

Dr. Fatih Büyükserin

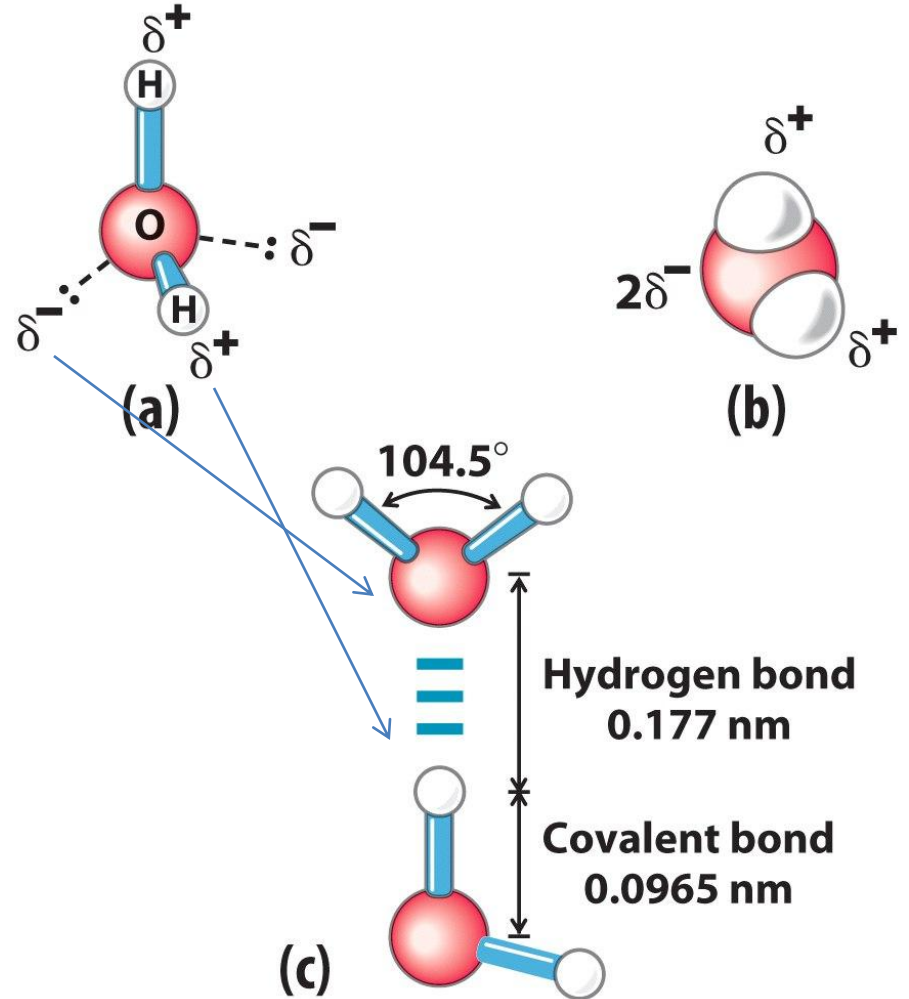
- Organizma ağırlığının yüzde % 70 ini oluşturur
- Su molekülleri arasındaki çekim kuvvetleri ve suyun az da olsa iyonlaşma eğilimi Biyomoleküllerin yapı ve görevlerinin oluşmasında büyük öneme sahiptir.
- Suyun erime ve kaynama sıcaklıkları diğer çözücülerin çoğundan daha fazladır.
- Burda temel etmen H-bağı kaynaklı iç kohezyon kuvvetleridir.

TABLE 2-1 Melting Point, Boiling Point, and Heat of Vaporization of Some Common Solvents

	<i>Melting point (°C)</i>	<i>Boiling point (°C)</i>	<i>Heat of vaporization (J/g)*</i>
Water	0	100	2,260
Methanol (CH ₃ OH)	−98	65	1,100
Ethanol (CH ₃ CH ₂ OH)	−117	78	854
Propanol (CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH)	−127	97	687
Butanol (CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH)	−90	117	590
Acetone (CH ₃ COCH ₃)	−95	56	523
Hexane (CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃)	−98	69	423
Benzene (C ₆ H ₆)	6	80	394
Butane (CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃)	−135	−0.5	381
Chloroform (CHCl ₃)	−63	61	247

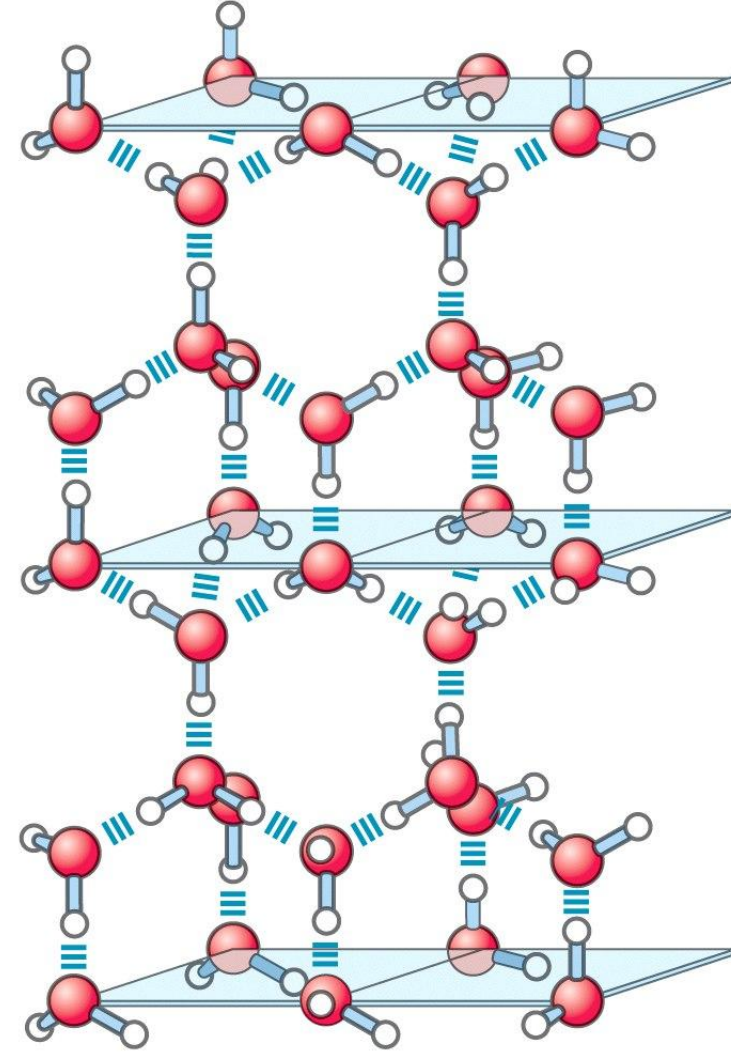
*The heat energy required to convert 1.0 g of a liquid at its boiling point, at atmospheric pressure, into its gaseous state at the same temperature. It is a direct measure of the energy required to overcome attractive forces between molecules in the liquid phase.

