli Yöntemler)
1. Gravimetri	1. Optik Yöntemler
2. Volumetri	a. Işın yayılmasına dayanan analizler
a. Asit-baz titrasyonu	- UV-visible Spektrometri
b. Kompleksleşme titrasyonu	- IR spektrometri
c. Çökürme titrasyonu	- NMR spektrometri
d. Redoks titrasyonu	- Atomik absorpsiyon spektrometri
- permanganometri	- X-ışınları spektrometri
- iyodometri	b. Işın yayılmasına dayanan analizler
- iyodometri	- Alev emisyon spektrometri
- kronometri	- Atomik emisyon spektrometri
- serimetri	c. Geçen ısmın özelliklerinin değişmesine dayanan analizler
	- refraktometri
	- polarimetri
	2. Elektrometrik yöntemler
	a. yük ölçümü(kulometri)
	b. gerilim ölçümü(potansiyometri)
	c. iletkenlik ölçümü(konduktometri)
	3. Kromatografik yöntemler
	a. gaz kromatografisi
	b. kağıt kromatografisi
	c. ince tabaka kromatografisi
	d. kolon kromatografisi
	e. ıyon değişim kromatografisi

Klasik yöntemler

■ Gravimetrik yöntemler

■ Volumetrik yöntemler

■ **Gravimetrik yöntemlerde** bir bileşikdeki ilgilenen maddenin suda çözünmeyen bileşiği oluşturulur.

■ **Volumetrik yöntemlerde** analizlenecek madde, derişimi bilinen belli hacimdeki çözeltisiyle tepkimeye sokulur.

■ Klasik yöntemlerde maddenin nütürleşme, çökme, kompleksleşme, redoks gibi moleküler düzeydeki özelliklerinden yararlanılır.

■ Aletli yöntemlerde ana prensip analizlenecek maddenin elektriksel, elektro kimyasal, atomik veya moleküler gibi bazı özelliklerinden yararlanmaktadır.

■ Yararlanılan özelliğe göre elektrokimyasal, atomik veya moleküler spektroskopik, kromatografik gibi değişik isimler altında ele alınır.

Numunenin miktarına göre

- makro analiz
- yarı-mikro analiz
- mikro analiz

Örnek miktarına göre

- kullanılan madde miktarı 10 gr ile 100 mg arasında veya 100 ml ile 5 ml arasında ise bu yöntem **makro analiz yöntemi**,
- kullanılan numune miktarı 100 mg ile 10 mg arasında veya çözelti hacmi 5 ml ile 0.05 ml(1 damla) arasında ise bu yöntem **yarı-mikro analiz yöntemi**,
- eğer kullanılan numune miktarı 10 mg ile 1 mg arasında ise veya çözelti hacmi 0.05 ml den daha az ise bu yöntem **mikro analiz yöntemi** denir.

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Beher



Erlen

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Nüçe erleni



Balon

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler

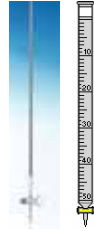


Çift boyunlu distilasyon balonu



Porselen kapsül

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Büret



Mezür

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Huni



Porselen havan

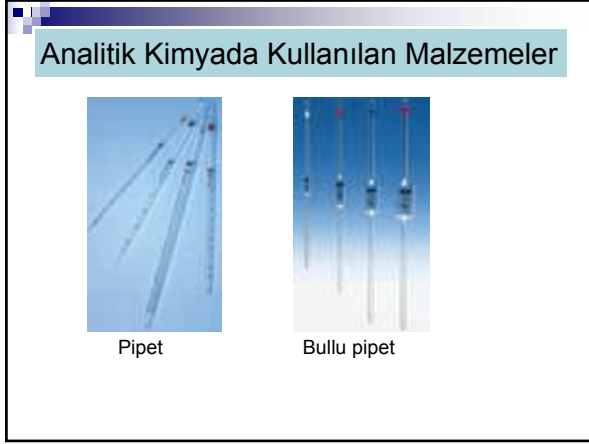
Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Spiralli soğutucu



Geri soğutucu



Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Pipet standı



Karıstırıcı çubukları

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Magnet (balık) ve tutucusu



Puar

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Kıskaç



Amyant tel

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Üçgen tel



Pens

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Spatül (kaşık)



Tüp fırçası

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Hot plate



Su banyosu

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Etüv



Kül fırını

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Kuş kafesi (yuvası)



Desikatör

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Dijital büret



Elek sarsma makinası

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Manyetik karıştırıcı



Mekanik karıştırıcı

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



Analitik hassas terazi



Hassas terazi

Analitik Kimyada Kullanılan Malzemeler



pH metre

GRAVİMETRİK ANALİZ

- Gravimetrik analizde, aranan madde başka bir madde ile (reaktif) sulu çözeltiden, çözünürlüğü az olan bir bileşiği halinde çöktürülür.
- Ya aynı bileşimde veya bilinen, dayanıklı bir başka bileşimde sabit tartıma getirilir. Bu suretle elde edilen çökeğin, bileşim ve miktarından, aranan madde miktarı hesaplanır.
- çöktürme,
- olgunlaştırma,
- süzme,
- yıkama,
- kurutma ve yakma,
- sabit tartıma getirme
- hesaplama

Çöktürme

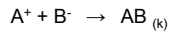
- Çözünürlüğü az olan bir bileşiğe ait iyonlar bir çözeltide bir araya getirildiklerinde, ortamın sıcaklığı ve taneciklerin konsantrasyonu uygun ise bir katı faz oluştururlar ki, bu olaya **çökeltme** denir.

