

KARIŞIMLAR

ÇÖZÜCÜLER VE ÇÖZELTİLER

Çözünme: En az iki maddenin birbiri içinde homojen bir şekilde dağılmasına **çözünme** denir.

Çözelti: Boyutu 10 nanometreden küçük olacak şekilde dağılmış maddelerin oluşturduğu karışımlara **homojen karışım** (çözelti) denir ($1\text{m}=10^9\text{ nm}$). Çözeltiler, fiziksel özellikleri her yerde aynı olan (homojen) karışımlardır.

- Çözeltiler, çözücü ve çözünen maddelerden oluşmaktadır.
- Çözeltiye fiziksel halini veren maddeye **çözücü (çözen)**, diğerine çözünen denir. Çözeltilerde çözücü miktarı genellikle **çözünen** miktarından daha fazladır.
- Bir çözeltilerde çözücü olarak su kullanılmışsa buna **sulu çözelti** denir.
- Sulu çözeltiler, çözünen maddenin yanına (suda) ya da (aq = aqua) yazılarak gösterilebilir. **Örnek:** Tuzlu su = $\text{NaCl}_{(\text{suda})}$

Çözücü ve çözünen türüne göre bazı çözelti örnekleri:

<u>Çözücü</u>	<u>Çözünen</u>	<u>Çözelti</u>
Sıvı	Katı
Sıvı	Sıvı
Sıvı	Gaz
Gaz	Gaz
Katı	Katı
Katı	Paladyum + H_2

Çözeltilerin Genel Özellikleri:

1. Saf madde değildirler.
2. Homojendirler.
3. Oluşmaları ve ayrışmaları fizikseldir.
4. İstenilen oranda karışırlar.
5. Ayırt edici özelliklere sahip değildir.
6. Kendisini oluşturan maddelerin (bileşenlerinin) özelliklerini taşırlar.
7. Kimyasal formülleri ve sembolleri yoktur.
8. Erime ve kaynama noktaları sabit değildir.
9. Karışımı oluşturan maddelerin kütleleri arasında sabit bir oran olmadığı için sabit yoğunlukları da yoktur.
10. Karışımı oluşturan maddelerin kimyasal özelliklerinde bir değişiklik olmaz.

11. En az iki tür atomdan oluşurlar.
12. Oluşumlarında kütle korunur, ancak hacim korunmayabilir.
13. Çözeltiler için genel kural olarak "Benzer, benzeri çözer" prensibi geçerlidir. Yani polar maddeler polar çözücülerde, apolar maddeler apolar çözücülerde daha iyi çözünür.

SIVI ÇÖZELTİLERDE ÇÖZÜCÜ VE ÇÖZÜNEN ARASINDAKİ ETKİLEŞİM

Apolar – Apolar → London kuvvetleri

Polar – Polar → Dipol – dipol veya

Hidrojen bağı

Karışımı oluşturmak için kullanılan madde çifti	Madde tanecikleri arası etkileşim türü	Çözelti oluşur mu?
Benzen (C ₆ H ₆) – Su		
Benzen (C ₆ H ₆) – Hekzan (C ₆ H ₁₄)		
Kalsiyumklorür (CaCl ₂) – Su		
Kloroform (CHCl ₃) – Benzen (C ₆ H ₆)		
Karbondisülfür (CS ₂) – Hekzan (C ₆ H ₁₄)		
Karbontetraklorür (CCl ₄) – Su		

Ödev soruları

1. C₆H₁₂O₆, NH₃, He, C₆H₆, CCl₄, C₂H₅OH, CH₄ maddelerinden hangilerinin suda çözünmesi beklenir? Neden?

2. Aşağıdaki tabloda verilen maddelerin sudaki ve CCl₄'deki çözünürlüklerini yazınız.

Çözünen madde	CCl ₄	H ₂ O	Neden
CH ₃ OH			
C ₂ H ₆			
CH ₃ Cl			
HCl			
I ₂			
NaHCO ₃			
C ₆ H ₆			
C ₆ H ₁₄			
CH ₄			

3. Aşağıda verilen madde çiftlerinden hangisinde I no'lu madde II no'lu madde içerisinde çözünmez? Neden?

I	II
A) Zeytinyağı	su
B) Metanol	su
C) Amonyak	su
D) Benzen	hekzan
E) Sofra tuzu	su

ÇÖZÜNME ENTALPİSİ

Çözünme süreci üç aşamada gerçekleşir:

1. Çözücü moleküllerinin birbirinden ayrılması (ΔH_1)
2. Çözünen moleküllerinin birbirinden ayrılması (ΔH_2)
3. Çözünen ve çözücü moleküllerinin karışması (ΔH_3)

Çözeltinin ısısı ($\Delta H_{\text{çözeltili}}$) bu üç aşamanın toplamına bağlıdır.

$$\Delta H_{\text{çözeltili}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$



"Her sistem enerjisini azaltma eğilimindedir" yani sistemler enerjilerini azalttıkça daha kararlı olur. Buna göre **istemli çözünmelerde** enerji toplamının negatif çıkması çözünmelerin kararlılığını gösterir.

Solvatasyon ve Hidratasyon

- İyonik katıların suda çözünmesinde, çözünen iyonların su molekülleriyle çevrilmesi sonucunda oluşan çözünmeye **hidratasyon (hidratlaşma)** denir.
- Çözünme olayında su yerine başka bir çözücü kullanıldığında buna **solvatasyon** denir.
- İyonik katıların suda çözünmeleri sırasındaki enerji değişimi:

$$\Delta H_{\text{çözeltili}} = - \text{Kristal enerjisi} + \text{Hidratlaşma/Solvatasyon ısısı}$$

Kristal enerjisi: İyonların bir araya gelerek kristal oluşturduklarında açığa çıkan enerjidir ve genellikle "-" işaretlidir.