- AX_nE_n düşünürsek kaba bir tetrahedron oluşturur
- Bağ açısı 104,5 derecedir
- Kısmi yükler elektronegativite farkından
- Bir suyun H atomuyla, diğer suyun O Atomu arasında elektrostatik çekim H bağlarını oluşturur.
- H atomu iki molekül arasında köprü
- Başka elementlerde yok!



Hidrojen Bağları

- H bağ enerjisi 20 kJ/mol iken C-C bağ enerjisi 348 kJ/mol
 - Kovalent bağlardan zayıf, termal enerji oluşup kırılmalarına yetiyor
 - Bir hidrojen bağının ömrü 1 ns
 - Moleküldeki hidrojen bağlarının toplamı sıvıda büyük bir iç kohezyon kuvveti oluşturur
-
- Buzda her bir O, 4 H ile H bağı yaparken 2 H verici, 2 H alıcı, tetrahedra yapı dikte eder
Düzenli kristal yapı, boşluklu, yoğunluğu düşük
-
- Suda yapı düzenli değil ve sürekli hareket halindedir
Bir oksijen 3.4 H bağı yapar
-
- Faz değişimleri sıcaklığa bağlı olarak kendiliğinden Gerçekleşmekte, burda sürükleyici etken entropi x T

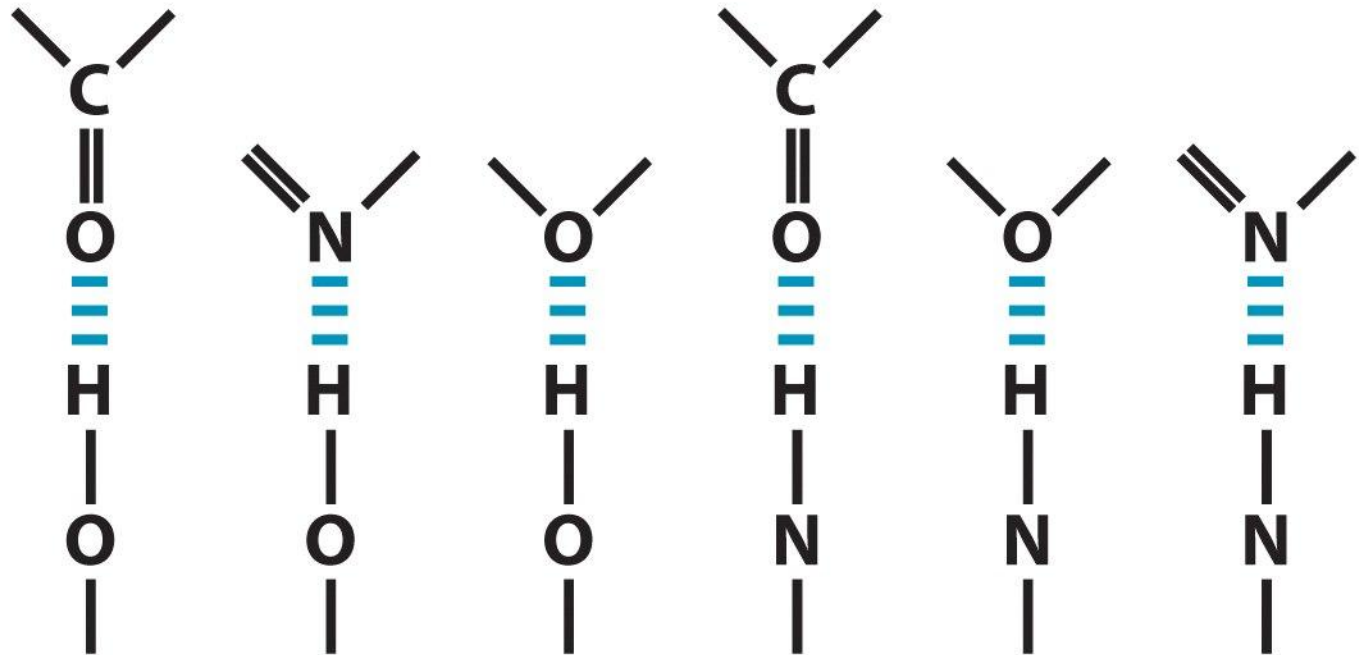


Hidrojen Bağları

- H bağları sadece su molekülleri arasında bulunmaz
- Karbon atomuna bağlı H atomları hidrojen bağlarında yer almaz
 - Butanolün kaynama noktası 107 C iken bütan -0,5 C

**Hydrogen
acceptor**

**Hydrogen
donor**

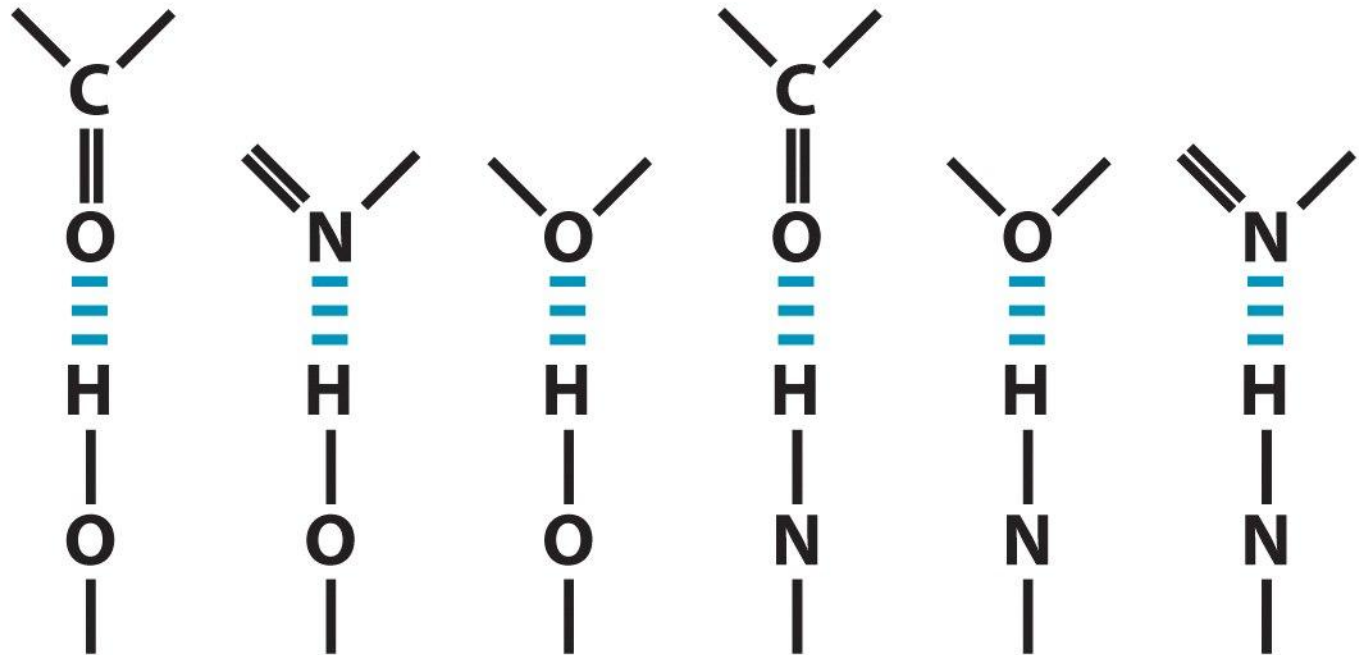


Hidrojen Bağları

- H bağları sadece su molekülleri arasında bulunmaz
- Karbon atomuna bağlı H atomları hidrojen bağlarında yer almaz
 - Butanolün kaynama noktası 107 C iken bütan -0,5 C

**Hydrogen
acceptor**

**Hydrogen
donor**



Hidrojen Bağları

- Şeker, alkol gibi yüksüz moleküller suda kolayca çözünebilir
 - Polar su molekülleri ile kurulabilen H bağları
- H bağları proteinlerin ve DNA'nın yapısında da çok önem arz etmektedir.

