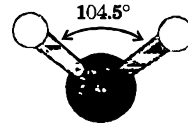
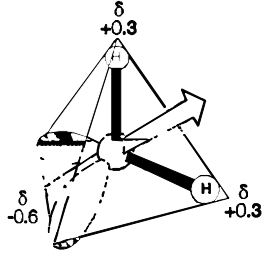


# SU

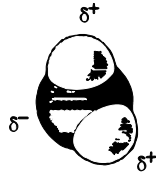
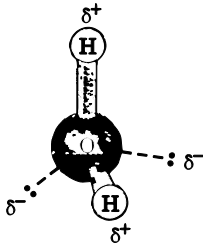
## Suyun molekül yapısı

Su, H<sub>2</sub>O molekül yapısında bir inorganik maddedir.

Su molekülü, merkezinde bir oksijen atomu, iki köşesinde birer hidrojen atomu, diğer iki köşesinde ortaklanmamış elektron çiftleri bulunan bir düzgün olmayan dörtyüzlü şeklindedir; H—O—H bağ açısı 104,5°'dir:

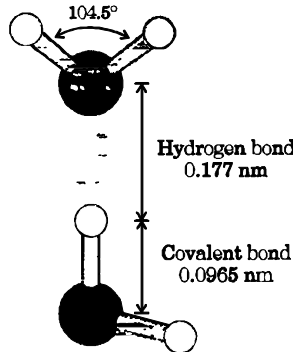


Su molekülü, dipol karakterdedir; çevresindeki elektrik yükü dağılımı üniform değildir. Su molekülünün oksijen tarafı elektronlardan zengindir ve lokal bir negatif (-) yüklü bölge oluşturur; hidrojen tarafı da elektronlardan fakirdir ve lokal bir pozitif (+) yüklü bölge oluşturur:

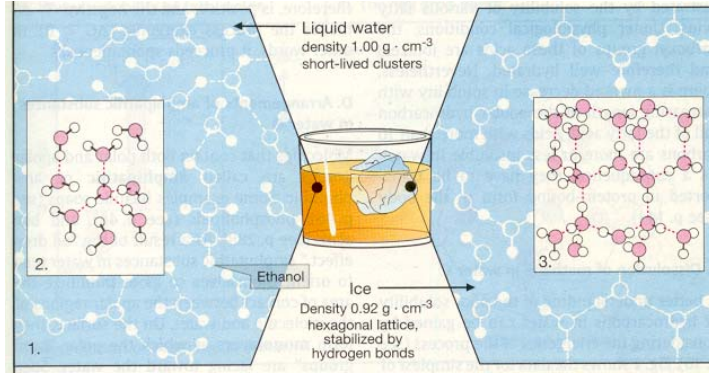


H <sub>2</sub> O		CH <sub>4</sub>
18	Molecular mass	16
+100 °C	Boiling point	-162 °C
41	Heat of vaporization (kJ · mol <sup>-1</sup> )	8
6.2	Dipole moment (10 <sup>-30</sup> C · m)	0

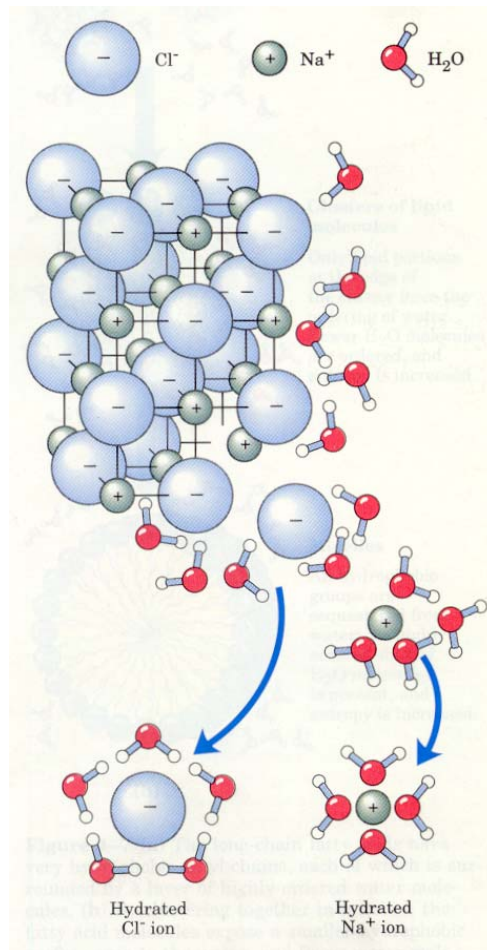
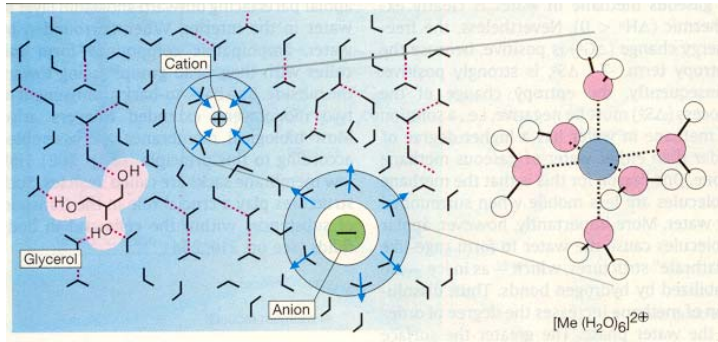
Su molekülleri, dipol karakterde oluşları nedeniyle hem katı halde hem de sıvı halde iken, birbirlerine hidrojen köprüsü bağlarla bağlanma yeteneğindedirler; bir su molekülünün bir hidrojen çekirdeği ile bir başka su molekülünün ortaklanmamış elektron çiftleri arasında, karşılıklı elektrostatik reaksiyonla bir hidrojen bağı oluşur:



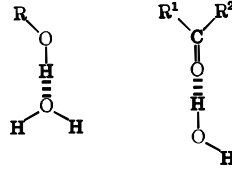
Su moleküllerinin buzda %100'ü, oda sıcaklığındaki suda %70'i, 100°C'deki suda %50'si hidrojen bağlarıyla art arda birbirlerine bağlanmışlardır:



Sulu çözeltilerde bütün iyonlar hidratize formda yani su molekülleriyle sarılmış durumda bulunurlar. Katyonlar su molekülünün negatif yük merkezini çekerler; anyonlar da su molekülünün pozitif yük merkezini çekerler:

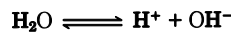


Şeker molekülleri gibi, yüksüz fakat polar biyomoleküller, birçok hidrojen bağının stabilize edici etkisi nedeniyle suda çözünürler; hidrojen bağları, polar su molekülleri ile şekerin hidroksil grupları veya karbonil oksijenleri arasında meydana gelir. Alkoller, aldehitler ve ketonlar da su ile hidrojen bağları oluştururlar:

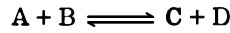


## Suyun iyonizasyonu

Su molekülleri, az da olsa, bir hidrojen iyonu (H<sup>+</sup>) ve bir hidroksil iyonu (OH<sup>-</sup>) vermek üzere, reverzibl (geri dönüşümlü) olarak iyonlaşma eğilimindedirler:



*Bu reverzibl iyonizasyon, sellüler fonksiyonlarda suyun rolü için çok önemlidir; ayrıntılı olarak anlaşılmalıdır.*



şeklinde bir denklemlerle gösterilen her hangi bir kimyasal reaksiyonun denge sabitinin

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{C}][\text{D}]}{[\text{A}][\text{B}]}$$

olduğunu biliyoruz. Suyun reverzibl iyonizasyonu için denge sabiti:

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

25°C saf suda suyun konsantrasyonu, 55,5 M'dir ve H<sup>+</sup> ile OH<sup>-</sup>'nin çok düşük konsantrasyonları (1 x 10<sup>-7</sup>M) için sabittir. *M konsantrasyon değeri, 1 litredeki mol miktarıdır; mol, molekül ağırlığının gram değeridir. Suyun molekül ağırlığı 18 olduğundan 1 mol su, 18 g su demektir (veya 18 g su, 1 mol sudur). Dolayısıyla 1 litre (1000 g) suda*

$$\frac{1000}{18} = 55,5 \text{ mol su vardır, yani suyun konsantrasyonu } 55,5 \text{ M'dir. Yukarıdaki eşitlikten}$$

$$K_{\text{eq}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{55,5 \text{ M}}$$

$$(55,5 \text{ M})(K_{\text{eq}}) = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w$$

bulunur ki burada K<sub>w</sub>, 25°C'de suyun iyonlaşma sabitidir. 25°C'de saf suyun elektrik iletkenliğinin ölçülmesi suretiyle K<sub>eq</sub> değeri, 1,8 x 10<sup>-16</sup>M olarak bulunmuştur. *Elektrik akımı, suda yalnızca suyun dissosiasyonu (ayrışması) sonucu oluşan H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonları vasıtasıyla iletilir.* Buna göre;

$$\begin{aligned} (55,5 \text{ M})(1,8 \times 10^{-16} \text{ M}) &= [\text{H}^+][\text{OH}^-] \\ 99,9 \times 10^{-16} \text{ M}^2 &= [\text{H}^+][\text{OH}^-] \\ 1,0 \times 10^{-14} \text{ M}^2 &= [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w \end{aligned}$$

olduğu sonucu elde edilir.

Sulu çözeltilerde, saf suda olduğu gibi  $H^+$  ile  $OH^-$ 'nin konsantrasyonları eşit olduğunda, çözeltinin **nötral pH** da olduğu ifade edilir. Nötral pH'da  $H^+$  ile  $OH^-$ 'nin konsantrasyonu, suyun iyonlaşmasından hesaplanabilir:

$$K_w = [H^+][OH^-] = [H^+]^2$$

$$[H^+] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1 \times 10^{-14} \text{ M}^2}$$

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ M}$$

Suyun iyonlaşması sabit olduğundan,  $H^+$  iyonlarının konsantrasyonu  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 'dan daha büyük olduğunda  $OH^-$  iyonlarının konsantrasyonu karşılık olarak  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 'dan daha küçüktür. Bir hidroklorik asit çözeltisindeki gibi,  $H^+$  iyonlarının konsantrasyonu çok yüksek ise,  $OH^-$  iyonlarının konsantrasyonu çok küçük olmalıdır.

