



# BİYOFİZİKSEL KİMYA

*Prof. Dr. Arif ALTINTAŞ*

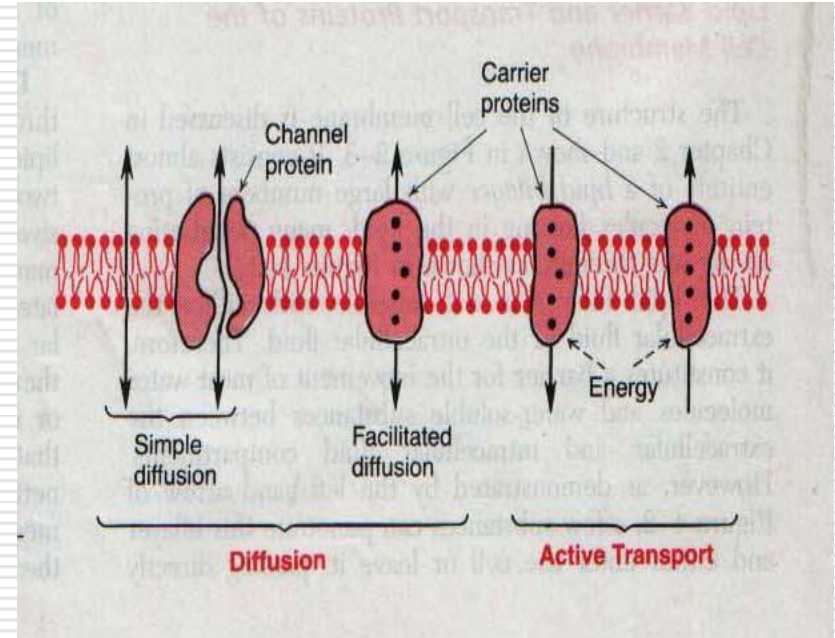
# Biyofiziksel kimya

---

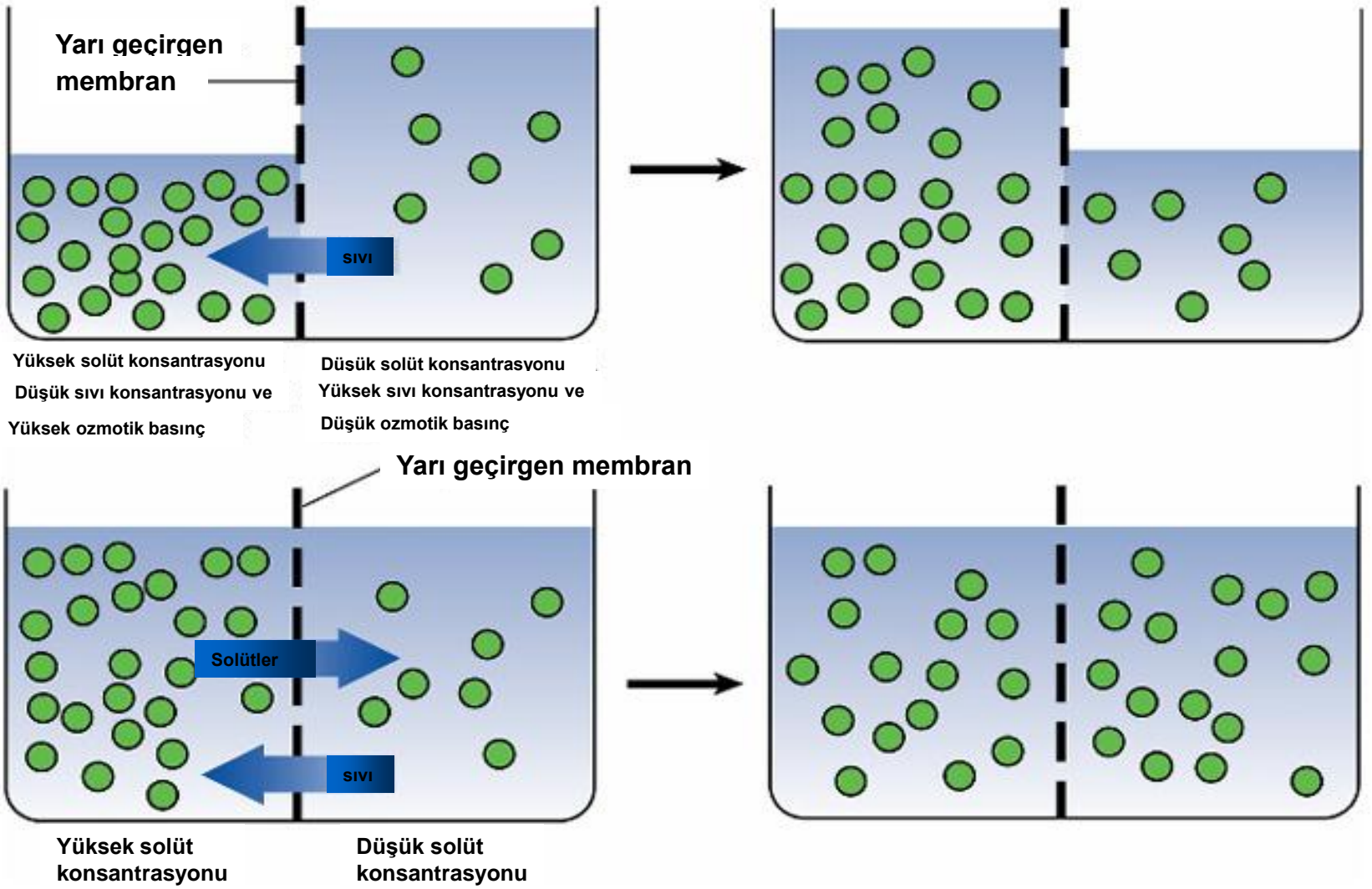
- Fizik ve kimya birçok bakımdan birbirleriyle yakından ilgili iki bilimdir.
- Besinler vücutta oksitlenirler ve ısı meydana gelir.
  - Besinlerin oksidasyonu **kimyasal bir olay**
  - Oluşan ısının ölçülmesi ise **fiziksel bir problemdir.**
- Bunun gibi fizik ve biyokimyanın birbirine geçtiği birçok saha mevcuttur. Bu sahaları inceleyen bilim koluna **Biyofiziksel kimya** denir

# Biyofiziksel Olaylar: Difüzyon

- Bir çözeltide moleküllerin, çözeltilinin her tarafına eşit olarak kendiliklerinden yayılmaları olayına **difüzyon** denir.
- Difüzyonda fazlar arasında zar yoktur ve difüzyonun yönü sabit ve tektir  
*“çok yoğun dan az yoğun a doğru”*
- Yoğunluk farkı ortadan kalkınca difüzyon durur.
  - Ancak; canlı hücreler ile çevresi arasında sürekli yoğunluk farkından dolayı difüzyon devamlıdır.

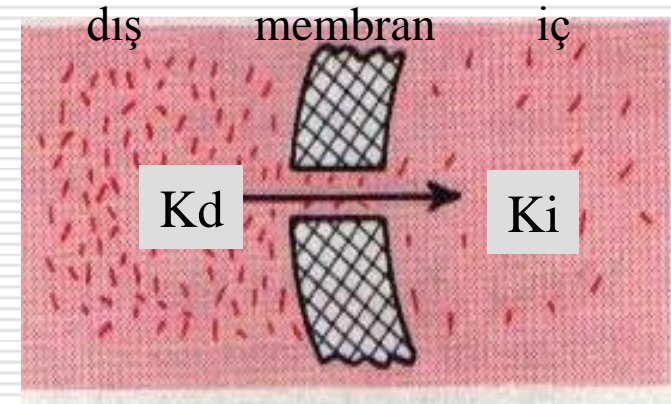


# Difüzyon



# Difüzyon

- Difüzyon organizmanın madde alışverişinde büyük rol oynar.
- Canlı organizmalarda;
  - oksijenin havadan kana ve kandan dokulara geçmesinde,
  - besin maddelerinin kandan dokulara geçmesinde,
  - ilaçların enjekte edildikleri yerden etrafa yayılmasında difüzyon önemli bir rol oynar.



# Difüzyon

---

- Difüzyon **Brown** hareketinin bir sonucudur.
- Brown hareketleri kolloidal çözeltilere has bir durum olup kolloidal taneciklerin bir hareketidir.
- Bir kolloid taneciğın difüzyon hızı difüzyon katsayısı ile belirlenir.
  - Difüzyon katsayısı, birim derişim düşüşünde 1 saniyede 1 cm<sup>2</sup> lik yüzeyden sabit hızla geçen madde miktarıdır.