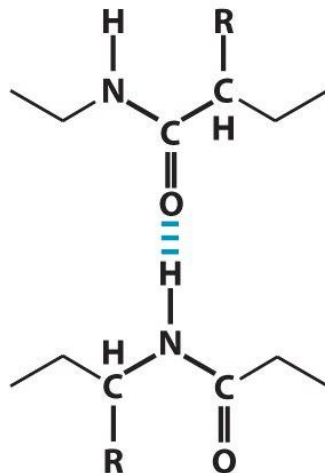
Between the hydroxyl group of an alcohol and water



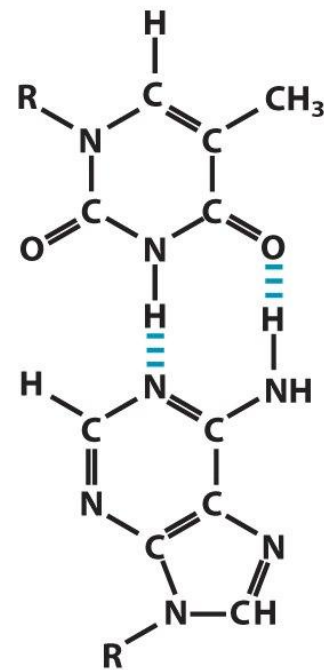
Between the carbonyl group of a ketone and water



Between peptide groups in polypeptides



Between complementary bases of DNA

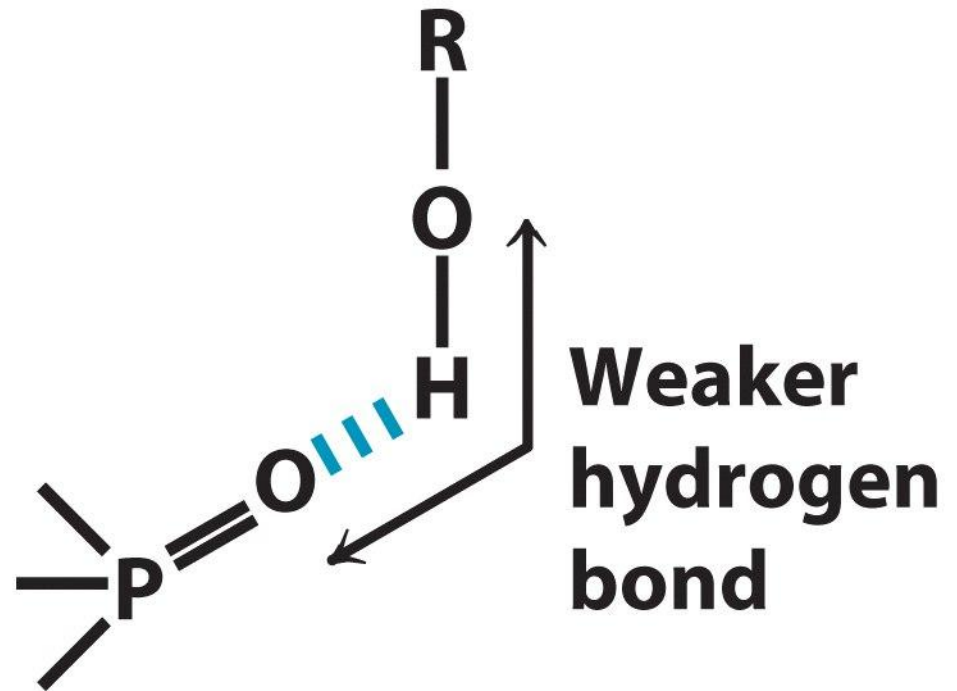
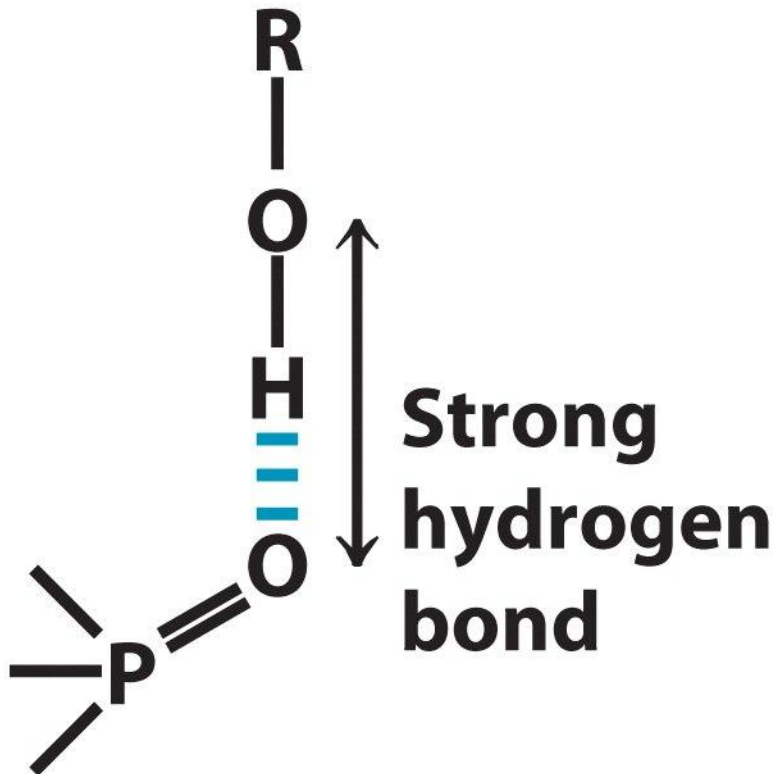