$H^+$  ve  $OH^-$  konsantrasyonlarından biri bilinirse, suyun iyonlaşmasından, diğerinin konsantrasyonu hesaplanabilir. Örneğin,

$OH^-$ konsantrasyonu 0,1 M ise;	$H^+$ konsantrasyonu 0,00013 M ise;
$K_w = [H^+][OH^-]$ $[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14} \text{ M}^2}{0,1 \text{ M}}$ $= \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{10^{-1} \text{ M}} = 10^{-13} \text{ M}$	$K_w = [H^+][OH^-]$ $[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1 \times 10^{-14} \text{ M}^2}{0,00013 \text{ M}}$ $= \frac{1 \times 10^{-14} \text{ M}^2}{1,3 \times 10^{-4} \text{ M}}$ $= 7,7 \times 10^{-11} \text{ M}$

Böylece hesaplanan  $H^+$  ve  $OH^-$  konsantrasyonları, **pH skalası** için temel oluşturur:

$[H^+]$ (M)	pH	$[OH^-]$ (M)	pOH*
$10^0(1)$	0	$10^{-14}$	14
$10^{-1}$	1	$10^{-13}$	13
$10^{-2}$	2	$10^{-12}$	12
$10^{-3}$	3	$10^{-11}$	11
$10^{-4}$	4	$10^{-10}$	10
$10^{-5}$	5	$10^{-9}$	9
$10^{-6}$	6	$10^{-8}$	8
$10^{-7}$	7	$10^{-7}$	7
$10^{-8}$	8	$10^{-6}$	6
$10^{-9}$	9	$10^{-5}$	5
$10^{-10}$	10	$10^{-4}$	4
$10^{-11}$	11	$10^{-3}$	3
$10^{-12}$	12	$10^{-2}$	2
$10^{-13}$	13	$10^{-1}$	1
$10^{-14}$	14	$10^{-0}(1)$	0

### pH ve asitlik-bazlık

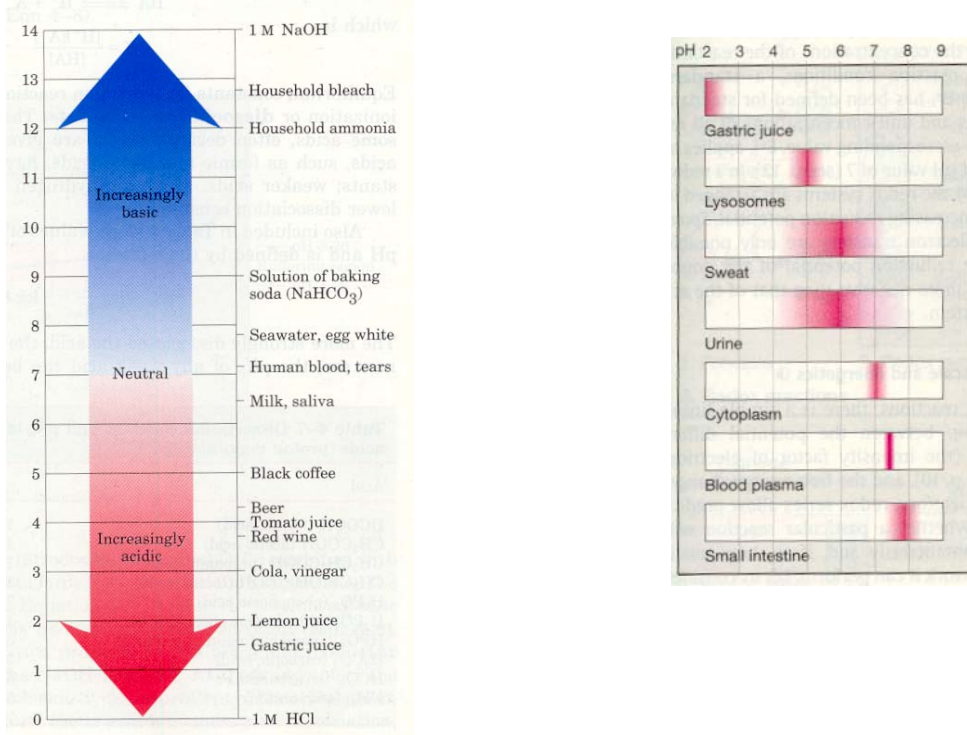
pH, sulu çözeltilerde  $H^+$  iyonları konsantrasyonunun negatif (-) logaritması olarak tanımlanır:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log [H^+]$$

25°C'de **nötral bir çözeltide**  $H^+$  iyonlarının konsantrasyonu  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$  olduğuna göre pH hesaplanabilir:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \log \frac{1}{1 \times 10^{-7}} = \log (1 \times 10^7) = \log 1.0 + \log 10^7 \\ &= 0 + 7.0 \\ &= 7.0 \end{aligned}$$

Bir çözeltinin pH'ı 7'den büyükse, çözelti **alkalen** veya **baziktir**; OH<sup>-</sup> konsantrasyonu, H<sup>+</sup> konsantrasyonundan daha büyüktür. Bir çözeltinin pH'ı 7'den küçükse, çözelti **asidiktir**; H<sup>+</sup> konsantrasyonu, OH<sup>-</sup> konsantrasyonundan daha büyüktür. Çeşitli vücut sıvılarının pH değerleri birbirinden farklı olarak bulunmuştur:



Sulu çözeltilerin pH'ı, çeşitli yöntemlerle ölçülebilir. **Kolorimetrik yöntemler** denen yöntemler, indikatör boyalar denen bazı boya maddelerinin belirli pH değerlerinde renk değiştirmeleri esasına dayanır. **İndikatör boyalar**, çözeltilerde ortamın H<sup>+</sup> iyonu konsantrasyonuna göre renk değiştiren maddelerdir. Genellikle bir **amfolit** olan indikatörün renk değiştirdiği noktaya **dönüm noktası** denir. Hem asitlerle hem bazlarla tuz oluşturabilen maddelere **amfotitler** veya **amfoter elektrolitler** denir. Bunlar, **amfolitin izoelektrik noktası** denen bir pH ortamında, eşit sayıda negatif (-) ve pozitif (+) yük içerirler (H<sup>+</sup>A<sup>-</sup>); izoelektrik noktadan düşük pH ortamında (asit ortam), kation (pozitif yüklü iyon; H<sup>+</sup><sub>2</sub>A) halinde bulunurlar; izoelektrik noktadan yüksek pH ortamında (bazik ortam) ise anyon (negatif yüklü iyon; A<sup>-</sup>) halinde bulunurlar:

$\text{pH} < \text{IN}$	$\text{pH} = \text{amfolitin izoelektrik noktası (IN)}$	$\text{pH} > \text{IN}$
$\text{H}^+_{2}\text{A}$ [ortamda fazla miktarda bulunan H <sup>+</sup> iyonları, amfolite katılarak A <sup>-</sup> 'nin yükünü ortadan kaldırırlar.]	$\text{H}^+\text{A}^-$ [amfolit (+) ve (-) yükler içermekle birlikte dışarıya karşı yüksüz gibi davranır; (+) ve (-) yükler birbirini dengelemektedirler.]	$\text{A}^-$ [ortamda fazla miktarda bulunan OH <sup>-</sup> iyonları, amfolitteki H <sup>+</sup> ile su oluştururlar ve böylece (+) yükü ortadan kaldırılmış olur.]

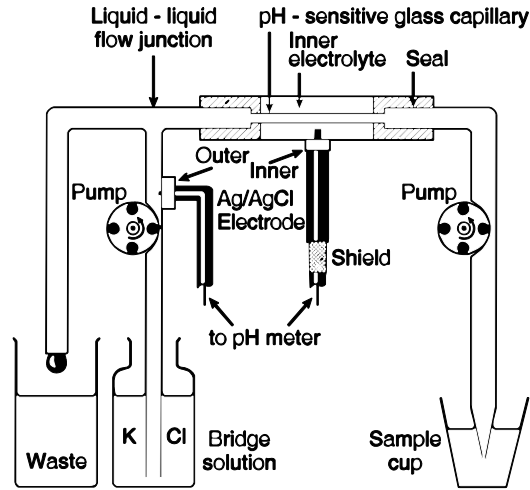
Bir amfolit, elektriksel bir alanda ortamın pH'ına göre davranır: Ortamın pH'ı amfolitin izoelektrik noktasına eşitse amfolit, elektriksel alanda hareketsiz kalır; ortamın pH'ı amfolitin

izoelektrik noktasından yüksekse amfolit, elektriksel alanda anota geç eder; ortamın pH'ı amfolit'in izoelektrik noktasından düşükse amfolit, elektriksel alanda katoda geç eder. Tek dönüm noktalı indikatörler olduğu gibi çift dönüm noktalı indikatörler de vardır:

<i>İndikatörün ismi</i>	<i>pH sınırları</i>	<i>Renk değişikliği</i>
Timol mavisi	1,2 - 2,8	Kırmızı → Sarı
Bromfenol mavisi	3,0 - 4,6	Sarı → Mavi
Metil kırmızısı	4,4 - 6,0	Kırmızı → Sarı
Brom krezol moru	5,8 - 6,8	Sarı → Mor
Fenol kırmızısı	6,8 - 8,0	Sarı → Kırmızı
Metil oranj	2,9 - 4,0	Kırmızı → Sarı
Fenol ftalein	8,3 - 10,0	Renksiz → Pembe
Turnusol	7,0	Kırmızı → Mavi

Bir tüpe alınan tükürük içerisine bir damla fenolftalein damlatıldığında tükürüğün renksiz kalması, pH'nın 8,3'ten küçük olduğunu gösterir. Başka bir tüpe alınmış aynı tükürük örneğinin üzerine bir damla turnusol damlatılınca renk mavi oluyorsa, pH 7'den büyük demektir. İki gözlemin sonuçları birleştirildiğinde tükürük örneğinin pH'nın 7 ile 8,3 arasında olduğu ifade edilir.

Sulu çözeltilerin pH'ı, **elektrometrik yöntemler** denen, iki elektrot arasındaki potansiyel farkının bir galvanometre ile ölçülmesi esasına dayanan yöntemlerle daha hassas olarak ölçülebilir. Bunun için yapılmış **pH metre** denen aletlerde elektrottan çıkan sinyal, şiddetlendirilir ve pH'ı bilinen bir çözelti tarafından oluşturulan sinyal ile karşılaştırılır:

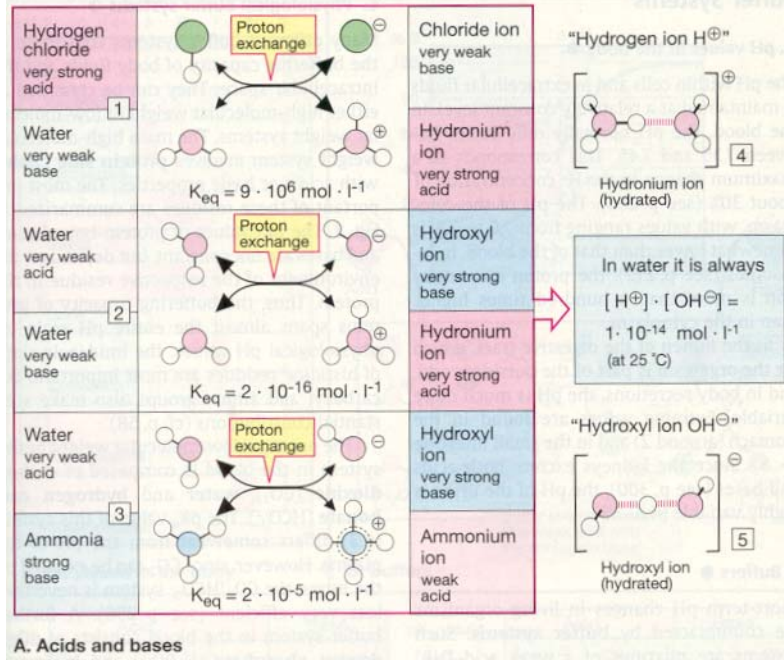


### **Zayıf asit ve bazlar**

Hidroklorik asit, sülfürik asit, nitrik asit gibi kuvvetli asitler ile NaOH ve KOH gibi kuvvetli bazlar, seyreltik sulu çözeltilerde tamamen iyonize olurlar. Biyokimyacılar için, suda çözüldüklerinde tamamen iyonize olmayan zayıf asit ve bazların davranışı önemlidir. Zayıf asit ve bazlar, biyolojik sistemlerde bulunurlar; metabolizmada ve metabolizmanın düzenlenmesinde önemli rol oynarlar.

**Asitler**, proton donörleri (vericileri) olarak; **bazlar** da proton akseptörleri (alıcıları) olarak tanımlanabilir:



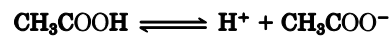


Eskiden, sulu ortama hidrojen iyonu veren maddelere asit; hidroksil iyonu veren maddelere baz denirdi. Günümüzde, ortaklanmamış elektron çiftine katılan maddelere asit; ortaklanmamış elektron çifti içeren maddelere de baz denmektedir.

