

Biyofizik Nedir?

Yrd. Doç Dr. Aslı AYKAÇ
Tıp Fakültesi
Biyofizik AD

Biyofizik

- Canlı varlıkların incelenmesinde fiziğin uygulanması
“canlı organizmaların fiziği”

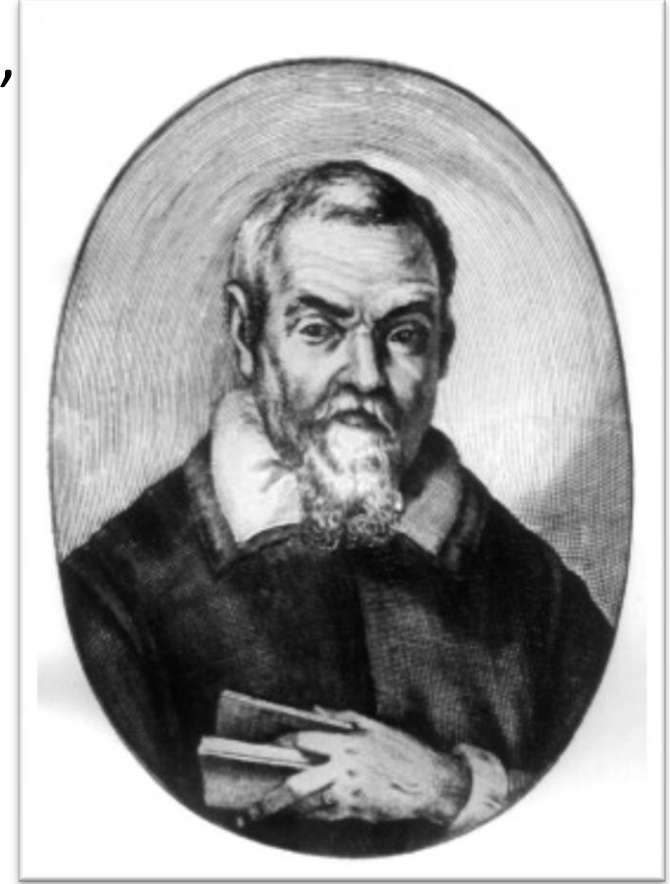
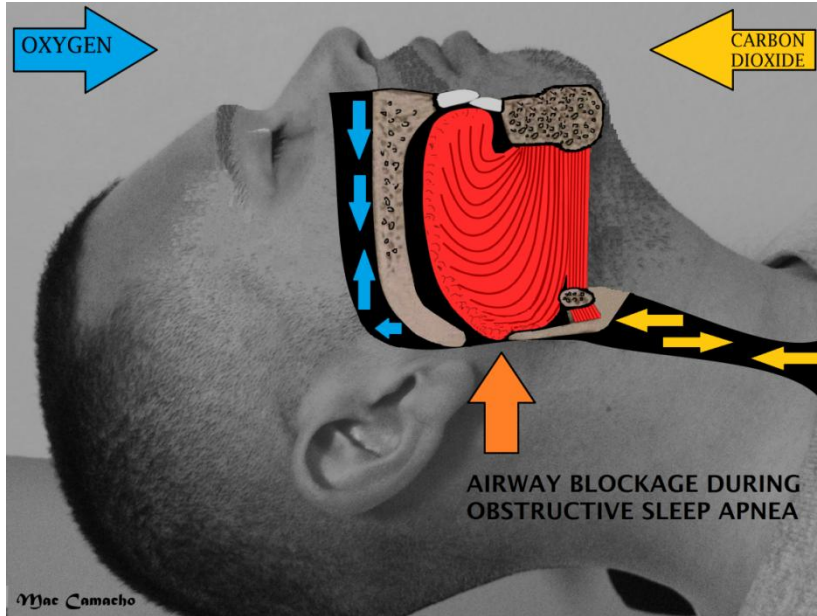
Biyofizik

- Konusu
 - Biyoloji konuları
- Metodolojisi
 - Biyolojinin problemlerine fizik açısından yaklaşması
 - Fiziğin deney yöntemlerini kullanması
 - Olayları fiziğin kavram, ilke ve yasaları ile açıklamaya çalışması ile fiziğe yakındır.

Hekim-Biyofizikçiler

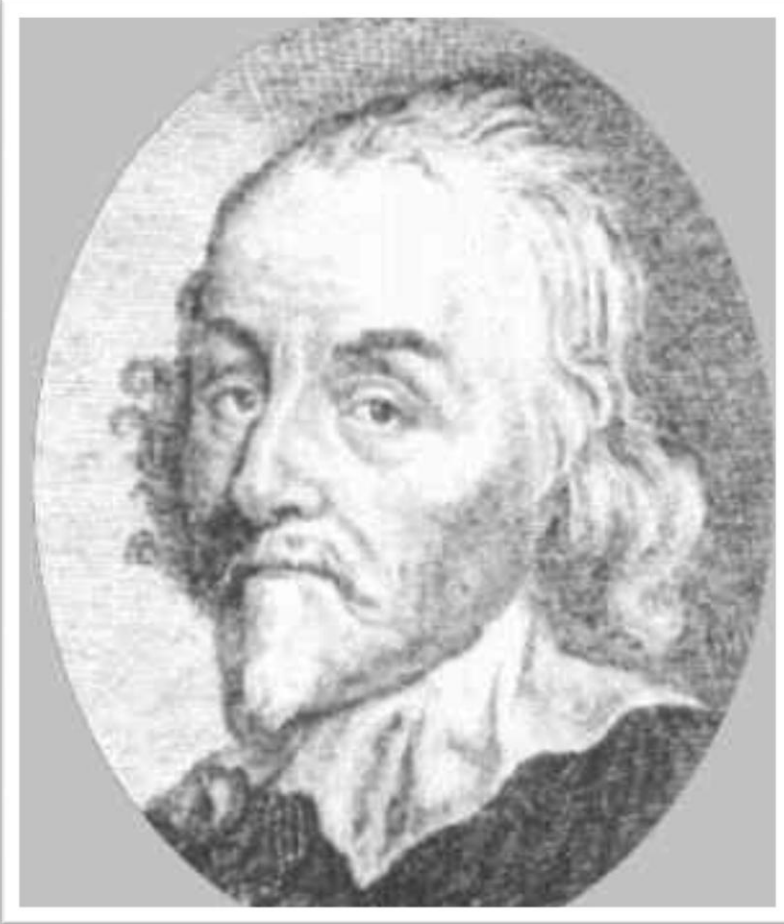
Sanctorius (1561-1636)

- Hassas ölçü araçlarını ilk kez kullanmış, bazal metabolizma alanındaki çalışmalarıyla niceliksel deneye dayalı araştırmalara öncülük etmiştir.

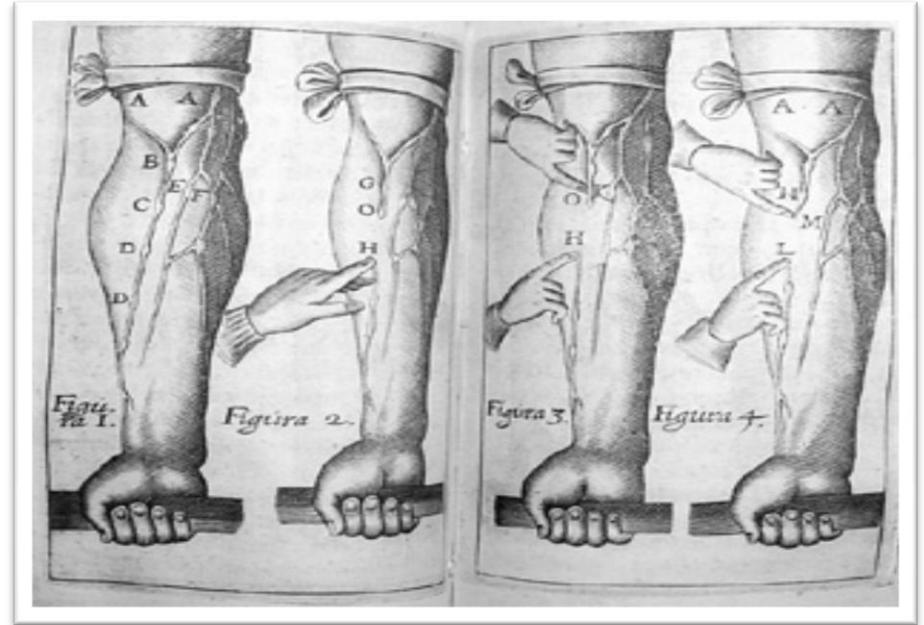


Nabız ölçen bir aletle bir termometre geliştirdi.

William Harvey (1578-1657)

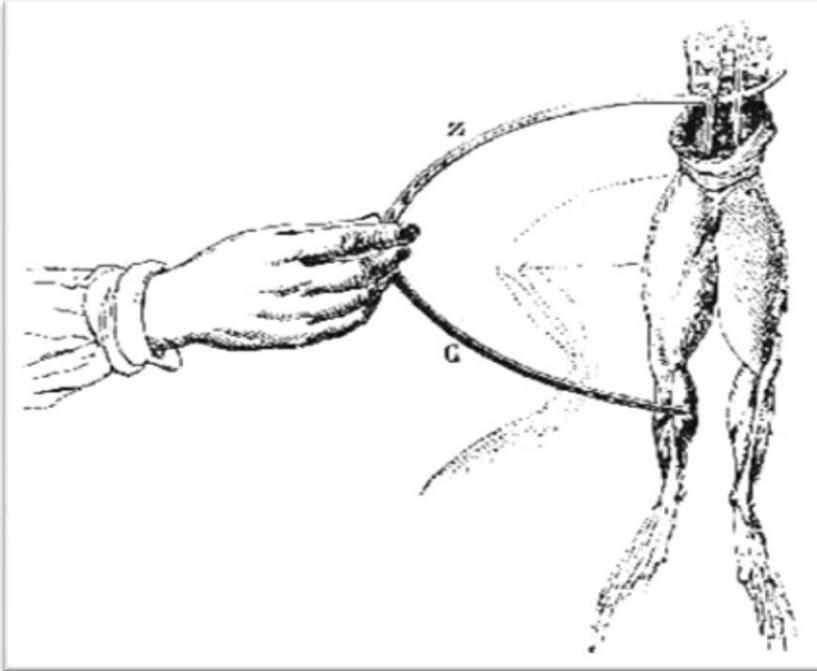


- Biyolojik arařtırmalarda matematiksel teknikleri ilk olarak kullanan
- Kalpten başlayan kan dolaşımını doğru olarak tanımlayan ilk kişi olarak bilinmektedir.
 - Kan dolařım teorisini