Thymine

Adenine

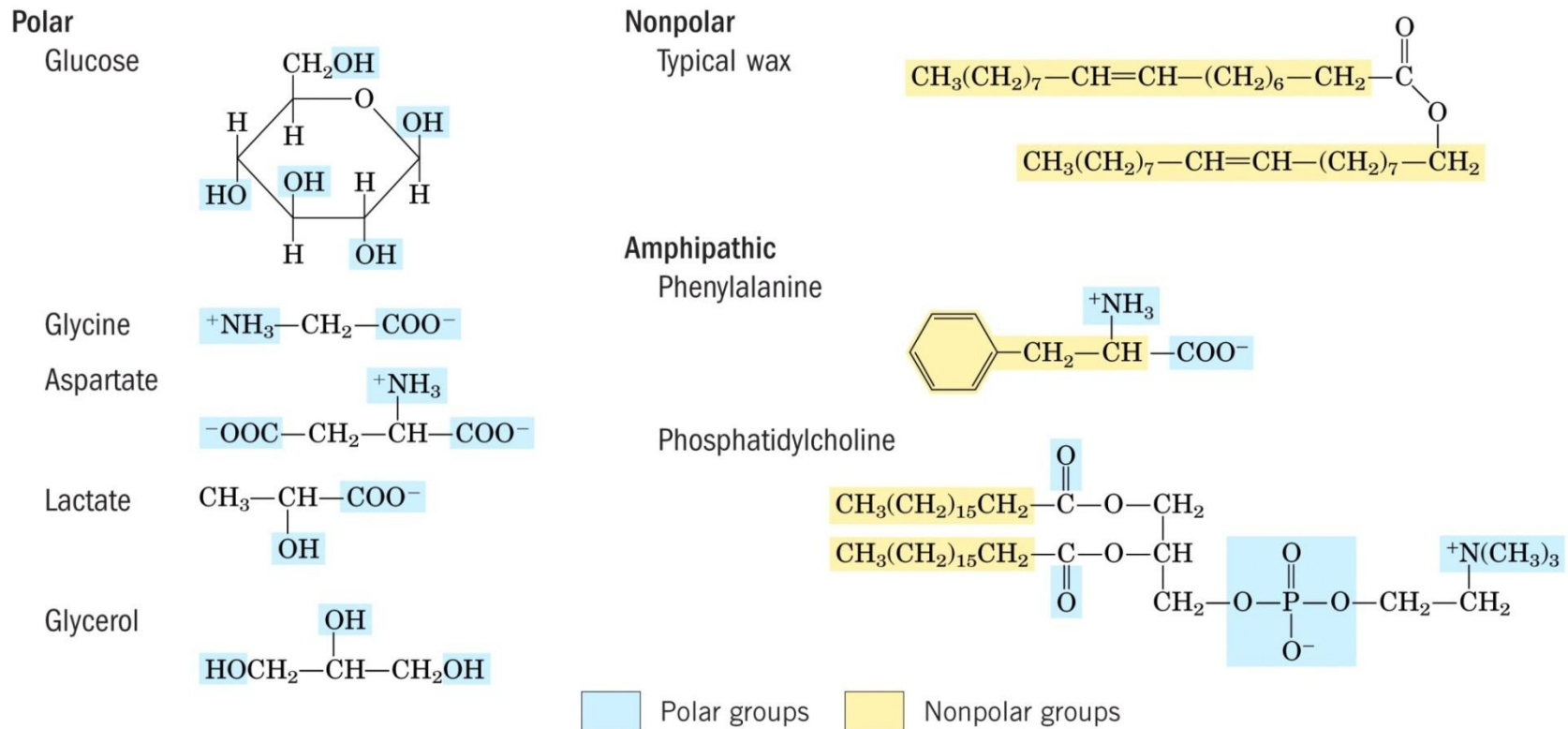
Hidrojen Bağları

- H bağları elektrostatik etkileşmeyi en çok yapacak şekilde yaparlarsa en kuvvetlidir
- H paylaşan atomlar aynı doğrultuda ise maksimumdur
- Bu özelliği H bağının yönlendirici özelliğini göstermektedir
- Protein ve nukleik asitlerin 3D yapılarında etkili



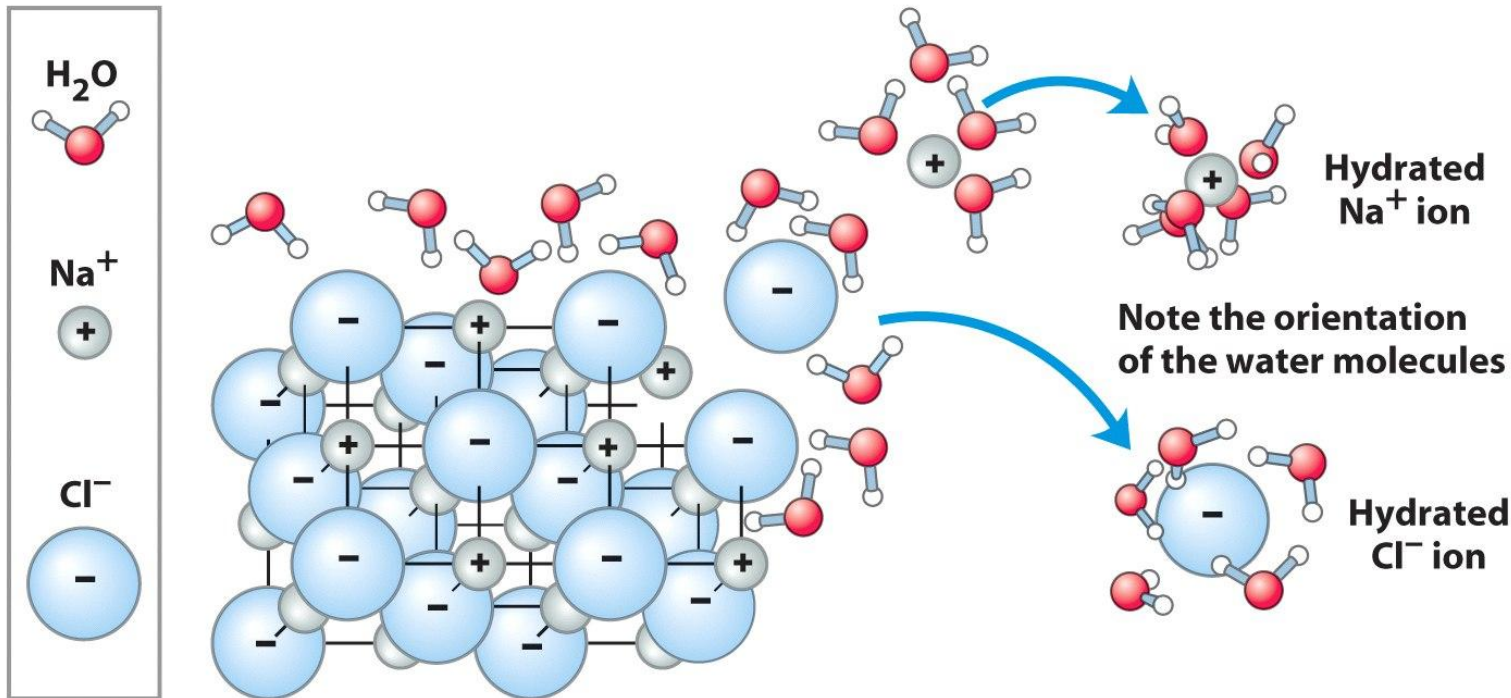
- Suda kolayca çözünen maddeler hidrofiliktir, polar bir çözücüde, polar biyomoleküller çözünür
- Polar olmayan molekülleri çözmek için benzen gibi apolar çözücüler gerekir.