Bir proton donörü ve ona uygun proton akseptörü, bir **konjuge asit-baz çifti** oluştururlar:

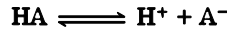
Proton donör	Proton akseptör
CH <sub>3</sub> COOH (acetic acid)	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (phosphoric acid)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (dihydrogen phosphate)	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (hydrogen phosphate)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ammonium)	NH <sub>3</sub>
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (carbonic acid)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (bicarbonate)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
$\begin{array}{c} \text{+NH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \quad \backslash \\ \quad \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array}$ (glycine)	$\begin{array}{c} \text{+NH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \quad \backslash \\ \quad \quad \text{O} \quad \text{O}^- \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{+NH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \quad \backslash \\ \quad \quad \text{O} \quad \text{O}^- \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \quad \backslash \\ \quad \quad \text{O} \quad \text{O}^- \end{array}$

Asetik asit (CH<sub>3</sub>COOH) bir proton donörüdür, asetat anyonu (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>) da ona uygun proton akseptörüdür;



reverzibl reaksiyonu ile ilişkili olarak, asetik asit (CH<sub>3</sub>COOH) ve asetat anyonu (CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>) bir konjuge asit-baz çifti oluştururlar.

Her asit, bir sulu çözeltide protonunu verme eğilimindedir; kuvvetli asitlerde bu eğilim daha fazladır. **HA** ile gösterilebilen herhangi bir asidin bir proton kaybetme eğilimi ve onun **A<sup>-</sup>** ile gösterilebilen konjuge bazının oluşması veya asidin dissosiasyonu reaksiyonunun denklemi:



Zayıf bir asit HB ile, onun konjuge bazı da B<sup>-</sup> ile gösterilebilir.

Bir asidin reverzibl dissosiasyonu reaksiyonun denge sabiti:

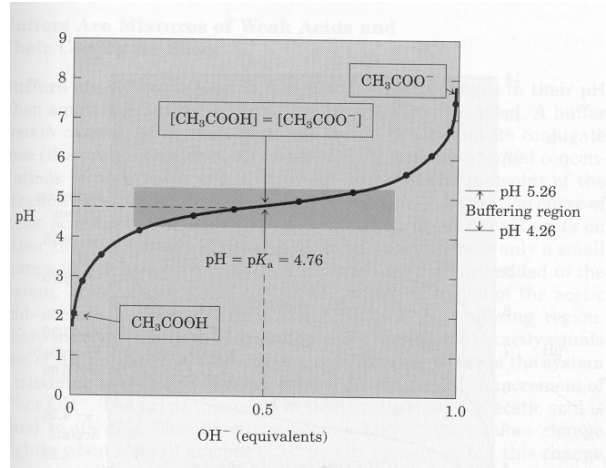
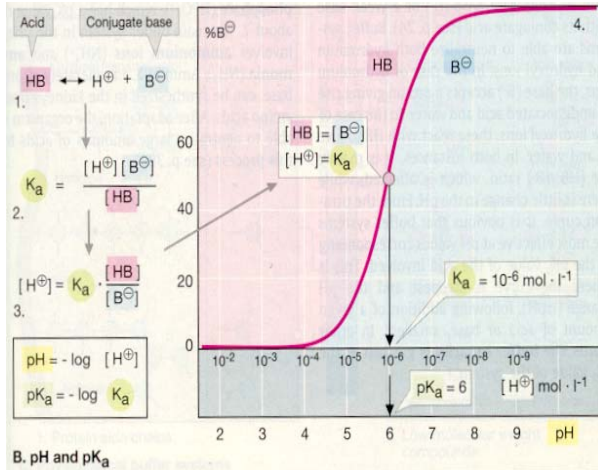
$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

İyonizasyon reaksiyonları için denge sabiti yerine **iyonizasyon sabiti** veya **dissosiasyon sabiti** denir. Bazı asitlerin dissosiasyon sabitleri, sıklıkla K<sub>a</sub> sembolü ile gösterilir; K<sub>a</sub>'nın negatif logaritması da pK<sub>a</sub> ile gösterilir:

Acid	K <sub>a</sub> (M)	pK <sub>a</sub>
HCOOH (formic acid)	1.78 × 10 <sup>-4</sup>	3.75
CH <sub>3</sub> COOH (acetic acid)	1.74 × 10 <sup>-5</sup>	4.76
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH (propionic acid)	1.35 × 10 <sup>-5</sup>	4.87
CH <sub>3</sub> CH(OH)COOH (lactic acid)	1.38 × 10 <sup>-4</sup>	3.86
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (phosphoric acid)	7.25 × 10 <sup>-8</sup>	2.14
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (dihydrogen phosphate)	1.38 × 10 <sup>-7</sup>	6.86
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (monohydrogen phosphate)	3.98 × 10 <sup>-13</sup>	12.4
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (carbonic acid)	1.70 × 10 <sup>-4</sup>	3.77
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (bicarbonate)	6.31 × 10 <sup>-11</sup>	10.2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ammonium)	5.62 × 10 <sup>-10</sup>	9.25

pK<sub>a</sub> değeri küçük olan asit, kuvvetli olarak dissosiyeye olur; kuvvetli asittir.

Zayıf asitlerin pK<sub>a</sub> değerleri, **titrasyon grafiği** çizilerek bulunabilir. Titrasyon, verilen bir çözeltideki bir asidin miktarını tayin etmek için kullanılır. Bunun için, belirli volümdeki asit örneği, konsantrasyonu bilinen kuvvetli bir baz (genellikle NaOH) çözeltisi ile titre edilir; NaOH, bir indikatör boya veya bir pH metre ile nötralizasyon sağlandığı anlaşılıncaya kadar, aside yavaş yavaş ilave edilir. Asidin konsantrasyonu, ilave edilen NaOH'in volüm ve konsantrasyonundan hesaplanabilir. Zayıf bir asidin titrasyon grafiğini çizmek için, asidin belirli bir volümüne belirli miktarlarda NaOH eklendikçe pH ölçümü yapılır; eklenen NaOH miktarlarına karşılık pH değerlerinin grafiği çizilir:

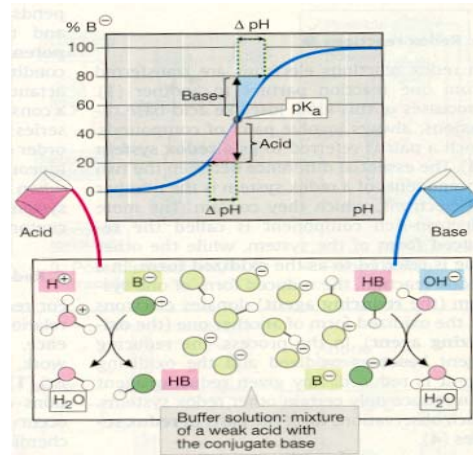


Zayıf asidin pK<sub>a</sub> değerine eşit pH'da, zayıf asit ve bunun konjuge bazı eşit konsantrasyonlarda bulunur; daha düşük pH'larda asit konsantrasyonu fazladır; daha yüksek pH'larda ise asidin konjuge bazının konsantrasyonu fazladır. Böylece bir zayıf asit ve anyonunun yani bir konjuge asit-baz çiftinin bir tampon olarak etkili olabileceği anlaşılır.



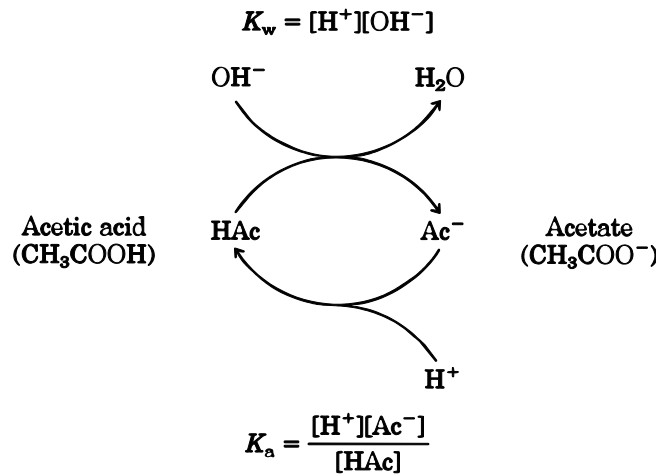
## Tamponlar

Tamponlar, küçük miktarlarda asit ( $H^+$ ) veya baz ( $OH^-$ ) eklendiğinde pH değişikliklerine karşı koyma eğiliminde olan sulu sistemlerdir:



*Bir tampon sistemi, zayıf bir asit (proton donörü) ve onun konjuge bazını (proton akseptörü) içerir. Örneğin asetik asit ( $CH_3COOH$ ) ve asetat ( $CH_3COO^-$ ) iyonlarının eşit miktarlarda karışımı, bir tampon sistemidir.*

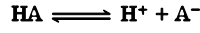
Tamponlama, proton donörü ve onun konjuge proton akseptörünün yaklaşık olarak eşit konsantrasyonlarda bulunduğu çözeltilerde denge oluşturan iki reverzibl reaksiyonun sonucudur:



Bir tampona  $H^+$  veya  $OH^-$  eklendiğinde, zayıf asit ve onun anyonunun nisbi konsantrasyonlarının oranında ve dolayısıyla pH'da küçük bir değişiklik olur. Sistemin bir komponentinin konsantrasyonunda azalma, diğerinde bir artma ile dengelenir. Tampon komponentlerinin toplamı değişmez; yalnızca oranları değişir.

Her konjuge asit-baz çiftinin, etkili bir tampon olduğu,  $pK_a$  değerine eşit, karakteristik bir pH değeri vardır.  $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$  çiftinin  $pK_a$  değeri 6,86'dır; 6,86'ya yakın pH'da bir tampon sistem olarak işlev görebilir.  $pK_a$  değeri 9,25 olan  $NH_4^+/NH_3$  çifti, 9,25'e yakın pH'da bir tampon olarak etkili olabilir.

pH, zayıf asit ile onun konjuge bazının bir karışımının tamponlama etkisi ve zayıf asidin  $pK_a$ 'sı arasındaki kantitatif ilişki, **Henderson-Hasselbalch denklemi** ile ifade edilir. Bu denklem, bir zayıf asidin dissosiasyon sabiti ile ilgili denklemden çıkarılır:



$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$-\log [\text{H}^+] = -\log K_a - \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{proton acceptor}]}{[\text{proton donor}]}$$

Henderson-Hasselbalch denkleminde göre  $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$  olduğu durumda;

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log 1.0 = \text{p}K_a + 0 = \text{p}K_a$$

Henderson-Hasselbalch denklemi, verilen bir pH aralığında proton donör ve proton akseptörün molar oranlarından, her hangi bir asidin  $\text{p}K_a$  değerini hesaplamaya; verilen bir  $\text{p}K_a$  ve molar orana göre bir asit-baz çiftinin pH'ını hesaplamaya; zayıf asidin verilen  $\text{p}K_a$  değeri ve her hangi bir pH'da proton donör ve proton akseptörün molar oranını hesaplamaya da yarar:

Serbest laktik asit 0,010M, laktat 0,087M olduğu durumda pH 4,80 olarak ölçüldüğüne göre laktik asidin $\text{p}K_a$ değeri:	Asetik asidin $\text{p}K_a$ değeri 4,76 olduğuna göre 0,1M asetik asit ve 0,2M sodyum asetat karışımının pH'ı:
$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{lactate}]}{[\text{lactic acid}]}$ $\text{p}K_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{lactate}]}{[\text{lactic acid}]}$ $= 4.80 - \log \frac{0.087}{0.010} = 4.80 - \log 8.7$ $= 4.80 - 0.94 = 3.86$	$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{acetate}]}{[\text{acetic acid}]}$ $= 4.76 + \log \frac{0.2}{0.1} = 4.76 + 0.301$ $= 5.06$