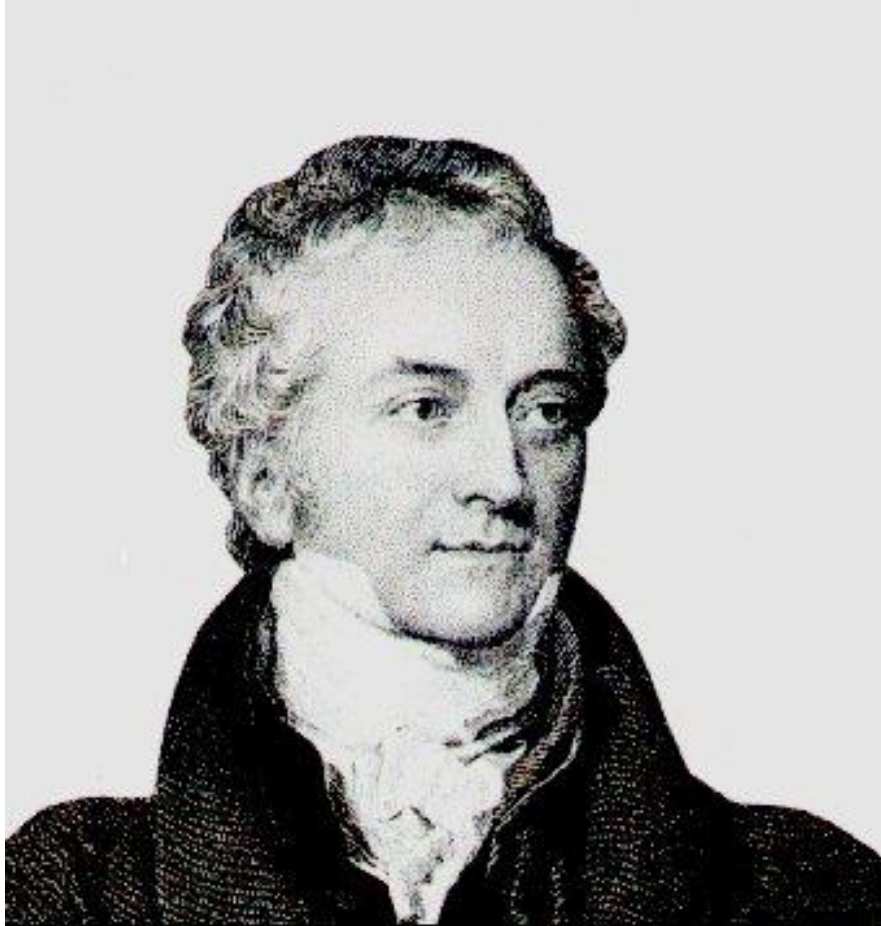


Luigi Galvani (1737-1798)

- Kurbağa bacağının belirli bazı metallere temas etmesi sonucu refleks olarak hızla harekete geçmesinin bu hayvandaki iç elektrik sonucunda ortaya çıktığı



Thomas Young (1737-1829)



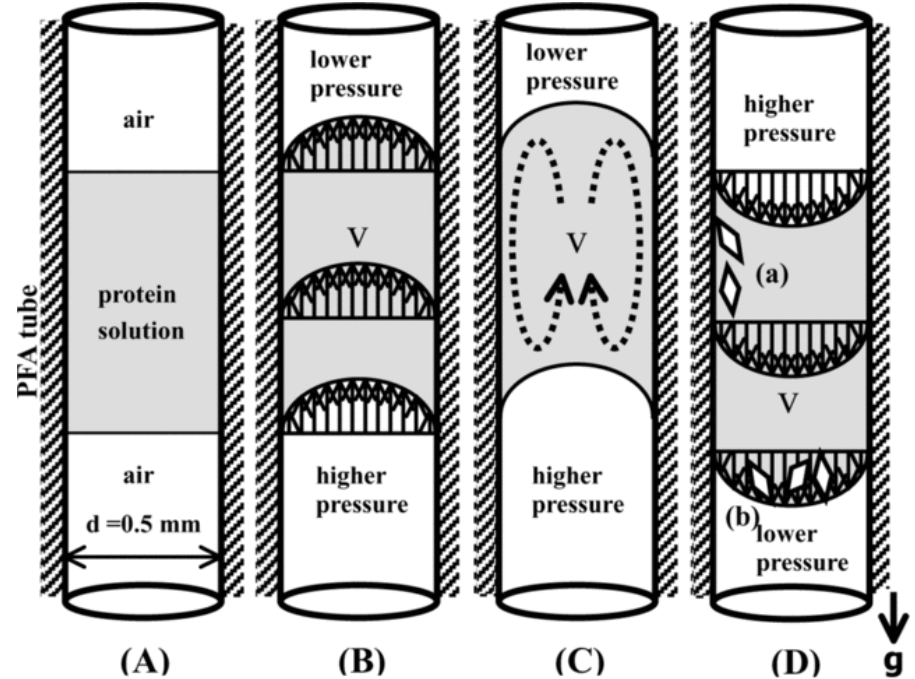
- Işığın dalga teorisini kandaki hücre çaplarını ölçülmede kullanmıştır.



Jean Leonard Poiseuille (1797-1869)



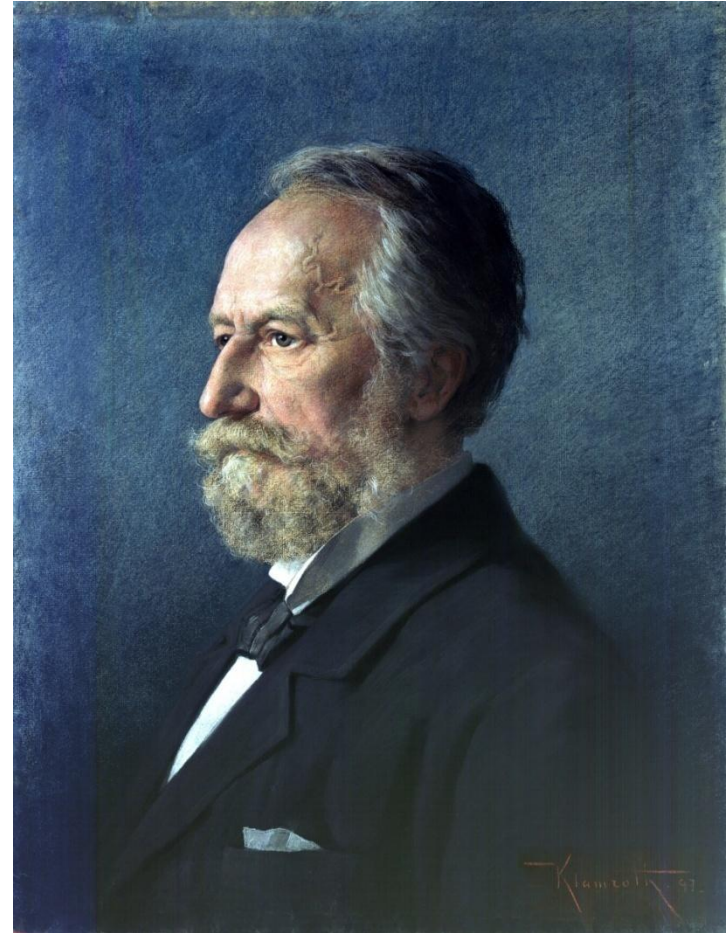
- Damarlarda viskoz akış yasasını bulmuştur.
- Yasa kapiler veya damarlarda akan kanın, alveollerdeki havanın akışını tanımlamada kullanılır.



Adolf Fick (1829-1901)

$$J = -D \frac{dC}{dx}$$

– Difüzyon yasalarını



Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz

- Bilimin her dalında otorite
- Biyofizikçi
- Çalışma konuları
 - kas kasılması
 - sinir iletim hızını
 - renkli görme/işitmeyi açıklayan teorileri vardır
 - oftalmoskop



Canlı varlıkların yapı ve işlevleri, tek bir disiplinin içinden çıkamayacağı kadar karmaşıktır.

Fizyoloji

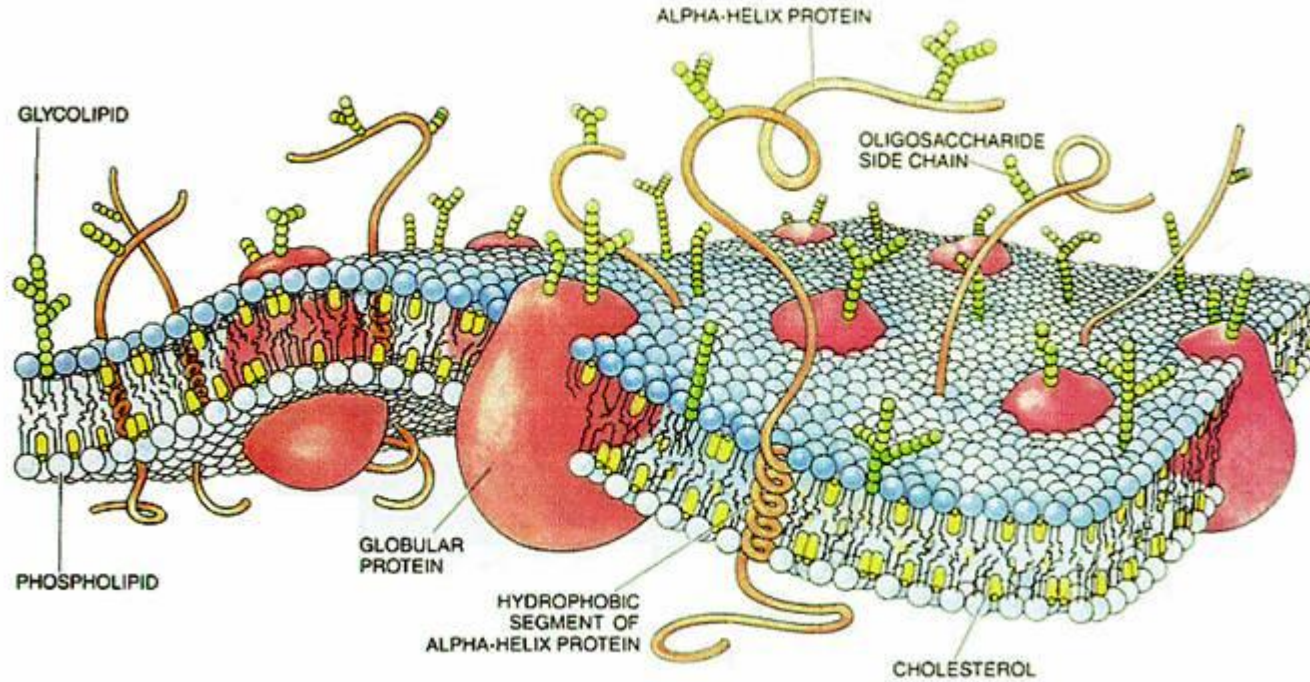
- Canlılık işlevlerini açıklamada yalnız başına yetersiz kalınca **biyokimya**
- Biyokimyanın da yetersiz kaldığı bazı biyolojik olayları açıklamada bu kez fizik işin içine girerek **biyofizik** doğmuştur.

Fizik-Biyoloji-Tıp Etkileşimi 1930' larda yeniden kurulmuştur.

