

# ATOMUN YAPISI

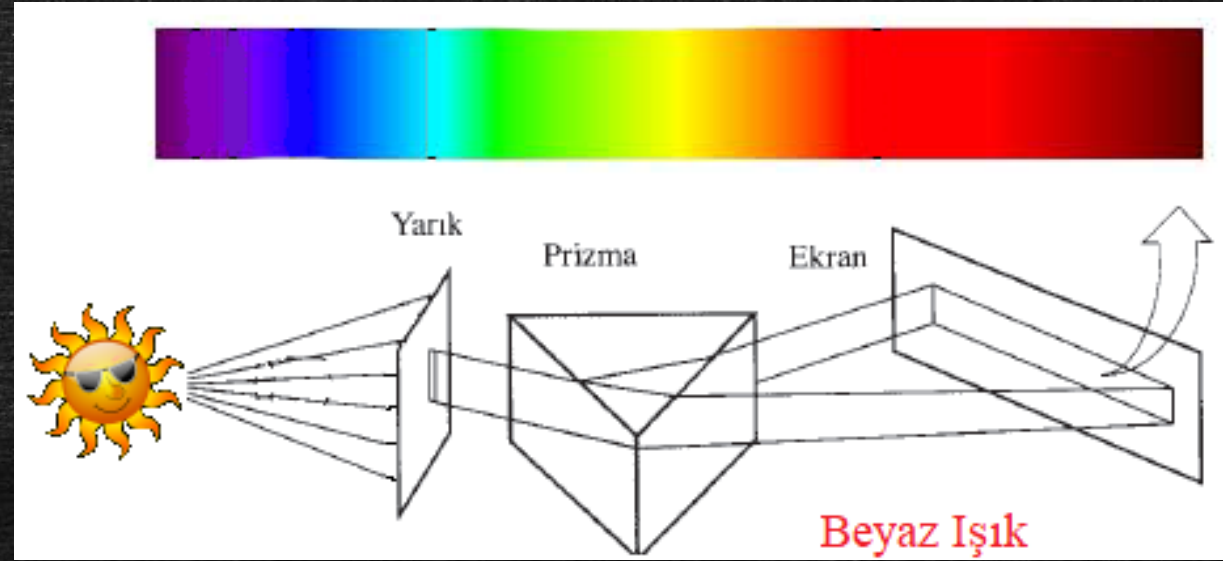
## BÖLÜM 2

# Elektromagnetik (Radyasyon) Işıma

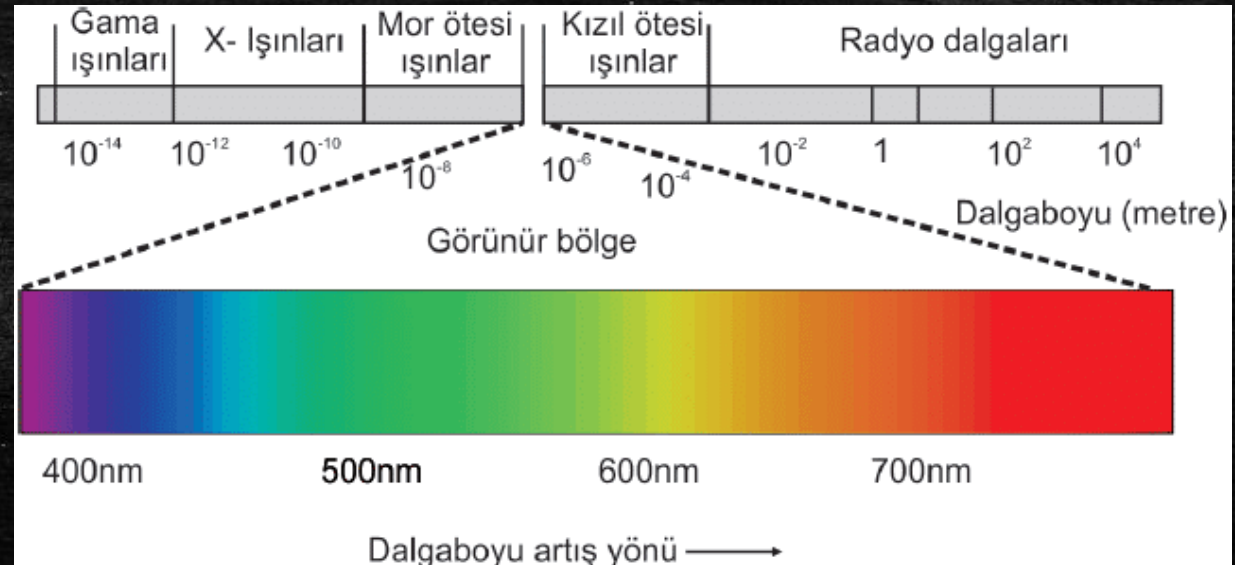
Işıma ile ilgili ilk deney Newton tarafından 16. y.y. da yapıldı.