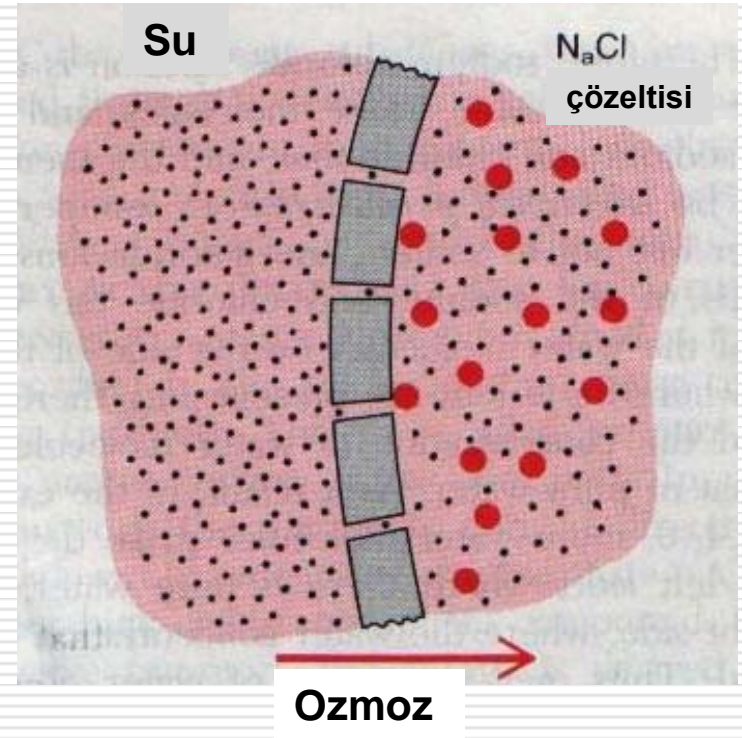
# Difüzyon

---

- **Difüzyon**, organizmada, maddelerin kısa mesafelere nakline yarar, çünkü, hızı oldukça yavaştır.
- Suda erimiş besin maddelerinin daha uzun mesafelere nakline "**konveksiyon**" denir.
- Glikoz, kan yolu ile karaciğerden dokulara konveksiyonla, kan plazmasından eritrositlere ise difüzyon ile geçer

# Ozmoz ve Ozmotik Basınç

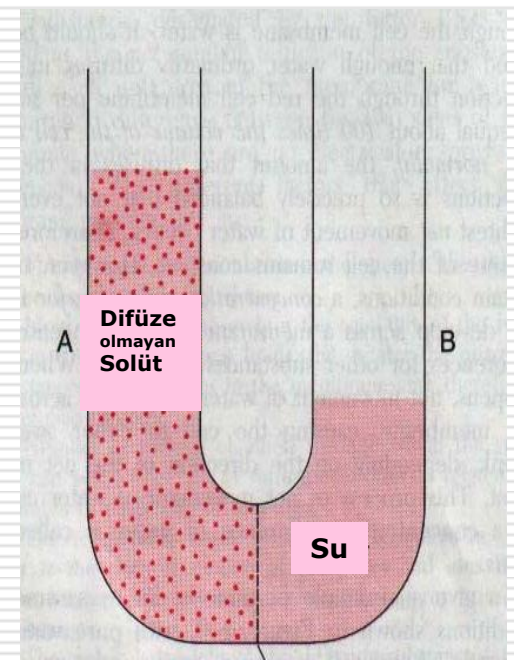
- Bir çözelti yarı geçirgen (suyu geçiren, fakat erimiş maddeleri geçirmeyen) bir zara konduktan sonra suya daldırılırsa su zarı geçer ve çözeltiyi seyreltir
- Suyun yarı geçirgen bir zarı geçerek çözeltiliye katılmasına **Ozmoz** denir.





# Ozmoz ve Ozmotik Basınç

- Çözelti A ve B yarıgeçirgen bir zarla ayrılmıştır.
- Çözelti A membranı geçemeyecek büyük bir solüt içermektedir.
- Çözelti B saf sudur. Çözelti A'da solütün bulunması bir **ozmotik basınç** oluşturur.

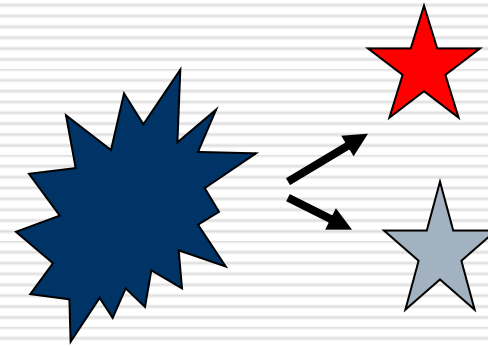


Yarıgeçirgen zar

# Ozmolarite

---

Bir çözeltilde ozmotik olarak aktif partiküllerin derişimine **OZMOLARİTE** denir



**IZOOZMOTİK** = aynı ozmolariteye sahip çözeltiler (İZOTONİK)

**HİPEROZMOTİK** = yüksek ozmolariteli çözeltiler

**HİPOOZMOTİK** = Ozmolaritesi düşük çözeltiler

# Ozmolarite Hesabı

- Ozmolarite aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir:

$$O = g \times C$$

Burada:

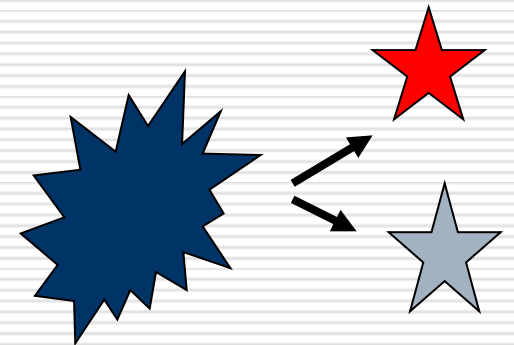
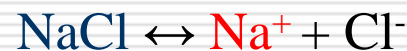
O = partiküllerin derişimi (osm/L)

g = çözültide partiküllerin sayısı (osm/mol)

C = derişim (mol/L)

$$g_{\text{NaCl}} = 2$$

$$g_{\text{glucose}} = 1$$



# Ozmoz ve Ozmotik Basınç

---

**Ozmotik basınç** ozmotik bakımdan aktif partiküllerin derişimidir. Partiküllerin derişimi aşağıdaki eşitlik ile basınca dönüştürülebilir:

$$\Pi = g \times C \times RT$$

Burada:

- $\Pi$  = ozmotik basınç (mmHg)
- $g$  = çözeltideki partikül sayısı (osm/mol)
- $C$  = derişim (mol/L)
- $R$  = gaz sabiti
- $T$  = mutlak sıcaklık

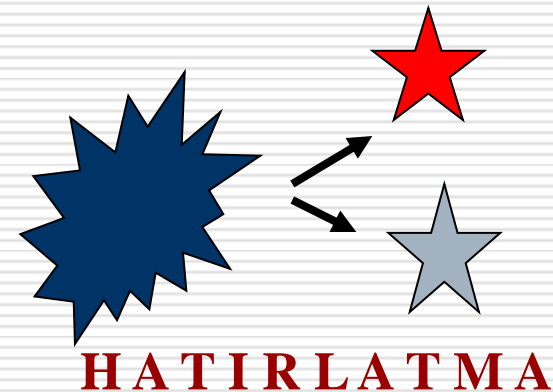
# Ozmoz ve Ozmotik Basınç

- Solüt derişimi arttığında ozmotik basınç artar
- Kolloid ozmotik basınç ya da onkotik basınç proteinler tarafından oluşturulan ozmotik basınçtır (örneğin plazma proteinleri)

1M CaCl<sub>2</sub> ve 1M KCl çözeltilerini ozmolarite ve ozmotik basınç yönünden *karsılaştırın*

$$O = g \times C$$

$$\Pi = g \times C \times RT$$



# Ozmoz ve Ozmotik Basınç

---

- Yarı geçirgen bir zar bir litresinde iyonize olmayan bir maddenin bir molekül gramını taşıyan çözelti ile doldurulup hacim sabit tutulursa kabın içinde 22.4 Atm.'lik basınç ölçülür. Hacim 22.4 litre olursa basıncın 1 Atm. olduğu görülür.
- Bundan yararlanarak maddenin molekül ağırlığı hesaplanabilir.

# Ozmotik Basınç ve Mol. Ağ.

---

- **Örnek:** Saf kimyasal halde 24.6 g ürenin sudaki 7 litrelik çözeltisinin 0°C'deki ozmotik basıncı 1.3 Atm dir. Ürenin molekül ağırlığı nedir?

$$24,6/7 \quad 1,3 \text{ Atm}$$

$$X \text{ (mol/L)} \quad 22,4 \text{ Atm}$$

---

$$X = \sim 60$$

# Ozmotik Basınç – Mol Ağ.

---

- Ozmotik basınç molekül ağırlığı ile değil tanecik sayısı ile orantılıdır.
- Örnek: Saf kimyasal bir maddenin 16 gramının bulunduğu 250 ml'lik çözeltisi 0°C'de 8 Atm ozmotik basınç gösterdiğine göre, bu maddenin molekül ağırlığı nedir?