TABLE 2-2 Some Examples of Polar, Nonpolar, and Amphipathic Biomolecules (Shown as Ionic Forms at pH 7)



Su Elektrostatik Etkileşmeyi Azaltır

- Dielektrik Sabiti yüksek bir çözücüdür , $\epsilon \approx 80$
- Katı-Katı bağları yıkılır, bunun yerine iyonlar hidrate olur
- Yıkılan bağlar yerine yeni güçlü etkileşimler, böylece kendiğilindelik tetiklenir (ΔH)
- Kendiğinden olmayı tetikleyen diğer etmen de iyonların entropisindeki dominant artış



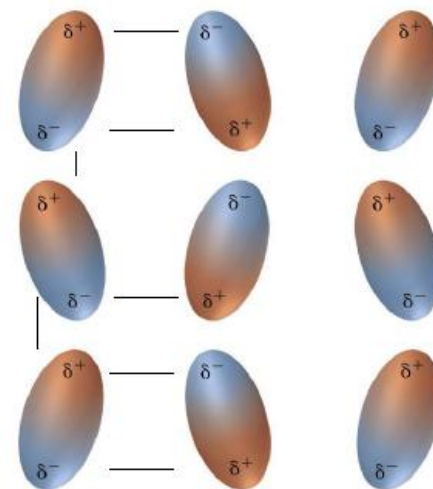
- Karboksilik yada amonyum grupları içeren biyomoleküllerde katı-katı iyonik etkileşimler yerlerini katı-H bağına bırakır ve kolaylıkla çözülür

Gazları Suda Çözünürlüğü

- N_2 , O_2 ve CO_2 biyolojik olarak önemli
- Apolar-Polar Gaz
- Apolarlar Suyu girdiklerinde entropiyi azaltırlar, çözünürlük çok düşük
- Polar gazlar çözünürken ise Polar-Polar etkileşimler, gazın suda çözünerek kaybedeceği entropiye baskın gelir!

TABLE 2-3 Solubilities of Some Gases in Water

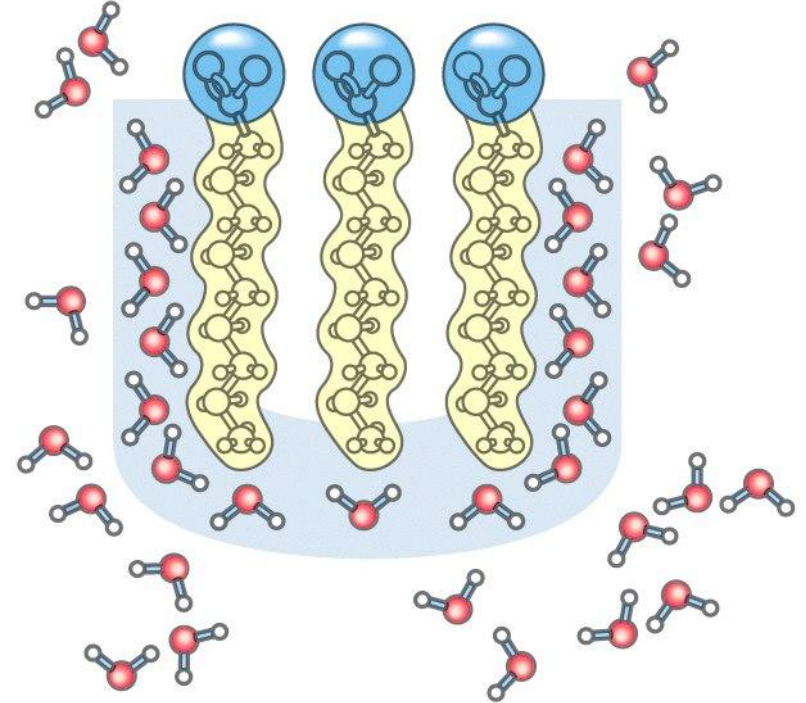
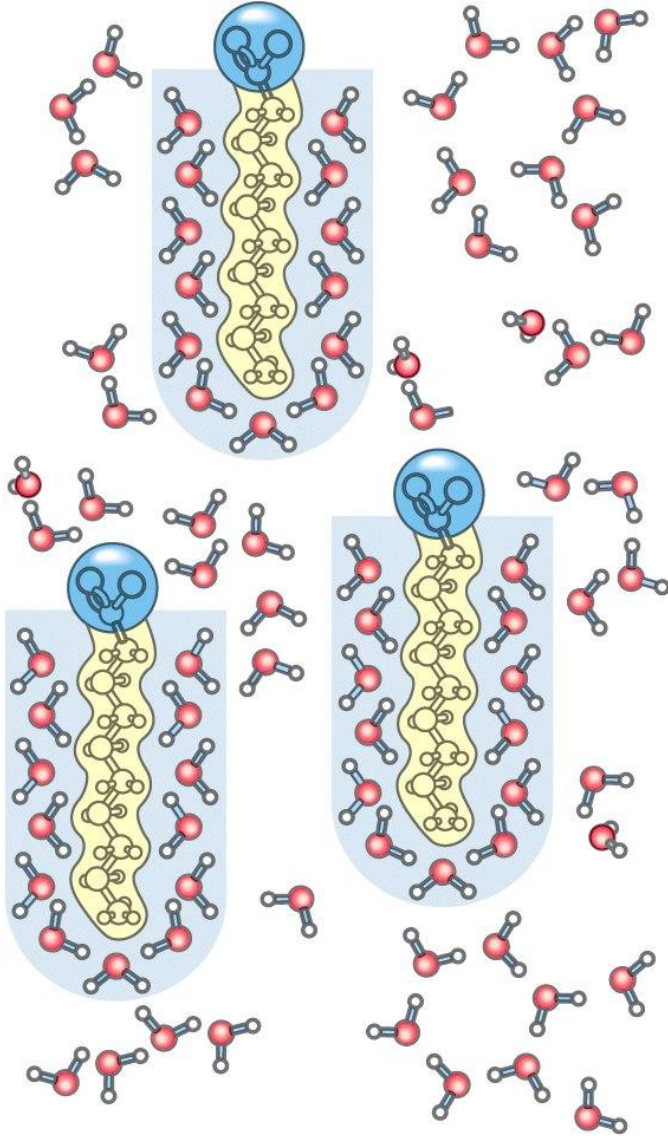
Gas	Structure*	Polarity	Solubility in water (g/L) [†]
Nitrogen	$N \equiv N$	Nonpolar	0.018 (40 °C)
Oxygen	$O = O$	Nonpolar	0.035 (50 °C)
Carbon dioxide	$\begin{array}{c} \delta^- \quad \delta^- \\ \leftarrow \quad \rightarrow \\ O = C = O \end{array}$	Nonpolar	0.97 (45 °C)
Ammonia	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & \diagdown & / \\ & N \\ & \diagup & \diagdown \\ H & & \delta^- \end{array}$	Polar	900 (10 °C)
Hydrogen sulfide	$\begin{array}{c} H & H \\ & \diagdown & / \\ & S \\ & \diagup & \diagdown \\ H & & \delta^- \end{array}$	Polar	1,860 (40 °C)



*The arrows represent electric dipoles; there is a partial negative charge (δ^-) at the head of the arrow, a partial positive charge (δ^+ ; not shown here) at the tail.