Isaac Newton  
1643 - 1727



İnsan gözünün algılayabildiği tek radyasyon tipi olan görünür ışık elektromanyetik tayfta çok ince bir aralık bandında bulunmaktadır.

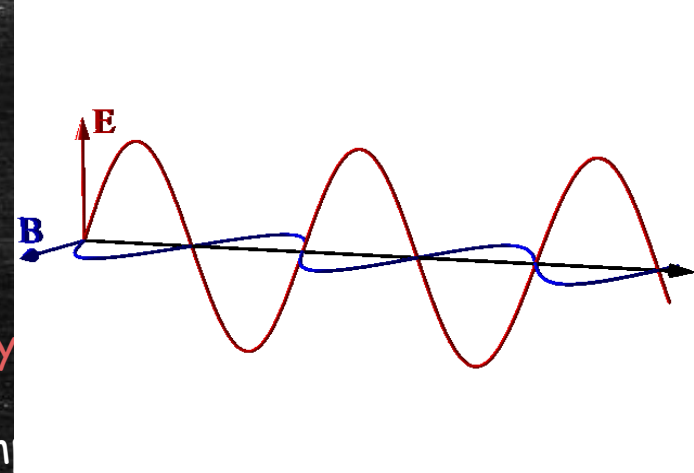
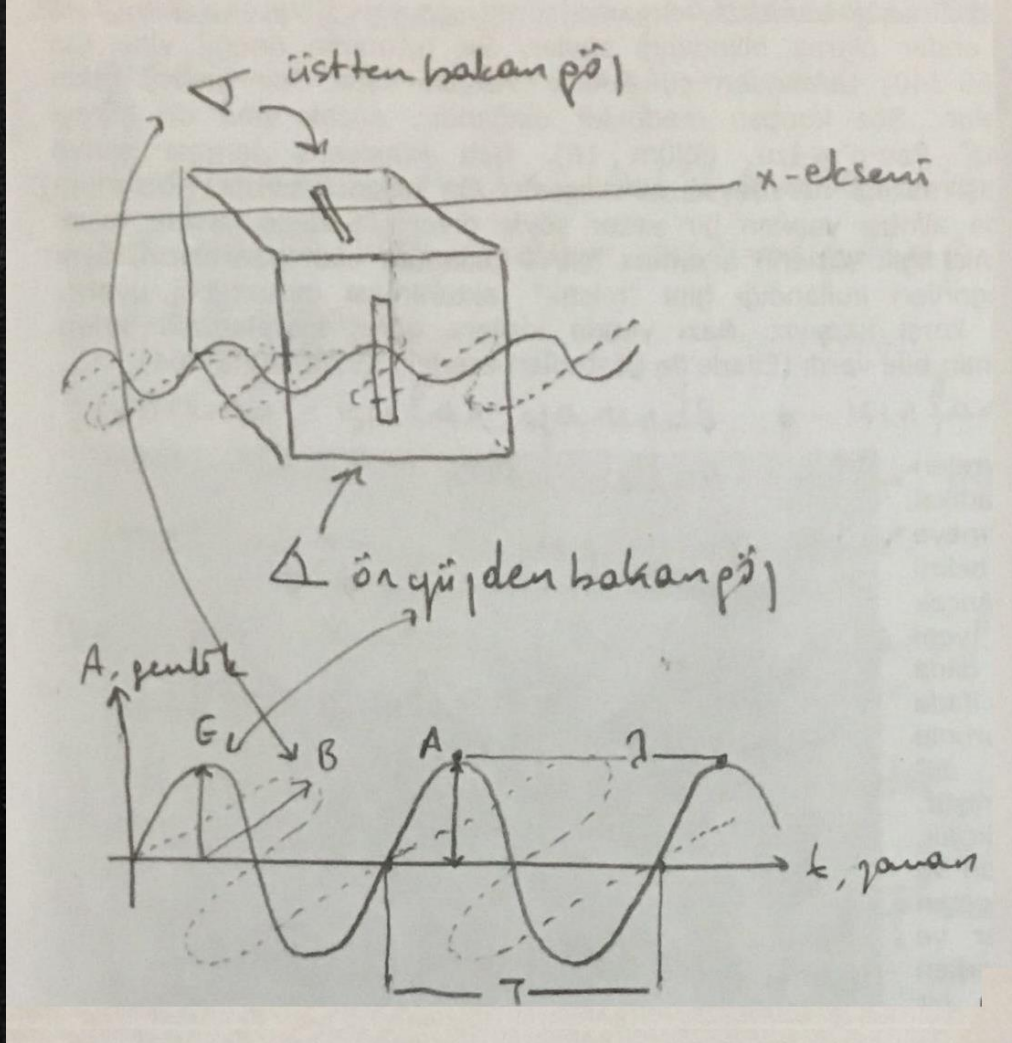