16 x 4 g/L	0 oC de	8 Atm
X (mol g/L)		22,4 Atm

---

$$X = \sim 179,2$$



# Ozmotik regülasyon

---

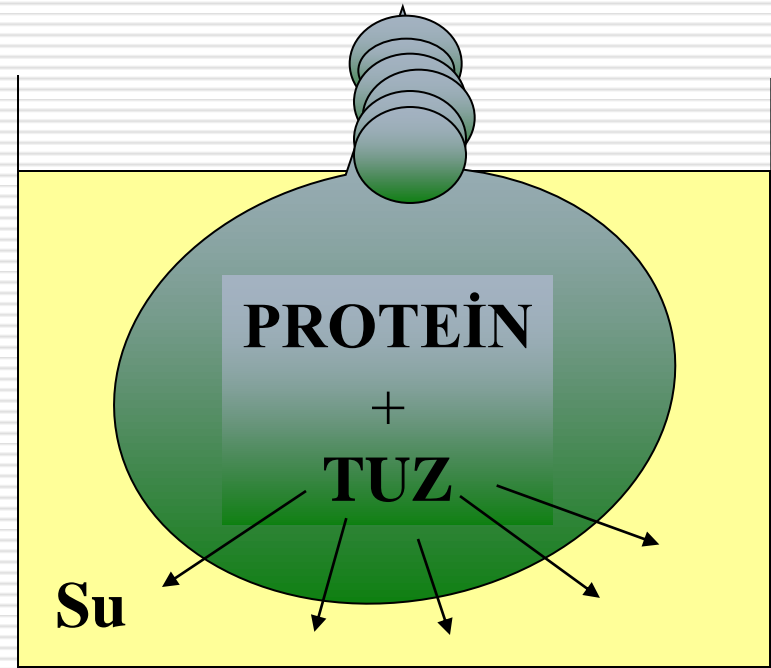
- Vücut sıvılarının izotonisi, besin maddelerinin rezorpsiyonu, parçalanmaları, suyun akciğerlerden buharlaşması vb. gibi fizyolojik olaylarla devamlı bozulmaktadır. Bu nedenle organizmada ozmotik basıncı düzenleyen muhtelif regülasyon mekanizmaları vardır.
  - Örneğin tuzlu yemeklerden sonra susuzluk duygusu, fazla su alınmasını gerektirir. Aynı zamanda fazla tuzlu bir idrar çıkarılır ve artmış olan ozmotik basınç bu suretle düzenlenir.
  - Buna karşılık fazla su içilirse düşen ozmotik basınç, çok sulandırılmış bir idrar çıkarmakla normale getirilmeye çalışılır
- **Ozmotik basınç molekül büyüklüğüne değil, molekül sayısına bağlıdır.** Organizmada, glikozun glikojene ve aminoasitlerin proteinlere değişmesiyle ozmotik basınç sabit tutulur.
  - Kriyoskopi yöntemiyle insan kan plazmasının vücut sıcaklığı olan 37°C'de 7.65 Atm'lik ozmotik basıncı olduğu bulunmuştur

# Diyaliz

---

- Çoğu zarlar tam anlamıyla yarı geçirgen değildir. Ve sudan başka basit molekülleri veya iyonları da geçirirler.
- Bu sebepten daha küçük basit moleküllerin bir membrandan geçmesine müsaade etmek suretiyle bunları daha büyük kompleks moleküllerden ayırmak mümkündür.
- Bu olaya “**Diyaliz**” denir.

- Protein ve tuz ihtiva eden bir çözeltilen tuzun ayrılması diyalize güzel bir örnektir.
- Diyalizde yön çok yoğunluktan az yoğunluğa doğrudur.
- Difteri ve tetanoz anti-toksinleri elektrolitlerinden diyaliz ile arıtılır
- **Hemodiyaliz:** Kronik Böbrek Yetmezliğinde böbreğin süzme işi diyaliz makinesi ile yürütülür ve kan azotlu artık ürünlerden (üre, ürik asit, kreatinin vb) arıtılır.



# Hücre üzerinde

## Genel Değerlendirme

---

- Vücut hücrelerinin içi eriyiklerle dolu ve hücre duvarları membran olduğundan difüzyon, ozmoz ve diyaliz hayat olayları için önemli faktörlerdir.
- Besinlerin bağırsaklardan absorbe edilmesi, vücut içinde dağılması ve artık maddelerin hücreden atılması kısmen bu faktörler sayesinde olur.

# Bir hücre çözelti içine konduğunda meydana gelebilecek varsayımlar:

## (1) Posm Çözelti = Posm Hücre → Çözelti izotonik

- İnsan kan hücrelerinin ozmotik basıncı 0 °Cde ~ 6,6 Atm'dir.
- %0,9 NaCl çözeltisi 0°Cde ~ 6,6 Atm ozmotik basınca sahiptir.
  - Bu çözeltiliye izotonik tuz çözeltisi ya da fizyolojik tuz çözeltisi denir.
- Hekimlikte tuz çözeltisinin kan dolaşımına verilmesi gerektiğinde izotonik çözeltilerin kullanılması son derece önemlidir.
- Göz ve burun boşlukları gibi narin membranların ilaçla tedavisinde su yerine fizyolojik tuzlu su kullanılması herhangi bir ağrı duyulmasını önler.



(2)  $Posm_{\text{Çöz}} > Posm_{\text{Hücre}} \rightarrow$  Su hücreden çıkar  $\rightarrow$  hücre büzülür  
(Plazmoliz)

$\rightarrow$  Çözelti hipertonic

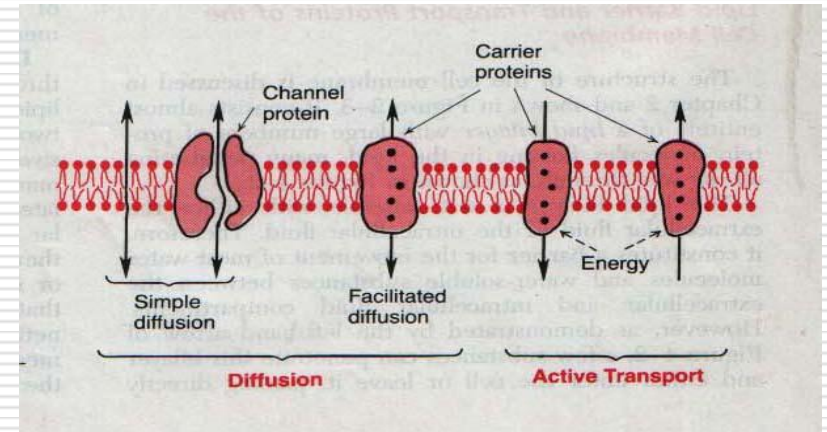
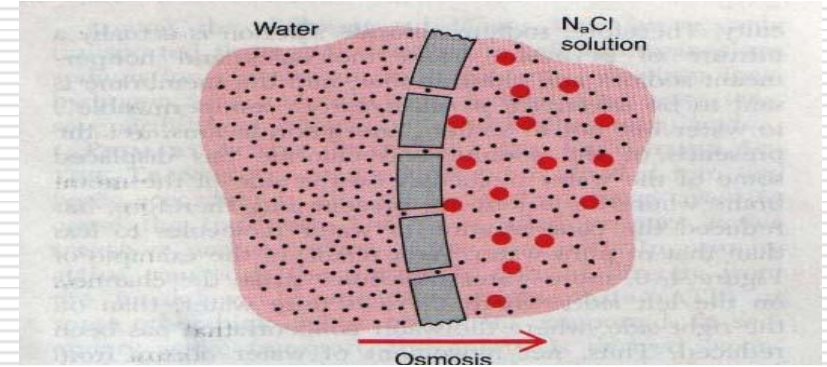


(3)  $\text{Posm}\text{Çöz} < \text{Posm}\text{Hücre}$  → Su hücreye girer → hücre şişer  
(=plazmoptiz= deplazmoliz)  
→ **Çözelti hipotonik**



# Beden sıvı kompartmanlarının Regülasyonu

- **Ozmoz** sıvı gradiyantının neden olduğu su difüzyonudur
- **Tonisite** çözünmüş moleküllerin ozmotik güç oluşturma yeteneğidir
- **Difüzyon** bir maddenin yüksek derişimde bir boşluktan düşük derişimdeki bir boşluğa doğru hareketidir.





- 
- **Filtrasyon**; suyun ve suda çözünmüş moleküllerin yüksek hidrostatik basınca sahip bir alandan düşük hidrostatik basınca sahip bir alana doğru hareketidir
  - **Ozmolalite**; ozmoz ile sıvı kompartmanları arasında suyun hareketini etkileyen sıvı derişimini ifade eder
  - **Ozmotik basınç**; ozmoz ile suyun akışını durdurmak için gerekli hidrostatik basınç miktarıdır

# Donma noktasının düşmesi

---

- Çözünmüş maddeler içinde çözündükleri çözücünün donma noktasını düşürürler.
- İyonlaşmayan bir maddenin 1 molekül gramı 1 litre suda çözülürse, suyun donma noktasını 1,86 °C düşürür.
- Donma noktası ile ozmotik basınç arasında yakın ilişki vardır.
  - Bundan yararlanarak maddelerin molekül ağırlıkları ve çözeltinin basıncı hesaplanabilir.

# Donma noktasının düşmesi

- **Örnek:** iyonize olmayan bir maddenin 50 gramı 1 L suda çözülünce çözeltinin donma noktasını  $0,93\text{ }^{\circ}\text{C}$  düşürüyor. Bu maddenin molekül ağırlığı nedir ?  
Çözeltinin ozmotik basıncı nedir ?