Örnek Soru: LiCl iyonik katısının suda çözünme ısısı kaç kJ/mol'dür? (LiCl için kristal enerjisi -833 kJ/mol, hidratlaşma ısısı -883 kJ/mol)

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{çözeltili}} &= - \text{Kristal enerjisi} + \text{Hidratlaşma/Solvatasyon ısısı} \\ &= - (-833) + (-883) \\ &= - 50 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

- Gazlar sıvı içinde çözüldüklerinde düzensizlikleri azalır. Gaz moleküllerini birbirinden ayırmak için enerji vermek gerekmez. Bu yüzden **gazların çözünme ısısı sadece solvatasyon/hidratasyon ısısına eşittir** ve ekzotermiktir.

ÇÖZELTİLERİN DERİŞİMİ (KONSANTRASYON)

- ✓ Bir miktar çözücüde ya da çözeltide bulunan çözünen miktardır.
- ✓ Çözünen miktar; kütle, hacim, mol alınabilir.

- ✓ Derişim birimleri yüzde derişim (kütlece yüzde, hacimce yüzde, kütle/hacim yüzdesi) mol kesri, molarite, molalite, ppm ve ppb dir.

1) KÜTLECE YÜZDE DERİŞİM (%C)

- ✓ 100 gram çözeltideki çözünen maddenin gram cinsinden değeridir.
- ✓ Aynı tür büyüklüklerin birimi olduğu için, kütlece yüzdenin birimi yoktur.
- ✓ Çözeltiye çözücü eklenirse sadece paya, çözünen eklenirse hem paya hem paydaya kütle eklemeleri yapılır.

$$\text{Kütlece Yüzde Derişim} = \frac{\text{çözünen kütle}}{\text{çözelti kütle}} \times 100$$

2) HACİMCE YÜZDE DERİŞİM

- ✓ 100 hacim birimi çözeltide (mL, cm³, L, m³, vb)çözünen sıvının hacim birimidir.
- ✓ Genellikle sıvı sıvı çözeltilerde kullanılır.
- ✓ Hacimce yüzdenin de birimi yoktur.

$$\text{Hacimce yüzde} = \frac{\text{çözünen hacmi}}{\text{çözelti hacmi}} \times 100$$

Örnek Soru: 120 gr suda 30 gram şeker çözümlenerek hazırlanan çözelti kütlece % kaçlıktır?

Çözüm:

Kütlece yüzde derişim = çözünen kütle /çözeltinin kütle x 100

$$\text{Kütlece yüzde derişim} = \frac{30}{30+120} \times 100$$

$$= \% 20$$

Soru: 64 gram suda 16 gram tuz çözümleniyor. Bu çözeltideki tuzun kütlece % derişimi kaçtır? (% 20)

Soru: Kütlece % 20 lik 200 gram şeker çözeltisine 200 gram su eklenirse son çözelti kütlece % kaçlık olur? (% 10)

Soru: 200 ml hacimde %30 luk sulu etil alkol çözeltisi nasıl hazırlanır?

Soru: Kütle/hacim yüzdesi 20 olan 250 ml NaOH sulu çözeltisini hazırlamak için kaç gram NaOH gerekir? (50 gram)

Soru: Kütlece %10 luk 400 gram tuz çözeltisine 180 gram su ve 20 gram tuz eklenirse son çözeltinin kütlece yüzde derişimi kaç olur? (% 10)

Ödev Sorusu: 40 gram şeker ve bir miktar su ile kütlece % 20 lik bir çözelti hazırlanıyor. Bu çözeltideki su miktarı kaç gramdır? (160)

Ödev Sorusu: 35 ml etil alkol ve 90 ml su kullanılarak hazırlanan kolonyanın derecesi (hacimce alkol yüzdesi) nedir? (28)

Ödev Sorusu: Kütlece %16 lık tuz çözeltisinin 250 gramına 150 gram su ekleniyor. Oluşan yeni çözeltinin kütlece yüzde derişimi kaçtır? (% 10)

Ödev Sorusu: 150 gram % 20 lik tuz çözeltisine ayrı ayrı işlemler şu yapıyor;

- I. 50 gram su katılıyor.
- II. 50 gram tuz katılıyor.
- III. 50 gram tuz ve 50 gram su katılıyor.

Bu işlemlerin sonunda her birinde oluşan yeni çözeltilerin kütlece % kaçlık olacağını hesaplayınız. (15, 40, 32)

Ödev Sorusu: 200 gram %20 lik şeker çözeltisiyle, 300 gram %40 lik şeker çözeltisi karıştırılıyor. Son çözeltinin kütlece % derişimi kaç olur? (32)

Ödev Sorusu: Kütlece %2 lik 60 gram tuz çözeltisinin kütlece %6 lik olması için kaç gram su buharlaştırılmalıdır? (40)

3) PPM ve PPB

Ppm: parts per million = milyonda kısım

Ppb: parts per billion = milyarda kısım

- ✓ Çözeltilerde bir bileşenin kütle ya da hacim yüzdesi çok küçük ise çözelti derişimi ppm veya ppb birimleriyle belirtilebilir.
- ✓ **1 kg veya 1 litre çözeltide** çözülmüş maddenin **miligram (mg)** olarak kütlelerine (milyonda bir oranında derişim) **ppm** denir. (1 ppm = 1 mg/ L)

Ppm = Çözünen birim sayısı (g) / çözeltinin birim sayısı (g ya da mL) x 10⁶

Ppm'in birimi: $\text{mg/kg} = \text{mg/mg} \cdot 10^6 = 1/10^6$ → milyonda 1 parça

Ppm görüldüğü gibi birimsizdir.

