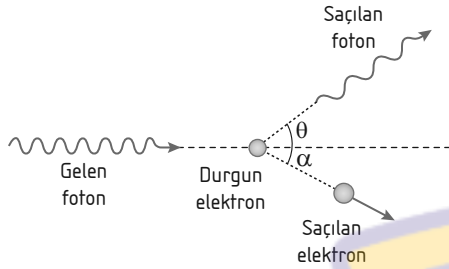




### Compton Olayı ve De Broglie Dalga Boyu

#### COMPTON OLAYI

Compton saçılması olayında, yüksek enerjili bir X ışını fotonu, bir karbon atomunun durgun elektronuna çarparak, elektronu şekilindeki gibi bir doğrultuda fırlatırken kendisi de başka bir doğrultuda saçılır.

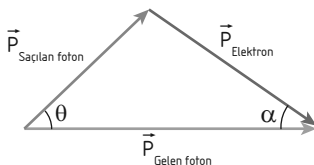


- Compton olayı, fotoelektrik olay gibi ışığın tanecikli yapıda olduğunu gösteren bir deneydir. Bu olayın sonucunda fotonların da bir momentumunun olduğu ortaya konulmuştur.
- Compton Olayında;
  - Gelen foton, saçılan foton ve elektron aynı düzlemindedir.
  - Çarpışma esnek çarpışmadır.
  - Foton çarpışma sonucunda soğurulmaz.
  - Saçılma sonucunda fotonun sürati değişmez.
  - Çarpışma esnek çarpışma olduğundan kinetik enerji korunur.

$$E_{\text{gelen foton}} = E_{\text{saçılan foton}} + E_{\text{elektron}}$$

- Gelen fotonun enerjisinin birazı elektrona, birazı da saçılan fotona aktarıldığından,  $f_{\text{gelen}} > f_{\text{saçılan}}$  ve  $\lambda_{\text{gelen}} < \lambda_{\text{saçılan}}$  olur.
- Bu olayda momentum korunur. Gelen fotonun momentumu, saçılan fotonun momentumundan büyüktür.

$$\vec{P}_{\text{gelen foton}} = \vec{P}_{\text{saçılan foton}} + \vec{P}_{\text{elektron}}$$



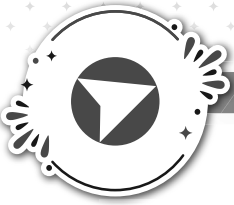
#### Tarihsel Süreç

- Compton saçılması, Arthur H. Compton tarafından 1923'te keşfedildi ve X ışınlarının elektronlarla çarpıştığında dalga boyunun değiştiğini gösterdi, bu da ışığın kuantum teorisini destekledi.
- Louis de Broglie'in 1924'teki hipotezi, dalga - parçacık ikiliğini maddelere de uygulayarak, elektronlar gibi parçacıkların da dalga özellikleri olduğunu önerdi. Bu keşifler, kuantum mekaniğinin gelişiminde ve ışık ile madde anlayışımızda önemli bir rol oynadı.

#### NOT

#### COMPTON OLAYI İLE FOTOELEKTRİK OLAYIN BENZER VE FARKLI YÖNLERİ

- Compton olayı, yüksek enerjili ışık fotonlarının atomdaki serbest elektronlara çarparak saçılmasıyla gerçekleşir. Bu nedenle Compton olayı, yüksek frekanlı X ışınları altında daha kolay gözlenirken, daha düşük frekanslı kızıl ötesi ışık altında zor gözlenir. Fotoelektrik olay ise düşük enerjili fotonların metal üzerine düşerek metalden elektron sökmeye esasına dayanır.
- Compton olayında foton soğurulmazken, fotoelektrik olayda foton soğurulur.
- Compton olayında tanecikler arasındaki etkileşimin yanı sıra esnek çarpışma gerçekleşir. Bu nedenle Compton olayı, fotoelektrik olaya göre, ışığın tanecik özelliği hakkında daha kesin deliller sunmaktadır.



## Compton Olayı ve De Broglie Dalga Boyu

## ÖSYM Benzeri

Bir karbon hedefe, X ışını fotonları gönderilerek serbest kabul edilen elektronlardan saçılan fotonların incelendiği Compton olayında, saçılan fotonların gelen fotonlara göre,

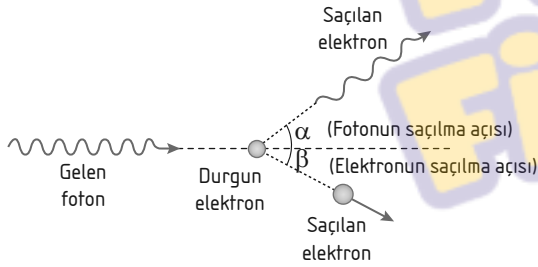
- I. Sürati değişmez.
- II. Momentum büyüklüğü azalır.
- III. Dalga boyu artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

## ÖSYM Benzeri

Bir Compton olayında foton, durgun bir elektronla şekildeki gibi çarpışarak enerjisinin yarısını yitiriyor.



