

Max Planck Kuantum Teorisi

! Işık tanecikler halinde mi yoksa dalgalar halinde mi yayılır?

Bu teoriye göre; enerji alış-verişi sürekli bir biçimde olmayıp “kuantum enerji” denilen bir miktarı tam katları ile olmaktadır. Eğer “E” bir enerji kuantumu ise; enerji alış-verişi; 0, E, 2E, 3E,.... nE değerlerinde olabilir.

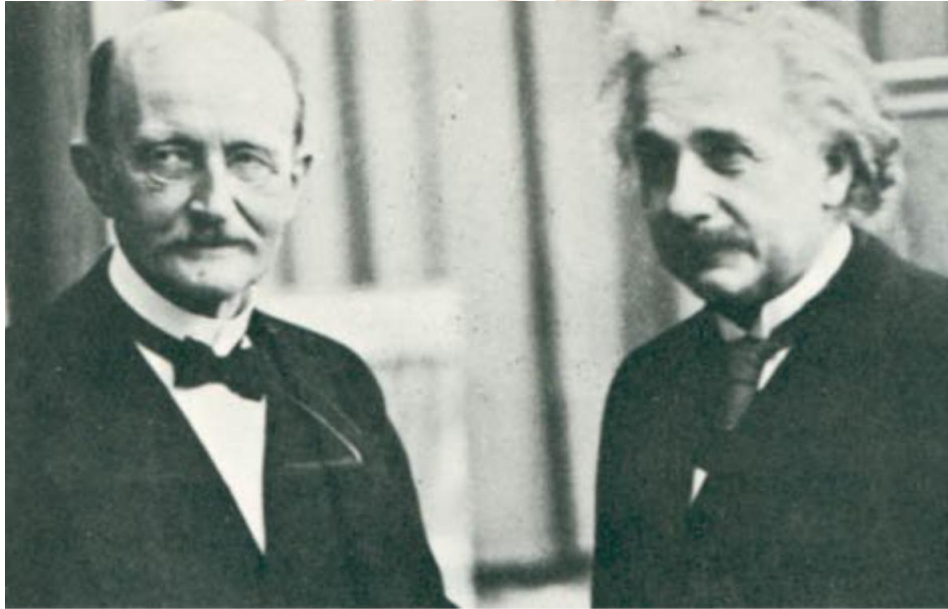
Bir kuantum enerjisi sabit bir miktar olmayıp frekansa bağlıdır.

$$E = h\nu$$

h: Plack Sabiti 6.63×10^{-27} erg.s veya 6.626×10^{-34} J.s (SI birim sistemi) [s: saniye]

v: frekans [Hertz : Hz] ($1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$) [frekans: saniyede geçen dalga sayısı]

E: Işık kuvantum enerjisi veya “foton” enerjisi.