- ✓ **1 kg veya 1 litre çözeltilde** çözülmüş maddenin **mikrogram (μg)** olarak kütlesine (milyarda bir oranında derişim) **ppb** denir. ($1 \text{ ppb} = 1 \mu\text{g/L}$)

$$\text{Ppb} = \frac{\text{Çözünen birim sayısı (g)}}{\text{çözeltilinin birim sayısı (g ya da mL)}} \times 10^9$$

☝ Bu tür çözeltiler çok seyreltik olduğu için çözeltilinin kütlesi yerine çözücünün kütlesi alınabilir.

☝ Genellikle çözücü olarak su kullanıldığı için suyun kütlesi suyun hacmidir ($d=1 \text{ g/mL}$). Yani 1 kg çözeltilinin hacmi 1 litredir.

Örnek:

10 ppm Ca demek, 1 litre çözeltilde 10 mg Ca bulunuyor demektir.

10 ppb Ca ise, 1 litre çözeltilde 10 μg (mikrogram) Ca bulunur.

Örnek Soru: 200 mL su örneğinde 1,6 mg Pb^{+2} iyonu bulunan çözeltilinin derişimi kaç ppm dir?

Çözüm:

Ppm için mg/kg(L) olmalı

$$1,6 \text{ mg} / 0,2 \text{ L} = 8 \text{ ppm}$$

Soru: 74 ppm derişimli Ca(OH)_2 çözümlere hazırlanan 3 kg lık çözeltilinin kaç mol Ca(OH)_2 içerdiğini hesaplayınız? (Ca: 40, O: 16, H: 1) $(3 \cdot 10^{-3})$

Ödev Sorusu: 500 ml su örneğinde bir miktar kurşun iyonu bulunur. Bu çözeltilinin derişimi 6,4 ppm ise çözeltilde bulunan kurşun miktarını kaç gramdır?

$$(3,2 \cdot 10^{-3})$$

MOL KESRİ

Çözeltildeki bileşenlerden birinin mol sayısının toplam mol sayısına oranıdır.

- ✓ Genel olarak X ile gösterilir.

- ✓ Bazen X , 100 ile çarpımı olarak ifade edilir, bu durumda mol yüzdesinden söz edilir.
- ✓ Bir bileşikteki bütün bileşenlerin mol kesirlerinin toplamı daima 1'e eşittir. ($X_A + X_B + \dots + X_n = 1$)

A ve B bileşenlerinden oluşan bir çözelti için;

A bileşeninin mol kesri : $X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$

B bileşeninin mol kesri : $X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$

Örnek Soru: 1 mol metanol 54 gram suda çözünüyor. Çözeltideki metanol ve suyun mol kesri ve mol yüzdeleri kaçtır? (Su: 18 g/mol)

Çözüm:

Suyun mol sayısı (n) = $54 / 18 = 3$

Toplam mol sayısı = $1 + 3 = 4$

Metanolün mol kesri $X_{\text{metanol}} = 1/4 = 0,25$

Metanolün mol yüzdesi = $0,25 \times 100 = 25$

Suyun mol kesri = $1 - 0,25 = 0,75$

Suyun mol yüzdesi = $0,75 \times 100 = 75$ (ya da $100 - 25 = 75\%$)

Soru: 34,2 gram sakkaroz 7,2 gram suda çözünmesiyle elde edilen çözeltideki, suyun ve sakkarozun mol kesrini bulunuz? (Sakkaroz: 342 g/mol, Su: 18 g/mol)

(0,8 ve 0,2)

Ödev Sorusu: 148 gram Ca(OH)_2 katısı 54 gram suda çözünüyor. Buna göre,

a) Ca(OH)_2 nin mol kesri kaçtır?

b) H_2O nun mol kesri?

(H: 1, O: 16, Ca: 40)

(0,4 ve 0,6)

Ödev Sorusu: 6,4 gram CH_4 gazı ve 1,6 gram He gazından oluşmuş bir gaz karışımındaki,

a) CH_4 gazının mol kesri kaçtır?

b) He gazının mol kesri kaçtır?

(C: 12, H: 1, He: 4)

(0,5 ve 0,5)

Ödev Sorusu: 3 mol X ve 20 mol su kullanılarak hazırlanan çözelti %25 lik olduğuna göre X in mol kütlesi kaçtır? (H₂O: 18) (40)

4) MOLARİTE

1 litre çözeltide çözünen maddenin mol sayısına **molarite (molar derişim)** denir.

- ✓ M harfi ile gösterilir.
- ✓ Birimi mol/L'dir.

$$\text{Molarite (M)} = \frac{\text{çözünenin mol sayısı (n)}}{\text{çözeltinin hacmi (V)}} : \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \text{molar (M)}$$

Örnek Soru: 500 ml 0,2 M sulu NaOH çözeltisi hazırlamak için kaç gram NaOH kullanılmıştır? (Na: 23, O: 16, H: 1)

Çözüm:

$$M = n / V$$

$$0,2 = n / 0,5$$

$$n = 0,1 \text{ mol} \quad \rightarrow \quad \text{NaOH: } 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$0,1 \cdot 40 = 4 \text{ gram NaOH}$$

Soru: 46,4 gramlık bir aseton ((CH₃)₂CO) örneğinden 250 mL lik bir çözelti hazırlanıyor. Buna göre hazırlanan aseton çözeltisinin molaritesini bulunuz. (C: 12, H: 1, O: 16) (3,2 M)

Çözelti yoğunluğu:

- ✓ Çözelti kütlesinin çözelti hacmine bölünmesiyle bulunur.
- ✓ En çok karşılaşılan yoğunluk birimi g/cm³ ya da g/mL'dir
- ✓ Çözeltilerin yoğunluğu çözünen ve çözücü oranına göre değişir.

- ✓ Çözününi katı olan sulu çözeltilerin yoğunluğu genellikle aynı sıcaklıktaki saf suyun yoğunluğundan (1g/cm³) büyüktür.