0,93 °C	50 g
1,86 °C	x g

---

$$X = 1,86 \cdot 50 / 0,93 \quad \mathbf{x = 100\text{ g}}$$

1,86 °C	22,4 Atm
0,93 °C	x Atm

---

$$X = 0,93 \cdot 22,4 / 1,86 \quad \mathbf{x = 11,2\text{ Atm}}$$

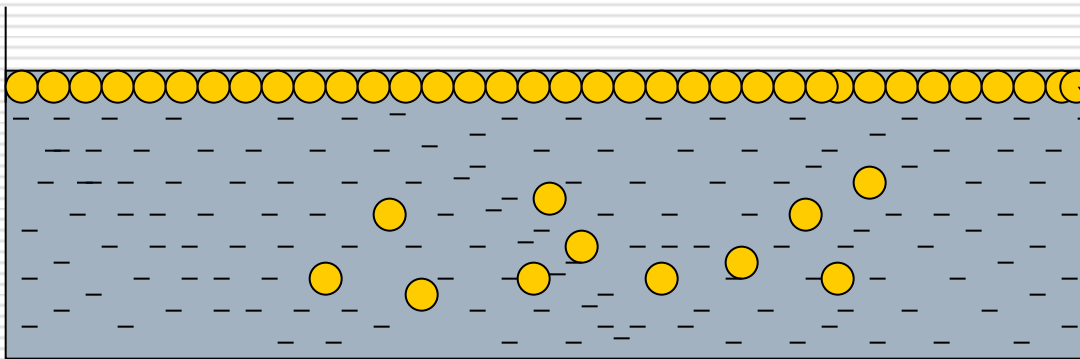
# Yüzey Gerilim

---

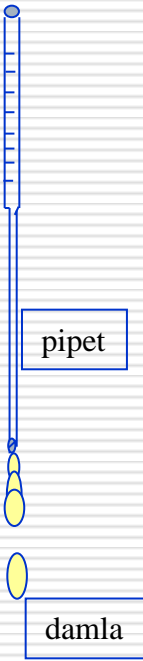
- Küçük böceklerin batmadan suyun yüzeyinde yüzebilmeleri.
- Sıvı damlalarının yuvarlak olma eğilimleri.
- Kapillar bir boruda suyun yükselmesi.
- Suyun süzgeç kağıdında hareket etmesi gibi bir çok enteresan olaylar yüzey gerilimin varlığından ileri gelir.
- Yüzey gerilimi;
  - Hava-sıvı                                   => **Adezyon**: moleküllerin cinsi farklı
  - Sıvı-sıvı                                   => **Kohezyon**: moleküllerin cinsi aynı
  - Sıvı-katı
  - Sıvı-gaz arasında da meydana gelebilir ve cm başına dyn olarak verilir. ( $\gamma = \text{dyn/cm}$ )

# Yüzey Gerilim

- ❑ Çözeltilerin biyolojik bakımdan önemli bir diğer özellikleri çözünmüş bir maddenin çözücünün yüzey gerilimini değiştirmesidir.
- ❑ Yüzey gerilim etkisiyle sıvı yüzeyini mümkün merteye küçültmeye ve en küçük yüzey olan küre biçimini (damla) almaya çalışır.
- ❑ Bir sıvının merkezinde moleküller, benzeri diğer moleküller tarafından her yöne doğru eşit olarak çekilirler. Yüzeyde ise, moleküller sıvının üzerindeki hava molekülleri tarafından çekildiklerinden daha büyük bir güçle sıvının merkezine doğru çekilirler. Bu nedenle sıvı yüzeyindeki moleküller daha sık bulunurlar.
- ❑ Suyun yüzey gerilimi = 20 °C'de 72,8 dyn/cm



Yüzeyde moleküller birbirine sıkı sıkı sarılır. Sıvının yüzey kısmının kasılmasından ileri gelen bu zar yüzey gerilimi meydana getirir. Yüzey gerilim bu zarı yırtılmaya karşı korur.



# Yüzey Gerilim

---

- Suyun yüzey gerilimi, 20 °C'de 72.8 dyn/cm dir Yine 1 cm<sup>2</sup> genişliğinde bir su yüzeyi elde etmek için 72.8 erg gereklidir veya 1 cm'lik bir su filmi (tabakası) 72.8 dyn'lik bir kuvvetle çekilir.
- Suyun yüzey gerilimi ısının artmasıyla paralel olarak azalır ve kritik noktada (370°C) sıfır olur.
- Yüzey gerilimini küçülten maddelere **kapiller aktif** (**veya yüzey aktif**) maddeler; değiştirmeyen veya arttıran maddelere de kapiller inaktif veya "**negatif yüzey aktif**" maddeler denir.

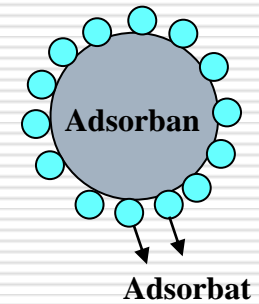
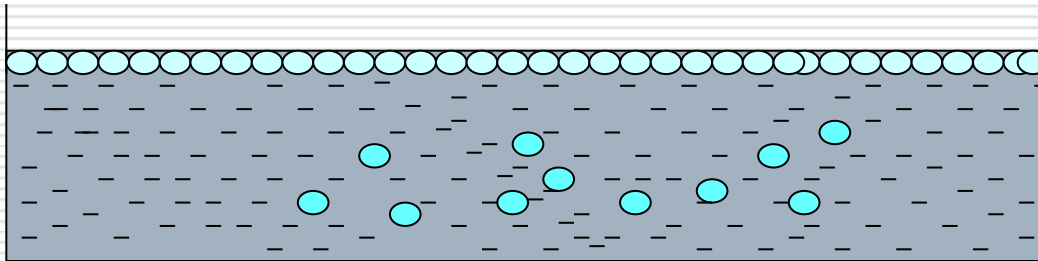
## Çeşitli çözücülere ait Yüzey gerilim değerleri

---

<b>20°C'de Sıvı</b>	<b><math>\gamma</math> (dyn/cm)</b>
Su	72,8
Gliserin	63,4
Benzen	28,9
Metanol	22,16
Etanol	22,3
Dietil eter	17,0

# Adsorbsiyon

- Yüzeyde konsantre olma işlemine adsorbsiyon denir.
- Yüzey zarında derişim azalmasına **negatif adsorbsiyon**; derişim artışına ise **pozitif adsorbsiyon** denir.  
Kromatografide;
- Adsorbe olan maddelere **adsorbat**;
- adsorbe eden maddelere ise **adsorban** denir.





# Kolloidal Durum

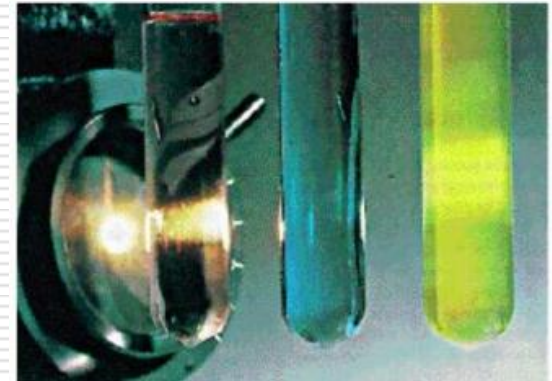
---

- Kolloid kimya ilimi 1861'de Thomas Graham tarafından kurulmuştur.
- Graham maddeleri zardan geçip geçemediklerine göre iki sınıfa ayırmıştır;
  - zardan geçebilenler (**kristaloidler**)
  - zardan geçemeyenler (**kolloidler**)
- Albumin kristal halde elde edilmesine rağmen zardan geçemediği için kolloiddir.
- Kolloid bir madde nevi değil maddenin bir durumudur.

# Kolloidler

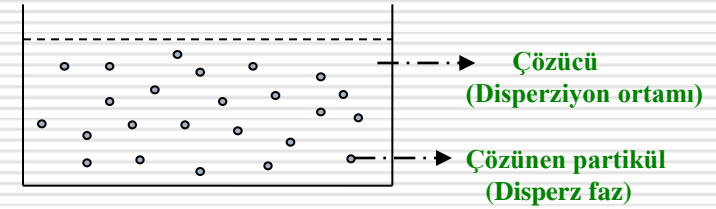
---

- Kimyasal yapılarına göre kolloidler iki gruba ayrılır:
  - **Anorganik kolloidler.**
    - Metalik (Au, Ag, Pb gibi)
    - Ametalik (S gibi)
    - Hidroksit ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$  gibi)
    - Tuz ( $\text{AgCl}$ ,  $\text{BaSO}_4$  gibi)
  - **Organik kolloidler:**
    - Homopolar kolloidler (Benzen içinde kauçuk gibi)
    - Heteropolar kolloidler (Su içinde protein gibi)
    - Hidroksil gruplu kolloidler (Su içinde glikojen gibi)



# Kolloidal Sistemler

- Kolloidal sistem içerisindeki dağılan parçacıklara “Disperz faz” bunların içinde dağılmış olduğu ortama da “Disperziyon ortamı” adı verilir.



- Disperz fazlar ile disperziyon ortamı arasında bir affinite varsa yani emülsoid teşkiline meyilli iseler böyle bir sisteme “**Liyofilik sistem**” denir.
- Liyofilik sistemin disperziyon ortamı su ise buna “**Hidrofilik sistem**” denir.
  - Örneğin; polisakkaritlerde  $-OH$  grupları,
  - proteinlerde  $-NH_2$  ve  $-COOH$  grupları hidrofiliktir,

# Kolloidal Sistemler

---

- Tersine disperz faz ile disperziyon ortamı arasında affinite yoksa yani emülsiyon teşkiline meyilli değilse sistem süspansiyona benzediğinden “Süspansoid” veya “**Liyofobik sistem**” adını alır.
  - Liyofobik sistemin disperziyon ortamı su ise buna “**Hidrofobik sistem**” denir.
    - Örneğin; kauçuk, polistren ve PVC’de (-CH<sub>3</sub>), (CH<sub>2</sub>), (=CH) grupları hidrofobiktir.
  
- Sabun ve deterjanların temizleyici etkileri, hidrofobik yapılı olan kirlerin, sabun ve deterjan çözeltisiyle temas ettikten sonra hidrofolik hale gelmesi şeklinde izah edilir. Hidrofilik hale gelen kir, yerini mekanik çalkalama hareketleriyle kolayca terkeder.