Atomun yapısı hakkında daha ayrıntılı bilgi, elektromagnetik ışımının atomlar tarafından yayılması (emisyon) ve soğurulması (adsorbsiyonu) üzerindeki çalışmalar ile kazanılmıştır.

## Elektromagnetik Işıma

Karartılmış bir kutuda, X-ekseni üzerinde üstten bakan bir göz **B**'yi görürken ön yüzden bakan göz **E**'yi görür.



**E** : elektrik alan vektörü  
**B** : magnetik alan vektörü

Dalgay

**A** : am

**$\lambda$**  : eş fazlı iki nokta arasındaki uzaklık

**T** : bir tam devir için gerekli süre

**v** : dalganın yayılma hızı, m/s,  $v = \lambda (\delta\alpha\lambda\gamma\alpha \beta\omicron\psi\upsilon) \cdot \nu (\phi\rho\epsilon\kappa\alpha\nu\sigma)$

**$\nu$**  : frekans, 1 s'de bir noktadan geçen dalgaların sayısı,  $\nu = 1/T$ , Hz, s<sup>-1</sup>

Denklemi buraya yazın.: sayısı,  $1/\lambda$ ,  $= \nu$  (frekans)/v (hızı)





# Elektromagnetik Işıma - Günümüz

- Elektromagnetik ışımının **dalga** ve **cisim** yapısında olma özelliği vardır.
- Elektromagnetik ışıma uzayda **dalga** hareketi ile ilerler.
- Işıma enerjisinin değişik şekillerinin hepsi, boşlukta aynı hıza sahiptir (ışık hızıyla  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ).
- Işıma madde ile etkileşince **cisim** gibi davranır.

Elektromagnetik ışınların 'ikili' (duality) katarteri:

Çift Yarık Deneyi (Double Slit Experiment)



[https://www.youtube.com/watch?v=q3H7wR\\_IR3w](https://www.youtube.com/watch?v=q3H7wR_IR3w)



## Siyah cisim ışıması

Cisimler sıcaklıklarına göre termal ışıma yaparlar. Düşük sıcaklıktaki cisimlerin yaptıkları ışıma gözle görülemezken, yüksek sıcaklıktaki cisimlerin yaptıkları ışımalar gözle görülebilir.