Gravimetrik analizde çöktürme olayı, sürekli gerçekleştirilen olaydır. Kantitatif analiz miktar tayini ile ilgili olduğundan, çözeltisindeki taneciğin, tam çökmesi gerekir. Bunun için, çökecek olan bileşiğin çözünürlüğünü azaltan tedbirler alınır.



Bir çözeltideki taneciğin uygun bir reaktif ile tam çöküp çökmediği nasıl anlaşılır?

- Çözünürlüğü az olan bileşimiz AB olsun. Bu bileşiğe ait A^+ iyonunu ihtiva eden analiz numunesi çözeltisine, stokiometrik miktardan daha fazlasını içeren B^- tanecikleri çözeltisi (reaktif) ilave edilir. Bu esnada katı halde AB çöker.



- Beher içindeki çözelti karışımı bir süre bekletilirse, katı faz beherin dip kısmında toplanır. Üst kısımdaki berrak çözelti fazına, beher kenarından sızdırmak suretiyle bir iki damla daha reaktif ilave edilir. İlave edilen reaktif ile çözeltinin karışmış olduğu kısımda, bulunma şeklinde bir katı faz oluşuyorsa çökeltme tamamlanmıştır. Aksi halde tamamlanmamıştır.

Katyon Çöktürücü Çökelek Tartılan Çökelek

Katyon	Çöktürücü	Çökelek	Tartılan Çökelek
Ba ²⁺	(NH ₄) ₂ CrO ₄	BaCrO ₄	BaCrO ₄
Pb ²⁺	K ₂ CrO ₄	PbCrO ₄	PbCrO ₄
Ag ⁺	HCl	AgCl	AgCl
Hg ₂ ²⁺	HCl	Hg ₂ Cl ₂	Hg ₂ Cl ₂
Al ³⁺	NH ₃	Al(OH) ₃	Al ₂ O ₃
Be ²⁺	NH ₃	Be(OH) ₂	BeO
Fe ³⁺	NH ₃	Fe(OH) ₃	Fe ₂ O ₃
Ca ²⁺	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	CaC ₂ O ₄	CaCO ₃ or CaO
Sb ³⁺	H ₂ S	Sb ₂ S ₃	Sb ₂ S ₃
As ³⁺	H ₂ S	As ₂ S ₃	As ₂ S ₃
Hg ²⁺	H ₂ S	HgS	HgS
Ba ²⁺	H ₂ SO ₄	BaSO ₄	BaSO ₄
Pb ²⁺	H ₂ SO ₄	PbSO ₄	PbSO ₄
Sr ²⁺	H ₂ SO ₄	SrSO ₄	SrSO ₄
Be ²⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ BePO ₄	Be ₂ P ₂ O ₇
Mg ²⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ MgPO ₄	Mg ₂ P ₂ O ₇
Sr ²⁺	KH ₂ PO ₄	SrHPO ₄	Sr ₂ P ₂ O ₇
Zn ²⁺	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ ZnPO ₄	Zn ₂ P ₂ O ₇

Anyon	Çökeltici	Çökelek	Tartılan Çökelek
CN ⁻	AgNO ₃	AgCN	AgCN
I ⁻	AgNO ₃	AgI	AgI
Br ⁻	AgNO ₃	AgBr	AgBr
Cl ⁻	AgNO ₃	AgCl	AgCl
ClO ₃ ⁻	FeSO ₄ /AgNO ₃	AgCl	AgCl
SCN ⁻	SO ₂ /CuSO ₄	CuSCN	CuSCN
SO ₄ ²⁻	BaCl ₂	BaSO ₄	BaSO ₄

Çökeleklerin Olgunlaştırılması

- Gravimetrik analizde elde edilen çökeleğin uygun bir banddan veya cam krozeden süzülmesi gerekir. Süzme işleminin kolay bir şekilde yapılabilmesi, oluşan taneciklerinin homojen tane büyüklüğünde iri kristallerden oluşmasına bağlıdır.

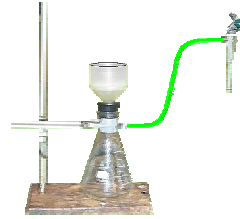
Çökeltme esnasında iri ve ince kristaller beraber oluşur. Çökelek bu haliyle süzülürse, ince kristallerin bir kısmı süzme ortamından geçebilir, bir kısmı da gözenekleri tıkayabilir.



