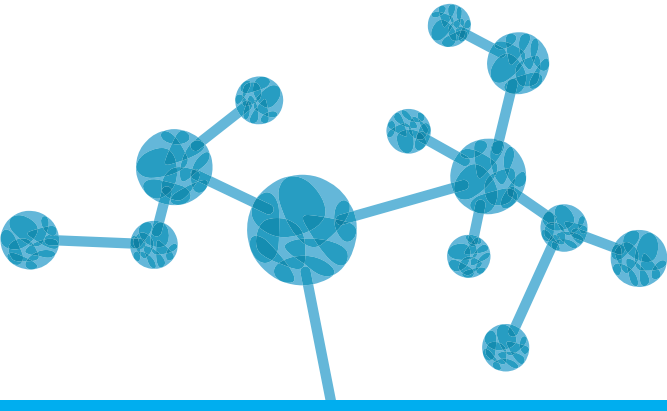


ANALİTİK KİMYA - 1

- ✓ (SI) (Metrik Birimler)
- ✓ Ölçmedeki Belirsizlik
- ✓ Ölçmede Doğruluk ve Kesinlik
- ✓ Anlamlı Rakamlar
 - ↳ Sayıların Yuvarlanması
 - ↳ Anlamlı Rakamlarda Dört İşlem
- ✓ Analitik Verilerin Değerlendirilmesi
 - ↳ Ortalama Değer (Aritmetik Ortalama)
 - ↳ Ortanca Değer
 - ↳ Yayılım veya Aralık
 - ↳ Kesinlik
 - ↳ Doğruluk
 - ↳ Mutlak Hata
 - ↳ Bağıl Hata
 - ↳ Standart Sapma



ÖLÇME VE SONUÇLARIN VERİLMESİ

1. (SI) (Metrik Birimler)

Ölçümün bilimsel sistemi Sys'teme Internationale d'Unites' (Uluslararası Birimler Sistemi) diye bilinir ve (SI) şeklinde kısaltılır. Bu sistem metre diye bilinen uzunluk birimini temel alan metrik sistemin modern şeklidir. SI sisteminde yedi temel birim vardır. Diğer tüm fiziksel nicelikler bu yedi birimden türetilen birimlere sahiptir.

Fiziksel Nicelik	Sembol	Birim	Birim Kısaltma
Kütle	m	Kilogram	kg
Uzunluk	l	Metre	m
Zaman	t	Saniye	s
Madde miktarı	n	Mol	mol
Sıcaklık	T	Kelvin	K
Elektrik akımı	I	Amper	A
Işık şiddeti	I_v	Kandil	cd

Bazı durumlarda ölçüm sonuçlarının çok küçük veya çok büyük olması, standart birimlerin kullanılmasında güçlük çıkarabilir. Bu ölçüm sonuçları, standart birimin askatları veya üskatları olarak da verilebilir. Bu amaçla kullanılan ifadeler ve kısaltmaları aşağıda verilmiştir.

Örnek	Sembol	Değeri
tera-	T	10^{12}
giga-	l	10^9
mega-	M	10^6
kilo-	k	10^3
desi-	d	10^{-1}
santi-	c	10^{-2}
mili-	m	10^{-3}
mikro-	μ	10^{-6}
nano-	n	10^{-9}
piko-	p	10^{-12}

2. Ölçmedeki Belirsizlik

Bilimsel çalışmalarda sayma işlemlerinin sonuçları tam olarak belirlenebilir. Örneğin laboratuvar seti üzerinde bulunan beherlerin sayısı tam olarak sayılabilir. Bu tür değeri tam olarak bilinen sayılara **kesin sayılar** denir.

Ölçme sonucu elde edilen sayılar ise kesin değildir ve her zaman bu sayılarda bir belirsizlik vardır. Ölçüm aletinin duyarlılığı, ölçüm yapılan ortam şartları ve ölçüm yapan araştırmacının yeteneği gibi sebeplerle ölçüm sonucunda gerçek değer tam olarak belirlenemez. Değeri tam olarak bilinmeyen sayılara **kesin olmayan sayılar** denir. Ölçüm sonuçlarında son hanede belirsizlik vardır. Son haneden önceki sayılar belirli sayılardır. Örneğin, bir kimyasal maddenin kütlesi farklı duyarlılıkta teraziler ile ölçülsün. Kimyasalın kütlesi, 0,1 g duyarlılıkta terazi ile 0,8 g; 0,01 g duyarlılıkta terazi ile 0,83 g ve 0,001 g duyarlılıkta terazi ile 0,834 g ölçülsün. Eğer bu ölçümü duyarlılığı daha yüksek teraziler kullanarak sürdürmeye devam edilirse daha hassas ve doğru bir şekilde bulunabilir. Sonuç olarak bu kimyasalın kütlesinin değeri kesin olarak hiçbir zaman bilinemez. Bu ölçümlerin sonuçları içerdikleri belirsizlik ile birlikte şu şekilde ifade edilir.

1. terazi: 0,8 ($\pm 0,1$)

2. terazi: 0,83 ($\pm 0,01$),

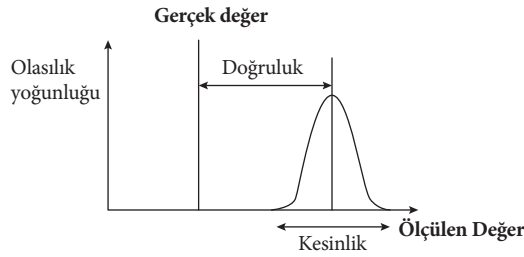
3. terazi: 0,834 ($\pm 0,001$)

Dolayısıyla ölçülen değerlerin son rakamlarında bir belirsizlik (kesin olmayan) vardır.

3. Ölçmede Doğruluk ve Kesinlik

Kesinlik; ölçüm sonuçlarından elde edilen değerlerin birbirine ne kadar yakın olduğunun ölçüsüdür. Yani sonuçlarının tekrarlanabilirliğinin ölçüsüdür.

Doğruluk; bir ölçümün doğru değere ne kadar yakın olduğunu gösterir.



NOT

Kesinliği yüksek ölçümler her zaman doğru olmayabilir.



Kütlesi 1,302 gram olan bir numunenin kütlesi beş öğrenci tarafından, beş ayrı terazi ile ölçülüyor.

Aşağıda verilen sonuçlara göre hangi öğrencinin tartım sonuçları yüksek kesinlikte ve düşük doğruluktadır?

- | | |
|---------------|---------------------|
| A) 1. Öğrenci | 1,302; 1,301; 1,302 |
| B) 2. Öğrenci | 1,302; 1,268; 1,326 |
| C) 3. Öğrenci | 1,300; 1,315; 1,319 |
| D) 4. Öğrenci | 1,301; 1,302; 1,315 |
| E) 5. Öğrenci | 1,262; 1,262; 1,262 |

Çözüm:

Sonucun yüksek kesinlikte olması için birbirini tekrar eden değerler bulunmalıdır. Doğruluk düşük olduğu için de bu tekrar eden değerler gerçek değer olan 1,302'den uzak olmalıdır.

Cevap E



Yapılan bir deney de alınan analiz sonuçları ile ilgili;

- I. Analiz sonucunun gerçek değere ne kadar yakın olduğuna kesinlik denir.
- II. Yapılan ölçümlerin birbirine ne ölçüde yakın olduğuna doğruluk denir.
- III. Kesinliği yüksek olan bir analiz sonucunun doğruluğu da her zaman yüksektir.

ifadelerinden hangileri yanlıştır?

- | | | |
|-------------|-----------------|---------------|
| A) Yalnız I | B) Yalnız II | C) Yalnız III |
| D) I ve III | E) I, II ve III | |

Çözüm:

Doğruluk ve kesinlik kavramları yanlış verilmiştir. Kesinliği yüksek olan sonuçlar her zaman doğru olmayabilir. Her üç öncülde yanlıştır.

Cevap E



Bir su örneğinde sülfat (SO_4^{2-}) tayini yapan bir laborant, işlemi birkaç kez tekrarladığında sülfat derişimi için birbirine çok yakın sonuçlar buluyor.

Bu analiz sonuçları için;

- I. Doğruluğu yüksektir.
- II. Kesinliği yüksektir.
- III. Hata hesaplanabilir.

ifadelerinden hangileri kesinlikle söylenebilir?

- | | | |
|-------------|-----------------|---------------|
| A) Yalnız I | B) Yalnız II | C) Yalnız III |
| D) I ve III | E) I, II ve III | |

Çözüm:

Sonuçlar birbirine yakın olduğu için kesinlik yüksektir. Ancak ölçümün gerçek değeri bilinmediği için doğruluk ve hata hakkında bir yorum yapılamaz.

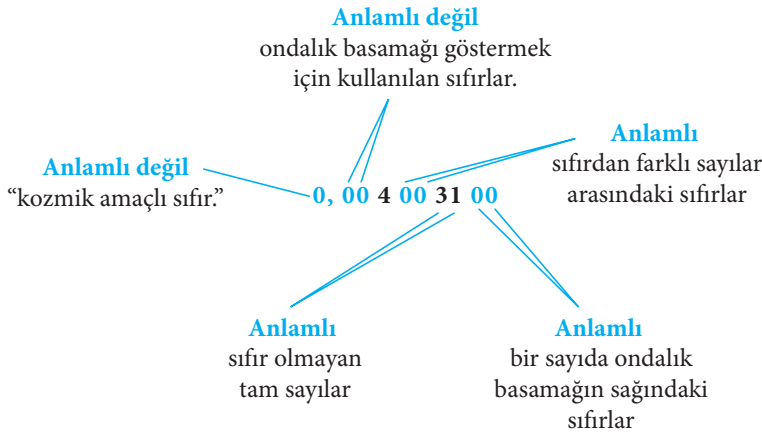
Cevap B

4. Anlamlı Rakamlar

Ölçüm sonucu elde edilen sayısal değerdeki belirsizliği içeren rakam da dahil bütün rakamlara **anlamlı rakam** denir. Anlamlı rakam sayısı, bir ölçümün hassasiyetini belirtir.

Bir sayıda,

- ✦ 1'den 9'a kadar olan tüm rakamlar anlamlıdır.
- ✦ Solunda sıfırdan farklı bir rakam bulunan sıfırlar da anlamlıdır.
- ✦ Solunda sıfırdan başka rakam bulunmayan sıfırlar anlamsızdır.
- ✦ Ondalık kesir bölmesi bulunmayan sayılarda (virgül içermeyen sayılarda) en sonda bulunan sıfırların anlamlı olup olmadıkları belirsizdir.



NOT

Bilimsel çalışmalarda yapılan tüm ölçümlerde hata olabilir. Bu hataların kaynakları; ölçüm yapan kişi, ölçüm aleti, ölçüm aleti ile ölçüm yapılan cisim arasındaki uyumsuzluk ve ölçüm yapılan ortamın fiziksel özelliklerinin uygun olmaması gibi faktörler olabilir. Ölçüm aletinden veya uygun yöntem kullanılmamasından kaynaklanan ve aynı yönde tekrar eden hatalara **sistemik hatalar** denir. Deney yapan kişiden kaynaklanan hatalara ise genellikle **tesadüfi hata** denir.

Örnek

- 0,00123 (3 anlamlı rakam, soldaki sıfırlar anlamlı değildir.)
- 6,027 (4 anlamlı rakam, sıfırın solunda 6 rakamı olduğu için bu sıfır anlamlıdır.)
- 18,000 (5 anlamlı rakam, sıfırların solunda 1 ve 8 rakamları var)
- 0,1501800 (7 anlamlı rakam)
- $1,13 \times 10^{-14}$ (3 anlamlı rakam)
- 1267 (4 anlamlı rakam)
- 316000 (virgül içermeyen ve sonunda sıfır olan bir sayı olduğu için sağdaki üç sıfırın anlamlı olup olmadığı belirsiz.)

4.1. Sayıların Yuvarlanması

Çok rakamlı sayıları daha az rakamlı sayılara indirme işlemine yuvarlatma denilir. Sayıların yuvarlatılmasında genel olarak;

- ✦ 5'ten büyük olan sayılar yuvarlatılırken kendi önündeki sayı 1 artırılır.
- ✦ 5'ten küçük olan sayılar yuvarlatılırken kendi önündeki sayı aynen kalır.
- ✦ Eğer yuvarlatılacak sayı tam 5 ise önündeki sayı çift rakam ise olduğu gibi bırakılır, tek rakam ise 1 artırılır.

Örneğin aşağıdaki sayılar dört anlamlı rakam içerecek şekilde şöyle yuvarlanır.

- 16,763 → 16,76
- 17,767 → 16,77
- 16,765 → 16,76
- 16,775 → 16,78

4.2. Anlamlı Rakamlarda Dört İşlem

1. Toplama ve çıkarma işleminde: Sonuç, işlem yapılan sayılar içerisinde virgülden sonra en az sayıda rakam içeren sayı kadar rakam içermelidir.

Örnek

a) $0,12 + 1,218 + 0,2 = ?$

İşlem yapıldığında sonuç 1,538 olarak bulunur ancak bu şekilde verilmez. 0,2 sayısı virgülden sonra bir rakam (2) içerdiği için işlemin sonucu virgülden sonra bir rakam içerecek şekilde yuvarlanmalıdır. Bu durumda sonuç 1,5 olarak verilmelidir.

b) $0,1325 + 1,485 - 1,03 = ?$

Sonuç 0,5875 dir. Ancak virgülden sonra iki rakam içerecek şekilde yuvarlanır ve 0,59 olarak verilir.

2. Çarpma ve bölme işleminde: Sonuç; işlem yapılan sayılar içerisinde en az anlamlı rakam içeren sayı kadar anlamlı rakam içerecek şekilde verilir.

Örnek

a) $0,4512 \times 2,0 = ?$

İşlemin sonucu 0,9024 olarak bulunur. Ancak en az anlamlı rakam içeren sayı olan 2,0 kadar (yani iki) anlamlı rakam içerecek şekilde yuvarlanır. Sonuç 0,90 olarak verilir.

b) $(0,35 + 0,151) \times 0,1 = ?$

Hem toplama hem de çarpma işlemi içeriyor. İlk olarak parantez içindeki toplama işlemi yapılır ve virgülden sonra en az rakamı içeren 0,35 gibi virgülden sonra iki rakam içermelidir.

$(0,50) \times 0,1 = ?$ daha sonra çarpma işlemi yapılır ve sonuç buna uygun olarak ifade edilir. Sonuç en az anlamlı rakam içeren sayı olan 0,1 gibi bir anlamlı rakam içerecek şekilde 0,05 olarak verilir.

5. Analitik Verilerin Değerlendirilmesi

5.1. Ortalama Değer (Aritmetik ortalama)

Tekrarlanan ölçüm sonuçlarının toplamının toplam ölçüm sayısına bölünmesiyle elde edilen sayıdır.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N}$$

5.2. Ortanca Değer

Analiz sonuçları en küçükten en büyüğe ya da en büyükten en küçüğe doğru sıraya konduğunda sıranın ortasına düşen değerdir. Ortancadan daha büyük ve daha küçük verilerin sayısı eşittir. Sonuçların sayısı tek ise, ortanca doğrudan bulunabilir; çift ise ortadaki iki değer ortalaması, ortanca olarak alınır.

5.3. Yayılım veya Aralık

Bir analizde elde edilen sonuçların en büyüğü ile en küçüğü arasındaki farka denir.

5.4. Kesinlik

Bir analizde tamamen aynı yolla elde edilen sonuçların birbirine yakınlığına kesinlik denir. Kısaca ölçümlerin tekrarlanabilirliğini gösterir (dağılım, sapma, ortalamadan sapma, bağıl ortalama sapma, varyans, standart sapma, bağıl standart sapma terimleri ile ifade edilir)

5.5. Doğruluk

Bir sonucun gerçek veya kabul edilen değere yakınlığını belirtir (mutlak hata ve bağıl hata terimleri ile ifade edilir). Bir büyüklüğün gerçek değeri hiç bir zaman tam olarak bilinemediğinden, doğruluk tam olarak tayin edilemez. Bu nedenle doğru değer yerine, doğru kabul edilen değer kullanılmalıdır. Doğruluk için gerçek kabul edilen değer bir çok farklı yoldan elde edilebilir. Bu yollardan biri; yöntemin sonuçlarını, yerleşik yöntemlerden birinin sonuçları ile karşılaştırmaktır. İkinci yol ise; doğruluğu kabul edilen miktara sahip bir örneğin analiziyle kontrol edilmesidir.

5.6. Mutlak Hata

Ölçülen değerle gerçek kabul edilen değer arasındaki farktır. Bir işareti vardır. Mutlak hatanın işareti, söz konusu değer küçük veya büyük olduğunu gösterir. Ölçülen sonuç düşük ise işaret negatif, büyük ise işaret pozitifdir.

$$E = x_i - x_t$$

5.7. Bağıl Hata

Mutlak hatanın gerçek kabul edilen değere oranıdır. Sonuçların büyüklüğüne göre bağıl hata, yüzde, binde veya milyonda bir cinsinden ifade edilebilir.

$$Er = \frac{X_i - X_t}{X_t} \times \%100 \text{ (yüzde bağıl hata)} \quad Er = \frac{X_i - X_t}{X_t} \times \%1000 \text{ (binde bağıl hata)}$$

DeneySEL Verilerdeki Hata Tipleri

Büyük (kaba) Hata	Çok az rastlanan, analizciden veya beklenmedik olaylardan kaynaklanan büyük hatalardır.	- Aritmetik işlem hatası yapılması - Rakamların yerlerinin değişik yazılması - (+) yerine (-) yazılması - yanlış skaladan okuma yapılması
SistematiK (Belirli) Hata	Kaynakları belirlenebilen ve düzeltilebilen hatalardır. Sonuçların doğruluğuna etki eder.	- Numune Hataları - Alet Hataları - Yöntem hataları - Kişisel Hatalar
Rastgele (Belirsiz) Hata	Bilinmeyen ve kontrol edilemeyen hata tipidir. Ölçümün kesinliğine etki eden hatadır.	İki ölçüm arasında deney şartlarının az veya çok değişmesidir.

SistematiK Belirli Hata

- 1- Sabit hatalar: Analiz edilen numune miktarından bağımsızdır.
- 2- Orantılı hatalar: Numunenin miktarı ile orantılı olarak azalır veya artar

SistematiK Hataların Tespiti ve Düzeltme Metotları

- ☞ Şahit Deney
- ☞ Standart Numunenin Analizi
- ☞ Standart Ekleme
- ☞ Bağımsız Analizler
- ☞ Numune Büyüklüğünde Değişme

5.8. Standart Sapma

s, ortalamadan sapmaların karelerinin toplamının serbestlik derecesine (N-1) oranıdır.

N: Ölçüm sayısı

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Ölçüm sayısı $N > 20$ ise, hesaplanan standart sapma gerçek standart sapma, σ , olarak kabul edilir ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$$

Standart sapma ne kadar küçük ise deney sonuçlarının kesinliği o kadar iyidir.

Varyans: Standart sapmanın karesi (σ^2) varyans olarak adlandırılır.

Bağıl Standart Sapma (BSS): Standart sapmanın ortalama değere bölünmesidir.

$$s / \bar{x}$$

Varyasyon katsayısı: %100 ile çarpılan bağıl standart sapmaya varyasyon katsayısı (VK) denir.

Ortalamanın Standart Sapması

Her bir ortalamanın standart sapması, ortalamanın standart hatası olarak tanımlanır ve s_m ile gösterilir. Ortalamanın standart hatası, bir veri grubunun standart sapmasının gruptaki veri sayısının kareköküne bölümüdür.

$$s_m = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

Gözlenebilme (Teşhis) Sınırı

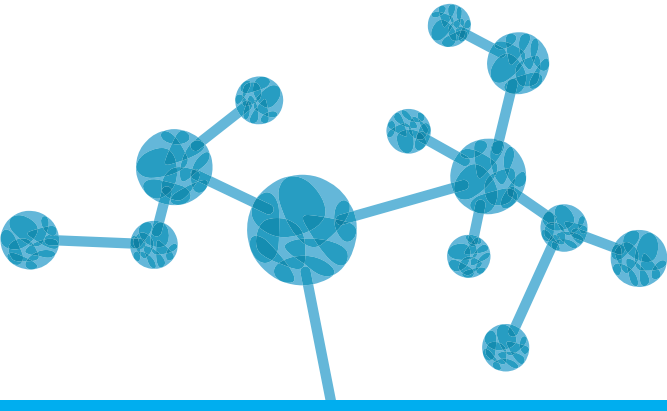
Gözlenebilme (teşhis) sınırı, analit sinyalinin gözlenebildiği fakat kabul edilebilir doğruluk ve kesinlikte analit tayin sınırları içerisine girmeyen en düşük derişimdir.

Deneyssel yolla **sinyal(S)/gürültü(G)** oranı 3,3(10/3) olduğu analit derişimi gözlenebilme sınırı olarak kabul edilir.

Güven Aralığı, gerçek ortalamanın ölçülen ortalamaya olan uzaklığını gösteren bir sayıdır.

ANALİTİK KİMYA - 2

- ✓ **Çözünme Olayı**
 - ↳ Fiziksel Çözünme
 - ↳ Kimyasal Çözünme
- ✓ **Çözeltilerin Sınıflandırılması**
- ✓ **Çözünürlük**
 - ↳ Çözücü ve Çözünen Maddenin Türü
 - ↳ Sıcaklık
 - ↳ Basınç
 - ↳ Ortak İyon Etkisi
 - ↳ Yabancı İyon Etkisi
 - ↳ pH'ın Etkisi
 - ↳ Kompleks İyon Etkisi
 - ↳ Çözünme Hızına Etki Eden Faktörler
- ✓ **Çözelti Değişimleri**
 - ↳ Kütle Yüzdesi, Hacim Yüzdesi ve Ağırlık/Hacim Yüzdesi
 - ↳ Çözeltileri Değiştirmek
 - ↳ Molarite
 - ↳ Mol Kesri ve Mol Yüzdesi
 - ↳ Molalite
- ✓ **Çözeltilerde Aktiflik ve İyonik Şiddet**
- ✓ **Çözeltilerde Tepkimeler**



ÇÖZELTİLER

1. Çözünme Olayı

İki ya da daha fazla sayıda maddenin birbiri içerisinde homojen olarak dağılmasına çözünme denir. Birbiri içinde tam olarak karışabilen, her noktasında bileşimi aynı olan, tek fazlı homojen karışımlara çözelti denir.

Çözeltilerin Genel Özellikleri

- ↪ Homojen karışımlardır.
- ↪ Belirli ve sabit birleşme oranları yoktur.
- ↪ Belirli ve sabit erime, kaynama noktaları yoktur.
- ↪ Fiziksel yöntemlerle bileşenlerine ayrılabilirler.
- ↪ Bileşenlerinin özelliklerini gösterirler.
- ↪ Oluşumlarında toplam kütle korunur.

Farklı tür atom (iyon) ya da moleküller içerirler.

Çözünme fiziksel ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılır.

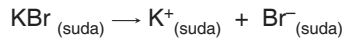
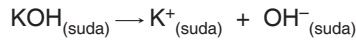
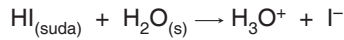
1.1. Fiziksel Çözünme

a. Moleküler Çözünme

Çözünen madde moleküller halinde dağılır. Örnek olarak şekerin, alkolün ve O₂ gazının saf suda çözünmesi verilebilir. Çözeltide iyonlar bulunmadığı için çözelti elektriği iletmez.

b. İyonik Çözünme

Çözünen madde iyonlarına ayrışır. Örnek; asitlerin, bazların ve tuzların suda çözünmesi. Çözeltide iyonlar bulunduğu için sulu çözelti elektriği iletir.



Aşağıdaki işlemlerin hangisinde çözünme olmaz?

- A) Suya kolonya damlatılması
- B) Çaya şeker katılması
- C) Suya buz katılması
- D) Yağ lekelerinin benzinle temizlenmesi
- E) Gazoz yapımında basınçlı gaz kullanılması

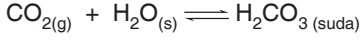
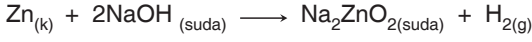
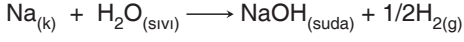
Çözüm:

Çözünme olması için bir maddenin başka bir madde içerisinde gözle görülemeyecek şekilde homojen olarak dağılması gerekir. Su ve buz aynı kimyasal formüle sahiptir. Su ile buzdan oluşan yapıya heterojen görünümlü saf madde adı verilir. Buz, suyun içine atıldığında çözünmez, erir.

Cevap C

1.2. Kimyasal Çözünme

Çözünme sırasında çözücü ve çözünen madde arasında kimyasal bir tepkime gerçekleşiyorsa bu duruma kimyasal çözünme denir. Metallerin suda, asitte, bazda çözünmesi, asit ve bazik oksitlerin suda çözünmesi birer kimyasal çözünmedir.



Moleküller Arası Çekim Kuvvetleri ve Çözünme

Çözünme Entalpisi

Bazı çözeltilerin oluşması endotermik, bazılarının ise ekzotermiktir. Çözünme entalpisi $\Delta H_{\text{ç}}$ kalorimetre kabıyla ölçülebilir. Çözücü molekülleri ile çözünen molekülleri arasındaki enerji alışverişi olmaktadır. Çözünme olayı üç basamaktan oluşur.

1. Çözünen moleküllerinin çözücü molekülleri arasına girebilmesi için çözücü moleküllerinin birbirinden uzaklaşması gerekir. Bu olay, enerji gerektirdiği için endotermiktir. ($\Delta H_a > 0$)
2. Çözünen moleküllerinin çözücü molekülleri arasındaki boşluklara dağılabilmesi için birbirinden uzaklaşması gerekir. Bu olay da enerji gerektirir ve endotermiktir. ($\Delta H_b > 0$)
3. Serbest haldeki çözücü ve çözünen molekülleri birbirlerini çekerler ve düzenli bir yapı oluştururlar. Bu olay sonucu moleküller arasında bağ oluşur ve enerji açığa çıkar (ekzotermik) ($\Delta H_c < 0$).
4. Çözünmenin endotermik mi ekzotermik mi olduğu bu üç basamakta gerçekleşen enerji değişimlerinin toplamıyla ilişkilidir. Toplam enerji pozitif ise çözünme endotermik, negatif ise ekzotermiktir. Bu durum aşağıda özetlenmiştir.

$$\Delta H_{\text{çözünme}} = \Delta H_a + \Delta H_b + \Delta H_c$$

Bir maddenin çözünürlüğüne sıcaklığın etkisini anlamak için önce o maddenin çözünme entalpisine bakmak gerekir.

Maddeler uygun çözücüdeki çözünürlüklerine göre genel hatlarıyla;

1. Çözünmeyen,
2. Az çözünen
3. Çözünen

şeklinde sınıflandırılabilir.

Bir maddeden sıcaklığı 25°C olan 1 litre çözücüde en az 10 gram çözünüyorsa çözünen madde olarak adlandırılabilir. 1 gramın altında çözünüyorsa çözünmeyen madde, bu iki değer arasında çözünüyorsa az çözünen madde olarak adlandırılabilir.

Hidratlaşma Enerjisi

İyonik bağlı bir bileşiği oluşturan iyonların su molekülleri ile sarılmasına hidratlaşma (hidratasyon) denir. **İyonlar** hidratlaştığı zaman enerji açığa çıkar. Hidratlaşma enerjisinin büyüklüğü, iyonik kristalden iyonları ayırmak için gerekli enerjiden daha büyükse, iyonik katı suda çözünür.

Hidrate İyon

Çözücünün su olduğu sistemlerde su molekülleri ile çevrilmiş pozitif veya negatif yüklü iyonlara hidrate iyon denir. Örneğin NaCl saf suda çözünürken etrafı su molekülleri ile çevrilmiş olan Na^+ ve Cl^- iyonları hidrate iyondur.

2. Çözeltilerin Sınıflandırılması

Çözeltilerin miktarca fazla olan bileşenine çözücü, miktarca az olan bileşenine çözünen denir. Çözünenin, çözücü içerisinde dağılması moleküler ya da iyonik olabilir. Çözeltilerden alınan örneklerde bileşim her yerinde aynıdır.

Çözücü ve çözünen; katı, sıvı veya gaz olabilir.

Çözücü	Çözünen	Çözelti Örneği
Gaz	Gaz	Gaz Karışımları, Hava.
	Sıvı	Havadaki Nem
	Katı	Havadaki İyot Buharı
Sıvı	Gaz	Maden Suyu
	Sıvı	Kolonya
	Katı	Şekerli Su
Katı	Gaz	Palladyum İçinde Hidrojen
	Sıvı	Çinko İçinde Civa, Altın İçinde Civa, Civa Amalgam
	Katı	Alaşım, Örneğin; Bronz, Pirinç, Tunç, Lehim vb.

NOT

Çözünürlük; belirli fiziksel koşullar altında belirli miktar çözücüde çözünebilen en fazla madde miktarıdır.

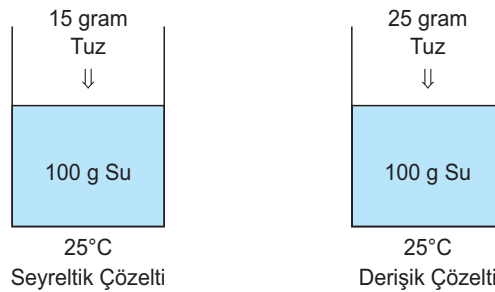
Seyreltik Çözelti – Derişik Çözelti

İki çözelti karşılaştırıldığında; aynı koşullarda eşit miktarda çözücü içerisinde çözünen madde miktarı fazla olan çözeltilere **derişik**, az olan çözeltilere **seyreltik** çözelti denir.

Ancak bu nitel bir tanımlamadır. Yani derişikliğin veya seyreltikliğin sınırı belli değildir.

Örneğin seyreltik denilen bir çözeltiye az miktarda daha çözünen madde eklendiğinde elde edilen yeni çözelti bir öncekine göre derişik, ancak bir miktar daha çözünen madde eklenerek elde edilecek olan bir sonraki çözeltilerden daha seyreltiklerdir.

Örnek



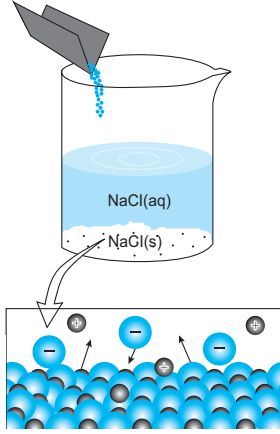
Çözeltiler çözünen maddenin çözünürlük değeri dikkate alınarak doymamış, doymuş ve aşırı doymuş olmak üzere üçe ayrılırlar.

Doymamış Çözelti

Belirli koşullarda, belirli miktar çözücünün çözebileceğinden daha az miktarda çözünen içerdiği çözeltilere doymamış çözeltiler denir.

Doymuş Çözelti

Belirli koşullarda, belirli miktar çözücünde en fazla miktarda çözünen içeren çözeltilere denir.



Yukarıdaki şekilde dibinde katısıyla dengede olan doymuş (doygun) bir çözelti görülmektedir. Çözünme hızı çökme hızına eşittir. Sistem dengededir. Çözünmede çökme de devam etmektedir (Denge dinamiktir). Dibinde katısı olan çözeltiler doygun çözeltilerdir, aşırı doygun çözelti değildir. Ayrıca dipteki katı çözeltilere dahil edilmez.

Aşırı Doymuş Çözelti

Bazı durumlarda doymuş çözeltinin hem sıcaklığı artırılır hem de çözünen madde eklenirse çözeltide daha fazla madde çözünmesi sağlanabilir. Bu tür çözeltiler soğutulduğunda fazladan çözünen kısım bir süre çökmeden çözeltide kalabilir. Bu şekilde hazırlanmış çözeltilere aşırı doymuş çözeltiler denir.

Aşırı doymuş çözeltiler ısıtılmış çözeltinin yavaş yavaş soğutulması ile elde edilir. Aşırı doymuş çözeltiler kararsız olup, bekletildiğinde doymuş çözelti derişimine ulaşana kadar fazladan çözünmüş olan madde çöker. Karıştırıldığında ya da kristallenmeyi sağlayacak aşırı kristal eklendiğinde kristallenme olur.

3. Çözünürlük ve Çözünürlüğü Etkileyen Faktörler

Bir maddenin belli şartlar altında 100 gram suda çözünebilen en fazla miktarına çözünürlük denir.

Saf bir maddenin çözünürlüğü aşağıdaki etkenlere bağlıdır.

- ☞ Çözücü ve çözünen maddenin türü
- ☞ Sıcaklık
- ☞ Basınç
- ☞ Ortak iyon etkisi
- ☞ Yabancı iyon etkisi (Tuz etkisi)
- ☞ pH'ın etkisi
- ☞ Kompleks oluşumu

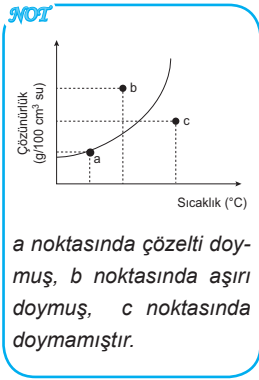
3.1. Çözücü ve Çözünen Maddenin Türü

Çözünme olayı için genel kural; benzer benzeri çözer ilkesidir, yani polar çözücüler polar çözünenleri, apolar çözücüler ise apolar çözünenleri çözer. Bu durum moleküller arası etkileşimlerle açıklanabilir.

CCl_4 (Karbontetraklorür) oda sıcaklığında fiziksel hali sıvı olan apolar bir bileşiktir ve polar bir bileşik olan suda çözünmez. Çünkü karbontetraklorür molekülleri ile su molekülleri arasında oluşan çekim kuvvetleri su molekülleri arasındaki çekim kuvvetini yenecek kadar güçlü değildir. Bu iki sıvı birbiri ile karışmaz, iki fazlı bir sistem oluşur.

I_2 molekülü oda sıcaklığında katı olan apolar bir moleküldür. I_2 katısı apolar bir çözücü olan CCl_4 içerisinde çok iyi çözünürken saf su içerisindeki çözünürlüğü düşüktür.

İyonik bağlı bir bileşik olan NaCl saf suda çok iyi çözünürken CCl_4 içerisinde hemen hiç çözünmez.

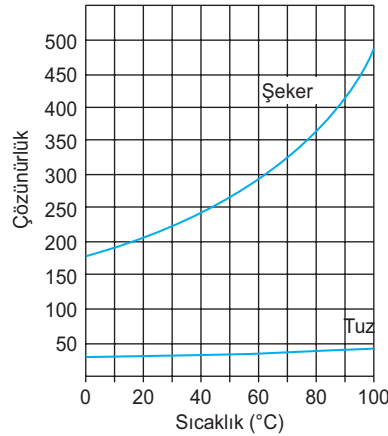


3.2. Sıcaklık

Bir madde uygun bir çözücüde endotermik ($\Delta H_{\text{çözünme}} > 0$) olarak çözünüyorsa, çözünürlüğü sıcaklıkla doğru orantılıdır.

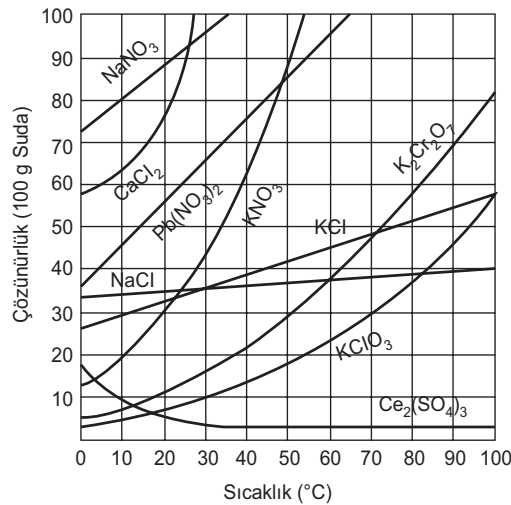
Şekerin suda çözünmesi endotermiktir, suyun sıcaklığı arttıkça şekerin sudaki çözünürlüğü artar. Tuzun sudaki çözünürlüğünü sıcaklık değişiminden çok az etkilenmektedir.

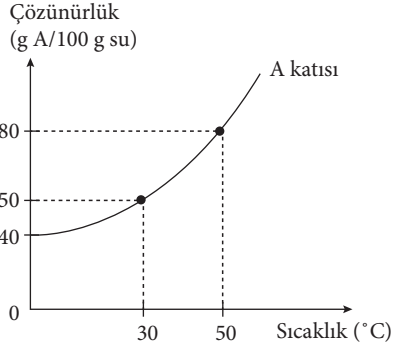
Şekerin ve Tuzun Sudaki Çözünürlüğü



Bir madde uygun bir çözücüde ekzotermik ($\Delta H_{\text{çözünme}} < 0$) olarak çözünüyorsa, çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılıdır.

$\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ katısının sudaki çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılıdır.





1. 30°C da A katısının 300 g doymuş sulu çözeltisi hazırlanıyor.

Çözeltideki su ve A kütleleri kaç gramdır?

2. 0°C da 300 g suya 100 gram A katısı ekleniyor.

Çözeltinin doymuş hale gelmesi için kaç gram daha A katısı eklenmelidir?

3. 50°C da 400 g su ile hazırlanan doymuş çözelti 30°C ye soğutulursa kaç gram A katısı dibe çöker?

4. 0°C da 100 g su ile doymuş çözelti hazırlanıyor. Çözeltiyi 100 mL su eklenip sıcaklık 50°C ye çıkarılıyor.

50°C de çözeltinin doymuş hale gelmesi için kaç gram daha X eklenmelidir?

5. 30°C da 800 g su ile doymuş çözelti hazırlanıyor.

Çözücünün yarısı buharlaştırılıp sıcaklık 0°C ye düşürülürse kaç gram A katısı dibe çöker?

6. 60°C da 50 g su içinde 25 g A katısı çözülerek hazırlanan çözelti soğutulursa hangi sıcaklıkta ilk çökme olur?

Çözüm:

1. 30°C da 100 g suda 50 g A katısı çözülüyor – 150 g doymuş çözelti oluşuyor.

30°C da 200 g suda 100 g A katısı çözülürse = 300 g doymuş çözelti oluşur.

2. 0°C de

100 g suda	40 g A
300 g suda	x = 120 g A
<hr/>	
120 – 100 = 20 g A katısı eklenmelidir.	

3. 50°C de

100 g suda	80 g A katısı çözünüyor
400 g suda	x = 320 g A katısı çözünür.
<hr/>	

30°C de

100 g suda	50 g A katısı çözünüyor.
400 g suda	x = 200 g A katısı çözünür.
<hr/>	
320 – 200 = 120 g A katısı çöker.	

4. 0°C de

100 g suda	40 g A katısı çözünüyor.
------------	--------------------------

50°C de

100 g suda	80 g A katısı çözünür.
200 g suda	x = 160 g A
<hr/>	
160 – 40 = 120 g daha A eklenmelidir.	

5. 30°C de

100 g suda	50 g A
800 g suda	x = 400 g A
<hr/>	

0°C de

100 g suda	40 g A
400 g suda	x = 160 g A
<hr/>	
400 – 160 = 240 g A çöker.	

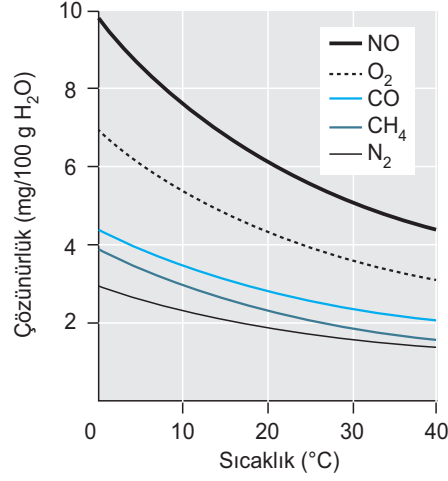
6. Bu tür sorularda verilen su ve madde miktarına göre çözünürlüğü hesaplayıp bunun hangi sıcaklığa karşılık geldiğini bulmak gerekir.

(60°C'de)	50 g su	25 g A
	100 g su	x = 50 g A
<hr/>		

Çözünürlük 50 g A / 100 g su

Bu değer grafiğe göre 30°C dedir. Yani bu sıcaklıktan itibaren çökme başlar.

Gazların suda çözünmesi ekzotermiktir. Bu nedenle gazların sudaki çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılıdır.



Gazların Sudaki Çözünürlüğünün Sıcaklıkla Değişim Grafiği



Hava X (g)
X (suda)

X gazının doymuş sulu çözeltisinden bir miktar alınarak içinde hava bulunan şekildeki basınca dayanıklı kaba konuyor.

Bu kap ısıtıldığında, aşağıdaki değişimlerden hangisinin gerçekleşmesi beklenmez?

- X gazının sudaki çözünürlüğünün artması
- X gazının kısmi basıncının artması
- Hava basıncının artması
- Suyun buhar basıncının artması
- Sulu çözeltinin hacminin azalması

Çözüm:

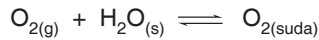
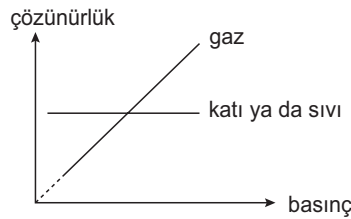
İçinde gaz çözünmüş olan sulu bir çözelti ısıtıldığında gazın çözünürlüğü azalır ve çözeltiyi terkeder. A seçeneği yanlıştır. Sıcaklık arttıkça X gazının çözünürlüğü azalır. Çözeltide çözünmüş olan X gazı serbest hale geçer. Gaz haldeki X taneciklerinin mol sayısı arttığından kısmi basıncı artar. B seçeneği doğrudur. Isıtma işlemi sırasında gaz fazındaki havanın basıncı ve suyun buhar basıncı artar. C ve D seçenekleri doğrudur.

Isıtma sırasında buharlaşma olacağından çözeltinin hacmi azalır.

Cevap A

3.3. Basınç

Katı ve sıvıların sudaki çözünürlüğüne basıncın etkisi yoktur. Ancak gazların sudaki çözünürlükleri basınç ile doğru orantılı olarak değişir.



Kapalı bir kaptaki gazların suda çözünme tepkimesi bir denge tepkimesidir.

Suda çözünen gazın kısmi basıncı artırılırsa denge ürünler yönüne bozulur ve gazın sudaki çözünürlüğü artar. Gazların sudaki çözünürlüğünün basınçla olan değişimini **Henry Yasası** açıklar.

Henry Yasasına göre; bir gazın sudaki çözünürlüğü o gazın kısmi basıncıyla doğru orantılıdır.

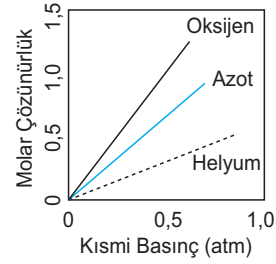
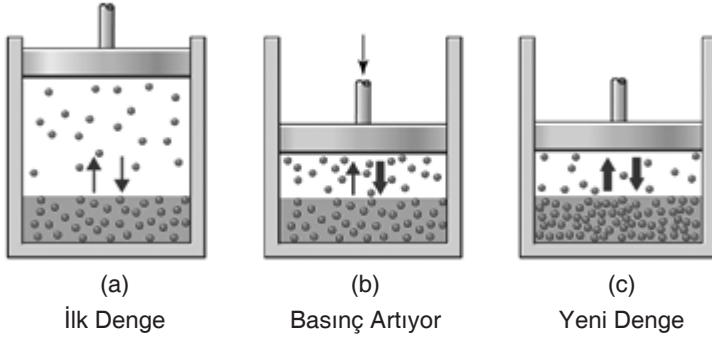
$$C = k \cdot P_{\text{gaz}}$$

C = gazın çözünürlüğü mol/L

k = orantı sabiti

P_{gaz} = Gazın kısmi basıncı

Gazların Çözünürlüğüne Basıncın Etkisi



Gazların Sudaki Çözünürlüklerinin Basınçla Değişim Grafiği

Vurgun Olayı

İnsan kanında çözülmüş halde hava bulunur. Deniz dibine doğru dalan bir kimsenin uzun süre su altında kalması durumunda, basınç artması nedeniyle, kanda daha çok hava çözünür. Böylece, havanın bileşiminde yer alan azot gazı da daha fazla çözülmüş olur. Deniz dibinden hızla yukarı çıkan dalgıcın kanındaki azot, basınç azalacağından hızla gaz fazına geçer ve plazmadan ayrılır. Oluşan gaz kabarcıkları kanın damarlarda dolaşımını engeller. Kanın gidemediği dokular beslenemez ve hasar görürler. Oluşan bu hasara denizcilikte vurgun denir.



- I. Dalgıçların, denizin derinliklerinden yüzeye ani çıkması durumunda vücutlarında çözülmüş olan azotun, çözünürlüğünün azalması sonucu oluşan vurgun olayı
- II. Oda sıcaklığında, bir gazoz şişesinin kapağı açılıp şişenin ağzına hemen elastik bir balon geçirilmesiyle gazozdan çıkan karbondioksit gazının balonu şişirmesi
- III. Siğ göllerde yaz aylarında balık ölümlerinin kış aylarına göre daha çok olması

Yukarıdaki durumlardan hangilerinin nedeni, gazların çözünürlüğünün basınç değişimine bağlı olmasıyla açıklanır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

Çözüm:

Denizin derinliklerinde basınç daha büyük olduğundan vücutta uygulanan basınçta büyük olur. Bu nedenle kanda çözünen azot gazı miktarı artar. Su yüzeyine aniden çıkıldığında ise çözülmüş olan azot gazı hızlıca gaz hale geçer ve damarlarda basınç yaparak zayıf olan yerlerde özellikle beyin damarlarında kanamalara neden olur. I. olay doğrudur.

Gazoz şişeleri yüksek basınç altında doldurulduğundan çözülmüş gaz oranı yüksektir. Şişenin kapağı açıldığında basınç azalır ve gazın çözünürlüğü de azalır. II. olay doğrudur.

Yaz aylarında hava sıcak olduğundan suda çözülmüş olan oksijen gazı azdır. Bu nedenle balık ölümleri artar. Bu olay gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisiyle ilgilidir.

Cevap C



0 °C da 4,0 atm basınç altında 1 litre saf suda 100 mL N₂ gazı çözünmektedir. 0°C de 1 atm basınçta N₂ gazının saf suda sudaki çözünürlüğü kaç mL N₂/L dir?

Çözüm:

$$k = \frac{C}{P_{\text{gaz}}} = \frac{100 \text{ mL N}_2 / \text{L}}{4,0 \text{ atm}} = 25 \text{ mL} / \text{atm} \cdot \text{L}$$

$$C = k \cdot P$$

$$C = 25 \frac{\text{mL}}{\text{L atm}} \cdot 1 \text{ atm}$$

$$C = 25 \frac{\text{mL}}{\text{L}}$$



25 °C'da 2,0 atm basınç altında 1 litre suda kaç gram CO₂ gazı çözünür? (CO₂ gazı için k = 0,025 mol/L.atm, 25 °C'da, CO₂ = 44 g/mol)

Çözüm:

$$k = \frac{C}{P_{\text{gaz}}}$$

$$C = P_{\text{gaz}} \cdot k$$

$$C = 2,0 \text{ atm} \cdot 0,025 \text{ mol/L.atm}$$

$$C = 0,05 \text{ mol/L}$$

1 litre suda 0,05 mol CO₂ gazı çözünmektedir.

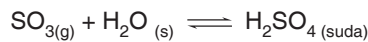
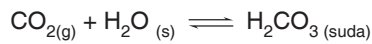
1 mol CO₂ gazı 44 gramsa

0,05 mol CO₂ gazı x gramdır.

$$x = 2,2 \text{ g CO}_2$$

Bir gaz herhangi bir sıvıda çözünürken tepkime veriyorsa o sıvıdaki çözünürlüğü tepkime vermeyenlere oranla daha fazladır.

Örneğin; karbondioksit veya kükürt dioksitin sudaki çözünürlükleri, oksijen, hidrojen veya azotun sudaki çözünürlüklerinden daha fazladır. Bu tür gazların çözünürlüğü Henry yasasından sapma gösterir.



H₂, N₂ ve O₂ gazlarının suda çözünmesi fiziksel CO₂ ve SO₃ gazlarının suda çözünmesi kimyasaldır.



Aynı koşullarda;

- I. O₂ gazının sudaki
- II. CO₂ gazının sudaki
- III. CO₂ gazının NaOH çözeltisindeki

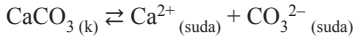
çözünürlükleri büyükten küçüğe doğru nasıl sıralanır?

Çözüm:

O₂ gazı suda fiziksel olarak çözünmektedir. CO₂ gazı ise suda kimyasal olarak çözünmektedir. CO₂ gazı NaOH çözeltisinde çözünürken asit-baz tepkimesi gerçekleşmektedir. Bu nedenle CO₂ gazının NaOH çözeltisinde çözünürlüğü en fazladır. Sıralama III > II > I şeklinde olur.

3.4. Ortak İyon Etkisi

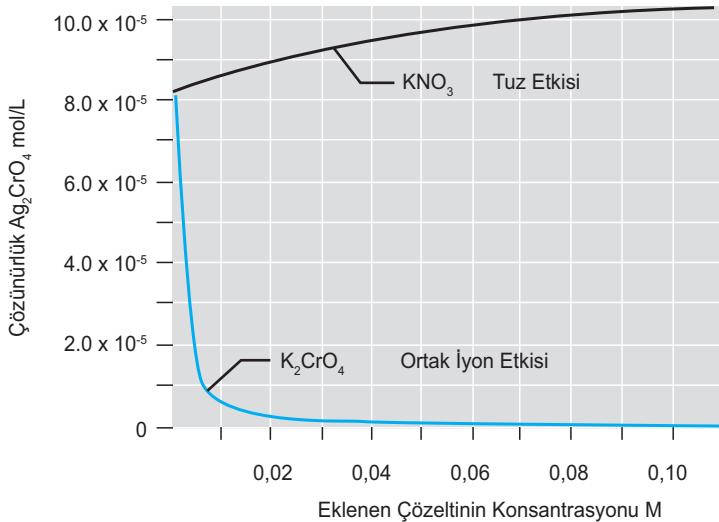
Bir tuzun bileşenlerinden (tuzu oluşturan iyonlardan) birisi çözücü ortamında bulunursa, o tuzun çözünürlüğü azalır. Bu duruma ortak iyon etkisi denir.