# Kolloidal Sistemler

---

- Sabun ve deterjanların temizleyici etkileri yüzey gerilimi ve kolloid özelliklerin bir sonucudur. Sabunlar ve deterjanlar yüzey aktif maddelerdir.
  - Oda sıcaklığında suyun 72.8 dyn olan yüzey gerilimi % 0.1'lik bir sabun çözeltisinde 36-25 dyn'e inmektedir.
- Genel olarak kir parçaları yağlı bir film ile kaplanmıştır ve hidrofobik bir yapıya sahiptir, fakat sabun moleküllerini adsorbe ettikten sonra hidrofilik olur, zira sabun moleküllerinin zincir kısımları hidrofob yüzeye, polar gruplar da suya doğru olmak üzere yönelirler (**Emülgatör etki**).
- Sabunlar, bütün yüzeyler tarafından şiddetle adsorbe edildiklerinden yer değiştirmek suretiyle yağın yüzeyden uzaklaşmasını temin ederler. Bu durum şu şekilde formüllendirilebilir:  
Kirli kumaş + sabun → Sabunlu kumaş + Sabunlu kir
- Gevşetilen kirler mekanik hareketlerle emülsiyon, süspansiyon veya misel içinde çözünmüş olarak çözelti içine geçer ve su ile uzaklaştırılır.
- Suda çözünen kirlerin uzaklaştırılması için sabuna ihtiyaç olmaz ve hidroliz veya ayrışma olmadıkça sadece su ile yıkamak yeterlidir. Bu durumda iyon değişimi gereklidir ve deterjan, gerekli iyonu temin eder.
- Bu, diğer iyonlarla da yapılabilir.
- Pratikte sabun ve deterjanlara "yapıcı" olarak elektrolitler ilave edilir. Bunlar bazen kolloid teşkiline yardım ederler. Bazan da pH'yı düzenlerler.

# Kolloidal Sistemler

---

- Kolloidal sistemler, özellikle emülsoidler şeklinde bulunabilir:
  - Sıvı özelliklerine sahip olan ve bir kaptan diğerine dökülebilen bir kolloidal sisteme "**sol**" denir.
  - Peltemsi bir şekil alan ve katı maddelerin bir çok özelliklerine sahip olan bir kolloidal sisteme de "**jel**" denir.
    - Deri, kas ve birçok doku tamamen özel yapıli jellerdir.
    - İnsan ve hayvan organizmasında proteinler kolloiddir.
- İzotermik ve reverzibl sol-jel dönüşümüne "**Tiksotropi**" denir.
- Jelin su alabilme, verebilme ve şişme özelliğine "**imbibisyon**" denir
  - İmbibisyonun biyolojik önemi vardır ve önemli dokuların su alışverişinde ve kan hacminin sabit tutulmasında etkindir.
  - Şişme su alma(hidratasyon) yaşlanma gibi birçok biyolojik olayla ilgili
  - Proteinler ve diğer kolloidler genç bir vücutta yaşlı bir vücuda oranla daha çok su ile sarılmıştır.
- Taze bir jelin özelliklerinin zamanla kaybolmasına "**eskime**" denir
- Bir jelin sıvı kısmını bir anda geri vermesine "**sinereze**" adı verilir

# Çözeltiler

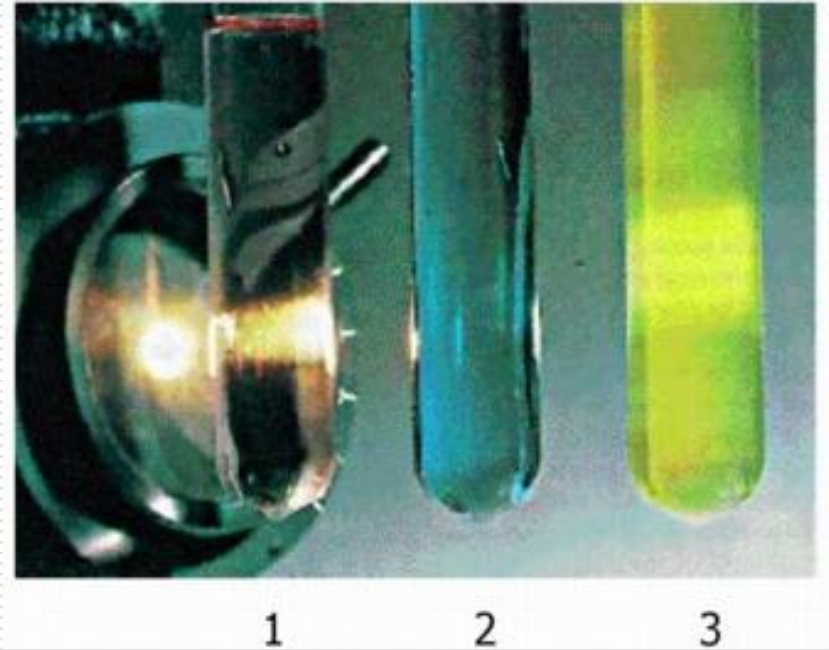
- Toz halinde bir madde suya konulursa:
  - Hakiki çözelti veya
  - Kolloidal çözelti ya da
  - Süspansiyon meydana gelebilir.
- Bu üç çözelti şu yönlerden birbirinden farklılıklar gösterir:

	Tanecik büyüklüğü	Tanecik Görülme			Tanecik hareketleri	Ozmotik basınç	Tindal olayı	Tanecik geçişi		Elektrik iletimi
		Adi Mikros	Ultra Mikros	Gözle				Süzgeç	Zar	
<b>Hakiki Çözelti</b>	< 1 nm	-	-	-	Moleküler	>	-	+	+	+
<b>Kolloidal Çözelti</b>	1-100 nm	-	+	-	Brown	<	+	+	-	+
<b>Süspansiyon</b>	> 100 nm	+	+	+	Yavaş Brown	0	-	-	-	+

# Tindal Etki

Kolloidlere ait bir özelliktir

1. Altın çözeltilisi
2. Bakır sülfat çözeltilisi
3. Demir (III) hidroksit kolloid





# Koruyucu Kolloidler

---

- Emülsoidler, süspansoidlerden çok daha fazla dayanıklıdırlar (Dayanıklılığı veren 1. Elektrik yük, 2. Kolloidal taneciklerin çevresi ile affinitesi).
- Eğer bir emülsoidin az miktarı bir süspansoide ilave edilirse süspansoid daha dayanıklı olur.
- Burada emülsoid, süspansoiddeki parçacıkların etrafında koruyucu bur tabaka teşkil eder ve emülsoid, kendi dayanıklılığının çoğunu bu parçacıklara verir.
- Bu şekilde kullanılan emülsoidlere “**koruyucu kolloid**” denir.

# Örnekler:

---

- ❑ Altın parçacıklarından ibaret bir disperziyon NaCl ilavesiyle çöker, jelatin ilave edilince ise çökmez.
- ❑ Globulinler hariç, çeşitli proteinler koruyucu etkiye sahiptir Kan plazmasında suda çözünmeyen bir çok madde plazma daki koruyucu kolloidler tarafından çökmeksizin nakledilir
- ❑ Yağlar ve diğer lipidler protein etkisiyle kolloid olarak çözünür
- ❑ İdrardaki kalsiyum fosfat ve ürik asit gibi çözünmeyen bazı maddeler, idrarda koruyucu kolloidlerin etkisiyle çökmeksizin çıkarma kapılarına kadar getirilir.
  - İdrarın koruyucu kolloidlerindeki bir azalma ile idrar taşlarının teşekkülü arasında bir ilişkinin varlığı kabul edilmektedir.
- ❑ İlaç hazırlanmasında da çok kullanılır.
  - Suda erimeyen bir ilaç hammaddesi etrafı kolloid bir kılıfla çevrelenerek verilir.

# Doğal kolloidal sistemler

En tanınmış kolloidal sistemlerde disperziyon ortamı sudur. Sudan başka sıvılar da disperziyon ortamı olabilirler. Doğada 8 kolloidal sistem mevcut

Disperz faz	Disperziyon ortamı	Sistemin adı	Örnekler
Katı	Katı	Katı sol	Siyah elmas, renkli cam..
Katı	Sıvı	Süspansoid	Suda kükürt
Katı	Gaz	Katı aerosol	Toz, duman,
Sıvı	Sıvı	Emülsoid	Süt, mayonez
Sıvı	Katı	Katı emülsiyon	inci, kuvarz
Sıvı	Gaz	Sıvı aerosol	Sis,
Gaz	Katı	Katı köpük	Volkanik süngerimsi taşlar
Gaz	Sıvı	Köpük	Köpük, bira köpüğü





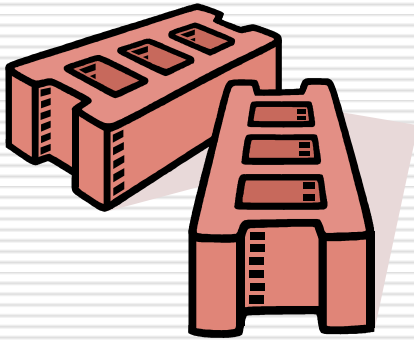
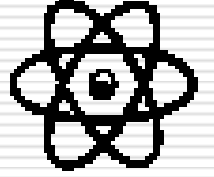
# ATOM ve İZOTOPLAR RADYOAKTİVİTE ve RADYASYON

Prof. Dr. Arif Altıntaş



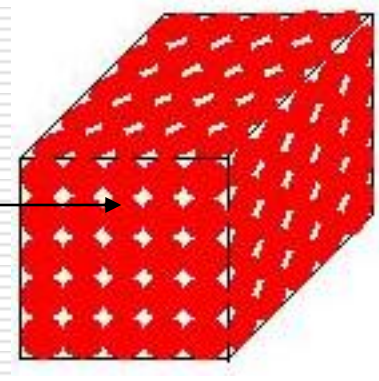
# Atom nedir ?