Kütlece yüzde derişimi, özkütlesi ve çözüneninin mol sayısı bilinen bir çözeltilinin molaritesi şu formülle hesaplanır:

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

M: molarite

d: çözeltilinin özkütlesi

%: çözeltilinin kütlece yüzde derişimi

(c ya da % c olarak da gösterilebilir)

M_A: Çözünen maddenin mol sayısı

Örnek Soru: Yoğunluğu 1,2 g/cm³ olan kütlece % 36,5 lik HCl çözeltilisinin derişimini hesaplayınız. (HCl: 36,5)

Çözüm:

$$M = \frac{d \cdot \% \cdot 10}{M_A} = \frac{1,2 \cdot \cancel{36,5} \cdot 10}{\cancel{36,5}} = 12 \text{ mol / L}$$

Soru: Molaritesi 7 olan H₂SO₄ kütlece % 49 luk ise çözeltilinin yoğunluğunu bulunuz. (H₂SO₄: 98 g/mol) (1,4 g/ml)

Ödev Sorusu: Özkütlesi 1,6 g/ml olan NaOH çözeltilisi kütlece %10 luk tur. Bu çözeltilinin derişimi kaç mol/L dir? (Na: 23, O: 16, H: 1) (4)

Ödev Sorusu: 0,5 litre NaOH çözeltilisi kütlece %20 lik NaOH içerir. 80 gram NaOH içeren bu çözeltilinin özkütlesi kaç g/mL dir? (0,8)

Ödev Sorusu: Derişimi 11,8 M olan % 36,5 lik HCl çözeltilisinin yoğunluğu kaç g/cm³ dür? (H: 1, Cl: 35,5) (1,18)

5) MOLALİTE:

1 kg çözücüde (çözeltide değil) çözülmüş olan maddenin mol sayısına **molalite** (**molal derişim**) denir.

✓ m ile gösterilir.

$$\text{Molalite (m)} = \frac{\text{çözünenin mol sayısı (n)}}{\text{çözününün kütlesi (m}_{\text{çözücü}})} : \frac{\text{mol}}{\text{kg}} = \text{molal}$$

Örnek Soru: Örneğin 500 gram suda 2,5 mol NaCl katısı çözülmüş olarak bulunuyorsa bu çözeltinin molalitesi kaçtır?

Çözüm: $m = 2,5 \text{ mol NaCl (çözünen)} / 0,5 \text{ kg su (çözücü)} = 5 \text{ m}$ olarak bulunur.

Ödev Sorusu: 300 gram su içerisinde 5,4 gram $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ çözünmesiyle oluşan çözeltinin molalitesi kaçtır? (C: 12, H: 1, O: 16) (0,1 m)

Ödev Sorusu: Molal derişimi 1,25 olan H_2SO_4 sulu çözeltisinde suyun miktarı 200 gram ise kullanılan asit kaç gramdır? (S: 32, H: 1, O: 16) (24,5)

Çözelti hazırlama

Hazırlanmak istenen çözeltinin molaritesi biliniyorsa, önce gerekli hesaplama yapılarak çözünen maddenin kütlesi bulunur. Çözünen madde hassas terazi ile gerekli miktarda tartılır ve istenen hacimdeki bir balon jöjeye konur. Bir miktar su

ile çözünenin çözünmesi sağlanır, sonra üzerine balon jode hacim ölçüsünde işaretli olan kısma kadar saf su ilave edilir.

Örnek: 0,1 M 500 mL NaCl çözeltisinin hazırlanması (NaCl: 58,5 g/mol)

$$M = n/V \quad \rightarrow \quad 0,1 = n/0,5 \quad \rightarrow \quad n = 0,05 \text{ mol NaCl}$$

- 0,05 mol NaCl için gereken kütle bulunur.

$$0,05 \cdot 58,5 = 2,925 \text{ g NaCl}$$

- 2,925 gram NaCl hassas terazide tartılır. 500 ml'lik balon jode konur. Üzerine katı NaCl'yi çözecek kadar su ilave edilip tuzun iyice çözünmesi sağlanır. Daha sonra su ilavesiyle hacmi 500 mL'ye tamamlanır.

Soru: Derişimi 1,0 M olan 2,5 L ilk HCl çözeltisi nasıl hazırlanır? (HCl: 36,5 g/mol)

Ödev Sorusu: Asidin üzerine su mu yoksa suyun üzerine asit eklemek mi uygundur? Araştırınız.

Ödev Sorusu: Kütlece % 20 lik 50 gram NaCl çözeltisi nasıl hazırlanır?

Ödev Sorusu: Kütlece % 5 lik 400 gram NaOH çözeltisinden kullanılarak hacmi 500 ml olan bir çözelti hazırlanmak isteniyor. Buna göre oluşan son çözeltinin derişimi kaç M olur ve bu çözelti nasıl hazırlanır? (Na: 23, O: 16, H: 1) (1)

Çözelti derişimlerinin değişik birimlerle verilmesi (derişimleri birbirine dönüştürme)

Kütlece yüzde, mol kesri, molarite ve molalite ile ilgili derişim birimlerinin birbirine dönüştürülmesi sağlanır.

Örnek Soru: Kütlece % 32 lik gliserin çözeltisinin yoğunluğu 1,037 g/ mL dir. Bu çözeltideki gliserinin $C_3H_5(OH)_3$ mol kesrini bulunuz. (C: 12, H: 1, O: 16)

Çözüm: MA (gliserin) =92 MA (su)=18

d= 1,037 g/mL demek 1ml çözeltide 1,037 gram gliserin bulunuyor demektir.