Asetik asidin  $\text{p}K_a$  değeri 4,76 olduğuna göre pH'ı 5,30 olan bir tampon sistem için gerekli asetat ve asetik asit konsantrasyonları oranı:

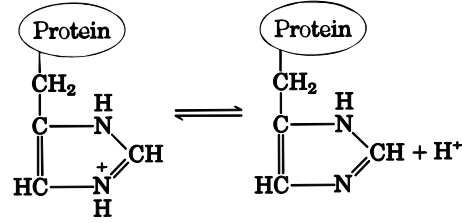
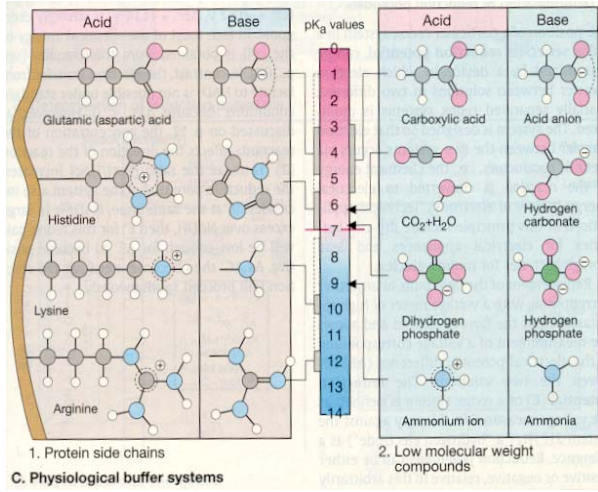
$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{acetate}]}{[\text{acetic acid}]}$$

$$\log \frac{[\text{acetate}]}{[\text{acetic acid}]} = \text{pH} - \text{p}K_a$$

$$= 5.30 - 4.76 = 0.54$$

$$\frac{[\text{acetate}]}{[\text{acetic acid}]} = \text{antilog } 0.54 = 3.47$$

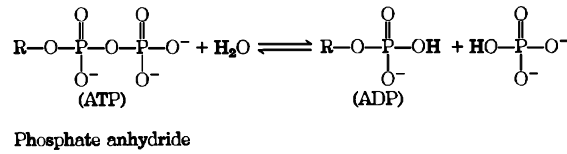
Çoğu hücrenin sitoplazması, yüksek konsantrasyonda protein içerir. Proteinlerde, birçok amino asit, amino asitlerde de zayıf asit ve zayıf baz olan fonksiyonel gruplar vardır:



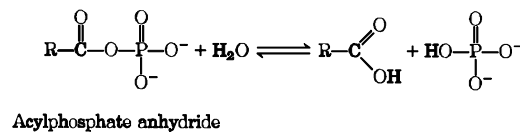
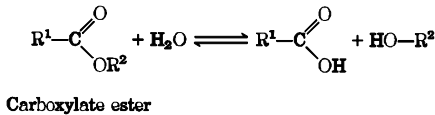
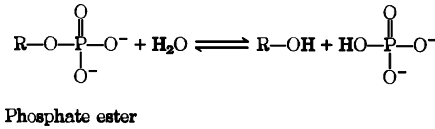
Histidin amino asidinin yan zinciri, 6,0 pK<sub>a</sub> değerine sahiptir; histidin kalıntısı içeren proteinler, nötral pH'ta etkili tampon olabilirler. ATP gibi nükleotidler, düşük moleküler ağırlıklı birçok metabolit, iyonize olabilen gruplar içerirler ve sitoplazmanın tamponlama gücüne katkıda bulunabilirler. Amonyak, idrarı tamponlar. Fosfat ve bikarbonat da önemli biyolojik tamponlardır.

### Bir reaktant olarak su

Su, canlı hücrelerde meydana gelen kimyasal reaksiyonlara sıklıkla doğrudan katılır. ADP ve inorganik fosfattan ATP'nin oluşması, bir kondensasyon reaksiyonudur; bu reaksiyonda suyun elementleri elimine edilir; oluşan bileşik, fosfat anhidridi olarak adlandırılır:

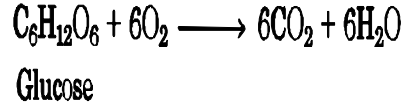


Hidroliz reaksiyonları, diyetle alınan proteinler, karbonhidratlar ve nükleik asitlerin enzimatik depolimerizasyonunu sağlarlar. Hidrolazlar denen hidrolitik enzimler, bu makromoleküllerdeki monomerik alt üniteleri birbirine bağlayan bağlara su elementlerinin eklenmesini katalize ederler:

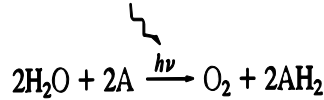


*Hidroliz reaksiyonları hemen daima ekzergoniktir. Hidrolizin basit tersine çevrilmesi suretiyle altünitelerden sellüler polimerlerin oluşması, endergonik olacağından gerçekleşmez; termodinamik olarak elverişsizdir.*

Su ve karbondioksit, glukoz gibi enerji maddelerinin oksidasyonunun son ürünleridir:



Yeşil bitkiler ve algler, fotosentez proçesinde, suyu bölmek için güneş enerjisini kullanırlar:



### **Suyun biyolojik görevleri**

Suyun biyolojik görevleri özetle şunlardır:

- 1) Su, makromoleküllerin yapı taşıdır. *Hidrojen köprüleriyle su molekülüne bağlanan polisakkarit, protein, nükleik asitler gibi kompleks makromoleküller, suyu düzenli bir şekilde tutma yeteneğine sahiptirler.*
- 2) Su, küçük molekülü maddeler için iyi bir çözücüdür. *Organizmada birçok substrat, suda çözülmüş olarak bulunur, birçok metabolizma olayı sulu ortamda gerçekleşir ve metabolizma olayları sonucunda oluşan birçok artık ürün suda çözülmüş olarak atılır.*
- 3) Su, iyi bir substrattır. *Su, metabolizmanın birçok tepkimesine katılır; hidrolaz ve hidrataz grubu enzimler, kosubstrat olarak suya gereksinim gösterirler; oksidazlar ve solunum enzimleri, tepkime ürünü olarak su oluştururlar.*
- 4) Su, iyi bir ısı düzenleyicisidir. *Su, yüksek bir buharlaşma ısısına sahiptir; 1 g suyu 100°C'de buhar haline getirmek için yaklaşık 540 kaloriye ihtiyaç vardır. Organizmadan küçük miktarda su çıkması, büyük oranda ısı kaybına neden olur; terlemenin vücudu soğutucu etkisi bundan dolayıdır.*
- 5) Su, enerjiyi düzenli bir şekilde yönetir. *Hidratize yapılarda hidrojen bağları kovalent bağlara değişebilir veya tersi olabilir.*
- 6) Su, bir kayganlaştırıcı olarak işlev görür. *Hareketli organların çevrelerinde veya aralarındaki boşluklarda bulunan su, bunların hareketini kolaylaştırmaktadır.*

### **Dispers sistemler**

Dispers sistemler, sıvı maddelerle katı maddelerin karışımlarıdır. Dispers sistemlerde katı faza **iç faz** veya **dispers fazı** denir; sıvı faza da **dış faz** veya **dispersiyon ortamı** denir. Biyolojik ortamda dispersiyon ortamı genellikle sudur.

Toz halindeki bir katı madde su ile karıştırılırsa ya çözelti, ya kolloidal sistem, ya da suspansiyon meydana gelir. Çözelti, kolloidal sistem ve suspansiyonların özellikleri arasında çeşitli farklar vardır:

<b>Çözeltiler</b>	<b>Kolloidal sistemler</b>	<b>Suspansiyonlar</b>
İç faz parçacıkları 10 nm'den küçüktür.	İç faz parçacıklarının büyüklüğü 1-100 nm arasındadır	İç faz parçacıkları 100 nm'den büyüktür.
Homojendirler	Heterojendirler	Heterojendirler
Vizkozitesi düşüktür	Vizkozitesi yüksektir	Vizkozitesi çok yüksektir
Yüksek ozmotik basınç oluşturur.	Düşük ozmotik basınç oluşturur	Ozmotik basınç oluşturmaz.
Tyndall etkisi göstermez; içinden ışık geçirilince ışık demetinin çevresinde değişiklik gözlenmez..	Tyndall etkisi gösterir; içinden ışık geçirilince ışık demetine dikey saha sisli bir görünüş alır	
İç faz parçacıkları en güçlü optik ve elektronik sistemlerle dahi görülemez.	İç faz parçacıkları elektron mikroskop ile görülebilir.	İç faz parçacıkları ışık mikroskopu hatta çıplak gözle bile görülebilir.
İç faz parçacıkları moleküler hareketler yaparlar	İç faz parçacıklarında Brown hareketi görülür	İç faz parçacıklarında yavaş Brown hareketi görülür; bu parçacıklar zamanla kabın dibine çökerler
İç faz parçacıkları süzgeç kağıdından süzmek ya da yarı geçirgen zarla diyalize etmek suretiyle ayrılmaz	İç faz parçacıkları süzgeç kağıdından süzmekle ayrılmaz; yarı geçirgen zarla diyalize etmek suretiyle ayrılır	İç faz parçacıkları süzgeç kağıdından süzmekle de yarı geçirgen zarla diyalize etmek suretiyle de ayrılır

### **Çözeltiler**

Çözeltiler, iki veya daha fazla maddenin homojen karışımlarıdır. Genel olarak bir çözeltilinin bileşenleri (komponentleri); çözen madde (**çözücü, çözen, solvent, dispersiyon ortamı**) ve çözülmüş madde veya maddeler (**çözünen, solüt, substrat, dispers fazı**)'dır. Çözücü genelde sıvı ve sudur; alkol, kloroform gibi sıvılar da olabilir. Çözülmüş maddeler katı, sıvı, gaz olabilir.

Bir çözeltideki çözülmüş madde miktarının fazla olması, çözeltilinin konsantrasyonunun (derişiminin, yoğunluğunun) yüksek olduğu ve çözeltilinin **konsantre (derişik, yoğun)** olduğu şeklinde ifade edilir; bir çözeltideki çözülmüş madde miktarının az olması, çözeltilinin konsantrasyonunun düşük olduğu ve çözeltilinin **dilüe (az yoğun, seyreltik)** olduğu şeklinde ifade edilir. *Derişik çözeltilerde çözülmüş madde miktarı fazladır, seyreltik çözeltilerde çözülmüş madde miktarı azdır.*

Bir çözeltide çözülmüş madde miktarı, belli bir değerden daha fazla olamaz. Çözülmüş maddenin maksimumunu (azamısını, bulunabileceğin en fazlasını) içeren çözelti, **doymuş** çözelti olarak tanımlanır. Bir maddenin 20°C' deki doymuş çözeltisinin 1 litresinde bulunan substratın gram veya mol olarak miktarı, **maddenin çözünlülüğü** olarak tanımlanır; bir madde için çözünlülük, g/L veya mol/L olarak ifade edilir. *Doymuş çözeltiye eklenecek daha fazla solüt, çözülmeyen çözeltilinin dibinde çökelti olarak kalır. Dibinde çökelti olmayan doymuş çözeltiye çözücü eklenmesi, çözeltiyi daha az konsantre veya seyreltik hale getirir.*

## **Çözelti konsantrasyonları**

**Bir çözeltinin konsantrasyonu**, çözeltinin belirli bir volümü içinde çözünmüş olan substrat miktarıdır. Çözelti konsantrasyonları, % konsantrasyon, molar konsantrasyon, molal konsantrasyon, normal konsantrasyon gibi değişik şekillerde ifade edilebilir. Çözeltiler de buna göre % çözeltiler, molar çözeltiler, molal çözeltiler, normal çözeltiler gibi çeşitli sınıflara ayrılırlar. Çözeltilerdeki çözücü genelde sudur, sudan başka bir sıvı ise bu ayrıca belirtilir.