- Atomlar tüm maddeler için yapıyı oluşturan çok küçük partiküllerdir.
- Atom; bir elementin kimyasal özelliklerini gösteren en küçük birimi olup, bir çekirdek ile onun etrafını çevreleyen elektronlardan meydana gelir.



# Atom nedir ?

---

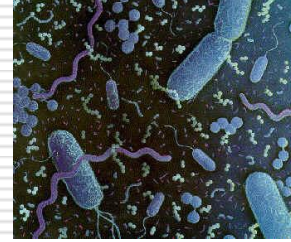


**Bir tuğla duvarın yapısı için ne kadar temel ise atom da tüm maddelerin temel yapı taşıdır.**

# Atomlar çok küçüktür



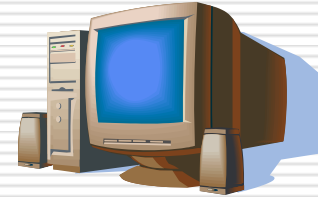
Bilgisayar  
ekranında  
ışık ebadı  
= 0.25 mm



Bakteri  
= 0.003 mm



Su filtreleri  
= 1.0  $\mu\text{m}$



Bilgisayar chip'ini  
oluşturan ince yol  
= 0.25  $\mu\text{m}$



H

Ca

Cl

He

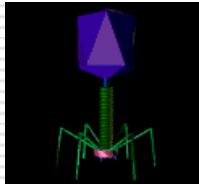
Atomlar !!! = 0.00013  $\mu\text{m}$

C

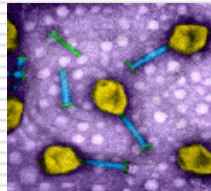
N

O

Na



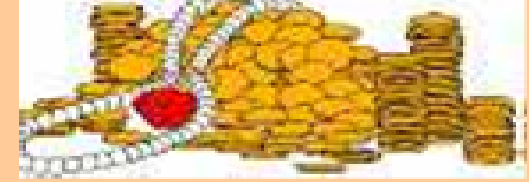
Virus  
= 0.07  $\mu\text{m}$





# Atomlar çok küçüktür

Bir atom ne kadar küçüktür?  
Küçük bir altın para yaklaşık  
20,000,000,000,000,000,000,000'in  
üzerinde atom içerir.



## Bir kişide ne kadar atom vardır ?



yaklaşık...

8,000,000,000,000,000,000,000,000

yani...

sekiz milyon-milyon-milyon-  
milyon-bin atom

# Atom

- Çekirdekte pozitif yüklü protonlar ile elektrik yükü taşımayan nötronlar bulunur. Bunlara nükleonlar denir.
- Pozitif yüklü protonların sayısı ile negatif yüklü elektronların sayısı birbirine eşit olduğundan atom elektrikçe nötrdür.

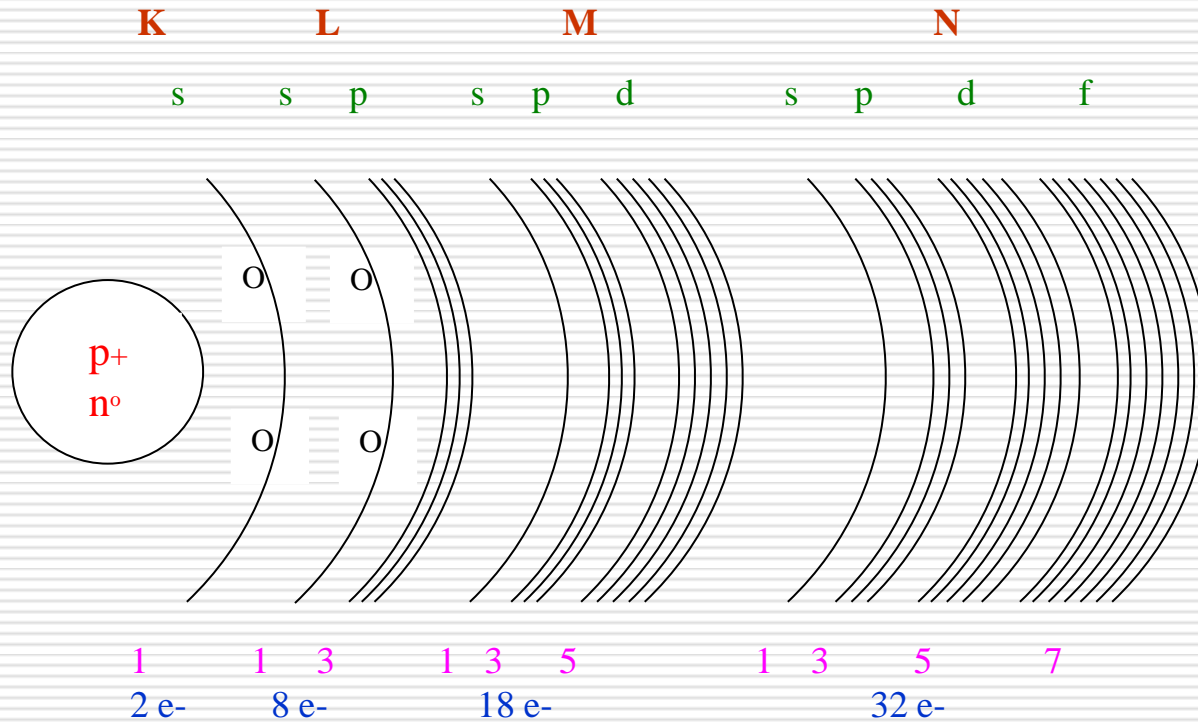
$$p+ = e-$$

- Bir elementin atom ağırlığı o elementin simgesinin sol üstüne, proton sayısı da sol altına yazılır.
- Bu ikisinin farkı nötron sayısını ifade eder ve simgenin sağ altına yazılır.



# Atom

- ❑ Atomun yapısı güneş sisteminin yapısına benzer.
- ❑ Çekirdek güneşe, elektronlar gezegenlere benzetilir



# Elementlerin Periyodik Tablosu

1A																			0
1	H																		2
2	Li	Be										B	C	N	O	F			10
3	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl			18
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		36
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		54
6	Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		86
7	Fr	Ra	+Ac	Rf	Ha	Sg	Ns	Hs	Mt	110	111	112	113						

\* Lanthanide Series

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

+ Actinide Series

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Tabiatta 92 element vardır ve çoğu ekzotiktir. Kimyasal ve fiziksel özelliklerini esas alan bir grupta elementlerin periyodik tablosu olarak bilinir.

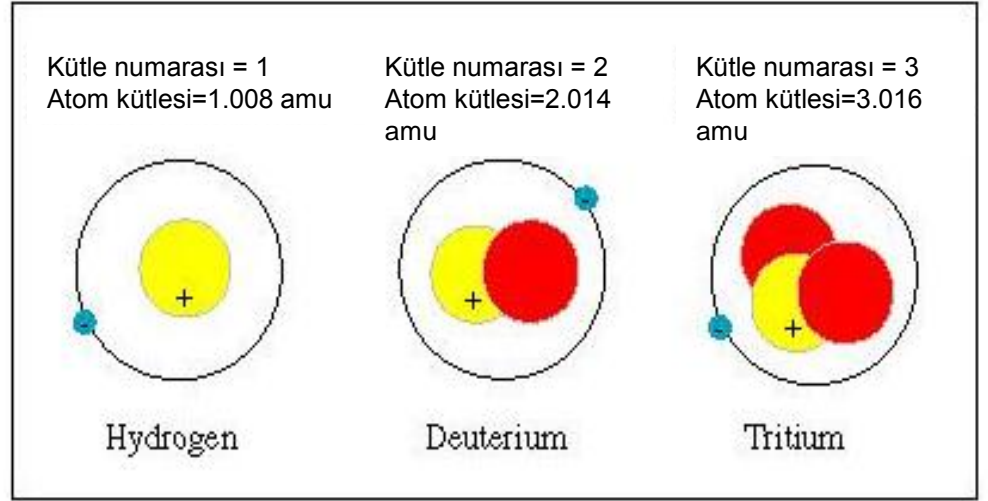
# İZOTOP, İZOTON ve İZOBAR

- Proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı atomlar birbirlerinin **izotop**udurlar.
- Nötronları eşit olan atomlara **izoton**
- Ağırlıkları eşit olanlara da **izobar** denir.

1	2	3
H <sup>0</sup>	H <sup>1</sup>	H <sup>2</sup>
1	1	1
<b>Hidrojen</b>	<b>Döteryum</b>	<b>Tritiyum</b>

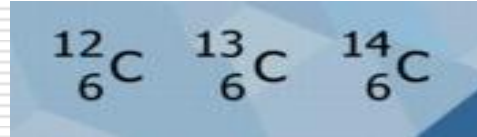
- İzotopların kimyasal özellikleri aynıdır, fakat bazı fiziksel özellikleri farklıdır.
- İyodun 119 dan 131 e kadar 21 izotopu olabileceği tesbit edilmiştir. Bunlardan yalnız <sup>127</sup>I stabildir.
- Oksijenin 6 izotopundan 3'ü
- Demirin 10 izotopundan 4'ü
- Altın'ın 17 izotopundan 1'i stabildir.
- Uranyum'un 14 izotopundan hiçbiri stabil değildir.