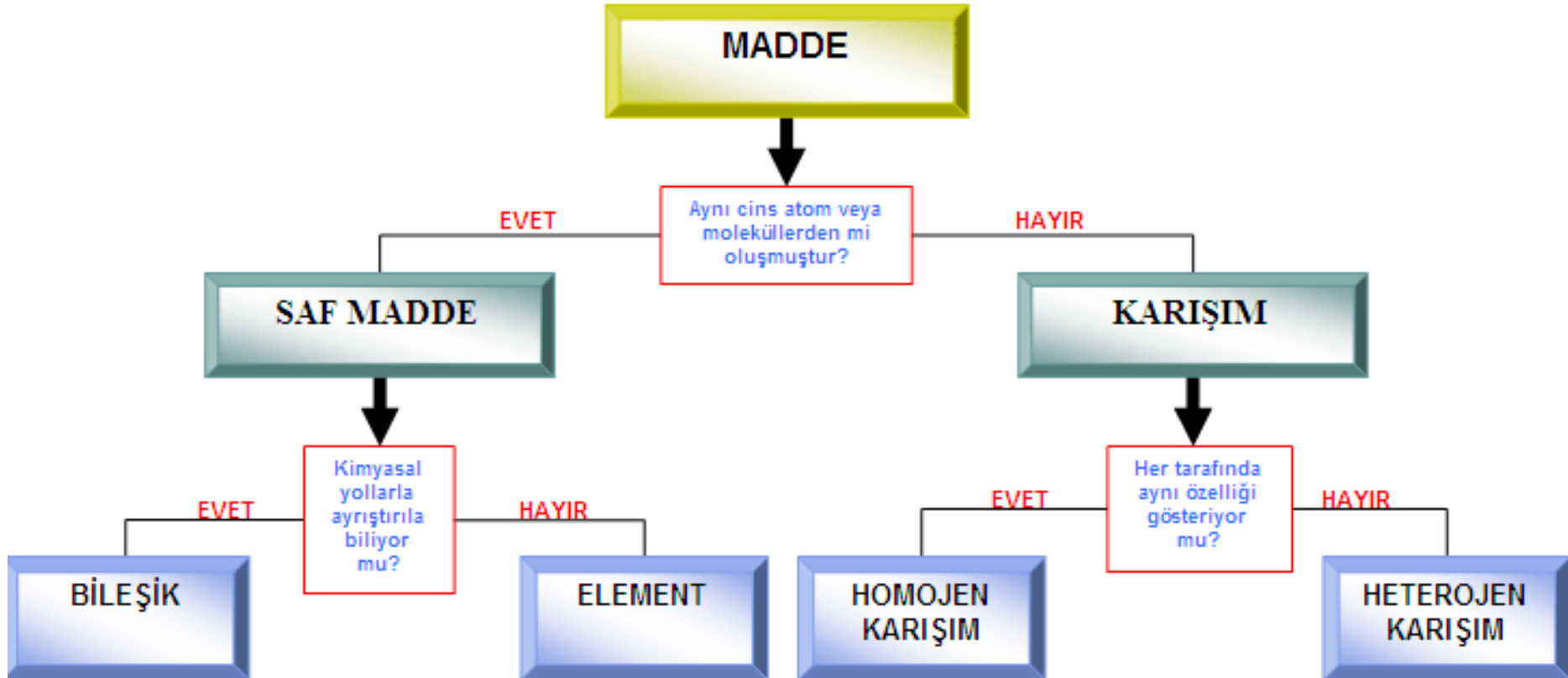
Biyofiziğin Temel İşlevi

- Biyoloji/tıp alanına yalnızca fiziksel araç veya yöntemleri vermek değildir
 - EKG (elektrokardiograf), mikroskop, ultrasonograf vb.) kullanmak değildir
- ***Canlı organizmalarla ilgili problemleri fizik kavramları ile formüle etmek ve fiziğin yasaları ile çözmeye çalışmaktır***

Canlı Maddenin Moleküler Yapısı



Canlı madde atom ve moleküllerden oluşur:



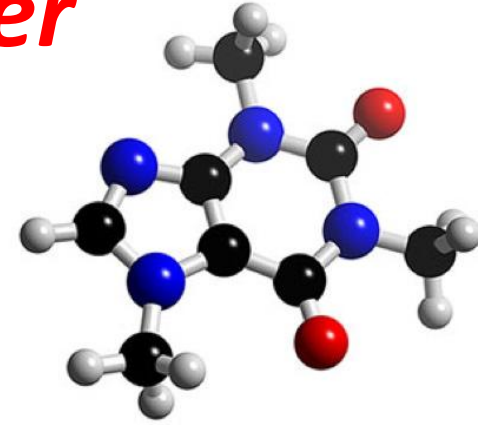
Canlı madde karışımlarını bileşenlerine ayırmak için **fiziksel**
Saf maddeleri yapıtaşlarına ayırmak için **kimyasal yöntemler**

- Canlı maddeyi tanımak ve davranışlarını açıklayabilmek için onu oluşturan saf bileşiklerin niteliklerinin ayrı ayrı saptanması doğal başlangıç noktasıdır

Bileşikler ve Moleküller

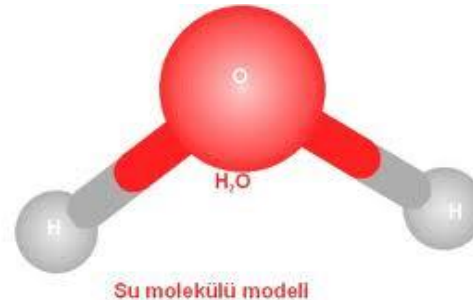
- Birden fazla madde
- belli oranlar
- kimyasal birleşme


bileşikler



» Kimyasal birleşmede, bileşiği meydana getiren birleşenler (öğeler) kendi özelliklerini kaybederler

- Bir bileşiğin tüm özelliklerini taşıyan en küçük birime *molekül* denir





❖ *Canlılar her şeyden önce moleküler yapılardır.*

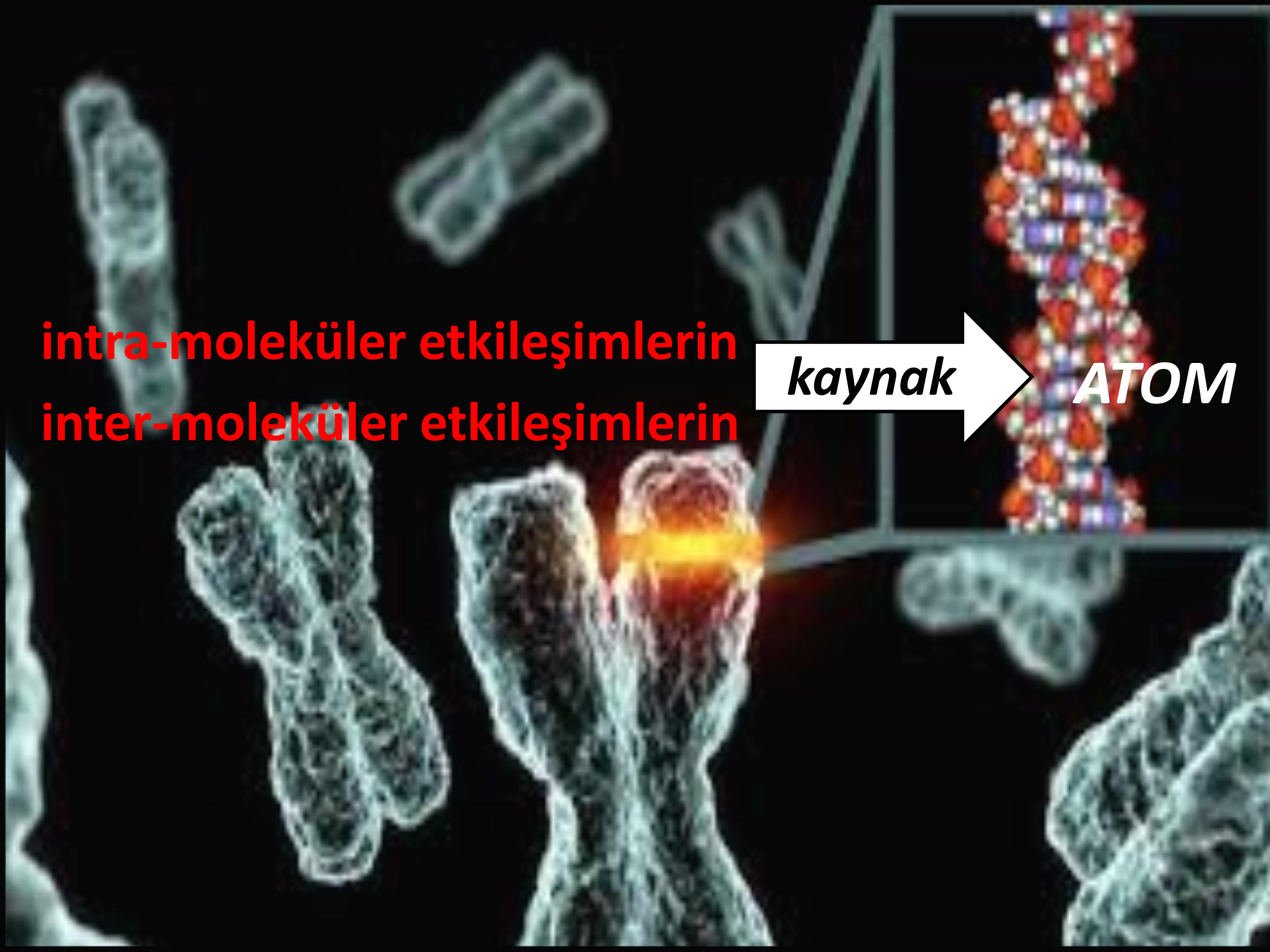
- Atomlar arası etkileşimler,
- Molekül içi organizasyonlar,
- Moleküler arası etkileşimler

doğrudan doğruya canlı özelliklerini tayin eder.

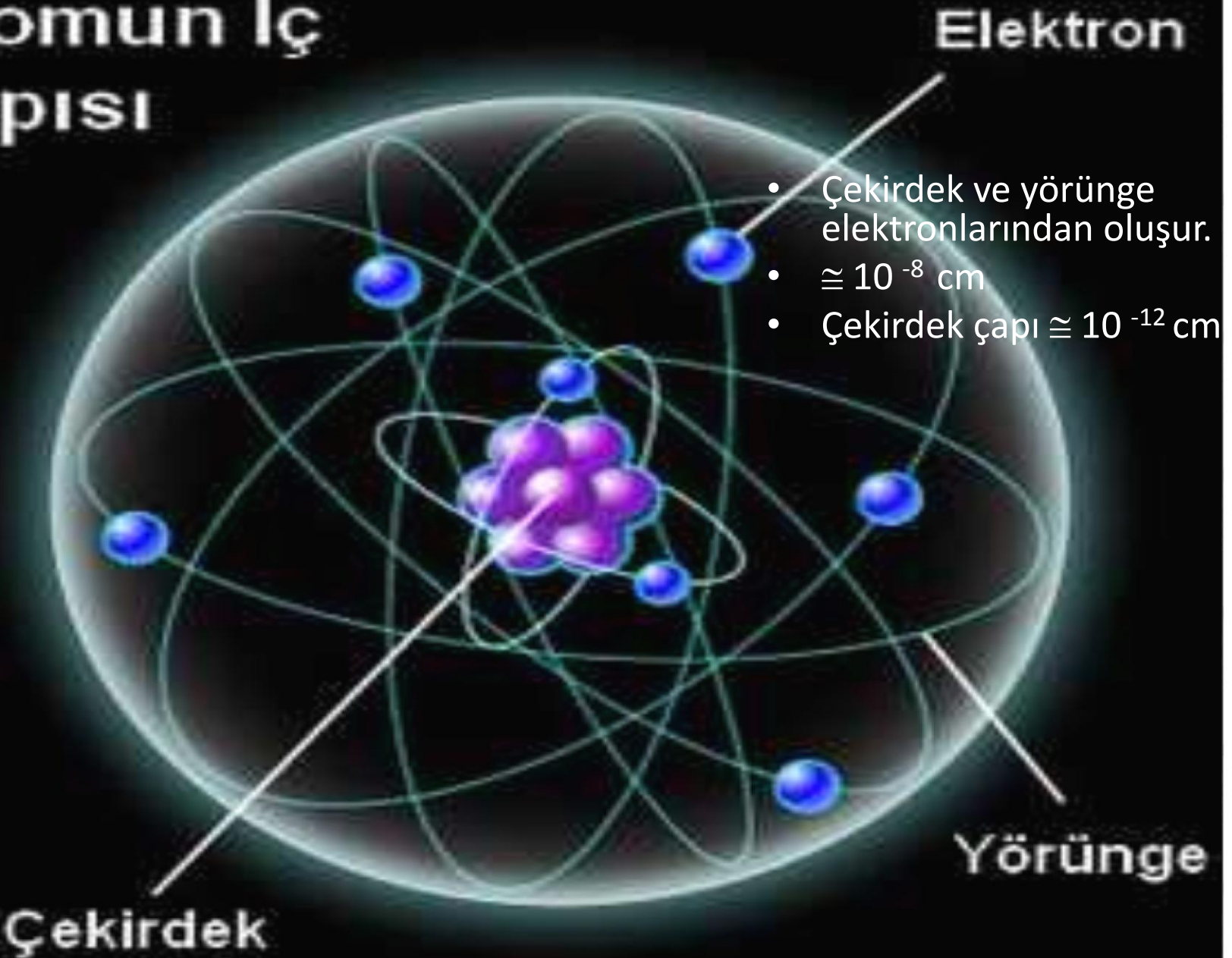
intra-moleküler etkileşimlerin
inter-moleküler etkileşimlerin