Cisimlerin sıcaklıkları arttıkça kızarmaya yani kırmızı ışık yaymaya başlarlar. Sıcaklık daha da artırılırsa cisim etrafa elektrik ampulündeki tungsten teli gibi beyaz ışık vermeye başlar.

Klasik bakış açısına göre 0 Kelvinden den ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) çok yüksek sıcaklıklara kadar olan aralıkta cisimlerin tüm dalga boylarına sahip ışın yayınlaması gerekir. Yani sürekli bir dalga boyu dağılımına sahiplerdir.

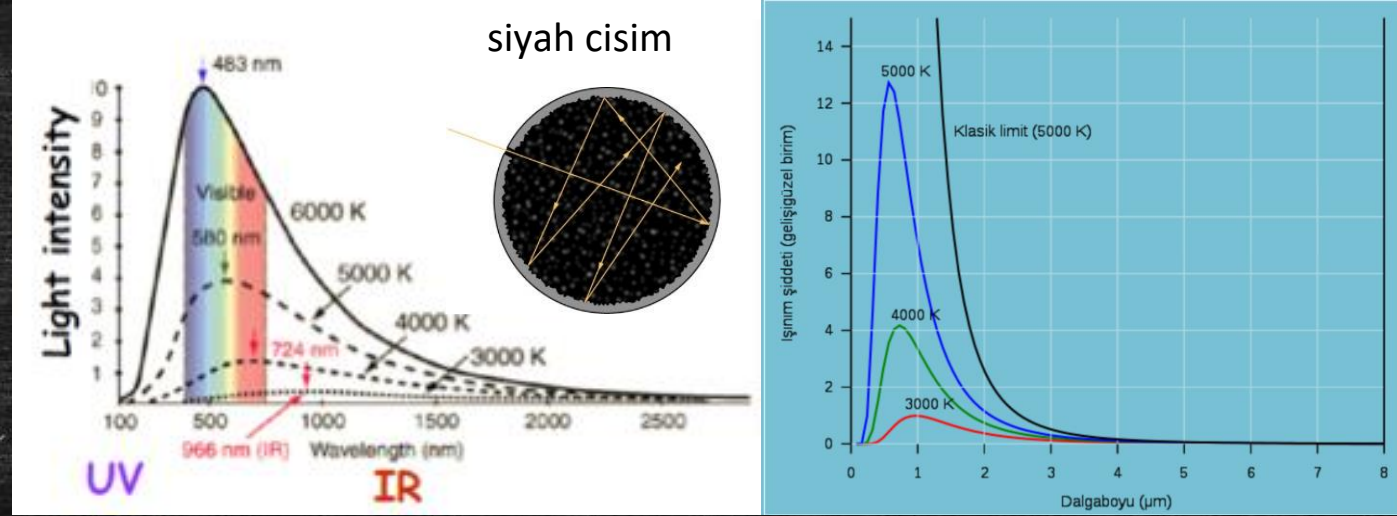
Siyah cisim ideal bir cisimdir. Ve:

1. Üzerine düşen bütün ışınları absorplar.
2. Her dalga boyunda ışıma yapar.
3. Işıma şiddeti ve spektrumu sıcaklığa bağlıdır.





Max Planck  
1858 - 1947



Max Planck ışınların dalga paketlerinden oluştuğunu varsayarak, deneysel eğriye çok iyi uyan bir teorik eğri tahmininin mümkün olduğunu gösterdi.

Planck, ışık enerjisinin kuanta denilen paketler hâlinde taşındığına dair görüşlerini açıkladıktan kısa bir süre sonra, 1905 yılında, Einstein ışık enerjisinin **foton** denilen tanecikler hâlinde yayıldığını açıkladı.