# Hidrojen izotopları



Hydrogen, Deuterium ve Tritium Atomlarının diyagramı

# Karbon izotopları



- İzotopların bir karışımı şeklinde doğada en çok rastlanan izotoplar:

## Element İzotop sayısı (stabil)

H	2
C	2
O	3
Fe	4
Sn	10

# İzotoplar

---

- ❑ Bu gün için yaklaşık 1100 kadar izotop bilinmektedir.
- ❑ Ancak doğal olarak yer kabuğunda bulunan başlıca 3 seridir (= **doğal izotoplar**):
  1. Uranyum -radyum serisi.  $^{238}\text{U}$  14 ara ürün üzerinden  $^{206}\text{Pb}$ 'ya değişir.
  2. Aktinium serisi.  $^{235}\text{U}$  11 ara ürün üzerinden  $^{207}\text{Pb}$ 'ye değişir.
  3. Thorium serisi.  $^{232}\text{Th}$  10 ara ürün üzerinden  $^{208}\text{Pb}$ 'e dönüşür.
- ❑ Buradaki kurşunlar kararlıdır. Dayanıklı izotoplar kararlıdır, tabiatta yaygın olarak bulunurlar ve radyoaktif parçalanma göstermezler.
- ❑ Dayanıksız izotoplar kararsızdır ve zamanla kendiliğinden parçalanma (*FİSSİON*) gösterirler (**radyoaktivite=radyoaktif izotoplar**)
- ❑ Şu halde fission radyoaktif parçalanmadır ve parçalanma çekirdekten elektromanyetik radyasyon (gama-ışınları, veya fotonlar, x-ışınları) ve taneciklerin yayılması ile sonuçlanır.

# Füzyon

---

- ❑ **Füzyon:** Hafif çekirdeklerin bir çekirdek biçiminde bir araya kaynaştırılmasıdır.
- ❑ Bu tür tepkimelere füzyon denir.
- ❑ Füzyon olayı enerji veren bir olaydır.
- ❑ Füzyon olaylarının başlaması ve sürmesi çok yüksek sıcaklıklara gereksinim duyduğundan bu tür tepkimelere "**termonükleer tepkimeler**" adı veriliyordu, ancak 1990 yılından sonra soğuk füzyon denemeleri başarıldı. Hatta 1991 yılı sonunda yapılan çalışmalarla bu reaksiyonlarda açığa çıkan enerjinin güneş enerjisinden yaklaşık 200 kat daha yüksek olduğu (200 000 000 °C) hesaplandı.



# İzotopların Veteriner Hekimlikte Kullanımı – (bazı olayların izlenmesi)

- Kemikte fosfor metabolizmasının incelenmesi ( $^{32}\text{P}$  ile) (ayrıca inorganik fosforun kandaki fosfor haline dönüşü de bu yolla gösterilmiştir).
- Karbon metabolizması radyoaktif karbon ile incelenmiştir.
- Fotosentez olayı  $^{14}\text{C}$  ile incelenmiştir.
  - $^{14}\text{C}$  ile işaretli  $\text{CO}_2$  kullanılarak bitkilerin ışık etkisiyle fotosentezi ile karbon hidratlara dönüştürüldüğü gösterilmiştir.
- Radyoaktif Fe ile Hb metabolizması
- Radyoaktif İyot ile ( $^{131}\text{I}$ ) tiroid bezi metabolizması
- Radyoaktif azot (N) ile protein biyosentezi ve met. aydınlatılabilmektedir.
- İzotop seyreltme yöntemi ile vücut suyu tayin edilebilir.
- Hemodinamik araştırmalarda  $^{131}\text{I}$  ile işaretlenmiş insan serum albumini ile dolaşım zamanı ve kan hacminin tayini mümkündür.
- Radyoaktif maddelerle işaretlemek suretiyle yağların ve proteinin bağırsaklardan absorpsiyonu (emilimi) incelenebilir.
- Ca, P, Na, K, Mg gibi muhtelif iyonların absorpsiyonu ve organizmadaki dağılımları incelenebilir.
- Radioimmunoassay (RIA) ile hormon analizleri daha kesin ve hassas düzeylerde ölçülebilmektedir.

# İzotoplardan yararlanma

---

- ❑ Bazı metabolik ve biyolojik olayların izlenmesinde
- ❑ Sterilizasyonda
- ❑ Elektrik ağığının kapatılmasında
- ❑ Gıdaların bozulmadan saklanıp, korunmasında
- ❑ Tekstil ve kağıt Sanayiinde radyoaktif madde kullanımı hızla artmaktadır.

## RIA ile Hormon analizi

---

Biyokimya ve Hormon Laboratuvarlarında bu analizler sürekli yapılmaktadır



# Radyasyonun yararları

- ❑ Nükleer Tıp'ta
- ❑ Radyoloji'de
- ❑ Radyasyon Onkolojisi'nde
- ❑ Beyin cerrahisi'nde



# Radyoaktivite

---

- Radyoaktivite, bir atom çekirdeğinin kendiliğinden parçalanarak bozunması olayıdır. Radyant enerjinin serbest kalmasıdır.
- Nedeni çekirdekdeki p ve n sayısı arasındaki uyumsuzluk veya kütle numarasının büyük olmasıdır.
- Radyoaktifliği ilk keşfeden 1895'de **Henri Becquerel** olmuş daha sonra **Madam ve Pierre Curie** çifti tarafından olay derinliğine incelenmiş ve aydınlatılmıştır
- Uranyum filizinin durmaksızın yüksek enerjili, görünmeyen ışınlar yayımladığını ispatlayan ve uranyumdan ilk kez Radyum elementini ayırmayı başaran Madam Curie bu olaya **radiaktivite** adını vermiştir.

# Radyoaktivite birimleri

---

- **Becquerel (Bq)**: 1 saniyede meydana gelen parçalanma sayısı (uluslar arası birim)
  - $1 \text{ Bq} = 27 \text{ pCi}$
  - $1 \text{ pCi} = 10^{-12} \text{ Ci}$ 
    - AB'de 1987 yılında alınan bir kararla zararlı radyasyon sınırı 600 Bq; çocuk maması ve süt için 370 Bq
- **Curie (Ci)**: 1 gram Radyumun aktivitesi 1 Ci dir
  - $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10}$  parçalanma yapan radyoaktif madde miktarıdır
  - $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$

# Radyoaktivite doz birimi

---

- **Röntgen (r)**: 1 g su içinde absorbe edilince suya 97 erg enerji veren gama ve x ışınları miktarı 1 r dir.
- **Rad** : herhangi bir maddenin 1 gramının 100 erg lik bir enerji alması halinde 1 rad lık doz verilmiş olur.
  - Uluslar arası Radyoaktivite doz birimidir.
- Rep ve Rem gibi birimler de var.

# Radyasyon

---

- Elektronların bir yerden diğer bir yere doğru hareketi bir radyasyon olayıdır.
- Radyasyonun başlıca 3 kaynağı var:
  1. **Kozmik radyasyon** (güneşteki nükleer reaksiyonlardan gelir - UV)
  2. **Gama ışınları** (radyoaktif elementlerden gelir)
  3. **X ışınları** (elektronların yörünge değiştirmesi ile meydana gelir)

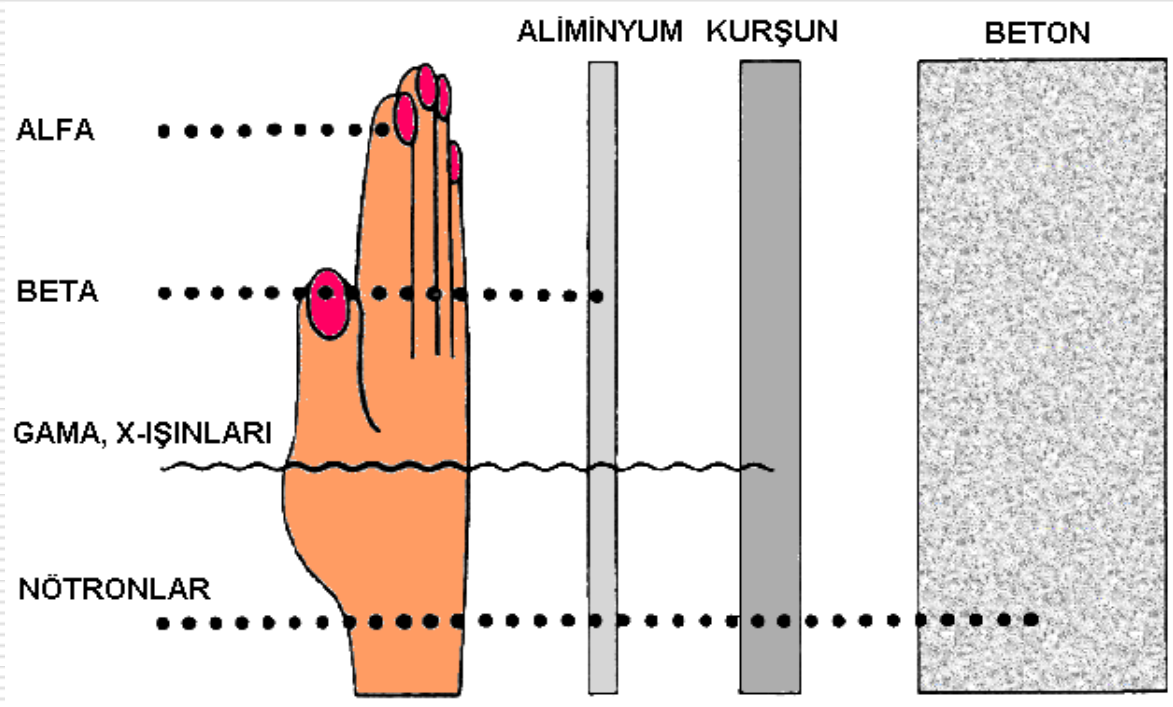


# Radyoaktif Parçalanma ve Radyasyon

---

- Bir radyoaktif element ister metal halinde, ister bileşik halinde olsun ister katı, sıvı veya gaz halinde olsun daima aynı şekilde görünmeyen ışınlar yayınlamaya devam eder.
- Bu ışınlar 3 türdür. Radyoaktif parçalanma sırasında bunların biri, ikisi veya üçü birden ortaya çıkabilir.
  1. alfa parçacıklar
  2. beta parçacıklar
  3. gamma ışınları
- İlk ikisi hareketli taneciklerden oluşurlar. Üçüncüsü ise ışık gibi elektromanyetik dalgadır (**Radyasyon**).
- Elektromanyetik radyasyon gamma-ışınları veya fotonlarla bunlara çok benzeyen ancak dalga boyları daha kısa olan x-ışınlarından ibarettir.
  - Radyasyon bugün alfa, beta ve gama ışınları olarak bilinir.