1000 ml(1 L) de 1037 gram bulunur. Çözelti %32 ise

$$1037 \cdot \frac{32}{100} = 331,84 \text{ gram gliserin vardır.}$$

Gliserinin mol sayısı hesaplanır $n=m/MA$ $n=331,84 / 92=3,61$ mol

Suyun mol sayısı $1037 - 331,84 = 705,16$ gram $n=705,16/18=39,17$ mol

$$n_{\text{Toplam}} = 3,61 + 39,17 = 42,78$$

gliserinin mol kesri $3,61/42,78 = 0,08$

Ödev Sorusu: 10 mL etanol (C_2H_5OH) suda çözülüyor ve hacmi 100 mL ye tamamlanarak yoğunluğu 0,982 g/mL olan etanol-su çözeltisi hazırlanıyor. Bu çözeltideki etanolün;

- a) Kütlece yüzdesi kaçtır? (% 8,03)
- b) Mol kesri kaçtır? (0,03)
- c) Molaritesi nedir? (1,171)
- d) Molalitesi nedir? (1,89)

(etanol: 46,07 g/mol, d_{etanol} : 0,789 g/mL)

Ödev Sorusu: Yoğunluğu 1,18 g/mL olan kütlece %37 HCl içeren derişik HCl in molaritesini bulunuz? (HCl: 36,5 g/mol) (12)

Ödev Sorusu: 25 ml etanol (C_2H_5OH) üzerine yeterince saf su ilave edilerek 500 mL lik bir çözelti hazırlanıyor, Çözeltinin derişimini molarite biriminde hesaplayınız. (etanol: 46,07 g/mol, d_{etanol} : 0,789 g/mL) (0,856)

Ödev Sorusu: 30 mL lik asetik asit (CH_3COOH) yeterli miktarda suda çözünerek 500 mL lik çözelti hazırlanıyor. Asetik asidin molaritesini hesaplayınız.

($d_{\text{CH}_3\text{COOH}}$: 1,408 g/mL, C: 12, H: 1, O: 16)

(1,48)

ÇÖZELTİLERİN SEYRELTİLMESİ VE DERİŞTİRİLMESİ

Bir çözeltiye çözünen madde miktarını değiştirmeden su eklediğimizde seyreltmiş ya da çözeltiden su buharlaştırdığımızda o çözeltiyi deriştirmiş oluruz.

Bu gibi durumlarda çözeltide çözünen maddenin miktarının değişmemesi molün değişmediği anlamını taşır. Buradan sonuçla **çözeltinin molar derişimindeki değişim aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:**

$$n_1 = n_2$$

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

Seyreltilen çözeltinin kütlece % derişimi de benzer bir bağıntıyla gösterilir:

$$m_1 \cdot C_1 = m_2 \cdot C_2$$

% C_1 = ilk çözeltinin derişimi

m_1 = ilk çözeltinin kütlesi

% C_2 = son çözeltinin derişimi

m_2 = son çözeltinin kütlesi

Birden fazla çözelti karıştırılırsa oluşan yeni çözeltinin molar derişimi ve kütlece yüzde derişimi şu bağıntılar ile hesaplanır:

$$M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 + \dots = M_{\text{son}} \cdot V_{\text{son}}$$

$$m_1 \cdot C_1 + m_2 \cdot C_2 + \dots = m_{\text{son}} \cdot C_{\text{son}}$$

Örnek Soru: 36 gram glikoz ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) ile 400 mL lik bir çözelti hazırlanıyor. Buna göre,

a) Çözeltinin molar derişimini bulunuz.

b) Hazırlanan çözeltiye 600 mL su eklendiğinde oluşan yeni çözeltinin molar derişimini bulunuz. (C: 12, H: 1, O: 16)

Çözüm:

a) $C_6H_{12}O_6 = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180 \text{ g/mol}$

$n = 36/180 = 0,2 \text{ mol}$

$M = n/V \rightarrow M = 0,2/0,4 \rightarrow M = 0,5 \text{ molar}$

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

$0,5 \cdot 400 = M_2 \cdot 1000 \rightarrow M_2 = 0,2 \text{ molar}$



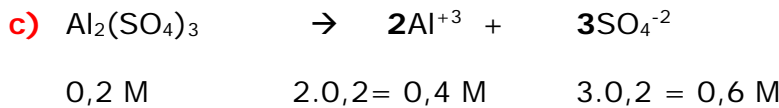
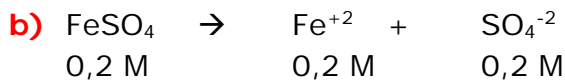
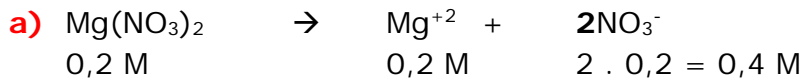
V_2 'nin son hacim olarak $400 + 600 = 1000 \text{ L}$ alındığına dikkat ediniz.

İYON DERİŞİMLERİ

İyonik yapıli bileşik suda çözüdüklerinde iyonlarına ayrışırılar. Çözeltide çözünen maddenin derişiminden yararlanılarak çözeltideki iyonların da derişimleri hesaplanabilir.

- ✓ Önce tuzun iyonlaşma denklemleri yazılır ve denkleştirilir.
- ✓ Denklemlerdeki baş katsayılarından yararlanılarak orantı kurularak hesaplama yapılır. (Molar derişim birim hacimdeki mol sayısı olduğundan, aynı hacimdeki tanecik sayısı mol sayısı ile doğru orantılı olur. Denklemiş tepkimelerdeki karsayılar maddelerin mol sayıları olarak da kullanılabilir.)

Örnek: Derişimleri $0,2 \text{ M Mg(NO}_3)_2$, FeSO_4 ve $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ tuzlarının iyon derişimlerini hesaplayalım.