kaynak

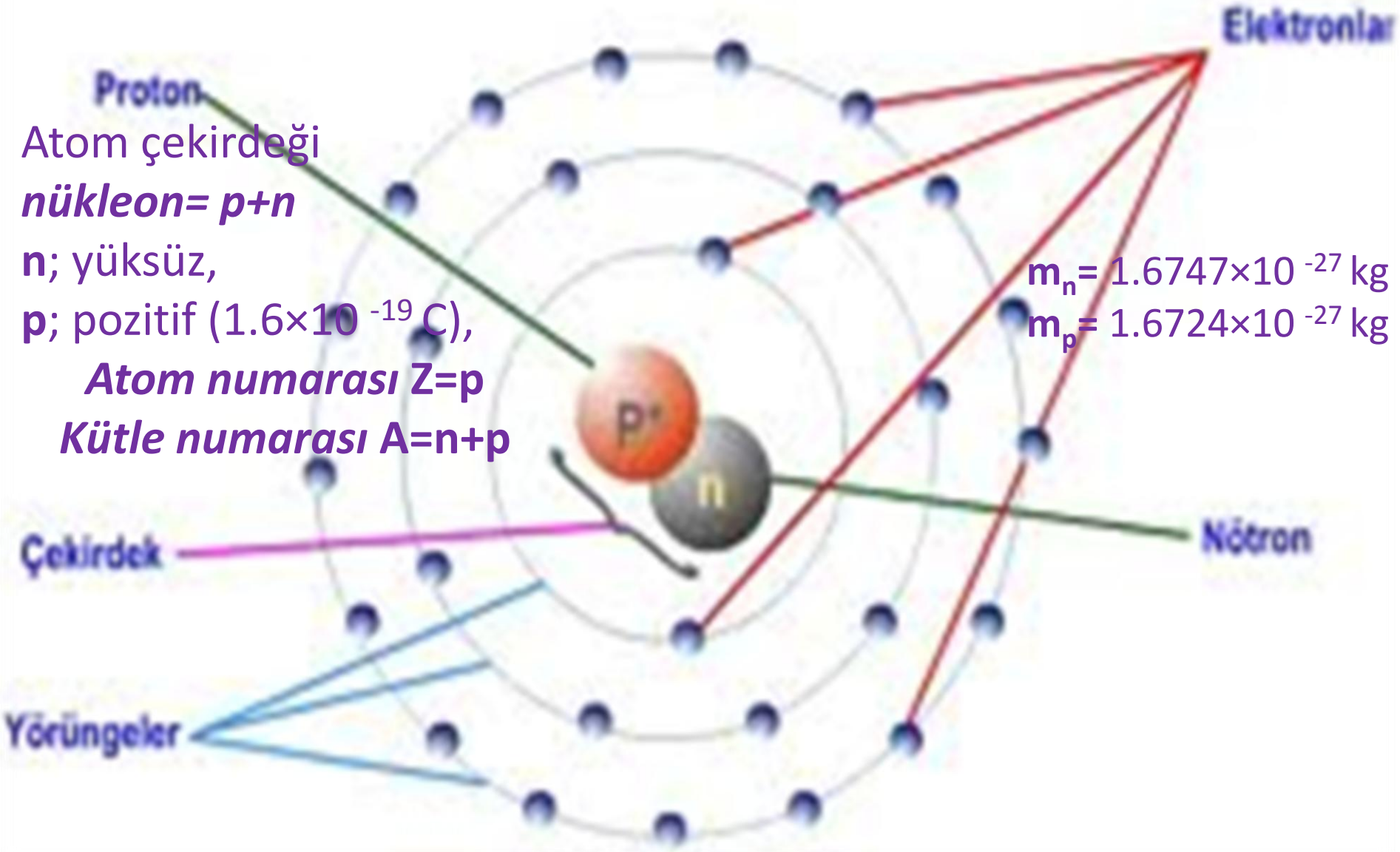
ATOM



Atomun İç Yapısı

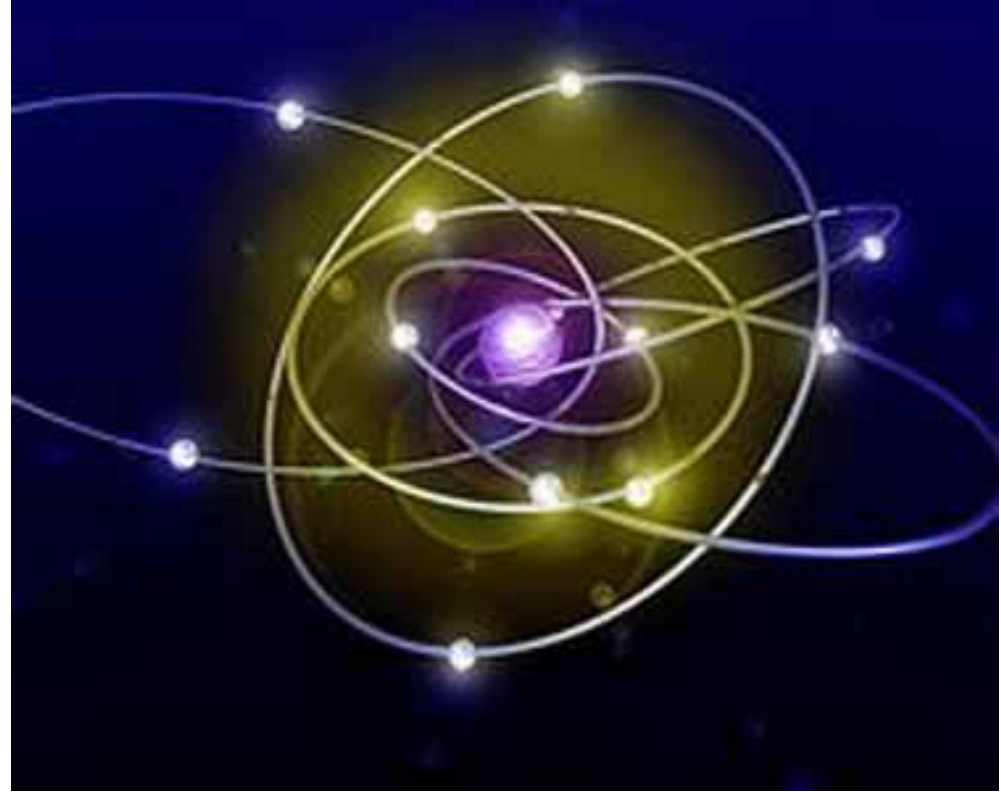


Çekirdek (Nükleus)



Orbital

- yörüngelerde *elektronlar*
- e^- ; negatif yüklü
- $q_e = (-1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$
- Valans elektronlar atomun kimyasal özelliklerini belirler
- e^- sadece bir orbitalden diğerine atladıkları zaman enerji kaybederler

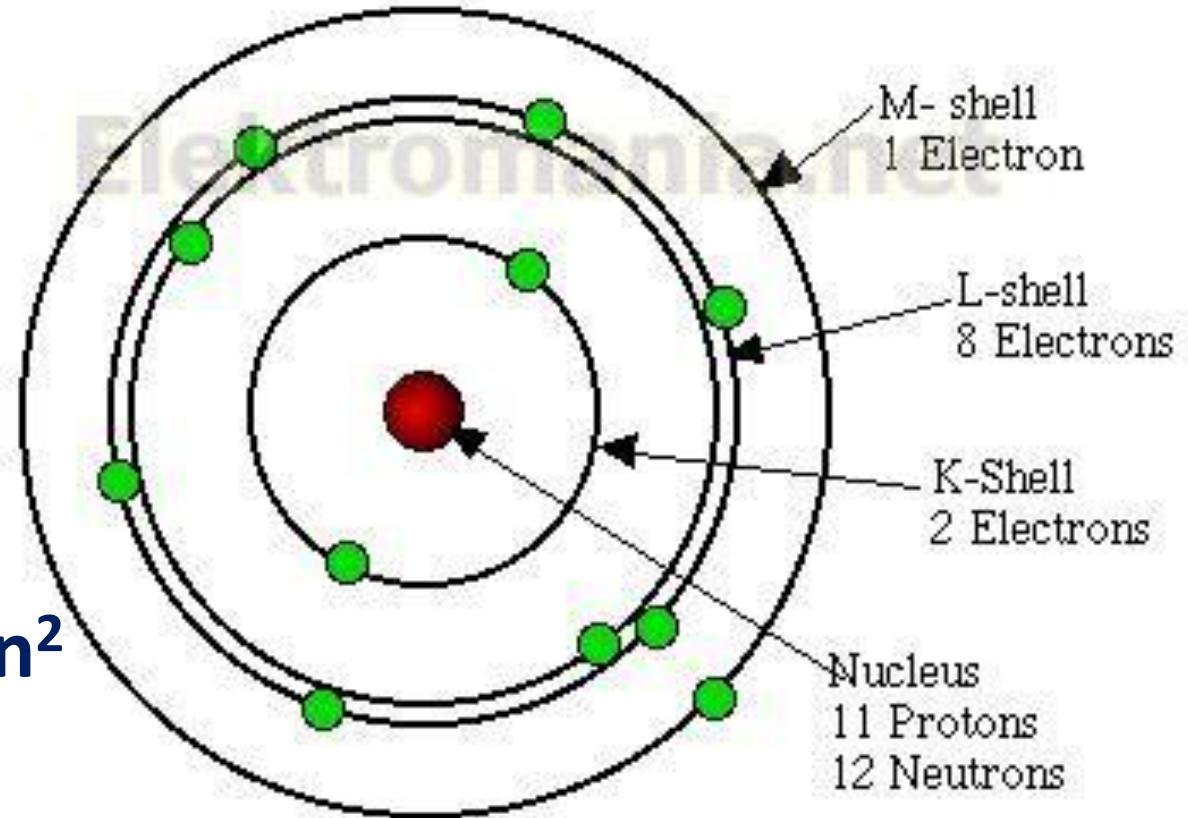


- ***K, L, M, N, O*** ... olarak adlandırılır.