- Küçük taneciklerin çözünürlüğü, iri taneciklerin çözünürlüğünden daha fazla olduğu için, çökeltme ortamı ısıtılıp karıştırıldığında, küçük tanecikler çözünür ve soğuma esnasında iri kristaller üzerinde toplanır.
- Böylece, küçük tanecikler büyük tanecikler haline dönüşür.
- Bu tanecikler hem saf hem de iri taneli olduklarından daha kolay süzülebilirler.

Süzme

- Beher içinde çöktürülüp, olgunlaştırılan çökelek süzme işlemi ile çözelti fazından ayrılır. Kantitatif huniye yerleştirilen uygun bir banddan veya cam krozeden süzme yapılır. Çökeleğin üst kısımdaki çözelti fazı, beher dikkatle eğilerek bağıet yardımıyla huni içine aktarılır.



- Böylece dip kısmında bulunan çökelek tanecikleri çözelti fazına dağılmadıkları için, üst kısımdaki çözelti fazı kısa bir süre içinde süzgeç kağıdından geçirilmiş olur.
- Dip kısmında kalan sulu çökelek, beher hafif sallanarak, yine baget yardımıyla süzgeç kağıdına aktarılır. Bu esnada, süzgeç kağıdının en fazla 2/3 'ü çözelti ile doldurulur.
- Pisetten püskürtülen yıkama suyu fraksiyonlarıyla, beherin dibinde, ve yan cidarlarında kalan tortularda süzgeç kağıdına, aktırılır.
- Beher içindeki çökeleğin tamamı süzgeç kağıdına aktarıncaya kadar, beher ve baget huni üzerindeki konumunu muhafaza etmelidir.

Süzgeç Kağıtları ve Krozeleri

- Gravimetrik analizde, külü ihmal edilebilecek kadar az olan süzgeç kağıtları (bandlar) veya cam krozeler kullanılır. Genel olarak, çökelek yüksek sıcaklıkta sabit tartıma getiriliyorsa süzgeç kağıtları, düşük sıcaklıkta sabit tartıma getiriliyorsa cam krozeler kullanılır.
- Süzgeç kağıtları, yakıldıkları zaman 0,1 mg 'dan daha az bir kül verirler. Bu nedenle, gravimetrik analizde, çökelek miktarı bir hataya neden olmazlar. Süzgeç kağıtları, gözeneklerinin göre değişik isim veya numaralarla adlandırılır.
- Kantitatif süzgeç kağıdı türleri ve özellikleri

Süzgeç Kağıdı	Süzme	Gözenek	Süzülen Çökeleğin Özelliği
Siyah band	Hızlı	İri	İri kristalli çökelekler
Beyaz band	Orta	Orta	Orta kristalli çökelekler
Mavi Band	Yavaş	İnce	İnce kristalli çökelekler

Yıkama

- Çökeleklerin yıkanmasında kullanılan yıkama suyu ; binde bir-iki oranında müşterek iyon ihtiva eden bir tuzun sulu çözeltisidir.
- Bu çözelti şartlara göre soğuk veya sıcak olarak kullanılır. İçindeki çökelek süzgeç kağıdına aktarılmış olan beher, az miktardaki yıkama suyu porsiyonları ile yıkanarak, süzgeç kağıdındaki çökelek üzerine aktarılır.
- Bu esnada, beherin cidarları ve dip yüzeyi, ucu lastik pabuçlu bir bagette sürtülür. Sürtme sonunda yıkama suyu püskürtülerek, çok küçük çökelekler partiküllerinin de süzgeç kağıdına aktarılması sağlanır. Süzmede kullanılan bagette aynı şekilde, ucu pabuçlu bagette sürtülerek yıkama suyu ile huni üzerinde yıkanır.

Kurutma ve Yakma

- Süzgeç kağıdı içindeki çökeleğin, yakılmadan (kül etme) önce kurutulması gerekir. Huni dışına çıkarılan süzgeç kağıdının dışından tutularak, ağız kısmı dıştan içe kapatılır.
- Bunu takiben, sabit tartıma getirilmiş bir porselen kroze yerleştirilir. Kroze içindeki süzgeç kağıdı ve çökelek yakılmadan düşük alevde kurutulur. Aksi halde (yüksek sıcaklıktaki yakma işlemine hemen geçilecek olursa), süzgeç kağıdı parçalanarak etrafa çökelek sıçraması olabilir.