### **% çözeltiler**

#### **% w/v çözeltiler**

% w/v çözeltiler, konsantrasyonu, 100 mL çözeltideki çözünmüş madde miktarı gram olarak ifade edilen çözeltilerdir. Örneğin %5'lik glukoz çözeltisi dendiğinde, çözeltinin 100 mL'sinde 5 gram glukoz bulunduğu anlaşılır. Biyokimyada % w/v konsantrasyonlar, genellikle % mg veya mg/dL olarak ifade edilir.

**\*Bir maddenin belirli volümde ve istenen konsantrasyonda bir % w/v çözeltisi şu şekilde hazırlanır:**

- 1) Hazırlanacak çözelti volümü için uygun volümde kuru ve temiz bir balon joje alınır.
- 2) Balon jojeye bir miktar çözücü konur.
- 3) Hazırlanacak volümde çözeltide bulunması gereken solüt miktarı hesaplanır:

$$\frac{\text{istenenkonsantrasyon}(\%)}{100} \times \text{istenen volüm (mL)} = \text{g tartılacak solüt miktarı}$$

Hesaplanan miktarda solüt tartılır ve balon jodedeki çözücüye eklenerek karıştırma suretiyle çözülür.

*KOH ve NaOH gibi bazların ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gibi asitlerin çözünmeleri sırasında açığa çıkan fazla miktarda ısı balonun aşırı ısınma ile çatlamasına neden olabilir; bu durumda soğutmak amacıyla balonun dışı, akan çeşme suyu altında tutulmalı; fakat bu sırada balonun içine çeşme suyu kaçmamasına dikkat etmelidir.*

4) Balon jopenin işaret çizgisine kadar çözücü eklenerek volüm istenilen değere tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

**Örnek:** 250 mL % 5'lik glukoz çözeltisinin hazırlanması:

1°) 250 mL'lik kuru ve temiz bir balon joje alınır.

2°) Balon jojeye bir miktar distile su konur.

3°)  $\frac{5}{100} \times 250 = 12,5$  g glukoz tartılır ve balondaki suya eklenerek çözülür.

4°) Balonun işaret çizgisine kadar distile su eklenerek volüm 250 mL'ye tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

#### **%w/w çözeltiler**

% w/w çözeltiler, konsantrasyonu, 100 g çözeltideki çözünmüş madde miktarı gram olarak ifade edilen çözeltilerdir. Örneğin % 5 w/w'lik glukoz çözeltisi dendiğinde, çözeltinin 100 g'ında 5 gram glukoz bulunduğu anlaşılır.



### **%v/v çözeltiler**

%v/v çözeltiler, konsantrasyonu, 100 mL çözeltideki çözünmüş madde miktarı mL olarak ifade edilen sıvı-sıvı çözeltileridir. Örneğin %70'lik etil alkol çözeltisi dendiğinde, çözeltilinin 100 mL'sinde 70 mL etil alkol bulunduğu anlaşılır.

### **Molar çözeltiler**

Molar çözeltiler, konsantrasyonu, 1000 mL (1 L) çözeltideki çözünmüş madde miktarı mol olarak ifade edilen çözeltilerdir. Örneğin 2 molar (2M) glukoz çözeltisi dendiğinde, çözeltilinin 1000 mL'sinde 2 mol glukoz bulunduğu anlaşılır.

*1 mol madde, Avogadro sayısı ( $6,023 \times 10^{23}$ ) kadar birim parçacık (atom, molekül veya iyon) içeren miktarda maddedir ve 1 mol maddenin kütlesi, gram cinsinden birim parçacık kütlesine eşittir. Örneğin 1 mol Ca, 40,08 g Ca (kalsiyumun atom ağırlığı 40,08); 1 mol glukoz, 180 g glukoz (glukozun molekül ağırlığı 180); 1 mol  $\text{Na}^+$ , 22,99 g  $\text{Na}^+$  dur (sodyumun atom ağırlığı 22,99). Bir başka deyişle de 40,08 g Ca, 1 mol'dür; 180 g glukoz, 1 mol'dür; 22,99 g  $\text{Na}^+$ , 1 mol'dür.*

### **Molar çözeltilerin hazırlanması**

**\*Bir katı maddenin belirli volümde ve istenen konsantrasyonda molar çözeltisi şu şekilde hazırlanır:**

- 1) Hazırlanacak çözelti volümü için uygun volümde kuru ve temiz bir balon joje alınır.
- 2) Balon jojeye bir miktar çözücü konur.
- 3) Hazırlanacak volümde çözeltide bulunması gereken solüt miktarı hesaplanır:

$$\text{İstenen volüm}(L) \times \text{İstenen molarite}(M) \times \text{Molekül ağırlığı}(g) = \text{g tartılacak solüt}$$

Hesaplanan miktarda solüt tartılır ve balon jojedeki çözücüye eklenerek karıştırma suretiyle çözülür.

4) Balon jojenin işaret çizgisine kadar çözücü eklenerek volüm istenilen değere tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

**Örnek:** 250 mL 2M'lık NaOH çözeltisinin hazırlanması:

1°) 250 mL'lik kuru ve temiz bir balon joje alınır.

2°) Balon jojeye bir miktar distile su konur.

3°)  $0,250 \times 2 \times 40 = 20$  g NaOH tartılır ve balondaki suya eklenerek çözülür.

4°) Balonun işaret çizgisine kadar distile su eklenerek volüm 250 mL'ye tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

**\*Bir sıvı asitin belirli volümde ve istenen konsantrasyonda molar çözeltisi şu şekilde hazırlanır:**

- 1) Hazırlanacak çözelti volümü için uygun volümde kuru ve temiz bir balon joje alınır.
- 2) Balon jojeye bir miktar distile su konur.
- 3) Hazırlanacak volümde çözeltide bulunması gereken sıvı asit miktarı hesaplanır:

$$\frac{\text{istenen molarite}(M) \times \text{moleküler ağırlığı}(g) \times \text{istenen volüm}(L)}{\text{asitin konsantrasyonu}(\%) } = \text{mL alınacak sıvı asit}$$

Hesaplanan miktarda sıvı asit alınır ve balon jodedeki suya eklenerek karıştırma suretiyle çözülür.

$H_2SO_4$  gibi asitlerin çözünmeleri sırasında açığa çıkan fazla miktarda ısı, balonun aşırı ısınma ile çatlamasına neden olabilir; bu durumda soğutmak amacıyla balonun dışı, akan çeşme suyu altında tutulmalı; fakat bu sırada balonun içine çeşme suyu kaçmamasına dikkat etmelidir.

4) Balon jopenin işaret çizgisine kadar distile su eklenerek volüm istenilen değere tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

**Örnek:** 500 mL 2M'lık HCl çözeltisinin, dansitesi 1,19 olan % 38'lik konsantre HCl'den hazırlanması:

1°) 500 mL'lik kuru ve temiz bir balon joje alınır.

2°) Balon jojeye bir miktar distile su konur.

3°)  $\frac{2 \times 36,46 \times 0,500}{1,19 \times 0,38} = 80,63$  mL konsantre HCl alınır ve balondaki suya eklenerek

çözülür.

4°) Balonun işaret çizgisine kadar distile su eklenerek volüm 500 mL'ye tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

### **Molar ve % konsantrasyonların birbirine çevrilmesi**

mol/L konsantrasyon x molekül ağırlığı = g/L konsantrasyon

$\frac{mM \text{ konsantrasyon} \times \text{molekül ağırlığı}}{10} = \text{mg/dL konsantrasyon}$

$\frac{\% \text{ mg konsantrasyon} \times 10}{\text{molekül ağırlığı}} = \text{mM konsantrasyon}$

### **Molal çözeltiler**

Molal çözeltiler, konsantrasyonu, 1000 g çözeltide çözülmüş madde miktarı mol olarak ifade edilen çözeltilerdir. Örneğin 2 molal glukoz çözeltisi dendiğinde, 1000 gram çözeltide 2 mol glukoz çözüldüğü anlaşılır.

### **Normal çözeltiler**

Normal çözeltiler, konsantrasyonu, 1000 mL (1 L) çözeltideki çözülmüş madde miktarı ekivalan gram sayısı (Eq) olarak ifade edilen çözeltilerdir. Örneğin 2Normal (2N)  $H_2SO_4$  çözeltisi dendiğinde, çözeltinin 1000 mL'sinde 2 ekivalan (2 Eq)  $H_2SO_4$  bulunduğu anlaşılır. Bir element veya bileşiğin **ekivalan ağırlığı (eşdeğer ağırlığı)**, 1 mol hidrojen ile birleşen veya onun yerine geçebilen miktarının gram kütesidir ve moleküler ağırlığın valansa (değerlik) bölümüne eşittir. Örneğin bazı element ve bileşiklerin gram olarak ekivalan ağırlıkları şöyledir:

Madde	Moleküler ağırlık (gram)	Valans	Ekivalan ağırlık (gram)
HCl	36,46	1	36,46
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,08	2	49,04
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98,00	3	32,67
NaOH	40,00	1	40,00
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106,00	2	53,00
CuSO <sub>4</sub>	160,00	2	80,00
Na <sup>+</sup>	22,99	1	22,99
Ca <sup>2+</sup>	40,08	2	20,04
Cl <sup>-</sup>	35,45	1	35,45
Mg <sup>2+</sup>	24,31	2	12,155

1 Eq HCl, 36,46 g HCl'dir; 1 Eq H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 49,04 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'dür. Başka deyişle 36,46 g HCl, 1 Eq'dır; 49,04 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 Eq'dır.

#### Normal çözeltilerin hazırlanması

**\*Bir katı maddenin belirli volümde ve istenen konsantrasyonda normal çözeltisi şu şekilde hazırlanır:**

- 1) Hazırlanacak çözelti volümü için uygun volümde kuru ve temiz bir balon joje alınır.
- 2) Balon jojeye bir miktar çözücü konur.
- 3) Hazırlanacak volümde çözeltilde bulunması gereken solüt miktarı hesaplanır:

$$\text{İstenen normalite}(N) \times \text{Ekivalan gram}(g) \times \text{İstenen volüm}(L) = g \text{ tartılacak solüt}$$

Hesaplanan miktarda solüt tartılır ve balon jojedeki çözücüye eklenerek karıştırma suretiyle çözülür.

- 4) Balon jojenin işaret çizgisine kadar çözücü eklenerek volüm istenilen değere tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

**Örnek:** 500 mL 2,5 N'lik NaOH çözeltisinin hazırlanması:

- 1°) 500 mL'lik kuru ve temiz bir balon joje alınır.
- 2°) Balon jojeye bir miktar distile su konur.
- 3°)  $2,5 \times 40 \times 0,500 = 50$  g NaOH tartılır ve balondaki suya eklenerek çözülür.
- 4°) Balonun işaret çizgisine kadar distile su eklenerek volüm 500 mL'ye tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

**\*Bir sıvı asitin belirli volümde ve istenen konsantrasyonda normal çözeltisi şu şekilde hazırlanır:**

- 1) Hazırlanacak çözelti volümü için uygun volümde kuru ve temiz bir balon joje alınır.
- 2) Balon jojeye bir miktar distile su konur.
- 3) Hazırlanacak volümde çözeltilde bulunması gereken sıvı asit miktarı hesaplanır:

$$\frac{\text{istenen normalite}(N) \times \text{moleküler ağırlık}(g) \times \text{istenen volüm}(L)}{\text{valans} \times \text{dansite} \times \text{konsantrasyon}(\%)} = \text{mL alınacak sıvı asit}$$

Hesaplanan miktarda sıvı asit alınır ve balon jodedeki suya eklenerek karıştırma suretiyle çözülür.