İyonların molar derişimleri yazılırken iyonlar köşeli parantez içinde yazılır. $[\text{Fe}^{+3}]$, $[\text{SO}_4^{-2}]$, gibi

ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇÖZÜNME HIZI

Çözünürlük: Belirli sıcaklık ve basınçta bir çözücüde çözünebiilen maksimum madde miktarına çözünürlük denir.

- Çözünürlük "g/100 cm³" ya da "g/100 g çözücü" şeklinde ifade edilebildiği gibi, molar çözünürlük olarak "mol/L" birimi ile de verilebilir.

"0°C de NaCl'nin çözünürlüğü 34 g/100 g su" demek "0°C'de 100 gram suda en çok 34 gram NaCl çözünebilir" demektir.

Çözünürlüğü etkileyen faktörler:

- ✓ Çözücü cinsi
- ✓ Sıcaklık
- ✓ Basınç (sadece gazlarda)
- ✓ Ortak iyon

Çözünme hızı: Birim zamanda bir çözücüde çözünen madde miktarıdır.

Çözünme hızını etkileyen faktörler;

- ✓ Çözücü ve çözünenin cinsi
- ✓ Sıcaklık
- ✓ Temas yüzeyi
- ✓ Karıştırıcı kullanmak



Sıcaklık; hem çözünürlüğü hem de çözünme hızını etkileyen faktördür.



Sıcaklık; katı ve sıvıların çözünürlüğünü genellikle artırırken, gazların çözünürlüğünü kesinlikle azaltır.

ÇÖZELTİLERİN DERİŞİMİNE BAĞLI (KOLİGATİF) ÖZELLİKLERİ

Bir çözeltide çözünen taneciklerin derişimlerine bağlı olarak değişen özelliklere **koligatif özellikler** denir. Bu özellikler;

- ➔ Çözeltinin buhar basıncının çözücününkine göre düşmesi
- ➔ Çözeltinin kaynama noktasının çözücününkine göre yükselmesi (Ebülyoskopi)
- ➔ Çözeltinin donma noktasının çözücününkine göre düşmesi (Kriyoskopi)
- ➔ Ozmotik basınç

Buhar Basıncının Düşmesi

Bir çözücüde uçucu olmayan bir madde çözüldüğünde oluşan çözeltinin buhar basıncı saf çözücünün buhar basıncından daha düşük olur. Bunun nedeni; çözünen parçacıkların, çözücü moleküllerini birbirinden uzaklaştırıp buharlaşmayı zorlaştırmasıdır.

Kısacası; **çözünen madde buhar basıncını düşürür.**

Bu durum, Raoult yasasına göre şu denklemlerle ifade edilir:

$$P_1 = X_1 \cdot P_1^\circ$$

Nihal İKİZOĞLU

P_1 = Çözeltinin kısmi buhar basıncı

P_1° = Saf çözücünün buhar basıncı www.kimyayakademi.com

X_1 = Çözeltideki çözücünün mol kesri

☝ Mol kesri (X_1) bir basit kesir olduğundan ($0 < X_1 < 1$) çözeltinin buhar basıncı, çözücünün buhar basıncından daha düşüktür.

☝ Çözünen derişimi arttıkça, çözeltinin buhar basıncı daha da azalır.

Örnek Soru: Kütlece %70 glikol içeren glikollü suyun (oto radyatör suyu) 80°C deki buhar basıncını hesaplayınız. (Glikol: 62, Su: 18 ve 80°C 'de saf suyun buhar basıncı: 355 mm Hg)

Çözüm: 100 gram çözeltinin 70 gramı glikol, 30 gramı sudur.

$$n_{\text{GLİKOL}} = 70 / 18 = 1,13$$

$$n_{\text{SU}} = 30 / 18 = 1,67$$

$$n_{\text{T}} = 1,13 + 1,67 = 2,8$$

$$X_{\text{ÇÖZÜCÜ}} = 1,13 / 1,67 = 0,6$$

$$P_1 = P^\circ \cdot X_{\text{ÇÖZÜCÜ}}$$

$$P_1 = 355 \cdot 0,6$$

$$P_1 = 213 \text{ mmHg}$$

Buna göre, aynı sıcaklıkta saf suyun buhar basıncı 355 mmHg, glikol çözeltisinin ise 213 mmHg dir. Yani çözünen madde buhar basıncını düşürmüştür.

Soru: %70 glikol içeren 24°C sıcaklıktaki oto radyatör suyu için;

a) Buhar basıncını hesaplayınız.

b) 24°C sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncı ile karşılaştırınız.

(H: 1, C: 12, O: 16 ve 24°C sıcaklıktaki suyun buhar basıncı 22,4 mm Hg dir.)

(12,69 mmHg)

Ödev Sorusu: 1125 gram glikozun 25°C deki 450 mL suda çözünmesiyle hazırlanan çözeltinin buhar basıncını hesaplayınız.

($d_{\text{SU}} = 1 \text{ g/mL}$, Glikoz: 180, 25°C de $P_{\text{BUHAR}} = 24 \text{ mmHg}$)

(19,2 mmHg)

Kaynama sıcaklığı yükselmesi (Ebülyoskopi)

- Bir çözücüde uçucu olmayan bir madde çözüldüğünde oluşan çözeltinin kaynama noktası saf çözücünün kaynama noktasından daha yüksek olur.
- Saf çözücü ile çözeltinin kaynama noktası arasındaki farka **kaynama noktası yükselmesi (ebülyoskopi)** denir.
- Bir sıvıda uçucu olmayan bir katı çözüldüğünde kaynama noktasının artmasının nedeni, buhar basıncının düşmesidir.
- Çözeltide bulunan tanecik derişimi artarsa, çözeltinin kaynama noktası da doğru orantılı olarak artar.
- Kaynama noktası yükselmesini hesaplamak için şu bağıntı kullanılır:

$$\Delta T_k = K_k \cdot m \cdot i$$

ΔT_k : Kaynama sıcaklığındaki değişme

K_k : Molal kaynama noktası yükselmesi
(her sıvı için farklı bir değer olup su için 0,52 dir)

m : Çözeltinin molalitesi

i : Çözünen maddenin ortama verdiği tanecik sayısı

Örnek Soru: 80,8 gram KNO_3 katısının 400 gram suda çözünmesiyle oluşan çözeltinin kaynama noktasını hesaplayınız. (K: 39, N: 14, O: 16, su için K_k : 0,52)