[†]Note that polar molecules dissolve far better even at low temperatures than do nonpolar molecules at relatively high temperatures.

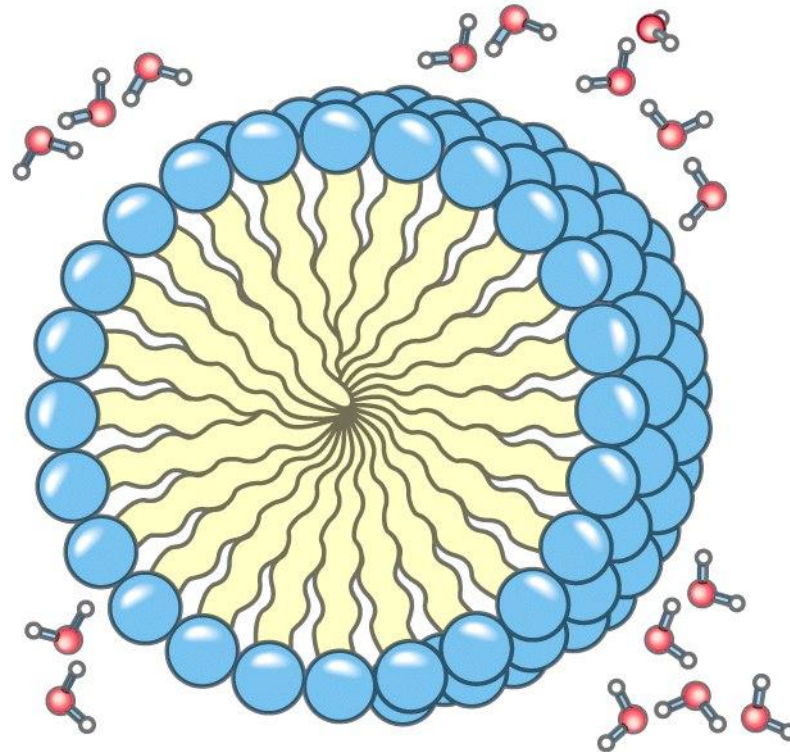
Lipit Kümeleri



Açığa çıkan su molekülleri
oluşumu tetikleyici faktör

Miseller

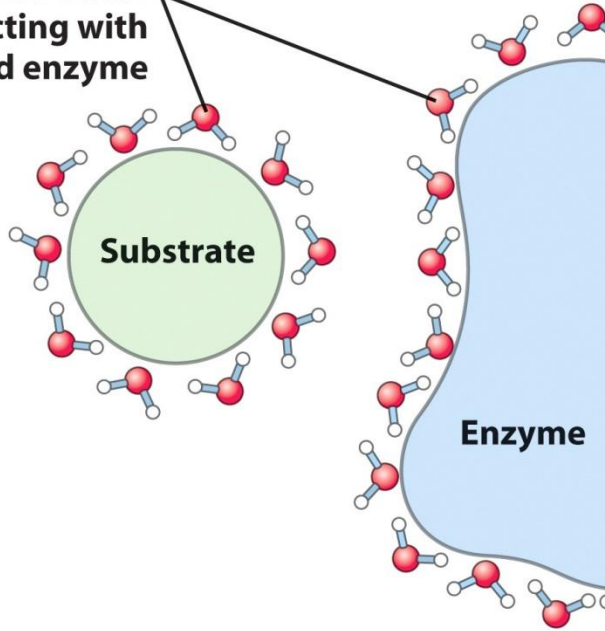
- Amfipatik bileşikler polar ve apolar grupları birarada bulundurur
- Bunların sulu çözeltileri miseller oluşturur
- Burda oluşumu tetikleyen faktör yine açığa çıkan su moleküllerinin entropisindeki artıştır
- Oluşan hidrofofik korda da güçlü etkileşimler bulunmaktadır
- Pekçok biyomolekül (steroller, zarlar, pigmentler, proteinler) amfipatik yapıda ve bunlarda da benzer hidrofofik etkileşimler önemlidir



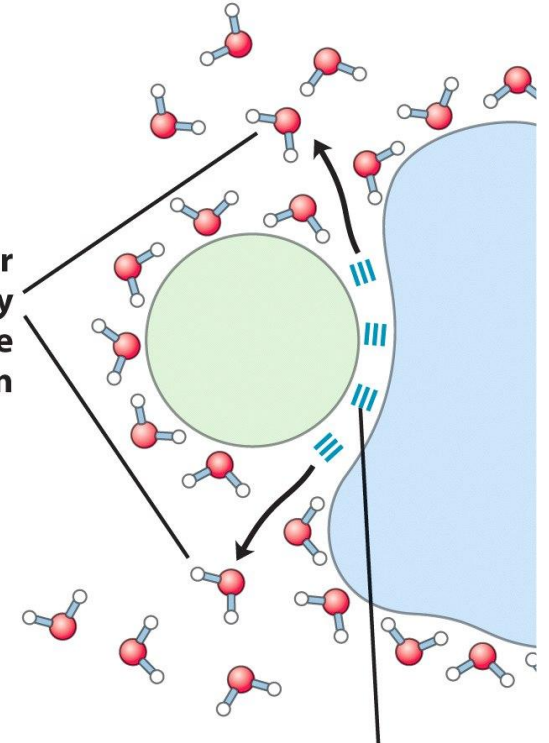
Enzim-Substrat İlişkisinde Su

- Kırılan polar-polar etkileşim
- Yerine oluşan hidrojen bağları, vdw etkileşimleri, iyon-iyon etkileşimleri, hidrofobik etkileşimlerle
- Yine salınan su moleküllerinin entropisinde artış bu reaksiyonlarının oluşumu tetikler
- Kendiliğinden olmayı azaltacak bir faktör daha var

**Ordered water
interacting with
substrate and enzyme**



**Disordered water
displaced by
enzyme-substrate
interaction**



Enzyme-substrate interaction stabilized by hydrogen-bonding, ionic, and hydrophobic interactions

TABLE 2-5 Four Types of Noncovalent (“Weak”) Interactions among Biomolecules in Aqueous Solvent

Hydrogen bonds

Between neutral groups



Between peptide bonds



Ionic interactions Suda

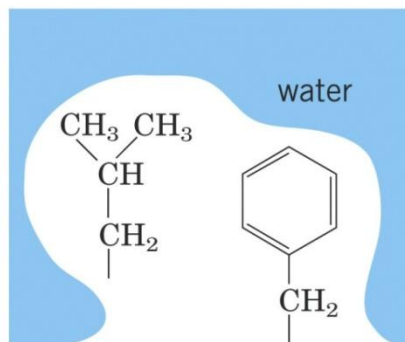
Attraction



Repulsion



Hydrophobic interactions



van der Waals interactions

Any two atoms in close proximity

- Etkileşimlerde özelleşmeler, polar-polar özel bir hali H-bağı

- Protein, DNA gibi makromoleküllerde etkileşcek çok yer olduğundan, etkileri büyük