Dengesinde ortama Ca²⁺ veya CO₃²⁻ iyonları eklenirse Le Chatelier prensibine göre denge reaktifler yönüne hareket eder ve CaCO₃ katısının saf sudaki çözünürlüğü azalır.

3.5. Yabancı İyon Etkisi

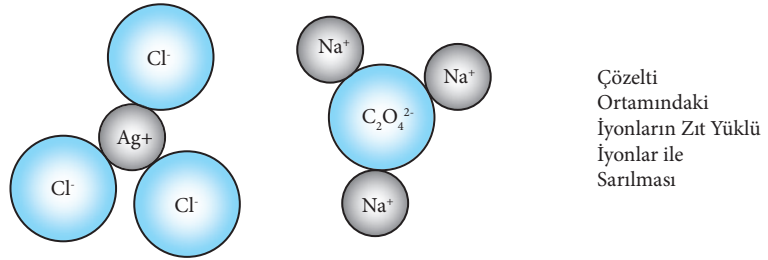
Yabancı iyonlar çözünen tuzun içerdiği iyonlar dışındaki iyonlara denir. Yabancı iyonlar çözünürlüğü artırıcı yönde etki eder. Bu durum şöyle açıklanabilir. İyonik bağlı bir bileşiğin suda çözünebilmesi için bileşiği oluşturan iyonların su molekülleri tarafından sarılması gerekir. Su molekülleri ile iyonlar arasındaki etkileşim bileşiğin suda çözünmesini sağlamaktadır. Şayet ortamda yabancı iyonlar varsa çözünen tuza ait iyonlar bu defa yabancı iyonlar tarafından sarılır ve iyonlar arasındaki etkileşim su moleküllerine göre daha fazladır: Bu durumda çözünmeyi kolaylaştırır.



Grafikte görüldüğü gibi $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{k})$ 'ın çözünürlüğü ortak iyon içeren $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{suda})$ çözeltisi eklendiğinde azalırken, $\text{KNO}_3(\text{suda})$ gibi yabancı iyonlar içeren bir bileşiğin eklenmesiyle artmaktadır.

Örneğin gümüş okzalatin 0,01 M sodyum klorürdeki çözünürlüğü saf sudaki çözünürlüğünün 1,2 katıdır.

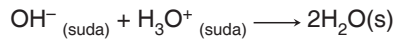
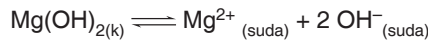
Elektrolit ilavesi ile çözünürlükteki bu değişimin nedeni, elektrolit iyonlarının denge de yer alan iyonlar etrafında iyon yüküne zıt yükte bir iyonik atmosfer oluşturmasıdır. Gümüş okzalate çözeltisine sodyum klorür ilave edildiğinde pozitif yüklü Ag^+ iyonlarının etrafı negatif yüklü Cl^- iyonları ile sarılır. Benzer şekilde negatif yüklü $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ iyonları da pozitif yüklü Na^+ iyonları ile sarılır. İyonik atmosfer nedeni ile gümüş iyonları, elektrolitin bulunmadığı ortama göre daha az pozitif, okzalate iyonları ise daha az negatiftir. Gümüş iyonu ile okzalate iyonu arasındaki çekim saf sudakine göre azalır ve sonuç olarak gümüş okzalatin çözünürlüğü artar.



3.6. pH'in Etkisi

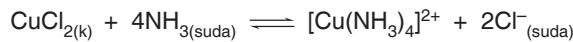
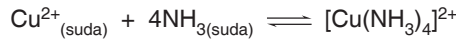
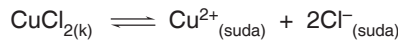
Suda az çözünen bir bazın katısıyla dengedeki doymuş çözeltisine dışarıdan asit çözeltisi eklendiğinde bazın çözünürlüğü artmaktadır.

Nedeni ise dengedeki hidroksit (OH^-) iyonları ile asidin iyonlaşmasından gelen hidronyum (H_3O^+) iyonları tepkimeye girerek su oluştururlar. Dengenin ürünler tarafındaki (OH^-) iyonları azaldığı için denge ürünler yönüne doğru hareket eder. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ katısının çözünürlüğü artar.



3.7. Kompleks İyon Etkisi

Katısıyla dengede olan doymuş Bakır-II- klorür (CuCl_2) çözeltisine dışarıdan NH_3 çözeltisi eklendiğinde dipteki CuCl_2 katısı çözünür. Bu çözünmede CuCl_2 den gelen Cu^{2+} iyonları $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ iyonları oluşturmak üzere NH_3 molekülleri ile birleşir. Denge ürünler yönüne hareket eder ve CuCl_2 katısının çözünürlüğü artar.



3.8. Çözünme Hızına Etki Eden Faktörler

Çözünme hızının artması için, çözücü moleküllerinin birim zamanda daha fazla çözünen tanecigini çözücü fazına taşıması gerekir.

Çözünme hızını etkileyen faktörler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

a. Sıcaklık:

Sıcaklığın artırılması çözünme hızını artırır.

Sıcaklık artırıldığında çözücü ve çözünen maddeyi oluşturan taneciklerin hızları artar. Hızlı hareket eden çözücü tanecikleri, çözünen taneciklerin etrafını daha hızlı sararak çözünme olayını hızlandırır.

b. Tanecik Boyutu (Temas Yüzeyi)

Çözeltilerde, çözünen maddenin tanecik boyutunun küçültülmesi, yani maddenin toz haline getirilmesi katı haldeki maddelerin çözünme hızını artırır.

Çözünen maddenin tanecik boyutu küçültüldüğünde, daha fazla sayıda çözücü molekül, çözünen taneciklerle temas eder yani etrafını sarar ve bu nedenle çözünme hızlanır.

c. Karıştırmak

Katı ve sıvıların çözünme hızını artırır.

d. Basınç Artışı

Katı ve sıvıların çözünme hızına etki etmez, gazların çözünme hızını artırır.

4. Çözelti Derişimleri

Derişim, verilen bir çözücünün ya da çözeltinin içerdiği çözünen miktarının bir ölçüsüdür.

4.1. Kütle Yüzdesi, Hacim Yüzdesi ve Ağırlık/Hacim Yüzdesi

4.1.1. Kütlece % derişim:

100 gram çözeltide çözünen maddenin gram cinsinden kütesidir.

5 g şeker 95 g suda çözümlerse, çözeltinin 100 gramında kütlece %5 oranında şeker bulunmaktadır.

$$\text{Kütlece \% derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$m_{\text{çözelti}} = m_{\text{çözücü}} + m_{\text{çözünen}}$$

NOT

Doymamış bir çözeltiyi doymamış hale getirmek için aşağıdaki işlemler uygulanabilir.

1. Sabit sıcaklıkta çözünen madde eklemek
2. Sabit sıcaklıkta su buharlaştırmak
3. Sıcaklık yardımı ile çözünlülüğü azaltmak

Bunun için,

- a) Suda endotermik çözünen maddelerde sıcaklık azaltılır.

Sıcaklık↓, Çözünlülük↓

- b) Suda ekzotermik çözünen maddelerde sıcaklık artırılır.

Sıcaklık↑, Çözünlülük↓



40 gram şeker 160 gram saf suda tamamen çözünüyor. Oluşan çözelti kütlece % kaçtır?

- A) 5 B) 10 C) 20 D) 25 E) 40

Çözüm:

$$\text{Kütlece \% derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% derişim} = \frac{40 \text{ g şeker}}{200 \text{ g çözelti}} \times 100 = \%20$$

Cevap C



Oda koşullarında 120 gram su ile kütlece % 20' lik şekerli su çözeltisi hazırlanıyor. Çözeltide bulunan şeker miktarı kaç gramdır?

- A) 50 B) 40 C) 30 D) 25 E) 20

Çözüm:

$$\text{Kütlece \% derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$20 = \frac{x}{x + 120} \cdot 100$$

$$x = 30 \text{ gram şeker}$$

Cevap C



0,05 mol CaBr_2 katısı 5 mol saf suda (H_2O) çözülüyor. Çözelti kütlece % kaçlıktır? ($\text{H}_2\text{O} = 18 \text{ g/mol}$, $\text{CaBr}_2 = 200 \text{ g/mol}$)

Çözüm:

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

$$0,05 \text{ mol } \text{CaBr}_2 = 0,05 \times 200 = 10 \text{ gram}$$

$$5 \text{ mol } \text{H}_2\text{O} = 5 \times 18 = 90 \text{ gram}$$

$$\text{Kütlece \% derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% derişim} = \frac{10}{100} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% derişim} = \% 10$$

Çözeltileri Deriştirmek

Deriştirme işlemi, çözeltilerden çözücünün buharlaştırılmasıyla veya çözeltilere çözünen eklenmesi ile gerçekleştirilir. Katı-sıvı çözeltilerde deriştirme işlemi, çözücü buharlaştırılarak veya çözünen katıdan eklenerek yapılır. Çözeltilerden çözücü buharlaştırılırken çökme olmaması gerekir.



Kütlece % 10 luk 250 gram şekerli su çözeltisini kütlece % 50 lik yapabilmek için kaç gram şeker eklenmelidir?

- A) 50 B) 100 C) 150 D) 200 E) 250

Çözüm:

$$\text{Kütlece \% derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$10 = \frac{x}{250} \cdot 100$$

$x = 25$ gram şeker bulunmaktadır. Bu çözeltiyi kütlece % 50 lik yapmak için;

$$50 = \frac{25 + x}{250 + x} \cdot 100$$

$$250 + x = 50 + 2x$$

$x = 200$ g şeker eklenmelidir.

Cevap D



200 gram kütlece % 10'luk KNO_3 çözeltisini kütlece % 40'lık çözelti haline dönüştürmek için sabit sıcaklıkta kaç gram su buharlaştırılmalıdır? (Çökme olmamaktadır)

- A) 25 B) 50 C) 75 D) 100 E) 150

Çözüm:

$$\text{Kütlece \% derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$10 = \frac{x}{200} \cdot 100$$

$x = 20$ gram çözünmüş KNO_3 bulunmaktadır. Bu çözeltiyi kütlece % 40 lık yapmak için

$$40 = \frac{20}{200 - x} \cdot 100$$

$x = 150$ gram su buharlaştırılmalıdır.

Cevap E

Kütlece Yüzde Derişimleri Farklı Çözeltilerin Karıştırılması

Çözüneni aynı, kütlece yüzde derişimleri farklı olan çözeltiler karıştırıldığında aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$m_1 \cdot \% m_1 + m_2 \cdot \% m_2 + \dots = m_S \cdot \% m_S$$

$m_1 = 1$. Çözeltinin Kütle

$\% m_1 = 1$. Çözeltinin Kütlece Yüzdesi



Kütlece %20 lik 50 gram ve kütlece % 10 luk 150 gram şeker çözeltileri karıştırıldığında oluşan son çözelti kütlece % kaçlık olur?

- A) 10 B) 12,5 C) 15 D) 17,5 E) 18

Çözüm:

$$m_1 \cdot \% m_1 + m_2 \cdot \% m_2 = m_S \cdot \% m_S$$

$$50 \cdot \frac{20}{100} + 150 \cdot \frac{10}{100} = 200 \cdot \frac{x}{100}$$

$$x = \%12,5$$

Cevap B



%20 lik ve %60 lık tuzlu su çözeltileri hangi oranda karıştırılırsa son çözelti kütlece %30 luk olur?

- A) $\frac{3}{1}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{1}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

Çözüm:

Kütlece %20 lik çözeltilerden x gram, kütlece %60 lık çözeltilerden y gram olduğu kabul edilirse;

$$m_1 \cdot \% m_1 + m_2 \cdot \% m_2 = m_S \cdot \% m_S$$

$$x \cdot \frac{20}{100} + y \cdot \frac{60}{100} = (x + y) \cdot \frac{30}{100}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{3}{1}$$

Cevap A



100 mL sinde 10 g X katısı bulunan bir sulu çözelti ile 100 mL sinde 20 g X katısı bulunan diğer bir sulu çözelti karıştırılıyor ve üzerine 50 mL saf su ekleniyor. (Sıcaklık Sabit)

Sonuçta oluşan 250 mL'lik çözümden alınan 100 mL'lik örnekteki X in kütlesi kaç g dır?

- A) 10 B) 12 C) 15 D) 20 E) 30

Çözüm:

Oluşan 250 mL çözümden toplam 30 gram X vardır. Çözelti homojen olduğuna göre çözelti hacmi ile çözünen madde kütlesi doğru orantılıdır.

250 mL çözeltide 30 gram X varsa
100 mL çözeltide ? gram X vardır

$$? = 12 \text{ gram X}$$

Cevap B

4.1.2. Hacimce Yüzde (V/V)

Çözeltinin 100 miliresindeki çözünmüş maddenin miktarının mililitre olarak ifade edildiği sıvı-sıvı çözeltileridir. Hacimce yüzde;

$$\% V/V = \frac{V_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözelti}}} \times 100$$

formülü ile ifade edilir.

Sıvı hacmi çok kolay ölçülebildiğinden, bazı çözeltiler hacim yüzdesine göre hazırlanabilir. Arabaların radyatörlerine konulan antifiriz, etilen glikol ve su içeren sıvı-sıvı çözümlerdir.



Camları temizlemede kullanılan sıvı (cam sil), izopropil alkolün hacimce % 70 lik sulu çözeltisidir. 250 mL cam sil hazırlamak için kaç mL saf izopropil alkol gereklidir?

Çözüm:

$$\% V/V = \frac{V_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$70 = \frac{V_{\text{çözünen}}}{250} \times 100$$

$$V_{\text{çözünen}} = 175 \text{ mL, saf izopropil alkol gereklidir.}$$



250 mL hacimce %32'lik (V/V) sulu etil alkol çözeltisi nasıl hazırlanır?

Çözüm:

$$\% V/V = \frac{V_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$32 = \frac{V_{\text{çözünen}}}{250} \times 100$$

$V_{\text{çözünen}} = 80 \text{ mL}$ saf etil alkol balon jöjeye alınır, hacim saf su ile 250 mL'ye tamamlanır.

4.1.3. Ağırlık – Hacim Yüzdeleri (w/V)

100 mL'indeki çözülmüş maddenin miktarının gram olarak ifade edildiği çözeltilerdir. Katı maddelerin seyreltik sıvı çözeltilerinin hazırlanması için kullanılır. Tıpta ve eczacılıkta kullanılan çözeltilerdeki derişim türü kütle–hacim yüzdesidir.

% 0,9 NaCl (w/V), çözeltilisine tıpta serum fizyolojik denir, 100,0 mL sulu çözeltide 0,9g NaCl içerir (izotonik çözeltili).

$$\% w/V = \frac{W_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözelti}}} \times 100$$



250 mL, % 0,2'lik (w/V) NaCl çözeltilisi hazırlamak için kaç g NaCl gereklidir?

Çözüm:

$$\% w/V = \frac{W_{\text{çözünen}}}{V_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$0,2 = \frac{W_{\text{çözünen}}}{250} \times 100$$

$$W_{\text{çözünen}} = 0,5 \text{ gram NaCl gereklidir.}$$

4.2. Molarite

Molarite, bir litre çözeltide çözülmüş olan maddenin mol sayısıdır. Ya da 1 mL çözeltide çözünen maddenin milimol sayısıdır.

M = Molarite;

n = Çözünenin mol sayısı

V = Çözeltinin hacmi, olmak üzere;

$$\text{Molarite} = \frac{\text{Çözünenin mol sayısı}}{\text{Çözeltinin hacmi (L)}} = \frac{\text{Çözünenin milimol sayısı}}{\text{Çözeltinin hacmi (mL)}}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{\text{mol}}{\text{Litre}} = \frac{\text{milimol}}{\text{mL}} = \text{Molar}$$

şeklinde ifade edilir.

NOT

$$V_{\text{çözelti}} \neq V_{\text{çözünen}} + V_{\text{çözücü}}$$

$$m_{\text{çözelti}} = m_{\text{çözünen}} + m_{\text{çözücü}}$$



200 mL 0,15 M HCl çözeltilisinde çözülmüş olarak kaç mol HCl bulunmaktadır?

Çözüm:

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,15 = \frac{n}{0,2}$$

n = 0,03 mol, çözülmüş HCl bulunmaktadır.



100 mL 0,125 M sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi hazırlamak için kaç gram katı NaOH gereklidir? (NaOH = 40 g/mol)

Çözüm:

$$M = \frac{n}{V}$$

$$0,125 = \frac{n}{0,1}, \quad n = 0,0125 \text{ mol NaOH}$$

$$n = \frac{m}{M_A} \quad 0,0125 = \frac{m}{40}$$

m = 0,5 gram, katı NaOH gereklidir.



1,12 gram KOH saf suda çözülerek 500 mL'lik çözelti hazırlanıyor. Çözünen KOH kaç milimoldür? Oluşan çözelti kaç molarıdır? (KOH = 56 g/mol)

Çözüm:

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

$$n = \frac{1,12}{56} = 0,02 \text{ mol KOH çözülmüştür.}$$

1 mol 10^3 milimol ise

0,02 mol x = 20 milimol

$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{20 \text{ milimol}}{500 \text{ mL}} = 0,04 \text{ Molar}$$



25 gram saf XBr tuzu sabit sıcaklıkta saf suda çözülerek 750 mL'lik sulu çözelti hazırlanıyor. Oluşan çözelti 0,28 molar olduğuna göre X elementinin atom kütlesi kaç g/mol dür? (Br=80 g/mol)

Çözüm:

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,28 = \frac{n}{0,75}, \quad n = 0,21 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 0,21 = \frac{25}{M_A}, \quad M_A = 119 \text{ g/mol}$$

XBr = 119 gram/mol

X + 80 = 119,

X = 39 g/mol



16,4 gram saf $Y(NO_3)_2$ tuzunun sabit sıcaklıkta saf suda çözünmesi ile 0,5 M 200 mL'lik sulu çözelti hazırlanıyor. Buna göre Y nin atom kütlesi nedir? (N:14 g/mol, O:16 g/mol)

Çözüm:

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,5 = \frac{n}{0,2}, \quad n = 0,1 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 0,1 = \frac{16,4}{M_A}, \quad M_A = 164 \text{ g/mol}$$

$$Y(NO_3)_2 = 164 \text{ gram/mol}$$

$$Y + 124 = 164, \quad Y = 40 \text{ g/mol}$$

4.2.1. Çözeltilerin Deriştirilmesi ve Seyreltilmesi

Bir çözümlerde birim hacimde çözülmüş madde miktarının artmasına deriştirme, azalmasına ise seyrelme denir.

$\frac{\text{çözünen madde miktarı}}{\text{çözücü miktarı (hacmi)}}$; oranı artıyorsa çözümlünün deriştirimi artıyordur (deriştirme).

Herhangi bir çözümlüyü deriştirmek için; çözümlenen maddeden eklenebilir ya da çözümlü buharlaştırılabilir (çökme olmaksızın).

$\frac{\text{çözünen madde miktarı}}{\text{çözücü miktarı (hacmi)}}$; oranı azalıyorsa çözümlünün deriştirimi azalıyordur (seyreltme).

Herhangi bir çözümlüyü seyreltmek için; çözümlü eklenebilir. (Sabit sıcaklıkta)

İstenen deriştirimdeki çözümlü çoğu kez derişik çözümlülerin seyreltilmesi ile hazırlanır. Çözümlü yeni bir hacme seyreltildiğinde içerisindeki çözümlenen maddenin mol sayısı değişmez. Çözümlünün deriştirimi azalmış ancak M ve V çarpımı değişmemiştir.

$n_1 = n_2$ ve $n = M \cdot V$ olduğuna göre;

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

Aynı formül çözümlü buharlaştırma durumunda da (deriştirme) kullanılabilir. Ancak çökme olmamalıdır.

Çözümlenen madde eklendiğinde yukarıdaki formül kullanılamaz.

NOT

$$1 \text{ mmol} = 10^{-3} \text{ mol}$$



300 mL 0,1 M'lık NaBr çözümlüsünün deriştirimini 1 M yapmak için çözümlüden sabit sıcaklıkta çökme olmaksızın kaç mL su buharlaştırılmalıdır?

Çözüm:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,1 \text{ M} \cdot 300 \text{ mL} = 1 \text{ M} \cdot V_2$$

$$V_2 = 30 \text{ mL (son çözümlünün hacmi).}$$

Öyleyse; $300 - 30 = 270 \text{ mL}$ su buharlaştırılmalıdır.



175 mL 1,6 M KI çözeltisine sabit sıcaklıkta saf su eklenerek çözeltinin hacmi 1,0 L'ye tamamlanıyor.

Oluşan son çözelti kaç molarlıktır?

Çözüm:

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$1,6 \text{ M} \cdot 175 \text{ mL} = M_2 \cdot 1000 \text{ mL}$$

$$M_2 = 0,28 \text{ M}$$



500 mL 0,02 Molarlık LiF çözeltisinin derişimini 0,05 molar yapmak için sabit sıcaklıkta kaç gram katı LiF eklenmelidir? (LiF=26 g/mol, katı eklenmesinin çözeltinin hacmini değiştirmediği kabul edilecektir.)

Çözüm:

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,02 = \frac{n}{0,5}, \quad n = 0,01 \text{ mol}$$

Çözeltide, 0,01 mol LiF çözünmüş olarak bulunmaktadır. Çözeltinin derişiminin 0,05 molar olması için;

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,05 = \frac{n}{0,5}, \quad n = 0,025 \text{ mol}$$

0,025 mol LiF çözünmüş olması gerekir.

Çözeltiye, $n = 0,025 - 0,01 = 0,015$ mol katı LiF eklenmesi gerekir.

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

$$0,015 = \frac{m}{26}, \quad m = 0,39 \text{ gram LiF eklenmelidir.}$$



Gliserinin ($C_3H_8O_3$) sudaki kütlece %18,4'lük çözeltisinin yoğunluğu 1,04 g/mL'dir.

Buna göre çözeltinin molaritesi kaçtır?

($C_3H_8O_3 = 92 \text{ g/mol}$)

A) 0,52 B) 1,04 C) 2,08 D) 3,04 E) 3,08

Çözüm:

$$M = \frac{10 \cdot d \cdot \%}{M_A}$$

$$M = \frac{10 \cdot 1,04 \cdot 18,4}{92}$$

$$M = 2,08 \text{ Molar}$$

Cevap C



Kütlece % 70'lik derişik nitrik asit (HNO_3) çözeltisinin yoğunluğu 1,26 g/mL'dir.

200 mL 1,75 M HNO_3 çözeltisi hazırlamak için, derişik nitrik asit çözeltisinden kaç mL alınmalıdır? (HNO_3 : 63 g/mol)

Çözüm:

$$M = \frac{10 \cdot d \cdot \%}{M_A}$$

$$M = \frac{10 \cdot 1,26 \cdot 70}{63}$$

$M = 14$ Molar, derişik HNO_3 çözeltisinin molaritesi.

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$14M \cdot X \text{ mL} = 1,75 \cdot 200 \text{ mL}$$

$$X = 25 \text{ mL}$$

Derişik HNO_3 çözeltisinden 25 mL alınır, 200 mL'lik içinde bir miktar saf su bulunan balon jöjeye yavaş yavaş eklenir. Daha sonra üzerine saf su ilave edilerek toplam hacim 200 mL'ye tamamlanır.



Arı haldeki X sıvısının mol kütlesi 62, oda sıcaklığındaki yoğunluğu 1,1 g/mL'dir. Aynı sıcaklıkta, bu sıvının 31 mililitresi ile 250 mililitre sulu çözelti hazırlanıyor.

Bu çözeltide X in molar derişimi kaçtır?

- A) 3,1 B) 2,2 C) 1,1 D) 0,55 E) 0,25

Çözüm:

$$d = \frac{m}{V}$$

$$1,1 = \frac{m}{31}, \quad m = 1,1 \times 31$$

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{1,1 \times 31}{62} = 0,55 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,55}{0,25} = 2,2 \text{ M}$$

Cevap B



Arı bir katının, iki ayrı kapta aynı sıcaklıkta sudaki çözümleri hazırlanmıştır. Birinci kapta V hacmindeki suda 2m gram katı, ikinci kapta 2V hacmindeki suda m gram katı çözülmüştür.

Bu kaplardaki çözümlerle ilgili,

- I. İkinci kaptaki çözelti daha seyreltiktir.
- II. Kaplardaki çözümlerin yoğunlukları farklıdır.
- III. Her iki kaptaki çözümlerdeki V hacmindeki suda çözünen katı miktarları aynıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm:

Birim hacme düşen madde miktarı dikkate alınır; 1. Kaptaki çözelti derişik, 2. kaptaki çözelti seyreltiktir. Her iki kaptaki çözümlerin yoğunlukları birbirinden farklıdır.

1. Kapta V hacimde 2m gram katı, 2. Kapta V hacimde m/2 gram katı madde vardır.

Cevap B



0,2 M 250 mL HCl çözeltisi hazırlamak için yoğunluğu 1,25 g/mL olan kütlece % 18'lik HCl çözeltisinden kaç mL kullanılmalıdır? (H: 1 g/mol, Cl: 35 g/mol)

Çözüm:

$$M = \frac{10 \cdot d \cdot \%}{M_A}$$

$$M = \frac{10 \cdot 1,25 \cdot 18}{36}$$

M = 6,25 Molar, derişik HCl çözeltisinin molaritesi.

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$6,25M \cdot X \text{ mL} = 0,2 \cdot 250 \text{ mL}$$

$$M_2 = 8 \text{ mL}$$

Derişik HCl çözeltisinden 8 mL alınır, 250 mL'lik içerisinde bir miktar saf su bulunan balon jøjeye yavaş yavaş eklenir. Daha sonra toplam hacim 250 mL oluncaya kadar üzerine saf su eklenir.

NOT

Çözeltinin Molaritesi, yoğunluğu ve kütlece % derişimi arasında şu bağıntı bulunur.

$$M = \frac{10 \cdot d \cdot \%}{M_A}$$

4.2.2. Çözeltilerin Karıştırılması

Çözünenleri aynı olan iki çözelti karıştırıldığında, son çözeltide çözünen maddenin mol sayısı mol sayılarının toplamına eşit olur.

$$n_1 + n_2 = n_{\text{son}}$$

$$M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 = M_s \cdot V_s$$



40,0 mL 1,80 M Cr(NO₃)₃ çözeltisi ile 10,0 mL 0,80 M Cr(NO₃)₃ çözeltisi karıştırılıyor son çözelti kaç molarlıktır?

Çözüm:

$$M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 = M_s \cdot V_s$$

$$1,80 \cdot 40 + 0,80 \cdot 10 = M_s \cdot (40 + 10)$$

$$M_s = 1,6 \text{ molar}$$



2,00 L 0,45 M HCl, çözeltisi ile 4,00 L X M HCl çözeltileri karıştırılıyor son çözelti 0,90 M olduğuna göre X kaçtır?

Çözüm:

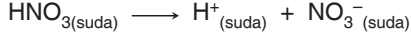
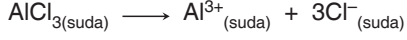
$$M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 = M_s \cdot V_s$$

$$(0,45) \cdot (2,00) + (X) \cdot (4,00) = (0,90) \cdot (2,00 + 4,00)$$

$$x = 1,125 \text{ M}$$

4.2.3. İyon Değişimleri

Asitler, bazlar ve tuzlar suda iyonik olarak çözünmektedirler. Bileşiğin derişiminden açığa çıkan iyonların derişimine geçilebilir.

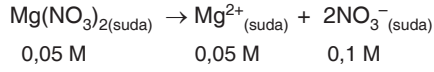


3,7 gram $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ katısı saf suda çözülerek 500 mL'lik çözelti hazırlanıyor. Buna göre oluşan çözeltideki NO_3^- iyon derişimi kaç moldür? (N = 14 g/mol, O = 16 g/mol, Mg = 24 g/mol)

Çözüm:

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad n = \frac{3,7}{148}, \quad n = 0,025 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,025}{0,5} = 0,05 \text{ molar}$$



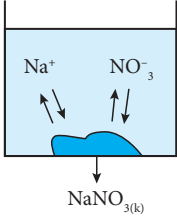
250 mL 0,08 M CuSO_4 çözeltisi hazırlamak için kaç gram katı $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tuzu gereklidir? ($\text{CuSO}_4 = 160 \text{ g/mol}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 250 \text{ g/mol}$)

Çözüm:

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,08 = \frac{n}{0,25} = 0,02 \text{ mol } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ tuzu}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 0,02 = \frac{m}{250}$$

m = 5 gram katı $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tuzundan gereklidir.



Dibinde katısıyla dengede olan şekildeki çözeltiliye sabit sıcaklıkta dipteki katının tamamını çözmeyecek kadar saf su ekleniyor. Buna göre;

- I. Çözeltinin molar derişimi artar.
- II. Çözeltinin yoğunluğu artar.
- III. Çözeltinin kütlece % derişimi artar.
- IV. Çözünen maddenin mol sayısı artar.
- V. Dipteki katı miktarı azalır.

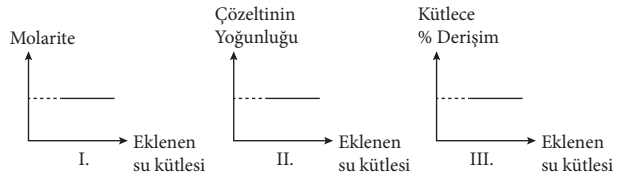
Yargılardan hangileri doğrudur?

Çözüm:

$M = \frac{n}{V}$ dir. Çözeltiye su ekledikçe dipteki katının bir kısmı çözünür yani çözünen maddenin mol sayısı artar. Ancak aynı zamanda çözeltinin hacmi de artar. Mol sayısı ve hacim aynı oranda arttığı için molarite değişmez. Çözeltinin molaritesi değişmiyorsa, **özkütlesi** ve kütlece yüzde derişimi de değişmez. Bu nedenle I., II. ve III. öncüller yanlıştır.

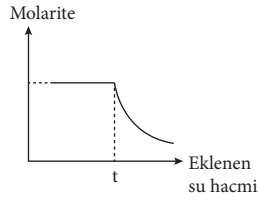
Çözünen maddenin mol sayısı artar, dipteki katı miktarı azalır, IV. ve V. öncüller doğrudur.

Bu duruma ilişkin grafikler aşağıda verilmiştir.



Ancak aşırı miktarda su eklenirse yani dipteki katını tamamını **çözdükten sonra su eklenmeye** devam edilirse;

Molar derişim, yoğunluk, kütlece yüzde derişim aşağıda grafikte görüldüğü gibi azalır.



Çözünen maddenin mol sayısı bir süre artar, dipteki katı miktarı azalır.

4.2.4. Ortak İyon İçeren Çözeltilerin Karıştırılması

Ortak iyon içeren çözeltiler karıştırılır ve ortak iyonun derişimi sorulursa bu tür soruları çözmek için aşağıdaki formül kullanılabilir. Çözeltiler arasında kimyasal bir tepkime gerçekleşiyorsa bu formül kullanılamaz (Nötürleşme, Çökeltme vb).

$$M_1 \cdot V_1 \cdot \dot{i}_1 + M_2 \cdot V_2 \cdot \dot{i}_2 = M_s \cdot V_s$$

\dot{i} = İyon sayısı



100,0 mL 0,50 M KBr çözeltisi ile 150,0 mL 0,40 M CaBr₂ çözeltileri karıştırılıyor. Buna göre son çözeltideki Br⁻ iyonları derişimi kaç molardır?

Çözüm:

I. Yol: Formül kullanarak soru çözülebilir.

$$M_1 \cdot V_1 \cdot i_1 + M_2 \cdot V_2 \cdot i_2 = M_s \cdot V_s$$

$$0,50 \cdot 100 \cdot 1 + 0,40 \cdot 150 \cdot 2 = M_s \cdot 250$$

$$M_s = 0,68 \text{ M}$$

II. yol: Mol sayıları üzerinden gidilebilir.

KBr bileşğinden gelen Br⁻ iyonları mol sayısı:

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,50 = \frac{n}{0,1}, \quad n = 0,05 \text{ mol}$$

CaBr₂ bileşğinden gelen Br⁻ iyonları mol sayısı:

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,40 = \frac{n}{0,15}, \quad n = 0,06 \text{ mol}$$

$$0,06 \cdot 2 = 0,12 \text{ mol}$$

Toplam Br⁻ iyonları mol sayısı: 0,12 + 0,05 = 0,17 mol

$$\text{Br}^- \text{ derişimi} = \frac{0,17}{0,25} = 0,68 \text{ M}$$



Eşit hacimlerde 0,8 M Ca(NO₃)₂ çözeltisiyle 0,6 M Cr(NO₃)₃ çözeltileri karıştırılıyor. Buna göre, son çözeltideki her bir iyonun derişimi nedir?

Çözüm:

Çözeltilerin hacimleri belirtilmediği ve eşit hacimlerde olması istendiği için her iki çözeltinin hacmi 1'er litre kabul edilebilir.

NO₃⁻ ortak iyondur. Son çözeltideki NO₃⁻ iyon derişimi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$M_1 \cdot V_1 \cdot i_1 + M_2 \cdot V_2 \cdot i_2 = M_s \cdot V_s$$

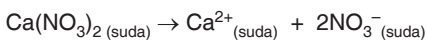
$$0,8 \cdot 1 \cdot 2 + 0,6 \cdot 1 \cdot 3 = M_s \cdot 2$$

$$M_s = 1,7 \text{ M}$$

Ca²⁺ iyon derişimi aşağıdaki yöntemle hesaplanabilir.

I. Yöntem:

0,8 Molarlık Ca(NO₃)₂ çözeltisinin hacmi iki katına çıkarsa, derişimi 0,4 M olur. Son durumda (çözeltiler karıştırıldıktan sonra) aşağıdaki iyonlaşma denkleminde göre Ca²⁺ iyon derişimi de 0,4 M olur.

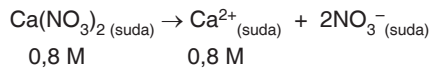


$$0,4 \text{ M} \quad \quad 0,4 \text{ M}$$

Soruda verilen çözeltilerin hacimlerinin eşit olmaması durumunda, aşağıdaki formül kullanılır.

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

Çözeltiler karıştırılmadan önce aşağıdaki iyonlaşma denklemine göre Ca²⁺ iyon derişimi 0,8 molardır.



$$0,8 \text{ M} \quad \quad 0,8 \text{ M}$$

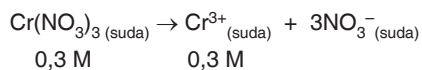
Çözeltiler karıştırıldıktan sonra (toplam hacim 2 litre oluyor)

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,8 \cdot 1 = M_2 \cdot 2$$

$$M_2 = 0,4 \text{ Molar olur.}$$

0,6 Molarlık Cr(NO₃)₃ çözeltisinin hacmi iki katına çıkarsa, derişimi 0,3 M olur. Son durumda (çözeltiler karıştırıldıktan sonra) aşağıdaki iyonlaşma denkleminde göre Cr³⁺ iyon derişimi de 0,3 M olur.



$$0,3 \text{ M} \quad \quad 0,3 \text{ M}$$

Ya da

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,6 \cdot 1 = M_2 \cdot 2$$

$$M_2 = 0,3 \text{ M olur.}$$



1 M 200 mL NaCl çözeltisiyle eşit hacimde kaç molarlık $MgCl_2$ çözeltileri karıştırılırsa Cl^- iyonları derişimi 1,25 M olur?

Çözüm:

$MgCl_2$ çözeltisinin ilk molaritesi X M ve hacmi ise 200 mL çözeltilerin hacmi eşit olduğu için olarak alınabilir.

$$M_1 \cdot V_1 \cdot i_1 + M_2 \cdot V_2 \cdot i_2 = M_s \cdot V_s$$

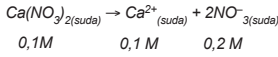
$$1 \cdot 200 \cdot 1 + X \cdot 200 \cdot 2 = 1,25 \cdot 400$$

$$X = 0,75 \text{ M olur.}$$

NOT

Yük denklığı: İyonik türlerin bulunduğu bir çözeltide, katyonlarla anyonların molar derişimleri toplamaları birbirine eşit olmalıdır.

Aşağıda örnek verilmiştir.



Yük denklığı:

$$2[Ca^{2+}] + [H_3O^+] = [NO_3^-] + [OH^-]$$

NOT

Yoğunluk (d): Bir maddenin birim hacminin kütlesine denir. SI birim sisteminde yoğunluk birimi kg/L 'dir, g/mL 'de kullanılır.

Özgül Ağırlık: Bir maddenin belirli hacminin kütlesinin, aynı hacimdeki suyun $4^\circ C$ 'daki kütlesine oranıdır.

Analitik Molarite

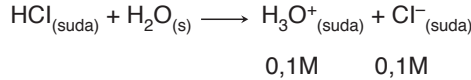
Bir litre çözeltide bulunan çözünen maddenin bütün kimyasal türlerinin toplam mol sayısıdır.

Denge Molaritesi

Bir çözeltideki özel bir türün molar derişimidir.

HCl kuvvetli bir asittir. Suda % 100 oranında iyonlaşır. Bu nedenle çözeltide iyonlaşmadan kalan HCl molekülü yoktur.

0,1 Molarlık HCl çözeltisinde; HCl'nin analitik molaritesi 0,1 molarıdır. Denge molaritesi 0'dır. Çözeltide moleküler halde HCl kalmamıştır. Aşağıdaki iyonlaşma dengesine göre tamamen iyonlarına ayrılmıştır.



HCl'nin analitik molaritesi = 0,1 M

HCl'nin denge molaritesi = 0

H_3O^+ nın denge molaritesi = 0,1 M

Cl^- nın denge molaritesi = 0,1 M

4.3. Milyonda bir kısım (ppm), Milyarda bir kısım (ppb)

Çok seyreltik çözeltilerde, derişim birimi olarak "ppm" veya "ppb" kullanılır.

ppm, milyonda bir kısım anlamına (ppm, İngilizce parts per million kelimelerinin kısaltması) gelen derişim birimidir. Çok seyreltik çözeltilerde çözücünün kütlesi ile çözeltinin kütlesi yaklaşık olarak birbirine eşittir.

$$ppm = \frac{\text{çözünenin miktarı (mg)}}{\text{çözücünün (çözeltinin) kütlesi (kg)}}$$

Örnek

7 ppm, bir milyonda (10^6) 7 kısım demektir. 7 ppm Na^+ çözeltisi demek, 1 kg (10^6 mg) su örneğinde 7 mg Na^+ iyonu bulunduğu anlamına gelir;

$$7 \text{ ppm} = \frac{7 \text{ mg çözünen}}{1 \text{ kg çözücü}}$$

Bir çözelti çok seyreltilirse; 1 kg çözücünün (çözeltinin) hacmi (suyun yoğunluğu 1 g/mL kabul edilirse) 1 litre kabul edilebilir. Bu durumda 1 litre çözeltide (çözücüde) 1 mg madde çözünmüşse, çözeltinin derişimi 1 ppm'dir.

$$\text{ppm} = \frac{\text{çözünenin miktarı (mg)}}{\text{çözeltinin hacmi (L)}}$$

NOT

$$1 \text{ L} = 1 \times 10^3 \text{ mL} = 1 \times 10^6 \mu\text{L}$$

$$1 \text{ kg} = 1 \times 10^3 \text{ g} = 1 \times 10^6 \text{ mg} \\ = 1 \times 10^9 \mu\text{g}$$

$$1 \text{ mL} = 1 \times 10^3 \mu\text{L}$$

$$1 \text{ mg} = 1 \times 10^3 \mu\text{g}$$

Örnek

20 ppm Na^+ , 1 litre çözeltide 20 mg Na^+ iyonu bulunuyor demektir.

Çok küçük derişimler için diğer bir derişim birimi ppb (İngilizce parts per billion kelimesinin kısaltması) kullanılır. Milyarda bir kısım anlamına gelen ppb için; 1 litre çözeltide (çözücüde) ya da 1 kg çözeltide (1 kg çözücüde) çözünen maddenin mikrogram cinsinden miktarıdır.

Buna göre ppb,

$$\text{ppb} = \frac{\text{çözünenin miktarı } (\mu\text{g})}{\text{çözeltinin (çözücünün) hacmi (L)}}$$

ya da

$$\text{ppb} = \frac{\text{çözünenin miktarı } (\mu\text{g})}{\text{çözeltinin (çözücünün) kütlesi (kg)}}$$

şeklinde gösterilebilir.

UYARI

Eşit hacimli iki çözelti karıştırıldığında, toplam hacim iki katına çıkar, derişim yarıya iner.



2 kg su örneğinde 10^{-2} gram Mg^{2+} iyonu bulunmaktadır. Buna göre, suda bulunan Mg^{2+} iyonlarının ppm ve ppb cinsinden derişimi nedir?

Çözüm:

$$10^{-2} \text{ gram} = 10 \text{ mg,}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{çözünenin miktarı (mg)}}{\text{çözeltinin (çözücünün) kütlesi (kg)}}$$

$$\text{ppm} = \frac{10 \text{ mg}}{2 \text{ kg}} = 5 \text{ ppm}$$

$$1 \cdot 10^{-2} \text{ gram} = 1 \cdot 10^{-2} \times 10^6 \text{ mikrogram} = 1 \cdot 10^4 \mu\text{g}$$

$$\text{ppb} = \frac{\text{çözünenin miktarı } (\mu\text{g})}{\text{çözeltinin hacmi (L)}}$$

$$\text{ppb} = \frac{1 \cdot 10^4 \mu\text{g}}{2 \text{ kg}} = 5000 \text{ ppb}$$



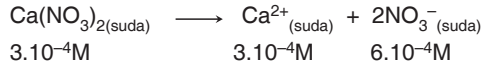
Bir su örneğinde Ca^{2+} derişimi 12 ppm olarak bulunmuştur. Bu iyonların sadece $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ den geldiği düşünülürse $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisinin molaritesi kaçtır? (Ca= 40 g/mol)

Çözüm:

Çözelti çok seyreltik olduğundan çözeltinin yoğunluğu 1 g/mL alınabilir. Bu durumda çözeltinin litresinde 12 mg Ca^{2+} var demektir.

$$12 \text{ mg} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \text{ g} / \text{L}}{40 \text{ g} / \text{mol}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$



Yaklaşık 1,0 g/mL yoğunluğundaki bir havuz suyunda 4,8 ppm sülfat iyonu bulunmaktadır. Buna göre havuz suyunda bulunan sülfat iyonlarının molaritesi nedir? ($\text{SO}_4^{2-} = 96 \text{ g/mol}$)

Çözüm:

Çözelti çok seyreltik olduğundan, yoğunluk 1 g/mL alınabilir. Bu durumda çözeltinin litresinde 4,8 mg SO_4^{2-} iyonları var demektir.

$$4,8 \text{ mg} = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

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

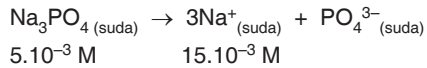
$$n = \frac{4,8 \cdot 10^{-3}}{96} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$



$5 \cdot 10^{-3}$ molarlık Na_3PO_4 çözeltisindeki Na^+ iyonları derişimi kaç ppm'dir? (Çözelti seyreltik olduğundan yoğunluk 1 g/mL alınabilir, Na=23 g/mol)

Çözüm:



1 litre **çözeltide** $15 \cdot 10^{-3}$ mol Na^+ iyonu bulunmaktadır.

Başka bir ifadeyle 1 litre **çözeltide**

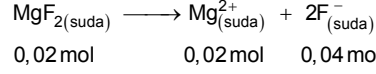
$15 \cdot 10^{-3} \times 23 = 0,345 \text{ g} = 345 \text{ mg Na}^+ = 345 \text{ ppm Na}^+$ iyonu vardır.



1,24 gram MgF_2 tuzu suda çözülerek 2,5 litrelik çözelti hazırlanıyor. Çözeltideki Mg^{2+} iyon derişimi kaç ppm'dir? ($MgF_2 = 62$ g/mol)

Çözüm:

$$n = \frac{m}{MA} = \frac{1,24}{62} = 0,02 \text{ mol } MgF_2$$



Mg^{2+} iyonu kütlesi;

$$n = \frac{m}{MA}, \quad 0,02 = \frac{m}{24}, \quad m = 0,48 \text{ gram} = 480 \text{ mg}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{çözünen kütlesi (mg)}}{\text{çözeltinin hacmi (L)}}$$

$$\text{ppm} = \frac{480}{2,5L} \text{ mg} = 192 \text{ ppm}$$

4.4. Mol Kesri ve Mol Yüzdesi

Mol kesri, çözeltideki bileşenlerden birinin mol sayısının toplam mol sayısına oranıdır. Genel olarak X ile gösterilir.

Mol kesrinin (X) 100 ile çarpımına mol yüzdesi denir.

Genel olarak ikili bir çözelti için;

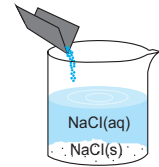
$$X_{\text{çözünen}} \text{ (Çözünenin Mol Kesri)}: \frac{n_{\text{çözünen}}}{n_{\text{toplam}}}$$

$$X_{\text{çözücü}} \text{ (Çözücünün Mol Kesri)}: \frac{n_{\text{çözücü}}}{n_{\text{toplam}}}$$

$$n_{\text{Toplam}} = n_{\text{çözücü}} + n_{\text{çözünen}}$$

NOT

Dibinde katısıyla dengede olan şekildeki doymuş NaCl çözeltisine sabit sıcaklıkta dışarıdan bir miktar daha NaCl katısı eklenirse, eklenen katısının tamamı çözünmeden dibe çöker. Çözeltinin molar derişimi, yoğunluğu kütlece % derişiminde herhangi bir değişlik olmaz. Ancak çözelti hala doymuştur.



2 mol metil alkol, 54 gram saf suda çözülüyor. Elde edilen çözeltideki metil alkolün ve suyun mol kesri ve mol yüzdeleri nedir? ($H_2O = 18$ g/mol)

Çözüm:

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

$$n = \frac{54}{18} = 3 \text{ mol } H_2O$$

$$X_{\text{Metil Alkol}} : \frac{n_{\text{Metil Alkol}}}{n_{\text{Toplam}}} = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$X_{\text{Su}} : \frac{n_{\text{Su}}}{n_{\text{Toplam}}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

Metil Alkolün mol yüzdesi = $0,4 \times 100 = \% 40$

Suyun mol yüzdesi = $0,6 \times 100 = \% 60$

4.5. Molalite

1 kg (veya 1000 g) çözücüde (çözeltilde değil) çözünen maddenin mol sayısıdır. Molalite "m" sembolü ile ifade edilir.

$$\text{Molalite} = \frac{n_{\text{çözünen}}(\text{mol})}{m_{\text{çözücü}}(\text{kg})} = \text{molal}$$



5,4 gram glikoz ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), 600 gram suda tamamen çözümlüyor. Buna göre hazırlanan çözelti kaç molaldir? ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180 \text{ g/mol}$)

Çözüm:

Önce glikozun mol sayısı bulunur.

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

$$n = \frac{5,4}{180} = 0,03 \text{ mol}$$

Daha sonra çözeltinin molalitesi aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\text{Molalite} = \frac{n_{\text{çözünen}}(\text{mol})}{m_{\text{çözücü}}(\text{kg})}$$

$$m = \frac{0,03}{0,6} = 0,05 \text{ molal}$$



500 gram kütlece % 20 oranında metanol (CH_3OH) içeren sulu çözeltinin molalitesi kaçtır? ($\text{CH}_3\text{OH} = 32 \text{ g/mol}$)

Çözüm:

500 gram sulu çözeltildeki metanol miktarı; $500 \times \frac{20}{100} = 100$ gramdır.

Çözeltildeki su miktarı: $500 - 100 = 400$ gramdır.

Metanolün mol sayısı;

$$n = \frac{m}{M_A} \quad n = \frac{100}{32} = 3,125 \text{ mol}$$

Çözeltinin molalitesi;

$$\text{Molalite} = \frac{n_{\text{çözünen}}(\text{mol})}{m_{\text{çözücü}}(\text{kg})}$$

$$m = \frac{3,125}{0,4} = 7,8125$$



1,00 molalilik sulu çözeltilde çözücü ve çözünenin mol kesirleri nedir? ($\text{H}_2\text{O} = 18$)

Çözüm:

Çözücünün (suyun) kütlesi belirtilmediği için 1 kg kabul edilebilir. Çözeltinin molalitesi 1 olduğuna göre 1 kg çözücüde 1 mol madde çözülmüştür.

Suyun mol sayısı:

$$n = \frac{m}{M_A} \quad n = \frac{1000}{18} = 55,5 \text{ moldür.}$$

$$X_{\text{çözünen}} = \frac{n_{\text{çözünen}}}{n_{\text{toplam}}} = \frac{1}{56,5} = 0,0177$$

$$X_{\text{su}} = \frac{n_{\text{su}}}{n_{\text{toplam}}} = \frac{55,5}{56,5} = 0,9823$$



Özkütlesi 1,06 g/mL olan 1,5 M NaOH çözeltisinin molalitesi kaçtır? (NaOH = 40 g/mol)

Çözüm:

Çözeltinin hacmi 1 Litre kabul edilebilir.

$$d = \frac{m}{v}$$

$$1,06 = \frac{m}{1000}$$

$$m = 1060 \text{ gram çözelti}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$1,5 = \frac{n}{1}$$

$n = 1,5 \text{ mol NaCl}$ çözünmüştür.