- Kroze muhteviyatının kurutulması bek üzerinde yapılacaksa, saç ayağındaki kil üçgene kroze eğikçe yerleştirilir. Tam altına gelecek şekilde bek yerleştirilir ve çok düşük, bir alevde yakılır.
- Kurutma işlemi bir etüvde yapılırsa daha emniyetli olur. Kroze önce, 60 °C 'nin altında bir süre etüvde tutulur. Takiben, etüv sıcaklığı tedricen artırılarak 100 °C 'ye kadar yükseltilir.
- Cam kroze içindeki bir çökeleğin kurutulması ve sabit tartıma getirilmesi de mutlaka etüv içinde yapılır.
- Çoğu maddeleri çöktürüldükleri bileşimde sabit tartıma getirmek mümkün değildir. Bu tür maddeler yüksek sıcaklık derecelerinde fırında kızdırılarak, belirli bir bileşimde sabit tartıma getirilirler.

Sabit Tartıma Getirme

- Gravimetrik analizde kullanılan cam ve porselen krozelerin, kullanılacakları sıcaklık derecesinde sabit tartıma getirilmeleri gerekir. Örneğin, demir tayininde kullanılacak olan bir porselen krozenin 700 °C 'de, kurşun tayininde kullanılacak olan bir cam krozenin 110-120 °C 'de sabit tartıma getirilmesi gerekir.

Kullanılacak olan bir porselen kroze, 700 °C 'de etüvde 2-3 saat bekletilir. Fırından alınarak desikatöre konur ve 20-30 dak. bekletilerek oda sıcaklığına kadar soğutulur. Bunu takiben krozenin ilk tartımı yapılır. $M_1 = 32,6546$ g olsun. Kroze ikinci defa fırında yine 700 °C 'de, 1-1,5 saat bekletilir. İkinci tartım, $M_2 = 32,6515$ g olsun.

- Örneğimizde de görüldüğü gibi, ikinci tartım birinci tartımdan daha küçüktür. Üçüncü kez kroze, fırında 700 °C 'de 30-45 dak. bekletilerek, desikatörde soğutulur ve tartılır. Üçüncü tartım, $M_3 = 32,6512$ g olsun. Bu işlemler, son iki tartım arasında 0,0002 g kadarlık bir fark kalana kadar tekrarlanır.
 $M_1 = 32,6546$ g
 $M_2 = 32,6518$ g
 $M_3 = 32,6512$ g
 $M_4 = 32,6510$ g
- Yukarıdaki örneğimizde, kroze, 4 kez tekrarlanan kızdırma işlemi sonunda sabit tartıma gelmiştir. Ancak, ilk kızdırma işleminin uzun bir süre yapılması, tekrarlama sayısını azaltabilir.

Gravimetrik Analizde Sonuçların Hesaplanması

- Bu an kadar yapılan çalışmalar sonucu, tayin edilen tanecığı, belirli bir bileşimde içeren çökelek miktarı, M_{ϕ} elde edilmiştir. Çökelek miktarı, gravimetrik faktörle, F çarpılarak tanecik miktarı bulunur.

$$M_x = M_{\phi} \cdot F \quad F = \frac{\text{Aranan madde formül ağırlığı}}{\text{Tartırtı madde formül ağırlığı}}$$

$$\%X = \frac{M_x}{\text{Örnek miktarı}} \cdot 100$$

Oxide	Element	Gravimetric factor	Oxide	Element	Gravimetric factor
Na ₂ O	Na	0.742	Cr ₂ O ₃	Cr	0.684
K ₂ O	K	0.830	MnO	Mn	0.775
Rb ₂ O	Rb	0.914	Fe ₂ O ₃	Fe	0.699
Cs ₂ O	Cs	0.943	CoO	Co	0.787
BaO	Ba	0.896	Sb ₂ O ₃	Sb	0.833
Sc ₂ O ₃	Sc	0.652	UO ₃	U	0.832
La ₂ O ₃	La	0.853	ZrO ₂	Zr	0.740
CeO ₂	Ce	0.814	CaO	Ca	0.715
Eu ₂ O ₃	Eu	0.864	As ₂ O ₃	As	0.757
Lu ₂ O ₃	Lu	0.879	Sm ₂ O ₃	Sm	0.862
HfO ₂	Hf	0.846	Yb ₂ O ₃	Yb	0.740
ThO ₂	Th	0.879	SrO	Sr	0.846
Ta ₂ O ₃	Ta	0.819	Nd ₂ O ₃	Nd	0.857

Örnek

1,1450 g demir numunesi uygun şekilde çözülüp, Fe(OH)₃ halinde çöktürülüyor. Çökelek 700 °C'de sabit tartıma getirilerek Fe₂O₃ haline dönüştürülüyor. Fe₂O₃'ün sabit tartımı 0,4882 g olduğuna göre numunedeki demir miktarı ve yüzdesini hesaplayınız.
Fe : 56 O : 16 H : 1

$$M_{Fe} = 0,4882 \cdot \frac{2 \cdot 56}{160} = 0,3417$$

$$\% Fe = \frac{0,3417}{1,1450} \cdot 100 = \% 29,85$$

Örnek

0,3441 g BaCO₃ numunesi alınıp HCl 'de çözüldükten sonra, H₂SO₄ ile BaSO₄ halinde çöktürülüyor. Çökelek yakıldıktan sonra tartım 0,3000 g bulunuyor. Buna göre örnekteki baryum miktarı ve yüzdesini hesaplayınız.
Ba : 137 S : 32 O : 16 H : 1