4) Balon jopenin işaret çizgisine kadar distile su eklenerek volüm istenilen değere tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

**Örnek:** 250 mL 0,1N'lik HCl çözeltisinin dansitesi 1,19 olan %38'lik konsantre HCl'den hazırlanması:

1°) 250 mL'lik kuru ve temiz bir balon joje alınır.

2°) Balon jodaye bir miktar distile su konur.

3°)  $\frac{0,1 \times 36,46 \times 0,250}{1 \times 1,19 \times 0,38} = 2,02$  mL konsantre HCl alınır ve balondaki suya eklenerek

çözülür.

4°) Balonun işaret çizgisine kadar distile su eklenerek volüm 250 mL'ye tamamlanır ve balonun ağzı kapatılarak alt-üst etme suretiyle iyice karışma sağlanır.

### **Normal, Molar ve % konsantrasyonların birbirine çevrilmesi**

$$\frac{mEq / L \text{ konsantrasyon} \times \text{Moleküler kütle}}{10 \times \text{Valans}} = \text{mg/dL konsantrasyon}$$

$$\frac{mg / dL \text{ konsantrasyon} \times 10 \times \text{Valans}}{\text{Moleküler kütle}} = \text{mEq/L konsantrasyon}$$

$$M \text{ konsantrasyon} \times \text{Valans} = N \text{ konsantrasyon}$$

$$\frac{N \text{ konsantrasyon}}{\text{Valans}} = M \text{ konsantrasyon}$$

### **Konsantrasyonlara hidrasyon suyunun etkisi**

Kristal şeklindeki bileşiklerde moleküle bağlı su, **hidrasyon suyu** olarak bilinir. Katı maddelerin çözeltilerini hazırlarken yapılacak hesaplamalarda kullanılan formüller, hidrasyon suyu olmayan maddelere göre yazılmıştır. Hidrasyon suyu olan kristal şeklindeki katı maddelerin çözeltilerini hazırlarken, formülle maddenin susuz haline göre gerekli miktarı bulduktan sonra, basit orantı ile kullanılacak kristalli hal için gerekli miktarı hesaplamak gerekir. Örneğin; 250 mL %10'luk CuSO<sub>4</sub> çözeltisini hidrasyon suyu olmayan bakır sülfattan (CuSO<sub>4</sub>, molekül ağırlığı 160) değil de 1 molekül hidrasyon suyu olan bakır sülfattan (CuSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O, molekül ağırlığı 178) ile hazırlayacaksak tartacağımız CuSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O miktarı,

$$\frac{\text{istenen konsantrasyon}(\%)}{100} \times \text{istenen volüm}(mL) = g \text{ tartılacak solüt miktarı}$$

formülüne göre bulacağımız  $\frac{10}{100} \times 250 = 25$  g **değildir**;

160 g CuSO<sub>4</sub>'ten

178 g CuSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O'dan

25 g gerekirse

X=? g gerekir basit orantısına göre

$$X = \frac{178 \times 25}{160} = 27,81 \text{ g'dır.}$$

### **Çözeltilerin seyreltilmeleri (dilüe edilmeleri) ve çözelti karışımları**

Seyreltilen (dilüe edilen) çözeltilerin ilk volüm ( $V_1$ ), ilk konsantrasyon ( $C_1$ ), seyreltikten sonraki volüm ( $V_2$ ) ve seyreltikten sonraki konsantrasyonları ( $C_2$ ) arasında,

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

şeklinde bir bağıntı vardır. Konsantre bir çözeltiden belli volümde ve belli konsantrasyonda seyreltik çözeltilerin hazırlanması için konsantre çözeltiden alınacak miktarı hesaplamada bu bağıntı kullanılır.

**Örnek:** % 98'lik alkol ile 250 mL % 70'lik alkol çözeltisi hazırlamak için,

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 98 = 250 \times 70$$

$$V_1 = \frac{250 \times 70}{98}$$

$V_1 = 178,57$  mL % 98'lik alkol alınır ve toplam volüm 250 mL olacak şekilde distile su ile karıştırılır.

Bir maddenin volümü  $V_1$  ve konsantrasyonu  $C_1$  olan çözeltisi ile volümü  $V_2$  ve konsantrasyonu  $C_2$  olan çözeltisi karıştırıldığında da karışımın volümü ( $V_{1+2}$ ) ve konsantrasyonu ( $C_{1+2}$ ) ile karışımı oluşturan çözeltilerin volüm ve konsantrasyonları arasında

$$(V_{1+2}) \times (C_{1+2}) = V_1 \times C_1 + V_2 \times C_2$$

şeklinde bir bağıntı vardır.

#### **Seri dilüsyonlar**

Bir çözeltinin 1/2 oranında seyreltilmesi denince 1 volüm çözelti ile 1 volüm seyreltme sıvısının karıştırılacağı anlaşılır; 1 volüm çözelti ile 2 volüm seyreltme sıvısının karıştırılması, 1/3 oranında seyreltme demektir. Seyreltme sıvısı genellikle sudur ve bu nedenle *seyreltme* işlemleri genellikle *sulandırma* veya *dilüsyon* olarak adlandırılırlar; seyreltme sıvısı da *dilüent* olarak adlandırılır.

Seri dilüsyonlarda her dilüsyondan sonra elde edilen yeni çözelti tekrar dilüe edilir ve bu işlem art arda tekrarlanabilir. Örneğin; 0,5 mL serumun 0,5 mL fizyolojik NaCl çözeltisi ile karıştırılmasıyla serum 1/2 oranında dilüe edilmiş olur. 1/2 oranında dilüe serumdan 0,5 mL alıp 0,5 mL fizyolojik NaCl çözeltisi ile karıştırırsak tekrar 1/2 oranında dilüsyon yapmış oluruz. Art arda iki defa 1/2 oranında dilüsyon, toplam olarak  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  oranında dilüsyon demektir.

### **Çözeltilerle ilgili önemli fiziksel tanımlamalar**

#### **Diffüzyon**

İçerisinde bakır sülfatın yoğun (konsantre) bir çözeltisi bulunan kap ya da tüp içerisine tabaka oluşturacak şekilde dikkatle su ekleyecek olursak, başlangıçta altta koyu mavi kısım ve üstte renksiz kısım görülür. Ancak, zamanla alttaki bakır sülfatın mavi renginin kaptaki tüm sıvıya yayıldığı, kaptaki sıvının renginin her tarafta aynı ve biraz daha açık mavi olduğu görülür; bakır sülfat tanecikleri, kendiliklerinden kaptaki sıvının her tarafına yayılırlar. Çözünen madde moleküllerinin kendiliklerinden çözeltinin her tarafına eşit olarak yayılması olayına *diffüzyon* denir.

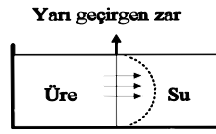
Diffüzyon olayı, termal kinetik enerji ile oluşan rastgele hareketlerin (*Brown hareketleri*) bir sonucudur. Parçacıklar küçüldükçe ve sıcaklık arttıkça diffüzyon hızı da artar. Diffüzyon, bir çözeltide başlangıçtaki yoğunluk farkının ortadan kalkmasıyla durur. Hücrelerde glukozun

devamlı kullanılmasında olduğu gibi yoğunluk farkı sürekli sağlanırsa diffüzyon da sürekli olur.

Diffüzyon, organizmanın madde alış verişinde büyük bir rol oynar. Oksijenin havadan kana ve kandan dokulara geçmesinde, ilaçların enjekte edildikleri yerden dokulara yayılmasında diffüzyon etkindir. Diffüzyon, organizmada maddelerin kısa mesafelerde nakledilmesine yarar. Uzun mesafelere madde nakli, sıvı akımı (**konveksiyon**) vasıtasıyla olur. Glukoz, karaciğerden dokulara kan içinde konveksiyonla taşınmakta plazmadan eritrositlere ise diffüzyon ile geçmektedir.

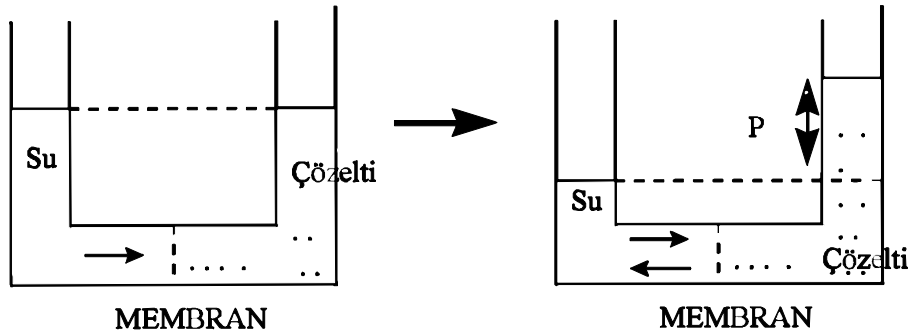
### Ozmotik basınç ve ozmos

Üre çözeltisi gibi bir çözelti ile saf su, aralarında yarı geçirgen bir zar olduğu halde bir kap içerisine yan yana konursa, bir süre sonra su moleküllerinin üre çözeltisi tarafına geçtikleri, üre çözeltisinin bulunduğu tarafın hacminin arttığı, bunun sonucu olarak yarı geçirgen zarın su tarafına doğru şiştiği gözlenir:



Su molekülleri, termal kinetik enerji ile oluşan rastgele hareketlerin (**Brown hareketleri**) sonucu olarak yarı geçirgen zardan diffüze olmaktadır. Suyun hareketi her iki yöne olabilir, ancak dilüe taraftan konsantre tarafa doğru geçiş daha hızlıdır.

Üre çözeltisi gibi bir çözeltinin iç faz parçacıklarının yarı geçirgen zara uyguladıkları, yarı geçirgen zarın su yönünde şişmesine neden olan basınca **çözeltinin ozmotik basıncı** denir. ozmotik basıncın etkisiyle su moleküllerinin yarı geçirgen zarı ters yönde geçerek çözeltiliye katılmasına da **ozmos** denir. Ozmos, yarı geçirgen bir zarla ayrılmış saf su ve çözelti içeren sistemlerde saf sudan çözeltiliye doğru olan net su geçişidir. Ozmotik basınç, suyun yarı geçirgen zardan çözeltili tarafına doğru geçmesini yani ozmos olayının gerçekleşmesini sağlamaktadır ki bu aynı zamanda ozmotik geçişi durdurmak çözeltiliye uygulanması gereken basınçtır:



Ozmotik basınç, yarı geçirgen bir zarla ayrılmış, farklı konsantrasyonlardaki çözelti sistemlerinde dilüe taraftan konsantre tarafa suyun geçişini sağlayan güç olarak da tanımlanabilir. Yarı geçirgen zarla sınırlanmış bir çözeltinin sahip olduğu ozmotik basınç, çözeltilide dışa yönelik hidrostatik basıncı karşılayarak suyun iç ortam ile dış ortam arasında dağılımını düzenler. Yarı geçirgen zarla ayrılmış çözeltilerden ozmotik basıncı küçük olandan ozmotik basıncı büyük olana doğru su hareket ve geçişi vardır; bu geçiş, yarı geçirgen zarın iki tarafındaki ozmotik basınç aynı olduğunda durur.