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

$$1,5 = \frac{m}{40}$$

$$m = 60 \text{ g NaOH}$$

$$1060 - 60 = 1000 \text{ gram su}$$

$$\text{Molalite} = \frac{n_{\text{çözünen}}(\text{mol})}{m_{\text{çözücü}}(\text{kg})}$$

$$m = \frac{1,5}{1}$$

$$m = 1,5 \text{ molal}$$

5. Çözeltilerde Aktiflik ve İyonik Şiddet

İyonik şiddet (iyonik güç) (μ): Çözeltideki iyonların toplam derişimine ve bu iyonların her birinin yüküne bağlı bir çözelti özelliğidir.

Elektrolitin cinsinden bağımsız ancak iyonik atmosferdeki yükün büyüklüğüne bağlı bir özelliktir.

İyonik şiddet arttıkça suda az çözünen tuzların çözünürlüğü, iyonlaşma yüzdesi artar.

İyonik şiddet,

$$\mu = \frac{1}{2} \times (M_A \cdot Z_A^2 + M_B \cdot Z_B^2 + M_C \cdot Z_C^2 + \dots)$$

formülü ile hesaplanır.

M_A : A iyonunun molar derişimini

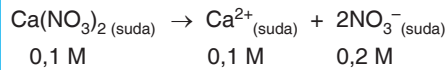
Z_A : A iyonunun yükünü tanımlar



0,1 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisinin iyonik şiddeti, aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,3 D) 0,4 E) 0,6

Çözüm:



$$0,1 \text{ M} \qquad \qquad \qquad 0,1 \text{ M} \qquad \qquad \qquad 0,2 \text{ M}$$

$$\mu = \frac{1}{2} \times (M_A \cdot Z_A^2 + M_B \cdot Z_B^2)$$

$$\mu = \frac{1}{2} \times (0,1 \cdot 2^2 + 0,2 \cdot 1^2)$$

$$\mu = 0,3 \text{ M}$$

Cevap C



0,020 M KNO_3 çözeltisinin iyonik şiddeti, aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 0,010 B) 0,020 C) 0,025 D) 0,030 E) 0,040

Çözüm:

$$\text{A iyonu} = [\text{K}^+] = 0,02 \text{ M}$$

$$\text{B iyonu} = [\text{NO}_3^-] = 0,02 \text{ M}$$

$$\mu = \frac{1}{2} \times (M_A \cdot Z_A^2 + M_B \cdot Z_B^2)$$

$$\mu = \frac{1}{2} \times (0,02 \cdot 1^2 + 0,02 \cdot 1^2)$$

$$\mu = 0,020 \text{ M}$$

Cevap B



0,01 M KNO_3 ve 0,02 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ içeren bir çözeltinin iyonik şiddeti kaçtır?

- A) 0,040 B) 0,050 C) 0,060 D) 0,070 E) 0,080

Çözüm:

$$\text{A iyonu} = [\text{K}^+] = 0,01 \text{ M}$$

$$\text{B iyonu} = [\text{Ca}^{2+}] = 0,02 \text{ M}$$

$$\text{C iyonu} = [\text{NO}_3^-] = 0,01 + 2 \cdot 0,02 = 0,05 \text{ M}$$

$$\mu = \frac{1}{2} (M_A \cdot Z_A^2 + M_B \cdot Z_B^2 + M_C \cdot Z_C^2)$$

$$\mu = \frac{1}{2} (0,01 \cdot 1^2 + 0,02 \cdot 2^2 + 0,05 \cdot 1^2)$$

$$\mu = 0,07 \text{ M,}$$

Cevap D

Aktiflik (a): Çözeltideki iyonların etkin derişimidir. Aktiflik, derişimin bir ölçüsüdür ve o türün derişimi ile aktiflik katsayısının çarpımıdır.

Aktiflik Katsayısı (γ): Bir çözelti içinde bulunan iyonların termodinamik davranışlarını ifade eden derişimi ile gerçek derişiminin birbirine oranıdır.

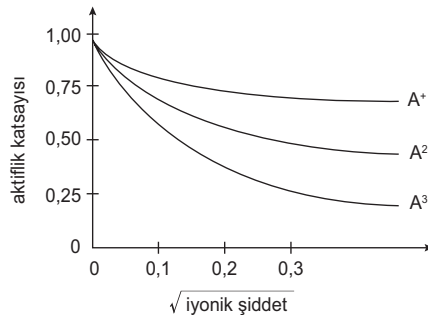
$$a = [C] \cdot \gamma$$

a : Aktiflik

[C] : Derişim

γ : Aktiflik katsayısı

Çok seyreltik çözeltilerde aktiflik derişime yaklaşır.



Aktiflik Katsayısına İyonik Şiddetin Etkisi

Aktiflik katsayısı ile ilişkili bazı genellemeler yapılabilir;

- ✎ Herhangi bir iyonun aktiflik katsayısı, çözücünün ve çözünenin özelliğine bağlı değildir, sadece çözeltinin iyonik şiddetine bağlıdır.
- ✎ Moleküllerin veya iyonlaşmamış türlerin aktiflik katsayıları 1 dir.
- ✎ Verilen bir iyon şiddetindeki çözeltide iyonların aktiflik katsayıları, iyonun yükü arttıkça azalır.
- ✎ Verilen bir iyon şiddetindeki çözeltide aynı yükteki iyonların aktiflik katsayıları yaklaşık birbirine eşittir. Farklılık iyonların etkin hidrate çaplarındaki değişimle ilgilidir.
- ✎ Bir iyonun aktiflik katsayısı, iyonun yer aldığı denge türlerine bağlı değildir, yalnız çözeltinin iyon şiddetine bağlıdır.

Debye - Hückel Kuralı: İyonik şiddet ve aktiflik katsayısı arasındaki ilişkiyi gösterir.

$$-\log \gamma_A = \frac{0,51 Z_A^2 \sqrt{\mu}}{1 + 3,3 \alpha_A \sqrt{\mu}}$$

Bu eşitlikte

γ_A : A türünün aktiflik katsayısı

Z_A : A türünün yükü

μ : çözeltinin iyonik şiddeti

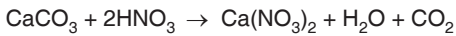
α_A : hidratlaşmış A iyonunun yarıçapıdır (birimi nm).

İyonik şiddet büyüdükçe, aktiflik katsayısının değeri büyür ve bire yaklaşır.

İyonik şiddeti belirli olan bir çözeltide, iyonların yükü arttıkça aktiflik katsayıları birden uzaklaşır.

Seyreltik çözeltilerde aktiflik katsayısı 1'e yaklaşır.

6. Çözeltilerde Tepkimeler



tepkime denkleminde göre 5 gram CaCO_3 katısı ile 400 mL HNO_3 çözeltisi artansız tepkimeye girmektedir

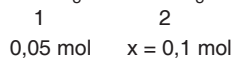
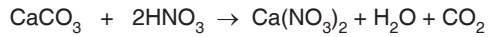
Buna göre HNO_3 çözeltisinin derişimi kaç moldur?

(CaCO_3 : 100 g/mol)

Çözüm:

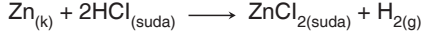


$$x = 0,05 \text{ mol } \text{CaCO}_3$$



$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{0,1}{0,4} = 0,25 \text{ M}$$



200 mL 0,5 M HCl çözeltisi yeterli miktarda Zn ile yukarıdaki denkleme göre tamamen tepkime giriyor.

NŞA'da kaç litre H₂ gazı elde edilir?

- A) 0,56 B) 1,12 C) 1,344 D) 2,24 E) 3,36

Çözüm:

$$M = \frac{n}{V}$$

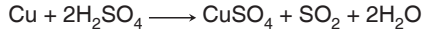
$$0,5 = \frac{n}{0,2} = 0,1 \text{ mol HCl}$$



$$\frac{0,1 \text{ mol}}{2} = \frac{x}{1} \Rightarrow x = 0,05 \text{ mol H}_2 \text{ açığa çıkar.}$$

NŞA'da 0,05 mol H₂ nin hacmi; $V_{\text{H}_2} = 0,05 \times 22,4 = 1,12 \text{ L dir.}$

Cevap B



400 mL H₂SO₄ çözeltisinin yeteri kadar Cu metali ile tepkimesinden NŞA'da 1,12 litre hacim kaplayan SO₂ gazı elde ediliyor.

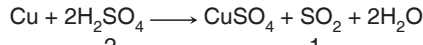
Buna göre, H₂SO₄ çözeltisinin molar derişimi kaçtır?

- A) 0,25 B) 0,50 C) 0,75 D) 1,00 E) 2,50

Çözüm:

1 mol SO ₂ gazı NŞA'da	22,4 litre hacim kaplarsa
x mol SO ₂ gazı NŞA'da	1,12 litre hacim kaplar

$$x = 0,05 \text{ mol}$$



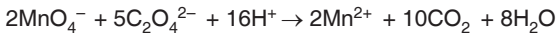
$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{0,1}{0,4} = 0,25 \text{ M}$$

Cevap A



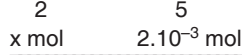
KMnO₄ çözeltisinin derişimini bulmak için 0,268 g saf Na₂C₂O₄ tartılıyor ve bir miktar suda çözülüyor. Bu çözeltinin titrasyonu için 40 mL KMnO₄ çözeltisi harcandığına göre, KMnO₄ çözeltisinin derişimi kaç mol/L dir? (Na₂C₂O₄ : 134 g/mol)



Çözüm:

1 mol Na ₂ C ₂ O ₄	134 gramsa
x mol Na ₂ C ₂ O ₄	0,268 gramdır

$$x = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



$$x = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol MnO}_4^-$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,02 \text{ M}$$

Konu Kavrama Testleri

1. Suda çözünmesi endotermik olan bir katının doymuş sulu çözeltisi ısıtılıyor. Buna göre;

- I. Çözelti doymamış hale gelir.
- II. Dibe katı çöker.
- III. Çözeltinin derişimi artar.

Yargılarından hangileri doğrudur? (Buharlaşma ihmal edilecektir)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I ve III

2. Suda çözünmesi ekzotermik olan bir katının doymuş sulu çözeltisi ısıtılıyor. Oluşan yeni çözeltiyle ilgili;

- I. Çözelti doymuştur.
- II. Dibe katı çöker.
- III. Çözeltinin derişimi artar.

Yargılarından hangileri doğrudur? (Buharlaşma ihmal edilecektir)

- A) I ve III B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

3. Suda çözünmesi endotermik olan bir katının dibinde katısıyla dengede olan doymuş sulu çözeltisi dipteki katının bir kısmı çözününceye kadar ısıtılıyor. Buna göre;

- I. Çözelti doymuştur.
- II. Çözeltinin molaritesi artar.
- III. Çözeltinin kütlece derişimi artar.

Yargılarından hangileri doğrudur ? (Buharlaşma ihmal edilecektir)

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

4. Suda çözünmesi ekzotermik olan bir katının dibinde katısıyla dengede olan doymuş sulu çözeltisi soğutuluyor. Oluşan yeni çözeltiyle ilgili;

- I. Çözelti doymuştur.
- II. Dipteki katı çözünür.
- III. Çözeltinin derişimi artar.

Yargılarından hangileri doğru olabilir?

- A) I ve III B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

5. 2 M, 500 mL CaBr_2 çözeltisinden 50 mL alınıp boş kuru bir erlene konuluyor. Erlendeki 50 mL 'lik çözeltiyle ilgili;

- I. Derişimi 0,2 Molardır.
- II. 500 mL'lik çözeltiye göre özkütlesi daha küçüktür.
- III. Çözünen madde mol sayısı 0,1 moldür.

yargılarından hangileri yanlıştır?

- A) I ve II B) II ve III C) I ve III
D) Yalnız III E) I, II ve III

6. 1,6 M, 250 mL KNO_3 çözeltisinden 125 mL alınıp boş kuru bir balon jöjeye konuluyor ve üzerine 125 mL saf su ekleniyor. Oluşan yeni çözeltiyle ilgili;

- I. Derişimi 0,8 Molar olur.
- II. Kütlece yüzde derişimi azalır.
- III. Çözünen madde mol sayısı değişmez.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I, II ve III B) I ve III C) I ve II
D) Yalnız II E) II ve III

7. 1 M, 200 mL KBr çözeltisiyle 2M, X mL FeBr_3 çözeltileri karıştırılıyor. Son çözeltideki Br^- iyon derişimi 4 M olduğuna göre FeBr_3 çözeltisinin hacmi (X) kaç mL'dir?

- A) 100 B) 200 C) 300
D) 400 E) 500

8. 500 gram saf suda bir miktar metil alkol (CH_3OH) çözüyor. Oluşan çözeltinin molalitesi 2,4 olduğuna göre çözünen metil alkol kaç gramdır? ($\text{CH}_3\text{OH} = 32 \text{ g/mol}$)
- A) 24,0 B) 28,0 C) 32,0
D) 38,4 E) 40,0
9. X tuzunun 25°C da saf sudaki çözünürlüğü 32 g X/ 100 gram sudur. Buna göre X tuzunun 25°C da hazırlanan kütlece %20 lik 375 gram sulu çözeltisinin doymuş olması için kaç gram daha X katısı eklenmelidir?
- A) 96 B) 75 C) 45
D) 32 E) 21
10. Kütlece % 20 lik NaOH çözeltisinin yoğunluğu $1,4 \text{ g/cm}^3$ tür. Buna göre 500 cm^3 NaOH çözeltisinde kaç gram NaOH çözünmüştür? ($\text{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$)
- A) 140 B) 120 C) 100
D) 80 E) 40
11. 1 litre saf suda 1 mol CuSO_4 katısı çözünüyor. Oluşan çözeltiyle ilgili;
- I. Derişimi 1 molardır.
II. Kütlece % 32'lidir.
III. Molalitesi 1 dir.
IV. Çözeltinin hacmi saf su ile 2 litreye tamamlanırsa derişimi 0,5 molar olur.
- yargılarından hangileri doğrudur? ($d_{\text{su}} = 1 \text{ g/mL}$, $\text{CuSO}_4 = 160 \text{ g/mol}$)
- A) I, II ve III B) I, III ve IV C) II, III ve IV
D) III ve IV E) II ve III
12. Katısıyla dengede bulunan KNO_3 çözeltisi aynı ortamda kısa bir süre ısıtılıyor. Bu süre sonunda, KNO_3 çözeltisiyle ilgili;
- I. Kütlece % derişim
II. Elektrik iletkenliği
III. Çözünmüş KNO_3 kütlesi
- niceliklerinden hangileri artar? (KNO_3 'ın suda çözünmesi endotermiktir. Buharlaşma ihmal edilecektir.)
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III
13. Kütlece % 36 lik HCl çözeltisinin yoğunluğu $1,2 \text{ g/mL}$ olduğuna göre, çözeltinin molalitesi kaçtır? ($\text{HCl} = 36 \text{ g/mol}$)
- A) 6,250 B) 9,375 C) 12,000
D) 15,625 E) 16,520

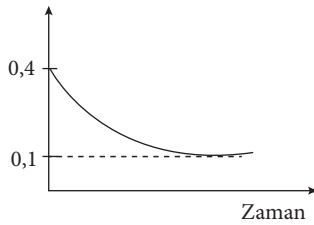
14. $Mg_{(k)} + 2HNO_{3(suda)} \rightarrow Mg(NO_{3/2(suda)}) + H_{2(g)}$
denkleminde göre 7,2 gram Mg metalinin 200 mL HNO_3 çözeltisiyle tam verimle tepkimesinden NŞA'da 4480 mL hacim kaplayan H_2 gazı açığa çıkmaktadır. Buna göre HNO_3 çözeltisi kaç molarlıktır? ($Mg = 24 \text{ g/mol}$)

- A) 3,0 B) 2,0 C) 1,5
D) 1,0 E) 0,5

15. 40 mL metil alkol (CH_3OH) kullanılarak 100 mL sulu çözelti hazırlanıyor. Oluşan çözeltinin yoğunluğu 0,96 g/mL olduğuna göre, metil alkolün mol yüzdesi kaçtır? ($H_2O = 18 \text{ g/mol}$, $CH_3OH = 32 \text{ g/mol}$, $d_{\text{metil alkol}} = 0,8 \text{ g/mL}$)

- A) 18,5 B) 21,9 C) 25,6
D) 27,5 E) 28,4

16. Br^- derişimi (mol/L)



V L $MgBr_2$ çözeltisine 150 mL saf su eklenince Br^- iyon derişiminin zamanla derişimi grafikteki gibi olmaktadır.

Buna göre, $MgBr_2$ çözeltisinin ilk hacmi kaç L dir?

- A) 1 B) 0,5 C) 0,2
D) 0,1 E) 0,05

17. NH_4^+ iyonları derişimi 0,4 M olan 200 mL çözelti hazırlamak için kaç gram $(NH_4)_2SO_4$ katısı gereklidir? ($(NH_4)_2SO_4 = 132 \text{ g/mol}$)

- A) 26,40 B) 10,56 C) 9,90
D) 6,60 E) 5,28

18. 2,34 gram $X_2(CO_3)_3$ ile hazırlanan 100 mL'lik sulu çözeltide $[CO_3^{2-}]$ iyonları derişimi 0,3 M olmaktadır. Buna göre X elementinin atom kütleleri kaçtır? ($C=12 \text{ g/mol}$, $O=16 \text{ g/mol}$)

- A) 27 B) 34 C) 40
D) 52 E) 56

19. HCl 'nin 400 mL'lik sulu çözeltisine yeterli miktarda $Mg_{(k)}$ parçaları atılıyor.



tepkimesi tam verimle ve artansız gerçekleşiyor.

Elde edilen H_2 gazının hacmi NŞA'da 224 mL olduğuna göre, HCl çözeltisinin derişimi kaç mol/litredir?

- A) 0,01 B) 0,05 C) 0,1
D) 0,4 E) 0,5

20. NO_3^- iyon derişimi 1,2 M olan 500 mL $Fe(NO_3)_3$ sulu çözeltisine sabit sıcaklıkta kaç mL saf su eklenirse, son çözeltideki Fe^{3+} derişimi 0,16 M olur?

- A) 1250 B) 1000 C) 750
D) 500 E) 250

21. 3,76 g $K_4[Cu(CN)_6]$ bileşiği saf suda çözülerek 500 mL'lik sulu çözelti hazırlanıyor.
Çözeltideki toplam iyon derişimi kaç molardır? ($K_4[Cu(CN)_6] = 376 \text{ g/mol}$)
 A) 0,01 B) 0,08 C) 0,10
 D) 0,20 E) 0,22
22. 3,29 g $K_3[Fe(CN)_6]$ bileşiği saf suda çözülerek 100 mL'lik sulu çözelti hazırlanıyor.
Çözeltideki toplam iyonik şiddet kaçtır? ($K_3[Fe(CN)_6] = 329 \text{ g/mol}$)
 A) 0,30 B) 0,60 C) 0,90
 D) 0,12 E) 0,15
23. Eşit hacim ve derişimli $NaNO_3$ ve $Fe(NO_3)_3$ çözeltileri karıştırıldığında toplam iyonik şiddet 0,7 olduğuna göre; karıştırılmadan önceki $Fe(NO_3)_3$ çözeltisindeki $[NO_3^-]$ kaç molardır?
 A) 0,05 B) 0,1 C) 0,2
 D) 0,3 E) 0,6
24. 3,76 ppm $K_4[Cu(CN)_6]$ içeren bir çözeltideki K^+ iyonları derişimi kaç molardır? (Çözeltinin yoğunluğu 1 g/mL'dir, $K_4[Cu(CN)_6] = 376 \text{ g/mol}$)
 A) $1 \cdot 10^{-5}$ B) $2 \cdot 10^{-5}$ C) $3 \cdot 10^{-5}$
 D) $4 \cdot 10^{-5}$ E) $5 \cdot 10^{-5}$
25. 3,29 mg $K_4[Fe(CN)_6]$ bileşiği saf suda çözülerek 500 mL'lik sulu çözelti hazırlanıyor.
Hazırlanan çözeltinin derişimi kaç molardır? ($K_3[Fe(CN)_6] = 329 \text{ g/mol}$)
 A) 0,02 B) $2 \cdot 10^{-3}$ C) $1 \cdot 10^{-3}$
 D) $2 \cdot 10^{-5}$ E) $3 \cdot 10^{-5}$

Konu Kavrama Çözümleri

1. Suda endotermik olarak çözünen bir katının, doymuş çözeltisi ısıtılırsa katının çözünürlüğü artar. Çözeltide daha çok katı çözünebilir ancak ortamda çözünebilecek katı olmadığı için çözelti doymamış hale gelir. Dibe katı çökmez. Çözeltinin derişimi artmaz. Yalnız I doğrudur.

Cevap A

2. Suda ekzotermik olarak çözünen bir katının, doymuş çözeltisi ısıtılırsa katının çözünürlüğü azalır. Dibe katı çöker. katısıyla dengede doymuş çözelti oluşur. Ancak bir önceki çözeltiden seyreltik olan doymuş çözelti oluşmuştur. Çözeltinin derişimi artmaz. I. ve II. öncüller doğrudur.

Cevap C

3. Suda endotermik olarak çözünen bir katının, doymuş çözeltisi ısıtılırsa katının çözünürlüğü artar. Çözeltide daha çok katı çözünebilir. Yani dipteki katının bir kısmı çözünür. Çözeltinin molar derişimi ve kütlece % derişimi artar. Çözelti doymuştur. I. II. ve III. öncüller doğrudur.

Cevap E

4. Suda ekzotermik olarak çözünen bir katının, doymuş çözeltisi soğutulursa katının çözünürlüğü artar. Çözeltide daha çok katı çözünebilir. Yani dipteki katının bir kısmı çözünür. Çözeltinin molar derişimi ve kütlece % derişimi artar. Çözelti doymuştur. I., II. ve III. öncüller doğrudur.

Cevap E

5. Derişimi bilinen çözeltinin içinden bir miktar alınıp başka bir kaba aktarıldığında çözeltinin molar derişimi, özkütlesi, kütlece yüzde derişimi değişmez. Ancak çözünen madde mol sayısı farklıdır.

500 mL'lik çözeltide çözünen madde mol sayısı;

$$M = \frac{n}{V}$$

$$2 = \frac{n}{0,5}$$

$$n = 1 \text{ mol}$$

50 mL'lik çözeltide çözünen madde mol sayısı;

$$M = \frac{n}{V}$$

$$2 = \frac{n}{0,05}$$

$$n = 0,01 \text{ mol}$$

I., II. ve III. öncüller yanlıştır.

Cevap E

6. 1,6 M, 250 mL KNO_3 çözeltisinden 125 mL alınıp boş bir balon jöjeye konuluyor ve üzerine 125 mL saf su ekleniyor. Çözelti seyreltilmiş oluyor. Bu durumda balon jöjedeki çözeltinin molaritesi;

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$1,6 \cdot 250 = M_2 \cdot 250$$

$$M_2 = 0,8 \text{ M olur.}$$

Çözücü eklendiği için çözelti seyrelir ve kütlece yüzde derişimi azalır.

Çözünen madde mol sayısı başlangıçta;

$$M = \frac{n}{V}$$

$$1,6 = \frac{n}{0,25} \quad n = 0,40 \text{ mol}$$

1,6 M, 250 mL KNO_3 çözeltisinden alınan 125 mL'lik çözeltide çözünen madde mol sayısı;

$$M = \frac{n}{V}$$

$$1,6 = \frac{n}{0,125}$$

$$n = 0,20 \text{ mol}$$

Çözünen madde mol sayısı azalmıştır.

I. ve II. öncül doğru, III. Öncül yanlıştır.

Cevap C

7. $M_1 \cdot V_1 \cdot i_1 + M_2 \cdot V_2 \cdot i_2 = M_s \cdot V_s$
 $1 \cdot 200 \cdot 1 + 2 \cdot X \cdot 3 = 4 \cdot (200 + X)$
 $X = 300 \text{ mL}$

Cevap C

$$8. \quad m = \frac{n_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözücü}}}$$

$$2,4 = \frac{n}{0,5}$$

$$n = 1,2 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH} \text{ çözünmüştür.}$$

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

$$1,2 = \frac{m}{32}$$

$$m = 38,4 \text{ gram}$$

Cevap D

$$9. \text{ Kütlece \% Derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$20 = \frac{m_{\text{çözünen}}}{375} \times 100$$

$m_{\text{çözünen}} = 75$ gram X tuzu çözünmüştür. Çözeltide çözücü olarak;

$375 - 75 = 300$ gram su bulunmaktadır.

25°C da 100 gram suda 32 g X katısı çözünyorsa
 300 gram suda $? = 96$ gram X katısı çözünebilir.

$96 - 75 = 21$ gram daha X katısı çözünebilir.

Cevap E

$$10. \text{ Molarite} = \frac{10. d. \%}{M_A}$$

$$M = \frac{10. 1. 4. 20}{40} \quad M = 7M$$

$$M = \frac{n}{V} \quad 7 = \frac{n}{0,5}$$

$$n = 3,5 \text{ mol NaOH} \quad n = \frac{m}{M_A}$$

$$3,5 = \frac{m}{40}$$

$m = 140$ gram NaOH

Cevap A

11. 1 litre saf suda 1 mol (160 gram) CuSO_4 katısı çözüldüğünde suyun hacmi artar. Çözeltinin hacmi 1 litreden fazla olur. Bu nedenle çözeltinin molaritesi 1 olmaz.

1 mol CuSO_4 katısı = 160 gram

Suyun özkütlesi 1 g/ mL olduğu için 1 litre su aynı zamanda 1 kg'dır.

$$\text{Kütlece \% Derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% Derişim} = \frac{160}{1160} \times 100$$

$$\text{Kütlece \% Derişim} = \% 13,8$$

Çözeltinin hacmi saf su ile 2 litreye tamamlanırsa molaritesi 0,5M.

$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{1}{2} = 0,5 M$$

$$\text{molalite} = \frac{n_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözücü}}}$$

$$\text{molalite} = \frac{1}{1} = 1 \text{ molal}$$

Cevap D

12.

- KNO_3 'ün suda çözünmesi endotermik olduğundan çözelti ısıtılınca dipteki katının bir kısmı çözünür, derişim artar.
- Çözeltinin hem sıcaklığı hem de iyon derişimi arttığı için iletkenliği artar.
- Bir miktar daha $\text{KNO}_3(k)$ çözüneceğinden çözünmüş KNO_3 kütlesi artar.

Cevap E

13. Çözeltinin 1 litre (1000 mL) olduğu kabul edilirse;

$$d = \frac{m}{V}$$

$$1,2 = \frac{m}{1000}$$

$m = 1200$ gram çözelti.

$$\text{Kütlece \% Derişim} = \frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$36 = \frac{m_{\text{çözünen}}}{1200} \times 100$$

$m_{\text{çözünen}} = 432$ gram HCl çözünmüştür.

$m_{\text{çözücü}} = 1200 - 432 = 768$ gram su

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

$$n = \frac{432}{36} = 12 \text{ mol HCl}$$

$$\frac{m_{\text{çözünen}}}{m_{\text{çözelti}}}$$

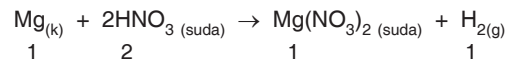
$$m = \frac{12}{0,768} = 15,625 \text{ molal}$$

Cevap D

$$14. n = \frac{m}{M_A}$$

$$n = \frac{7,2}{24} = 0,3 \text{ mol Mg metali}$$

NŞA'da $4480 \text{ mL} = 4,48 \text{ L} = 0,2 \text{ mol H}_2$ gazı



0,2 mol 0,4 mol 0,2 mol 0,2 mol

Açığa çıkan H_2 gazının mol sayısından tepkime veren Mg metalinin ve asidin mol sayılarına geçilirse; 0,2 mol Mg metalinin ve 0,4 mol asidin tepkime verdiği anlaşılır. Bu durumda Mg metalinin 0,1 molü tepkimeye girmemiştir.

$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{0,4}{0,2}$$

$M = 2 \text{ M HCl}$ kullanılmıştır.

Cevap B

15. Önce çözeltideki metil alkolün kütlesi daha sonra mol sayısı bulunur.

$$d = \frac{m}{V}$$

$$0,8 = \frac{m}{40}$$

$$m = 32 \text{ gram, metil alkol}$$

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

$$n = \frac{32}{32} = 1 \text{ mol metil alkol}$$

Çözeltinin kütlesi bulunur.

$$d = \frac{m}{V}$$

$$0,96 = \frac{m}{100}$$

$$m = 96 \text{ gram çözelti}$$

Çözeltideki su kütlesi: $96 - 32 = 64$ gram su vardır.

Suyun mol sayısı;

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

$$n = \frac{64}{18} = 3,56 \text{ mol su}$$

Metil alkolün mol yüzdesi;

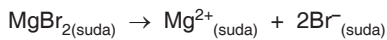
$$X_{\text{metil alkol}} = \frac{n_{\text{metil alkol}}}{n_{\text{çözelti}}} \times 100$$

$$X_{\text{metil alkol}} = \frac{1}{4,56} \times 100$$

$$X_{\text{metil alkol}} = \%21,9$$

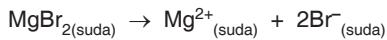
Cevap B

16. MgBr_2 çözeltisine saf su eklenmeden önce,



$$0,2 \text{ M} \quad 0,2 \text{ M} \quad 0,4 \text{ M}$$

MgBr_2 çözeltisine 150 mL saf su eklendikten sonra;



$$0,05 \text{ M} \quad 0,05 \text{ M} \quad 0,1 \text{ M}$$

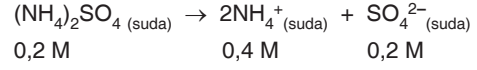
$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,4 \cdot V = 0,1 \cdot (150 + V)$$

$$V = 50 \text{ mL} = 0,05 \text{ L}$$

Cevap E

17. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ katısının suda iyonlaşma denklemi aşağıda gibidir.



$$0,2 \text{ M} \quad 0,4 \text{ M} \quad 0,2 \text{ M}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$0,2 = \frac{n}{0,2}$$

$$n = 0,04 \text{ mol}$$

$$0,04 = \frac{m}{132}$$

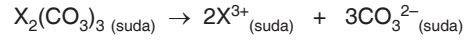
$$m = 5,28 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ katısı gereklidir.}$$

Cevap E

$$18. \quad M = \frac{n}{V}$$

$$n = M \cdot V$$

$$n_{\text{CO}_3^{2-}} = 0,3 \times 0,1 = 0,03 \text{ tür.}$$



$$1 \quad 2 \quad 3$$

$$0,01 \text{ mol} \quad 0,02 \text{ mol} \quad 0,03 \text{ mol}$$

$$0,01 \text{ mol } \text{X}_2(\text{CO}_3)_3 \quad 2,34 \text{ gramsa}$$

$$1 \text{ mol } \text{X}_2(\text{CO}_3)_3 \quad ? = 234 \text{ gramdır.}$$

$$2X + (12 + 48) \cdot 3 = 234 \text{ gram}$$

$$X = 27 \text{ gram}$$

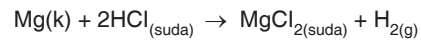
Cevap A

19. $224 \text{ mL} = 0,224 \text{ L}$

$$1 \text{ mol gaz NŞA'da} \quad 22,4 \text{ hacim kaplarsa}$$

$$x \text{ mol gaz NŞA'da} \quad 0,224 \text{ L hacim kaplar}$$

$$x = 0,01 \text{ mol}$$



$$2 \quad 1$$

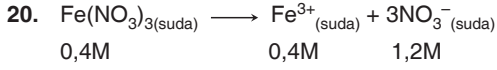
$$0,02 \text{ mol} \quad 0,01 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{0,02}{0,4}$$

$$M = 0,05 \text{ M}$$

Cevap B



Fe^{3+} derişimi ile $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ derişimleri birbirine eşittir. Saf su eklendikten sonra Fe^{3+} derişimi 0,16M oluyorsa, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ derişimi de 0,16M olmalıdır.

Seyreltme formülü kullanılabilir.

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,4 \cdot 500 = 0,16 \cdot V_2$$

$$V_2 = 1250 \text{ mL}$$

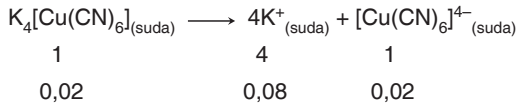
Eklene saf su hacmi = $1250 - 500 = 750 \text{ mL}$ 'dir.

Cevap C

21. Önce bileşimin mol sayısı bulunmalıdır.

$$n = \frac{m}{MA} = \frac{3,76}{376} = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{Çözeltinin molaritesi; } M = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,5} = 0,02 \text{ M}$$



Toplam iyon derişimi = $0,08 + 0,02 = 0,1$ molarlıdır.

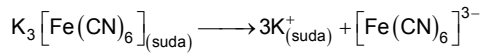
Cevap C

22. Çözünen maddenin mol sayısı;

$$n = \frac{m}{MA} = \frac{3,29}{329} = 0,01 \text{ moldür.}$$

Çözeltinin molaritesi;

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1 \text{ molarlıdır.}$$



1	3	1
0,1 M	0,3 M	0,1 M

$$\begin{aligned} \text{İyonik Şiddet } (\mu) &= \frac{1}{2} \times (\text{MA} \cdot Z_A^2 + \text{MB} \cdot Z_B^2) \\ &= \frac{1}{2} \cdot [0,3 \cdot 1^2 + 0,1 \cdot (-3)^2] \end{aligned}$$

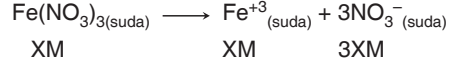
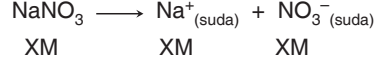
İyonik şiddet = 0,6

Cevap B

23. Çözeltilerin karıştırılmadan önceki derişimleri 2X molar, hacimlerinde 1'er litre olsun.

İki çözelti eşit hacimde karıştırılırsa; hacim iki katına çıkar derişimler yarıya iner.

Karışımında NaNO_3 ve $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ derişimleri X molar olur.



$$[\text{Na}^+] = XM$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = XM$$

$$[\text{NO}_3^-] = 4XM$$

İyonik şiddet

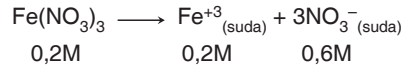
$$(\mu) = \frac{1}{2} \cdot ([\text{Na}^+] \cdot (1)^2 + [\text{Fe}^{3+}] \cdot (3)^2 + [\text{NO}_3^-] \cdot (1)^2)$$

$$0,7 = \frac{1}{2} \cdot (x \cdot 1^2 + x \cdot 3^2 + 4x \cdot 1^2)$$

$$0,7 = \frac{1}{2} \cdot (14X)$$

$$X = 0,1 \text{ M}$$

Başlangıç derişimleri $2x = 0,2 \text{ M}$



Cevap D

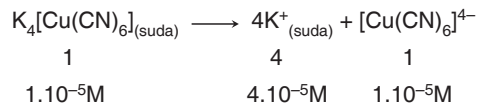
24. Çözeltinin hacmi 1 litre kabul edilsin.

$$3,76 \text{ ppm} = \frac{3,76 \text{ mg}}{1 \text{ L çözelti}} \text{ olur.}$$

$$3,76 \text{ mg} = 376 \cdot 10^{-5} \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{MA} = \frac{376 \cdot 10^{-5}}{376} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{1 \cdot 10^{-5}}{1} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$



Cevap D

25. Çözünen maddenin mol sayısı; $3,29 \text{ mg} = 3,29 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

$$n = \frac{m}{Ma} = \frac{3,29 \cdot 10^{-3}}{329} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Çözeltinin molaritesi;

$$M = \frac{n}{V} = \frac{1 \cdot 10^{-5}}{0,5} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ molar}$$

Cevap D

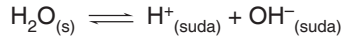
ANALİTİK KİMYA - 3

- ✓ **Suyun Otoiyonizasyonu**
- ✓ **pH ve pOH Kavramı**
- ✓ **Sulu Çözelti Dengeleri**
 - ↳ Sulu Çözeltilerde Zayıf Asit Dengeleri
 - ↳ Sulu Çözeltilerde Zayıf Baz Dengeleri
 - ↳ Çok Protonlu (Poliprotik) Asitler
- ✓ **Nötürleşme Tepkimeleri**
- ✓ **Asit-Baz Dengelerinde Ortak İyon Etkisi (Tampon Çözelti)**
 - ↳ Tampon Çözeltilerde pH Hesabı
 - ↳ Tampon Kapasitesi
- ✓ **Hidroliz**
 - ↳ Asit Özelliği Gösteren Tuzlar
 - ↳ Bazik Özellik Gösteren Tuzlar
- ✓ **Zayıf Asit – Kuvvetli Baz Tepkimeleri**
- ✓ **Zayıf Baz – Kuvvetli Asit Tepkimeleri**
- ✓ **İndikatörler**
- ✓ **Asit – Baz Titrasyonları**
 - ↳ Kuvvetli Asit-Kuvvetli Baz Titrasyonları
 - ↳ Zayıf Asit-Kuvvetli Baz Titrasyonları
 - ↳ Çok Protonlu Zayıf Asidin Titrasyonu
- ✓ **Standart Çözelti**
- ✓ **Kompleksleşme Titrasyonu**
 - ↳ Kompleks Oluşturan Organik Maddeler
 - ↳ Kompleks Oluşumu
- ✓ **Redoks Titrasyonları**

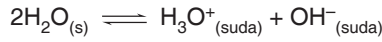
ASİTLER-BAZLAR

1. Suyun Otoiyonizasyonu

Saf suyun az da olsa iyonlaştığı bilinmektedir. Saf suyun iyonlaşması;



şeklinde ya da aşağıdaki denklemle gösterilebilir.



Suyun iyonlaşma yüzdesi çok düşük olduğu için bu bir denge tepkimesidir. Bu tepkimenin denge sabitine K_{su} denir ve 25°C da $K_{su}=1 \times 10^{-14}$ e eşittir.

$$K_{su} = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] \text{ olduğundan, } (K_{su} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-])$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M dır.}$$

$$K_{su} = K_a \cdot K_b \text{ dir.}$$

Sıcaklık değişirse K_{su} da değişir. Suyun iyonlaşması endotermik olduğundan, sıcaklık arttıkça K_{su} değeri 1×10^{-14} den daha büyük değere ulaşır.

Sıcaklığı 25°C olan sulu bir çözeltide;

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > 1 \times 10^{-7} \text{ M} > [\text{OH}^-] \text{ ise ortam asidiktir.}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M} = [\text{OH}^-] \text{ ise ortam nötrdür.}$$

$$[\text{OH}^-] > 1 \times 10^{-7} \text{ M} > [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ ise ortam baziktir.}$$

2. pH ve pOH Kavramı

Bir çözeltinin pH'ı hidronyum iyonu (H_3O^+) molar derişiminin (aslında aktifliğinin) 10 tabanına göre negatif logaritmasıdır.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Benzer şekilde;

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

$$K_{su} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] \text{ eşitliğinde her iki tarafın } (-) \text{ logaritması alınırsa}$$

$$\text{pKsu} = \text{pH} + \text{pOH} = 14 \text{ eşitliği elde edilir. (25° C'da)}$$

Asitlik ile pH ters orantılıdır. Bir çözeltideki H_3O^+ iyonları derişimi arttıkça, pH azalır.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ M, } \text{pH} = 5$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-3} \text{ M, } \text{pH} = 3$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-1} \text{ M, } \text{pH} = 1$$

NOT

Asit çözeltileri için

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] < 10^{-7} \text{ M}$$

Baz çözeltileri için

$$[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{OH}^-] > 10^{-7} \text{ M}$$

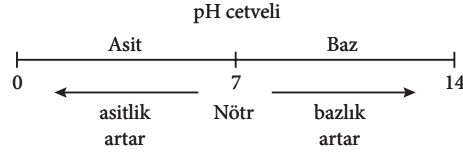
$$[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ M}$$

NOT

Bir eşlenik asit-baz çifti için:

$$K_a \cdot K_b = K_{su} \text{ 'dur.}$$

Asit ya da bazların kuvveti pH değerleriyle tanımlanabilir. Maddelerin asitliğini ya da bazlığını gösteren ölçüğe pH cetveli denir.

**NOT**

Asidik çözeltilerde:

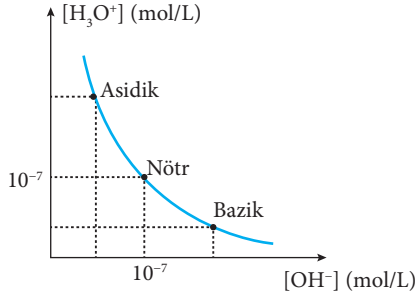
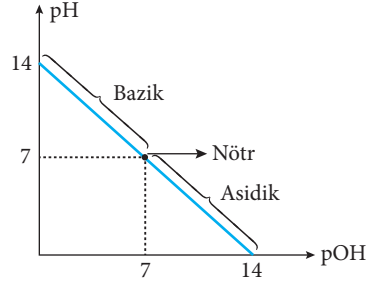
$$\frac{pH}{pOH} < 1, \quad \frac{pOH}{pH} > 1$$

Bazik çözeltilerde:

$$\frac{pH}{pOH} > 1, \quad \frac{pOH}{pH} < 1$$

Nötr çözeltilerde ve saf suda:

$$\frac{pH}{pOH} = 1, \quad \frac{pOH}{pH} = 1$$

25°C'da H_3O^+ ve OH^- İyon Derişimlerinin Değişimi Grafiği

25°C'da pH'a Karşılık pOH Değişim Grafiği



25°C'de, asit ve bazların sulu çözeltileriyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- Verilen bir çözeltide $[H_3O^+] = 1,0 \times 10^{-3} M$ ise çözelti baziktir.
- Verilen bir çözeltide $pOH = 1$ ise $[H_3O^+] = 1,0 \times 10^{-13} M$ dir ve çözelti asidiktir.
- Verilen bir çözeltide $[OH^-] = 1,0 \times 10^{-9} M$ ise $pH = 9$ 'dur ve çözelti baziktir.
- Verilen bir çözeltide $[OH^-] = 1,0 \times 10^{-7} M$ ise $pH = 7$ 'dir ve çözelti nötrdür.
- Verilen bir çözeltide pH'ın değeri pOH'ın değerinden büyükse çözelti asidiktir.

Çözüm: $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-3} M$ ise çözelti asidiktir. $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-13} M$ ise çözelti baziktir. $[OH^-] = 1 \times 10^{-9} M$ ise $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-5}$ dir, çözelti asidiktir. $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} M = [OH^-]$ ise çözelti nötrdür.**Cevap D**

Saf suyun 25°C da iyonlaşma sabiti (K_{su}) = $1,00 \cdot 10^{-14}$, 50°C da $5,47 \times 10^{-14}$ 'tür. Buna göre;

- Saf suyun iyonlaşması endotermiktir.
- Sıcaklık artışıyla saf suyun pH değeri azalır.
- 25°C'daki saf suyun pH'ı 50°C'dan daha küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

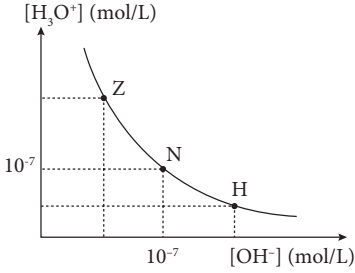
- I ve III
- Yalnız III
- Yalnız I
- I, II ve III
- I ve II

Çözüm:

Sıcaklık arttıkça suyun iyonlaşma sabitinin değeri (K_{su}) artmaktadır. Suyun iyonlaşması endotermiktir. (Le Chatelier prensibine göre sıcaklık arttıkça denge ürünler yönüne hareket etmektedir). Sıcaklık arttıkça H_3O^+ iyon derişimi artmaktadır. Dolayısıyla pH azalır. 50 °C da suyun pH'ı 25 °C'dan daha küçüktür.

I. ve II. öncül doğru, III. öncül yanlıştır.

Cevap E



25°C de sulu çözeltilerdeki H_3O^+ derişiminin OH^- derişimiyle ilişkisi yandaki grafikte verilmiştir.

Çözüm:

Z noktasında çözeltili asidik ($[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7} M$), N noktasında nötr, H noktasında baziktir.

A, B ve C seçenekleri doğrudur.

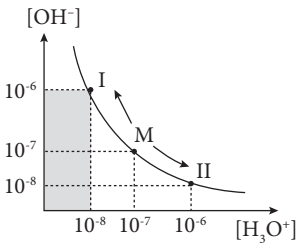
H noktasındaki çözeltili bazik olduğu için kırmızı turnusolu maviye boyar.

D seçeneği yanlıştır.

Cevap D

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Z noktasında ortam asidiktir.
- B) N noktasında ortam nötrdür.
- C) Z noktasındaki çözeltili NaOH ile tepkime verir.
- D) H noktasındaki çözeltili mavi turnusolu kırmızıya boyar.
- E) H noktasındaki çözeltiliye arı saf ilave edilirse OH^- derişimi azalır.



Sulu çözeltilerin oda sıcaklığında H_3O^+ ve OH^- molar derişimleri grafikteki gibidir. Bu grafiğe göre, aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır? (Grafik ölçeksiz çizilmiştir.)

Çözüm:

M noktasında çözeltili nötrdür. I nolu ok yönünde çözeltilinin bazlığı artar, II. nolu ok yönünde çözeltilinin asitliği artar.

Taralı alan: $10^{-6} \times 10^{-8} = 10^{-14}$ K_{su} 'ya eşittir. Asitlik arttıkça pH azalır. E seçeneği yanlıştır.

Cevap E

- A) M noktasında çözeltiler nötr özellik gösterir.
- B) I. ok yönünde çözeltilerin bazik özellikleri artar.
- C) II. ok yönünde çözeltilerin asidik özellikleri artar.
- D) Taralı bölgenin alanı K_{su} ya eşittir.
- E) II. ok yönünde çözeltilerin pH değeri artar.



Sulu çözeltilerin özellikleriyle ilgili olarak;

- I. $\frac{pH}{pOH} > 1$ ise, çözelti baziktir.
 II. $[OH^-] > 10^{-7}$ M ise, $pH > 7$ 'dir.
 III. $[H_3O^+] > [OH^-]$ ise, $pH < 7$ 'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) Yalnız III
 D) I ve III E) I, II ve III

Çözüm:

Bazik çözeltilerde: $\frac{pH}{pOH} > 1$ 'dir.

$[OH^-] > 10^{-7}$ M ise **çözelti baziktir**, $pH > 7$ 'dir.

$[H_3O^+] > [OH^-]$ ise **çözelti asidiktir**. $pH < 7$ 'dir

I., II. ve III. öncüller doğrudur.

Cevap E

Kuvvetli Asit ve Baz Çözeltilerinde pH ve pOH

Kuvvetli asitler ve bazlar suda % 100 oranında iyonlaşırlar. Asit çözeltisinin derişimi kullanılarak H_3O^+ iyon derişimi bulunabilir. Aynı şekilde baz çözeltisi derişimi kullanılarak OH^- iyon derişimi bulunabilir.

NOT

Kuvvetli asitlerin, eşlenik bazları zayıftır.

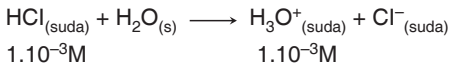
Zayıf asitlerin, eşlenik bazları kuvvetlidir.



25°C daki 0,001 M HCl çözeltisinin $[H_3O^+]$ iyonları derişimi, $[OH^-]$ iyonları derişimi pH ve pOH kaçtır?

Çözüm:

HCl kuvvetli bir asittir. Suda %100 oranında iyonlaşır. İyonlaşma denklemi aşağıdaki gibidir.



$$pH = -\log [H_3O^+], \quad pH = -\log (1 \times 10^{-3}) = 3$$

$$K_{su} = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$1.10^{-3} \cdot [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[OH^-] = 1.10^{-11}$$

$$pOH = -\log [OH^-],$$

$$pOH = -\log (1.10^{-11}) = 11$$

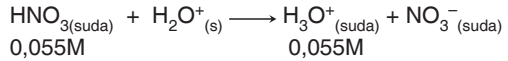


0,055 M HNO₃ çözeltisinin pH'ı kaçtır? (log 5,5 = 0,74)

- A) 1,26 B) 1,74 C) 2,00 D) 5,00 E) 5,60

Çözüm:

HNO₃ kuvvetli asittir. Suda %100 oranında iyonlaşır.



$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(0,055)$$

$$= -\log(5,5 \cdot 0,01)$$

$$= -(\log 5,5 + \log 0,01)$$

$$= -(0,74 + (-2))$$

$$= 1,26$$

Cevap A



20 mg NaOH ile hazırlanan 5 mL sulu çözeltinin pH'ı kaçtır? (NaOH: 40 g/mol)

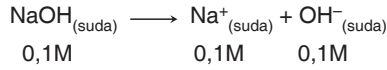
- A) 1 B) 2 C) 9 D) 10 E) 13

Çözüm:

$$n = \frac{20 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$$

NaOH kuvvetli bir bazdır.



$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-], \quad \text{pOH} = -\log (0,10) = 1,00$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14,00, \quad \text{pH} = 14,00 - 1,00 = 13,00$$

Cevap E



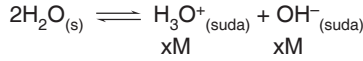
37°C da saf suyun iyonlaşma sabiti 4×10^{-14} olduğuna göre bu sıcaklıkta saf suyun nötr olduğu pH değeri kaçtır? ($\log 2 = 0,3$)

- A) 7,0 B) 6,7 C) 6,5 D) 6,3 E) 6,0

Çözüm:

Saf su nötr olduğu için;

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = x \text{ molar olsun.}$$



$$K_{\text{su}} = [\text{H}_3\text{O}^+].[\text{OH}^-]$$

$$4 \cdot 10^{-14} = x^2$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-7}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log (2 \times 10^{-7})$$

$$= -(\log 2 + \log 10^{-7})$$

$$= -(0,3 - 7)$$

$$= 6,7$$

Cevap B



25°C daki 0,001 M HCl çözeltisine sabit sıcaklıkta,

- I. Saf su ekleniyor.
 - II. 0,00001 M HCl çözeltisi ekleniyor.
 - III. 0,1 M HCl çözeltisi ekleniyor.
- işlemleri ayrı ayrı yapıyor.

Buna göre hangilerinde başlangıç çözeltisinin pH'ı artar?