Buna göre,

- I. Fotonun  $\alpha$  saçılma açısı, elektronun  $\beta$  saçılma açısına eşittir.
- II. Saçılan fotonun enerjisi, saçılan elektronun kazandığı kinetik enerjiye eşittir.
- III. Saçılan fotonun dalga boyu, gelen fotonun dalga boyunun iki katına eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

(Şekil ölçekli çizilmemiştir.)

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

## Örnek

Aynı ortamda yapılan iki farklı Compton saçılması deneyinde aynı frekanslı K ve L fotonları kullanılmıştır. Saçılma sonrasında K ve L fotonlarının dalga boyunun farklı olduğu görülmüştür.

Buna göre;

- I. saçılan fotonların momentum büyüklüğü,
- II. saçılan elektronların enerjisi,
- III. saçılan fotonların enerjisi,
- IV. saçılan fotonların saçılma açısı

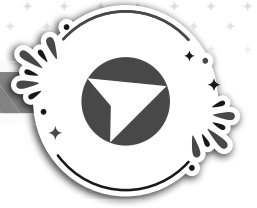
niceliklerinden hangileri kesinlikle farklıdır?

- A) I ve II                      B) I ve III                      C) II ve IV  
D) III ve IV                      E) I, II ve III

## IŞIĞIN DOĞASI

Işığın yapısı hakkında iki teori üzerinde durulmaktadır. Bunlar tanecik ve dalga teorileridir.

- ✔ Tanecik teorisini destekleyen ilk bilim insanı Newton'dır. Newton'a göre ışık, ışık kaynaklarından çıkan sonsuz küçük taneciklerden oluşur ve doğrusal olarak hareket eder.
- ✔ Işığın dalga özelliği gösterdiği fikrini ilk ileri süren Huygens'tir. Huygens, ışık kaynaklarının çok yüksek titreşimler meydana getirdiğini, bu titreşimlerin saydam ortamlarda dalgalar halinde yayıldığını ileri sürmüştür.
- ✔ Grimaldi, ışığın tek yarıktan geçtikten sonra (kırınım olayı) girişim saçakları oluşturduğunu göstermiştir.
- ✔ Young, çift yarıktan ışığın girişim yaptığını göstermiştir.
- ✔ Maxwell dalga modeline destek vermiş ve ışığı elektrik ve manyetik alanların titreşiminden oluşan bir elektromanyetik dalga olarak tanımlamıştır.
- ✔ Fotoelektrik olay ve Compton olayı ışığın dalga modelinin açıklamakta yetersiz kaldığı olaylar olmuş ve bu olaylar tanecik modeli ile açıklanabilmiştir.
- ✔ Tüm bu çalışmalar bize ışığın ikili doğaya sahip olduğunu göstermektedir. Buna göre, ışık bazı olaylarda tanecik gibi davranırken bazı olaylarda dalga gibi davranır.



### NOT

- Yalnız tanecik modelinin açıklayabildiği olaylar,
  - Fotoelektrik olay
  - Compton olayı
  - Işık basıncı
- Yalnız dalga modelinin açıklayabildiği olaylar;
  - Girişim olayı
  - Kırınım olayı
  - Ortam değiştiren ışığın aynı anda hem yansıması hem de kırılması
  - Polarizasyon (Kutuplanma)
  - Işığın renklere ayrılması
- Tanecik ve dalga modelinin ortak açıklayabildiği olaylar;
  - Işığın yansıması
  - Işık akısı
  - Işığın doğrusal yayılması
  - Işığın birbiri içinden geçmesi
  - Kırılma
  - Gölge oluşumu

### Örnek

**Işığın tanecik doğası ile açıklanabilen olaylara;**

- I. fotoelektrik,
- II. Compton,
- III. ışığın girişimi

**olaylarından hangileri örnek olarak verilebilir?**

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

### ÖSYM Benzeri

**Bir foton,**

- I. Compton olayı oluşturduğunda enerjisinin bir kısmını yitirir.
- II. Compton olayı oluşturduğunda dalga boyu azalır.
- III. Fotoelektrik olayı oluşturduğunda enerjisinin tümünü yitirir.
- IV. Bir atomu uyardığında enerjisinin tümünü yitirir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

- A) I ve II                      B) I ve III                      C) II ve IV  
D) III ve IV                      E) I, III ve IV

### MADDE VE DALGA ARASINDAKİ İLİŞKİ (DE BROGLİE DALGA BOYU)

De Broglie, fotonların hem parçacık hem de dalga doğasına sahip oldukları gibi maddenin de bu iki özelliğe sahip olabileceğini belirtmiştir. De Broglie'ye göre elektronlar tıpkı ışık gibi hem parça hem de dalga doğasına sahiptir ve her elektrona bir dalga eşlik etmektedir.