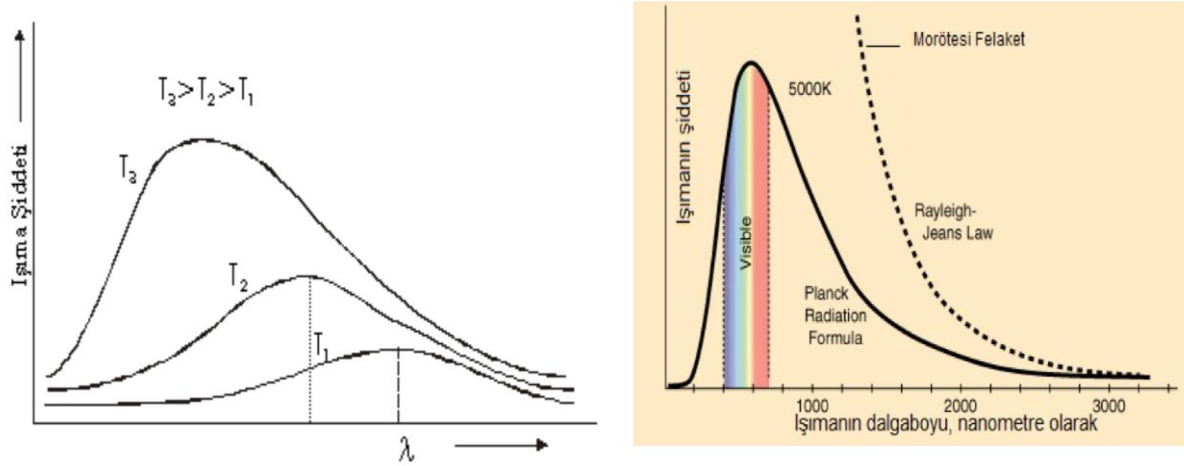
Max Planck ve Einstein

1900’lü yıllarda değişik sıcaklıklarda ısıtılan katıların yayınladığı ışıma ile ilgili veriler detaylı incelendiğinde;

Eğer bir cisim üzerine düşen tüm ışınları soğursa bu tür cisimlere **siyah cisim** adı verilir. Bununla beraber bir siyah cisim bu şekilde absorbe ettiği ışımayı dışarıya vermek zorundadır. Siyah cismin yaydığı ışıma çeşitli dalga boylarının bir karışımı şeklinde kesiksizdir. Fakat her sıcaklıkta ışımanın şiddetinin belli bir dalga boyu için maksimum bir değere ulaşır. **Düşük sıcaklıklarda maksimum ışımanın yapıldığı dalga boyu, uzun dalga boylarına karşı gelirken cismin sıcaklığının arttırılması ile birlikte cisim tarafından yapılan maksimum ışımanın yapıldığı dalga boyu da daha kısa dalga boylarına doğru kayar.**

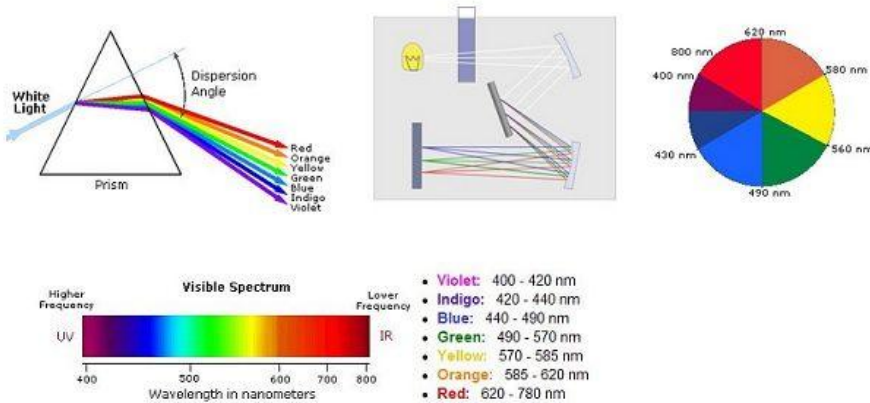
Siyah cisim görünür bölgede ışıma yaptığına kırmızı ışıma yaparken, sıcaklığı arttıkça turuncu, sarı ve maviye doğru değişen ışıma yapar. Işımanın şiddetinin ışımanın dalga boyuna bağlı olması dalga kuramına göre açıklanamaz. Çünkü dalga kuramına göre ışımanın şiddeti genliğinin karesi ile

orantılıdır. Aşağıdaki şekilde; sıcaklığın artışı ile ışıma şiddetinin dalga boyuna karşı nasıl değiştiği gösterilmiştir.



!! Radyo dalgası; en uzun dalga boyuna ve en düşük frekansa sahiptir.

!!! Görünür bölge; 400-780 nm arasındaki aralık olarak tanımlanmaktadır.



Fotoelektrik notuna bakınız...

“Planck’ın kuantum teorisi ışığın enerji paketçikleri (fotonlar) olarak davrandığını gösterirken, de Broglie maddenin de dalga özelliği taşıyabileceğini öne sürmüştür.”

Louis de Broglie Teorisi

Işığın hem dalga hem de tanecikli niteliğine dair ileri sürülen iki teoriyi ahenkli bir şekilde birleştirmiştir. Ona göre, yayılan bir dalgaya gayet küçük boyutlu ve dalganın hareketine sıkı sıkıya bağlı tanecikler eşlik eder. Aynı şekilde her harekette bulunan maddi taneciğin (elektron, proton, nötron, foton) faz dalgası denilen bir çeşit dalga hareketi vardır.