- A) Yalnız II B) I ve II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm:

Kuvvetli bir asit çözeltisine kendisinden daha derişik (kuvvetli) bir asit çözeltisi eklenirse; $[\text{H}_3\text{O}^+]$ artar, pH azalır.

Asit çözeltisine üzerine saf su, baz çözeltisi, asitle tepkime verebilecek bir metal eklenirse;

$[\text{H}_3\text{O}^+]$ azalır, pH artar.

Kuvvetli bir asit çözeltisine üzerine derişimi kendisiyle aynı olan kuvvetli bir asit çözeltisi eklenirse $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ve pH değışmez. (Tesir değerlikleri 1 olsun.)

Bu durumda I. ve II. öncüldeki maddeler eklenirse pH artar.

Cevap B



25°C'da pH'ı 2 olan 100 mL HNO₃ çözeltisine sabit sıcaklıkta kaç mL saf su eklenirse çözeltinin pH'ı 3 olur?

- A) 100 B) 400 C) 500 D) 900 E) 1000

Çözüm:

Başlangıçta; pH = 2, [H₃O⁺] = 1x10⁻²M

Seyrelmeden sonra; pH = 3, [H₃O⁺] = 1x10⁻³M

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$1x10^{-2} \cdot 100 = 1x10^{-3} \cdot V_2$$

$$V_2 = 1000 \text{ mL}$$

Eklenen saf su hacmi: 1000 – 100 = 900 mL

Cevap D



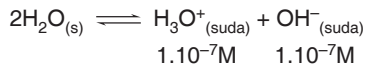
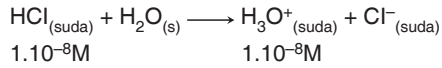
25°C'da 1.10⁻⁸ M HCl çözeltisinin pH'ı kaçtır?

(log 11=1,05)

- A) 8,00 B) 7,00 C) 6,95 D)6,00 E) 5,95

Çözüm:

Kuvvetli asit çözeltileri derişik olursa saf sudan gelen H₃O⁺ iyon derişimi dikkate alınmaz. Ancak soruda verilen çözelti çok seyreltik olduğu için saf sudan gelen H₃O⁺ iyonları da dikkate alınmalıdır.



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \cdot 10^{-8} + 1 \cdot 10^{-7} = 11 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log (11 \cdot 10^{-8})$$

$$\text{pH} = 6,95$$

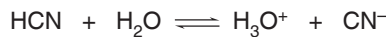
Cevap C

3. Sulu Çözelti Dengeleri

3.1. Sulu Çözeltilerde Zayıf Asit Dengeleri

Zayıf asitler suda tamamen iyonlaşmazlar. Sulu çözeltilerinde çok az iyon oluşturdıkları için ayrışmadan kalan taneciklerle iyonlar arasında bir denge kurulur.

Örneğin; Bir değerli zayıf bir asit olan HCN'nin iyonlaşma denklemini aşağıdaki gibidir.



Başlangıç (B):	C	-	-	-
Değişim (D):	-x	-	+ x M	+ x M
Denge (D):	C - x	-	x M	x M

C: Asidin başlangıç derişimidir.

x: Çözeltideki H₃O⁺ iyonu ve asitten gelen anyonun molar derişimini gösterir.

Bu denklem bir denge tepkimesine ait olduğuna göre, denge sabiti aşağıdaki gibi yazılır ve HCN zayıf bir asit olduğu için denge sabiti K_a (asitlik sabiti) şeklinde sembolize edilir.

$$K_a = \frac{[H_3O^+].[CN^-]}{[HCN]}$$

$$K_a = \frac{x \cdot x}{(C-x)}$$

3.1.1. İhmal Hesabı

$C - x$ deki x değerinin ihmal edilebilmesi için aşağıdaki şartın sağlanması gerekir.

↳ ($C - x$) işleminde x önce ihmal edilir ve dengedeki H_3O^+ iyonları derişimi bulunur. Yani x değeri bulunmuş olur.

Sonra x in ihmalinden kaynaklanan hata hesaplanır.

$$\frac{x}{C} \cdot 100 < \%5 \text{ ise ihmal geçerlidir.}$$

$$\frac{x}{C} \cdot 100 > \%5 \text{ ise ihmal geçersizdir.}$$

Hata % 5 den büyükse; çözümleri gerçekleştirmek için ikinci dereceden denklem çözümlenmelidir.

2. Dereceden 1.bilinmeyenli denklem;

$$ax^2 + bx + c = 0, \text{ şeklindedir.}$$

Denklemin kökleri aşağıdaki formülle bulunur.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

↳ Kontrol edilmesi gereken bir diğer durumda; zayıf asitlerin veya bazların sulu çözeltilerindeki H_3O^+ ya da OH^- iyon derişimleri bulunurken saf sudan gelen H_3O^+ ve OH^- iyonlarının derişimlerinin dikkate alınıp alınmayacağıdır. Bunu anlamak için ise şöyle bir kontrol yapılır.

Zayıf asidin K_a 'sının K_{su} 'ya oranı $\frac{K_a}{K_{su}} > 1.10^4$ ise saf sudan gelen H_3O^+ iyonları dikkate alınmaz.

Zayıf bazlar da ise;

Zayıf bazın K_b 'sinin K_{su} 'ya oranı $\frac{K_b}{K_{su}} > 1.10^4$ ise saf sudan gelen OH^- iyonları dikkate alınmaz.

alınmaz.

Önemli: K_a değeri zayıf bir asidin kuvveti ile ilgili bilgi verir. K_a değeri arttıkça zayıf asidin asitlik kuvveti de artar.

$pK_a = -\log [K_a]$ 'dır. pK_a değeri azaldıkça, asitlik kuvveti artar.

$K_a \uparrow, pK_a \downarrow$

NOT

Asitlik sabiti (K_a)'nin değeri sıcaklıkla doğru orantılıdır.

NOT

Kuvvetli asitlerin, eşlenik bazları zayıftır.

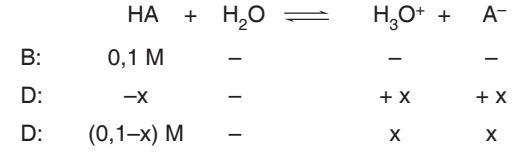
Zayıf asitlerin, eşlenik bazları kuvvetlidir.



25 °C da 0,1 M HA asidinin sulu çözeltisinin pH değeri kaçtır? (HA için $K_a = 1.10^{-5}$)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

Çözüm:



Öncelikli olarak eşitliği çözmek için x değerinin 0,100 yanın-
da ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu düşünülür.

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

$$1.10^{-5} = \frac{x \cdot x}{(0,1-x)} \text{ ihmal}$$

$$x^2 = 1.10^{-6}$$

$$x = 1.10^{-3} M = [H_3O^+]$$

Şimdi, 0,100 - x yerine 0,100 almakla yapılan hata hesaplanılır.

$$\frac{1.10^{-3}}{0,1} \cdot 100 = \%1 \text{ ihmal geçerlidir.}$$

Bu ihmalden ileri gelen hata %1'dir ve iki ya da üç anlamlı sayı veren hesaplamalar için sonucu etkilemez.

$$pH = -\log [H_3O^+] \quad pH = -\log (1.10^{-3}) \quad pH = 3$$

Cevap C

3.1.2. İyonlaşma Derecesi ve İyonlaşma Yüzdesi

Zayıf bir asidin ya da bazın suda hangi oranda iyonlaştığını tanımlamak amacıyla kullanılan terimlerdir. Zayıf asidin iyonlaşmasından gelen H₃O⁺ iyonları derişiminin, zayıf asidin başlangıç derişimine oranına iyonlaşma derecesi denir.

$$\text{İyonlaşma Derecesi} = \frac{[H_3O^+]}{[Asit]}$$

İyonlaşma derecesinin 100 ile çarpılmış hali iyonlaşma yüzdesidir. İyonlaşan moleküllerin yüzdesini verir.

$$\text{İyonlaşma Yüzdesi} = \frac{[H_3O^+]}{[Asit]} \times 100$$

Yukarıdaki örnekteki HA'nın iyonlaşma derecesi ve iyonlaşma yüzdesi şöyle bulunabilir.

$$\text{İyonlaşma Derecesi} = \frac{[H_3O^+]}{[HA]} = \frac{1.10^{-3}}{0,1} = 0,01$$

$$\text{İyonlaşma Yüzdesi} = \frac{[H_3O^+]}{[HA]} \times 100 = \frac{1.10^{-3}}{0,1} \times 100 = \%1$$



Belli bir sıcaklıkta, 2 g HF ile 100 mL'lik sulu çözelti hazırlanıyor.

- a) Çözeltinin pH'ı kaçtır?
 b) Yapılan ihmal geçerli midir?
 c) Bu derişimdeki HF ün iyonlaşma yüzdesi nedir? (HF için $K_a=1 \times 10^{-6}$, ve HF = 20 g/mol)

Çözüm:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2}{20} = 0,1 \text{ mol HF}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,1}{0,1} = 1 \text{ M HF}$$

	HF _(suda)	+ H ₂ O _(s)	⇌	H ₃ O ⁺ _(suda)	+ F ⁻ _(suda)
B:	1 M	-		-	-
D:	-x	+x		+x	+x
D:	(1-x) M	x		x	x

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [F^-]}{[HF]}$$

$$1 \cdot 10^{-6} = \frac{x \cdot x}{(1-x)}$$
 ihmal

$$x^2 = 1 \cdot 10^{-6}$$

$$x = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M} = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pH = -\log(1 \cdot 10^{-3})$$

$$pH = 3$$

1-x yerine 1 almakla yapılan hata hesaplanır.

$$\frac{1 \cdot 10^{-3}}{1} \cdot 100 = \%0,1 \text{ ihmal geçerlidir.}$$

$$\text{İyonlaşma Yüzdesi} = \frac{[H_3O^+]}{[HF]} \times 100$$

$$\text{İyonlaşma Yüzdesi} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1} \times 100 = \%0,1$$



25 °C da, bir değerli zayıf bir asidin asitlik sabiti, $(K_a) = 2 \cdot 10^{-7}$ dir.

Bu zayıf asit ile 25 °C da hazırlanmış sulu çözeltinin pH'sı 4 olduğuna göre asidin başlangıç derişimi kaç moldur?

- A) $8 \cdot 10^{-3}$ B) 0,08 C) 0,05 D) 0,10 E) 0,50

Çözüm:

Çözeltinin pH'sı 4 ise

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$4 = -\log[H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-4} \text{ M}$$

1 değerli zayıf asit HA şeklinde sembolize edilsin;

	HA	+ H ₂ O	⇌	H ₃ O ⁺ _(suda)	+ A ⁻
B:	x M	-		-	-
D:	-1.10 ⁻⁴ M	-		+1.10 ⁻⁴ M	+1.10 ⁻⁴ M
D:	(x-1.10 ⁻⁴) M	-		1.10 ⁻⁴ M	+1.10 ⁻⁴ M

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

$$2 \cdot 10^{-7} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 10^{-4}}{(x - 1 \cdot 10^{-4})}$$
 ihmal

$$x = 0,05 \text{ M}$$

Cevap C



Zayıf bir asit olan HX bileşiği 25 °C da, saf suda % 2 oranında iyonlaşmaktadır. Buna göre 0,05 Molarlık HX çözeltisi için;

- I. pH = 3'tür.
 II. $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$ 'dir.
 III. $[H_3O^+] = 0,05$ molardır.

yargılarından hangileri yanlıştır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve III E) II ve III

Çözüm:

$$\text{İyonlaşma Yüzdesi} = \frac{[H_3O^+]}{[HX]} \times 100$$

$$2 = \frac{[H_3O^+]}{0,05} \times 100$$

$$[H_3O^+] = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad \text{pH} = -\log [H_3O^+]$$

$$\text{pH} = -\log (1 \cdot 10^{-3}) \quad \text{pH} = 3 \text{ tür.}$$

$$\text{Dengede; } [H_3O^+] = [X^-] = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [X^-]}{[HX]}$$

$$K_a = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{(0,05 - 1 \cdot 10^{-3})} \text{ ihmal}$$

$$K_a = 2 \cdot 10^{-5}$$

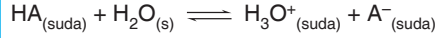
Cevap C



Zayıf bir asidin (HA) sudaki çözeltisiyle ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) HA suda, $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$ denkleminde göre iyonlaşır.
 B) $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$ dir.
 C) K_a değeri sıcaklıkla değişmez.
 D) H_2O , HA 'ya karşı baz gibi davranır.
 E) HA 'nın suda oluşturduğu A^- , asidin konjuge bazıdır.

Çözüm:



$$K_a = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

K_a değeri sıcaklıkla değişir, C seçeneği yanlıştır.

HA zayıf asittir. H_2O , HA 'ya karşı baz gibi davranır. A^- , HA 'nın konjuge bazıdır.

Cevap C



Zayıf bir asit olan CH_3COOH 'nin 1,0 M'lik sulu çözeltisinin ayrışma (iyonlaşma) yüzdesi nedir? (CH_3COOH 'nin asitlik sabiti $K_a = 1,6 \times 10^{-5}$)

- A) 0,40 B) 0,016 C) 0,004
 D) $1,6 \times 10^{-3}$ E) $1,6 \times 10^{-5}$

Çözüm:

Asetik asit suda aşağıdaki denkleme göre iyonlaşır.

	CH_3COOH	+	H_2O	\rightleftharpoons	CH_3COO^-	+	H_3O^+
B:	1 M		-		-		-
D:	-x M		-		+ x M		+ x M
D:	(1-x) M		-		x M		x M

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$1,6 \cdot 10^{-5} = \frac{[x] \cdot [x]}{[1-x]} \text{ ihmal}$$

$$x^2 = 16 \cdot 10^{-6}$$

$$x = 4 \cdot 10^{-3} \text{ M} = [H_3O^+]$$

$$\text{İyonlaşma yüzdesi} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{1} \times 100 = \% 0,40$$

Cevap A



25°C da, 0,25 M Propanoik asit (C_2H_5COOH) çözeltisinin pH'ı 3 olduğuna göre, pKa değeri kaçtır? ($\log 4 = 0,6$)

A) 4,8 B) 5,4 C) 6,0 D) 6,2 E) 6,4

Çözüm:

	C_2H_5COOH	$+ H_2O$	\rightleftharpoons	$C_2H_5COO^-$	$+ H_3O^+$
B:	0,25 M	-		-	-
D:	-x M	-		+ x M	+ x M
D:	(0,25 - x) M	-		x M	x M

pH = 3 ise $[H_3O^+] = 1.10^{-3}M$

Sistem dengedeysen $[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = xM$

$$x = 1.10^{-3}M$$

$$K_a = \frac{[C_2H_5COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[C_2H_5COOH]}$$

$$K_a = \frac{(1.10^{-3}) \cdot (1.10^{-3})}{(0,25 - 1.10^{-3}) \text{ ihmal}}$$

$$K_a = 4.10^{-6}$$

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_a = -\log(4.10^{-6})$$

$$pK_a = 5,4$$

Cevap B

3.2. Sulu Çözeltilerde Zayıf Baz Dengeleri

Zayıf bazlar suda tamamen iyonlaşmazlar. Sulu çözeltilerinde çok az iyon oluşturdıkları için ayrışmadan kalan taneciklerle, iyonlar arasında bir denge kurulur.

Örneğin; Bir değerli zayıf bir baz olan NH_3 'ün iyonlaşma denklemi aşağıdaki gibidir.

	NH_3 (suda)	$+ H_2O$ (s)	\rightleftharpoons	NH_4^+ (suda)	$+ OH^-$ (suda)
B	C Molar	-		-	-
D	-x Molar	-		+ x M	+ x M
D	(C-x) M	-		x M	x M

C: Bazın başlangıç derişimidir.

x: Çözeltideki OH^- iyonu ve bazdan gelen katyonun (NH_4^+) molar derişimini gösterir.

Bu denklem bir denge tepkimesine ait olduğuna göre, denge sabiti aşağıdaki gibi yazılır ve NH_3 zayıf bir baz olduğu için denge sabiti, K_b (bazlık sabiti) şeklinde sembolize edilir.

$$K_b = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]}$$

$$K_b = \frac{x \cdot x}{(C - x)}$$

(C - x) işleminde x önce ihmal edilir ve dengedeki OH^- iyonları derişimi bulunur. Yani x değeri bulunmuş olur.

Sonra x in ihmalinden kaynaklanan hata hesaplanır.

$$\frac{x}{C} \cdot 100 < \%5 \text{ ise ihmal geçerlidir.}$$

$$\frac{x}{C} \cdot 100 > \%5 \text{ ise ihmal geçersizdir.}$$

K_b değeri zayıf bir bazın kuvveti ile ilgili bilgi verir. K_b değeri arttıkça zayıf asidin asitlik kuvveti de artar.

$pK_b = -\log [K_b]$ 'dir. pK_b değeri azaldıkça, bazlık kuvveti artar.

$K_b \uparrow, pK_b \downarrow, \text{Bazlık artar.}$

NOT

$$pK_a + pK_b = pK_{su}$$

NOT

Kuvvetli bazların, eşlenik asitleri zayıftır.

Zayıf bazların, eşlenik asitleri kuvvetlidir.

NOT

$K_b > 1$ (negatif pK_b), kuvvetli baz

$K_b < 1$ (pozitif pK_b), zayıf baz



Morfin ($C_{17}H_{19}NO_3$) tıpta ağrı kesici olarak kullanılmaktadır. Alkaloid özelliği gösteren doğal bir bazdır. 25 °C da 0,01 molarlık morfin çözeltisinin pH'sı kaçtır? (Morfin için $K_b=1.10^{-6}$)

- A) 4 B) 8 C) 9 D) 10 E) 12

Çözüm:

Morfin bileşiği kısaca "Mor" şeklinde sembolize edilebilir.

	$Mor_{(suda)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons$		$HMor^+_{(suda)} + OH^-_{(suda)}$	
B	0,01 M	-	-	-
D	-x M	-	+ x M	+ x M
D	(0,01 -x)	-	x M	x M

0,01 değerinin yanında x'in çok küçük olduğu düşünülerek x ihmal edilir.

$$K_b = \frac{[HMor^+].[OH^-]}{[Mor]}$$

$$1.10^{-6} = \frac{x \cdot x}{(0,01 - x)} \text{ ihmal}$$

$$x^2 = 1.10^{-8}$$

$$x = 1.10^{-4} = [OH^-]$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = 4 \text{ t'ur.}$$

$$pH = 14 - 4 = 10$$

Cevap D

$$pOH = -\log [1.10^{-4}]$$

$$pH + pOH = 14$$



Piperidin ($C_5H_{11}N$) bir değerli doğal bir bazdır. 25 °C da, 4,25 gram piperidin saf suda çözülerek 250 mL'lik çözelti hazırlanıyor.

Buna göre oluşan çözeltisinin pH'sı kaçtır?

($C_5H_{11}N = 85 \text{ g/mol}$, Piperidin için $K_b = 5.10^{-6}$)

- A) 3 B) 5 C) 7 D) 9 E) 11

Çözüm:

Önce piperidin mol sayısı bulunur.

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{4,25}{85} = 0,05 \text{ mol}$$

Piperidin molaritesi:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{0,25} = 0,2 \text{ M}$$

	$C_5H_{11}N_{(suda)} + H_2O_{(s)} \rightleftharpoons$		$C_5H_{11}NH^+_{(suda)} + OH^-_{(suda)}$	
B	0,2 M	-	-	-
D	-x M	-	+ x M	+ x M
D	(0,2 - x) M	-	x M	x M

0,2 M değerinin yanında x'in çok küçük olduğu düşünülerek x ihmal edilir.

$$K_b = \frac{[C_5H_{11}NH^+].[OH^-]}{[C_5H_{11}N]}$$

$$5.10^{-6} = \frac{x \cdot x}{(0,2 - x)} \text{ ihmal}$$

$$x^2 = 1.10^{-6}$$

$$x = 1.10^{-3} = [OH^-]$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log (1.10^{-3})$$

$$pOH = 3 \text{ t'ur.}$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - 3 = 11$$

Cevap E



Belirli bir sıcaklıkta 0,001 M CH_3NH_2 çözeltisinin pH'ı kaçtır? İhmal yapıp yapılmayacağını kontrol ederek bulunuz. (CH_3NH_2 için $K_b=1.10^{-4}$, $\log 5,25 = 0,72$)

Çözüm:

İhmalin geçerli olup olmadığı kontrol edilir;

$\frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{K_b} \geq 100$ Bazın başlangıç derişiminin K_b 'ye oranı yüzden büyük olmalıdır.

$\frac{0,001}{1.10^{-4}} = 10 < 100$, ihmal geçersizdir.

$\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{suda}) + \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{suda}) + \text{OH}^-(\text{suda})$				
B	0,001 M	-	-	-
D	-x M	-	+ x M	+ x M
D	(0,001 - x) M	-	x M	x M

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

$$1.10^{-4} = \frac{x \cdot x}{(0,001 - x)}$$

$$x^2 + 1.10^{-4}x - 1.10^{-7} = 0$$

2. dereceden 1 bilinmeyenli denklemin köklerinin bulunması gerekir.

Denklemin kökleri aşağıdaki formülle bulunur.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-1.10^{-4} \pm \sqrt{(1.10^{-4})^2 - 4.1.1.10^{-7}}}{2.1}$$

$$x = 5,25.10^{-4} = [\text{OH}^-]$$

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

$$\text{pOH} = -\log (5,25.10^{-4})$$

$$\text{pOH} = 3,28 \text{ dir.}$$

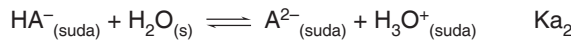
$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = 14,00 - 3,28 = 10,72$$

3.3. Çok Protonlu (Poliprotik) Asitler

Sulu çözeltide iyonlaştığında birden fazla hidronyum iyonu (H_3O^+) verebilen asitlere poliprotik veya polifonksiyonlu asitler denir. Poliprotik asitlere, fosforik asit (H_3PO_4), karbonik asit (H_2CO_3), sülfürik asit (H_2SO_4), okzalik asit ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), hidrojen sülfür (H_2S) örnek verilebilir.

Genel gösterimi;

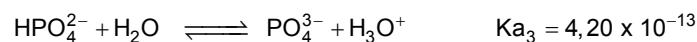
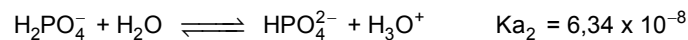
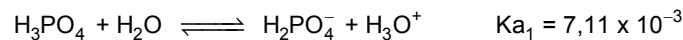


Çözeltinin pH'ı hesaplanırken; K_{a1} değerinin K_{a2} değerine oranı 10^3 ve daha fazla ise

$$\frac{K_{a1}}{K_{a2}} > 1000$$

sadece 1. dengeden gelen H_3O^+ iyonları dikkate alınır, ikinci dengeden gelen H_3O^+ iyonları ihmal edilir. Problem monoprotik zayıf bir asit çözeltisindeki pH hesaplaması problemine dönüşür.

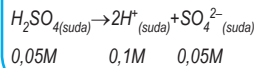
Fosforik asitin iyonlaşma denklemleri ve iyonlaşma sabitleri şöyledir;



$$K_{a1} \gg K_{a2} \gg K_{a3}$$

NOT

0,05 molarlık H_2SO_4 çözeltisindeki H^+ iyon derişimini bulurken aşağıdaki işlemi yapmak bilimsel açıdan hatalıdır.

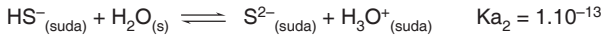
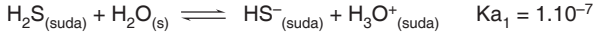


H_3PO_4 çözeltisinin pH'ı bulunurken 1. dengeden gelen H_3O^+ iyonları dikkate alınır.
2. ve 3. denge dikkate alınmaz, ihmal edilir.

$$\frac{K_{a1}}{K_{a2}} = 1.10^5 > 1.10^3 \text{ 'tür.}$$



25 °C da 0,1 molarlık H_2S çözeltisinin pH'ı kaçtır?



- A) 3,0 B) 4,0 C) 4,5 D) 5,0 E) 5,5

Çözüm:

2. dengeden gelen H_3O^+ iyonlarının ihmal edilebilmesi için;

$$\frac{K_{a1}}{K_{a2}} > 1000 \text{ olmalıdır.}$$

$$\frac{1.10^{-7}}{1.10^{-13}} = 1.10^6 > 1000$$

2. iyonlaşma denklemi ihmal edilir.

	H_2S	$+ H_2O$	\rightleftharpoons	H_3O^+	$+ HS^-$
B:	0,1 M	-		-	-
D:	-x	-		+ x	+ x
D:	(0,1-x) M	-		x	x

Bu eşitliği çözmek için, x değerinin 0,100 yanında ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu kabul edilsin.

Yani, $0,100 - x = 0,100M$ alınsın.

$$K_a = \frac{[HS^-] \cdot [H_3O^+]}{[H_2S]}$$

$$1.10^{-7} = \frac{x \cdot x}{(0,1-x) \text{ ihmal}}$$

$$x^2 = 1.10^{-8}$$

$$x = 1.10^{-4} M = [H_3O^+]$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log (1.10^{-4})$$

$$pH = 4$$

Cevap B



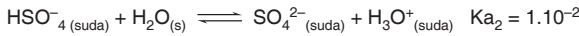
25°C da, 0,25 molarlık H_2SO_4 çözeltisi ile ilgili,

I. $[H_3O^+]$ derişimi 0,5M'dir.

II. İkinci iyonlaşma denkleminde gelen H_3O^+ ihmal edilir.

III. pH'ı 0,3'den büyüktür.

Yargılarından hangileri doğrudur? (log0,5 = -0,3)



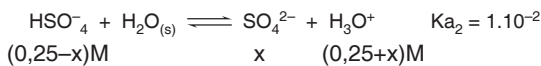
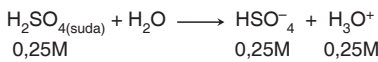
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II

E) II ve III

Çözüm:

H_2SO_4 1. iyonlaşması %100 gerçekleşir. Ancak 2. iyonlaşma %100 gerçekleşmez ve bir zayıf asit gibi davranır.



$$K_{a2} = \frac{[SO_4^{2-}][H_3O^+]}{[HSO_4^-]}$$

\rightarrow ihmal yapılırsa

$$1.10^{-2} = \frac{x \cdot (0,25 + x)}{(0,25 - x)}$$

\rightarrow ihmal yapılırsa

$$x = 1.10^{-2} M$$

0,25 M derişimin yanından $0,1.10^{-2} M$ ihmal edilmiştir.

İhmal hesabı:

$$\frac{1.10^{-2}}{0,25} \cdot 100 = \%4 \text{ ihmal geçerlidir.}$$

$$[H_3O^+] = 0,25M \text{ kabul edilir.}$$

$$pH = 0,6$$

Cevap E

NOT

Nötrleşme anında

$n_{H_3O^+} = n_{OH^-}$ olduğu için
 $M_A \cdot V_A \cdot TD_A = M_B \cdot V_B \cdot TD_B$
 formülü kullanılabilir.

M_A = Asidin molaritesi

V_A = Asidin hacmi

TD_A = Asidin Tesir Değerliği

M_B = Bazın molaritesi

V_B = Bazın hacmi

TD_B = Bazın Tesir Değerliği

NOT

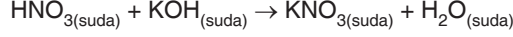
Eşit derişim ve hacimdeki kuvvetli ve zayıf asitlerin eşdeğerlik noktasına ulaşması için gerekli bazların mol sayıları eşittir.

NOT

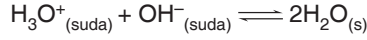
1 milimol = $1 \cdot 10^{-3}$ mol

4. Nötrleşme Tepkimeleri

Asit ve bazın tepkimeye girerek özelliklerini kaybettiği tepkimeler nötrleşme tepkimele-ridir. Arrhenius tanımına göre; sulu çözeltilerde asit ve bazların tepkimeye girerek tuz ve su oluşturmaları olayına nötrleşme denir. Sulu çözeltilerdeki nötrleşmenin temelinde asitten gelen H_3O^+ iyonu ile bazdan gelen OH^- iyonunun birbirlerinin etkilerini yok ederek H_2O oluşturmaları yatar.



Net iyon denklemi aşağıdaki gibidir.



K^+ ve NO_3^- iyonları seyirci iyonlardır. Tepkime sırasında mol sayıları sabittir.

Asidin ortama verdiği H_3O^+ iyonlarının mol sayısı, bazın ortama verdiği OH^- iyonlarının mol sayısına eşit olduğunda tam nötrleşme olur (Kuvvetli asit ve bazlarda).

$$n_{H_3O^+} = n_{OH^-} \Rightarrow \text{Çözelti nötrdür. } pH = pOH = 7$$

$$n_{H_3O^+} > n_{OH^-} \Rightarrow \text{Çözelti asidiktir. } pH < 7, pOH > 7$$

$$n_{H_3O^+} < n_{OH^-} \Rightarrow \text{Çözelti baziktir. } pH > 7, pOH < 7$$



0,5 M 400 mL KOH çözeltilisini tamamen nötrleştirebilecek 250 mL'lik HNO_3 çözeltilisinin molar derişimi kaçtır?

- A) 0,2 B) 0,4 C) 0,5 D) 0,8 E) 1,0

Çözüm:

I. Yol:

$$M_A \cdot V_A \cdot TD_A = M_B \cdot V_B \cdot TD_B,$$

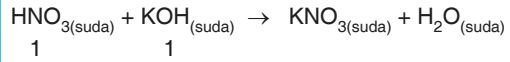
$$M_A = 0,8 \text{ M}$$

$$M_A \cdot 250 \cdot 1 = 0,5 \cdot 400 \cdot 1$$

II. Yol:

KOH bileşiminin mol sayısı bulunur.

$$M = \frac{n}{V} \quad 0,5 = \frac{n}{0,4}, \quad n = 0,2 \text{ mol KOH}$$



$$1 \quad 1$$

$$0,2 \text{ mol} \quad 0,2 \text{ mol}$$

Tam nötrleşme için gerekli HNO_3 mol sayısı 0,2 moldür.

HNO_3 'ün molar derişimi ise;

$$M = \frac{n}{V} \quad M = \frac{0,2}{0,25} = 0,8 \text{ M}$$

Cevap D



200 mL 1,0 M HCl çözeltisine, asidi tam olarak nötrleştirmek için NaOH katısı eklenmiştir.

Bu tepkimeyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

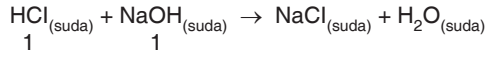
(NaOH = 40 g/mol ve çözeltide hacim değişikliği olmadığı düşünülecektir.)

- A) Nötrleştirme için 8,0 gram NaOH katısı kullanılır.
 B) Nötrleştirme sonrasında çözeltinin pH'si 7 olur.
 C) Nötrleştirme sonrasında çözeltide Cl⁻ ve Na⁺ iyonları bulunur.
 D) Tepkime sonucu Na⁺ iyonunun derişimi 0,5 M olur.
 E) Tepkime sonucu Cl⁻ nin derişimi 1,0 M'dir.

Çözüm:

HCl'nin mol sayısı

$$M = \frac{n}{V} \quad 1 = \frac{n}{0,2} \quad n = 0,2 \text{ moldür.}$$



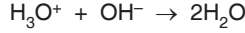
0,2 mol 0,2 mol 0,2 mol

Tepkimeye giren NaOH'ın kütlesi;

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 0,2 = \frac{m}{40}, \quad m = 8 \text{ gramdır.}$$

Tam nötrleşmede pH= 7'dir.

Nötrleşme gerçekte asitten gelen H₃O⁺ ve bazdan gelen OH⁻ iyonları arasında gerçekleşir.



Na⁺ ve Cl⁻ iyonları seyirci iyonlardır. Tepkime mol sayıları değişmez.

$$[\text{Cl}^-] = \frac{0,2}{0,2} = 1\text{M}$$

$$[\text{Cl}^-] = 1 \text{ M} \quad [\text{Na}^+] = 1 \text{ M}$$

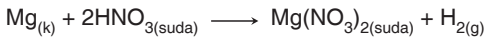
Cevap D



0,6 Molar 100 mL HNO₃ çözeltisine Mg metali atılıyor. Tepkime sonucu NŞA'da 560 mL hacim kaplayan H₂ gazı açığa çıktığına göre, tepkimeden sonra çözeltinin pH'i kaçtır? (Sıcaklık sabit, çözeltinin hacmi değişmiyor.)

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 7

Çözüm:



HNO₃'ün mol sayısı

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,6 = \frac{n}{0,1}, \quad n = 0,06 \text{ moldür.}$$

Açığa çıkan gazın mol sayısı;

$$560 \text{ mL} = 0,56 \text{ L}$$

$$\text{NŞA'da } 0,56 \text{ L H}_2 \text{ gazı} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ moldür.}$$

Tepkime denklemine göre

$$\begin{array}{r} 2 \text{ mol HNO}_3 \text{'ten} \quad 1 \text{ mol H}_2 \\ x \text{ mol HNO}_3 \text{'ten} \quad 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2 \\ \hline x = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol HNO}_3 \end{array}$$

Harcanan HNO₃ = 5 · 10⁻² mol

Artan HNO₃ = 6 · 10⁻² mol – 5 · 10⁻² mol = 1 · 10⁻² mol

$$M = \frac{n}{V} \quad M = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{0,1} = 0,1\text{M HNO}_3$$

HNO₃ kuvvetli bir asittir, suda tamamen iyonlaşır. Ayrıca tesir değeriği 1 olduğu için

$$[\text{HNO}_3] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pH} = -\log (0,1) \quad \text{pH} = 1$$

Cevap A

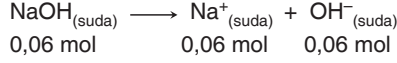


0,3M, 200 mL HCl çözeltisiyle, 0,2M, 300 mL NaOH çözeltisi karıştırılıyor. Tam nötrleşmeden sonra çözeltideki Na⁺ iyon derişimi kaç moldur?

- A) 0,60 B) 0,30 C) 0,20 D) 0,12 E) 0,06

Çözüm:

Na⁺ iyonu seyirci iyondur. Tepkimede mol sayısı değişmez.



$$0,06 \text{ mol} \quad 0,06 \text{ mol} \quad 0,06 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V_{\text{Toplam}}}, \quad M = \frac{0,06}{0,5}, \quad M = 0,12 \text{ Molar}$$

Cevap D



Eşit hacim ve derişimde HCl, NaI, HI ve KOH çözeltileri karıştırılıyor. Çözeltide iyon derişimi en fazla olan tür aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Na⁺ B) K⁺ C) OH⁻ D) H₃O⁺ E) I⁻

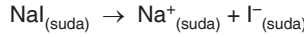
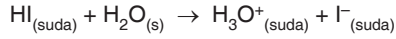
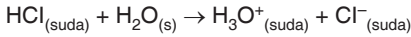
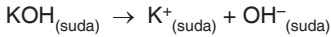
Çözüm:

HCl: Kuvvetli Asit

HI: Kuvvetli Asit

KOH: Kuvvetli Baz

NaI: Nötr Tuz



Ortamda molce en fazla olan iyonun derişimi en fazladır.

Yukarıdaki denklemler incelendiğinde hem H₃O⁺, hem de I⁻ iyonlarının mol sayıları en fazla görünüyor. Ancak H₃O⁺ iyonlarının bir kısmı OH⁻ iyonlarıyla tepkime verdiği için mol sayısı I⁻ den daha az olur. Bu nedenle mol sayısı en fazla olan I⁻'nin derişimi de en fazla olur.

Cevap E



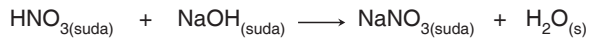
0,1M, 200 mL HNO₃ çözeltisine kaç gram NaOH katısı eklenirse pH = 7 olur? (Sıcaklık 25°C)

(NaOH = 40 g/mol, Katı eklenmesinin çözeltinin hacmini değiştirmediğini kabul ediniz.)

- A) 0,4 B) 0,8 C) 1,2 D) 1,6 E) 20

Çözüm:

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,1 = \frac{n}{0,2}, \quad n = 0,02 \text{ mol HNO}_3$$



$$1 \quad 1$$

$$0,02 \text{ mol} \quad x = 0,02 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 0,02 = \frac{m}{40}, \quad m = 0,8 \text{ gram NaOH katısı eklen-$$

melidir.

Cevap B



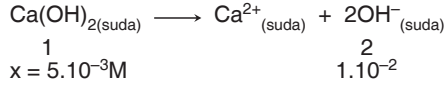
100 mL 0,1M HCl çözeltisiyle, pOH'ı 2 olan Ca(OH)₂ çözeltisi tamamen nötrleşiyor. Buna göre Ca(OH)₂ çözeltisinin başlangıçtaki hacmi kaç mL'dir? (Sıcaklık 25°C)

(Ca(OH)₂ kuvvetli bazdır.)

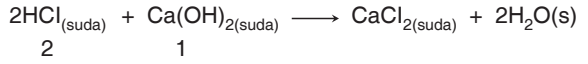
- A) 2000 B) 1000 C) 500 D) 250 E) 100

Çözüm:

pOH = 2 ise [OH⁻] = 1.10⁻² M'dir.



HCl'nin mol sayısı; $M = \frac{n}{V}$, $0,1 = \frac{n}{0,1}$, $n = 0,01$ mol



Ca(OH)₂ çözeltisinin hacmi;

$$M = \frac{n}{V}, \quad 5 \cdot 10^{-3} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{V}, \quad V = 1\text{L} = 1000\text{mL}$$

Cevap B

Nötrleşmenin Tam Olmaması Durumu

Kuvvetli bir asitle kuvvetli bir bazın nötrleşme tepkimesinde asitten ya da bazdan molce fazla alınmışsa artma olabilir. Şayet asitten molce fazla alınmışsa;

$n_{\text{H}_3\text{O}^+} > n_{\text{OH}^-}$ olur; ortam asidik olur. (pH < 7)

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{n_{\text{H}_3\text{O}^+} - n_{\text{OH}^-}}{V_T}$$

Bazdan molce fazla alınmışsa;

$n_{\text{OH}^-} > n_{\text{H}_3\text{O}^+}$ olursa; ortam bazik olur. (pH > 7)

$$[\text{OH}^-] = \frac{n_{\text{OH}^-} - n_{\text{H}_3\text{O}^+}}{V_T}$$



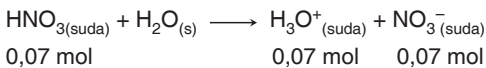
0,2M 200 mL KOH çözeltisiyle, 0,7M 100 mL HNO₃ çözeltileri karıştırılıyor. Çözeltinin pH'ı kaç olur? (Sıcaklık 25°C)

- A) 1 B) 3 C) 5 D) 10 E) 13

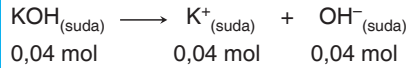
Çözüm:

H₃O⁺ iyonlarının mol sayısı;

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,7 = \frac{n}{0,1}, \quad n = 0,07 \text{ mol HNO}_3$$



OH⁻ iyonlarının mol sayısı; $M = \frac{n}{V}$, $0,2 = \frac{n}{0,2}$, $n = 0,04$ mol KOH



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{0,07 - 0,04}{0,03} = \frac{0,03}{0,3} = 0,1\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 0,1$$

$$\text{pH} = 1$$

Cevap A



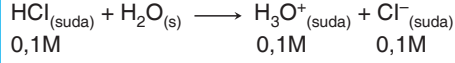
Eşit hacimde 0,2 molar HCl çözeltisi ile Ca(OH)₂ çözeltisi karıştırılıyor. Tepkimeden sonra Ca⁺² derişimi 0,1M olduğuna göre çözeltinin pH'ı kaç olur? (Sıcaklık 25°C)

- A) 1 B) 3 C) 5 D) 9 E) 13

Çözüm:

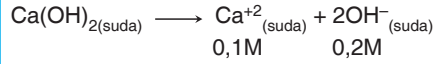
İki çözelti eşit hacimde karıştırıldığında her iki çözeltinin de derişimi yarıya iner.

HCl çözeltisinin derişimi 0,1M olur.



$$0,1\text{M} \qquad \qquad \qquad 0,1\text{M} \qquad \qquad \qquad 0,1\text{M}$$

Tepkimeden sonra [Ca⁺²] = 0,1M



$$0,1\text{M} \qquad 0,2\text{M}$$

$$-0,1\text{M} \qquad -0,1\text{M}$$

$$\hline - \qquad \qquad +0,1\text{M}$$

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

$$\text{pOH} = -\log 0,1 = 1, \quad \text{pH} = 13$$

Cevap E



200 mL 0,1 molar HCl çözeltisiyle 200 mL NaOH çözeltisi karıştırılıyor.

Tepkime tamamlandıktan sonra çözeltinin pH değeri 13 olduğuna göre, NaOH çözeltisinin ilk derişimi kaç molar-
dır? (Sıcaklık 25°C)

- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,3 D) 0,4 E) 0,5

Çözüm:

pH = 13 ise pOH = 1'dir, [OH⁻] = 0,1M $n_{\text{OH}^-} > n_{\text{H}_3\text{O}^+}$ 'dir.

$$\text{nH}_3\text{O}^+; \quad M = \frac{n}{V}, \quad 0,1 = \frac{n}{0,2}, \quad n = 0,02 \text{ mol}$$

$$\text{nOH}^-; \quad M = \frac{n}{V}, \quad x = \frac{n}{0,2}, \quad n = 0,2x \text{ mol}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{\text{nOH}^- - \text{nH}_3\text{O}^+}{V_T} \quad 0,1 = \frac{0,2x - 0,02}{0,4}$$

$$0,04 = 0,2x - 0,02$$

$$0,2x = 0,06$$

$$x = 0,3$$

Cevap C



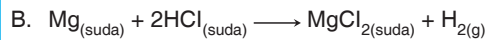
0,1 molar HCl çözeltisine sabit sıcaklıkta aşağıdaki maddelerden hangisi eklenirse pH değeri değişmez?

- A) Saf su B) Mg metali
C) 0,01 molar HCl çözeltisi D) 0,1 molar KOH çözeltisi
E) 0,1 molar HCl çözeltisi

Çözüm:

Bir çözeltinin pH'sının değişmemesi için H₃O⁺ iyonlarının derişiminin değişmemesi gerekir.

- A) Saf su eklenmesi 0,1 molarlık HCl çözeltisini seyrettir. H₃O⁺ iyon derişimi azalır, pH artar.



Mg metali HCl çözeltisiyle tepkime verir.

H₃O⁺ iyonları H₂ gazına dönüşerek çözeltiyi terkeder. H₃O⁺ iyonları mol sayısı ve derişimi azalır. pH artar.

- C) 0,01M HCl çözeltisi eklendiğinde daha seyreltik olduğu için [H₃O⁺] iyon derişimi azalır, pH artar.

- D) 0,1 molar KOH çözeltisi eklendiğinde

H₃O⁺ + OH⁻ → 2H₂O tepkimesine göre nütürleşme olur. H₃O⁺ iyonları mol sayısı ve derişimi azalır, pH artar.

- E) Eşit derişimde aynı türden çözelti eklendiğinde H₃O⁺ iyon derişimi değişmez, pH sabit kalır.

Cevap E



Belli bir sıcaklıkta 0,1 molar 100 mL HCl çözeltisi üzerine yavaş yavaş 400 mL saf su ekleniyor.

HCl çözeltisiyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) H_3O^+ iyonları derişimi azalır.
- B) OH^- iyonları derişimi artar.
- C) Cl^- iyonları mol sayısı azalır.
- D) Çözeltinin elektrik iletkenliği azalır.
- E) Çözeltinin pH'ı artar.

Çözüm:

Asit çözeltisi üzerine saf su eklendiğinde çözelti seyreltik hale gelir.

H_3O^+ iyonları derişimi azalır, pH artar.

$[H_3O^+].[OH^-] = 1.10^{-14}$, OH^- iyonları derişimi artar.

↓

Cl^- iyonları mol sayısı sabittir, ancak $\downarrow M = \frac{n \rightarrow}{V \uparrow}$,

ğ için Cl^- iyonları derişimi azalır. Toplam iyon derişimi azaldığı için elektrik iletkenliği azalır.

Cevap C



25°C'da 100 mL saf su üzerine sabit sıcaklıkta bir miktar NaOH katısı ekleniyor.

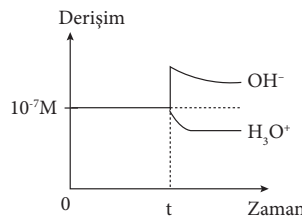
Saf su ile ilgili;

- I. pH değeri artar.
- II. $[H_3O^+]$ iyon derişimi azalır.
- III. OH^- iyonları mol sayısı artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) Yalnız III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

Çözüm:



25°C'da saf suyun pH'sı 7'dir.

$[H_3O^+] = [OH^-] = 1.10^{-7}$ molardır. Saf su üzerine NaOH katısı eklendiğinde H_3O^+ ve OH^- iyonlarının derişimlerinin zamanla değişim grafiği yandaki gibidir.

dir.

OH^- iyon derişimi ve mol sayısı artar. H_3O^+ iyon derişimi azalır. pH değeri artar.

Cevap E

5. Asit-Baz Dengelerinde Ortak İyon Etkisi (Tampon Çözelti)

Zayıf bir asitle onun eşlenik bazını veya zayıf bir bazla onun eşlenik asidini içeren çözeltilere tampon çözelti denir.

Tampon çözeltilerde hem asitleri hem de bazları nötürleştirebilen iki bileşen vardır.

Saf suyun tamponlama özelliği yoktur. Yani saf su üzerine asit çözeltisi eklendiğinde pH hızlı bir şekilde azalır, baz çözeltisi eklendiğinde ise pH hızlı bir şekilde artar.

Tampon çözeltilere sınırlı miktarda asit ya da baz eklendiğinde pH değeri çok küçük bir değişim olur.

5.1. Tampon Çözeltilerde pH Hesabı

Zayıf bir asit ve onun eşlenik bazını içeren tampon çözeltilere aşağıda örnekler verilmiştir.

HCN / NaCN

HF / NaF

CH_3COOH / CH_3COONa

$HCOOH / HCOONa$

NOT

Belirli hacim ve derişimdeki asit çözeltisine sabit sıcaklıkta;

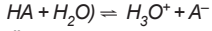
1. Saf su
2. Baz çözeltisi
3. Asitle tepkime verebilen bir metal
4. Aynı asidin seyreltik çözeltisi eklenirse $[H_3O^+] \downarrow$, pH artar.

Bir baz çözeltisine;

1. Saf su
2. Asit çözeltisi
3. Bazla tepkime verebilen metal
4. Aynı bazın seyreltik çözeltisi eklenirse $[OH^-] \downarrow$, pH azalır (pOH artar).

NOT

Zayıf bir asidin sulu çözeltisine sabit sıcaklıkta saf su eklenirse;



Ürünlerdeki H_3O^+ ve A^- iyonların derişimi azalır. Denge ürünler yönüne hareket eder.

Zayıf asidin

1. İyonlaşma yüzdesi artar.

2. H_3O^+ derişimi azalır.

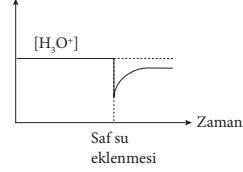
3. pH artar.

4. K_a (asitlik sabiti) değişmez.

H_3O^+ derişiminin azalmasının nedeni; hacim arttığı için önce derişim azalır. Denge bu durumu düzeltmek için ürünler yönüne hareket eder. H_3O^+ iyonlarının mol sayısı artar. Ancak hacimdeki artış daha fazladır.

$$M = \frac{n \uparrow}{V \uparrow} \quad (\text{Okların boylarına dikkat ediniz.})$$

Derişim

**UYARI**

Asidik bir tampon çözelti için;

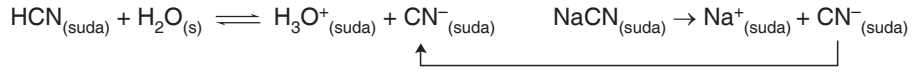
$$K_a = \frac{[H_3O^+][Tuz]}{[Asit]}$$

Bazik bir tampon çözelti için;

$$K_b = \frac{[OH^-][Tuz]}{[Baz]}$$

eşitlikleri kullanılabilir.

HCN zayıf asit, CN^- onun eşlenik bazıdır. HCN'nin sulu çözeltisine NaCN katısı ya da NaCN'nin sulu çözeltisi eklenirse tampon çözelti oluşur.



NaCN'den gelen CN^- iyonları dengedeki HCN çözeltisine ortak iyon etkisi yapar.

HCN'nin sulu çözeltisinde asitlik sabiti K_a ;

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CN^-]}{[HCN]}$$

$$K_a = [H_3O^+] \cdot \frac{[CN^-]}{[HCN]}$$

Eşitliğin her iki tarafının – logaritması alınırsa;

$$-\log K_a = -\log [H_3O^+] - \log \frac{[CN^-]}{[HCN]}$$

Eşitlik düzenlenirse;

$$pK_a = pH - \log \frac{[CN^-]}{[HCN]}, \quad pH = pK_a + \log \frac{[CN^-]}{[HCN]}$$

Eşitlik genelleştirilirse;

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{Eşlenik Baz}]}{[\text{Asit}]}$$

Yukarıdaki eşitliğe **Henderson - Hasselbalch** eşitliği denir.

Yukarıdaki denklemden CN^- iyonları derişimi olarak NaCN'den gelen CN^- iyonları derişimi dikkate alınır. HCN dengesinden gelen CN^- iyonları derişimi ihmal edilir.