- Einstein'a göre fotonlar hiçbir sistemde durgun olamaz. Dolayısıyla durgun kütleleri sıfırdır. Bir fotonun momentumu ile enerjisi arasında aşağıdaki ilişki vardır.

$$E = P \cdot c$$

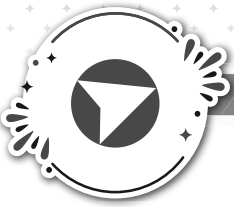
- Fotonun enerjisi,  $E = h \cdot f$  ile hesaplanıyordu. Üsteki formülde yerine yazıldığında,  $h \cdot f = P \cdot c \Rightarrow P \cdot c = \frac{hc}{\lambda}$  elde edilir.
- c'ler sadeleştirildiğinde, kütlesi m, hızı v, momentumu P olan bir parçacığa eşlik eden madde dalgalarının De Broglie dalga boyu bağıntısı türetilir.

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

ya da

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

- Buna göre, bir parçacığa eşlik eden dalgalara **madde dalgaları**, bu dalgaların dalga boyuna da **De Broglie dalga boyu** denir.

**Örnek**

De Broglie dalga boyları eşit olan iki parçacık için;

- I. momentum büyüklüğü,
- II. kütle,
- III. hız büyüklüğü

niceliklerinden hangilerinin büyüklükleri kesinlikle eşittir?

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

**Örnek**

X, Y ve Z taneciklerinin kütle ve hız değerleri tablodaki gibidir.

|   | Kütle | Hız |
|---|-------|-----|
| X | 2m    | v   |
| Y | m     | 2v  |
| Z | 3m    | v   |

Bu taneciklerin De Broglie dalga boyları sırasıyla  $\lambda_X$ ,  $\lambda_Y$  ve  $\lambda_Z$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $\lambda_X = \lambda_Y > \lambda_Z$                       B)  $\lambda_Z > \lambda_Y > \lambda_X$                       C)  $\lambda_Z > \lambda_X = \lambda_Y$   
D)  $\lambda_Y = \lambda_Z > \lambda_X$                       E)  $\lambda_X > \lambda_Y = \lambda_Z$

**GÜNLÜK HAYAT VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ**

- Tıbbi X ışınlarında, X ışını makinesinden gelen fotonlar vücudunuzdaki elektronlarla etkileşime girer ve bu fotonlardan bazıları Compton etkisi nedeniyle saçılır. Bu saçılma, kemik ve dokuların görüntülerinin oluşmasına yardımcı olur.
- Elektron mikroskopları, nesneleri çok küçük ölçeklerde görselleştirmek için ışık yerine elektronları kullanır. De Broglie'ye göre, elektronlar gibi parçacıklar dalgalar gibi davranabilir ve dalga boyları momentumlarına bağlıdır. Elektron mikroskoplarında, elektronlar yüksek hızlara hızlandırılır ve dalga benzeri davranışları sayesinde bilim insanları, geleneksel ışık mikroskoplarıyla görülemeyen küçük ayrıntıları çözebilir. De Broglie dalga boyu konsepti, bu güçlü görüntüleme tekniğinin temelini oluşturur.



Elektron mikroskopu

- Compton kameraları, nükleer tıpta radyoaktif izleyiciler tarafından yayılan gama ışınlarını görüntülemek için kullanılır. Kamera, Compton saçılmasına uğramış gama ışınlarını algılar ve bu ışınların vücutta nereden yayıldığını yeniden oluşturur. Bu görüntüleme tekniği, Compton etkisi ve gelişmiş dedektörlerin prensiplerini birleştirerek kanser tedavilerinde tıbbi teşhisler için görüntüler üretir.
- Kanser tedavisinde kullanılan radyasyon tedavisi, yüksek enerjili fotonları (X ışınları veya gama ışınları) kanser hücrelerini hedef almak ve yok etmek için kullanır. Bu fotonlar vücuttan geçerken Compton saçılmasına uğrar ve vücut dokularındaki elektronlarla etkileşir.
- Compton etkisinin anlaşılması, doktorların radyasyonun vücutta nasıl yayılacağını hesaplamalarına olanak tanır, böylece tedavi tümör üzerinde yoğunlaşırken sağlıklı dokulara verilen zarar en aza indirilir.