# Radyasyon Çeşitlerine Göre Penetrasyon



	İyonizasyon Derecesi	Giricilik Gücü
$\alpha$	10 000	1
$\beta$	100	100
$\gamma$	1	10 000

# Radyasyonun Biyokimyasal etkileri

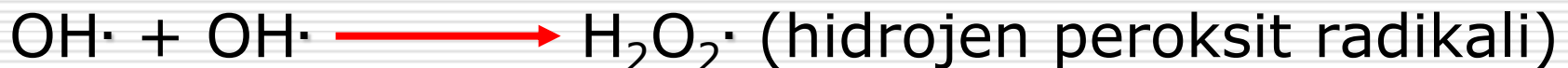
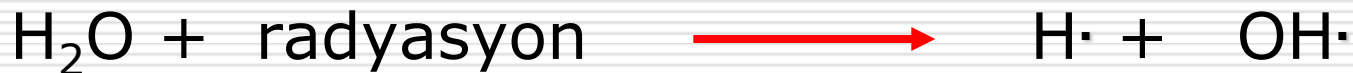
---

- **Doğrudan etkileme** İyonlaştırıcı radyasyonun DNA ile doğrudan etkileşmesi sonucunda ortaya çıkan DNA hasarı
- **Dolaylı Etkileme** Su moleküllerinin iyonizasyonu sonucunda oluşan serbest radikallerin hücre molekülleri ile etkileşimi nedeniyle ortaya çıkan hasar

# Radyasyonun Biyokimyasal etkileri

---

- **Doğrudan etki** ile iyonlaşma meydana gelir ve hasar hemen görülür (**DNA hasarı**).
- **Dolaylı etkiler** sudan ( $H_2O$ )  $H_2O_2$  oluşumuyla kendini gösterir:



# Radyasyondan Etkilenme

---

- Radyasyonun etkisinden etkilenme konusunda pire ile deve arasında bir fark yoktur.
- Nükleer radyasyonu insanın beş duyusu fark edemez, bu durum radyoizotop çalışmalarının esasını teşkil eder.
- Ancak özel olarak yapılmış aletlerle radyoaktivitenin varlığı ve miktarından söz edilebilir.
  - Geiger Müller Sayacı
  - $\alpha$  ve  $\beta$  sayıcılar
  - $\alpha$  ve  $\gamma$  sayıcılar
  - Likit sintilasyon Sayacı

- 
- DNA 'nın radyasyondan etkilenme süreci saniyenin çok küçük bir diliminde gerçekleşeceği gibi bu süreç yıllar da alabilir.
  - Radyasyonun sağlık etkileri dozun büyüklüğüne ve vücudun ışınlanan bölgelerinin özelliklerine göre değişik zamanlarda ve farklı tiplerde ortaya çıkabilir

# Radyasyona hassasiyet

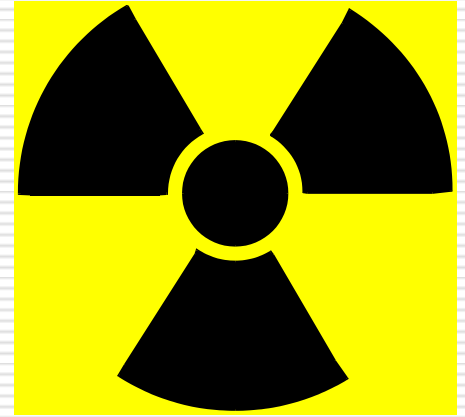
---

1. Kan ve kemik iliđi, lenfatik sistem, üreme organları (testisler ve gonadlar) ve göz mercekleri,
2. Bazal hücreler, kıl kökü,
3. Akciđerler, bronş-alveol hücreleri,
4. Sindirim yolu, safra kanalı,
5. Adrenal bezler (böbrek tubul hücreleri),
6. Bağ, kas, kemik ve sinir doku hücreleri.

**Kritik Dokular:** Kırmızı kemik iliği, Gonadlar ve Göz mercekleri

# Radyasyondan Korunma

❑ Radyasyonla çalışan ya da çalışmalarında radyasyon kullanan kişinin korunma prensiplerine uyması şarttır.



İlk 30 yaşta röntgen filmi ve tedavi amacıyla 5R ve başka kaynaklardan ışınlama ile 5R olmak üzere toplam 10R'lik radyasyona izin verilir.





# Radyasyondan Korunma

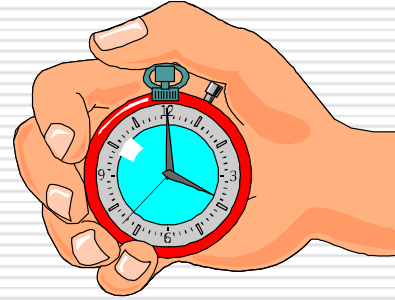
---

- Radyasyon dozlarını belirlenmiş limitlerin altında tutarak, kişilerde erken olumsuz etkilerin meydana gelmesini önlemek veya ilerde ortaya çıkabilecek gecikmiş olumsuz etkilerin görülmesini en aza indirmek için alınabilecek bütün önlemlerin teminini ifade eder.

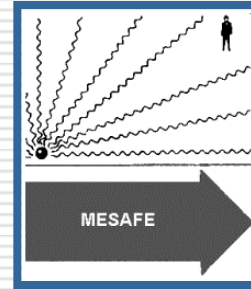
# Radyasyondan Korunmada 3 Ana Madde

---

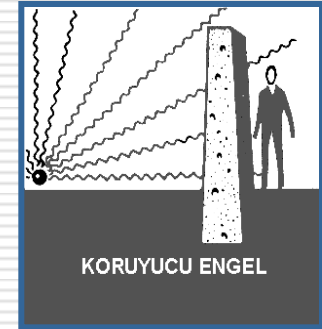
1. Zaman



2. Mesafe

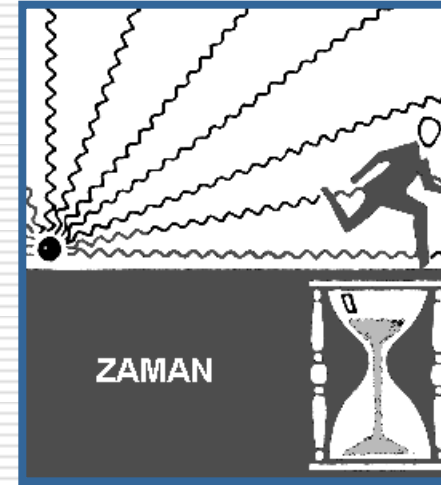
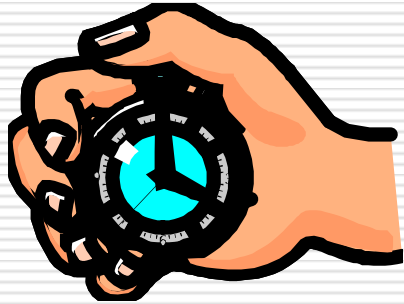


3. Koruyucu engel



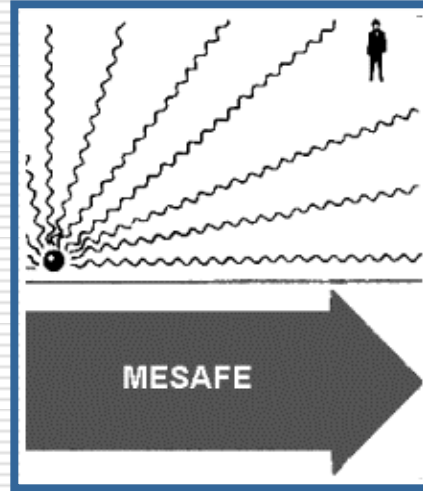
# Zaman

Tıbbi işlemlerin radyasyon üretilebilen bir cihaz ya da radyoaktif bir kaynak kullanılarak yapıldığı ortamlarda ne kadar az zaman geçirilirse o kadar az doza maruz kalınır.



# Mesafe

Tıbbi işlem sırasında kullanılan radyoaktif kaynakla veya radyasyon cihazı ile ışınlamanın yapıldığı sırada aradaki mesafe ne kadar fazla ise o kadar az doza maruz kalınır.



# Koruyucu Engel

Radyasyon kaynağı ile kişi arasında uygun bir engel olması durumunda en az doza maruz kalınır.