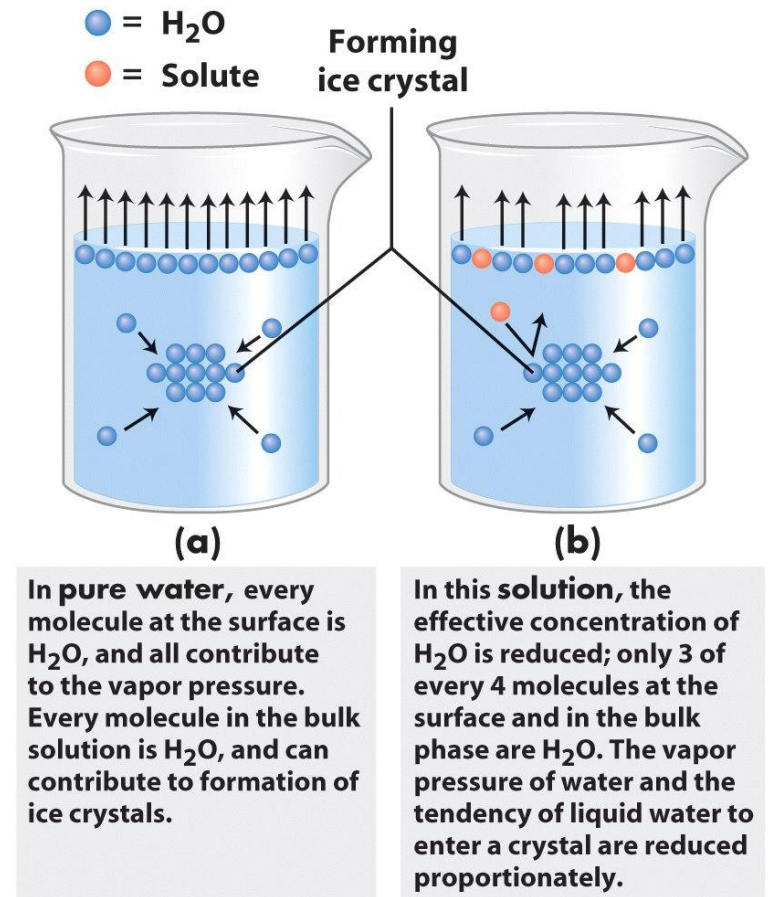
- 3D yapıda çok etkinler

- Antikor antijen etkileşmesi birçok zayıf etkileşmenin toplam etkisiyle olur

- Genişlemiş enzim yüzeyleri bunu daha da tetikleyici

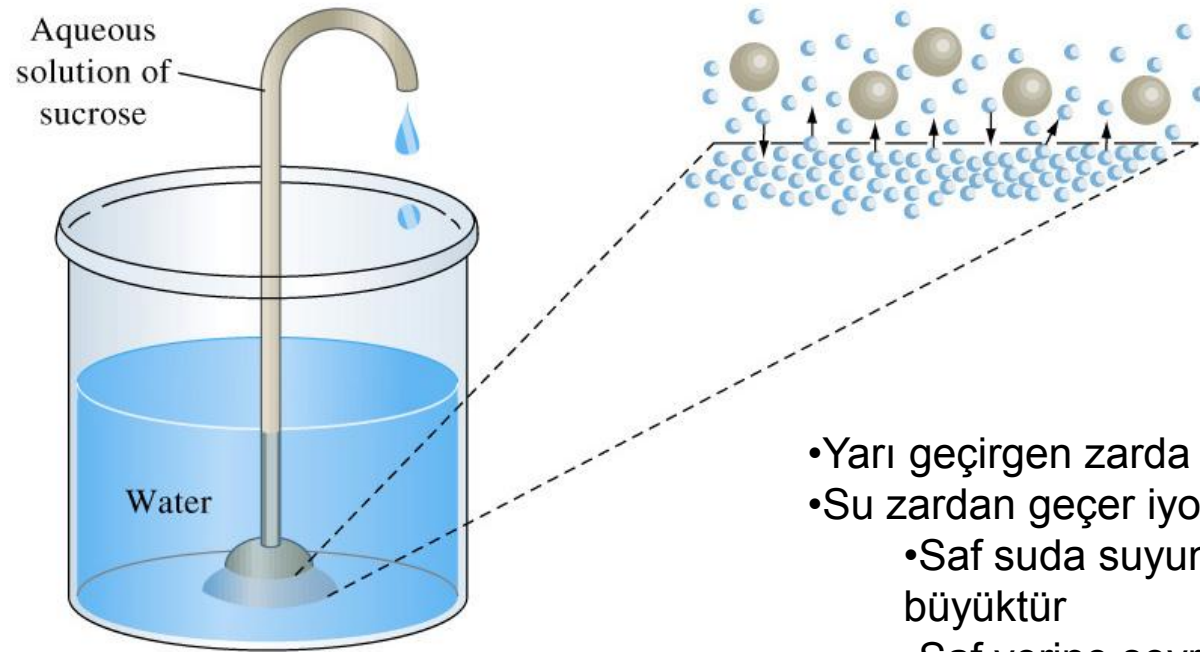
Kolligatif Özellikler

- Hangi özelliklerden bahsediyoruz
- Neden biyokimyada önemli
- Buhar basıncı düşmesi Rault tarafından gözlemleniyor
- Parçacık sayısı, niteliği değil... Formüllerde molalite var
- Osmotik Basınç



OSMOZ VE OSMOTİK BASINÇ

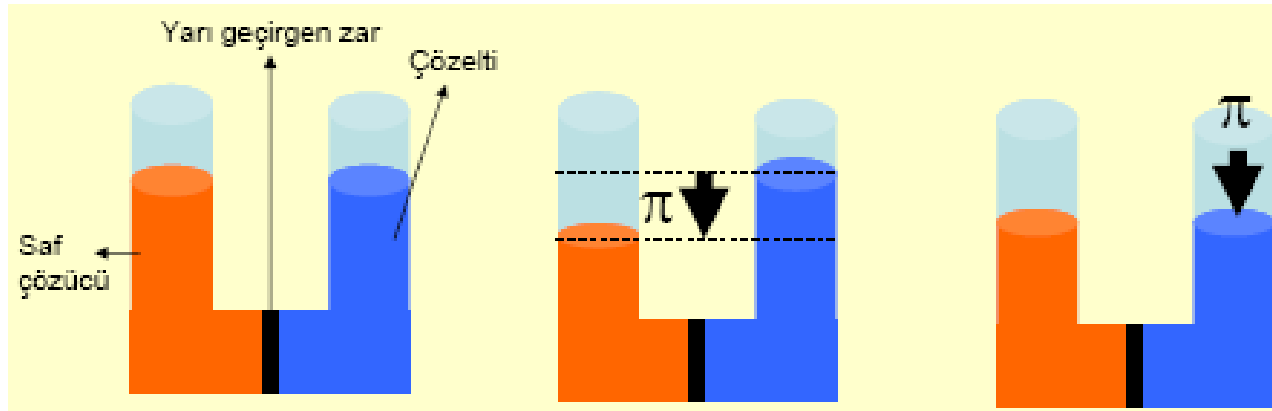
OSMOZ: Suyun çok yoğun olduğu ortamdan az yoğun olduğu ortama geçişiyle oluşan fiziksel bir olaydır