Çözüm:

$$n_{\text{çözünen}} = 80,8/101 = 0,8 \text{ mol}$$

$$m_{\text{çözelti}} = 400 \text{ gram} = 0,4 \text{ kg}$$

$$K_k = 0,52$$

$$i = 2 \text{ (} K^+ \rightarrow 1 \text{ ve } NO_3^- \rightarrow 1 \text{)}$$

$$\Delta T_k = K_k \cdot m \cdot i$$

$$\Delta T_k = 0,52 \cdot \frac{0,8}{0,4} \cdot 2$$

$$\Delta T_k = 2,08^\circ C$$

Su $100^\circ C$ de kaynadığına göre çözeltinin kaynamaya başladığı yeni sıcaklık;

$$100 + 2,08 = 102,08^\circ C \text{ olur.}$$

Örnek Soru: Suyun 760 mm Hg dış basıncındaki kaynama noktası $100^\circ C$ dir. Saf suya elektrolit olmayan kaba formülü CH_2O olan X maddesinin 360 gramı 1 kg suda çözülmesiyle elde edilen çözeltinin kaynama noktası $101,04^\circ C$ olarak ölçülüyor. Buna göre X in moleköl formülü nedir? (su için K_k : 0,52; C: 12, H: 1, O: 16)

Çözüm:

Nihal İKİZOĞLU

$$\Delta T_k = K_k \cdot m \cdot i$$

$$1,04 = 0,52 \cdot \frac{360}{M_A \cdot 1} \cdot 1$$

$$n = 2 \text{ mol}$$

www.kimyaakademi.com

$$m_{\text{çözünen}} = 360 \text{ gram} \rightarrow n_{\text{çözünen}} = 360/M_A$$

$$m_{\text{çözücü}} = 1 \text{ kg su}$$

$$\Delta T_k = 101,04 - 100 = 1,04$$

i: 1 (elektrolit olmadığı için)

$$n = 2 \text{ mol} \rightarrow 2 \text{ mol } 360 \text{ g ise } 1 \text{ mol } 180 \text{ g'dır.}$$

$$(\text{CH}_2\text{O})_x = 180 \rightarrow x = 6 \rightarrow X \text{ in formülü } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ olur.}$$

- Ödev Sorusu:**
- I. 0,2 M NaNO_3 çözeltisi
 - II. 0,5 M $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ çözeltisi
 - III. 0,3 M KCl çözeltisi
 - IV. 0,4 M $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ çözeltisi

Aynı koşullarda bulunan yukarıdaki sıvıların kaynama noktalarını karşılaştırınız.

$$(\text{III} > \text{II} > \text{I} = \text{IV})$$

Ödev Sorusu: Aynı ortamda bulunan 0,1 mol şeker, 0,1 mol $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ve 0,1 mol KNO_3 çözeltilerinin kaynama sıcaklıklarını karşılaştırın.

$$(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 > \text{KNO}_3 > \text{şeker})$$

Ödev Sorusu: 500 gram suda kaç gram NaCl çözümlerse oluşan çözeltinin $102,08^\circ\text{C}$ de kaynamaya başlar? (NaCl : 58,5) (58,5)

Ödev Sorusu: 0,5 molal CaBr_2 çözeltisinin 1 atm basınçta kaynamaya başlama sıcaklığı kaç $^\circ\text{C}$ dir? (101,78)

Ödev Sorusu: Suda iyonlaşarak çözünen XY_2 katısının 10 gramı 50 gram suda çözünerek sulu çözeltisi hazırlanıyor. Oluşan çözelti 1 atm basınçta kaynamaya başladığı sıcaklığı $101,56^\circ\text{C}$ ise bu katının mol kütlesi kaç g/mol dür?

(suyun kaynama noktası yükselme sabiti 0,52)

(200 g/mol)

Donma noktası alçalması (Kriyoskopi)

- Bir çözücüde uçucu olmayan bir madde çözüldüğünde oluşan çözeltinin donma noktası saf çözücünün donma noktasından daha düşük olur.
- Saf çözücü ile çözeltinin donma noktası arasındaki farka donma noktası alçalması (kriyoskopi) denir.
- Çözeltide bulunan tanecik derişimi arttıkça çözeltinin donma noktası daha da düşer.
- Donma noktası alçalmasını hesaplamak için şu bağıntı kullanılır:

ΔT_d : Donma sıcaklığındaki değişme

K_d : Molal donma noktası alçalması
(her sıvı için farklı bir değer olup su için 1,86 dır)

m: Çözeltinin molalitesi

i: Çözünen maddenin ortama verdiği tanecik sayısı

$$\Delta T_d = K_d \cdot m \cdot i$$

Örnek Soru: 500 gram suda 0,125 mol NaBr çözünerek hazırlanan çözeltinin donma noktası kaç $^\circ\text{C}$ dir? (Su için K_d : 1,86)

Çözüm:

$$\Delta T_d = K_d \cdot m \cdot i$$

$$\Delta T_d = 1,86 \cdot \frac{0,125}{0,5} \cdot 2$$

$$\Delta T_d = 0,93$$

Su 0°C de donduğuna göre çözeltin donmaya başladığı yeni sıcaklık;

$$0 - 0,93 = -0,93 \text{ °C olur.}$$

Soru: 500 gram suya kaç gram $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ katısı çözülürse oluşan çözeltinin donmaya başladığı sıcaklık -9,3 °C olur? (Al: 27, S: 32, O: 16) (171)

Soru: ΔT_d neden her zaman pozitif değer alır?