Farklı renkteki ışıkların enerjileri birbirinden farklıdır. Fotonların sahip olduğu enerji;

$$E = h \cdot \nu \Rightarrow \nu = c / \lambda \Rightarrow E = hc / \lambda \quad \text{formülünden hesaplanabilir.}$$



$$E = h \cdot \nu \Rightarrow \nu = c / \lambda \Rightarrow E = hc / \lambda$$

E enerji, J

h planck sabiti,  $6.62 \times 10^{-34}$  j.s

$\nu$  frekans, Hz veya  $s^{-1}$

c ışık hızı  $3 \times 10^8$  m/s

$\lambda$  dalga boyu, m

**Örnek:**

Dalga boyu ( $\lambda$ )  $1,54 \cdot 10^{-10}$  m olan ışımının a- frekansını ( $\nu$ ), b- enerjisini (E) bulunuz.

**Çözüm**

$$\nu = c / \lambda$$

$$\nu = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} / 1,54 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\nu = 1,95 \times 10^{18} \text{ Hz}$$

(1 Hz = 1/s)

$$E = h \cdot \nu$$

$$E = 6,62 \times 10^{-34} \cdot 1,95 \times 10^{18}$$

$$E = 12,91 \times 10^{-26} \text{ j}$$



**Soru:**

Dalga boyu 480 nm olan ışığın enerjisini hesaplayınız.

( $h = 6,62 \cdot 10^{-27}$  erg s ,  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )  $1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg}$

**Çözüm:**

$$E = h \cdot \nu$$

$$\nu = c / \lambda = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s} / 4800 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 6,24 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E = 6,629 \cdot 10^{-27} \text{ erg.s} \times 6,24 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 41,36 \cdot 10^{-13} \text{ erg}$$

**Soru:**

Frekansı  $8,0 \cdot 10^{15}$  Hz olan ışımının dalga boyunu bulunuz. Dalga boyu 200 nm olan ışımının frekansını bulunuz.

**Çözüm:**

$$\lambda = c / \nu = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} / 8 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} = 0,375 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\nu = c / \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} / 200 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$



## Örnek:

- a) Dalga boyu  $4500 \text{ \AA}$  olan ışık spektrumun mavi bölgesine düşer. Frekansını ve enerjisini hesaplayınız. b) sarı ışığın dalga boyu  $5900 \text{ \AA}$ 'dür. Frekansını ve enerjisini hesaplayınız. c) mavi ışıkla sarı ışığın enerjilerinin farkı nedir. ( $h=6.62 \cdot 10^{-34} \text{ j. s}$ ,  $1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$ ,  $1 \text{ j} = 10^7 \text{ erg}$ )

## Çözüm:

$$\text{a) } \lambda = 4500 \text{ \AA} , \lambda = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$v = c / \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 6,667 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E = h \cdot v = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ j s} \cdot 6,667 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ j}$$

$$\text{b) } \lambda = 5900 \text{ \AA} , \lambda = 5,900 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

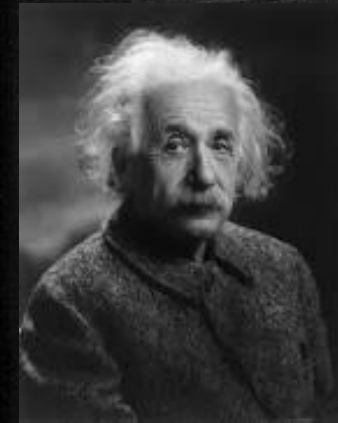
$$v = c / \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} / 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 5,08 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E = h \cdot v = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ j s} \cdot 5,08 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 3,37 \cdot 10^{-19} \text{ j}$$