$$M_{Ba} = 0,3000 \cdot \frac{137}{233} = 0,1764 \text{ g}$$

$$\% Ba = \frac{0,1764}{0,3441} \cdot 100 = \% 51,3$$

Örnek

NaCl ve KCl karışımından 0,3357 g tartılıp suda çözülüyor. Çözeltideki klorür iyonları AgNO_3 ile çöktürülüyor ve elde edilen çökelek tartılıyor. Tartım 0,7106 g bulunuyor. Karışımdaki tuzların % miktarlarını bulunuz. Na : 23 Cl : 35,5 K : 39 Ag : 108 N : 14 O : 16

$$\text{Çökelen bileşik AgCl 'dir} \quad M_{Cl} = 0,7106 \cdot \frac{35,5}{143,5} = 0,1758 \text{ g}$$

$$X = \text{NaCl miktarı olsun} \quad x + y = 0,3357$$

$$Y = \text{KCl miktarı olsun.} \quad \frac{35,5}{58,5}x + \frac{35,5}{74,5}y = 0,1758$$

$$X = 0,1215 \text{ g} \quad \% 36,21$$

$$Y = 0,2141 \text{ g} \quad \% 63,79$$

Örnek

Na_2SO_4 ve K_2SO_4 karışımından 1,5815 g tartılıp suda çözülüyor. Çözeltideki sülfat iyonları BaCl_2 ile çöktürülüyor ve elde edilen çökelek tartılıyor. Tartım 2,3342 g bulunuyor. Karışımdaki tuzların % miktarlarını bulunuz. Na : 23 Cl : 35,5 K : 39 Ba : 137 O : 16 S : 32

$$\text{Çökelen bileşik BaSO}_4 \text{ 'dür} \quad M_{\text{SO}_4} = 2,3342 \cdot \frac{96}{233} = 0,9617 \text{ g}$$

$$X = \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ mik. olsun} \quad x + y = 1,5815$$

$$Y = \text{K}_2\text{SO}_4 \text{ mik. olsun.} \quad \frac{96}{142}x + \frac{96}{174}y = 0,9617$$

$$X = 0,7162 \text{ g} \quad \% 45,29$$

$$Y = 0,8653 \text{ g} \quad \% 54,71$$

Örnek

1,8575 g bir kalsiyum numunesi uygun şekilde çözülüp karbonatı halinde çöktürülüyor. CaCO_3 sabit tartımı 0,3264 g olduğuna göre numunedeki Ca miktarını ve % sini hesaplayınız.

Ca : 40 C : 12 O : 16

$$M_{Ca} = 0,3264 \cdot \frac{40}{100} = 0,1306 \text{ g}$$

$$\% Ca = \frac{0,1306}{1,8575} \times 100 = \% 7,03$$

Örnek

2,8950 g gümüş numunesi uygun şekilde çözülüp klorür tuzu halinde çöktürülüyor. AgCl tartımı 1,2236 g olduğuna göre numunedeki Ag miktarını ve % sini hesaplayınız.

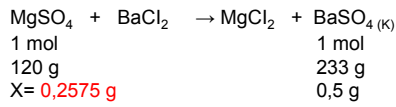
Ag : 108 Cl : 35,5

$$M_{Ag} = 1,2236 \cdot \frac{108}{143,5} = 0,9209 \text{ g}$$

$$\% Ag = \frac{0,9209}{2,8950} \times 100 = \% 31,81$$

Örnek

Bir tuzda $MgSO_4$ yüzdesi, tuzun $BaCl_2$ ile reaksiyonundan belirlenebilir. Çünkü ;
 $MgSO_4 + BaCl_2 \rightarrow MgCl_2 + BaSO_4(K)$
1 g tuzdan 0,5 g $BaSO_4$ elde edildiğine göre örnekteki $MgSO_4$ miktarını hesaplayınız.
Mg : 24 S : 32 O : 16 Ba : 137 Cl : 35,5



$$\% MgSO_4 = \frac{0,2575}{1,000} \cdot 100 = \% 25,75$$

Örnek

$CaCl_2$ ve $AlCl_3$ içeren 3,77 g örnek $AgNO_3$ ile tepkimeye sokulduğunda katı $AgCl$ çökelir. Çökelek ağırlığı 11,48 g'dır. Örnekteki $CaCl_2$ miktarını bulunuz.
Ag : 108 Ca : 40 Cl : 35,5 N : 14 Al : 27

$$\begin{array}{l} X = CaCl_2 \text{ mik. olsun} \\ Y = AlCl_3 \text{ mik. olsun.} \end{array} \quad M_{Cl} = 11,48 \cdot \frac{35,5}{143,5} = 2,84 \text{ g}$$

$$x + y = 3,77 \quad \frac{71}{111}x + \frac{106,5}{133,5}y = 2,84g$$

$$X = 1,04 \text{ g } CaCl_2 \quad Y = 2,73 \text{ g } AlCl_3$$

Soru ?