$E = h \cdot \nu$ burada $\nu = \frac{c}{\lambda}$ yazılırsa, $E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$ elde edilir.

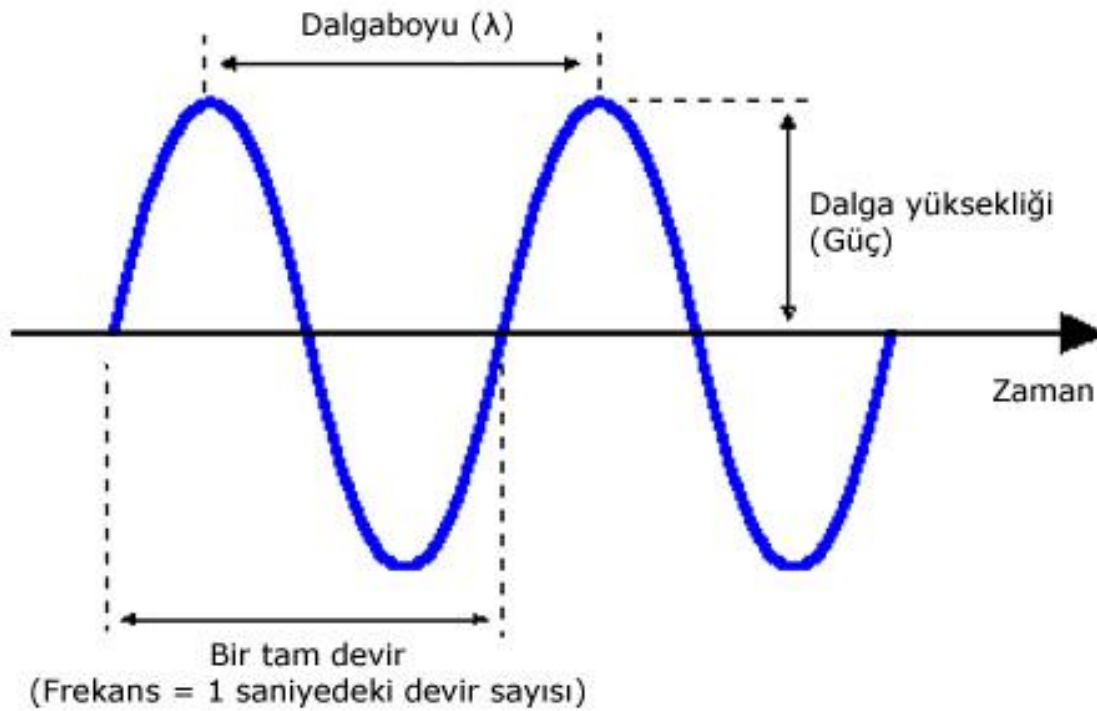
c: ışık hızı (3×10^8 m/s) veya (3×10^{10} cm/s)

Saniyede 300 milyon metre anlamına gelir (ışık hızı).

λ : dalga boyu (Birimi; metre, mikrometre ve nanometre)

☐ $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

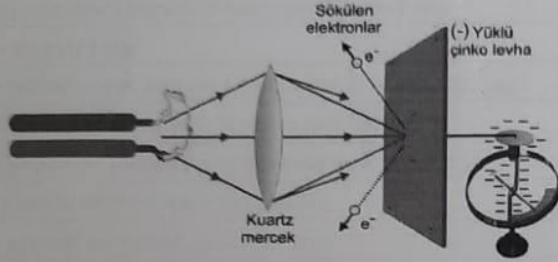
☐ $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$



FOTOELEKTRİK OLAY

FOTOELEKTRİK OLAY

Işığın yapısı için öne sürülen modellerden birisi de tanecik modelidir. Işığın tanecikli yapıda olduğunu ispatlayan bazı olaylar vardır. Fotoelektrik olayı da bu olaylardan biridir.