$$\text{c) } \Delta E = E_1 - E_2$$

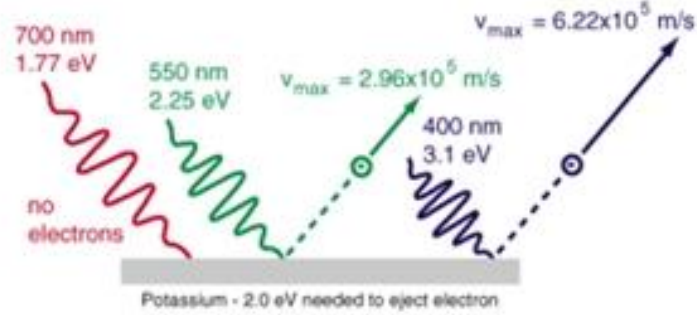
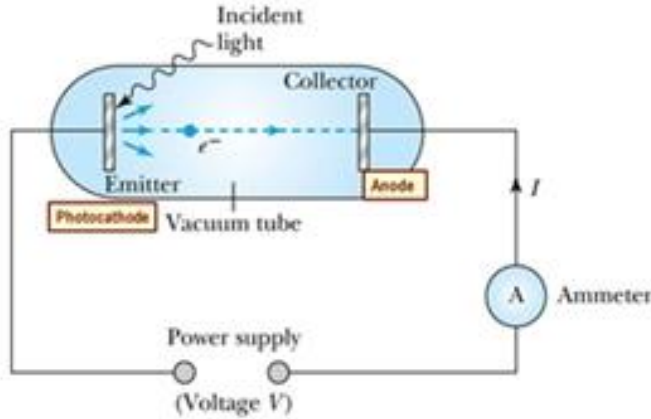
$$\Delta E = 4,42 \cdot 10^{-19} - 3,37 \cdot 10^{-19} = 1,05 \cdot 10^{-19} \text{ joule}$$





Albert Einstein  
1879 - 1955

## Photoelectric Effect Experimental Setup



## Fotoelektrik olay

Işığın metallere elektron sökmeye olayına **fotoelektrik olay**, sökülen elektronlara da **fotoelektron** denir. Elektronu koparan ışık taneciklerine de **foton** adı verilir.

Yapılan fotoelektrik deneylerinde çinko ve benzeri metallere fotoelektron sökmek için, görünür ışık yeterli olmamaktadır. Daha yüksek enerjili, örneğin mor ötesi ışınlar elektron sökmektedir. Ancak, sodyum, potasyum, lityum ve sezyum gibi alkali elementlerden görünen ışık altında bile elektron söküldüğü gözlenmektedir.

**Bu durumda elektron sökülebilmesi, hem ışığın özelliğine hem de metalin türüne bağlı olduğu ortaya çıkmaktadır.**

Einstein, bir ışık kaynağından çıkan ışınların, foton sağanağı şeklinde hareket ettiğini ve her bir fotonun,

$$E = h \cdot \nu \Rightarrow E = hc/\lambda \text{ enerjisine sahip olduğunu açıklar.}$$

Fotonların enerjisi ışık kaynağının özelliğine bağlıdır.



## Fotoelektrik olay

Fotoelektronların yüzeyden sökülmesi için gerekli en küçük enerjiye fotoelektronun bağlanma enerjisi ( $E_b$ ) veya eşik enerjisi ( $E_0$ ) denir. Frekansa ise eşik frekansı denir.  $E_0 = h \cdot \nu_0$

Başka bir deyişle metal atomundan elektron koparmak için eşik frekansından daha yüksek frekanslı ışığa kullanmak gerekir.

Işımanın enerjisi ( $E = h \cdot \nu$ ) elektron koparmak için gerekli enerjiden ( $E_0 = h \cdot \nu_0$ ) büyükse aradaki fark elektrona kinetik enerji olarak verilerek elektronun fırlatılması sağlanır.