– e⁻ sayısı

- K' da 2e⁻
- L' de 8e⁻
- M' de 18e⁻
- N' de 32e⁻
- O' da 50e⁻

- max e⁻ sayısı **$2n^2$**

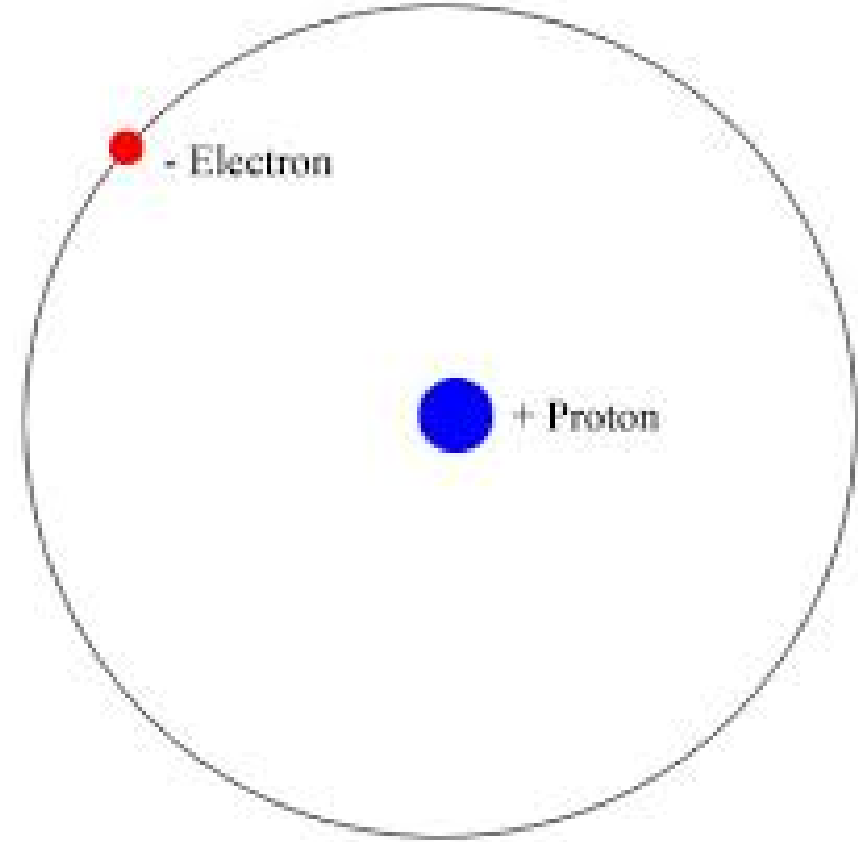


İdrogono/ müvellidülmâ

Hidrojen ^1H çekirdeği hariç bütün çekirdeklerde n ve p bulunur.

n/p

- hafif izotoplarda 1
- ağır elementlere gittikçe artar
 - daha da artarak nüklidin artık kararlı olmadığı bir noktaya gelir
- Daha ağır nüklidler, dışarıya verecekleri fazla enerjileri olduğundan kararsızlardır
 - Bunlara *radyonüklid* denir



Radyonüklidlerin Değişik Formları

- **İzotop**

- Z ve kimyasal özellikleri aynı, A farklı = aynı sayıda p içeren nüklidler



- **İzoton**

- n sayıları aynı; Z, A ve kim. öz. farklı



- **İzobar**

- A aynı, Z ve kim öz farklı



- **İzomer**

- A, Z ve kim öz aynı olan iki veya daha fazla nüklidin ölçülebilecek kadar uzun yarı ömre sahip uyarılmış durumda kalanına **metastable atom** denir ve m ile gösterilir.



Atom çekirdeğinde kararlılık/kararsızlık , p-n sayıları arasındaki ilişki:

1- Z; 1-20 arasındaki atomların çekirdeklerinde $p=n$.

2- Z; 20-83 arasındaki çekirdeklerde $n>p$

3- $Z > 83$ ' ten büyük olan elementlerin çekirdekleri kararsız olup radyoaktiftir

4- Z ve n sayısı çift olan atomların , Z ve n sayısı tek olan atomlara göre , daha çok sayıda kararlı izotopu vardır

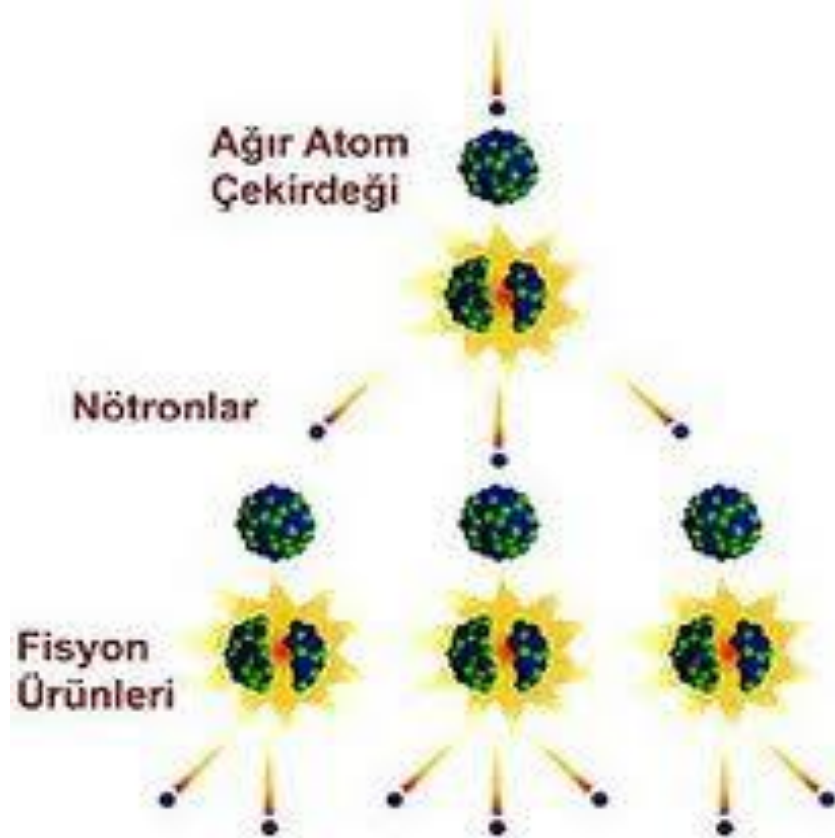
5- En kararlı çekirdekler , hem n hem de p sayıları çift olanlardır. 0-8-20-28-50-82 p veya n sayısına sahip çekirdekler özellikle kararlıdır. Bu sayılara *sihirli sayılar* denir.

Atom çekirdeklerinin, parçalanmaya ve nükleer bozunmaya karşı dayanıklılığı "çekirdek kararlılığı" olarak tanımlanır.

Radyoaktivite Tipleri

- Radyoaktif çekirdekler kendiliğinden bozunuma uğrarlar.
- A ve Z sayılarını azaltarak n/p oranını **1'** e yaklaştırmak isterler.

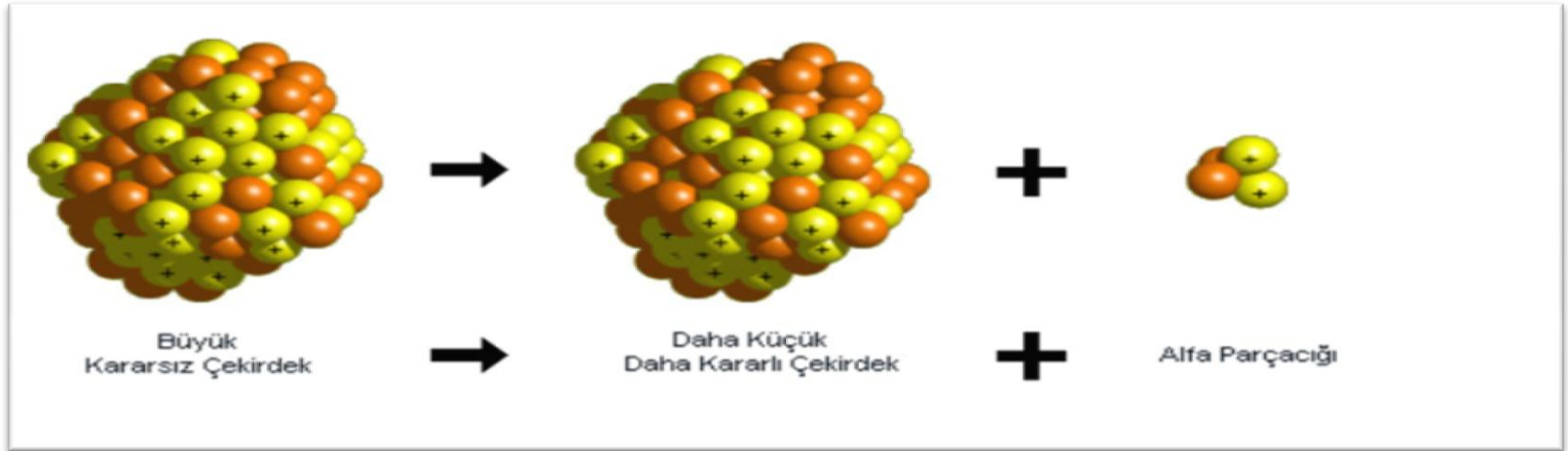
- *Kararsız çekirdekler* nükleer fisyon veya daha sıklıkla radyoaktif bozunum gibi dönüşümlere uğrarlar.
 - Dönüşüm sırasında enerji salınır.

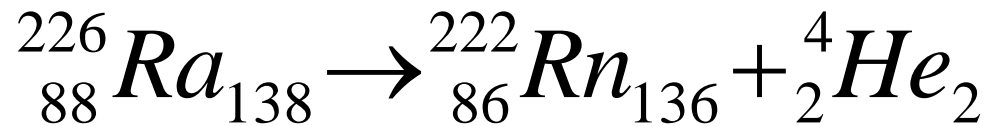
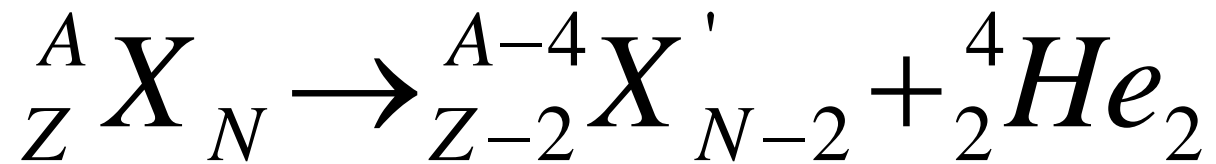


Radyoaktif Yıkılım Tipleri

- **Alfa (α) bozunum**

- Çekirdeğin kararsızlığı *hem p hem de n fazlalığından* ileri geliyorsa
- 2p ve 2n olan α parçacığı yayımlanır.
- Bozunan çekirdeğin Z 2, A 4 azalır.



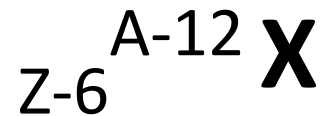


X izotopu 3 α ışınması yaparsa , oluşan elementin Z ve A' sı ne olur ?

3 α ışınması ;

$$Z \rightarrow 2 \cdot 3 = 6$$

$$A \rightarrow 4 \cdot 3 = 12 \text{ azaltır.}$$



X izotopu art arda 4α ışınması yaparsa , oluşan elementin Z ve A 'sı ne olur ?

4α ışınması

$$Z \rightarrow 2.4 = 8$$

$$A \rightarrow 4.4 = 16 \text{ azalır.}$$

- **Beta (β) bozunum**

- Radyonüklidin kararsızlığı ***n fazlalığından*** meydana geliyorsa, enerji fazlalığını ortadan kaldırmak için n' lerden biri p' ye ya da e' ye dönüştürülür.

- Çekirdek $1e^-$ veya bir $1e^+$ (positron) yayınlarken Z sayısı bir birim değişir.

- A değişmez

- $1n \rightarrow 1p$ ya da $1p \rightarrow 1n$ dönüşür.

$Z \rightarrow Z \pm 1, n \rightarrow n \pm 1$ ve $A = n + Z$ sabit kalır.

– Negatif ve pozitif yüklü elektronların yayıldığı bozunum olaylarını ayırt etmek için

- pozitif elektron yıkılımını *pozitron decay*
- negatif yüklü yıkılımı *negatron decay*

- **Pozitron Decay**

- Positron saçan nüklidler max kararlılık için gerekenden *daha düşük n/p oranı* taşırlar.
- Sabit kütle numarası
- Z 'de bir azalma
- 1p → 1n dönüşür.
- Positron kararsızdır
- ν : nötrino salınır



- **Negatron Decay**

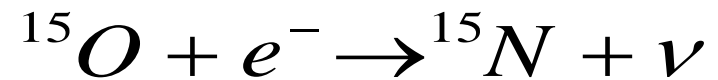
- *n/p oranı* negatron salan nüklidlerde çekirdeğin max kararlılık için gerekenden *daha büyüktür*.
- A sabit kalır
- Z bir artar



» 1 n → 1 p dönüşür

» $\bar{\nu}$: antinötrino

- $n \rightarrow p + e^-$ negatif bozunma (β^-). Negatron (β^-) bozunma enerjisi e^- ve antineutrino aktarılır.
- $p \rightarrow n + e^+$ pozitif bozunma (β^+). çekirdekteki p bozunur.
- $p + e^- \rightarrow n$ elektron yakalanması (ϵ). Bu durum bir pozitronun bozunumu ile olur.