Suda çözülmüş 1 g ağırlığındaki $AgNO_3$ örneği $NaCl$ ile işleme tabi tutulduğunda 0,6 g $AgCl$ oluşturuyor. Örnekteki $AgNO_3$ miktarı ve yüzdesini hesaplayınız.
Ag : 108 N : 14 O : 16 Na : 23 Cl : 35,5

Soru ?

1,140 g $NaCl$ ve $CaCl_2$ karışımı suda çözülüyor. Çözeltiye yeteri kadar $AgNO_3$ katılıp, 2,868 g $AgCl$ elde ediliyor. $NaCl$ % sini hesaplayınız.
Ag : 108 Cl : 35,5 Na : 23 Ca : 40 N : 14 O : 16

Soru ?

0,7842 g çözünür bir klor tuzu suda çözülüp, gerekli reaktifler katılarak Al_2O_3 çöktürülüyor. Al_2O_3 sabit tartımı 0,2113 g olduğuna göre örnekteki $AlCl_3$ yüzdesi kaçtır ?
Al : 27 O : 16 Cl : 35,5

Soru ?

$BaX_2 \cdot 2H_2O$ halinde bir hidrate baryum halid bileşiği vardır. (X: halojen) 0,2650 g halid örneği aşırı sülfamik asit (H_2NO_3S) eklenerek 200 ml suda çözülüyor. Karışım ısıtıldıktan sonra çökelek filtre edilip, kurutuluyor. Elde edilen çökelek 0,2533 g ise X'in hangi element olduğunu bulunuz.
Ba : 137 H : 1 O : 16 N : 14 S : 32

VOLUMETRİK ANALİZ

- Volumetrik analizlerde aranan maddenin belli bir miktarı veya belli bir hacimdeki çözeltisi, derişimi bilinen başka bir çözeltinin aranan maddeye eşdeğer madde içeren hacmi ile tepkimeye sokulur.
- Burada en önemli nokta derişimi bilinen ayıracın ne kadarının aranan maddeye eşdeğer olduğudur. Bu nokta, çözeltideki aranan madde ile ayıraç arasındaki tepkimenin bitim noktasıdır.
- Tepkimenin bitim noktasının belirlenebilmesi için **indikatör** denilen, bu noktada ortamı farklı renge boyayan belirteçler kullanılır.

Volumetrik Analizin Şartları

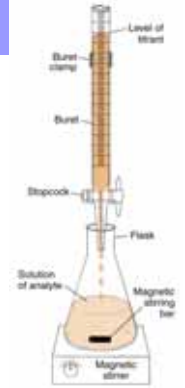
- Volumetrik analizin gravimetrik analize göre birçok üstünlükleri vardır. Bunların en önemlileri ayıraç ve örneğin analize hazırlanmasından sonra analizin kısa sürede tamamlanabilmesidir.
- Ancak bütün kimyasal olaylar volumetrik analiz için uygun değildir. Bir kimyasal olaylardan volumetride yararlanabilmek için o kimyasal olayın bazı şartları sağlaması gerekir.

Gereken şartlar ;

- Tepkime bir kimyasal denklemle ifade edilmelidir.
- Tepkime hızlı olmalıdır.
- Tepkime tam olmalıdır.
- Uygun bir katalizör bulunmalıdır.

Titration

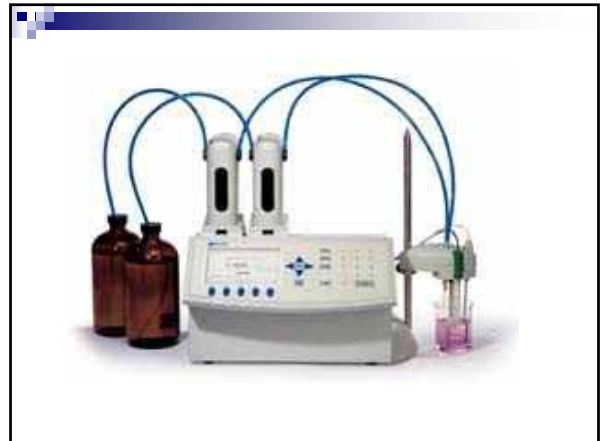
- Bir çözeltilde (analit) bulunan madde miktarının, derişimi kesin olarak bilinen bir titrantla verdiği kimyasal tepkime sonrasında harcanan hacmi, eşdeğer gram sayısı yardımı ile bulunması için kullanılan yöntemdir.