*Bir zarla sınırlanmış çözeltiler için, çözeltildeki maddenin partikül sayısı ile birlikte membranın geçirgenlik özelliklerine bağlı efektif ozmotik basınçtan da söz edilir. Membranın*



çözeltideki maddeye geçirgenliği ne kadar fazlaysa çözeltinin efektif ozmotik basıncı o kadar düşüktür. Örneğin hücre membranı üreye sodyum ve klorürden daha geçirgen olduğundan; üre çözeltisinin efektif ozmotik basıncı, aynı ozmolaritedeki sodyum klorür çözeltisinkinden daha düşüktür.

Ozmotik basınç, bir çözeltide, solüt partiküllerinin konsantrasyonuna bağlı bir tanecik özelliğidir. Bir çözeltinin ozmotik basıncı, çözeltinin sıcaklığı ve çözeltideki çözünmüş madde partiküllerinin sayısı arttıkça artar; fakat çözünmüş madde partiküllerinin büyüklüğü arttıkça azalır. Çözeltide NaCl gibi iyonize olan maddeler, glukoz gibi iyonize olmayan maddelerden daha büyük ozmotik basınç oluştururlar; NaCl'ün oluşturduğu ozmotik basınç, aynı molar konsantrasyonda glukozun oluşturduğu ozmotik basıncın yaklaşık iki katıdır.

Bir başka açıdan bakıldığında, yarı geçirgen bir zarla sınırlanmış bir çözeltide ozmotik basıncı oluşturan maddeler, gazlara benzerler ve Avogadro kanununa uyarlar. *Avogadro kanunu*, aynı sıcaklık ve basınçtaki gazların eşit hacimlerinde aynı sayıda molekül bulunduğunu, bir gazın 1 molünün, 0°C'de ve 1 atmosfer basınçta 22,4 litre hacim tuttuğunu ifade eder. Buna göre, 0°C'de ve 1 litre çözeltide çözünmüş olan 1 mol madde 22,4 atmosferlik ozmotik basınç oluşturur ki bir çözeltideki madde konsantrasyonu ve oluşturduğu ozmotik basınç biliniyorsa maddenin molekül ağırlığı hesaplanabilir.

*Ozmolarite ve ozmolalite terimleri de bir çözeltinin ozmotik basıncının ifadesi için kullanılırlar. Ozmotik basınca neden olan partiküllerin mol sayısı 1 litre çözelti için ifade edilirse ozmolarite terimi kullanılır. Çözeltinin ozmotik basıncı 0,3 ozmolar denince çözeltinin 1 litresinde toplam 0,3 mol partikülün ozmotik basınç oluşturduğu anlaşılır. 0,2 M glukoz çözeltisinin ozmolaritesi 0,2 ozmol ve 0,2 M NaCl çözeltisinin ozmolaritesi 0,4 ozmol'dür. Normal plazma sodyum konsantrasyonu 135-145 mEq/L ve plazma ozmolaritesi 270-290 miliozmol kadardır.*

*Ozmotik basınca neden olan partiküllerin mol sayısı çözeltideki 1 kg su için ifade edilirse ozmolalite terimi kullanılır. Çözeltinin ozmotik basıncı 0,3 ozmolal denince çözeltide her 1kg suya karşılık 0,3 mol partikülün ozmotik basınç oluşturduğu anlaşılır. Ozmolarite ile ozmolalite arasındaki fark %1'den azdır.*

*Vücut sıvılarının ozmotik basıncı, sıklıkla miliozmolar (1/1000 ozmolar) ve miliozmolal (1/1000 ozmolal) olarak ifade edilir.*

İnsan kan hücrelerinin ve plazmasının ozmotik basınçlarının 0°C'de yaklaşık 6,6 atmosfer olduğu bulunmuştur. NaCl 'ün %0,85'lik (0,16 M) çözeltisi de 0°C'de yaklaşık 6,6 atmosfer ozmotik basınca sahiptir; bu çözelteye **izotonik tuz çözeltisi** veya **fizyolojik tuz çözeltisi** veya **fizyolojik serum (FS)** denir.

Genel olarak, ozmotik basıncı insan kan hücrelerinin ozmotik basıncı kadar yani %0,85'lik (0,16 M) NaCl çözeltisinkine eşit olan çözeltilere **izotonik çözeltiler** denir; yaklaşık 0,3 M'lık üre ve glukoz çözeltileri de izotonik çözeltilerdir. Bir hücre bir izotonik çözelti içine konursa, hücre içinden dışına veya hücre dışından içine su hareketi olmaz. Hekimlikte çeşitli çözeltilerin kan dolaşımına verilmesi gerektiğinde izotonik çözeltilerin kullanılması çok önemlidir. Göz ve burun boşlukları gibi narin membranların ilaçla tedavisinde de su yerine fizyolojik tuzlu su kullanılması ağrı hissedilmesini önler.

Konsantrasyonu izotonik çözeltilerinkinden daha yüksek olan konsantre (yoğun) çözeltiler, **hipertonik çözeltiler**dir. Bir hücre bir hipertonik çözelti içine konursa, su hücreden dışarı çıkar; hücre büzülür. Bu durumda hücrenin hipertonik çözeltide **plazmolize** uğradığı ifade edilir.

Konsantrasyonu izotonik çözeltilerinkinden daha düşük olan dilüe (az yoğun) çözeltiler, **hipotonik çözeltiler**dir. Bir hücre bir hipotonik çözelti içine konursa, su dışarıdan hücreye girer; hücre şişer ve hatta plazma membranının yırtılmasıyla **lizis** olabilir. Bu durumda

hücrenin hipotonik çözeltide **turgora (plazmoptiz)** uğradığı ifade edilir. Eritrositlerin hipotonik çözeltide lizisleri, **hemoliz** olarak tanımlanır.

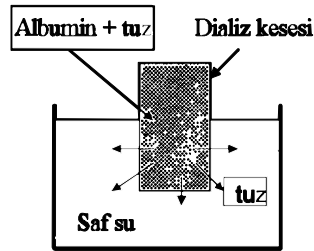
*Bir çözeltinin plazmaninkine göre teorik ozmotik basıncını ifade etmek için izotonik, hipertonic ve hipotonik kelimeleri kullanılmaktadır; efektif ozmotik basıncını ifade etmek için ise izoozmotik, hiperozmotik ve hipoozmotik kelimeleri kullanılır.*

### Donma noktası düşmesi

**Bir çözeltideki maddeler, içinde çözündükleri çözücünün donma noktasını düşürürler.** İyonize olmayan bir maddenin 1 mol'ü 1 litre suda çözülmüşse suyun donma noktası  $1,86^{\circ}\text{C}$  düşer ve çözeltinin donma noktası  $-1,86^{\circ}\text{C}$  olur. Çözeltide ozmotik basıncı oluşturan maddeler Avogadro kanununa uyan gazlar gibi davrandıklarından donma noktası düşmesi tayini ile çözeltideki maddelerin molekül ağırlıkları ve ozmotik basınçları hesaplanabilmektedir. Bir çözeltideki maddelerin içinde çözündükleri çözücünün donma noktasını düşürmeleri özelliği, hafif donmaların niçin öldürücü olmadığını da açıklar; protoplazma, içinde çözülmüş halde bulunan maddelerden dolayı saf suyun donma noktasında donmaz. Bir çözeltideki maddelerin içinde çözündükleri çözücünün donma noktasını düşürmeleri özelliği, süte su katılıp katılmadığını saptamak için de kullanılabilir; sütün normalde  $-0,56^{\circ}\text{C}$  olan donma noktası, katılan suyun miktarına bağlı olarak  $0^{\circ}\text{C}$ 'ye yaklaşır.

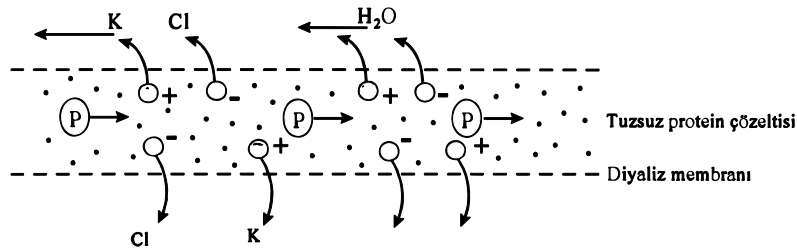
### Diyaliz

İçerisinde albumin ve NaCl (tuz) bulunan bir çözeltiyi, tuzu geçiren fakat albumin moleküllerini geçirmeyen bir zar kese içerisine koyup keseyi saf su içine daldırırsak; tuz zardan saf suya geçer, albumin ise kesede kalır:



Tuzun kese dışına çıkışı, konsantrasyonu (yoğunluğu) kese içinde ve kese dışında eşit oluncaya kadar devam eder. Eğer kese dışındaki su sık sık değiştirilerek konsantrasyon (yoğunluk) farkının devamı sağlanırsa, kese içindeki tuzun tamamı dışarı alınabilir; tuz, yoğun olarak bulunduğu kese içinden hiç bulunmadığı ve sonra az yoğun olarak bulunduğu kese dışına geçer. Su ile birlikte küçük ve basit molekülleri veya iyonları da geçiren bir zar aracılığıyla büyük kompleks moleküllerin ayrılması olayına **diyaliz** denir.

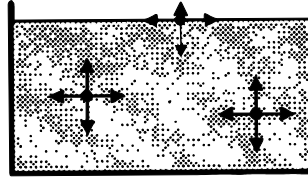
Diyaliz membranı, selofan denen bir maddeden yapılmıştır; su ve çok küçük molekül ve iyonların geçmesine izin veren fakat protein gibi büyük molekülleri geçirmeyen çok küçük porlara sahiptir:



Laboratuvarlarda difteri ve tetanoz antitoksinleri, fazla elektrolitlerden, diyalizle arıtılır. Artık maddelerin vücuttan atılması kısmen diyaliz olayına dayanır. Diyaliz, yapay böbrek cihazlarının prensibini oluşturur. Diyaliz, laboratuvarlarda elektroforez tekniklerinin hazırlayıcı bir basamağı olarak da kullanılır.

### Yüzey gerilimi

Bir sıvı yüzeyindeki sıvı molekülleri, sıvının üzerindeki hava moleküllerinden daha büyük bir kuvvetle sıvının merkezine doğru çekilirler ve sonuçta sıvı yüzeyindeki sıvı moleküllerinin daha sık bulunmalarından dolayı sıvı yüzeyinde ince ve elastiki bir zar oluşur:



Sıvı yüzeyinde bir zar oluşturan ve bu zarı yırtılmaya karşı koruyan etki, **yüzey gerilimi** olarak tanımlanır. Yüzey geriliminin azaldığı durumlarda sıvı yüzeyindeki zar kolay yırtılır; yüzey geriliminin arttığı durumlarda ise sıvı yüzeyindeki zar daha dayanıklı olur.