Negatif (-) yüklü temiz bir çinko levha elektroskopun topuzuna bağlanıp, bir ark lambasından çıkan kuvvetli ışık, ince kenarlı bir kuartz mercekten geçirilerek levha üzerine düşürüldüğünde elektroskopun yaprakları hızla kapandığı gözlenir. Bu da bize ışığın metalden elektron söktüğünü gösterir.

❖ Çinko levha (+) yüklenirse yapraklarda bir değişme gözlenmez. Bunun nedeni ışık çinko levhadan (+) yük sökmemiştir.

❖ Kuartz mercek yerine cam mercek kullanılırsa, ya da kuartz merceğin önüne cam konulursa yapraklarda değişme gözlenmez. Bunun sebebi; adi cam dalga boyu 4000 Å ile 8000 Å arasında değişen görünür ışınları geçirir. Dalga boyu 4000 Å'dan küçük olan mor ötesi ışınları geçiremez. Kuartz ise mor ötesi ışınları geçirebilir. Demek ki çinkodan elektron sökebilen ışınlar mor ötesi ışınlardır.

❖ Çinko levha yerine (-) yüklü alkali metal sürülmüş levha konulursa, cam mercek kullanıldığında ya da kuartz mercek önüne cam konulduğunda da elektroskopun yapraklarında kapanma olur. Demek ki, alkali metallerden görünür ışınlar da elektron sökebilmektedir.

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

Foton Enerjisi

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

Kütlesi olmayan ve ışık hızıyla hareket eden foton; etkileşimlere parçacık olarak girer fakat dalga olarak yayılır. Kütle çekiminden etkilenir. Farklı renkteki ışıkların enerjileri birbirinden farklıdır. Fotonların sahip olduğu enerji;

$$E = h \cdot \nu, \quad \nu = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

h : Planck sabiti ($h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s)

ν : Işığın frekansı (s^{-1})

λ : Işığın dalga boyu (m)

c : Işık hızı ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

E : Fotonun enerjisi (joule)

❖ Fotonun enerjisi; frekansı ile doğru, dalga boyu ile ters orantılıdır.

❖ Frekansın artış sırasına göre, görülebilen ışık renkleri kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor biçiminde sıralanır. Buna göre, mor ışığın enerjisi kırmızı ışığın enerjisinden büyüktür.

Işık enerjisi, ışığı oluşturan fotonların toplam enerjisidir. Işık şiddeti ise ışık kaynağından birim zamanda yayılan toplam enerjiyi ifade eder ve kaynaktan birim zamanda yayılan foton sayısı ile doğru orantılıdır. Foton enerjisi genellikle çok küçük değerlere sahip olduğu için, birim olarak joule yerine elektronvolt (eV) kullanılır.

1 Voltluk potansiyel farkı altında hızlandırılan bir elektronun kazandığı kinetik enerjiye **1 eV** denir.

1 eV = 1,6 · 10⁻¹⁹ joule , 1 J = 6,625 · 10¹⁸ eV dur.

Fotonun enerjisi eV cinsinden, dalga boyu Angström (Å) alınırsa $h \cdot c$ değeri yaklaşık olarak 12400 eV.Å değerini alır. Buna göre enerji formülü;

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{12400 \text{ (eV.Å)}}{\lambda \text{ (Å)}} \text{ olur.}$$

Işık Şiddeti

Işık kaynağından birim zamanda yayılan toplam enerjiye **ışık şiddeti** denir. Bu enerji fotonlarla taşındığına göre ışık şiddeti, birim zamanda yayılan foton sayısı ile doğru orantılıdır.

Işık Yayan Kaynağın Gücü

Güç birim zamanda yapılan iş veya harcanan enerjidir. Buna göre, kaynağın gücü,

$$P = \frac{E}{t}, \quad \Rightarrow \quad P = \frac{h \cdot c}{\lambda \cdot t} \text{ bağıntısı ile hesaplanır.}$$

n tane fotonun gücü;

$$P = \frac{n \cdot h \cdot c}{\lambda \cdot t} \text{ olur.}$$