Eşitliğin doğru sonuç vermesi için;

$$1. \frac{[\text{Eşlenik Baz}]}{[\text{Asit}]} \text{ oranı aşağıdaki aralıkta olmalıdır.}$$

$$0,10 < \frac{[\text{Eşlenik Baz}]}{[\text{Asit}]} < 10$$

2. Tamponu oluşturan asidin ve eşlenik bazının derişimlerinin K_a 'ya oranı 100'den büyük olmalıdır.

$$\frac{[\text{Asit}]}{[K_a]} > 100$$

$$\frac{[\text{Eşlenik Baz}]}{[K_a]} > 100 \text{ olmalıdır.}$$

NH_3 zayıf bir baz NH_4^+ onun eşlenik asididir. NH_3 çözeltisine NH_4Cl katısı (çözeltisi) eklenirse bazik bir tampon oluşur.



NH_4Cl 'nin suda iyonlaşmasından oluşan NH_4^+ iyonları, NH_3 'ün sudaki iyonlaşma dengeğini ortak iyon etkisi yapar.

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

Gerekli düzenlemeler yapılırsa $\text{pOH} = \text{pK}_b + \log \frac{[\text{Baz}]}{[\text{Eşlenik Asit}]}$



0,1M Asetik asit (CH_3COOH) ve 0,1M sodyum asetat (CH_3COONa) içeren tampon çözeltinin pH'ı kaçtır? (CH_3COOH için $K_a = 1.10^{-5}$)

- A) 3,0 B) 4,0 C) 5,0 D) 5,5 E) 6,0

Çözüm:

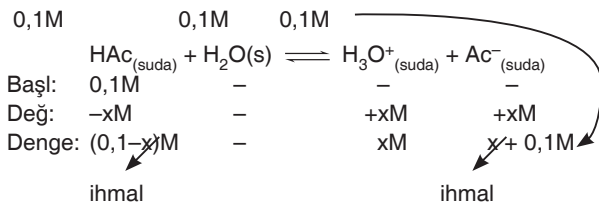
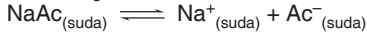
1. Yöntem

Henderson ; Hasselbalch eşitliği kullanılarak çözülebilir.

(0,01M) $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{HAc}$ şeklinde kısaltılabilir.

(1M) $\text{CH}_3\text{COONa} = \text{NaAc}$ şeklinde kısaltılabilir.

(1M) $\text{CH}_3\text{COO}^- = \text{Ac}^-$ şeklinde kısaltılabilir.



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] [\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]}$$

ihmal

$$1.10^{-5} = \frac{x \cdot (x + 0,1)}{(0,1 - x)} \text{ ihmal}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1.10^{-5}\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log(1.10^{-5})$$

$$\text{pH} = 5$$

2. Yöntem

$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot \frac{[\text{Tuz}]}{[\text{Asit}]}$$

$$1.10^{-5} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot \frac{0,1\text{M}}{0,1\text{M}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.10^{-5}\text{M}$$

$$\text{pH} = 5$$

Cevap C

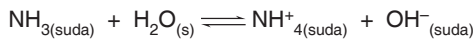


0,5M NH_3 ve 0,1M NH_4Cl çözeltisinin pH'ı kaçtır? (NH_3 için $K_b = 2.10^{-5}$)

- A) 4 B) 5 C) 9 D) 10 E) 11

Çözüm:

NH_3 zayıf baz, NH_4^+ onun konjuge asididir.



Bazık tampon çözeltide;

$$K_b = [\text{OH}^-] \cdot \frac{[\text{Tuz}]}{[\text{Baz}]}$$

$$2.10^{-5} = [\text{OH}^-] \cdot \frac{0,1\text{M}}{0,5\text{M}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-4}\text{M}$$

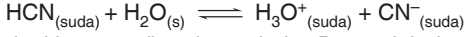
$$\text{pOH} = 4$$

$$\text{pH} = 10$$

Cevap D



HCN'nin oda sıcaklığındaki sulu çözeltisi



denkleminde göre dengededir. Dengedeki bu sisteme sabit sıcaklıkta bir miktar KCN katısı ekleniyor. **Buna göre;**

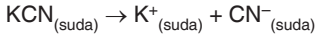
- I. Tampon çözelti oluşur.
- II. H_3O^+ iyon derişimi azalır.
- III. Çözeltinin pH'ı artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) I ve III E) I, II ve III

Çözüm:

KCN tuzu suda



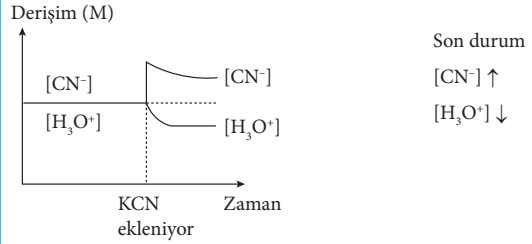
şeklinde iyonlarına ayrışır.

Oluşan CN^- iyonları dengedeki CN^- iyonlarının derişimini artırır. Denge reaktifler (girenler) yönüne hareket eder.

H_3O^+ iyon derişimi azalır, pH artar.

HCN ve KCN karışımı tampon çözeltidir.

Bu arada dengedeki sisteme KCN eklendiğinde dengedeki CN^- ve H_3O^+ iyonlarının derişimlerinin zamanla değişim grafiği aşağıdaki gibidir.



Cevap E

5.2. Tampon Kapasitesi

Tampon çözeltisinin pH'sını çok fazla değiştirmeden nötrleştirebileceği asit ya da baz miktarına denir. Zayıf bir asitle eşlenik bazın derişim değerleri yüksek ve birbirine eşitse (ya da çok yakınsa) tampon kapasitesi maksimumdur.

Bir tampon çözeltisinin tampon kapasitesi, çözeltideki asidin pKa değerinin 1 eksiği ya da 1 fazlasıdır.

CH_3COOH için $K_a = 1.10^{-5}$, $pK_a = 5$ dir, $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COONa}$ için tampon kapasitesi $\text{pH} = 4 - 6$ aralığındadır.

NH_3 için $K_b = 1.10^{-5}$, $pK_b = 5$, $pOH = 5$, $\text{pH} = 9$ $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ için tampon kapasitesi: $\text{pH} = 8 - 10$ aralığındadır.



Zayıf bir asit olan CH_3COOH 'ın 0,1M'lık sulu çözeltisine sabit sıcaklıkta;

- I. CH_3COONa katısı
- II. Saf su
- III. KOH katısı
- IV. 1M HCl çözeltisi

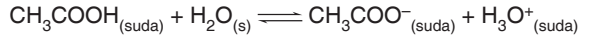
hangileri eklenirse çözeltinin pH'ı artar?

- A) I, II ve III B) II, III ve IV C) I, III ve IV
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

Çözüm:

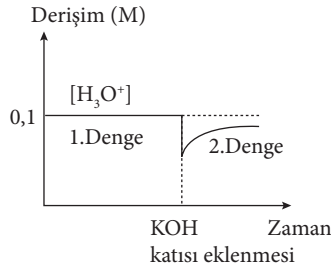
CH_3COOH zayıf bir asit, CH_3COONa onun eşlenik bazını içeren bir tuzdur. İkisinin homojen karışımı tampon çözeltidir. $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{HAc})$ dengesi aşağıdaki gibidir.

Denge:



CH_3COONa suda iyonlaşır ve CH_3COO^- (Ac^-) iyonları oluşturur. Oluşan Ac^- iyonları HAc dengesinde ürünler tarafındaki Ac^- iyonlarının derişimini artırır, denge girenler yönüne hareket eder. Dengedeki H_3O^+ iyonlarının derişimi azalır, pH artar. $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$

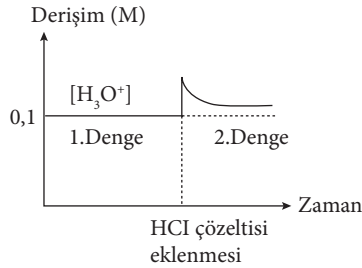
Saf su eklenmesi HAc dengesinde ürünler tarafında bulunan Ac^- ve H_3O^+ iyonlarının derişimini azaltır. Denge ürünler yönüne hareket eder. Ancak H_3O^+ derişimi ilk dengedekinden daha az olur, pH artar.



KOH katısı suda iyonlarına ayrışır. Oluşan OH^- iyonları dengedeki H_3O^+ iyonlarını nötürleştirir.

H_3O^+ iyonları derişimi azalır. Denge ürünler yönüne hareket eder. H_3O^+ derişimi bir miktar artar. Ancak 1. dengedeki değerine ulaşamaz. Son durumda H_3O^+ derişimi azalmış olur, pH artar.

1M HCl eklendiğinde dengedeki H_3O^+ iyonları derişimi önce artar, sonra azalır. Son durumda artmış olur, pH azalır. Aşağıdaki grafikte bu durum açıklanmaktadır.



Cevap A

6. Hidroliz

25 °C da saf suda,

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ M'dir ve pH} = 7 \text{ dir.}$$

Saf su pH bakımından nötrdür.

NaCl tuzu suda çözüldüğünde tamamen iyonlarına ayrışır. Oluşan çözeltinin pH'sı 7'dir.



Ancak saf suda bir miktar NH_4Cl tuzu çözüldüğünde pH 7'nin altına inmektedir.

Yine saf suda CH_3COONa tuzu çözüldüğünde pH 7'nin üstüne çıkmaktadır.

NaCl, NH_4Cl ve CH_3COONa tuzlarının bu farklı davranışlarının nedeni şu şekilde açıklanır.

- ✚ Kuvvetli asit ve bazların tepkimesinden oluşan tuzlar (ör. NaCl) nötrdür, hidroliz olmazlar. Çözeltinin pH değeri 7 dir.
- ✚ Zayıf bazların kuvvetli asitlerle oluşturduğu tuzlar (ör. NH_4Cl) hidroliz olur: pH < 7 (katyon asit özelliği gösterir.)
- ✚ Kuvvetli baz ve zayıf asitlerin tuzları (ör. CH_3COONa) hidroliz olur: pH > 7 (Anyon baz özelliği gösterir)
- ✚ Zayıf asit ve zayıf bazların oluşturduğu tuzlar da (ör. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$) hidroliz olur. (Kationlar asit, anyonlar baz özelliği gösterir. Çözeltinin asidik mi, yoksa bazik mi olacağı, iyonların K_a ve K_b değerlerine bağlıdır.)

Uyarı:

Zayıf baz + Zayıf asit → Tuz + Su

Zayıf bir asit ile zayıf bir bazın tepkimesinden oluşan tuz;

$$K_a > K_b \text{ ise asidik;}$$

$$K_b > K_a \text{ ise bazik,}$$

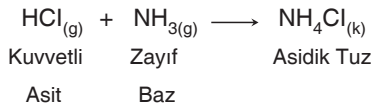
$$(K_a = K_b \text{ ise nötral})$$

özelliği gösterir.

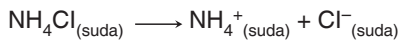
6.1. Asit Özelliği Gösteren Tuzlar

Asit özelliği gösteren tuzlara; zayıf bir baz olan NH_3 'ün kuvvetli asitlerle tepkimesinden oluşan tuzlar örnek verilebilir.

Örnek; NH_4Cl , NH_4NO_3 vb.



Oluşan NH_4Cl tuzu suda çözünerek önce iyonlarına ayrışır.



NH_4^+ (Amonyum) iyonu su ile hidroliz olur ve H_3O^+ iyonu oluşturur. Çözelti asidik özellik gösterir, pH < 7 olur.



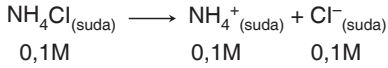


0,1 M NH_4Cl çözeltisinin pH kaçtır? (NH_3 için $K_b = 1 \cdot 10^{-5}$)

- A) 5 B) 6 C) 9 D) 10 E) 11

Çözüm:

Önce tuzun iyonlaşma denklemi yazılır, daha sonra hidroliz olacak iyon belirlenir.



Zayıf olan bazdan gelen NH_4^+ iyonları hidroliz olur. Buna göre,

	$\text{NH}_4^+_{(\text{suda})}$	+	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{s})}$	\rightleftharpoons	$\text{NH}_3_{(\text{suda})}$	+	$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{suda})}$
B:	0,1 M		-		-		-
D:	-x M		-		+x M		+x M
D:	(0,1-x) M		-		x M		x M

Yukarıdaki denge bağıntısı asidik bir dengeye aittir. Soruda ise NH_3 'ün bazlık sabiti (K_b) verilmiştir. Bu değer K_a 'ya dönüştürülmesi gerekir.

Bu işlemde şöyle yapılır.

$$K_a \cdot K_b = K_{\text{su}} \quad K_a \cdot 1 \cdot 10^{-5} = 1 \cdot 10^{-14} \quad K_a = 1 \cdot 10^{-9} \text{ olur.}$$

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

0,1 değerinin yanında x'in çok küçük olduğu düşünülerek x ihmal edilir.

$$1 \cdot 10^{-9} = \frac{x \cdot x}{(0,1-x)} \text{ ihmal}$$

$$x^2 = 1 \cdot 10^{-10}$$

$$x = 1 \cdot 10^{-5} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log (1 \cdot 10^{-5})$$

$$\text{pH} = 5 \text{ tir.}$$

Cevap A

NOT

Asit özellik gösteren tuzların katyonu hidroliz olur.

6.2. Bazik Özellik Gösteren Tuzlar

Kuvvetli bir bazla zayıf bir asidin tepkimesinden oluşan tuzlar bazik özellik gösterirler. NaOH ve KOH'in; HCN, HF, H_2CO_3 , HCOOH, CH_3COOH gibi zayıf asitlerle oluşturduğu tuzlar, bazik tuzlara örnek verilebilir.

NaCN, KCN, NaF, KF, Na_2CO_3 , K_2CO_3 , HCOONa, CH_3COONa , HCOOK, CH_3COOK vb.

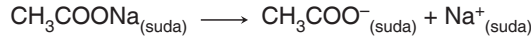
CaCO_3 (Kalsiyum karbonat), NaHCO_3 bazik özellik gösteren tuzlardır.

Kuvvetli Baz + Zayıf Asit \longrightarrow Bazik Tuz + Su



CH_3COONa (Sodyum asetat) tuzu bazik özellik gösterir. CH_3COONa tuzu suda çözüldüğünde oluşan çözeltinin pH'ı 7 den büyük olur.

CH_3COONa tuzu suda iyonlarına ayrışarak çözünür.



CH_3COO^- (Asetat) iyonu su ile hidroliz olur ve OH^- iyonu oluşturur. Çözelti bazik özellik gösterir, $\text{pH} > 7$ olur.



NOT

Bazik özellik gösteren tuzların anyonu hidroliz olur.

NOT

Soruda K_a ya da K_b si verilen asit ya da bazın iyonu hidroliz olur.

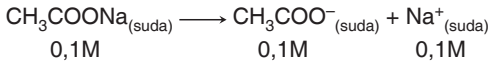


0.1 M CH_3COONa çözeltisinin pH'ı kaçtır? (CH_3COOH için $K_a = 1.10^{-5}$)

- A) 5 B) 6 C) 9 D) 10 E) 11

Çözüm:

Önce tuzun iyonlaşma denklemi yazılır, daha sonra hidroliz olacak olan iyon belirlenir.



CH_3COO^- iyonları hidroliz olur. Buna göre,

	$\text{CH}_3\text{COO}^-_{(suda)}$	$+$	$\text{H}_2\text{O}_{(s)}$	\rightleftharpoons	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(suda)}$	$+$	$\text{OH}^-_{(suda)}$
B:	0,1 M	-			-		-
D:	-x M	-			+x M		+x M
D:	(0,1 - x) M	-			x M		x M

Yukarıdaki denge bağıntısı bazik bir dengeye aittir. Soruda ise CH_3COOH 'ın asitlik sabiti (K_a) verilmiştir. Bu değer K_b 'ye dönüştürülmesi gerekir.

Bu işlemde şöyle yapılır.

$$K_a \cdot K_b = K_{su} \quad K_b \cdot 1.10^{-5} = 1.10^{-14} \quad K_b = 1.10^{-9} \text{ olur.}$$

0,1 değerinin yanında x'in çok küçük olduğu düşünülerek x ihmal edilir.

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad 1.10^{-9} = \frac{x \cdot x}{(0,1-x)} \text{ ihmal}$$

$$x^2 = 1.10^{-10} \quad , \quad x = 1.10^{-5} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \quad , \quad \text{pOH} = -\log (1.10^{-5})$$

$$\text{pOH} = 5 \text{ tir.} \quad , \quad \text{pH} = 9 \text{ dur.}$$

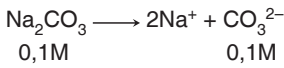
Cevap C



0,1 M Na_2CO_3 çözeltisinde $[\text{OH}^-]$ iyon derişimi nedir?

- $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \quad K_{a1} = 4.10^{-7}$
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+ \quad K_{a2} = 4.10^{-11}$
 A) 1.10^{-3} B) 2.10^{-3} C) 3.10^{-3}
 D) 4.10^{-3} E) 5.10^{-3}

Çözüm:



(CO_3^{2-}) Karbonat iyonları su ile hidroliz olarak bikarbonat iyonuna (HCO_3^-) dönüşür. Bikarbonatta tekrar hidroliz olarak karbonik asite dönüşür. Bu tepkimelerin iyonlaşma sabitleri yukarıda verilen K_{a1} ve K_{a2} kullanılarak bulunur.



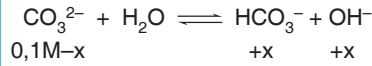
$$K_{b1} = \frac{K_{su}}{K_{a2}} = \frac{10^{-14}}{4.10^{-11}} = 0,25.10^{-3}$$



$$K_{b2} = \frac{K_{su}}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{4.10^{-7}} = 0,25.10^{-7}$$

$$\frac{K_{b1}}{K_{b2}} = \frac{0,25.10^{-3}}{0,25.10^{-7}} = 10^4 \text{ olduğu için ikinci hidrolizden gelen}$$

OH^- iyonları ihmal edilebilir.



$$K_{b1} = \frac{[\text{HCO}_3^-] [\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

$$0,25.10^{-3} = \frac{x \cdot x}{(0,1-x)} \rightarrow \text{ihmal}$$

$$x^2 = 0,25.10^{-4}$$

$$x = 5.10^{-3} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

Cevap E

7. Zayıf Asit – Kuvvetli Baz Tepkimeleri

Zayıf bir asidin kuvvetli bir baz ile tepkimesinde 3 tür durum söz konusudur.

1. Durum;

Aşağıdaki tepkime denkleminde zayıf asit ve kuvvetli baz tamamen tepkimeye girerse (herhangi birinden artma olmazsa); ortamda sadece bazik tuz ve su bulunur. Oluşan tuz bazik özellik gösterdiği için hidrolize uğrar, soru hidroliz mantığıyla çözülür.





200 mL 0,1 M HCOOH çözeltisi üzerine, 200 mL 0,1 M NaOH çözeltisi ekleniyor. Son çözeltinin pH'ı kaçtır? (HCOOH için $K_a = 5 \cdot 10^{-4}$)

- A) 10,0 B) 8,0 C) 6,7 D) 5,3 E) 4,7

Çözüm:

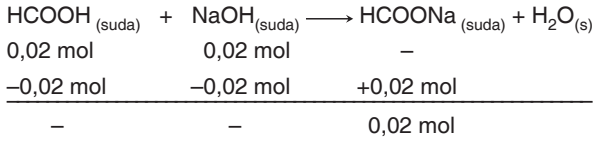
HCOOH zayıf bir asit, NaOH kuvvetli bir bazdır.

HCOOH'ın mol sayısı:

$$M = \frac{n}{V} \quad 0,1 = \frac{n}{0,2} \quad n = 0,02 \text{ mol}$$

NaOH'ın mol sayısı:

$$M = \frac{n}{V} \quad 0,1 = \frac{n}{0,2} \quad n = 0,02 \text{ mol}$$

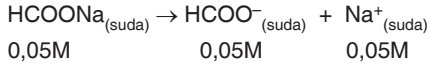


Yukarıdaki tepkimeye göre zayıf asit ve kuvvetli baz tükenmiştir. Ortamda sadece bazik özellik gösteren HCOONa tuzu kalmıştır.

HCOONa'nın molaritesi hesaplanır.

$$M = \frac{n}{V_T} = \frac{0,02}{0,4} = 0,05M$$

HCOONa suda iyonlarına ayrışır. Oluşan HCOO⁻ iyonu hidroliz olur.



	HCOO ⁻ _(suda) + H ₂ O _(s)		→	HCOOH _(suda) + OH ⁻ _(suda)	
B:	0,05 M	-		-	-
D:	-x M	-		+x M	+x M
D:	(0,05-x) M	-		x M	x M

Yukarıdaki denge bağıntısı bazik bir dengeye aittir. Soruda ise HCOOH'ın asitlik sabiti (K_a) verilmiştir. Bu değer K_b 'ye dönüştürülmesi gerekir.

Bu işlemde şöyle yapılır.

$$K_a \cdot K_b = K_{su} \quad K_b \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 1 \cdot 10^{-14} \quad K_b = 2 \cdot 10^{-11} \text{ olur.}$$

0,4 değerinin yanında x'in çok küçük olduğu düşünülerek x ihmal edilir.

$$K_b = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} \quad 2 \cdot 10^{-11} = \frac{x \cdot x}{(0,05 - x)} \rightarrow \text{ihmal}$$

$$x^2 = 1 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 1 \cdot 10^{-6} \quad M = [\text{OH}^-]$$

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

$$\text{pOH} = -\log 1 \cdot 10^{-6}$$

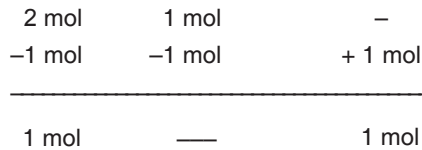
$$\text{pOH} = 6, \quad \text{pH} = 8$$

Cevap B

2. Durum;

Zayıf asidin mol sayısı, kuvvetli bazdan fazla olursa; zayıf asitten artar, ortamda zayıf asit ve onun tuzu ve su bulunur. Zayıf asit ve onun eşlenik bazını içeren tuz bir arada olursa tampon çözelti oluşur. Soru tampon çözelti mantığıyla çözülür.

Zayıf Asit + Kuvvetli Baz → Bazik Tuz + Su





100 mL, 4 M HX çözeltisi üzerine, 100 mL, 2 M NaOH çözeltisi ekleniyor. Son çözeltinin pH'ı kaçtır?

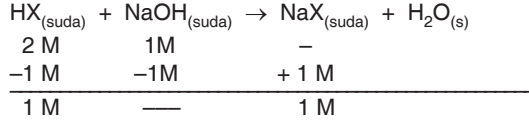
(HX için $K_a = 1.10^{-5}$)

- A) 4 B) 5 C) 6 D) 9 E) 10

Çözüm:

HCN zayıf bir asit, NaOH kuvvetli bir bazdır.

Çözeltiler eşit hacimde karıştırıldıkları için derişimleri yarıya iner. Hacimler farklı olsaydı soruyu mol üzerinden çözmek daha sağlıklı olurdu.



$$K_a = [\text{H}^+] \cdot \frac{[\text{Tuz}]}{[\text{Asit}]}$$

$$1.10^{-5} = [\text{H}^+] \cdot \frac{1}{1} \quad [\text{H}^+] = 1.10^{-5} \text{ M} \\ \text{pH} = 5$$

Cevap B

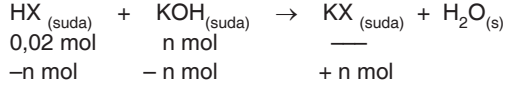


pH'si 5 olan bir tampon çözelti hazırlamak için 100 mL 0,2M HX zayıf asidine kaç gram KOH katısı eklenmelidir?

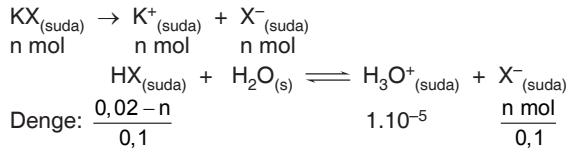
(Katı KOH ilavesiyle hacmin değişmediği varsayılacaktır. HX için $K_a = 1.10^{-5}$, KOH = 56 g/mol)

- A) 0,01 B) 0,4 C) 0,56 D) 5,6 E) 11,2

Çözüm:



Tampon çözelti oluşabilmesi için zayıf asidin bir kısmı tepkime vermelidir (yani zayıf asitten artmalıdır). Tepkimeye giren KOH miktarı ile harcanan asit miktarı eşittir.



$$K_a = [\text{H}^+] \cdot \frac{[\text{Tuz}]}{[\text{Asit}]}$$

$$1.10^{-5} = 1.10^{-5} \cdot \frac{n/0,1}{(0,02-n)/0,1}$$

$$n = 0,02 - n$$

$$n = 0,01 \text{ mol}$$

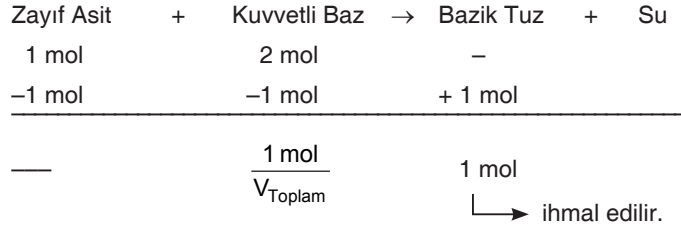
$$0,01 \times 56 = 0,56 \text{ gram KOH eklenmelidir.}$$

Cevap C

3. Durum;

Zayıf asidin kuvvetli bir bazla tepkimesinde; kuvvetli bazın mol sayısı daha fazla ise zayıf asit tamamen tükenir, kuvvetli bazdan artar. Kuvvetli bazın molaritesi, tepkimeye girmeden kalan bazın mol sayısının toplam hacime **bölünmesiyle bulunur.**

Çözeltinin pOH'sı kuvvetli bazdan faydalanarak hesaplanır.

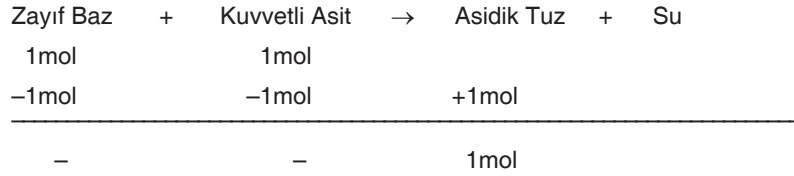


8. Zayıf Baz– Kuvvetli Asit Tepkimeleri

Zayıf bir bazın kuvvetli bir asitle tepkimesinde 3 durum söz konusudur.

1. Durum;

Aşağıdaki tepkime denkleminde göre zayıf baz ve kuvvetli asit tamamen tepkimeye girerse (herhangi birinden artma olmazsa); ortamda asidik tuz ve su bulunur. Oluşan tuz asit özelliği gösterdiği için hidrolize uğrar ve soru hidroliz mantığıyla çözülür.



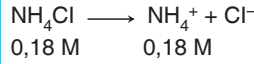
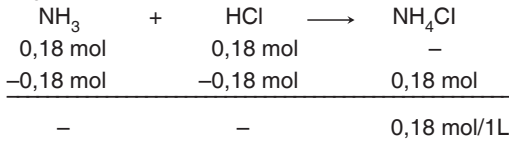
0,36M 500 mL NH_3 çözeltisi ile 0,36M 500 mL HCl çözeltisi karıştırıldığında son çözeltinin pH'ı kaç olur? (NH_3 için $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 8 E) 9

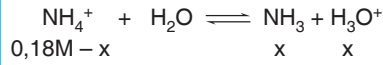
Çözüm:

$$n_{\text{NH}_3} = 0,36 \cdot 0,5 = 0,18 \text{ mol NH}_3$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,36 \cdot 0,5 = 0,18 \text{ mol HCl}$$



$$0,18 \text{ M} \quad \quad \quad 0,18 \text{ M}$$



$$0,18\text{M} - x$$

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$\frac{10^{-14}}{K_b} = \frac{x \cdot x}{(0,18 - x)}$$

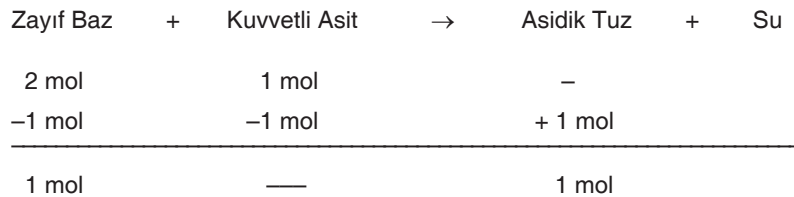
$$\frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = \frac{x^2}{0,18} \quad \rightarrow \text{ihmal}$$

$$x = 10^{-5} = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pH} = 5$$

Cevap C

2. Durum;

Zayıf bazın mol sayısı, kuvvetli asitten fazla olursa; zayıf bazdan artar, ortamda zayıf baz ve onun tuzu bulunur. Zayıf baz ve onun eşlenik asidini içeren tuz bir arada bulunursa, tampon çözelti oluşur. Soru tampon çözelti mantığıyla çözülür.





35 mL 0,2M piridin (C_5H_5N) çözeltisine 5 mL 0,2M HCl çözeltisi eklendiğinde elde edilen çözeltideki OH^- derişimi kaç moldur? (Piridin için $K_b = 1,5 \times 10^{-9}$)

- A) $3,0 \times 10^{-5}$ B) $1,5 \times 10^{-9}$ C) $9,0 \times 10^{-9}$
D) $1,5 \times 10^{-10}$ E) $3,0 \times 10^{-10}$

Çözüm:

Piridin zayıf bir baz, HCl kuvvetli bir asittir. Önce → Piridin mol sayısı bulunur.

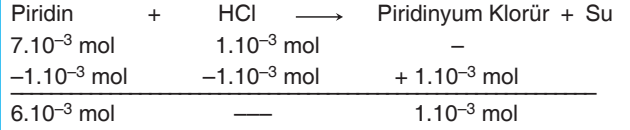
$$M = \frac{n}{V} \quad 0,2 = \frac{n}{35 \cdot 10^{-3}}$$

$$n = 7 \cdot 10^{-3} \text{ mol Piridin}$$

HCl'nin mol sayısı bulunur.

$$M = \frac{n}{V} \quad 0,2 = \frac{n}{5 \cdot 10^{-3}}$$

$$n = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol HCl}$$



$$[Piridin] = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{40 \cdot 10^{-3}} = \frac{6}{40} M$$

$$[Piridinyum Klorür] = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{40 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{40} M$$

$$K_b = [OH^-] \cdot \frac{[Tuz]}{[Baz]}$$

$$1,5 \cdot 10^{-9} = [OH^-] \cdot \frac{1/40}{6/40}$$

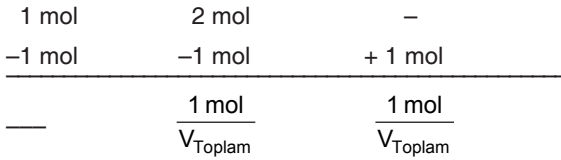
$$[OH^-] = 9,0 \cdot 10^{-9}$$

Cevap C

3. Durum;

Zayıf bir bazın kuvvetli bir asitle tepkimesinde; kuvvetli asidin mol sayısı fazla ise zayıf baz tükenir, kuvvetli asitten artar. Kuvvetli asidin molaritesi, tepkimeye girmeden kalan asidin mol sayısının toplam hacime bölünmesiyle bulunur. Çözeltinin pH'ı kuvvetli asidin derişiminden hesaplanır.

Zayıf Baz + Kuvvetli Asit → Asidik Tuz + Su



9. İndikatörler

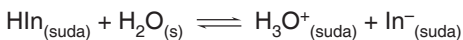
Sulu çözeltide ortamın pH'sına göre renk değiştiren maddelere indikatör denir. İndikatörler, titrasyonlarda kullanılır. Asit-baz indikatörleri zayıf asit veya zayıf bazdır. Genelde indikatörler HIn sembolü ile gösterilir.

HIn: Belirli bir rengi olan zayıf bir asit.

In⁻: Asitten farklı bir rengi olan eşlenik bazdır.

Çözeltiye birkaç damla indikatör eklenirse miktarı çok az olduğu için ortamın pH sınırı etkilemez ve çözeltinin derişiminin değişmediği kabul edilir. Ancak çözeltideki H_3O^+ derişimi indikatörün iyonlaşma dengesini etkiler. Bu durumda indikatör ya asit rengini, ya baz rengini ya da bu iki rengin karışımını gösterir. Ortamın asidik yada bazik olmasına göre indikatör renk değiştirir.

İndikatörün çözeltideki iyonlaşma dengesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

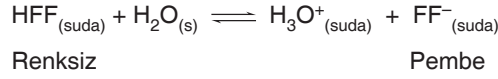


Asit rengi

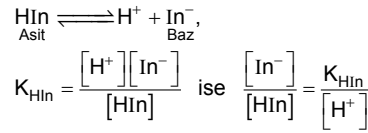
Baz rengi

Le Chatelier prensibine göre; çözeltiyeye asit eklenirse H_3O^+ iyonu derişimi artar, denge bu etkiyi azaltmak için reaktifler (girenler) yönüne hareket eder. İndikatörün asit rengi (HIn) gözlemlenir. Çözeltiyeye baz eklenirse H_3O^+ iyonu derişimi azalır, denge bu etkiyi azaltmak için ürünler yönüne hareket eder. İndikatörün baz rengi (In^-) gözlemlenir.

Fenolftalein, zayıf bir asittir; asidik hali renksiz, bazik hali pembe (menekşe) renklidir. Fenolftalein (HFF) şeklinde sembolize edilsin.



$$pH = pK_{HIn} + \log \frac{[In^-]}{[HIn]}$$



$\frac{[In^-]}{[HIn]} \nearrow 10$ dan büyükse indikatör BAZ şeklinin renginde görünür.
 $\frac{[In^-]}{[HIn]} \searrow 0.1$ den küçükse indikatör ASİT şeklinin renginde görünür.

$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = 10 = \frac{K_{HIn}}{[H^+]} \rightarrow [H^+] = \frac{1}{10} K_{HIn} \rightarrow pH = pK_{HIn} + 1$$

Baz şeklin rengi

$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = \frac{1}{10} = \frac{K_{HIn}}{[H^+]} \rightarrow [H^+] = 10 K_{HIn} \rightarrow pH = pK_{HIn} - 1$$

Asit şeklin rengi

İndikatörün renk değiştirdiği pH aralığı $\Rightarrow pH = pK_{HIn} \pm 1$

pH Belirteci	Daha düşük pH'daki renk	Geçiş aralığı pH sınırları (yaklaşık)	Daha yüksek pH'daki renk
Metil menekşesi (metil viyole)	sarı	0.0 - 1.6	mavi-menekşe
Malahit yeşili	sarı	0.2 - 1.8	mavi-yeşil
Timol mavisi (asit-ilk geçiş)	kırmızı	1.2 - 2.8	sarı
Metil sarısı (etanolda)	kırmızı	2.9 - 4.0	sarı
Bromfenol mavisi	sarı	3.0 - 4.6	menekşe
Kongo kırmızısı	mavi	3.0 - 5.2	kırmızı
Metil turuncusu	turuncu	3.1 - 4.4	sarı
Metil turuncusu (ksilen siyanol çözeltisinde)	mor	3.2 - 4.2	yeşil
Bromkrezol yeşili	sarı	3.8 - 5.4	mavi
Metil kırmızısı	kırmızı	4.2 - 6.3	sarı
Litmus (Azolitmin)	kırmızı	4.5 - 8.3	mavi
Bromkrezol moru	sarı	5.2 - 6.8	menekşe
Bromtimol mavisi	sarı	6.0 - 7.6	mavi
Fenol kırmızısı	sarı	6.6 - 8.0	kırmızı
Timol mavisi (baz-ikinci geçiş)	sarı	8.0 - 9.6	mavi
Fenolftalein	renksiz	8.2 - 10.0	mor-menekşe
Timolftalein	renksiz	9.4 - 10.6	mavi
Alizarin sarısı R	sarı	10.1 - 12.0	portakal - kırmızı
İndigo karmin	mavi	11.4 - 13.0	sarı



Bir indikatörün (HIn) asit rengi kırmızı, baz rengi (In⁻) mavidir.

$$\frac{[HIn]}{[In^-]} = \frac{20}{1} \text{ olduğunda indikatör kırmızı,}$$

$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = \frac{5}{1} \text{ olduğundan indikatör mavi renklidir.}$$

Buna göre indikatörün renk değişimi için en uygun pH aralığı nedir? (HIn için $K_a = 1 \cdot 10^{-6}$, $\log 5 = 0,7$, $\log 0,05 = -1,3$)

- A) 3,0 – 5,0
- B) 5,0 – 7,0
- C) 7,0 – 9,0
- D) 4,7 – 6,7
- E) 6,0 – 8,0

Çözüm:



$$pH = pK_a + \log \frac{[In^-]}{[HIn]}$$

$$pH = -\log 1 \cdot 10^{-6} + \log \frac{5}{1}$$

$$pH = 6 + 0,7 = 6,7$$

$$\frac{[In^-]}{[HIn]} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ olduğundan,}$$

$$pH = 6 - 1,3 = 4,7 \text{ olacaktır.}$$

Cevap D

10. Asit - Baz Titrasyonları

Volumetrik analiz nicel bir analiz yöntemidir. Volumetrik analiz en temel işlemi "titrasyon"dur. Asit ve bazların titrasyonu nötralleşme tepkimesidir. Kantitatif (nicel) bir analiz yöntemidir. Titrasyon işleminde, derişimi bilinen **standart (ayarlı) çözelti kullanılır**. Standart bir çözelti yardımıyla derişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişiminin bulunması işlemidir.

Titrant: Derişimi önceden bilinen uygun bir madde (standart çözelti).

Analit: Titrasyon işleminde derişimi bilinmeyen madde.

Belirli hacimdeki standart çözelti (titrant) bürete konulur, derişimi bilinmeyen belirli hacimdeki çözelti (analit) erlene konulur. Bürete konulan standart çözeltiden damla damla tepkime tamamlanıncaya kadar erlendeki çözeltiye eklenir. Bu sırada analit çözeltisi (erlen) elle veya bir manyetik karıştırıcı ile sürekli karıştırılmalıdır.

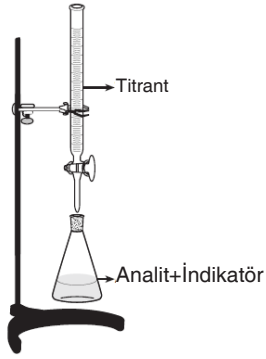
Tepkimenin tamamlandığının anlaşılabilmesi için, tepkime çözeltisinin belirli bir özelliğinde (elektriksel veya fiziksel özelliklerde, çözelti renginde vb.) tepkimenin bittiğini belirten bir değişiklik saptanabilmelidir. Bu değişiklikler her titrasyonda kendiliğinden ortaya çıkmaz. Bu durumda "**indikatör**" veya "belirteç" olarak bilinen maddelerden yararlanılır. Buna göre indikatörler "çözelti özelliklerine bağlı olarak renk değiştirebilen belirteçler" olarak tanımlanabilir. Bir titrasyon işleminde eşdeğer (veya stokiyometrik) miktar titrant ile analit reaksiyona girerler ve indikatörün renk değiştirdiği noktaya "dönüm noktası" denir.

Titrasyon metodu; asit-baz nötralizasyonu, kompleksleşen çökeltme ve redoks tepkimelerine uygulanabilir.

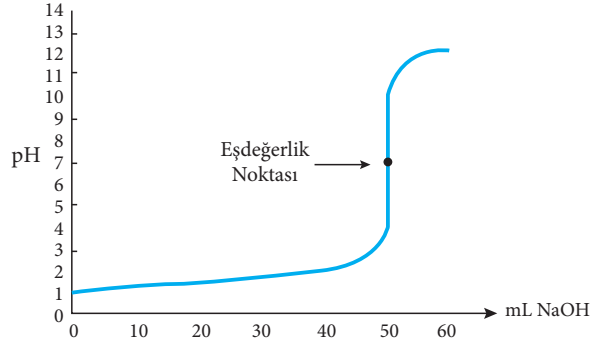
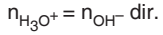
10.1. Kuvvetli Asit-Kuvvetli Baz Titrasyonları

Bir asit;baz titrasyonu sırasında katılan titrant hacmine karşılık, titre edilen çözeltilde meydana gelen pH değişimini gösteren grafiğe titrasyon eğrisi denir.

Aşağıdaki titrasyon grafiğinde kuvvetli bir asit çözeltisi üzerine baz eklendiğinde, asit çözeltisinin pH'sının eklenen baz hacmiyle değişimi görülmektedir.



Eşdeğerlik noktasında

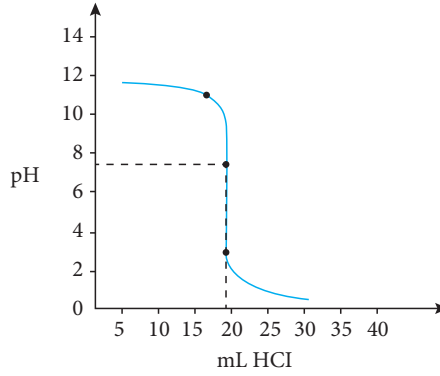


Kuvvetli bir asit çözeltisine kuvvetli bir baz eklenmesine ait titrasyon grafiği
Eklenen NaOH Hacmi (mL)

NOT

Kuvvetli bir asidin üzerine kuvvetli bir baz eklenirse;

- Titrasyon başlangıcında pH değeri küçüktür.
- Eşdeğerlik noktasının biraz öncesine kadar pH değişimi yavaş olur.
- Eşdeğerlik noktasında pH hızla yükselir.
- Eşdeğerlik noktasından sonra pH yükselmesi yine yavaş olur.
- Renk değişimi pH = 4 – 10 aralığına düşen bir indikatör bu titrasyon için uygundur.



Kuvvetli bir bazın üzerine, kuvvetli asit eklenmesiyle oluşan titrasyon eğrisi

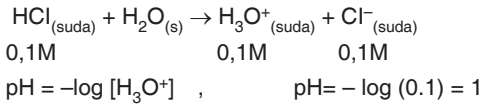


50 mL 0,1 M HCl içeren bir çözelti 0,1 M NaOH çözeltisi ile titre ediliyor. Buna göre;

- 0,1 M HCl çözeltisine, NaOH eklenmeden önceki pH değeri nedir?
- 25 mL NaOH çözeltisi eklendiğinde çözeltinin pH değeri nedir?
- 50 mL NaOH çözeltisi eklendiğinde çözeltinin pH değeri nedir?
- 150 mL NaOH çözeltisi kullanıldığında ortamın pH'si nedir?

Çözüm:

a) Çözeltiye baz eklenmeden önceki pH değeri; HCl kuvvetli asittir suda % 100 oranında iyonlaşır.



b) 25 mL NaOH çözeltisi eklendiğinde pH;

Eklene NaOH çözeltisinden gelen OH^- iyonları ile asit çözeltisindeki H_3O^+ iyonları nütürleşir. Ancak eklene NaOH miktarı, asidin tamamını nütürleştirmeye yetmeyeceği için çözelti hala asit özelliği gösterir.

Çözeltinin pH'sını bulmak için artan H_3O^+ iyonları derişimi bulunmalıdır.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{n\text{H}_3\text{O}^+ - n\text{OH}^-}{V_T} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{0,1 \cdot 0,05 - 0,1 \cdot 0,025}{0,075} = 0,03\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \quad \quad \text{pH} = -\log (0.03) = 1,5$$

c) 50 mL NaOH çözeltisi eklendiğinde pH;

Eklene NaOH çözeltisinden gelen OH^- iyonları ile asit çözeltisindeki H_3O^+ iyonları tamamen nütürleşir. Çözelti nötr özellik gösterir.

$$n \text{H}_3\text{O}^+ = 0,05 \text{ mol} \quad \quad \quad n \text{OH}^- = 0,05 \text{ mol}$$

$n \text{H}_3\text{O}^+ = n \text{OH}^-$ (eşdeğerlik noktası) olduğu için çözelti nötrdür ($\text{pH}=7$)

d) 150 mL NaOH çözeltisi eklendiğinde pH;

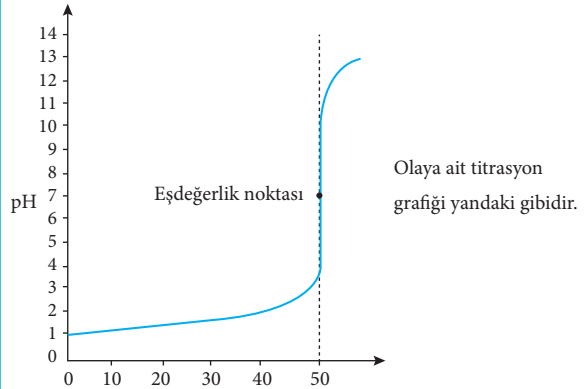
Eklene NaOH çözeltisinden gelen OH^- iyonları mol sayısı, asit çözeltisindeki H_3O^+ iyonları mol sayısından daha fazladır. Çözelti bazik özellik gösterir.

Çözeltinin pH'sını bulmak için artan OH^- iyonları derişimi bulunmalıdır.

$$[\text{OH}^-] = \frac{n_{\text{OH}^-} - n_{\text{H}_3\text{O}^+}}{V_T} \quad [\text{OH}^-] = \frac{0,1 \cdot 0,15 - 0,1 \cdot 0,05}{0,20} = 0,05\text{M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \quad \quad \quad \text{pOH} = -\log (0.05) = 1,3$$

$$\text{pH} = 14 - 1,3 = 12,7$$

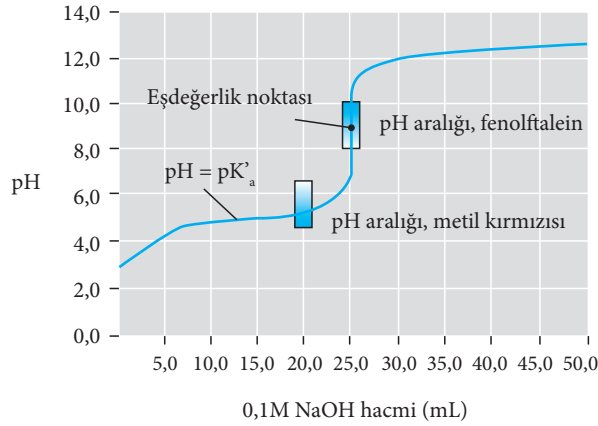


10.2. Zayıf Asit – Kuvvetli Baz Titrasyonları

Titrant kuvvetli olandan seçilmelidir. Yani zayıf asitin üzerine kuvvetli baz eklenmelidir.

Zayıf bir asitin kuvvetli bir bazla titrasyonu sırasında şunlar gözlenir.

- ☞ Başlangıç pH'ı eşit derişimli kuvvetli asitin titrasyonunda görülenden daha büyüktür.
- ☞ Titrasyon başlangıcında pH daki artış biraz daha keskindir.
- ☞ Bir süre pH artışı daha yavaş olur. Bu bölgede bir tampon çözelti oluşur.
- ☞ Eşdeğerlik noktasında pH 7 den büyüktür.
- ☞ Eşdeğerlik noktasından sonra titrasyon kuvvetli asitlerdeki gibidir.



100 mL 0,1 M CH_3COOH çözeltisinin, 0,1 M NaOH çözeltisiyle ile titrasyonu ilgili aşağıdaki durumlardaki pH'lar nasıl hesaplanır?

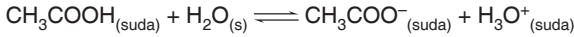
(CH_3COOH için $K_a = 1.10^{-5}$)

- NaOH çözeltisi eklenmeden önceki pH (ilk pH).
- 50 mL, 0,1 M NaOH çözeltisi eklendikten sonraki pH (Eşdeğerlik noktasından önce).
- 100 mL, 0,1 M NaOH çözeltisi eklendikten sonraki pH (Eşdeğerlik noktasında).
- 200 mL, 0,1 M NaOH çözeltisi eklendikten sonraki pH (Eşdeğerlik noktasından sonra).

Çözüm:

a) Baz eklenmeden önceki pH (Zayıf asit dengesinden pH bulunur);

Asetik asit suda aşağıdaki denkleme göre iyonlaşır.



	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(suda)}$	\rightleftharpoons	$\text{CH}_3\text{COO}^-_{(suda)}$	$+$	$\text{H}^+_{(suda)}$
B:	0,1 M		-		-
D:	-x M		+x M		+x M
D:	(0,1 - x) M		x M		x M

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad 1.10^{-5} = \frac{[x] \cdot [x]}{[0,1-x]} \text{ ihmal}$$

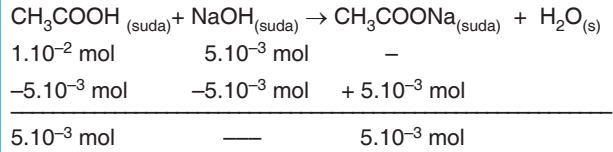
$$x^2 = 1.10^{-6} \quad , \quad x = 1.10^{-3} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pH} = -\log (1.10^{-3})$$

$$\text{pH} = 3 \text{ tür.}$$

b) 50 mL 0,1 M NaOH eklendikten sonraki pH (Eşdeğerlik noktasından önce)

Zayıf bir asidin üzerine asidin bir kısmını nötrleştirecek kadar kuvvetli baz eklenirse tampon çözelti oluşur.



Son çözeltinin pH'sını hesaplamak için Henderson–Hasselbalch eşitliği kullanılabilir.

$$K_a = [\text{H}^+] \frac{[\text{Tuz}]}{[\text{Asit}]}$$

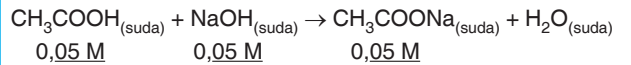
$$1.10^{-5} = [\text{H}^+] \cdot \frac{5.10^{-3} / 0,15}{5.10^{-3} / 0,15}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5} \text{ M} \quad \text{pH} = 5$$

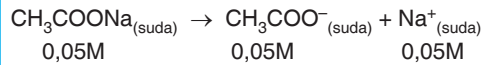
c) 100 mL, 0,1 M NaOH eklendikten sonraki pH (Eşdeğerlik Noktasında);

Zayıf bir asidin üzerine asidin tamamını nötrleştirecek kadar kuvvetli baz eklendiğinde eşdeğerlik noktasına ulaşılır. Ancak pH = 7 olmaz. Çünkü oluşan tuz bazik özellik gösterir ve hidroliz olur. Çözeltinin pH'sı 7 den büyük olur.