Ödev Sorusu: 193,2 gram X maddesi 300 gram suda çözülüyor. Suyun donma noktası - 13,05°C'ye düştüğüne göre suda moleküler olarak çözünen X maddesinin mol kütlesi kaçtır? (92 g/mol)

Ödev Sorusu: 0,1 molal $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (glikol) ile hazırlanan sulu antifiriz çözeltisinin donma sıcaklığı kaç °C dir? (- 0,186)

Ödev Sorusu: Suyun 760 mm Hg dış basınçta donma noktası 0°C dir. Saf suya elektrolit olmayan ve kaba formülü CH_4O olan bileşiğin 96 gramında 1 kg su içerisinde tamamen çözülmesiyle elde edilen çözeltinin donma noktası -5,58 °C olarak ölçülüyor. Buna göre bileşiğin molekül kütlesi kaç gramdır?

(Su için K_d : 1,86; C: 12, H: 1, O: 16)

(32 g/mol)

Ödev Sorusu: 12 gram $C_{12}H_{10}$, 300 gram benzende çözülüyor. Oluşan çözeltinin normal basınçta,

a) kaynama noktasını,

b) donma noktasını bulunuz.

(H: 1, C: 12, Benzenin normal kaynama noktası $80,1^{\circ}C$, Benzen için $K_k: 2,53$ ve $K_d: 5,12$) (80,76 ve $-0,56$)

Kriyoskopi ve ebüliyoskopinin günlük hayattaki uygulamaları

- Otomobillerde soğutma sisteminde bulunan su içerisine donma noktasının düşürecek maddeler eklenerek kışın meydana gelebilecek donma olaylarında ve yazın oluşabilecek kaynama olaylarının önüne geçilmektedir. Eklenen maddelere genel olarak antifiriz denir. En çok kullanılan antifiriz glikoldür.
- Kış aylarında yollar tuzlanarak donması engellenmektedir. Aynı şekilde uçaklar, içerisinde propilen glikol bulunan su ile yıkanarak buzlanmadan korunur.
- Limon ve narenciye üreticileri donma olayları ile karşılaşmamak için turunçgiller üzerine püskürtülen su donma sırasında ısı verir ve sıcaklığın sabit kalması sağlanır. Bir süre için sıcaklık $0^{\circ}C$ de sabit kalır. $0^{\circ}C$ nin altında donan meyve suyu böylelikle donmaktan kurtulur. (Portakal içinde şeker oranı fazla olduğu için limon portakaldan daha önce donar)
- Dondurma yapılırken de NaCl gibi donmayı geciktirici maddeler kullanılır. NaCl donmaya başlama noktası $-21^{\circ}C$ ye kadar düşürebilir.

Ozmotik basınç ve ters ozmoz olayı

- Çözücü moleküllerinin yarı geçirgen bir zar boyunca saf bir çözücünden (veya seyreltik bir çözeltiden) daha yüksek derişimli bir çözeltiye doğru geçişine **ozmos** denir.
- Bir çözeltideki ozmotik basıncı durdurmak için gereken basınca **ozmotik basınç (II)** denir.

- Kaynama noktası yükselmesi ve donma noktası alçalması gibi ozmotik basınç da çözeltinin derişimi ile doğru orantılıdır.

$$\Pi V = n R T$$

Π = Osmotik basınç (atm)

V = Çözeltinin hacmi (L)

n = Çözünenin mol sayısı

R = İdeal gaz sabiti (0,082)

T = Sistemin mutlak sıcaklığı (K)

- Ozmotik basınçtan daha büyük bir basınç uygulanırsa çözücünün akışını ters yöne çevirip, çözeltiden saf çözücüye akmasına neden olur ve çözücü tarafındaki sıvı seviyesi yükselir. Bu olaya **ters ozmos** denir.

HETEROJEN KARIŞIMLAR

İki ya da daha fazla maddenin karışmasıyla elde edilen birden fazla faz/görüntü içeren karışımlardır.

Heterojen karışımlar dağılan faz ve dağılan fazın fiziksel haline aşağıdaki gibi gruplanır;

- ✓ Süspansiyon
- ✓ Emülsiyon
- ✓ Aerosol
- ✓ Koloit

Süspansiyon: Dağıtan fazı sıvı, dağılan fazı katı olan heterojen karışımlardır. Örnek; Türk kahvesi, portakal suyu, çamur, boya, ayran, vs...

Emülsiyon: Dağıtan fazı ve dağılan fazı sıvı olan heterojen karışımlardır. Örnek; benzen-su, süt, mayonez, zeytinyağı-su, benzin -su, vs...

Aerosol: Dağıtan fazı gaz, dağılan fazı katı veya sıvı olan heterojen karışımlardır. Örnek; duman (katı-gaz), sis, baca dumanı, sprey (sıvı-gaz), vs...

Koloit: Dağılan fazın dağıtan faz içinde yayılmasıdır. Koloit, süspansiyon ve çözeltiler arasındaki ara durumdur. Koloitlerde dağılan madde ancak elektron mikroskopuyla görülebilir.

Diğer heterojen karışımlar:

Jel: Jeller, sıvının katı içinde ya da katının katıyla dağılmasıyla ortaya çıkmaktadır.(jöle, peynir)

Köpük: Köpükler sıvı ortamda gazın dağılmasıdır. (kremler, sabun köpüğü)

Sol: Katının sıvı faz içerisinde dağılması ile meydana gelir. (su içinde altın tozu)