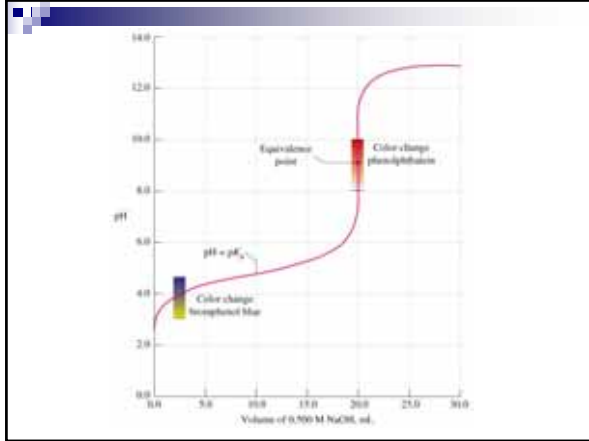


Dönüm noktası öncesi



Dönüm noktası sonrası





Volumetrik (Titrimetrik) Analizde Hesaplamalar

$$C = C' . F$$

C= titrant çözeltinin gerçek konsantrasyonu
C'= titrant çözeltinin yaklaşık konsantrasyonu
F = titrant çözeltinin faktörü

Volumetrik analizde hazırlanan çözeltiler tam % 100 hassas olarak hazırlanamayabilirler. Bu hatalar kullanıcı hatası, ölçüm hatası veya maddeden gelen safsızlıkların neden olduğu hatalardır. Bu nedenle çözeltinin gerçek konsantrasyonunun bulunabilmesi için faktör denilen değerin bilinmesi gerekir.

Volumetrik (Titrimetrik) Analizde Hesaplamalar

$$x = C' . F . S . m$$

X= titre edilen (analit) maddenin gram miktarı
C'= titrant çözeltinin yaklaşık konsantrasyonu
F = titrant çözeltinin faktörü
S = titrant çözeltinin harcanan hacmi
m = titre edilen maddenin mili eşdeğer gram miktarı

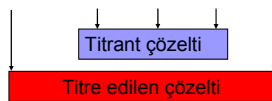
Volumetrik (Titrimetrik) Analizde Hesaplamalar

$$m = \frac{M_A}{e . 1000}$$

m = titre edilen maddenin mili eşdeğer gram miktarı
M_A=titre edilen çözeltinin molekül ağırlığı
e = titre edilen çözeltinin tesir değeri

Volumetrik (Titrimetrik) Analizde Hesaplamalar

$$x = C' . F . S . m$$



Volumetrik (Titrimetrik) Analizde Hesaplamalar

$$S_1 . C_1 = S_2 . C_2$$

$$S_1 . C'_1 . F_1 = S_2 . C'_2 . F_2$$

S = Çözelti hacmi

C = Çözelti gerçek konsantrasyonu

C' = Çözelti yaklaşık konsantrasyonu

F = Çözelti faktörü

Örnek

Yaklaşık 0,1 N HCl çözeltisinin ayarlanmasında 0,1211 g Na_2CO_3 için 22,4 ml asit sarfedilmektedir. HCl çözeltisinin faktörü ve gerçek konsantrasyonunu hesaplayınız. Na : 23 C : 12 O : 16 H : 1 Cl : 35,5

$$x = C' . F . S . m \quad F = \frac{0,1211}{0,1 \cdot 22,4 \cdot 0,053} = 1,02$$

$$m = \frac{M_d}{e \cdot 1000} \quad m = \frac{106}{2 \cdot 1000} = 0,053$$

$$C = C' . F = 0,1 \cdot 1,02 = 0,102 \text{ N}$$

Örnek

Gerçek konsantrasyonu 0,0998 N olan HCl çözeltisinden yaklaşık 0,1 N 22,60 ml NaOH çözeltisi için 23,20 ml sarfedilmiştir. NaOH çözeltisinin faktörünü ve gerçek konsantrasyonunu hesaplayınız.

$$C'_{\text{HCl}} \cdot F_{\text{HCl}} \cdot S_{\text{HCl}} = C'_{\text{NaOH}} \cdot F_{\text{NaOH}} \cdot S_{\text{NaOH}}$$

$$F_{\text{NaOH}} = 0,0998 \cdot 23,20 / 0,1 \cdot 22,60 = 1,024$$

$$C_{\text{NaOH}} = 0,1 \cdot 1,024 = 0,1024 \text{ N}$$

Örnek

Faktörü 1,02 olan 0,1 N HCl çözeltisinden bir NaOH numunesi için 18,64 ml sarfedilmiştir. Buna göre numunedeki NaOH miktarı ne kadardır ?
H : 1 Cl : 35,5 Na : 23 O : 16

$$m = \frac{M_d}{e \cdot 1000} \quad m = \frac{40}{1 \cdot 1000} = 0,040$$

$$x = C' \cdot F \cdot S \cdot m$$

$$X = 0,1 \cdot 1,02 \cdot 18,64 \cdot 0,040 = 0,076 \text{ g}$$

Örnek

Yaklaşık 0,1 N KMnO_4 çözeltisinin ayarlanması için 0,1111 g $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (sodyum okzalit) tartılıp, 100 ml'ye tamamlanmıştır. İndikatör katılarak KMnO_4 ile titre edildiğinde sarfiyat 16,6 ml bulunmuştur. Buna göre KMnO_4 'ün faktörünü ve gerçek konsantrasyonunu bulunuz. K : 39 Mn : 55 O : 16 Na : 23 C : 12