Çözeltiler eşit hacimde karıştırıldığı için derişimler yarıya iner.



Tuzun iyonlaşma denklemi yazılır.



CH₃COO⁻ iyonları hidroliz olur. Buna göre,

CH ₃ COO ⁻ _(suda) + H ₂ O _(s) ⇌ CH ₃ COOH _(suda) + OH ⁻ _(suda)			
B: 0,05 M	-	-	-
D: -x M	-	+x M	+x M
D: (0,05 - x) M	-	x M	x M

$$K_a \cdot K_b = K_{su}$$

$$K_b \cdot 1 \cdot 10^{-5} = 1 \cdot 10^{-14} \quad K_b = 1 \cdot 10^{-9} \text{ olur.}$$

0,05 değerinin yanında x'in çok küçük olduğu düşünülerek x ihmal edilir.

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad 1 \cdot 10^{-9} = \frac{x \cdot x}{(0,05 - x)} \text{ ihmal}$$

$$x^2 = 5 \cdot 10^{-11}$$

$$x = 7 \cdot 10^{-6} = [\text{OH}^-]$$

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

$$\text{pOH} = -\log (7 \cdot 10^{-6})$$

$$\text{pOH} = 5,16 \text{ tir.}$$

$$\text{pH} = 8,84 \text{ d\u00fcr.}$$

d) 200 mL 0,1 M NaOH çözeltisi eklendikten sonraki pH (Eş-değerlik noktasından sonra).

Eklenen NaOH miktarı çözeltideki zayıf asidin miktarından daha fazladır. Bu durumda NaOH'ın bir kısmı tepkimeye girmeden kalır. NaOH kuvvetli baz olduğu için çözeltinin pH'sı artan NaOH'ın derişimi üzerinden hesaplanır.

CH ₃ COOH _(suda)	+ NaOH _(suda)	→	CH ₃ COONa _(suda)
0,01 mol	0,02 mol		—
-0,01 mol	-0,01 mol		+0,01 mol
—	0,01 mol		

$$[\text{OH}^-] = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{0,3} = 0,033 \text{ M}$$

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

$$\text{pOH} = -\log (0,033)$$

$$\text{pOH} = 1,48$$

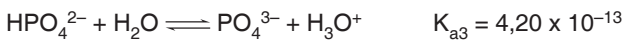
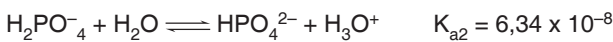
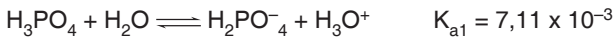
$$\text{pH} = 12,52$$

10.3. Çok Protonlu Zayıf Asidin Titrasyonu

Çok protonlu asitlerde her bir hidrojen için farklı bir eşdeğerlik noktası beklenir.

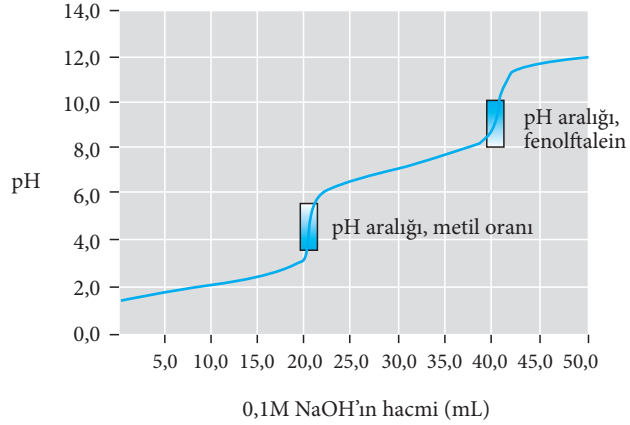
Ancak çoğu zaman 2. veya 3. iyonlaşmadan gelen hidrojen için beklenen eşdeğerlik noktası gözlenemez.

Ardışık iyonlaşma sabitleri (K_{a1}, K_{a2}, K_{a3}) arasında en azından 10³ kadarlık bir fark olması durumunda basamaklı titrasyon eğrisi gözlenir. Aksi halde birinci titrasyon basamağı tamamlanmadan ikincisi başlar.



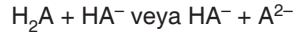
$$K_{a1} \gg K_{a2} \gg K_{a3}$$

H_3PO_4 ün titrasyonunda; K_a 'lar arasında oran yeterince büyüktür. (10^3 'den fazla) Ancak yalnızca ilk iki iyonlaşmaya karşılık gelen eşdeğerlik noktaları gözlenir. Çünkü üçüncü basamakta hidroliz olan PO_4^{3-} çözeltinin pH'ını çok yükseltir. Bu durumda çözelti en az titrasyon için kullanılan baz kadar baziktir ve nötrleşme olmaz. H_3PO_4 çözeltisinin NaOH çözeltisi ile titrasyonuna ait grafik aşağıdaki gibi olur.



Çok Protonlu Zayıf Asitlerin Tampon Çözeltileri

Diprotik bir asit (H_2A) kullanılarak,



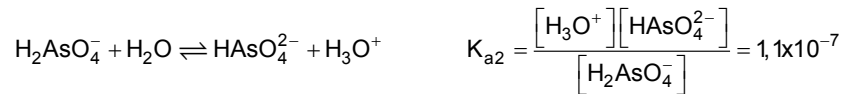
olacak şekilde iki çeşit tampon çözelti hazırlanabilir.

Genellikle ikinci iyonlaşma sabiti, birinci iyonlaşma sabitinden küçük olduğundan ikinci türün tampon çözeltisi için pH daha yüksektir.

Poliprotik asit kullanarak hazırlanan tampon çözeltiler için istenilen pH doğrultusunda çoğunlukla bir denge yeterli olmaktadır.

Hazırlanacak tamponun pH'ı kullanılması gereken asit-baz türünü belirler. Burada seçim asitlik sabitine (K_s 'ya) göre yapılır. Hangi denge kullanılırsa o dengenin pK_a sına yakın pH da tampon çözelti oluşur.

Örneğin pH yaklaşık 3 olan bir tampon hazırlanacaksa $H_3AsO_4 - H_2AsO_4^-$ sistemi seçilir. Çünkü pK_{a1} yaklaşık 3 tür. $H_2AsO_4^- - HAsO_4^{2-}$ kullanılırsa pH'ı yaklaşık 7 olan çözelti elde edilir.





pH'ı 5 olan bir tampon çözelti hazırlamak için 0,5 M 100 mL okzalik asit ($H_2C_2O_4$) çözeltisinde kaç gram sodyum okzalat ($NaHC_2O_4$) çözünmüş olmalıdır? ($H_2C_2O_4$ için $K_{a1} = 1.10^{-5}$, $K_{a2} = 1.10^{-9}$, $NaHC_2O_4 = 112$ g/mol, Katı eklenmesinin çözelti hacmini değiştirmediğini kabul ediniz.)

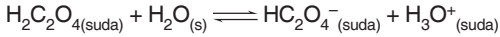
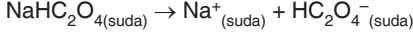
- A) 5,60 B) 6,15 C) 8,20 D) 12,3 E) 16,4

Çözüm:

K_{a2} , K_{a1} 'e göre çok küçük olduğu için oradan gelen H_3O^+ iyonları ihmal edilir.

pH'ı 5 olan bir tampon çözelti hazırlamak için pKa'sı 5 olan birinci iyonlaşma dengesinde bulunan asit ve konjuge bazı kullanılmalıdır.

$H_2C_2O_4$ asit, $HC_2O_4^-$ eşlenik baz



$$K_{a1} = 1.10^{-5}$$

1. Yol:

$$pH = pK_a + \log \frac{[HC_2O_4^-]}{[H_2C_2O_4]}$$

$$5 = -\log 1.10^{-5} + \log \frac{[HC_2O_4^-]}{0,5} \quad 5 = 5 + \log \frac{[HC_2O_4^-]}{0,5}$$

$$0 = \log \frac{[HC_2O_4^-]}{0,5}, \quad \frac{[HC_2O_4^-]}{0,5} = 1$$

$$[HC_2O_4^-] = 0,5 M$$

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,5 = \frac{n}{0,1}, \quad n = 0,05 \text{ mol} \quad NaHC_2O_4$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 0,05 = \frac{m}{112}, \quad m = 5,60 \text{ gram}$$

2. Yol:

$$pH = 5, \quad [H_3O^+] = 10^{-5} M$$

$$K_a = \frac{[HC_2O_4^-] \cdot [H_3O^+]}{[H_2C_2O_4]} \quad 1.10^{-5} = \frac{[HC_2O_4^-] \cdot 10^{-5}}{0,5}$$

$$[HC_2O_4^-] = 0,5 M$$

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,5 = \frac{n}{0,1}, \quad n = 0,05 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 0,05 = \frac{m}{112}, \quad m = 5,6 \text{ gram}$$

Cevap A

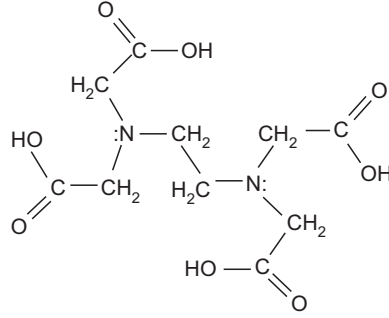
11. Standart Çözelti

Titrasyonda kullanılmak üzere belirli bir derişimde hazırlanmış saflık derecesi çok yüksek olan maddeye birincil (primer) standart madde denir. Primer standart madde derişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişiminin belirlenmesinde (ayarlanmasında) kullanılır. Primer standart maddenin;

- ☞ Oda sıcaklığında kararlı olması,
- ☞ Yüksek saflıkta olması
- ☞ Su ve karbon dioksit (CO_2) absorplama özelliğinin olmaması ve hidrat suyu içermemesi,
- ☞ Mol kütlelerinin yüksek olması
- ☞ Bileşiminin kesin olarak bilinmesi,
- ☞ Titrasyonda kullanılan çözücüde (ortamda) yeterince çözünmesi,
- ☞ Ayarlanacak çözelti ile hızlı tepkime vermesi gerekir.

12. Kompleksleşme Titrasyonu

Organik kompleks yapıcı ligantlar içinde nicel analitik kimya açısından en önemlisi EDTA'dır. EDTA 4 tane iyonlaşabilen protonu bulunan bir bileşiktir ve kısaca H_4Y olarak gösterilir. EDTA'da 4 oksijen ve 2 azot, serbest elektronlarını metalin boş yörüngelelerine vererek 6 dişli bir bileşik oluşturur. EDTA tam olarak iyonlaşmamışsa, yani H_3Y^- yapısında ise, oksijen atomlarından ancak 3 tanesi koordinasyonda rol alacağından 5 dişli bir kompleks oluşturur.



12.1. Kompleks Oluşturan Organik Maddeler

Kompleks oluşturabilecek organik maddeler olarak; etilendiamin (en) $H_2NCH_2CH_2NH_2$, okzalot (Ox) $C_2O_4^{2-}$, glisin $H_2NCH_2CO_2H$, asetilasetonat (acac) $CH_3CHOCH_2CHOCH_3$, dimetilglioksim, 1,10-fenantrolin, 8-hidroksikinolin sayılabilir.

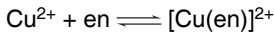
12.2. Kompleks Oluşumu

Komplekste merkezi metal iyonu ile ligandlar arasında koordine kovalent bağlar oluşur. Bu bağlarda ortaklaşa kullanılan her iki elektron da ligand tarafından sağlanır. Ligand elektron çifti veren (Lewis Bazı), metal iyonu ise bu elektronları alan (Lewis Asidi) durumundadır. Ligandın bağ yapmak üzere en az bir çift serbest elektronunun bulunması gerekir.

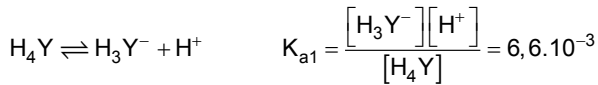
Metal iyonları sulu çözeltilerde serbest iyonlar hâlinde bulunamazlar. Metalin koordinasyon sayısına göre 4, 5 veya 6 su molekülü ile çevrelenmiş olarak bulunurlar.

Örneğin; Fe^{3+} iyonu çözeltide $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ formunda bulunur. Kompleksleşme, metal katyonu etrafındaki su moleküllerinin bir veya birkaçı ile ligandın yer değiştirmesi olayı olarak da düşünülebilir.

Sulu çözeltide Bakır (II) iyonu, Cu^{2+} ve etilendiamin (aşağıda «en» kısaltmalı) metilamin ($MeNH_2$) arasındaki oluşan komplekslere ait dengeler görülmektedir.



EDTA yapısında iyonlaşabilen 4 tane H^+ iyonu içermektedir. Ancak pratikte H^+ iyonlarından sadece 2 tanesi iyonlaşabilir. 1. İyonlaşma dengesi aşağıda verilmiştir.



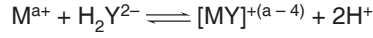
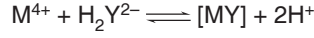
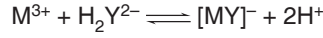
Bu nedenle sulu çözeltilerinde H_2Y^{2-} iyonları şeklinde bulunur.

Suda H_2Y^{2-} iyonları şeklinde bulunmasına rağmen verdiği kompleksler daima Y^{4-} şeklindedir.

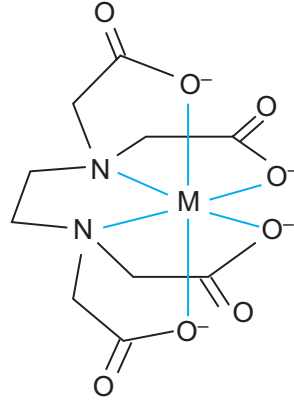
NOT

Hangi katyonla olursa olsun EDTA 1:1 komplekslerini verir. başka bir ifadeyle bir mol EDTA bir mol metal katyonu ile kompleks verir. Bu nedenle EDTA'nın kompleksleşme titrasyonlarında tesir değeri 1 olarak alınır. Oluşan komplekslerin tamamı suda çözünür ve genellikle iyondur.

Hangi kationla olursa olsun EDTA 1:1 komplekslerini verir. başka bir ifadeyle bir mol EDTA bir mol metal kasyonu ile kompleks verir. Bu nedenle EDTA'nın kompleksleşme titrasyonlarında tesir değeriği 1 olarak alınır. Oluşan komplekslerin tamamı suda çözüdür ve genellikle iyondur.



EDTA metal iyonu (M) ile koordinasyon sayısı 6 olan kompleks oluşturur.



Kompleksleştirme Titrasyonunda Belirteç Seçilirken Dikkat Edilecek Noktalar;

- ☞ Oluşacak kompleksin dayanıklılık sabiti (oluşum sabiti) yüksek olmalıdır.
- ☞ Tepkime stökiyometrik olmalıdır.
- ☞ Dönüm noktasını gözleyebilmek için iyon derişimin de ani bir değışim olmalıdır.
- ☞ Kompleksleştirme titrasyonlarında en çok kullanılan ayıraç etilendiamintetraasetik asittir (EDTA). Kimyasal denklemlerde ise uzun formül yerine dört asidik protonu gösteren H_4Y kullanılır.

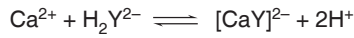


Şehir suyundan alınan; 50 mL'lik örnekte bulunan kalsiyum, okzalot hâlinde çöktürülmüş ve daha sonra 0,02 M EDTA'nın 4,0 mL'si ile titre edilmiştir.

Buna göre şehir suyundaki Ca^{2+} iyon derişimi kaç ppm'dir? (Ca: 40 g/mol, çözeltilinin yoğunluğu 1 g/mL'dir.)

Çözüm:

Çözeltideki Ca^{2+} iyonu ile EDTA (H_2Y^{2-}) birebir oranında tepkime vermektedir. EDTA'nın mol sayısından, Ca^{2+} iyonları mol sayısına geçilir.



$$M = \frac{n}{V} \quad 0,02 = \frac{n}{4 \cdot 10^{-3}}$$

$$n = 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol EDTA}$$

$$nH_2Y^{2-} = nCa^{2+} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 8 \cdot 10^{-5} = \frac{m}{40}, \quad m = 32 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

$$32 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 3,2 \text{ mg} \quad 50 \text{ mL} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

$$\text{ppm} = \frac{3,2}{5 \cdot 10^{-2}} = 64 \text{ ppm } Ca^{2+}$$

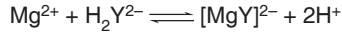


Şehir suyunda bulunan Mg^{2+} iyon derişimini tayin etmek amacıyla alınan 500,0 mL'lik örnek, gerekli işlemler yapıldıktan sonra 0,02 M EDTA'nın 10 mL' si ile titre edilmiştir.

Buna göre şehir suyundaki magnezyum iyonlarının derişimi ppm olarak nedir? (Mg: 24 g/mol, çözeltinin yoğunluğu 1 / gm'dir.)

Çözüm:

Çözeltideki Mg^{2+} iyonu ile EDTA (H_2Y^{2-}) birebir oranında tepkime vermektedir. EDTA'nın mol sayısından, Mg^{2+} iyonları mol sayısına geçilir.



$$M = \frac{n}{V}$$

$$0,02 = \frac{n}{1 \cdot 10^{-2}} \quad n = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$nH_2Y^{2-} = nMg^{2+} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = \frac{m}{24}, \quad m = 48 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

$$48 \cdot 10^{-4} = 4,8 \text{ mg}$$

$$500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}$$

$$\text{ppm} = \frac{4,8}{0,5} = 9,6 \text{ ppm } Mg^{2+}$$



Magnezyum oksit ve demir (III) oksit içeren 5 gramlık örnek asitte çözülüyor. Mg^{2+} ve Fe^{3+} iyonları çözeltiliye geçiyor. Çözeltiye KF eklenerek, demir maskeleniyor. Mg^{2+} iyonlarının titrasyonu için 20 mL 0,1 M EDTA çözeltisi harcanıyor.

Buna göre örnekteki MgO'nun kütlece yüzdesi kaçtır? (MgO = 40 g/mol)

- A) 0,4 D) 1,6 B) 0,8 E) 2,0 C) 1,2

Çözüm:

Çözeltideki Mg^{2+} iyonu ile EDTA (H_2Y^{2-}) birebir oranında tepkime vermektedir. EDTA'nın mol sayısından, Mg^{2+} iyonları mol sayısına geçilir.



$$M = \frac{n}{V}$$

$$0,1 = \frac{n}{2 \cdot 10^{-2}} \quad n = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$nH_2Y^{2-} = nMg^{2+} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 2 \cdot 10^{-3} = \frac{m}{40}, \quad m = 8 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$5 \text{ gram örnekte} \quad 8 \cdot 10^{-2} \text{ gram MgO varsa}$$

$$100 \text{ gram örnekte} \quad x \text{ gram MgO vardır.}$$

$$x = \% 1,6 \text{ MgO vardır.}$$

Cevap D



Zn içeren 1,0 g pudra örneği 20 mL 0,02 M EDTA ile titre ediliyor.

Örnekteki kütlece Zn % si kaçtır? (Zn = 65 g/mol)

- A) 1,2 B) 1,4 C) 1,6
D) 2,0 E) 2,6

Çözüm:

Çözültideki Zn^{2+} iyonu ile EDTA (H_2Y^{2-}) birebir oranında tepkime vermektedir. EDTA'nın mol sayısından, Zn^{2+} iyonları mol sayısına geçilir.



$$M = \frac{n}{V}$$

$$0,02 = \frac{n}{2 \cdot 10^{-2}} \quad n = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{H_2Y^{2-}} = n_{Zn^{2+}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 4 \cdot 10^{-4} = \frac{m}{65}, \quad m = 0,026 \text{ g}$$

1 gram örnekte 0,026 gram Zn^{2+} varsa

100 gram örnekte x gram Zn^{2+} vardır.

$$x = \% 2,6 \text{ } Zn^{2+} \text{ vardır.}$$

Cevap E

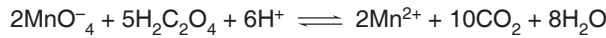
13. Redoks Titrasyonları

Elektron alışverişinin olduğu tepkimelere, yükseltgenme–indirgenme ya da redoks tepkimeleri denir. Yükseltgenme bir maddenin elektron vermesi olayıdır.

$KMnO_4$ redoks titrasyonlarında belirteç olarak kullanılabilir. Bu yöntem permanganometri denir. $KMnO_4$ 'ün belirteç olarak kullanılmasının nedenleri;

- ✚ Permanganat (MnO_4^-) iyonu kuvvetli bir yükseltgendir.
- ✚ $KMnO_4$ 'ün sulu çözeltisi renkli olduğu için eşdeğerlik noktasını belirlemede başka bir indikatöre gerek yoktur. Kolay temin edilebilir ve ekonomiktir.
- ✚ Ayarlı $KMnO_4$ çözeltisinin uzun süre saklanamaması ise dezavantajıdır.

Önemli: $KMnO_4$ çözeltisinin derişimi primer standart madde olan okzalik asitle ($H_2C_2O_4$) ayarlanır.



$KMnO_4$ çözeltisini ayarlamak için 2,68 g saf $Na_2C_2O_4$ katısı tartılmış ve titre etmek için 25,0 mL $KMnO_4$ harcandığı görülmüştür.

Potasyum permanganat çözeltisinin molaritesi kaçtır? ($Na_2C_2O_4 = 134 \text{ g/mol}$)

- A) 1,28 B) 0,64 C) 0,32
D) 0,25 E) 0,2

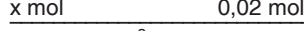
Çözüm:

$Na_2C_2O_4$ 'ün mol sayısı bulunur.

$$n = \frac{m}{M_A} = \frac{2,68}{134} = 0,02 \text{ mol}$$



Tepkime denkleminde göre

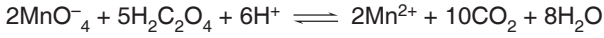
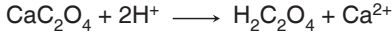
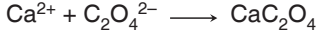


$$x = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol } KMnO_4$$

$$M = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-3}} \quad M = 0,32 \text{ molar}$$

Cevap C

Redoks titrasyonlarına permanganat ile kalsiyum tayini örnek verilebilir.



Kalsiyum (Ca^{2+}) iyonları, okzalik asitle kalsiyum okzalit (CaC_2O_4) şeklinde çöktürülür.

Çözelti asitlendirilerek kalsiyum okzalit'in çözünmesi sağlanır. Sonra çözelti KMnO_4 ile titre edilir.

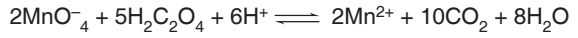
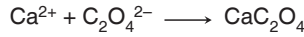


İçinde safsızlık bulunan CaO 'in 2 gramı seyreltik HCl 'de çözülmüştür. Kalsiyum, sodyum okzalit çözeltisi ile çöktürülmüştür. Çökelek süzülüp yıkandıktan sonra seyreltik asitte çözünmüştür. Hazırlanan çözelti 0,04 M KMnO_4 çözeltisi ile titre edilmiştir.

KMnO_4 çözeltisinden 50,0 mL harcadığına göre, kalsiyum oksitinin saflık yüzdesi nedir? ($\text{CaO} = 56 \text{ g/mol}$)

- A) 14 B) 28 C) 35
D) 56 E) 70

Çözüm:



KMnO_4 'ün mol sayısı bulunur.

$$M = \frac{n}{V} \quad 0,04 = \frac{n}{50 \cdot 10^{-3}} \quad n = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



$$x = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol } \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$$

Denkleme göre Ca^{2+} iyonuyla $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ iyonu birebir oranında tepkime vermektedir.

$$n \text{Ca}^{2+} = n \text{CaO} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_A} \quad 5 \cdot 10^{-3} = \frac{m}{56} \quad m = 0,28 \text{ g CaO}$$

2 gramlık örnekte	0,28 g CaO varsa
100 gramlık örnekte	x g CaO vardır.

$$x = \text{Kütlece } \% 14 \text{ saflıkta CaO vardır.}$$

Cevap A



Demir tayininde potasyum dikromat çözeltisi kullanılır. İçinde demir elementi bulunan 1,68 gramlık örnek asitte çözünüyor. Örnekteki demir, Fe^{2+} iyonlarına indirgeniyor. Daha sonra 25 mL 0,02 M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ çözeltisi ile titre ediliyor.

Örnekteki demirin kütlece yüzdesi kaçtır?

($\text{Fe} = 56 \text{ g/mol}$)

- A) 10 B) 15 C) 20
D) 25 E) 30

Çözüm:

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 'ün mol sayısı bulunur.

$$M = \frac{n}{V}$$

$$0,02 = \frac{n}{25 \cdot 10^{-3}} \quad n = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol } \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$$

$$1 \text{ mol } \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \quad 6 \text{ mol } \text{Fe}^{2+} \text{ ile tepkime vermektedir.}$$

$$5 \cdot 10^{-4} \text{ mol } \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \quad x = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol } \text{Fe}^{2+}$$

$$n = \frac{m}{M_A} \quad 3 \cdot 10^{-3} = \frac{m}{56} \quad m = 0,168 \text{ g Fe}$$

1,68 gramlık örnekte	0,168 g Fe varsa
100 gramlık örnekte	x g Fe vardır.

$$x = \text{Kütlece } \% 10 \text{ Fe vardır.}$$

Cevap A

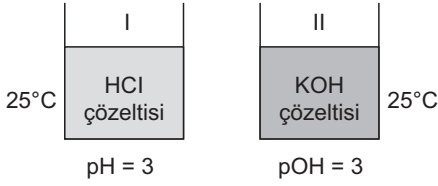
Konu Kavrama Testleri

1. pH'sı 9 olan, 1 litre CH_3COONa çözeltisi hazırlamak için kaç gram katı CH_3COONa alınmalıdır? ($\text{CH}_3\text{COONa} = 82 \text{ g/mol}$, CH_3COOH için $K_a = 1.10^{-5}$)
- A) 8,2 B) 16,4 C) 24,6
D) 25 E) 30
2. 10 mL 0,1 M HCN çözeltisi 0,1 M NaOH çözeltisiyle titre ediliyor. Titrasyon esnasında eşdeğerlik noktasının bulunabilmesi için;
- | İndikatör | Renk değiştirdiği pH aralığı |
|-------------------|------------------------------|
| I. Naftoftalein | 7,30 – 8,70 |
| II. Timol mavisi | 1,20 – 2,80 |
| III. Fenolftalein | 8,20 – 10,0 |
- indikatörlerinden hangileri kullanılabilir? (HCN için $K_a = 1.10^{-5}$)
- A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I ve III
3. 50 mL 0,1 M CH_3NH_2 çözeltisi 0,1 M HCl çözeltisiyle titre ediliyor. Titrasyon ortamıyla ilgili;
- I. 5 mL HCl eklendiğinde ortam baziktir.
II. 25 mL HCl eklendikten sonra tampon çözelti oluşur.
III. Eşdeğerlik noktasında $\text{pH}=7$ 'dir
- yargılarından hangileri doğrudur? (CH_3NH_2 için $K_b = 1.10^{-5}$)
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III
4. NaF bazik tuz
KCN bazik tuz
NaCl nötr tuz
- olduğuna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
- A) KOH kuvvetli bazdır.
B) KF tuzu suda çözündüğünde $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HF} + \text{OH}^-$ tepkimesi gerçekleşir.
C) HCN zayıf asittir.
D) KF'ün sulu çözeltisinde $\text{pH} = 7$ 'dir.
E) NaCl'ün sulu çözeltisinde $\text{pH} = 7$ 'dir.
5. 0,3 M 1L HCN çözeltisine 11,2 gram KOH katısı ekleniyor.
- Oluşan çözeltinin pH'ı kaçtır? (HCN için $K_a = 2.10^{-5}$, $\text{KOH}=56 \text{ g/mol}$)
- A) 2 B) 3 C) 4
D) 5 E) 6
6. 200 mL HX çözeltisi 0,02 M, 100 mL KOH çözeltisi ile tam olarak nötrleşiyor.
- HX saf suda % 0,1 oranında iyonlaştığına göre, asitlik sabiti (K_a) kaçtır?
- A) 1.10^{-10} B) 1.10^{-8} C) 1.10^{-6}
D) 1.10^{-4} E) 1.10^{-2}
7. 0,2 M 200 mL HCl çözeltisini tam olarak nötrleştirmek için, kaç gram katı NaOH gereklidir? ($\text{NaOH} = 40 \text{ g/mol}$)
- A) 0,4 B) 0,8 C) 1,6
D) 1,8 E) 2

8. Yoğunluğu $1,2 \text{ g/cm}^3$ olan kütlece % 28 lik 100 mL KOH çözeltisini, tamamen nötrleştirmek için, 4 M HNO_3 çözeltisinden kaç mL kullanılmalıdır? (KOH: 56 g/mol)

A) 100 B) 150 C) 200
D) 250 E) 300

9.



pH ve pOH değerleri verilen yukarıdaki çözeltilerle ilgili;

- I. Her iki çözeltideki H_3O^+ iyon derişimleri birbirine eşittir.
II. Eşit hacimde karıştırıldıklarında, son çözeltinin pH değeri 7 olur.
III. Elektrik akımını iyi iletirler.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

10. $0,4 \text{ M HF}$ ile $0,2 \text{ M KF}$ çözeltileri eşit hacimde karıştırılıyor. Oluşan son çözeltinin pH değeri kaç olur? (HF için $K_a = 5 \cdot 10^{-6}$)

A) 5 B) 6 C) 8 D) 9 E) 10

11. $0,2 \text{ mol}$ zayıf HX asidi ve $0,08 \text{ mol NaX}$ tuzu içeren 1 litrelik sulu çözeltinin pH'sı 5 olduğuna göre, HX 'in asitlik sabiti (K_a) kaçtır?

A) $1 \cdot 10^{-5}$ B) $2 \cdot 10^{-6}$ C) $4 \cdot 10^{-6}$
D) $1 \cdot 10^{-8}$ E) $1 \cdot 10^{-10}$

12. pOH'ı 11 olan bir çözelti, pOH'ı 3 olan başka bir çözeltiyle sabit sıcaklıkta eşit hacimde karıştırılıyor.

Oluşan son çözeltinin pH'ı kaçtır?

A) 8 B) 7 C) 6 D) 5 E) 4

13. Üç farklı kabın her birinde 1L $0,1 \text{ M KOH}$ çözeltileri bulunmaktadır. Bu kaplardaki çözeltilerin üzerlerine sabit sıcaklıkta;

- I. Kaba, $0,1 \text{ M HCl}$
II. Kaba, $0,05 \text{ M H}_2\text{SO}_4$
III. Kaba, $0,1 \text{ M CH}_3\text{COOH}$ ($K_a = 1 \cdot 10^{-5}$)

çözeltilerinden, sabit sıcaklıkta eşit hacimde ayrı ayrı ekleniyor.

Hangi kaplarda son durumda pH = 7 olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

14. $0,1 \text{ M HX}$ zayıf asidinin pH'sı 3 tür. HX asidinin disosiyasyon sabiti kaçtır?

A) $1 \cdot 10^{-5}$ B) $2 \cdot 10^{-5}$ C) $5 \cdot 10^{-5}$
D) $2 \cdot 10^{-6}$ E) $1 \cdot 10^{-6}$

15. I. H_2AsO_4^-
II. HAsO_4^{2-}
III. AsO_4^{3-}

Yukarıda verilen anyonların asitlik kuvvetleri büyükten küçüğe doğru nasıl sıralanır?

A) I > II > III B) II > I > III C) III > II > I
D) I > III > II E) II > III > I

16. Aşağıdaki madde çiftlerinden hangisinde bazın karşısında verilen eşlenik asit **yanlıştır**?

Baz	Eşlenik Asit
A) NH_3	NH_4^+
B) PO_4^{3-}	HPO_4^{2-}
C) SO_4^{2-}	HSO_4^-
D) CO_3^{2-}	H_2CO_3
E) CH_3NH_2	CH_3NH_3^+

17. Zayıf bir asit olan HA'nın saf su ile hazırlanmış sulu çözeltisinin pH değeri 5 tir. Bu çözeltinin 100 mililitresinin tamamını tepkime vermesi için 0,01 mol NaOH gerekmektedir.

Buna göre, HA'nın asitlik sabitinin (K_a) değeri kaçtır?

- A) 10^{-2} B) 10^{-5} C) 10^{-7}
D) 10^{-9} E) 10^{-10}

18. 0,5 M $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ çözeltisinin pH'ı kaçtır? (CH_3NH_2 için $K_b = 5 \cdot 10^{-5}$)

- A) 1 B) 2 C) 5 D) 9 E) 13

19. Oda sıcaklığında amonyak (NH_3) için $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$, metil amin (CH_3NH_2) için $K_b = 4 \cdot 10^{-4}$ tür.

NH_3 ve CH_3NH_2 bileşiklerinin, 25° sıcaklıkta, eşit hacim ve derişimli sulu çözeltileri ile ilgili,

- NH_3 daha zayıf bazdır.
- İyonlaşma yüzdeleri eşittir.
- Çözeltilerin pOH'ları eşittir.
- Metilaminin pK_b değeri daha küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) I ve IV B) II ve III C) II, III ve IV
D) I, II ve III E) I, III ve IV

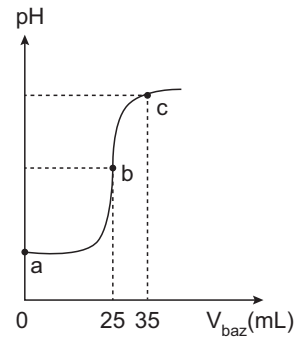
20. HCl kuvvetli asit, HCN zayıf asittir. 25°C sıcaklıkta hazırlanmış eşit hacim ve derişimli HCl ve HCN çözeltileri için;

- Çözeltilerin pH'ları eşittir.
- Elektriksel iletkenlikleri eşittir.
- Nötürleştirebilecekleri NaOH miktarları eşittir.

yargılarından hangileri **yanlıştır**?

- A) I, II ve III B) I ve II C) Yalnız III
D) II ve III E) I ve III

21. HCl'nin (kuvvetli asit) sudaki 0,1 molar çözeltisinin 25 mL'si, NaOH'nin (kuvvetli baz) sudaki 0,1 molar çözeltisiyle titre edilmektedir. Titrasyonda, eklenen baz hacmine (V_{baz}) karşı çözeltinin pH sıradaki değişim aşağıdaki grafikte verilmiştir.



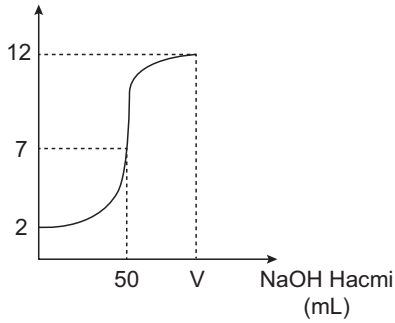
Bu titrasyon grafiğine göre aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- Başlangıç noktası a da çözeltinin (HCl çözeltisi) pH değeri 1 dir.
- 25 mL baz çözeltisi eklendiğinde eşdeğerlik noktası (dönüm noktası) b ye ulaşılmıştır.
- c noktasında çözeltinin toplam hacmi 85 mL dir.
- b noktasında çözeltinin pH değeri 7 dir.
- Eşdeğerlik noktası (dönüm noktası) b de çözeltinin toplam hacmi 50 mL dir.

22. H_3O^+ iyonu derişimi a olan zayıf bir asidin sulu çözeltisi, hacmi saf su ile iki katına çıkarılarak seyreltiliyor. Oluşan çözeltide H_3O^+ derişiminin a/2 den büyük, a dan küçük olduğu görülüyor. Buna göre;
- Zayıf asitlerin iyonlaşma oranı, seyreltme ile artar
 - Maddelerin sulu çözeltilerinin derişimleri, hacimleri ile ters yönde değişir.
 - Zayıf asitlerin K_a değerleri seyreltme ile küçülür.
- Yargılarından hangileri doğrudur? (Sıcaklık sabit)

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

23. Çözeltinin pH'ı



Yukarıdaki grafik 100 mL HCl çözeltisiyle NaOH çözeltisinin titrasyonuna aittir.

Buna göre grafikteki V değeri kaçtır? (Sıcaklık 25°C)

- A) 300 B) 250 C) 200 D) 150 E) 100

24. 25°C'da, 200 mL 0,10 M HA zayıf asidi suda %0,01 oranında iyonlaşmaktadır.

İyonlaşma yüzdesini 2 katına çıkarmak için bu çözeltiliye sabit sıcaklıkta kaç mL saf su eklenmelidir?

- A) 200 B) 400 C) 500 D) 600 E) 800

25. $H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$ $K_{a1} = 4 \cdot 10^{-4}$
 $H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$ $K_{a2} = 6 \cdot 10^{-8}$
 $HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$ $K_{a3} = 5 \cdot 10^{-13}$

Fosforik asite (H_3PO_4) ait üç iyonlaşma denklemi ve bu denklemlere ait iyonlaşma sabitleri verilmiştir.

Buna göre, 25°C'da 0,25 Molarlık H_3PO_4 çözeltisinin pH'ı kaçtır?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

26. 100 mL 0,1M CH_3COOH çözeltisi 0,1M NaOH çözeltisi ile titre ediliyor.

Kapasitesi en yüksek olan tampon çözelti hazırlamak için kaç mL NaOH eklenmelidir?

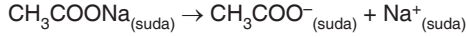
- A) 25 B) 50 C) 75 D) 100 E) 125

Konu Kavrama Çözümleri

1. pH = 9 ise pOH = 5'tir.

$[\text{OH}^-] = 1.10^{-5}$ M'dir. (Dengede çözeltide bulunan OH^- iyonları derişimi 1.10^{-5} M'dir)

CH_3COONa tuzu bazik özellik göstermektedir, suda önce iyonlarına ayrışır sonra hidroliz olur. OH^- iyonları oluştuğu için çözelti bazik özellik gösterir.



CH_3COO^- iyonları hidroliz olur. Buna göre,

$\text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{suda})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{s})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{suda})} + \text{OH}^-_{(\text{suda})}$			
Denge: $x - 1.10^{-5}$ M	-	1.10^{-5} M	1.10^{-5} M

CH_3COONa tuzunun başlangıç derişimi bilinmediği için x denilmiştir.

Yukarıdaki denge bağıntısı bazik bir dengeye aittir. Soruda ise CH_3COOH 'ın asitlik sabiti (K_a) verilmiştir. Bu değer K_b 'ye dönüştürülmesi gerekir.

Bu işlemde şöyle yapılır.

$$K_a \cdot K_b = K_{su}$$

$$K_b \cdot 1.10^{-5} = 1.10^{-14}$$

$$K_b = 1.10^{-9} \text{ olur.}$$

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad 1.10^{-9} = \frac{1.10^{-5} \cdot 1.10^{-5}}{(x - 1.10^{-5})} \text{ ihmal}$$

$$x = 0,1\text{M}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

$$0,1 = \frac{n}{1}, \quad n = 0,1\text{mol } \text{CH}_3\text{COONa}$$

$$n = \frac{m}{M_A} \quad 0,1 = \frac{m}{82}$$

$$m = 8,2\text{gram } \text{CH}_3\text{COONa} \text{ gereklidir.}$$

Cevap A

2. HCN zayıf bir asit, NaOH kuvvetli bir bazdır.

Zayıf bir asidin kuvvetli bazla titrasyonunda başlangıç pH'ı kuvvetli asitin titrasyonunda **görülenden daha büyüktür**. Titrasyon başlangıcında pH daki artış biraz daha keskindir. Eşdeğerlik noktasında pH 7 den büyüktür.

İndikatörün renk değiştirme aralığı pH = 7 ve pH = 7'nin üzerinde olması gerekir.

Cevap E

3. CH_3NH_2 zayıf bir baz, HCl kuvvetli bir asittir. Zayıf bir bazın kuvvetli asitle tepkimesinde;

Zayıf baz ve kuvvetli asit tamamen tükenirse, ortamda asidik özellik gösteren tuz kalır ve çözelti asidik özellik gösterir. Yani eşdeğerlik noktasında pH=7 değil, pH<7 dir.

III. öncül yanlıştır.

Eklenen kuvvetli asit, zayıf bazın bir kısmı ile tepkimeye girebilir. Bu durumda kuvvetli asit tükenir, zayıf bazın bir kısmı artar. Ortamda zayıf baz ve onun tuzu vardır. Tampon çözelti oluşur.

50 mL, 0,1 M CH_3NH_2 çözeltisi üzerine, 25 mL, 0,1 M HCl çözeltisi eklenirse HCl tamamen tükenir. Ortamda tepkimeye girmeden kalan CH_3NH_2 ve $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ tuzu vardır.

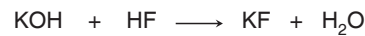
II. öncül doğrudur.

5 mL HCl eklendiğinde zayıf bazdan arttığı için ortam baziktir. I. Öncül doğrudur.

Cevap D

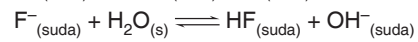
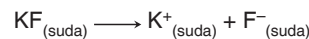
4. NaOH, KOH kuvvetli baz, HCl kuvvetli asittir.

HCN ve HF zayıf asittir.



Kuvvetli	Zayıf	Bazik
Baz	Asit	Tuz

KF tuzu bazik özellik gösterdiği için suda hidroliz olur.



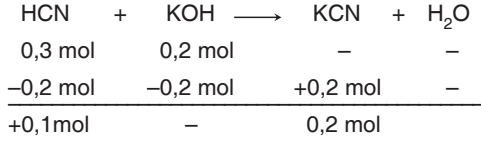
KF'nin sulu çözeltisinin pH'sı 7'den büyüktür. NaCl nötr tuz olduğu için sulu çözeltisinin pH'sı 7'dir.

Cevap D

5. KOH'in mol sayısı bulunur.

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad n = \frac{11,2}{56} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{HCN'nin mol sayısı; } M = \frac{n}{V}, \quad 0,3 = \frac{n}{1}, \quad n = 0,3 \text{ mol}$$



Çözelti; zayıf asit ve onun tuzunu içerdiği için tampon çözüldür.

KCN'de iyonlaşan CN⁻ mol sayısı = 0,2'dir.

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$$

$$2 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot \left[\frac{0,2}{1}\right]}{\left[\frac{0,1}{1}\right]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \cdot 10^{-5}, \quad \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

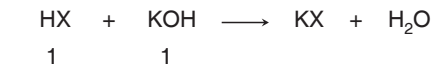
$$\text{pH} = -\log 1 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 5 \text{ tir.}$$

Cevap D

6. KOH'in mol sayısı bulunur.

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,02 = \frac{n}{0,1}, \quad n = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



$$2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{HX çözeltisinin molaritesi} \Rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-1}} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

100 0,1 oranında iyonlaşıyorsa

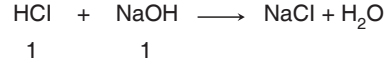
1.10 ⁻² molar	x
x = 1.10 ⁻⁵ M	(H ₃ O ⁺ yada X ⁻ derişimidir.)

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{X}^-]}{[\text{HX}]} = \frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-2}} = 1 \cdot 10^{-8}$$

Cevap B

7. Önce HCl'nin mol sayısı bulunur.

$$M = \frac{n}{V}, \quad 0,2 = \frac{n}{0,2}, \quad n = 0,04 \text{ mol HCl}$$



$$0,04 \text{ mol} \quad x = 0,04 \text{ mol}$$

Daha sonra NaOH'ın kütlesi bulunur.

$$n = \frac{m}{M_A}, \quad 0,04 = \frac{m}{40}, \quad m = 1,6 \text{ gram NaOH gereklidir.}$$

Cevap C

8. KOH çözeltisinin molaritesi bulunur.

$$M = \frac{10 \cdot \text{d.}\%}{M_A}, \quad \frac{10 \cdot 1,2 \cdot 28}{56} = 6 \text{ M}$$

$$M_A \cdot V_A \cdot \text{TD}_A = M_B \cdot V_B \cdot \text{TD}_B$$

$$4 \cdot V_A \cdot 1 = 6 \cdot 100 \cdot 1$$

$$V_A = 150 \text{ mL HNO}_3 \text{ gereklidir.}$$

Cevap B

9. pH'ı 3 olan bir çözeltide H₃O⁺ iyon derişimi 1.10⁻³M'dir.

pOH'ı 3 olan bir çözeltide [OH⁻] = 1.10⁻³M, [H₃O⁺] derişimi ise 1.10⁻¹¹M'dir.

H₃O⁺ ve OH⁻ iyon derişimleri eşit olduğu için eşit hacimde karıştırıldıklarında tam nötrleşme olur.

Son çözeltinin pH'sı 7'dir.

HCl kuvvetli asit, KOH ise kuvvetli bir bazdır. Her ikisinin de sulu çözeltileri elektriği iyi iletir.

Cevap E

10. İki çözelti eşit hacimde karıştırılırsa derişimleri yarıya iner. $[HF] = 0,2M$, $[KF] = 0,1M$ olur.

HF zayıf asit, KF onun eşlenik bazını içeren tuzdur. Soru tampon çözelti sorusudur.

Tampon çözelti asidiktir.

$$K_a = \frac{[H_3O^+][F^-]}{[HF]}$$

$$5 \cdot 10^{-6} = \frac{[H_3O^+] \cdot 0,1}{0,2}$$

$$[H_3O^+] = 1 \cdot 10^{-5} M$$

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$pH = -\log 1 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = 5$$

Cevap A

11. Asidik tampon çözelti sorusudur.

$$K_a = \frac{[H_3O^+][X^-]}{[HX]}$$

$$pH = 5 \text{ ise, } [H_3O^+] = 1 \cdot 10^{-5} M$$

$$K_a = \frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 0,08}{0,2} = 4 \cdot 10^{-6}$$

Cevap C

12. $pOH = 11$ olan çözeltinin pH 'i 3'tür.

$$[H_3O^+] = 1 \cdot 10^{-3} M \text{ dir.}$$

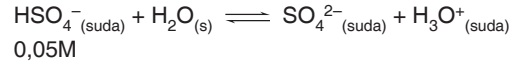
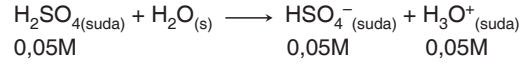
$$pOH = 3 \text{ olan çözeltide, } [OH^-] = 1 \cdot 10^{-3} M$$

İki çözelti karıştırıldığında $[H_3O^+] = [OH^-]$ olur.

$$pH = 7 \text{ dir.}$$

Cevap B

13. KOH kuvvetli bir bazdır, tesir değeriği 1'dir. 0,1M KOH çözeltisinin üzerine tesir değeriği 1, derişimi 0,1 M olan kuvvetli bir asit çözeltisi eklenirse tam nütürleşme olur.



H_2SO_4 1. iyonlaşması kuvvetli, 2. iyonlaşması zayıf olan bir asittir. Bu nedenle

0,05 M H_2SO_4 'teki $[H_3O^+]$ derişimi 0,1M'a eşit değildir.

CH_3COOH zayıf asittir.

CH_3COOH derişimi 0,1M iken, $[H_3O^+]$ derişimi 0,1M değildir.

Cevap A

14. Dissosiasyon sabiti, iyonlaşma sabiti ya da zayıf asitler için asitlik sabiti demektir.

$$pH = 3 \text{ ise } [H_3O^+] = 1 \cdot 10^{-3} M = [X^-]$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][X^-]}{[HX]} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1 \cdot 10^{-5}$$

Cevap A

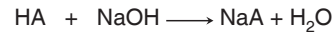
15. Poliprotik asitlerde hidrojen sayısı azaldıkça asitlik kuvveti azalır. Asitlik kuvvetleri I > II > III şeklinde sıralanır.

Cevap A

16. CO_3^{2-} bazının eşlenik asidi HCO_3^- 'dir. H_2CO_3 değildir.

Cevap D

17. Asit ile baz arasındaki tepkime denklemi şöyledir:



$$n \text{ mol } \quad 0,01 \text{ mol}$$

Tam nütürleşme gerçekleştiğine geldiğine göre,

$$n = 0,01 \text{ moldür. HA için, } M = \frac{0,01}{0,1} = 0,1M$$

0,1 M HA çözeltisinin pH değeri 5 olduğundan

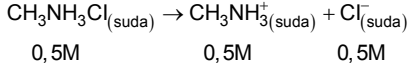
$$[H^+] = 1 \cdot 10^{-5} M \text{ dir.}$$

	HA	\rightleftharpoons	H ⁺	+	A
Başlangıç:	0,1M		-		-
Değişim:	-1.10 ⁻⁵		+1.10 ⁻⁵		+1.10 ⁻⁵
Denge:	(0,1-1.10 ⁻⁵)		1.10 ⁻⁵		1.10 ⁻⁵

$$K_a = \frac{(1 \cdot 10^{-5})(1 \cdot 10^{-5})}{0,1 - 1 \cdot 10^{-5}} \text{ ihmal} \quad K_a = 1 \cdot 10^{-9} \text{ olur.}$$

Cevap D

$$18. K_a = \frac{K_{su}}{K_b} = \frac{1.10^{-14}}{5.10^{-5}} = 2.10^{-10}$$



B:	0,5M	—	—
D:	—x	+x	+x
D:	0,5 - x	x	x

$$K_a = 2.10^{-10} = \frac{x^2}{(0,5-x)} \text{ ihmal}$$

$$x^2 = 1.10^{-10}$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1.10^{-5}\text{M} \Rightarrow \text{pH} = 5 \text{ olur.}$$

Cevap C

19. Zayıf bir bazın K_b değeri arttıkça bazlık kuvveti artar. Soruda verilen bazlardan Metil amin'in K_b değeri daha büyük olduğu için bazlık kuvveti ve iyonlaşma yüzdesi daha fazladır.