Neutrino (ν)

Antinötrino ($\bar{\nu}$)



${}_{44}^{101}\text{Ru}$ kararlı

Pd: Palladium

Rh: Rhodium

Ru: Ruthenium

β^+ - Bozunumu

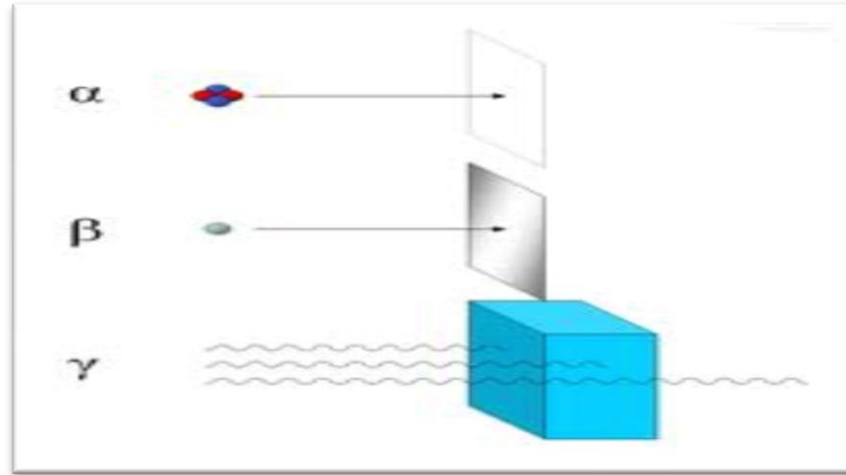
β^- - Bozunumu

$p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$

$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

- **Gamma (γ) Işını**

- Çekirdeğin cinsi değişmeden uyarılmış bir durumdan taban duruma bozunmasıdır.
- Nükleer dönüşümlerden oluşur
- Her gamma bozunumu α , β salınımı sonucu oluşur.



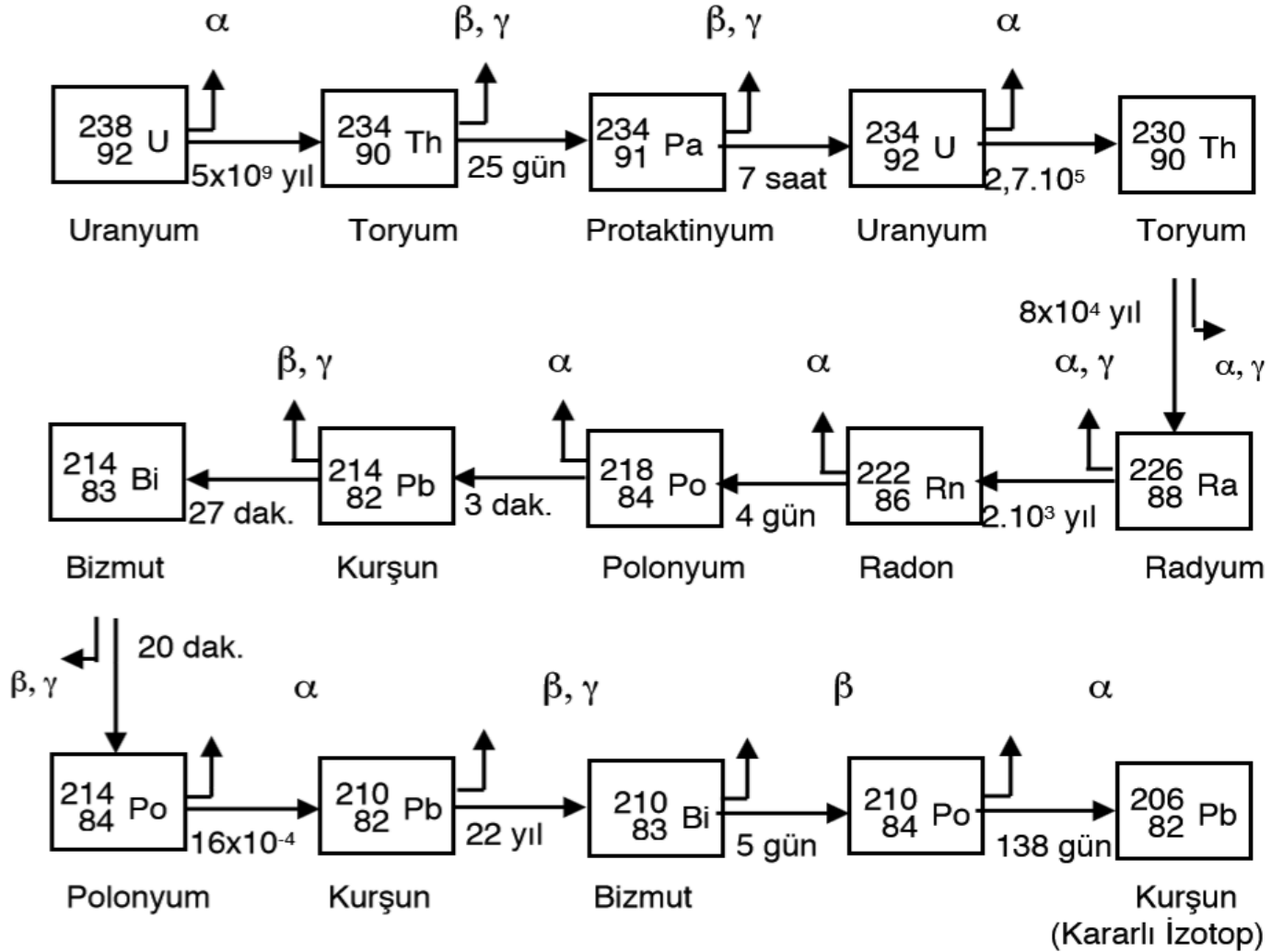
Radyoaktif ışınlar ve etkileri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır ?

- A) Pozitron yayan bir atomun atom numarası azalır.
- B) Alfa yayan bir atomun kütle numarası değişmez.
- C) Alfa ışınları +2 değerlikli taneciklerdir.
- D) Beta ışınları -1 yüklü elektronlardır.
- E) Gama ışınları yüksüz ve kütesizdir.

Alfa ışınması gerçekleştiren atomun ; atom numarası 2 , kütle numarası 4 azalır.
(YANIT B)

- Bir radyoaktif ana çekirdekten alfa (α), beta (β) ve gamma (γ) bozunmaları sonucu yavru çekirdekler oluşturan seriler, *radyoaktif seriler* olarak tanımlanır.
- Radyoaktif seriler U, Th, Ac ve Np serisi şeklinde 4 grup oluşturur
- Her seri, bozunma zincirini tamamladıktan sonra kararlı bir çekirdek haline dönüşür.

Uranyum 238 serisi



4A grubunda bulunan Y elementi α ve 2β ışınması yapıyor. Oluşan elementin periyodik tablodaki grubunu bulunuz?

1α ışınması ile 2 geri geldi

2β ışınması yaptı ; 2 ileri gitti

Sonuçta yine aynı yerde

- 1α , 2β ışınması yapan radyoaktif bir element için ;

I. Kimyasal özelliği değişir.

II. Nötron sayısı 2 azalır.

III. İzotopu oluşur.

İfadelerinden hangileri doğrudur ?

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

1α ışınmasında Z 2 , A 4 azalır.

2β ışınmasında ise Z 2 artar , A değişmez. Böylece izotopu oluşur.

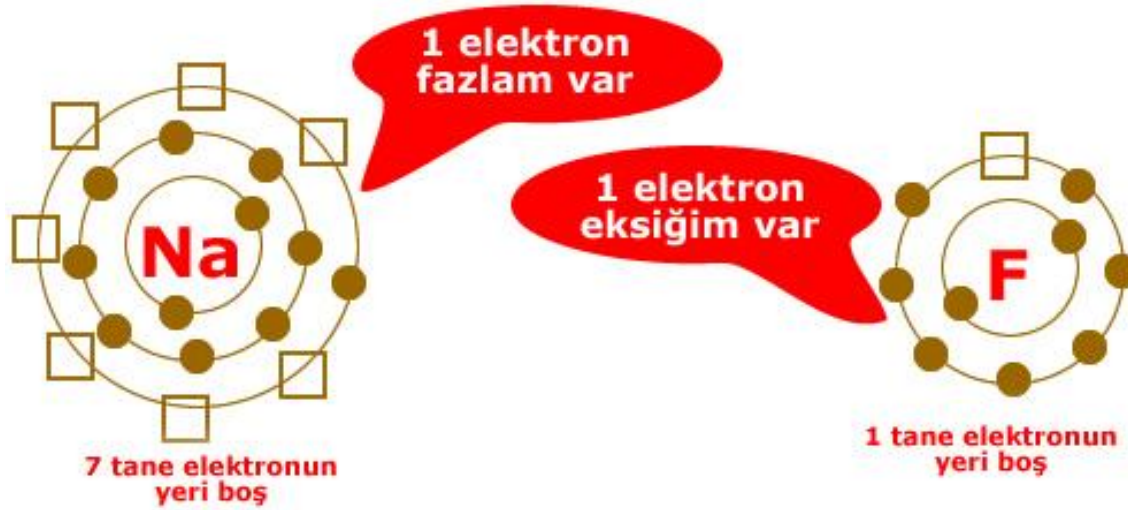
Atom ve Moleküler Arası Etkileşimler

- Atomlar birbirlerine dört çeşit moleküler bağ ile bağlanabilirler.
 - iyonik bağ
 - kovalent bağ
 - Vander Waals bağ
 - metalik bağ
- Bazı moleküller tek çeşit bağla bağlanırken bazılarında birden çok bağ görülür.