$$E = E_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

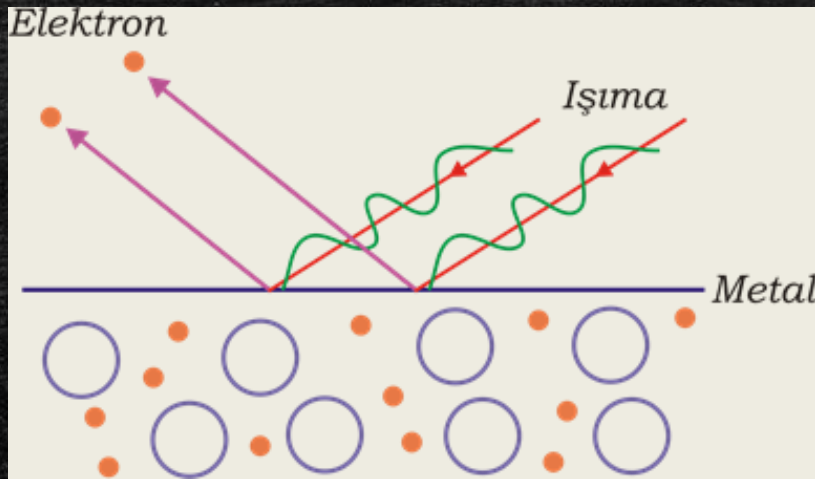
$\nu$  Nü şeklinde okunur

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

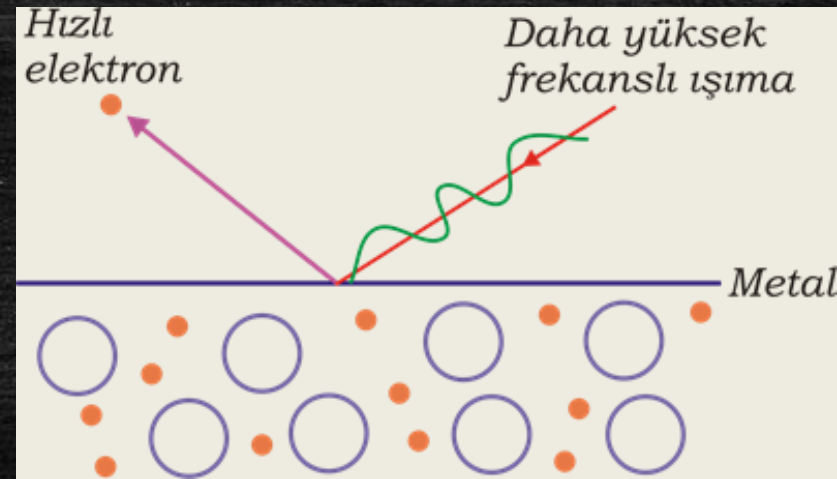


Bir foton sadece bir elektron sökebilir.

Frekansın artması sökülen elektronların kinetik enerjisini arttırır ancak sayısını değiştirmmez. Sökülen elektron sayısı değişmediği için ampermetreden geçen akım da değişmez. Akım değerinin veya fırlayan elektronların sayısının arttırılması istenirse gelen işiğin şiddeti ya da işik akısı arttırılmalıdır.



Eęer işımanın şiddeti arttırılırsa daha fazla sayıda elektron fırlar.



Işımanın enerjisi artarsa fırlayan elektronların hızı artar.



## Fotoelektrik olay

**Soru:** Bir yüzeyden elektron sökülmesi için gerekli ışığın dalga boyu  $6000 \text{ \AA}$  dur. Bu yüzeye  $4500 \text{ \AA}$  dalga boyunda ışık düşürülüyor. ( $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ )

a) Eşik enerjisini

b) Yüzeyden sökülen elektronların maksimum hızını bulunuz.

**Çözüm:**

$$\text{a) } E_b = h \cdot \nu_0 = hc/\lambda_0 = 6,62 \cdot 10^{-34} \times (3 \times 10^8 / 6 \times 10^{-7})$$

$$E_0 = 3,31 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

b) dalga boyu  $4500 \text{ \AA}$  olan fotonun enerjisi

$$E = hc/\lambda_0 = 6,62 \cdot 10^{-34} \times (3 \times 10^8 / 4,5 \times 10^{-7})$$

$$E = 4,41 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

Einstein'in fotoelektrik denklemine göre;

$$E = E_b + E_k$$

$$4,41 \cdot 10^{-15} = 3,31 \cdot 10^{-15} + \frac{1}{2} \times 9,1 \cdot 10^{-31} v^2$$

$$v = 5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$