$\text{p}K_b = -\log K_b$ 'dir. K_b değeri büyüdükçe, $\text{p}K_b$ değeri küçülür. Metil aminin K_b değeri daha büyük olduğu için $\text{p}K_b$ değeri daha küçüktür.

Çözeltilerin iyonlaşma yüzdeleri farklı olduğu için OH^- derişimleri, dolayısıyla pOH değerleri birbirinden farklıdır.

I. ve IV. öncüller doğrudur.

Cevap A

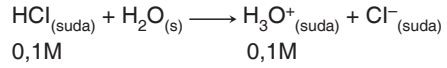
20. Zayıf bir asitle, kuvvetli bir asidin iyonlaşma yüzdeleri birbirinden farklıdır. Eşit hacim ve derişimli HCl ve HCN çözeltilerinin;

pH 'ları, elektriksel iletkenlikleri birbirinden farklıdır.

Mol sayıları aynı olduğu için nötrleştirildikleri NaOH miktarları eşittir.

Cevap B

21. 0,1M HCl çözeltisinin



$$0,1\text{M} \qquad \qquad \qquad 0,1\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 0,1 = 1$$

HCl kuvvetli asit, NaOH kuvvetli bazdır, tesir değerlikleri eşittir. Derişimleri eşit olduğuna göre tam olarak nötrleşmeleri için hacimleri eşit olmalıdır.

$$\left. \begin{array}{l} 25 \text{ mL } 0,1 \text{ M HCl} \\ 25 \text{ mL } 0,1 \text{ M NaOH} \end{array} \right\} \text{pH} = 7$$

b noktası eşdeğerlik noktasıdır.

c noktasında çözeltinin toplam hacmi = 25 + 35 = 60 mL'dir.

b noktasında çözeltinin pH 'sı 7'dir. Eşdeğerlik noktasında toplam hacim 25 + 25 = 50 mL'dir.

Cevap C

22. $\text{HA}_{(suda)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(suda)} + \text{A}^-_{(suda)}$
a Molar a Molar

Yukarıdaki dengeye eşit hacimde saf su eklenirse, hacim 2 katına çıktığı için derişimlerin yarıya inmesi beklenir. Ancak H^+ ve A^- derişimleri azaldığı için denge ürünler yönüne hareket eder. H^+ ve A^- iyonları mol sayısı artar.

$$M = \frac{n \uparrow}{V \uparrow}$$

Bu nedenle H^+ derişimi a'dan küçük, a/2'den büyük olur. Zayıf bir asit çözeltisine saf su eklenirse iyonlaşma yüzdesi artar, K_a değişmez.

I. ve II. öncül doğru, III. öncül yanlıştır.

Cevap B

23. HCl çözeltisinin başlangıçta pH 'sı 2'dir.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.10^{-2}\text{M'dir.}$$

Eşdeğerlik noktasında $n\text{H}_3\text{O}^+ = n_{\text{OH}^-}$ 'dir.

$$M_1 \cdot V_1 \cdot TD_1 = M_2 \cdot V_2 \cdot TD_2$$

$$1.10^{-2} \cdot 100 \cdot 1 = M_2 \cdot 50 \cdot 1$$

$$M_2 = 2.10^{-2}\text{M (NaOH çözeltisinin derişimi)}$$

Son durumda $\text{pH} = 12$, $\text{pOH} = 2$ 'dir. $[\text{OH}^-] = 1.10^{-2}\text{M'dir.}$

$$[\text{OH}^-] = \frac{n_{\text{OH}^-} - n_{\text{H}_3\text{O}^+}}{V_T} \quad (n = M \cdot V)$$

$$1.10^{-2} = \frac{2.10^{-2} \cdot V - 1.10^{-2} \cdot 0,1}{(0,1+V)}$$

$$1.10^{-3} + 1.10^{-2}V = 2.10^{-2}V - 1.10^{-3}$$

$$2.10^{-3} = 1.10^{-2}V$$

$$V = 0,2\text{L} = 200\text{mL}$$

Cevap C

$$24. \begin{array}{cc} 100 & 0,01 \\ 0,1 & x \end{array}$$

$$x = 1 \cdot 10^{-5} \text{M} \quad (\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-5}}{0,1} = 1 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{HA derişimi} \Rightarrow 0,1 \cdot 200 = M_2 \cdot V$$

$$M_2 = \frac{20}{V}$$

$$100 \quad 0,02$$

$$\frac{20}{V} \quad ?$$

$$? = \frac{0,02 \cdot \frac{20}{V}}{100} = \frac{0,4}{V \cdot 100} = \frac{4}{V} \cdot 10^{-3}$$

$$1 \cdot 10^{-9} = \frac{\left(\frac{4}{V} \cdot 10^{-3}\right)^2}{\frac{20}{V}}$$

$$V = 800 \text{mL} \\ 800 - 200 = 600 \text{mL}$$

II. çözüm yöntemi

$\alpha_1 = 1$. iyonlaşma yüzdesi,

$C_1 = \text{İlk derişim}$

$\alpha_2 = 2$. iyonlaşma yüzdesi,

$C_2 = \text{Son derişim}$

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$$

$$\left(\frac{0,01}{0,02}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{C_2}{0,1}}\right)^2$$

$$\frac{1}{4} = \frac{C_2}{0,1} \quad C_2 = \frac{0,1}{4} = 0,025 \text{M}$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$0,1 \cdot 200 = 0,025 \cdot V_2$$

$$V_2 = 800 \text{mL}$$

$$800 - 200 = 600 \text{mL saf su eklenmelidir.}$$

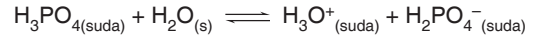
Cevap D

25. $\frac{K_{a1}}{K_{a2}}$ oranı 1000'den büyük olursa 2. dengeden gelen

H_3O^+ iyonları ihmal edilebilir.

$$\frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^{-8}} = 1,5 \cdot 10^4 > 1000$$

pH hesaplanırken sadece 1. dengeden gelen $[\text{H}_3\text{O}^+]$ iyonları alınabilir.



$$\begin{array}{ccc} \text{B:} & 0,25\text{M} & - & - \\ \text{D:} & -x & +x & +x \\ \text{D:} & 0,25 - x & x & x \end{array}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}$$

$$4 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,25 - x} \quad \text{ihmal}$$

$$x^2 = 1 \cdot 10^{-4}, \quad x = 1 \cdot 10^{-2} \text{M} \quad (\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 1 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{pH} = 2$$

Cevap A

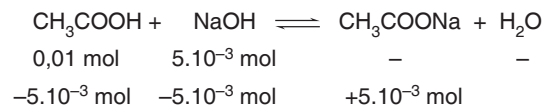
26. Tampon çözelti oluşması için zayıf asidin bir kısmı tepkime vermeli, bir kısmı tepkimeye girmeden ortamda kalmalıdır. Bu nedenle eklenen NaOH çözeltisinin hacmi 100 mL'den az olmalıdır. Eklenen NaOH miktarı zayıf asidin molce yarısını tüketirse, zayıf asidin molce yarısı artar. Oluşan tuzun mol sayısı ile ortamda kalan zayıf asidin mol sayıları (derişimleri) birbirine eşit olursa tampon kapasitesi en yüksek olur. Bu nedenle ortama 50 mL NaOH eklenmelidir.

Asetik asidin mol sayısı

$$\Rightarrow M = \frac{n}{V}, \quad 0,1 = \frac{n}{0,1}, \quad n = 0,01 \text{ mol}$$

Sodyum hidroksitin mol sayısı

$$\Rightarrow M = \frac{n}{V}, \quad 0,1 = \frac{n}{0,05}, \quad n = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



$$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad - \quad 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{\text{CH}_3\text{COOH}}{\text{CH}_3\text{COONa}} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ en yüksek tampon kapasitesi}$$

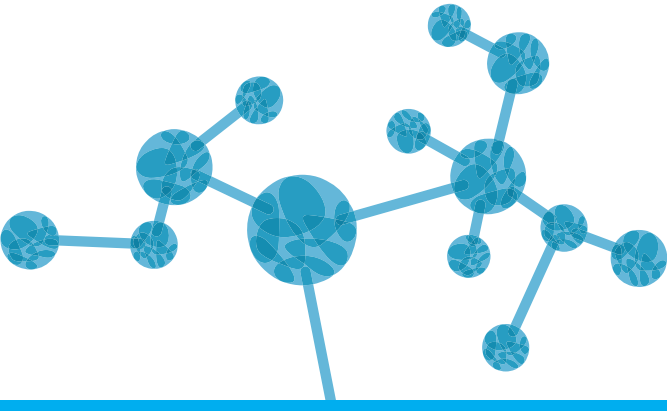
Cevap B

ANALİTİK KİMYA - 4

✓ Çözünürlük

✓ Çözünürlük Dengesi

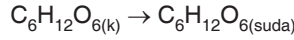
- ↪ Çözünürlük Çarpımı (K_ç)
- ↪ Ortak İyonunun Çözünürlüğe Etkisi
- ↪ Çökeltme Hesaplamaları
- ↪ Seçimli Çöktürme
- ↪ Çözünürlük ve pH



ÇÖZÜNÜRLÜK DENGESİ

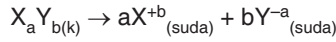
Bir maddenin bir başka madde içerisinde gözle görülemeyecek kadar küçük tanecikler halinde homojen olarak dağılmasıyla oluşan karışımlara **çözelti**, olaya da **çözünme** denir.

Bazı maddeler su içinde iyonlarına ayrışarak çözünürken bazı maddelerde moleküler halde çözünür. Şekerin suda çözünmesi moleküler çözünmeye örnek olarak gösterebilir.



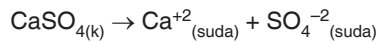
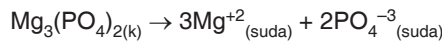
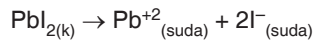
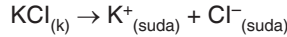
Şeker molekülleri, su molekülleri arasında homojen olarak dağılır.

Metallerin ametallerle veya anyon kökleriyle oluşturdukları maddeler suda iyonlaşarak çözünür. Çözünürlük dengesi sorularını çözebilmek için bu katıların su içindeki iyonlaşma denklemleri yazılabilir. X_aY_b tuzu suda,



şeklinde iyonlaşır.

Örnek



1. Çözünürlük

Herhangi bir maddenin belli bir sıcaklıkta 1 L çözelti içinde çözünebilen maksimum mol sayısına molar çözünürlük denir.

Her maddenin sudaki çözünürlüğü aynı değildir. Bazı tuzlar suda tamamen iyonlaşırken, bazıları ise kısmen iyonlaşır.

Hangi tuzun suda çok iyi çözünüp hangisinin az çözüldüğünü ezbere bilmeye gerek yoktur. Soru içerisinde hangi tuzun az çözüldüğü belirtilir. Bir tuzun çöktüğünden, bahsediliyorsa yada Kç si verilmişse o tuz suda az çözünüyor demektir.

Aşağıdaki tabloda bazı tuzların sudaki çözünürlükleri görülmektedir.

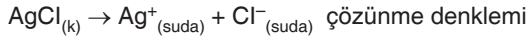
İYON	Çözünürlüğü çok	Çözünürlüğü az
1A grubu katyonları (Na ⁺ , K ⁺ , Rb ⁺ , Cs ⁺ , Fr ⁺)	Tüm bileşikler	–
NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	Tüm bileşikler	–
OH ⁻ , F ⁻	1A grubu bileşikleri	Diğer metal bileşikleri
Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻	Diğer metal bileşikleri	Pb, Ag, ve Hg bileşikleri
SO ₄ ⁻²	Diğer metal bileşikleri	Ag, Pb ve 2A grubu bileşikleri
S ⁻²	1A ve 2A grubu bileşikleri	Diğer metal bileşikleri

2. Çözünürlük Dengesi

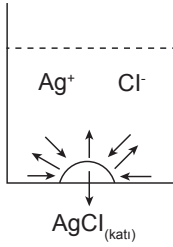
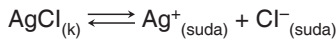
Sudaki çözünürlüğü az olan bir maddenin çözünmesi sırasında çözünme hızının çökme hızına eşit olduğu anda kurulan dengedir.

Bir miktar suya azar azar AgCl katısı ilave edildiğinde önce eklenen AgCl nin suda çözüldüğü gözlenir. Bir süre sonra çözelti doygunluk noktasına ulaştığında eklenen AgCl katı halde dibe çöker. Bu çözelti dibinde katısı bulunan doygun bir çözeltidir. Çözünme olayı tamamen durmuş değildir. Kabın dibinde bulunan AgCl katısı çözünerek suya geçerken, sudaki Ag⁺ ve Cl⁻ iyonlarında birleşerek katıya dönüşmektedir.

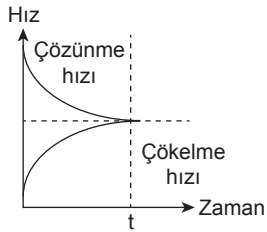
Bu iki olayın hızları birbirine eşit olduğunda sistem dengeye ulaşır. Yani çözeltideki,



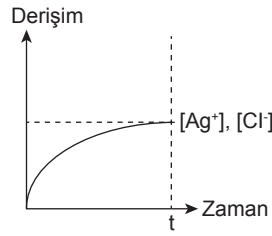
dönüşümlerinin hızları birbirine eşit olur.



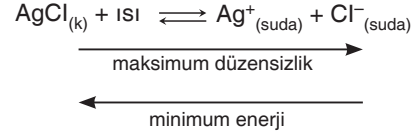
Dengedeki Ag⁺ ve Cl⁻ iyonları derişimleri sabittir. Çünkü çöken Ag⁺ ve Cl⁻ iyonları kadar, katı AgCl suda çözünür.



t anında denge kurulur. Çözünme hızı çökme hızına eşit olur.



t anından itibaren Ag^+ ve Cl^- derişimleri sabit kalır. Bu çözünme olayında dengenin kurulmasının nedeni maksimum düzensizlik eğilimi ile minimum enerji eğiliminin zıt yönde olmasıdır. AgCl 'nin çözünmesi endotermik bir olaydır.



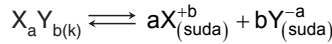
AgCl katısı suda çözündüğünde Ag^+ ve Cl^- iyonları suda çok rahat hareket ederler. Bu yüzden maksimum düzensizlik eğilimi ürünler yönüne doğrudur.

Endotermik bir tepkime olduğu için girenlerin enerjisi ürünlere göre daha düşüktür. Bu yüzden minimum enerji eğilimi girenler yönüne doğrudur.

Eğer bir çözünme olayında maksimum düzensizlik ve minimum enerji eğilimleri ürünler yönünde ise o madde tamamen çözünür.

2.1. Çözünürlük Çarpımı (Kç)

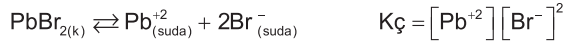
Kç, çözünürlüğü az olan iyonik katıların doygun çözeltisindeki iyon derişimlerinin çarpımıdır.



tepkimesine göre çözünen bir tuzun denge bağıntısında, katılar derişimleri sabit olduğundan yer almazlar.

$$Kç = [X^+]^a [Y^-]^b$$

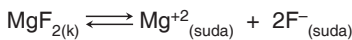
Bazı iyonik katıların çözünürlük çarpımı (Kç) ifadeleri aşağıda gösterilmiştir.



3,1 g MgF_2 katısı saf suda çözülerek 500 mL'lik doygun çözelti hazırlanıyor.

MgF_2 ün bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı değeri kaçtır? ($\text{MgF}_2 = 62 \text{ g/mol}$)

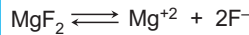
Çözüm:



$$Kç = [\text{Mg}^{+2}] [\text{F}^-]^2$$

Kç yi hesaplayabilmek için Mg^{+2} ve F^- derişimleri hesaplanmalıdır.

$$n_{\text{MgF}_2} = \frac{3,1}{62} = 0,05 \text{ mol}$$



$$0,05 \text{ mol} \quad 0,05 \text{ mol} \quad 0,1 \text{ mol}$$

$$[\text{Mg}^{+2}] = \frac{0,05 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,1\text{M}$$

$$[\text{F}^-] = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,2\text{M}$$

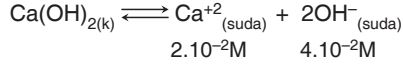
$$Kç = [0,1] [0,2]^2$$

$$Kç = 4 \cdot 10^{-3} \text{ tür.}$$



Doymuş Ca(OH)_2 çözeltisinde OH^- iyon derişimi $4 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ olduğuna göre çözünürlük çarpımı $K_{\text{ç}}$ kaçtır?

Çözüm:



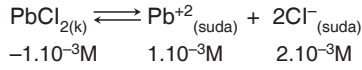
$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{+2}] [\text{OH}^-]^2$$

$$K_{\text{ç}} = [2 \cdot 10^{-2}] [4 \cdot 10^{-2}]^2 = 32 \cdot 10^{-6} \text{ bulunur.}$$



Belli bir sıcaklıkta PbCl_2 nin saf sudaki çözünürlüğü $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ olduğuna göre çözünürlük çarpımı $K_{\text{ç}}$ kaçtır?

Çözüm:



$$K_{\text{ç}} = [\text{Pb}^{+2}] [\text{Cl}^-]^2 = (1 \cdot 10^{-3}) (2 \cdot 10^{-3})^2 = 4 \cdot 10^{-9}$$



Suda az çözünen bir tuz olan SrSO_4 'ün belli bir sıcaklıkta 200 mL doymun çözeltisinde 14,72 mg SrSO_4 çözünmektedir.

Buna göre SrSO_4 tuzunun bu sıcaklıktaki $K_{\text{ç}}$ değeri aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir? (SrSO_4 : 184 g/mol)

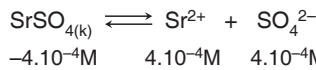
- A) $4,0 \cdot 10^{-6}$ B) $4,0 \cdot 10^{-7}$ C) $1,6 \cdot 10^{-7} \text{ M}$
D) $1,6 \cdot 10^{-10}$ E) $4,8 \cdot 10^{-12}$

Çözüm:

$$14,72 \text{ mg} = 14,72 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$n = \frac{14,72 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{184 \text{ g/mol}} = 0,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{SrSO}_4 \text{ çözünmüştür.}$$

$$M = \frac{0,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{200 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$



$$K_{\text{ç}} = [\text{Sr}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = 4 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 1,6 \cdot 10^{-7}$$

Cevap C



Oda sıcaklığında XY bileşiğinin 100 mililitre 2M derişimindeki sulu çözeltisini doymuş hale getirmek için n mol daha XY katısı gerekmektedir.

Buna göre bileşiğin aynı sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı (Kç) aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $(0,2 + n)^2$ B) $(0,2 + 10n)^2$ C) $(2 + 0,1n)$
D) $(2 + n)^2$ E) $(2 + 10n)^2$

Çözüm:

Başlangıçta ortamda, bulunan XY nin mol sayısı

$$M = \frac{n}{V} \quad n = M \cdot V$$

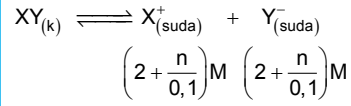
$$n_{XY} = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ mol dir.}$$

Doymunluk için n mol daha XY katısı gerektiğine göre;

$$n_{XY} = (0,2 + n) \text{ mol olur.}$$

Derişimi ise;

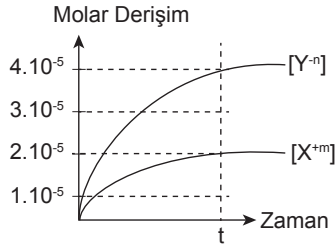
$$[XY] = \frac{0,2+n}{0,1} = \left(2 + \frac{n}{0,1}\right)M \text{ 'dir.}$$



$$Kç = [X^+] \cdot [Y^-] = \left[2 + \frac{n}{0,1}\right] \cdot \left[2 + \frac{n}{0,1}\right]$$

$$Kç = \left[2 + \frac{n}{0,1}\right]^2 = (2 + 10n)^2 \text{ bulunur.}$$

Cevap E

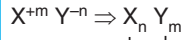


Sabit sıcaklıkta bir katının çözünürken ortama verdiği iyonların derişimi grafikteki gibi değiştğine göre çözünürlük çarpımı (Kç) kaçtır?

- A) $3,2 \cdot 10^{-10}$ B) $8,0 \cdot 10^{-10}$ C) $1,6 \cdot 10^{-14}$
D) $8,0 \cdot 10^{-14}$ E) $3,2 \cdot 10^{-14}$

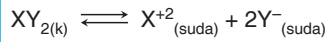
Çözüm:

Tuzun formülü



$$2 \cdot 10^{-5} \quad 4 \cdot 10^{-5}$$

$$XY_2; \quad n = 1, \quad m = 2 \text{ dir.}$$



$$Kç = [X^{+2}] [Y^-]^2$$

$$Kç = (2 \cdot 10^{-5}) (4 \cdot 10^{-5})^2 = 32 \cdot 10^{-15} = 3,2 \cdot 10^{-14}$$

Cevap E



200 mL saf suda en fazla 53,4 gram $AlCl_3$ katısı çözünmektedir. $AlCl_3$ ün bu sıcaklıktaki çözünürlüğü kaç mol/L dir?

$$(AlCl_3 = 133,5 \text{ g/mol})$$

Çözüm:

Çözünürlük 1 L suda çözünen maddenin mol sayısıdır.

$$n_{AlCl_3} = \frac{53,4}{133,5} = 0,4 \text{ mol}$$

$$200 \text{ mL suda} \quad 0,4 \text{ mol } AlCl_3 \text{ çözünmüşse}$$

$$1000 \text{ mL suda} \quad x$$

$$x = 2 \text{ M dir.} \quad \text{Çözünürlüğü } 2 \text{ mol/L'dir.}$$

$$1L \text{ çözeltide } 2 \text{ mol } AlCl_3 \text{ çözüdür}$$



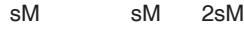
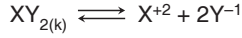
XY_2 katısının $25\text{ }^\circ\text{C}$ deki çözünürlük çarpımı

$K_{\text{Ç}} = 3,2 \cdot 10^{-8}$ dir.

XY_2 katısının $25\text{ }^\circ\text{C}$ deki çözünürlüğü kaç mol/L dir?

Çözüm:

Doymuş XY_2 nin molaritesi, çözünürlüğü verir.



(çözünürlük)

$$K_{\text{Ç}} = [X^{+2}] [Y^{-1}]^2$$

$$3,2 \cdot 10^{-8} = s \cdot (2s)^2$$

$$32 \cdot 10^{-9} = 4s^3$$

$$s = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Doymuş AB_2 çözeltisinin derişimi, yani çözünürlüğü

$2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ dir.

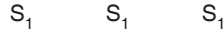


Madde	Çözünürlük çarpımı	Çözünürlük
XY	$4 \cdot 10^{-12}$	S_1
XY_2	$4 \cdot 10^{-15}$	S_2
XY_3	$2,7 \cdot 10^{-27}$	S_3

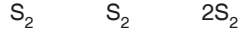
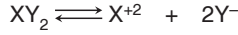
Yukarıdaki aynı sıcaklıkta çözünürlük çarpımları verilen XY, XY_2 ve XY_3 tuzlarının çözünürlüklerinin küçükten büyüğe doğru sıralanışı nasıldır?

- A) S_1, S_2, S_3 B) S_1, S_3, S_2 C) S_3, S_2, S_1
D) S_3, S_1, S_2 E) S_2, S_3, S_1

Çözüm:

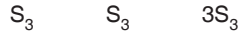
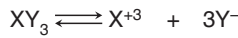


$$K_{\text{Ç}} = [X^+] [Y^-] \Rightarrow 4 \cdot 10^{-12} = S_1^2 \Rightarrow S_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$



$$K_{\text{Ç}} = [X^{+2}] [Y^-]^2 \Rightarrow 4 \cdot 10^{-15} = S_2 \cdot (2S_2)^2$$

$$4 \cdot 10^{-15} = 4 \cdot S_2^3 \Rightarrow S_2 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$



$$K_{\text{Ç}} = [X^{+3}] [Y^-]^3 \Rightarrow 2,7 \cdot 10^{-27} = 27 S_3^4$$

$$\Rightarrow S_3 = 1 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

Çözünürlük sıralaması $S_3 < S_1 < S_2$ olur.

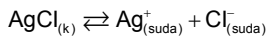
Cevap D

2.2. Ortak İyonunun Çözünürlüğe Etkisi

Herhangi bir tuz kendi iyonlarını içeren bir çözeltide saf sudakinden daha az çözünür.

Buna ortak iyon etkisi denir ve ortak iyon etkisi çözünürlüğü azaltır.

Doymuş $AgCl$ çözeltisinde,



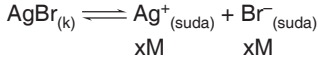
dengesi söz konusudur. Bu çözeltiye çözünürlüğü yüksek olan $NaCl$ tuzu eklendiğinde dengedeki Cl^- iyonları derişimi artar. Le Chatelier ilkesine göre denge bunu azaltacak yöne yani sola doğru hareket eder.

Çözeltide bulunan Ag^+ ve Cl^- iyonları birleşerek tekrar, katı $AgCl$ tuzuna dönüşür. Sonuçta dipteki $AgCl$ katı miktarı artar ve çözünürlük azalır.



AgBr için 25°C'de $K_{\text{ç}} = 1.10^{-12}$ olduğuna göre, AgBr'ün saf sudaki ve 0,01 M KBr çözeltisindeki çözünürlüğü kaç molardır?

Çözüm:

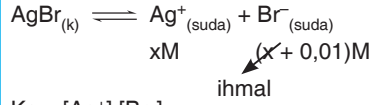
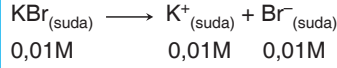


$$K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$$

$$1.10^{-12} = x^2$$

$$x = 1.10^{-6}\text{M}$$

AgBr'ün saf sudaki çözünürlüğü 1.10^{-6} molardır.



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$$

$$1.10^{-12} = x.(0,01)$$

$$x = 1.10^{-10}\text{M}$$

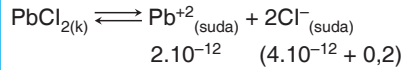
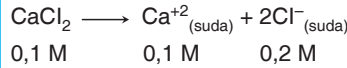
AgBr'ün, 0,01M KBr çözeltisindeki çözünürlüğü 1.10^{-10} molardır.



PbCl₂ tuzunun 0,1 M CaCl₂ çözeltisindeki çözünürlüğü $2 \cdot 10^{-12}$ M dir.

Buna göre PbCl₂ nin bu sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı K_ç kaçtır?

Çözüm:



$$K_{\text{ç}} = [\text{Pb}^{+2}][\text{Cl}^-]^2$$

$$K_{\text{ç}} = [2 \cdot 10^{-12}][4 \cdot 10^{-12} + 0,2]^2$$

ihmal

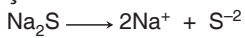
$$K_{\text{ç}} = 8 \cdot 10^{-14} \text{ dür.}$$



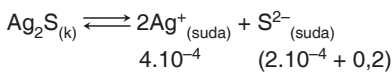
Ag₂S ün 0,2 M Na₂S çözeltisindeki çözünürlüğü $2 \cdot 10^{-4}$ mol/L'dir.

Buna göre Ag₂S ün saf sudaki çözünürlüğü kaç mol/L dir?

Çözüm:



$$0,2\text{M} \quad 0,4\text{M} \quad 0,2\text{M}$$



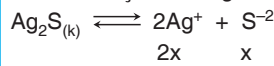
$$K_{\text{ç}} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{S}^{2-}]$$

$$K_{\text{ç}} = (4 \cdot 10^{-4})^2 (2 \cdot 10^{-4} + 0,2)$$

ihmal edilir.

$$K_{\text{ç}} = 32 \cdot 10^{-9} \text{ dir.}$$

Saf sudaki çözünürlüğü ise



$$K_{\text{ç}} = (2x)^2 (x)$$

$$32 \cdot 10^{-9} = 4x^3$$

$$x = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L olur.}$$



KNO_3 ün hacimleri ve sıcaklıkları eşit olan üç sıvıda çözün-
bilen miktarları (m) aşağıdaki gibidir.

1. Arı su m_1
2. Derişimi 1 M olan KNO_3 çözeltisi m_2
3. Derişimi 1 M olan NaNO_3 çözeltisi m_3

Buna göre m_1 , m_2 ve m_3 arasında nasıl bir ilişki vardır?

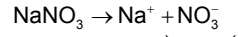
- A) $m_1 = m_2 = m_3$
- B) $m_1 < m_2 = m_3$
- C) $m_3 = m_2 < m_1$
- D) $m_2 < m_1 < m_3$
- E) $m_2 < m_3 < m_1$

Çözüm:

Ortak iyon çözünürlüğü azaltır. Arı suda ortak iyon olmadığı için KNO_3 en çok arı suda çözünür. Ortak iyonun derişiminin en fazla olduğu sıvı 2., en az olduğu sıvı 3.'dür.



ikiside ortak iyon



ortak iyon

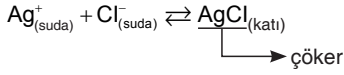
Çözünürlük sıralaması $m_2 < m_3 < m_1$ olur.

Cevap E

2.3. Çökelme Hesaplamaları

Farklı iki çözelti karıştırıldığında iyonlar arasında kimyasal bir tepkime sonucu çökelek oluşabilir. Bir kapta bulunan NaCl çözeltisi, başka bir kapta bulunan AgNO_3 çözeltisi üzerine eklendiğinde Ag^+ ve Cl^- iyonları birleşerek az çözünen AgCl tuzunu oluşturarak çökerler.

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. kapta | 2. kapta |
| Na^+ ve Cl^- | Ag ve NO_3^- |
| iyonları bulunur. | |



İYONLAR ÇARPIMI (K_f)

Herhangi bir çözeltide bulunan iyonların derişimleri çarpımına iyonlar çarpımı (K_f) denir. K_f ve K_f karşılaştırılarak sulu çözeltide çökme olup olmayacağı anlaşılabilir.

1. durum $K_f < K_f$ ise, çözelti doymamıştır. Çökelme olmaz.
2. durum $K_f > K_f$ ise, çözelti aşırı doymuştur. Çökelme olur.
3. durum $K_f = K_f$ ise, çözelti doymuştur. Fakat çökelme olmaz.

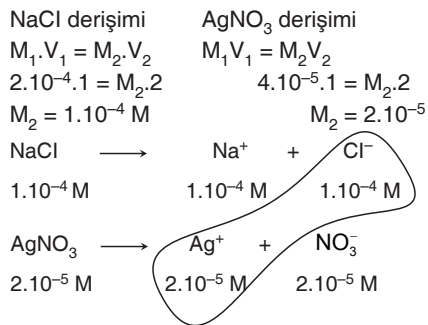
NOT

İki çözelti karıştırıldığında çökme olmuyorsa, karışımda az çözünen bir tuzu oluşturacak iyon bulunmamaktadır. Yada az çözünen tuz doygunluk sınırına ulaşmamıştır.



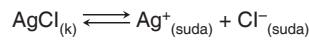
1 L $2 \cdot 10^{-4}$ M NaCl ve 1 L $4 \cdot 10^{-5}$ M AgNO_3 çözeltileri karıştırılıyor.

AgCl için çözünürlük çarpımı $K_f = 1 \cdot 10^{-10}$ olduğuna göre, çökelme olur mu?



Çözüm:

İki çözelti karıştırıldığında K_f değeri verilen tuzun çökelme ihtimali vardır. Önce başlangıç çözeltilerinin iyonlaşma denklemleri ve sonra çökelme denklemi yazılır.



$$K_f = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 10^{-9}$$

$2 \cdot 10^{-9} > 1 \cdot 10^{-10}$ yani $K_f > K_f$ olduğu için çökelme olur.

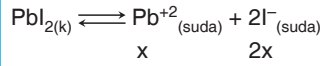
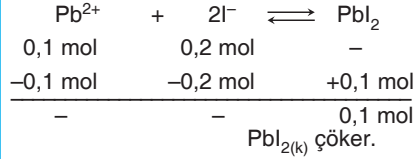
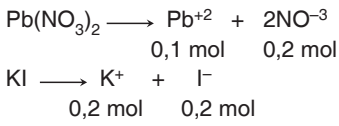
Önemli: Çözeltiler eşit hacimde olursa, karıştırıldıklarında toplam hacim iki katına çıkar, derişimler yarıya iner.



1L 0,1M Pb(NO₃)₂ çözeltisi ile 1L 0,2M KI çözeltileri karıştırılıyor.

PbI₂ için K_ç = 4.10⁻⁹ olduğuna göre, çökelmeden sonra dengeye ulaşan sistemde [Pb²⁺] = ? ve [I⁻] = ?

Çözüm:



$$K_{\text{ç}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^{-}]^2$$

$$4 \times 10^{-9} = 4x^3$$

$$x = 1 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 1 \cdot 10^{-3} \text{M}, \quad [\text{I}^{-}] = 2 \cdot 10^{-3} \text{M}$$



0,1 M Pb(NO₃)₂ çözeltisine, eşit hacimde 0,1 M KBr çözeltisi ekleniyor.

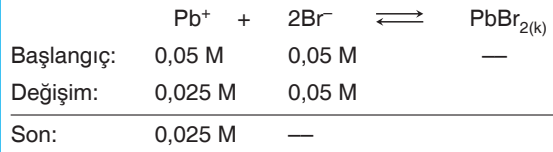
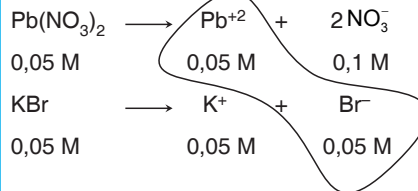
Çökeltme tamamlandıktan sonra sistem dengeye geldiğinde çözeltideki Br⁻ iyonu derişimi kaç M olur?

(PbBr₂ için K_ç = 1.10⁻²¹)

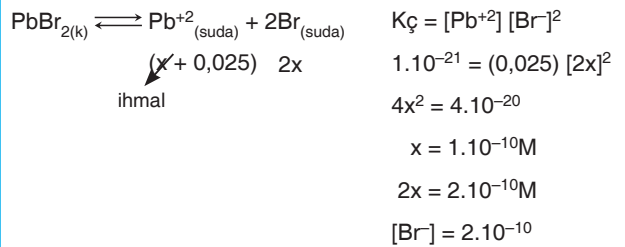
- A) 4.10⁻²⁰ B) 1.10⁻⁷ C) $\sqrt{10} \cdot 10^{-10}$
D) $\sqrt[3]{0,25} \cdot 10^{-7}$ E) 2.10⁻¹⁰

Çözüm:

İki çözelti eşit hacimde olduklarından karıştırıldıklarında, her ikisinin de derişimi yarıya iner.



Br⁻ iyonlarının derişimi sıfır değildir. Çünkü PbBr₂ katısı suda azda olsa çözünerek tekrar Br⁻ iyonlarını oluşturur. Br⁻ miktarını bulabilmek için K_ç eşitliği kullanılır.



Cevap E



10 mililitre 1.10^{-4} M lık NaCl çözeltisi ile 10 mililitre 1.10^{-2} M lık $AgNO_3$ çözeltileri karıştırılıyor.

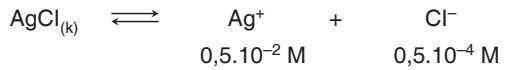
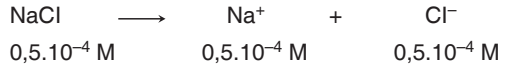
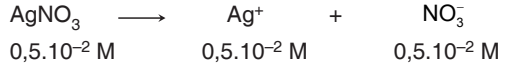
- I. Cl^- derişimi yarıya iner.
- II. Cl^- ve Ag^+ iyonlarının derişimleri çarpımı $K_ç$ den büyüktür.
- III. Çözelti doygundur.

Tepkime sonucu dengeye ulaşan çözelti için yukarıdakilerden hangileri doğrudur? ($AgCl$ için $K_ç = 1,7 \cdot 10^{-10}$)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

Çözüm:

Çözeltilerin hacimleri eşit olduğundan, derişimler yarıya iner.



$$K_i = (0,5.10^{-2})(0,5.10^{-4}) = 2,5.10^{-7}$$

$K_i > K_ç$ çökme olur.

$AgCl$ katısı çöktüğü için Cl^- derişimi yarıya inmez. (Yarıdan daha az olur.)

$K_i > K_ç$ iken çözelti aşırı doygundur. Çökme olur. Aşırı doygun çözeltilerde çökme olursa, çözelti doygun hale geçer. Çökmeden sonra dengeye ulaşın çözelti, doygun çözeltilerdir ve çözelmeden sonra, $K_i = K_ç$ 'dir.

Cevap C



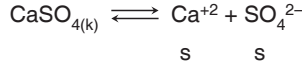
Sertlik derecesi 1 olan suyun litresi 13,6 miligram çözünmüş $CaSO_4$ içermektedir.

Aynı sıcaklıkta doymuş $CaSO_4$ çözeltisinin sertlik derecesi kaç olur?

($CaSO_4 = 136 \text{ g/mol}$, $CaSO_4$ için $K_ç = 2,5.10^{-5}$)

- A) 2,5 B) 5,0 C) 10,0 D) 25,0 E) 50,0

Çözüm:



$$K_ç = [Ca^{+2}].[SO_4^{2-}]$$

$$2,5.10^{-5} = s^2$$

$$s = 5.10^{-3} \text{ M}$$

1 L de, $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,68 \text{ g } CaSO_4$ çözüdür.

13,6 mg \rightarrow SD = 1 ise

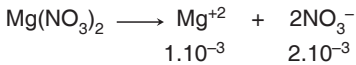
680 mg \rightarrow SD = 50 dir.

Cevap E

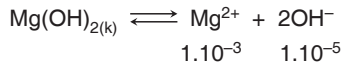


1.10^{-3} M $Mg(NO_3)_2$ çözeltisinin pH'sı 9'da sabit tutulduğunda $Mg(OH)_2$ çöker mi? ($Mg(OH)_2$ için $K_ç = 4.10^{-12}$)

Çözüm:



pH = 9 ise pOH = 5'tir. $[OH^-] = 1.10^{-5} \text{ M}$ 'dir.



$$K_i = [Mg^{2+}].[OH^-]^2$$

$$K_i = 1.10^{-3} \cdot (1.10^{-5})^2$$

$$K_i = 1.10^{-13}$$

$K_ç > K_i$ çözelti doymamıştır, çökme olmaz.



Suda tam olarak iyonlarına ayrıışan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ve KI 'nin $0,2$ 'şer molarlık sulu çözeltilerinden eşit hacimlerde alınıp karıştırılarak bir çözelti oluşturulmuştur.

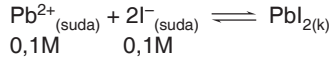
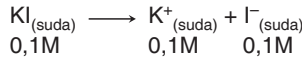
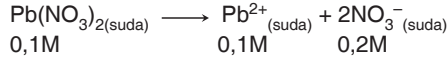
(PbI_2 suda az çözünen bir tuzdur ve 25°C 'de $K_{\text{ç}}$ si $1,4 \times 10^{-8}$ dir.)

Bu çözeltiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Karışımdaki Pb^{2+} ve I^- nin başlangıç derişimleri çarpımı ($K_{\text{i}}(\text{PbI}_2)$) 1×10^{-3} tür.
 B) Çözeltideki K^+ derişimi $0,2$ moldardır.
 C) PbI_2 çöker.
 D) Çözeltide NO_3^- derişimi $0,2$ moldardır.
 E) Net iyon denklemi; $\text{Pb}^{2+}_{(\text{suda})} + 2\text{I}^-_{(\text{suda})} \rightleftharpoons \text{PbI}_{2(\text{k})}$ dir.

Çözüm:

Çözeltiler, eşit hacimde karıştırıldığı için derişimler yarıya iner.



$$K_{\text{i}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2$$

$$K_{\text{i}} = 0,1 \cdot (0,1)^2 = 1 \cdot 10^{-3}$$

$K_{\text{i}} > K_{\text{ç}}$, çözelti aşırı doygun, çökeltme olur.

PbI_2 katısı çöker.

$$[\text{K}^+] = 0,1 \text{ M}$$

$$[\text{NO}_3^-] = 0,2 \text{ M}$$

Cevap B

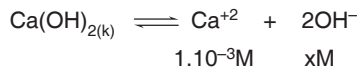
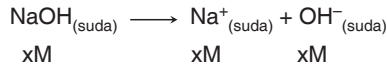
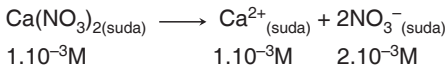


$2 \cdot 10^{-3} \text{ M Ca}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisindeki Ca^{+2} iyonlarının $\text{Ca}(\text{OH})_2$ şeklinde çökmesi için eşit hacimde kaç molar NaOH çözeltisi eklenmelidir?

($\text{Ca}(\text{OH})_2$ için $K_{\text{ç}} = 4 \cdot 10^{-9}$)

Çözüm:

Çözeltiler eşit hacimde karıştırılırsa derişimler yarıya iner. NaOH çözeltisinin başlangıç derişimi $2X$ molar olsun.



$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{+2}] \cdot [\text{OH}^-]^2$$

$$4 \cdot 10^{-9} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot (x)^2$$

$$x = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$2x = 4 \cdot 10^{-3} \text{ M, NaOH çözeltisi eklenmelidir.}$$



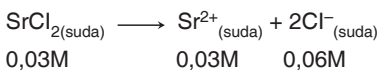
SrCO_3 'ün çözünürlük çarpımı $3,6 \times 10^{-5}$ tir.

$0,06 \text{ M SrCl}_2$ çözeltisine eşit hacimde Na_2CO_3 çözeltisi katıldığı zaman karışımda bir çökeltme olmaması için Na_2CO_3 çözeltisinin başlangıç konsantrasyonu en çok kaç molar olabilir?

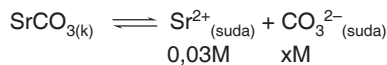
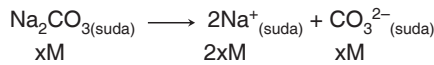
- A) $1,8 \times 10^{-2}$ B) $1,8 \times 10^{-3}$ C) $2,4 \times 10^{-3}$
 D) 3×10^{-3} E) 6×10^{-4}

Çözüm:

Çözeltiler eşit hacimde karıştırıldığı için derişimler yarıya iner.



Na_2CO_3 çözeltisinin derişimi, başlangıçta $2x$ molar olsun. Çözeltiler karıştırıldığında, x molar olur.



$$K_{\text{ç}} = [\text{Sr}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$36 \cdot 10^{-6} = 0,03 \cdot x$$

$$x = \frac{36 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-2}} = 12 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$2x = 24 \cdot 10^{-4} \text{ M} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Cevap C



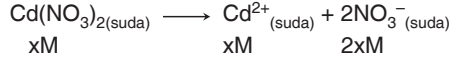
pH'ı 10 olan bir çözelti eşit hacimde $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisi ile karıştırılıyor.

$\text{Cd}(\text{OH})_2$ 'nin çökmeye başlaması için $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisi en az kaç molar olmalıdır? ($\text{Cd}(\text{OH})_2$ için $K_{\text{Ç}} = 1.10^{-14}$)

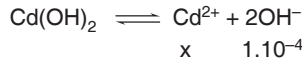
Çözüm:

pH = 10, pOH = 4, $[\text{OH}^-] = 1.10^{-4}\text{M}$

$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ çözeltisinin ilk derişimi $2x$ molar olsun. İki çözelti eşit hacimde karıştırıldığı için derişimler yarıya iner.



$[\text{OH}^-] = 5.10^{-5}\text{M}$



$$K_{\text{Ç}} = [\text{Cd}^{2+}].[\text{OH}^-]^2$$

$$1.10^{-14} = x.(1.10^{-4})^2$$

$$x = 1.10^{-6}$$

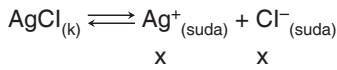
$2x = 2.10^{-6}\text{M}$ olmalıdır.

2.4. Seçimli Çöktürme

Bir çözeltide birden fazla sayıda tuz çözünmüşse bu tuzlardan çözünürlüğü daha küçük olanın çöktürülerek yapılan ayırma işlemine **seçimli çöktürme** denir.

Örneğin eşit derişimde Cu^{+1} ve Ag^{+1} iyonları bulunduran bir çözeltide iyonların birbirinden ayrılması için seçimli çöktürme yapılabilir. Bu çözeltiye sudaki çözünürlüğü yüksek olan NaCl eklenirse CuCl ve AgCl katıları oluşabilir. Hangisinin önce çökeceğine $K_{\text{Ç}}$ leri yardımıyla çözünürlükleri bulunarak karar verilebilir.

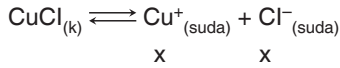
AgCl için $K_{\text{Ç}} = 1,6.10^{-11}$, CuCl için $K_{\text{Ç}} = 1.10^{-6}$



$$K_{\text{Ç}} = [\text{Ag}^+].[\text{Cl}^-]$$

$$1,6.10^{-11} = x^2$$

$$x = 4.10^{-6}\text{M} \quad \text{AgCl'ün molar çözünürlüğü}$$



$$K_{\text{Ç}} = [\text{Cu}^+].[\text{Cl}^-]$$

$$1.10^{-6} = x^2$$

$$x = 1.10^{-3}\text{M} \quad \text{CuCl'ün molar çözünürlüğü}$$

AgCl ün çözünürlüğü daha az olduğu için önce $\text{AgCl}_{(k)}$ çöker. NaCl ilavesine devam edilirse AgCl den sonra $\text{CuCl}_{(k)}$ de çöker.

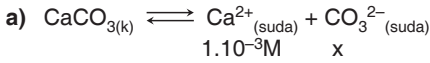


1 litrelik bir çözeltide 10^{-3}M Ca^{2+} ve 10^{-3}M Cd^{2+} iyonları bulunmaktadır.

(CaCO_3 için $K_{\text{ç}} = 2.10^{-9}$, CdCO_3 için $K_{\text{ç}} = 4.10^{-12}$)

- CO_3^{2-} iyonları derişimi kaç molar olduğunda Ca^{2+} iyonları çöker?
- CO_3^{2-} iyonları derişimi kaç molar olduğunda Cd^{2+} iyonları çöker?
- Hangi iyon önce çöker?
- CaCO_3 çökmeye başladığında ortamdaki Cd^{2+} iyon derişimi ne olur?
- Ca^{2+} ve Cd^{2+} seçimli çöktürme ile ayrılabilir mi?

Çözüm:

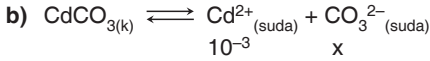


$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

$$2.10^{-9} = 10^{-3} \cdot x$$

$$x = 2.10^{-6}\text{M} (\text{CO}_3^{2-})$$

Ca^{2+} iyonlarının çökmesi için $[\text{CO}_3^{2-}] = 2.10^{-6}\text{M}$ olmalıdır.



$$K_{\text{ç}} = [\text{Cd}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

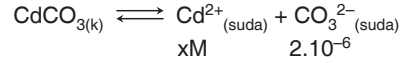
$$4.10^{-12} = 10^{-3} \cdot x$$

$$x = 4.10^{-9}\text{M} (\text{CO}_3^{2-})$$

Cd^{2+} iyonlarının çökmesi için $[\text{CO}_3^{2-}] = 4.10^{-9}\text{M}$ olmalıdır.

c) Cd^{2+} iyonlarını çöktürmek için gerekli CO_3^{2-} iyon derişimi daha az olduğu için Cd^{2+} iyonları daha önce çöker.

d) Ca^{2+} iyonlarının çökmesi için gerekli $[\text{CO}_3^{2-}] = 2.10^{-6}\text{M}$ olardı. Bu değer CdCO_3 dengesinde, CO_3^{2-} iyon derişimi yerine yazılır. Buradan Cd^{2+} iyon derişimi bulunur.



$$K_{\text{ç}} = [\text{Cd}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

$$4.10^{-12} = x \cdot 2.10^{-6}$$

$$x = 2.10^{-6}\text{M}$$

$$[\text{Cd}^{2+}] = 2.10^{-6}\text{M}$$

e) Cd^{2+} iyon derişimine bakılabilir. Başlangıçta 10^{-3}M vardı, son durumda çözeltide 2.10^{-6}M Cd^{2+} iyonları bulunmaktadır.

$$\begin{array}{r} 10^{-3}\text{M} \quad 2.10^{-6}\text{M} \\ 100 \quad x \end{array}$$

$$x = \frac{2.10^{-4}}{10^{-3}} = 2.10^{-1} = 0,2$$

Cd iyonlarının %0,2'si sulu çözeltide kaldı. Kalan iyon derişimi %5'den küçük ise iyonlar seçimli çöktürme ile ayrılabilir. Değer %5'den küçük olduğu için seçimli çöktürme yöntemi uygundur.



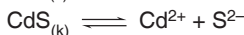
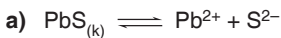
100 mL 0,1 M Pb^{2+} ve 0,01 M Cd^{2+} iyonları içeren çözeltiye yavaş yavaş Na_2S katısı ekleniyor.

$$\text{PbS için } K_{\text{ç}} = 1 \times 10^{-20}$$

$$\text{CdS için } K_{\text{ç}} = 1 \times 10^{-27} \text{ ise}$$

- Hangi iyon önce çöker.
- PbS çökmeye başladığı anda $[\text{Cd}^{2+}] = ?$
- Seçimli çöktürmeye uygun mudur?