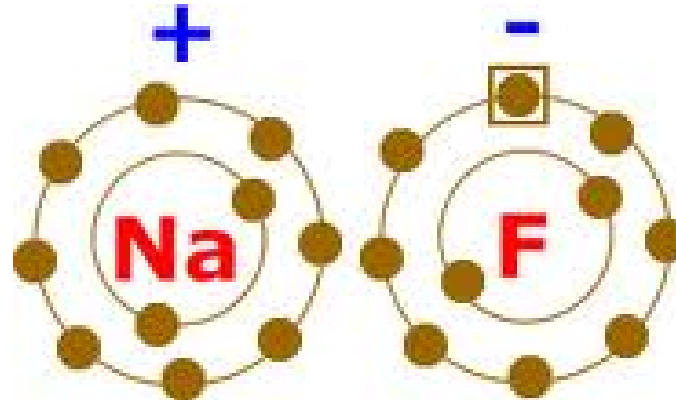
Moleküler bağların şiddet olarak birbirleri ile karşılaştırılması

Kovalent bağ	10 eV
İyonik bağ	(5-10)eV
Metalik bağ	(1-5) eV
Vander Waals bağı	(0,1-0,5) eV

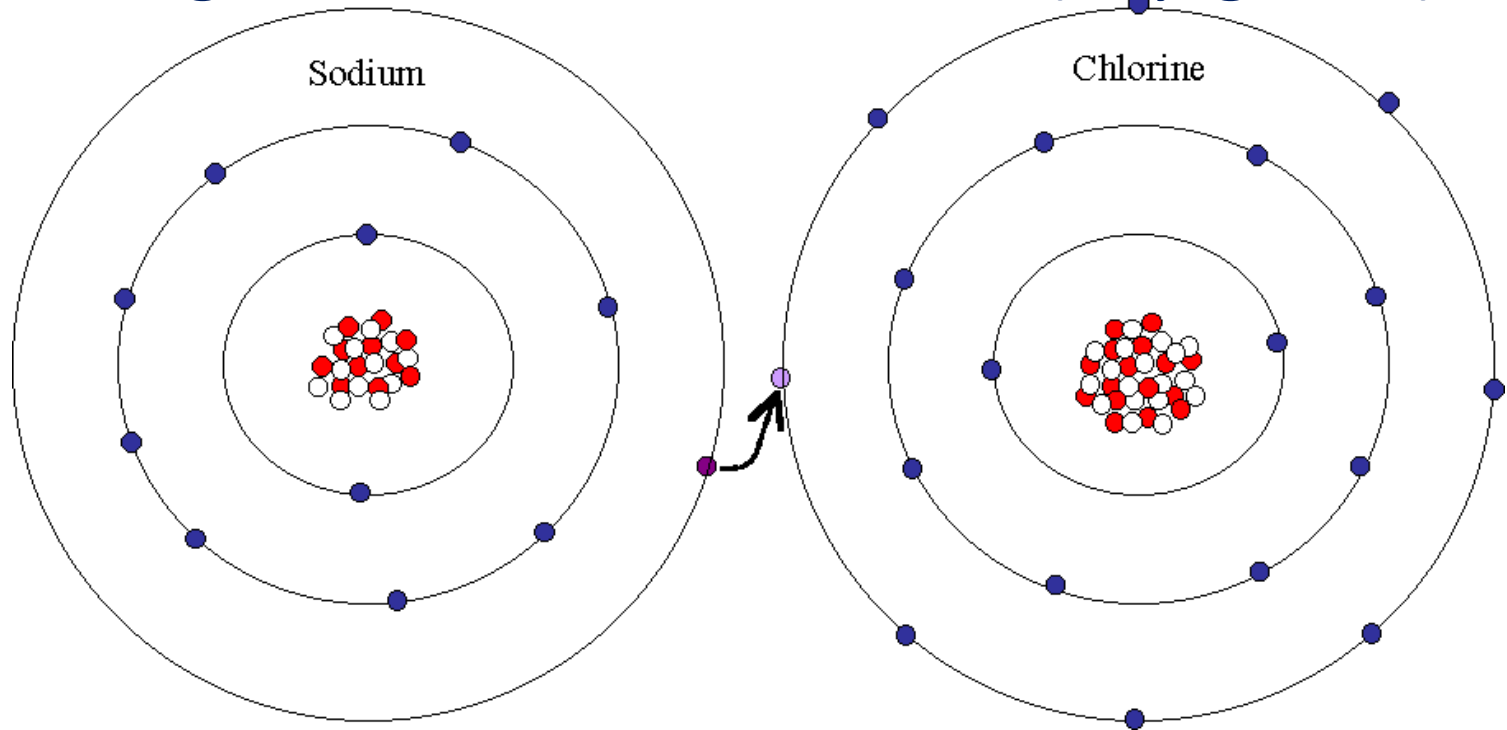
İyonik Bağ



- Elektropozitif olan alkali metaller ile elektronegatif olan halojenlerin oluşturdukları bağa *iyonik bağ* denmektedir.

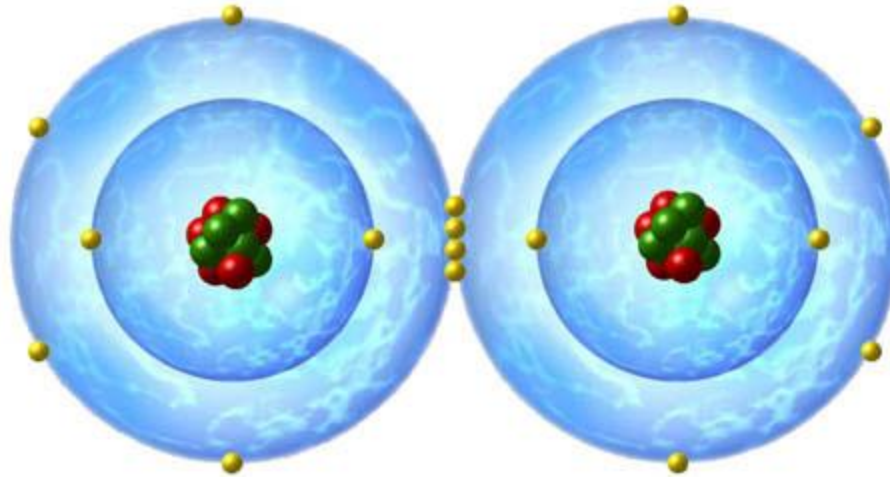


- Bu nedenle alkali atomu $1e^-$ 'nu halojen atomuna vererek bağ yapar ve kararlı duruma geçer. Kararlı durumdaki atomların son yörüngeleri tamamen doludur (soy-gazlar).

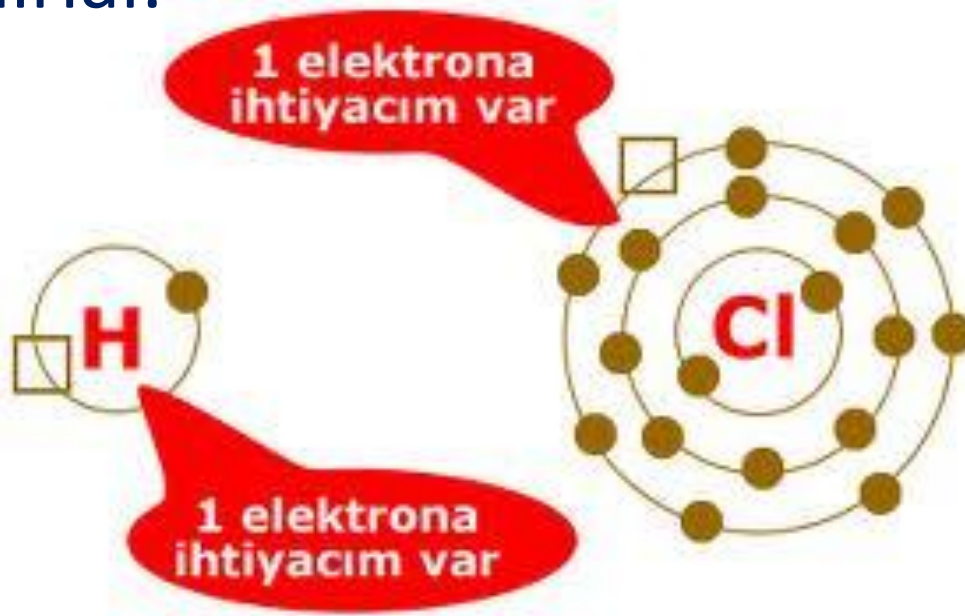


Kovalent Bağ

- Aynı türden ya da farklı atomların $1e^-$ veya $2e^-$ ***paylaşmaları*** ile oluşan bağa ***kovalent bağ*** denmektedir.

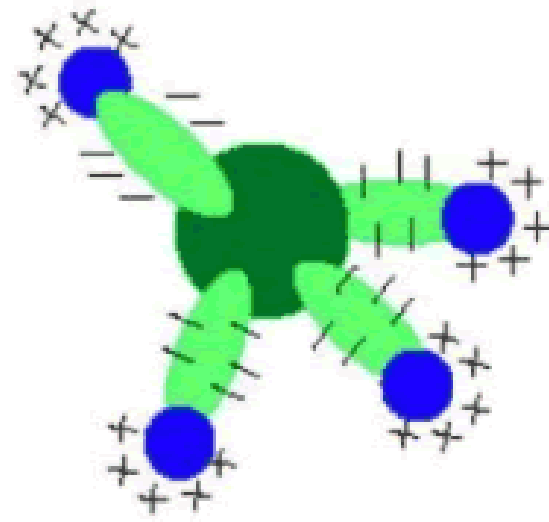
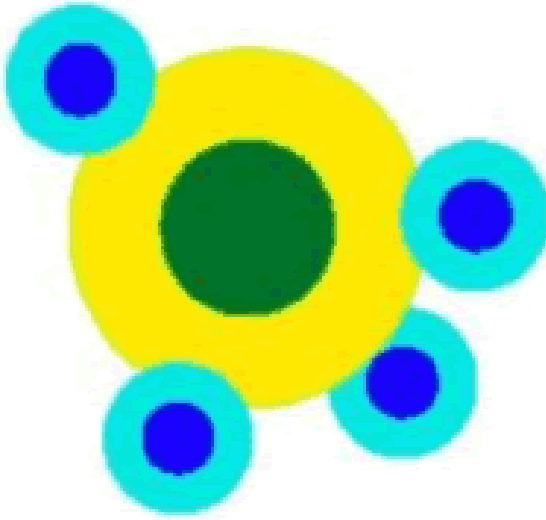


- N_2 , O_2 , H_2O , SiC ,.....gibi moleküllerde ya da kristallerde atomlar kovalent bağ ile bağlanırlar.



Vander Waals Bağı

- Vander Waals tipi bağlanma, dışarıya karşı nötr olan gaz ortamlarda görülür.
- $(\text{H}_2)_2$, $(\text{O}_2)_2$, Ar-HF, Ar-HCl, H_2 -Ne, H_2 -Ar, H_2 -Kr ve H_2 -Xe gibi ikili molekül bağları oluşturan yapılar (dimerler) sayılabilir.
- Bu tip, atom yada moleküller belli bir uzaklığa geldiğinde aralarında etkileşim başlar.