- Yarı geçirgen zarda derişik şeker çözeltisi
- Su zardan geçer iyonlar geçemez ve basınç oluşur
 - Saf suda suyun derişimi çözeltidekinden çok büyüktür
 - Saf yerine seyreltik bir çözeltide aynı etki görülür
- Çözelti seviyesi yükselir → üstten akış olur
- İç ve dış şeker derişimi eşitlenince akış durur

OSMOZ VE OSMOTİK BASINÇ

- Osmoz olayıyla oluşan osmotik geçişi durdurmak için sakkaroz çözeltisine uygulanması gereken basınca osmotik basınç denir.
 - Ör: % 20 lik sakkaroz çözeltisi için bu değer 15 atm'dir
- Şeker çözeltisine bu basınç uygulandığında su moleküllerinin saf suya geçişi artar
- $P = P_{\text{osmotik}} = \Pi$ olduğunda geçiş durur
- $\Pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$ $\Pi = c \cdot R \cdot T$ birimlere dikkat $R \text{ L.atm.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ $\Pi \text{ atm}$



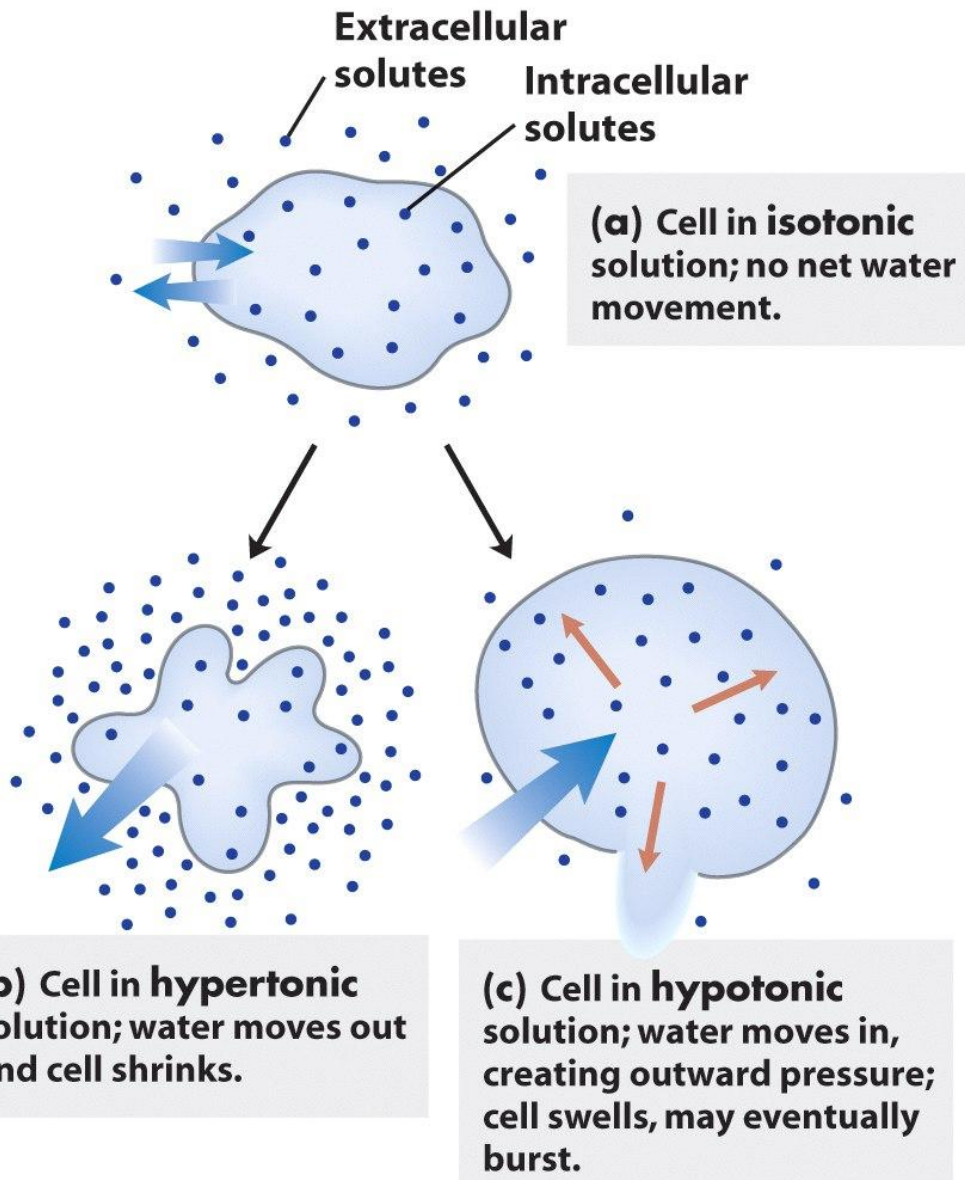
Osmotik basınç uygulamaları: Kanda osmoz (susuz kalmış hastaya kandan saf su ?, serumdaki tuz oranının önemi, konsantrasyon fazla ise kan hücrelerinin büzülerek ölmesi), reverse osmoz kolonlar

-özellikle seyreltik çözeltilerde mol kütlesi (M) tayininde kullanılmaktadır.

$$\Pi = n \cdot c \cdot R \cdot T = (n_1 c_1 + n_2 c_2 + \dots) \cdot R \cdot T$$

- $n \cdot c$ toplamı osmolarite olarak adlandırılır
- n suya verilen iyon sayısıdır
 - Şeker için bir
 - NaCl için $n=2$
 - 1 M NaCl ve 3 M AlCl_3 çözeltisi varsa osmolarite
- Glikoz 1 mg ve Seluloz (1000 tekrarlayan birimli) 1 gramı aynı etkiyi yapar.
- Osmolarite farkları izo, hiper ve hipotonikliği bildirir

Eşit osmolarite



Çözeltinin osmolaritesi yüksekse hipertonic

- Pekçok durumda hücreler hipotonik bir ortamdadırlar
- Bitki hücreleri hücre duvarları, bakteriler çapraz bağlı hücre zarları ile stabilite sağlanır.
- Yakıt depolama osmotik basınç artışını önler
- Tatlı su canlılarında suyu hücre dışına pompalayan vakuoller vardır
- Ökoryat hücrelerde Na^+ pompaları hücre dışına iyon pompalayarak osmolariteyi dengeleyebilirler
 - Basınç sensörleriyle başlayan ani K^+ iyonu akışı ve osmotik basınç değişimi ile kapanan yapraklar besin yakalamada kullanılmaktadır
- Zarla çevrili organeller incelenirken sükröz çözeltisi kullanılır