*Yüzey gerilimi etkisiyle bir sıvı yüzeyinde oluşan ve yırtılmaya karşı korunan zar nedeniyle su yüzeyine dikkatle bırakılan bir toplu iğne ve kükürt tozları batmadan su yüzeyinde kalabilir; küçük böcekler su yüzeyinde yürüyebilirler. Kapiller bir boruda suyun yükselmesi, bir filtre kağıdında suyun yayılması, lamba fitilinde gazın yükselmesi yüzey gerilimi etkisiyle olur. Bir sıvı, yüzey gerilimi etkisiyle yüzeyini olabildiğince küçültmeye ve en küçük yüzeyi olan küre biçimini almaya çalışır.*

Bir sıvı içinde bazı maddelerin çözünmüş olması, sıvının yüzey gerilimini değiştirir. Bazı maddeler, yüzey gerilimini küçültürler ki böyle maddelere **yüzey aktif (kapiller aktif) maddeler** denir. Yağ, sabun, safra tuzları gibi organik maddeler yüzey gerilimini azaltırlar; yüzey aktif maddelerdir; safra, yağların yüzey gerilimini azaltarak yağ taneciklerini sindirim için enzim etkisine açık hale getirir. İnorganik tuzlar ise yüzey gerilimini artırırlar; böyle maddelere de **negatif yüzey aktif (kapiller inaktif) maddeler** denir.

### Adsorpsiyon

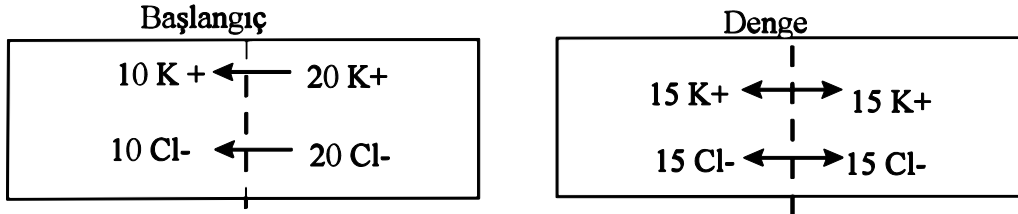
Bir madde ortamında yer alan yüzeylerde dengelenmemiş kuvvet alanları bulunur. Dengelenmemiş kuvvet alanlarının etkisiyle de başka maddelerin molekülleri bu yüzeylere bağlanabilirler. Bir madde yüzeyine, dengelenmemiş kuvvet alanlarının etkisiyle, başka moleküllerin bağlanması olayına **adsorpsiyon** denir; başka maddeleri yüzeylerinde tutma yeteneğine sahip olan maddelere de **adsorban** denir. *Adsorpsiyon, yüzey genişliği ve maddenin konsantrasyonu ile doğru orantılıdır.*

Adsorpsiyondan, biyokimyada yaygın olarak yararlanılmaktadır: Büyük moleküllü bazı renkli maddeler, buldukları ortamdan, adsorban maddeler kullanılarak ayrılabilir; örneğin; idrar, içine iyi bir adsorban madde olan hayvansal kömür (aktif kömür) katılarak çalkalandıktan sonra süzülürse, rengi yok edilebilir. Bir karışımda bulunan hormonlar ve enzimler, alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) tarafından belirli pH'da adsorbe edilir ve uygun çözeltilerle pH değiştirilerek elüe etmek suretiyle birbirinden ayrılırlar. Kromatografik adsorpsiyonda, içinde birçok maddenin birlikte çözüldüğü bir sıvı, adsorban ile doldurulmuş bir kolondan geçirilir; her madde, farklı derecede adsorbe edildiklerinden, kolondaki adsorbanın başka başka yerlerinde tutulurlar ve uygun sıvılarla tekrar çözülerek elüe etmek suretiyle birbirlerinden ayrılabilirler. Adsorpsiyon, histolojide de önemlidir. Örneğin, bazik bir boya olan metilen mavisi, asit karakterli hücre çekirdeği tarafından adsorbe edilir; asidik bir boya olan eosin,

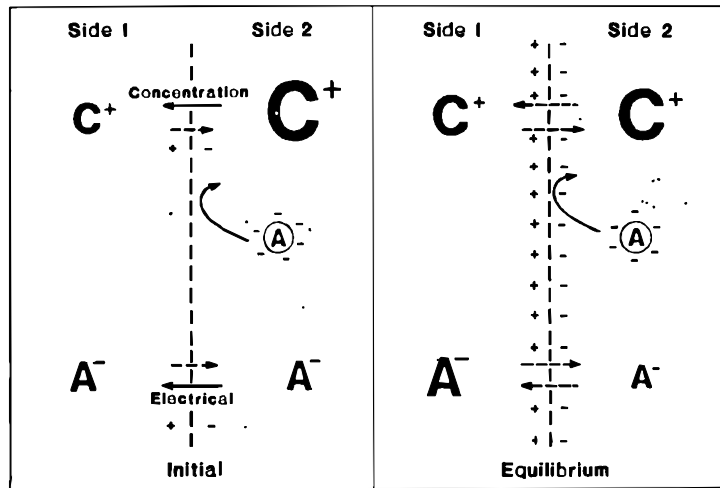
bazik sitoplazma tarafından adsorbe edilir; böylece farklı hücre ve doku bölümlerinin değişik renklerde boyanarak incelenmesi sağlanır. *Hücre içindeki çeşitli organellerin, zar ve liflerin, hücre dışı sıvısının oluşmasında proteinlerin, lipidler, karbonhidratlar ve nükleik asitlerle birleşmeleri de adsorpsiyona organizma içinden güzel örneklerdir.*

### Gibbs-Donnan dengesi ve denklemi

Yarı geçirgen bir zarla birbirinden ayrılmış elektrolit sistemlerinde bütün iyonlar yarı geçirgen zardan geçebiliyorlarsa anyon ve katyonların zarın iki tarafında da dağılımı eşit ve düzenlidir:



Yarı geçirgen zarın bir tarafında yarı geçirgen zardan geçemeyen iyon varsa yarı geçirgen zardan geçebilen iyonların dağılımı, zarın iki tarafında eşit ve düzenli değildir; polianyonik bir makromolekülün bulunduğu tarafta diffüze olabilen katyon konsantrasyonu, diffüze olabilen anyon konsantrasyonundan daha yüksektir:



Bu şekildeki denge durumu, Gibbs-Donnan dengesi olarak tanımlanır. Gibbs-Donnan dengesi durumunda bir taraftaki anyon konsantrasyonu ile katyon konsantrasyonu çarpımı diğer taraftaki anyon konsantrasyonu ile katyon konsantrasyonu çarpımına eşittir ki bu da Gibbs-Donnan denklemi ile ifade edilir:

$$[A]_1 \times [C]_1 = [A]_2 \times [C]_2$$

Gibbs-Donnan dengesi, membrandaki elektronötralliteyi sağlamaktadır. Polianyonik proteinlerin bulunduğu plazmada  $Na^+$  konsantrasyonunun yüksek  $Cl^-$  konsantrasyonunun düşük oluşu Gibbs-Donnan dengesi ile açıklanır.

### Kolloidal sistemler

Thomas Graham, 1861'de, maddeleri zardan geçip geçemediklerine göre ikiye ayırmıştı; zardan geçebilenlere **kristalloidler**, zardan geçemeyenlere **kolloidler** dedi. Bir madde, kristal halde bulunsa bile zardan geçemiyorsa kolloidler sınıfından sayılır; örneğin yumurta albumini, kristal şeklinde hazırlanmasına rağmen suda çözündüğünde zardan geçemediğinden kolloidal bir maddedir.

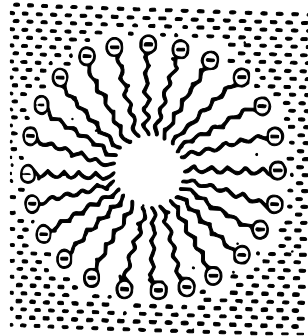
Kolloidler su ile karıştırıldıklarında **kolloidal sistem** meydana gelir. Kolloidal sistemdeki kolloidal parçacıklara kolloidal sistemin **dispers fazı** denir; bu parçacıkların buldukları ortama **dispersiyon ortamı** denir. Dispersiyon ortamı sudan başka madde olan kolloidal sistemler de vardır; katı-katı içinde, katı-sıvı içinde, katı-gaz içinde, sıvı-sıvı içinde, sıvı-katı içinde, sıvı-gaz içinde, gaz-sıvı içinde, gaz-katı içinde kolloidal sistemler vardır. Kolloidler, dispersiyon ortamına zıt elektrik yükü taşırlar; bu da kolloidal durumun devamlılığını sağlar.

Dispers fazın dispersiyon ortamına bir affinitesi yok ve gerçek çözelti haline geçmeye meyletmiyorsa kolloidal sisteme **suspansoid** veya **liyofobik sistem** denir; dispersiyon ortamı su ise böyle sistemin **hidrofobik** olduğu ifade edilir.

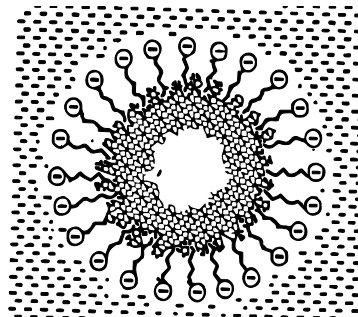
Dispers fazın dispersiyon ortamına bir affinitesi var ve onunla birleşerek şişmeye meylediyorsa kolloidal sisteme **emülsoid** veya **liyofilik sistem** denir; dispersiyon ortamı su ise böyle sistemin **hidrofilik** olduğu ifade edilir.

Emülsoidler suspansoidlerden daha dayanıklıdır. Bir suspansoide az miktarda emülsoid eklenirse suspansoid daha dayanıklı olur; emülsoid, suspansoiddeki parçacıkların etrafında koruyucu bir tabaka oluşturur ki böyle emülsoidlere **koruyucu kolloid** adı verilir. Globulinler hariç çeşitli proteinler koruyucu etkiye sahiptirler. Kan plazmasındaki yağlar gibi suda çözünmeyen birçok madde, proteinlerin etkisiyle kolloid olarak çözünürler ve çökmeksizin taşınırlar. İdrarda çözünmeyen kalsiyum fosfat ve ürik asit gibi bazı maddeler koruyucu kolloidlerin etkisiyle aşırı doymuş çözeltiler halinde çökmeden atılırlar; idrarda koruyucu kolloidlerin azalması idrar yolu taşlarının oluşmasına neden olabilir.

Sabun ve deterjanların temizleyici etkileri, hidrofobik yapıları olan kirlerin sabun veya deterjan çözeltisi ile temas ettikten sonra hidrofilik hale gelmesi şeklinde açıklanır: *Sabun yağlı kirleri temizlerken miseller oluşur.*



*Miselin orta kısmı hidrofobdur; hidrofob kirler buraya van der Waals kuvvetleriyle tutulur. Miselin dış kısmı ise hidrofildir; bu kısım miselin suda kolloidal olarak dağılmasını sağlar:*



Sıvı özelliklerine sahip olan ve bir kaptan diğerine dökülebilen bir kolloidal sisteme **sol** denir; solların viskozitesi düşük yani akıcılıkları oldukça fazladır. Peltemsi bir şekil alan ve katı maddelerin bir çok özelliklerine sahip olan kolloidal sisteme **jel** denir; jellerin viskozitesi yüksek yani akıcılıkları azalmıştır, akışkanlığı sağlamak için basınç uygulaması gerekebilir. *Sol*

ve jel durumları, iç faz moleküllerinin biçimleri ile ilişkilidir. Bu moleküller küresel ya da levha biçiminde ise, vizkozite nispeten düşüktür; iplik biçiminde moleküller ise sulu ortamlarda üç boyutlu ağlar oluştururlar ve su bu ağlar içinde hapsedildiği için çoğu kez peltemsi bir manzara ortaya çıkar. Jellerin su alabilme ve verebilme özelliğine **imbibisyon** denir; imbibisyon özelliği, önemli dokuların su alış-verişinde ve hacminin sabit tutulmasında etkindir. Taze bir jelin özelliklerinin zamanla kaybolmasına **eskime** denir; bir jelin sıvı kısmını bir anda geri vermesine **sinerize** denir.