Çözüm:



$$\begin{array}{l} \text{PbS} \\ 1 \times 10^{-20} = 0,1 [\text{S}^{2-}] \\ [\text{S}^{2-}] = 1 \times 10^{-19}\text{M} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{CdS} \\ 1 \times 10^{-27} = 0,01[\text{S}^{2-}] \\ [\text{S}^{2-}] = 1 \times 10^{-25}\text{M} \end{array}$$

↓

daha az çözünür,
 Cd^{2+} iyonları daha önce çöker.

b) $1 \times 10^{-27} = 1 \times 10^{-19} \cdot [\text{Cd}^{2+}]$

$$[\text{Cd}^{2+}] = 1 \times 10^{-8} \text{ M kaldı}$$

$$10^{-2} \quad 10^{-8}$$

$$\begin{array}{r} 100 \quad x \end{array}$$

$$\%10^{-4} \Rightarrow \%0,0001 \text{ i kaldı.}$$

c) Kalan Cd^{2+} iyonlarının derişiminin başlangıç derişimine oranı %5'ten küçük olduğu için seçimli çöktürmeye uygundur.

2.5. Çözünürlük ve pH



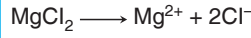
0,02 M $MgCl_2$ çözeltisinin pH'ı 10'da sabit tutulduğunda $Mg(OH)_2$ katısı çöker mi?

($Mg(OH)_2$ için $Kç = 1,8 \cdot 10^{-11}$)

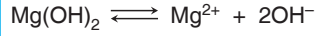
Çözüm:

pH'ı 10 olan çözeltide $pOH = 4$ 'tür. $[OH^-] = 10^{-4}$ M

OH^- varlığında K_i hesaplanarak $Kç$ ile karşılaştırılır.



0,02 M 0,02M 0,04M



0,02 M 10^{-4} M

$$K_i = [Mg^{2+}] [OH^-]^2$$

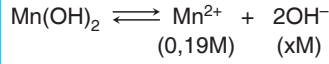
$$K_i = 0,02 \cdot [10^{-4}]^2 = 2 \cdot 10^{-10}$$

$K_i = 2 \cdot 10^{-10} > Kç = 1,8 \cdot 10^{-11}$ olduğuna göre, çökme olur.



Bir sulu çözeltide bulunan 0,19M Mn^{2+} iyonlarının $Mn(OH)_2$ şeklinde çökmemesi için çözeltinin pH'ı en fazla kaç olabilir? ($Mn(OH)_2$ için $Kç = 1,9 \cdot 10^{-13}$)

Çözüm:



Çökme olmaması için verilen derişimlerdeki iyonlar çarpımı $Kç$ 'ye eşitlenir. Buradan bulunan OH^- derişiminde çözelti doyyun haldedir. Daha fazlasının bulunması halinde $Mn(OH)_2$ katısı çökmeye başlar.

$$Kç = [Mn^{2+}] [OH^-]^2$$

$$1,9 \cdot 10^{-13} = 0,19 \cdot [OH^-]^2$$

$[OH^-] = 10^{-6}$ M ise $pOH = 6$, pH en fazla 8 olabilir.



0,01 M $Mg(NO_3)_2$ ve 0,5 M NH_3 içeren bir çözeltide,

I. NH_3 su ile tepkimesi sonucu OH^- iyonları oluşur.

II. Mg^{2+} iyonları $Mg(OH)_2$ şeklinde çöker.

III. NO_3^- iyonları seyirci iyonlardır.

Yargılarından hangileri doğrudur?

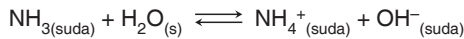
($Mg(OH)_2$ için $Kç = 1,8 \cdot 10^{-11}$, NH_3 için $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II

E) I, II ve III

Çözüm:



Denge: 0,05 - x - x x

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{(0,5 - x)}$$

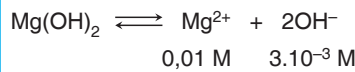
ihmal

$$x^2 = 0,9 \cdot 10^{-5}$$

$$x^2 = 9 \cdot 10^{-6}$$

$$x = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Zayıf baz olan NH_3 'ün su ile tepkimesi sonucunda $3 \cdot 10^{-3}$ M OH^- iyonu oluşur.



$$K_i = [Mg^{2+}] [OH^-]^2$$

$$K_i = (0,01) (3 \cdot 10^{-3})^2$$

$K_i = 9 \cdot 10^{-8} > Kç = 1,8 \cdot 10^{-11}$ M olduğu için $Mg(OH)_2$ katısı çöker. NO_3^- iyonları ise net iyonik tepkimelere katılmaz, seyirci iyonudur.

Cevap E

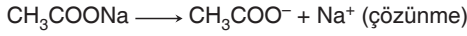


0,01 M Pb(NO₃)₂ ve 0,018 M CH₃COONa bulunduran bir çözeltide Pb(OH)₂ katısı çöker mi?

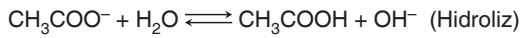
(Pb(OH)₂ için K_ç = 1,2.10⁻¹⁵, CH₃COOH için Ka = 1,8 . 10⁻⁶)

Çözüm:

Sodyum asetatın suda çözünmesi sonucunda oluşan CH₃COO⁻ iyonları hidroliz olur, OH⁻ açığa çıkar.



$$0,018 \text{ M} \quad \quad 0,018 \text{ M}$$



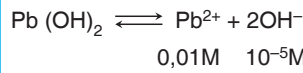
$$\text{Denge: } 0,018 - x \quad \quad \quad +x \quad \quad +x$$

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$$\frac{10^{-14}}{K_{\text{ç}}} = \frac{x \cdot x}{(0,018 - x)}, \quad \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-6}} = \frac{x^2}{0,018}$$

ihmal $x = 10^{-5}$, $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$

10⁻⁵ M OH⁻ varlığında Pb(OH)₂ çöker mi?



$$K_i = [\text{Pb}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$K_i = (0,01)(10^{-5})^2 = 10^{-12} > K_{\text{ç}} = 1,2 \cdot 10^{-15}$$

Pb(OH)₂ katısı çöker.



0,04 M CH₃COOH ve 0,36 M CH₃COONa içeren bir tampon çözeltide bulunan 0,02 M Mg²⁺ iyonu Mg(OH)₂ olarak çöker mi?

(Mg(OH)₂ için K_ç = 1,8 . 10⁻¹¹, Asetik asit için Ka = 1,8 . 10⁻⁵)

Çözüm:

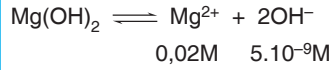
Asetik asit ve sodyum asetat tuzu tampon çözelti oluşturur. Bu tampon çözeltinin içerdiği OH⁻ derişimi bulunur.

$$K_{\text{ç}} = \frac{[\text{H}_2\text{O}^+]}{[\text{Asit}]} \cdot \frac{[\text{Tuz}]}{[\text{Asit}]} \quad [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}_2\text{O}^+]}{0,04} \cdot \frac{0,36}{0,04} \quad [\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

5 . 10⁻⁹ M OH⁻ iyonu varlığında Mg²⁺ çöker mi?



$$K_i = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$K_i = (0,02)(5 \cdot 10^{-9})^2$$

K_i = 0,5.10⁻¹⁸ < K_ç = 1,8.10⁻¹¹ olduğuna göre Mg(OH)₂ çökmez.

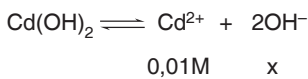


0,01 M CdCl₂ ve 0,1 M NH₃ içeren bir çözeltide Cd(OH)₂'ün çökmemesi için ortamda kaç molar NH₄⁺ iyonu bulunmalıdır?

(Cd(OH)₂ için K_ç = 4.10⁻¹⁴ ve NH₃ için K_b = 1,8.10⁻⁵M)

Çözüm:

0,01M Cd²⁺ iyonu bulunan çözeltide Cd(OH)₂'nin çökmemesi için gerekli OH⁻ iyon derişimi bulunur.



$$K_{\text{ç}} = [\text{Cd}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$4 \cdot 10^{-14} = (0,01)[\text{OH}^-]^2$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-6} \text{ M olmalıdır.}$$

ortamda 2.10⁻⁶ M OH⁻ iyonu bulunması için ne kadar NH₄⁺ olması gerektiği bulunur. NH₃ ve NH₄⁺ birlikte bulunduğu için tampon çözelti oluşur.

$$K_b = [\text{OH}^-] \frac{[\text{Tuz}]}{[\text{Baz}]}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{[\text{NH}_4^+]}{(0,1)}$$

$$[\text{NH}_4^+] = 0,9 \text{ M olmalıdır.}$$



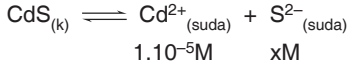
0,1M Cd²⁺ içeren bir çözeltide Cd²⁺ iyonunun % 0,01'i çözeltide kalacak şekilde S²⁻ ile çöktürülmesi için pH kaç olmalıdır?

(Doygun çözeltide [H⁺]².[S²⁻] = 1.10⁻²², CdS için K_ç = 1.10⁻²⁷)

Çözüm:

$$[Cd^{2+}] = 0,1M$$

$$0,1 \cdot \frac{0,01}{100} = 1.10^{-5}M \text{ Cd}^{2+} \text{ çözeltide kalmalıdır.}$$



$$K_{\text{ç}} = [Cd^{2+}].[S^{2-}]$$

$$1.10^{-27} = 1.10^{-5} \cdot x$$

$$x = 1.10^{-22}M \text{ S}^{2-} \text{ olmalıdır.}$$

$$[H^+]^2.[S^{2-}] = 1.10^{-22}$$

$$[H^+]^2 \cdot 1.10^{-22} = 1.10^{-22}$$

$$[H^+]^2 = 1$$

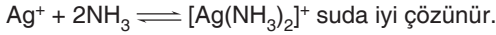
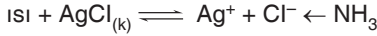
$$[H^+] = 1M$$

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = -\log 1 = 0$$

Kompleks İyon Dengeleri

Kompleks iyon oluşumu, suda az çözünen tuzların çözünürlüğünü artırır. Örneğin katısıyla dengede olan doymuş AgCl çözeltisine, NH₃ çözeltisi eklenirse, dipteki AgCl katısı çözünür. Ag⁺ iyonları NH₃ ile kompleks oluşturur. AgCl dengesindeki Ag⁺ iyonları derişimi azalır. Denge ürünler yönüne hareket eder. AgCl katısının çözünürlüğü artar.



Ag⁺ iyonları derişimi azalır.

Denge ürünler yönüne doğru hareket eder.



$$K_{ol} = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+}{[Ag^+].[NH_3]^2} = 1,0 \times 10^7$$

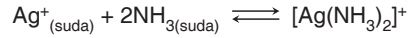
Kompleks iyon oluşumu çözünürlüğü artırır.



Dengedeki bir sistemde 1.10⁻³ M Ag⁺, 2.10⁻³ M NH₃ ve 0,1M [Ag(NH₃)₂]⁺ kompleks iyonu bulunmaktadır.

[Ag(NH₃)₂]⁺ kompleks iyonunun kompleks oluşum sabiti kaçtır?

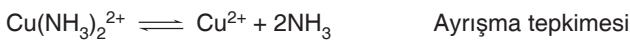
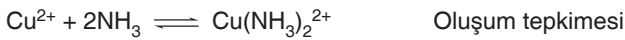
Çözüm:



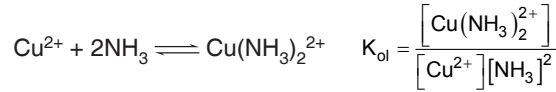
$$\text{Denge: } 1.10^{-3}M \quad 2.10^{-3}M \quad 0,1M$$

$$K_{ol} = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+}{[Ag^+].[NH_3]^2} = \frac{0,1}{1.10^{-3} \cdot (2.10^{-3})^2} = 2,5 \cdot 10^7$$

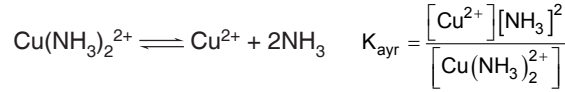
Bir kompleks iyon, bir merkez metal iyonunun ligantları ile koordine kovalent bağ yapmasıyla oluşur. Koordinasyon bileşikler de denilen kompleks bileşikler genellikle çok karardır. Ancak oluştuktan sonra çok azda olsa tekrar ayrışır. Örneğin Cu(NH₃)₂²⁺ kompleksi için,



Yukarıdaki oluşum ve ayrışma tepkimeleri yazılabilir. Oluşum tepkimesi için yazılan denge sabitine oluşum denge sabiti "K_{ol}" veya kararlılık sabiti denir.



Bir kompleksin tekrardan ayrışmasına ait denge sabitine ise kararsızlık (ayırışma) sabiti denir.



Kompleks iyon sorularında her iki denge ifadesi de verilebilmektedir. Çözüm için yazılan tepkimenin yönüne uygun denge sabiti kullanılmalıdır. Not: Bir kompleksin oluşum sabiti (K_{ol}) o kompleksin kararlılığının bir ölçüsüdür. Kararlı komplekslerin K_{ol} sabitleri büyüktür.

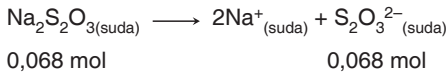
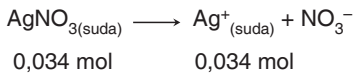


0,034 mol AgNO_3 ve 0,068 mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ içeren 500 mL çözeltide bulunan Ag^+ iyon derişimi kaç moldur?

($[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ için $K_{\text{ol}} = 1,7 \cdot 10^{13}$)

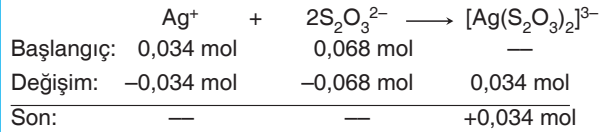
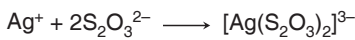
Çözüm:

AgNO_3 ve $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ suda iyonlaşarak çözünürler.

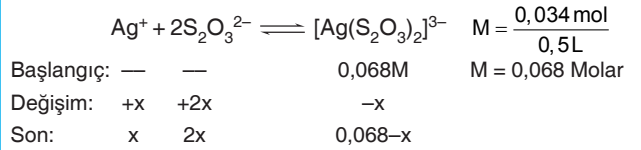


Ag^+ ve $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ iyonları $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ kompleksini oluşturur.

K_{ol} değeri çok büyük olduğu için bu kompleks oluşum tepkimesi tek yönlü gibi düşünülür.



oluşan 0,034 mol $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ kompleksi tekrar çözünür.



$$K_{\text{ol}} = \frac{[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}}{[\text{Ag}^+][\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]^2} = 1,7 \cdot 10^{13} = \frac{(0,068-x)}{(x)(2x)^2} \text{ ihmal}$$

$$4x^3 \cdot 1,7 \cdot 10^{13} = 0,068$$

$$x^3 = 1 \cdot 10^{-15}$$

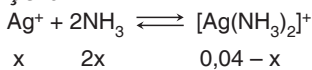
$$x = 1 \cdot 10^{-5} \text{ M}, \quad [\text{Ag}^+] = 1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$



400 mL 0,08 M $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ çözeltisine 400 mL 0,2 M NaCl eklendiğinde AgCl katısı çöker mi?

(AgCl için $K_{\text{ç}} = 1,8 \times 10^{-10}$ $K_{\text{ol}} [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 16 \times 10^8$)

Çözüm:



Çözeltiler eşit hacimde karıştırıldığı için derişimler yarıya iner.

$$K_{\text{ol}} = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2} = 16 \cdot 10^8 = \frac{0,04-x}{x \cdot (2x)^2} \text{ ihmal}$$

$$16 \cdot 10^8 = \frac{0,04}{4x^3},$$

$$4x^3 = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{16 \cdot 10^8}$$

$$4x^3 = 0,25 \cdot 10^{-10}$$

$$4x^3 = 25 \cdot 10^{-12}$$

$$x^3 = 6,25 \cdot 10^{-12}$$

$$x = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ M Ag}^+$$

$$K_{\text{i}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$K_{\text{i}} = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1$$

$$K_{\text{i}} = 1,8 \cdot 10^{-5} > K_{\text{ç}} \text{ olduğu için çökme olur.}$$



0,1 mol AgNO_3 ve 0,6 mol NaCN ile 1 L'lik çözelti hazırlanıyor. **Buna göre,**

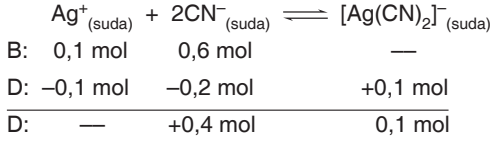
- I. $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ kompleksi oluşur.
- II. Ag^+ iyon derişimi $0,125 \cdot 10^{-18}$ M'dir.
- III. NO_3^- iyon derişimi 0,1 M'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

($[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ için $K_{ol} = 5 \cdot 10^{18}$)

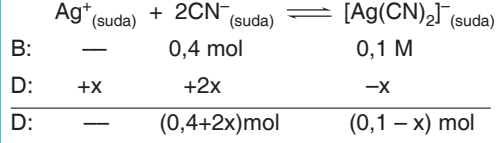
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

Çözüm:



0,4 mol CN^- iyonu varlığında $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ kompleksi çözünür.

(Dengede Ag^+ iyonlarının olması için $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ kompleksinin çözünmesi gerekir.)



$$K_{ol} = \frac{[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-}{[\text{Ag}^+][\text{CN}^-]^2}$$

$$5 \cdot 10^{18} = \frac{0,1 - x}{x \cdot (0,4 + 2x)^2} \text{ ihmal}$$

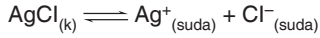
$$x = 0,12 \cdot 10^{-18} (\text{Ag}^+)$$

$$[\text{NO}_3^-] = 0,1 \text{ M}$$

Cevap E



Kompleks oluşumu az çözünen tuzların çözünürlüğünü artırır. Örneğin AgCl katısı suda,



denge tepkimesine göre iyonlaşarak çözünmüştür.



Ag^+ , NH_3 ile yukarıdaki kompleksi oluşturur.

Dibinde katısıyla dengede olan AgCl çözeltilisine NH_3 eklenirse;

- I. AgCl 'nin sudaki çözünürlüğü artar.
- II. AgCl 'nin $K_{ç}$ 'si değişmez.
- III. Dengedeki Cl^- iyonları derişimi artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

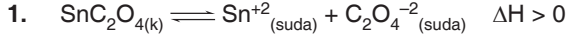
- A) I ve II B) I ve III C) II ve III
D) Yalnız III E) I, II ve III

Çözüm:

Bu çözeltiliye Ag^+ ile kompleks oluşturabilen NH_3 eklenirse $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ kompleksi oluşur. Bu kompleks suda iyi çözünür ve Ag^+ iyon derişimi azalır. Denge Ag^+ derişimini tekrar artıracak yönde yani AgCl katısının çözüldüğü yöne doğru kayar. Bu durumda AgCl katısının çözünürlüğü artar. Dengedeki Cl^- iyonları derişimi artar.

Cevap E

Konu Kavrama Testleri

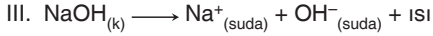
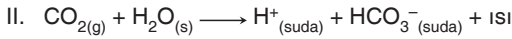
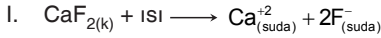


Denklemine göre çözünürlük dengesi kurulmaktadır.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Çözelti doymuştur.
 B) Çözünme hızı, çökelme hızına eşittir.
 C) Sn^{+2} ve $\text{C}_2\text{O}_4^{-2}$ derişimleri sabittir.
 D) Çözünme durmuştur.
 E) Sıcaklık artarsa, $K_{\text{ç}}$ 'nin sayısal değeri artar.

2.



Yukarıda verilen tepkimelerden hangilerinde çözünme denge halinde gerçekleşir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) I, II ve III

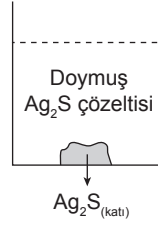
3. CaCO_3 in belli bir sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı, $K_{\text{ç}} = 4,9 \cdot 10^{-9}$ dur.

Aynı sıcaklıkta 4 L suda kaç gram CaCO_3 çözünebilir?

($\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$)

- A) 2,8 B) 0,28 C) 0,028
 D) 0,07 E) 0,007

4.



Ag_2S in saf sudaki çözünürlüğü endotermiktir.

Çözeltideki Ag^+ ve S^{-2} iyon derişimlerini artırmak için,

- I. Kaba aynı sıcaklıkta bir miktar saf su eklemek
 II. Sıcaklığı arttırmak
 III. Kaba Ag_2S katısı eklemek
 IV. Çözeltiyi karıştırmak

işlemlerinden hangileri uygulanabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III
 D) I ve IV E) II, III ve IV

5. 100 mL, 0,3 M Ag_2CrO_4 çözeltisine n mol daha katı Ag_2CrO_4 eklendiğinde çözelti doymun hale geliyor.

Ag_2CrO_4 ün bu sıcaklıktaki çözünürlüğü aşağıdaki-lerden hangisine eşittir?

- A) $0,3 + 10 n$ B) $0,3 + 0,1 n$ C) $0,3 + n$
 D) $0,9 + 10 n$ E) $0,09 + 0,1 n$

6. XF_2 tuzunun belli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı, $K_{\text{ç}} = 4 \cdot 10^{-12}$ dir. 10 L saf su ile doymun çözelti hazırlayabilmek için 0,078 g XF_2 katısı gerekmektedir.

Buna göre X in atom kütlesi kaçtır? (F = 19 g/mol)

- A) 23 B) 40 C) 64 D) 108 E) 204

7. 60 °C de 100 mL, $4 \cdot 10^{-3}$ M doymamış X_2Y çözeltisi 20 °C ye soğutulduğunda $3 \cdot 10^{-4}$ mol X_2Y çöküyor.

Buna göre 20 °C de X_2Y nin çözünürlük çarpımı ($K_{\text{ç}}$) kaçtır?

- A) $4 \cdot 10^{-9}$ B) $4 \cdot 10^{-8}$ C) $1 \cdot 10^{-12}$
 D) $1 \cdot 10^{-8}$ E) $2 \cdot 10^{-12}$

8. $Mg(OH)_2$ nin belli bir sıcaklıktaki çözünürlük çarpımı $Kç = 3,2 \cdot 10^{-8}$ dir.

$Mg(OH)_2$ in pH'ı 13 olan bir çözeltideki çözünürlüğü kaç molardır?

- A) $4 \cdot 10^{-12}$ B) $4 \cdot 10^{-6}$ C) $3,2 \cdot 10^{-8}$
D) $3,2 \cdot 10^{-7}$ E) $3,2 \cdot 10^{-6}$

9. PbI_2 nin belli bir sıcaklıkta çözünürlük çarpımı, $Kç = 1,6 \cdot 10^{-12}$ dir.

Buna göre 0,1 M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisinde PbI_2 nin çözünürlüğü kaç molardır?

- A) $2 \cdot 10^{-5}$ B) $2 \cdot 10^{-6}$ C) $1 \cdot 10^{-5}$
D) $1 \cdot 10^{-6}$ E) $4 \cdot 10^{-6}$

10. Dibinde katısıyla dengede olan doymuş $AgCl$ çözeltisine aynı sıcaklıkta yavaş yavaş $NaCl$ katısı ekleniyor.
I. $AgCl$ katı miktarı değişmez.
II. Ag^+ derişimi azalır.
III. $AgCl$ nin $Kç$ değeri değişmez.

İfadelerinden hangileri doğru olur? (Katı eklenmesi çözeltinin hacmini değiştirmiyor.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

11. 100 mL $4 \cdot 10^{-2}$ M $Pb(NO_3)_2$ çözeltisi ile 100 mL $4 \cdot 10^{-2}$ M $NaCl$ çözeltileri karıştırılıyor.

$PbCl_2$ nin çözünürlük çarpımı $Kç = 4 \cdot 10^{-6}$ olduğuna göre,

- I. $2 \cdot 10^{-3}$ mol $PbCl_2$ çöker.
II. $[Na^+] = 2 \cdot 10^{-2}$ M dir.
III. $[Cl^-] = 1 \cdot 10^{-2}$ M dir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

12. Eşit hacimdeki $2 \cdot 10^{-3}$ M $CaCl_2$ ve $4 \cdot 10^{-3}$ M Na_2CO_3 çözeltileri karıştırılıyor.

$CaCO_3$ için çözünürlük çarpımı $Kç = 4 \cdot 10^{-6}$ olduğuna göre,

- I. Çökme olur.
II. $[Ca^{+2}] = 1 \cdot 10^{-3}$ M dir.
III. $[CO_3^{-2}] = 2 \cdot 10^{-3}$ M dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

13. 0,1 M Mg^{+2} ve 0,1 M Ca^{+2} iyonları bulunan bir çözeltiye damla damla $NaOH$ ekleniyor.

$Ca(OH)_2$ çökmeye başladığı anda çözeltideki Mg^{+2} iyon derişimi kaç molardır?

(Çözeltinin hacminin değişmediği kabul edilecektir.)
($Mg(OH)_2$ için $Kç = 4 \cdot 10^{-9}$, $Ca(OH)_2$ için $Kç = 4 \cdot 10^{-7}$)

- A) $2 \cdot 10^{-3}$ B) $1 \cdot 10^{-3}$ C) $2 \cdot 10^{-4}$
D) $1 \cdot 10^{-4}$ E) $3 \cdot 10^{-3}$

14. $1 \cdot 10^{-4}$ M X^{+2} , $2 \cdot 10^{-4}$ M Y^{+2} ve $1 \cdot 10^{-4}$ M Z^{+2} iyonlarını içeren bir çözeltiye damla damla A^{-1} iyonları içeren çözeltiler ekleniyor.

Buna göre iyonların çökme sırası nasıldır? (Çözeltinin hacmi sabit)

XA_2 için $Kç = 1 \cdot 10^{-16}$
 YA_2 için $Kç = 8 \cdot 10^{-38}$
 ZA_2 için $Kç = 8,1 \cdot 10^{-27}$

- A) X^{+2} , Y^{+2} , Z^{+2} B) X^{+2} , Z^{+2} , Y^{+2}
C) Z^{+2} , Y^{+2} , X^{+2} D) Y^{+2} , Z^{+2} , X^{+2}
E) Y^{+2} , X^{+2} , Z^{+2}

15. $CaSO_3$ suda az çözünen bir tuzdur ve çözünmesi endotermiktir.

Buna göre belirli sıcaklıkta $CaSO_3$ ün sudaki doymun çözeltisine,

- I. Aynı sıcaklıkta bir miktar $Ca(NO_3)_2$ ekleme,
II. Aynı sıcaklıkta bir miktar Na_2SO_3 ekleme,
III. Sıcaklığı düşürme

İşlemlerinden hangilerinin tek başına yapılması, $CaSO_3$ ün çözünürlüğünün azalmasına neden olabilir? (Na_2SO_3 ve $Ca(NO_3)_2$ suda tam olarak iyonlarına ayrılır.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

16. Demir (III) hidroksitin $2,0 \times 10^{-4}$ M NaOH çözeltisindeki çözünürlüğü kaç mol/L'dir?

(25°C 'de demir (III) hidroksit için $K_{\text{ç}} = 4,0 \times 10^{-38}$ dir.)

- A) $2,0 \times 10^{-34}$ B) $1,0 \times 10^{-30}$
C) $5,0 \times 10^{-27}$ D) $2,5 \times 10^{-23}$
E) $1,0 \times 10^{-18}$

17. Sertlik derecesi 1 olan suyun litresinde 8,4 miligram MgCO_3 bulunmaktadır. 1 L, doymun MgCO_3 çözeltisinin sertlik derecesi 10 olduğuna göre, MgCO_3 'ün $K_{\text{ç}}$ 'si kaçtır? ($\text{MgCO}_3 = 84$ g/mol)

- A) 0,42 B) 0,84 C) $1,0 \times 10^{-3}$
D) $8,4 \times 10^{-3}$ E) $1,0 \times 10^{-6}$

18. Baryum karbonatın (BaCO_3) doymuş çözeltisinde Ba^{+2} iyonlarının derişimi kaç M dir?

(BaCO_3 çözünürlük çarpımı, $K_{\text{ç}} = 4,9 \times 10^{-9}$ dur.)

- A) $0,7 \times 10^{-9}$ B) $0,7 \times 10^{-5}$ C) 7×10^{-5}
D) 8×10^{-3} E) 2×10^{-3}

19. PbSO_4 ün oda sıcaklığındaki çözünürlük çarpımı $1,0 \times 10^{-8}$ dir.

Buna göre, oda sıcaklığında, arı su ile hazırlanmış 1000 litre sulu çözeltide en fazla kaç gram PbSO_4 bulunur? ($\text{PbSO}_4 = 303$ g/mol)

- A) 30,3 B) 3,03 C) 0,303
D) $3,03 \times 10^{-2}$ E) $3,03 \times 10^{-5}$

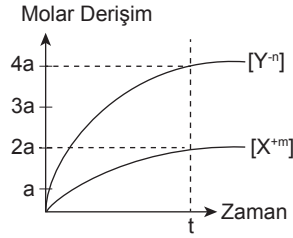
20. 0,5 M AgNO_3 çözeltisinin 0,5 litresi ile 0,2 M Na_2CrO_4 çözeltisinin 0,5 litresi bir kaptaki karıştırıldığında bir çökelek oluşmaktadır.

Buna göre, tepkime sonunda kaptaki maddelerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

(Ag_2CrO_4 için $K_{\text{ç}} = 2,4 \times 10^{-12}$)

- A) Ag_2CrO_4 için iyon derişimleri çarpımı (K_{i}), $K_{\text{ç}}$ den büyüktür.
B) Tepkime sonunda çözeltide, çökmeden kalan Ag^+ iyonları vardır.
C) Ag_2CrO_4 çöker.
D) NO_3^- nin derişimi 0,25 molardır.
E) Na^+ nın derişimi 0,10 molardır.

- 21.



Bir bileşimin suda çözünürken ortalama verdiği X^{+m} ve Y^{-n} iyonlarının molar derişimleri, sabit sıcaklıkta zamana bağlı olarak grafikte görüldüğü gibi değişmektedir.

Buna göre bu bileşimin çözünürlük çarpımı ($K_{\text{ç}}$) aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $[X^{+m}]$ B) $[X^{+m}]^2 [Y^{-n}]$ C) $[X^{+m}] [Y^{-n}]^2$
D) $[X^{+m}]^2 [Y^{-n}]^3$ E) $[X^{+m}]^4 [Y^{-n}]^2$

22. 0,1 M CaCl_2 çözeltisinin 100 mL si ile 0,04 M NaOH çözeltisinin 100 mL si karıştırılıyor.

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ çöktükten sonra dengeye ulaşan sistemde Ca^{+2} ve OH^- iyon derişimleri kaç molardır?

($\text{Ca}(\text{OH})_2$ için $K_{\text{ç}} = 4.10^{-16}$)

- A) 0,02 B) 0,03 C) 0,04
D) 0,05 E) 0,06

Konu Kavrama Çözümleri

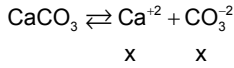
1. Denge durağan değil, dinamiktir. Çözünme ve çökelme hızları birbirine eşittir.

Cevap D

2. Maksimum düzensizlik ve minimum enerji eğilimi zıt yönde olan tepkimeler denge tepkimesidir. II. ve III. tepkimelerde bu iki eğilimde ürünler yönündedir.

Cevap A

3. CaCO_3 'ün saf sudaki çözünürlüğü bulunur.



$$K_{\text{Ç}} = x^2 = 4,9 \cdot 10^{-9}$$

$$x = 7 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

1 L de $7 \cdot 10^{-5}$ mol CaCO_3 çözünüyorsa

4 L de x mol CaCO_3 çözünür

$$x = 28 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 28 \cdot 10^{-3} \text{ g CaCO}_3$$

$$= 0,028 \text{ g CaCO}_3$$

Cevap C

4. Ag_2S 'in saf sudaki çözünürlüğü endotermik olduğu için iyon derişimi yalnızca sıcaklıkla artar. Diğerleri iyon derişimini değiştirmez.

Cevap B

5. Başlangıçta Ag_2CrO_4 ün mol sayısı

$$n_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ mol}$$

son durumda AgCrO_4 ün mol sayısı

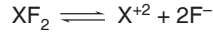
$$n_{\text{T}} = (0,03 + n) \text{ mol}$$

doğgun çözüldeki derişimi yani çözünürlüğü,

$$x = \frac{0,03 + n}{0,1} = 0,3 + 10n$$

Cevap A

6. Önce XF_2 tuzunun çözünürlüğü bulunur.



$$K_{\text{Ç}} = 4 \cdot 10^{-12} = \text{S}(2\text{S})^2$$

$$4 \cdot 10^{-12} = 4\text{S}^3$$

$$\text{S} = 10^{-4} \text{ mol/L}$$

1 L de 10^{-4} mol XF_2 çözünürse

10 L de _____ ?

$$? = 10^{-3} \text{ mol XF}_2 \text{ çözünür.}$$

$$n = \frac{m}{M_A} \Rightarrow M_A = \frac{m}{n} = \frac{0,078 \text{ g}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

$$M_A = 78 \text{ g / mol}$$

$$\text{X} + (2 \cdot 19) = 78$$

$$x = 40$$

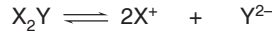
Cevap B

7. Başlangıçta X_2Y nin mol sayısı

$$n_{\text{X}_2\text{Y}} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol'dür.}$$

20 °C de çözünen X_2Y bulunur.

$$4 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$



$$2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$K_{\text{Ç}} = [\text{X}^+]^2 [\text{Y}^{2-}]$$

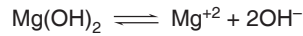
$$= \left(\frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,1} \right)^2 \cdot \left(\frac{1 \cdot 10^{-4}}{0,1} \right) = 4 \cdot 10^{-9}$$

Cevap A

8. pH = 13 ise $[\text{H}^+] = 10^{-13}$

$$[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ M}$$

Ortak iyon etkisi görülür.



$$x \quad (x + 0,1)$$

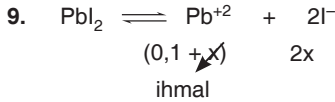
$$K_{\text{Ç}} = x(x + 0,1)^2$$

ihmal edilir.

$$3,2 \cdot 10^{-8} = x \cdot (0,1)^2$$

$$x = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ M dir.}$$

Cevap E



$$K_{\text{ç}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2$$

$$1,6 \cdot 10^{-12} = 0,1 \cdot (2x)^2$$

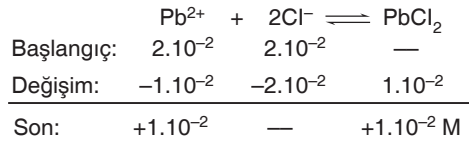
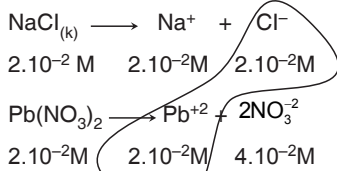
$$x = 2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

Cevap B

Denge sisteminde dışardan Cl^- ilave edilirse tepkime sola kayar. Ag^+ derişimi azalır. Dipteki $\text{AgCl}_{(k)}$ miktarı artar. $K_{\text{ç}}$ ise değişmez.

Cevap E

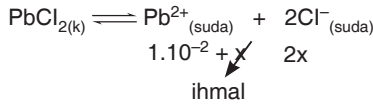
11. Hacim iki katına çıkınca derişim yarıya düşer.



$$n_{\text{PbCl}_2} = 1 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol PbCl}_2 \text{ çöker.}$$

$$K_{\text{ç}} = 4 \cdot 10^{-6} = 1 \cdot 10^{-2} \cdot x^2$$

$$x = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

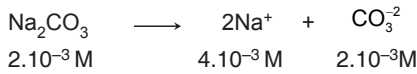
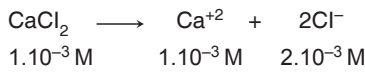


$$K_{\text{ç}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2$$

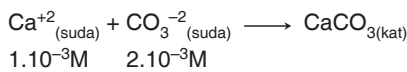
$$4 \cdot 10^{-6} = 1 \cdot 10^{-2} \cdot (2x)^2, \quad x = 1 \cdot 10^{-2} \text{ M (Cl}^-)$$

Cevap E

12. Eşit hacimde karıştırıldıkları için derişimler yarıya düşer.



Çökme tepkimesi



$$K_i = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-6}$$

$K_i < K_{\text{ç}}$ çökme olmaz. İyon derişimleri yalnızca hacim iki katına çıktığı için yarıya düşer.

Cevap D

13. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in çökmesi için gerekli OH^- derişimi;

$$K_{\text{ç}} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$$

$$K_{\text{ç}} = 0,1 \cdot [\text{OH}^-]^2 = 4 \cdot 10^{-7}$$

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ çökmeye başladığında

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-3} \text{ M dir.}$$

$$\text{Mg}(\text{OH})_2 \text{ için; } K_{\text{ç}} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$$

$$4 \cdot 10^{-9} = [\text{Mg}^{2+}] (2 \cdot 10^{-3})^2$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Cevap B

14. X^{+2} nin çökmesi için gerekli A^- derişimi;

$$K_{\text{ç}} = 1 \cdot 10^{-16} = 1 \cdot 10^{-4} \cdot [\text{A}^-]^2$$

$$[\text{A}^-] = 10^{-6} \text{ M olmalıdır.}$$

Y^{+2} nin çökmesi için,

$$K_{\text{ç}} = 8 \cdot 10^{-38} = 2 \cdot 10^{-4} \cdot [\text{A}^-]^2$$

$$[\text{A}^-] = 2 \cdot 10^{-17} \text{ M olmalıdır.}$$

Z^{+2} nin çökmesi için,

$$K_{\text{ç}} = 8 \cdot 1 \cdot 10^{-27} = 1 \cdot 10^{-4} [\text{A}^-]^2$$

$$[\text{A}^-] = 9 \cdot 10^{-12} \text{ M olmalıdır}$$

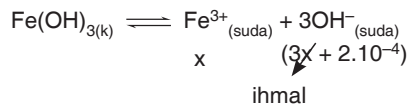
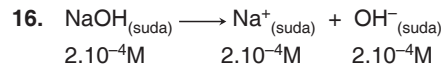
Önce Y sonra Z, en son X çöker.

Cevap D

Ortak iyon çözünürlüğü azalır.

I. ve II. öncülde eklenen maddeler ortak iyon içermektedir. Bu nedenle çözünürlük azalır.

Suda endotermik olarak çözünen bir maddenin, çözünürlüğü sıcaklıkla doğru orantılıdır. Sıcaklık azaldıkça, çözünürlük azalır.

Cevap E

$$K_{\text{ç}} = [\text{Fe}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3$$

$$4 \cdot 10^{-38} = x \cdot (2 \cdot 10^{-4})^3$$

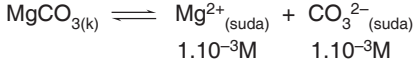
$$x = 5,0 \cdot 10^{-27}$$

Cevap C

17. SD = 1 olan suda 8,4 mg MgCO₃ varsa
SD = 10 olan suda x = 84 mg MgCO₃ vardır.
84 mg = 84.10⁻³g

$$n = \frac{m}{MA}, \quad n = \frac{84 \cdot 10^{-3}}{84} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V}, \quad M = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$



$$K_{\text{Ç}} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$K_{\text{Ç}} = (1 \cdot 10^{-3})^2 = 1 \cdot 10^{-6}$$

Cevap E

18. BaCO_{3(k)} \rightleftharpoons Ba²⁺_(suda) + CO₃²⁻_(suda)
- x M x M

$$K_{\text{Ç}} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$49 \cdot 10^{-10} = x^2$$

$$x = 7 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = 7 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Cevap C

19. PbSO_{4(k)} \rightleftharpoons Pb²⁺_(suda) + SO₄²⁻_(suda)
- x M x M

$$K_{\text{Ç}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

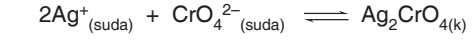
$$1 \cdot 10^{-8} = x^2, \quad x = 1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$M = \frac{n}{V}, \quad 1 \cdot 10^{-4} = \frac{n}{1000}, \quad n = 0,1 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{MA}, \quad 0,1 = \frac{m}{303}, \quad m = 30,3 \text{ gram}$$

Cevap A

20. Na₂CrO_{4(suda)} \longrightarrow 2Na⁺_(suda) + CrO₄²⁻_(suda)
- 0,1M 0,2M 0,1M



0,25M 0,1M

-0,20M -0,1M +0,1M

+0,05M — 0,1M

Çökelek oluşabilmesi için Ki > Kç olmalıdır.

Ag₂CrO₄ çöker.

Tepkime sonunda çözünmeden kalan Ag⁺ iyonları vardır.

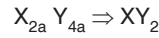
$$[\text{NO}_3^-] = 0,25 \text{ M}$$

$$[\text{Na}^+] = 0,20 \text{ M}$$

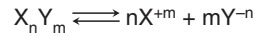
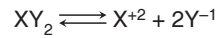
E seçeneği yanlıştır.

Cevap E

21. Önce çözünen tuzun formülü bulunur.



Çözünme dengesi



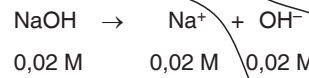
$$m = 2$$

$$n = 1$$

$$K_{\text{Ç}} = [\text{X}^{+m}]^n [\text{Y}^{-n}]^m = [\text{X}^{+m}] [\text{Y}^{-n}]^2$$

Cevap C

22. CaCl₂ \rightarrow Ca²⁺ + 2Cl⁻
- 0,05 0,05 M 0,1 M



Başlangıç: 0,05 M 0,02 M —

Değişim: -0,01 M -0,02 M +0,01 M

Son: 0,04 M — 0,01 M

$$K_{\text{Ç}} = [\text{Ca}^{+2}] [2x]^{-2} \quad \text{Ca}(\text{OH})_{2(k)} \rightleftharpoons \text{Ca}^{+2}_{(suda)} + 2\text{OH}^{-}_{(suda)}$$

$$4 \cdot 10^{-16} = 0,04 \cdot [2x]^{-2} \quad \swarrow \times + 0,04 \quad 2x$$

$$4 \cdot 10^{-16} = 4 \cdot 10^{-2} \cdot (2x)^2 \quad \text{ihmal}$$

$$1 \cdot 10^{-14} = 4x^2$$

$$x^2 = 25 \cdot 10^{-16}$$

$$x = 5 \cdot 10^{-8}, \quad 2x = 10 \cdot 10^{-8} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ M (OH}^-)$$

$$[\text{Ca}^{+2}] = 0,04 \text{ M}$$

Cevap C

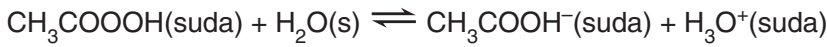
Kütle Denkliği - Yük Denkliği

Sulu çözeltilerde bulunan kimyasal türler, birbirleriyle ve su ile etkileşirler ve aynı anda birden çok denge kurulur. Ortamdaki türlerin çözünürlükleri, derişimleri gibi özelliklerini hesaplamak için oluşan tüm dengeler kullanılır. Bu hesaplamalarda, problemdeki bilinmeyen sayısı kadar matematiksel eşitlik yazmaktır. Bunun için Denge Sabiti ifadeleri, Kütle Denkliği ve Yük Denkliği eşitlikleri kullanılır.

Denge Sabiti: Tepkime de denge anında ürünlerin derişimlerinin reaktiflerin derişimlerine oranını gösteren ifadedir.

Kütle Denkliği: Bir çözeltideki türlerin denge derişimlerinin birbiriyle ilişkisini gösterir.

Örnek: 0,050 mol asetik asit su içerisinde çözülüp 1,00 L çözeltili hazırlanmıştır. Kütle denkliği ifadesini yazınız.



Çözeltide iyonlaşmış ve iyonlaşmamış (yani moleküler olarak çözünmüş) bütün asetik asit miktarları çözeltiliye ilave edilen asetik asit miktarına eşittir.

$$\text{Yani, } 0,050 \text{ M} = [\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

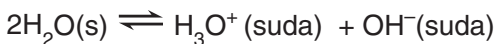
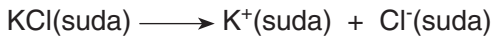
Yük Denkliği: Bir elektrolit çözeltisinde pozitif yüklerin molar derişimi, negatif yüklerin molar derişimine eşittir.

Ortamdaki iyonların toplam elektriksel yüklerinin nötr olduğunun matematiksel ifadesidir. Çözeltideki pozitif yüklerin toplamı negatif yüklerin toplamına eşittir. Elektrolit içeren bir çözeltinin toplam pozitif yükünün molar derişimi toplam negatif yükünün molar derişimine eşittir. İyonun yükü ile derişimi çarpılır.

pozitif yükün M (mol/L) sayısı = negatif yükün M (mol/L) sayısı (yük denkliği eşitliği)

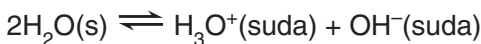
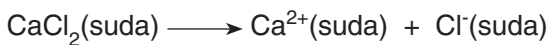
Bazı sistemlerde yük denkliği (gerekmediği için) kütle eşitliklerinin yanında kullanılmaz.

Örnek: Analitik derişimi 0,1 M olan KCl çözeltisinin yük denkliğini yazınız.



$$[\text{K}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$$

Örnek: Analitik derişimi 0,1 M CaCl_2 çözeltisindeki iyonların yük denkliği eşitliğini yazınız.



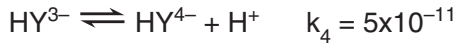
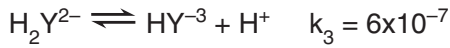
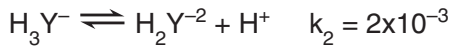
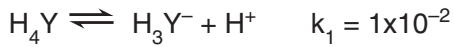
$$2[\text{Ca}^{2+}] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$$

EDTA Çözeltilerinde Katyon Değişimlerinin Hesaplanması

EDTA çözeltisi ile yapılan titrasyonlarda eklenen EDTA (titrant) miktarından katyon değişimleri bulunur. Eşdeğerlik noktasından önce, ortamda katyonun aşırısı bulunur. Katyonun değişimi, tepki-menin stokiometrisinden hesaplanabilir. Fakat, eşdeğerlik noktasında ve eşdeğerlik noktasından sonraki bölgelerde metal iyonu ile EDTA ile kompleks oluşturur. Bu durumda katyon değişimini hesaplamak için, kompleks oluşum sabiti (K_{ol}) kullanılmalıdır.

EDTA'nın 4 iyonlaşma sabiti vardır;

$$k_1 = 1 \times 10^{-2}, k_2 = 2 \times 10^{-3}, k_3 = 6 \times 10^{-7}, k_4 = 5 \times 10^{-11}$$

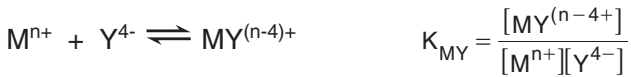


EDTA katyonun yükü ne olursa olsun, metal iyonlarıyla 1:1 oranında kompleks oluşturur.



EDTA İle İlgili Denge Hesaplamaları

Eşdeğerlik noktasında ve eşdeğerlik noktasından sonra metal (M^{n+}) değişimini hesaplamak için



Not= K_{MY} , kompleksin oluşum sabitidir (K_{ol}).

eşitliği kullanılır. Oluşan metal kompleksinin kararlılığı çözeltinin pH'ına, ortamdaki diğer katyonlara bağlıdır. İndikatörün renk dönüşümünün sağlıklı olması ve kompleksin kararlılığı dikkate alınarak EDTA ile yapılan titrasyonlar belirli bir pH'ya ayarlanmış tampon çözeltilerde gerçekleştirilir. Metalin değişimini, hesaplamak için H_4Y için bir alfa (α) değeri (iyonlaşma sabiti) kullanılır. H_4Y için α_4 aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\alpha_4 = \frac{[Y^{4-}]}{C_{EDTA}}$$

$$K_{MY} = \frac{[MY^{(n-4)+}]}{[M^{n+}][Y^{4-}]}$$

Formülünde Y^{4-} derişimi yerine $C_{EDTA} \cdot \alpha_4$ yazılır.

$K_{MY} = \frac{[MY^{(n-4)+}]}{[M^{n+}] \cdot C_{EDTA} \cdot \alpha_4}$	$K_{MY} \cdot \alpha_4 = \frac{[MY^{(n-4)+}]}{[M^{n+}] \cdot C_{EDTA}}$	$K^1_{MY} = K_{MY} \cdot \alpha_4$
$K^1_{MY} = \frac{[MY^{(n-4)+}]}{[M^{n+}] \cdot C_{EDTA}}$		

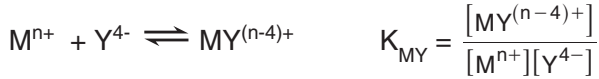
Örnek: 50,0 mL 0,04 M Co^{2+} ve 50,0 mL 0,06 M EDTA nın karıştırılmasıyla hazırlanan ve pH= 3'e tamponlanan çözeltilde Co^{2+} iyonlarının derişimini hesaplayınız.

(pH=3 için $\alpha_4 = 1 \times 10^{-8}$, $K_{MY} = 2 \times 10^{16}$)

Çözüm:

Çözeltiler eşit hacimde karıştırıldığı için Co^{2+} ve EDTA çözeltilerinin derişimi yarıya iner.

$$C_{Co^{2+}} = 0,02 \text{ M} \quad C_{EDTA} = 0,03 \text{ M}$$



$$C_{EDTA} = [EDTA] - [Co^{2+}] = 0,03 \text{ M} - 0,02 \text{ M} = 0,01 \text{ M}$$

$$[M^{n+}] = [Co^{2+}] = \text{Kompleks iyondan gelen } Co^{2+} \text{ iyonları derişimi}$$

$$[MY^{(n-4)+}] = C_{Co^{2+}} = 0,02 \text{ M (Metal iyonunun başlangıç derişimi)}$$

$$K^1_{MY} = K_{MY} \cdot \alpha_4$$

$$K^1_{MY} = \frac{[MY^{(n-4)+}]}{[M^{n+}] \cdot C_{EDTA}} = K_{MY} \cdot \alpha_4$$

$$= \frac{0,02}{[M^{n+}] \cdot 0,01} = 2 \times 10^{16} \cdot 1 \times 10^{-8}$$

$$[M^{n+}] = [Co^{2+}] = 1 \times 10^{-8}$$