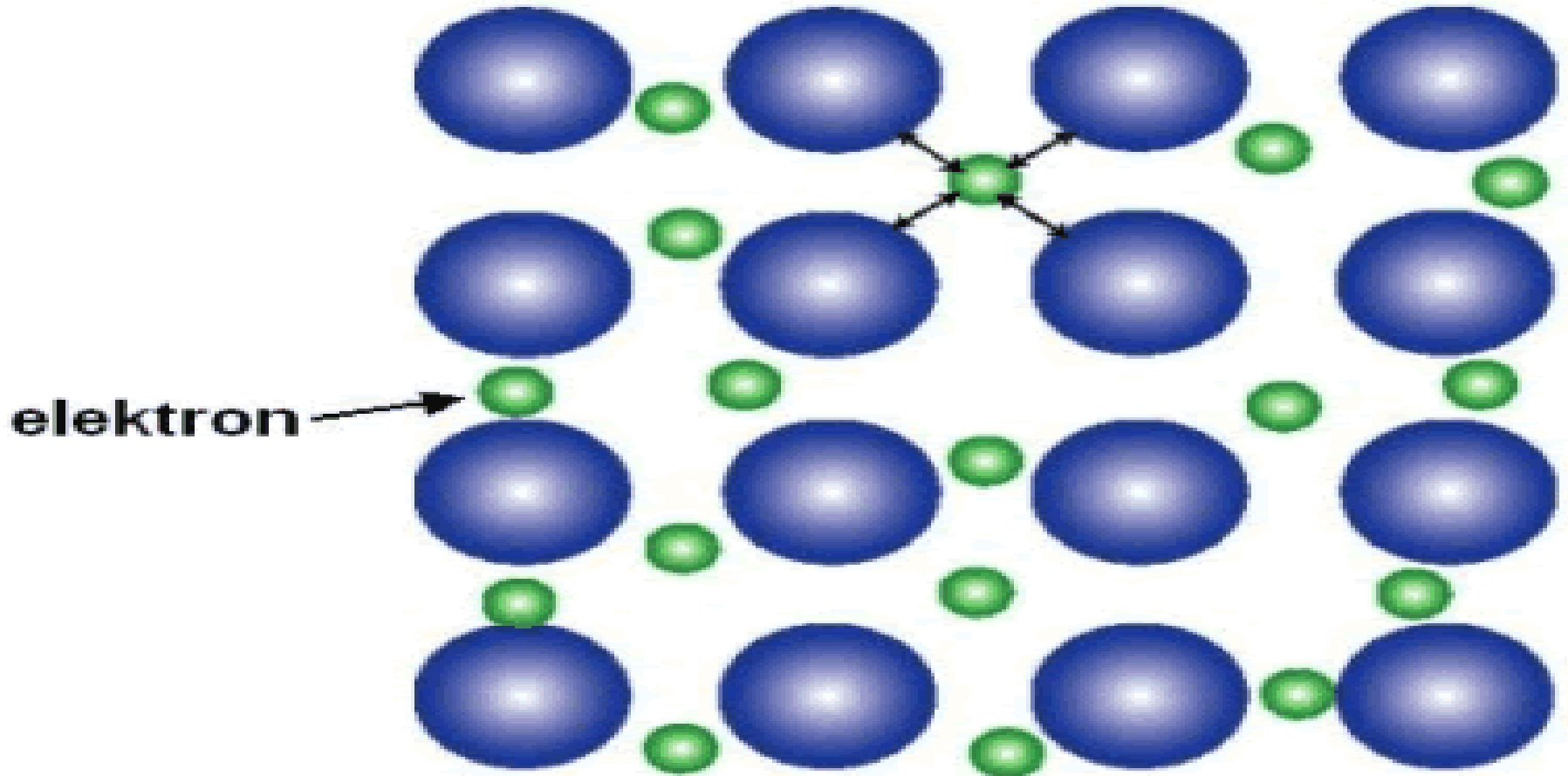


- Bir atomun dipol momentinin zaman ortalaması sıfır olmasına rağmen çok küçük bir zaman aralığında ise sıfır olmaz. Bu nedenle atomlar arası uzaklık belli bir r_0 değerine geldiğinde kararlı bir bağlanma oluşur. İşte buna *Van der Waals bağlanma* denir.

Metalik Bağ

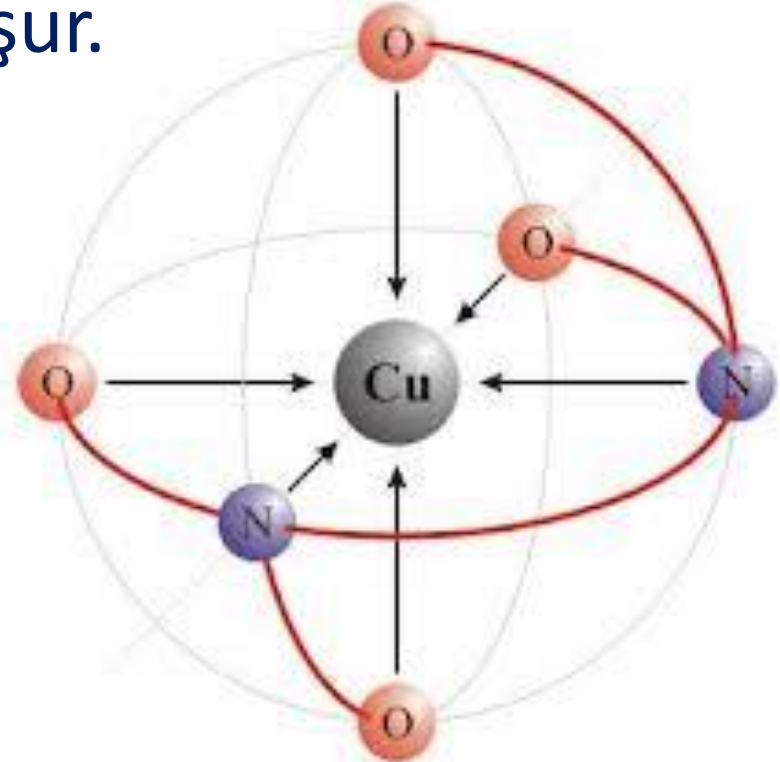
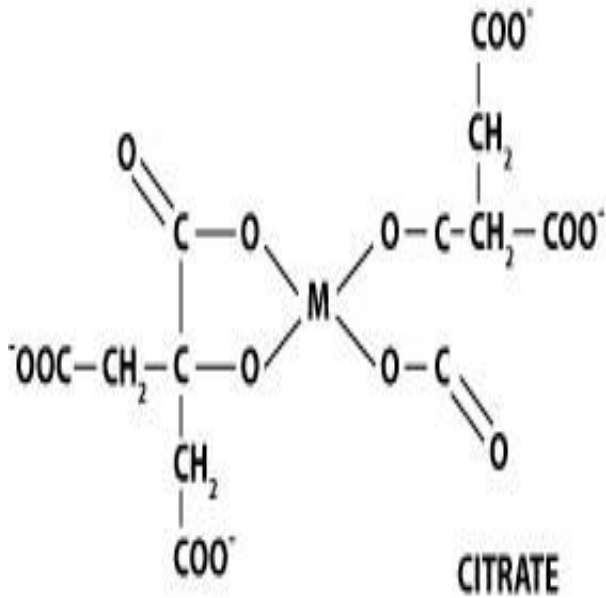
- Metal atomları metal içinde birbirine çok yakın olduğundan, herhangi bir metal atomunun e^- komşu atom çekirdeğinin de etkisinde kalır.
 - Çünkü metal atomlarında valans elektronları atomun çekirdeğine çok zayıf bağlıdır.
 - Valans e^- metal içinde belirli süreler de olsa hangi atoma ait olduklarını neredede ise şaşırırlar. Böylece metal içinde bir “ serbest elektronlar denizi “ oluşur.
 - Metale küçük bir gerilim uygulandığında bunlar kolayca hareket ederler.
 - Metallerin iyi iletken olmasının nedeni budur.
 - Atomların birbirine bağlanma eğilimine **valans** denir.

- Metal atomları arasında valans e^- paylaşımı da metallere özgü bir bağ türü ortaya çıkarır ve bu bağa metalik bağ denir.



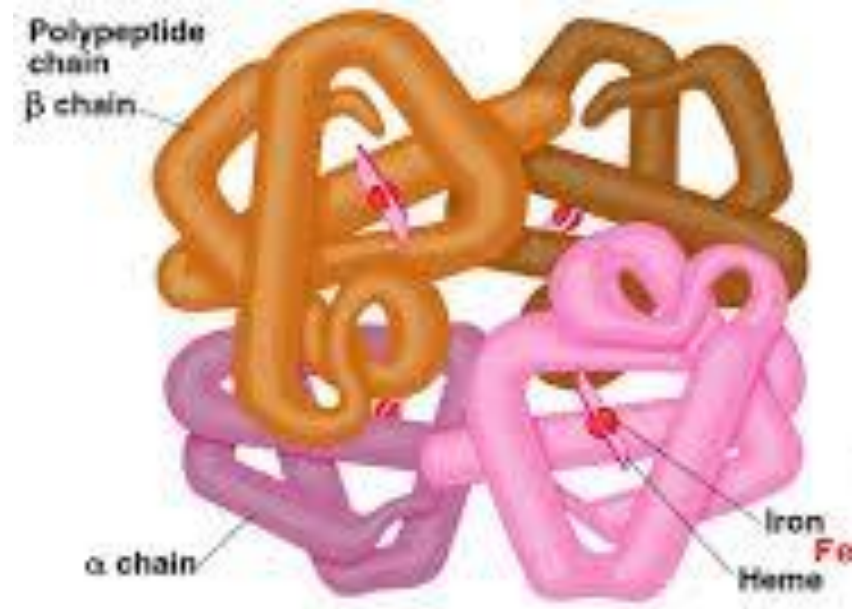
Chelate

- Aynı moleküle ait 2 veya daha fazla grup ortalarındaki bir metal atomuna birer çift e^- bağışladıklarında kapalı halka tipinde bir koordinasyon bağı oluşur.

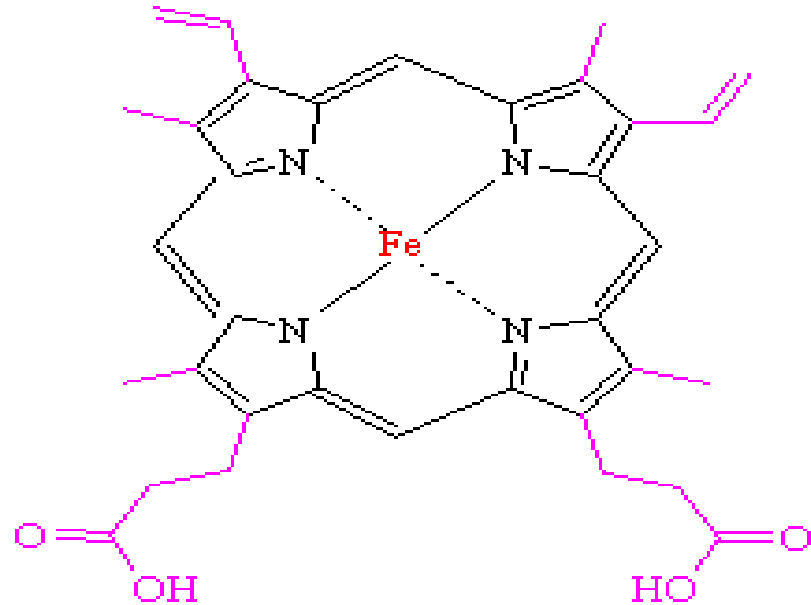


Hemoglobin

Biyolojik sistemlerde şelat yapıların önemli örnekleri görülür. Hemoglobinde büyük tek bir moleküle ait olan 4 N atomu 1 Fe atomuna koordine olarak **hem grubunu** meydana getirir.



Hemoglobin



Hidrojen Bağı

- Hidrojen bağı iki atomun hidrojen üzerinden kurdukları bağlantıdır.
- Su dahil bütün önemli biyolojik moleküllerin (proteinler ve amino asitler) yapı ve özelliklerini doğrudan etkiler.
- Bir molekülde hidrojen F, O, N ve S gibi elektronegatif atomlara bağlı ise başka moleküllerin aynı tür atomlarına bağlanabilir.
 - Bir Alkol ve bir su molekülü arasında mevcuttur
 - Birçok karboksilik asitte iki molekül bir çift hidrojen bağı ile dimer oluşturur.
 - Katı haldeki şekerlerde hidrojen bağı yaygındır
 - Suyun yapısında

- Biyolojik moleküllerde atomlar
 - Kovalent bağ (C, N, O, H arasındaki)
 - İyonik bağ (tuzdaki atomlar arasındaki)
- Diğer taraftan atomlar arasında/ moleküller arasında başka tür etkileşimler de vardır. Bunlar (metaller arasındaki etkileşimler dışında) ***zayıf etkileşimlerdir.***
 - Van der Waals
 - İyon-dipol ve dipol-dipol çekimi
 - London disperziyon kuvvetleri
 - İtme kuvvetleri
 - Hidrojen bağı

Kaynaklar

- Stanford Jr. Al. Foundations of Biophysisc. Academic Press, New York. Ch:2
- Sybesma C. An Introduction to Biophysics. Academic Press, New York. Ch:3, 4.

Bileşiklerden hangisi/ hangileri kovalent bir bileşik değildir?

CO₂, CaCl₂, NaCl

Biyolojik moleküllerde en yaygın olan moleküler bağ hangisidir?

Aşağıdakilerden hangisinde molekülleri arası hidrojen bağı vardır?

Alkol-su, CO₂-su, H-H, Lipid-su

Bir molekülde aşağıdaki elementlerden hangisine bağlı olan hidrojen atomu hidrojen bağına katılmaz?

F, C, S, N, Ca