$$x_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} = C'_{\text{KMnO}_4} \cdot F_{\text{KMnO}_4} \cdot S_{\text{KMnO}_4} \cdot m_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}$$

$$m_{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4} = \frac{134}{2 \cdot 1000} = 0,067 \quad F = \frac{0,1111}{0,1 \cdot 16,6 \cdot 0,067} = 0,9989$$

$$C = C' \cdot F = 0,1 \cdot 0,9989 = 0,09989 \text{ N}$$

Örnek

KMnO_4 ile demir tayininde 0,1 N'lik faktörü 1,02 olan KMnO_4 'ten 18,2 ml sarfedilmiştir. Buna göre çözeltideki demir miktarı ne kadardır ?
K : 39 Mn : 55 O : 16 Fe : 56
 $\text{Fe}^{+3} + e \rightarrow \text{Fe}^{+2}$

$$x_{\text{Fe}} = C'_{\text{KMnO}_4} \cdot F_{\text{KMnO}_4} \cdot S_{\text{KMnO}_4} \cdot m_{\text{Fe}} \quad m_{\text{Fe}} = \frac{56}{1 \cdot 1000} = 0,056$$

$$X_{\text{Fe}} = 0,1 \cdot 1,02 \cdot 18,2 \cdot 0,056 = 0,104 \text{ g}$$

Örnek

Yaklaşık 0,1 N NaOH çözeltisinin ayarlanmasında 0,2 g Benzoik asit tartılarak 25 ml'ye tamamlanmıştır. NaOH ile titre edildiğinde 16 ml baz sarfiyatı olduğuna göre NaOH'in faktörünü bulunuz. (Benzoik asit $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$)
C : 12 H : 1 O : 16 Na : 23

$$x_{\text{Benzoic acid}} = C'_{\text{NaOH}} \cdot F_{\text{NaOH}} \cdot S_{\text{NaOH}} \cdot m_{\text{benzoic acid}} \quad m_{\text{benzoic acid}} = \frac{122}{1 \cdot 1000} = 0,122$$

$$F = \frac{0,2}{0,1 \cdot 16 \cdot 0,122} = 1,023$$

Örnek

KMnO₄ ile kalsiyum tayininde 0,1 N 'lik faktörü 0,9985 olan KMnO₄'ten 30 ml sarfedilmiştir. Buna göre çözeltideki kalsiyum miktarı ne kadardır ?
K : 39 Mn : 55 O : 16 Ca : 40
Ca - 2e⁻ → Ca⁺²

$$x_{Ca} = C'_{KMnO_4} \cdot F_{KMnO_4} \cdot S_{KMnO_4} \cdot m_{Ca} \quad m_{Ca} = \frac{40}{2.1000} = 0,020$$

$$X_{Ca} = 0,1 \cdot 0,9985 \cdot 30 \cdot 0,02 = 0,05991 \text{ g}$$

Soru ?

Yaklaşık 0,1 N HCl çözeltisinin ayarlanmasında 0,25 g Na₂CO₃ için 47 ml asit sarfedilmektedir. HCl çözeltisinin faktörü ve gerçek konsantrasyonunu hesaplayınız.
Na : 23 C : 12 O : 16 H : 1 Cl : 35,5

$$x = C' \cdot F \cdot S \cdot m$$

$$m = \frac{M_A}{e \cdot 1000}$$

Soru ?

NaOH numunesinin tayininde faktörü 1,04 olan 0,1 N'lik HCl çözeltisinden 55 ml sarfedilmektedir. Buna göre çözeltideki NaOH miktarını hesaplayınız.
Na : 23 O : 16 H : 1 Cl : 35,5

Değişim Birimleri

Değişim	Sembol	Açıklama
Molarite	M	$M = \frac{m \cdot 1000}{M_A \cdot V}$
Molalite	m	$M = \frac{m_{\text{çözünen}} \cdot 1000}{M_A \cdot m_{\text{çözün}}$
Normalite	N	$N = \frac{esd \cdot g}{L}$
Mol kesri	X	$x = \frac{i \text{ bileşenin toplam miktarı (mol)}}{\text{Tüm bileşenlerin toplam miktarı (mol)}}$
Kütlece %	% w/w	$\text{Kütle Yüzdesi} = \frac{\text{Çözünenin kütlesi}}{\text{Çözünenin kütlesi} + \text{Çözünenin kütlesi}} \times 100$
Hacimce %	% v/v	$\text{Hacim yüzdesi} = \frac{\text{Çözünenin hacmi}}{\text{Çözeltinin hacmi}} \times 100$