

COMPTON OLAYI

Fotoelektrik olayın Einstein tarafından matematiksel denklemlerle ifade edilmesi, fizikçilerin ışığın tanecik modeli üzerinde yoğunlaşmasını sağladı. Einstein ışığı tanecik olarak tanımladığı için fotonların momentumu da olmalıydı.

Einstein bir ışık taneciğinin $P = \frac{E}{c} \rightarrow E = h.f$
 $\rightarrow c = \lambda.f$

$$P = \frac{h.f}{\lambda.f} \quad \boxed{P = \frac{h}{\lambda}} \rightarrow \text{Planck sabiti}$$

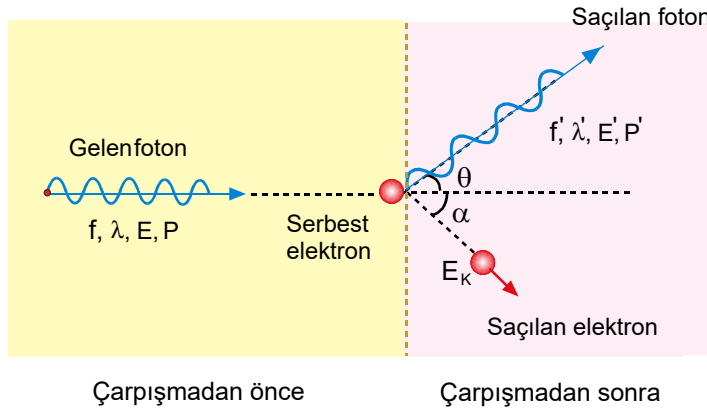
şeklinde momentuma sahip olduğunu öngörüyordu.

Ancak bu fikir Arthur Holly Compton'un kendi adıyla anılan deneyini gerçekleştirdiği ana kadar itibar görmedi.

Amerikalı fizikçi Arthur H. Compton 1923 yılında ; yüksek enerjili X ışınları fotonunun karbon atomunun serbest elektronuna çarparak, elektronu bir doğrultuda fırlatırken, kendisinin de herhangi bir doğrultuda saçılması olayını gözlemledi.

X ışını fotonunun C atomunun serbest elektronu ile çarpışarak saçılması olayına **Compton Olayı** denir.

Bu olay, fotonların momentumlarının olduğunu gösteren ve ışığın tanecikli karakterini doğrulayan önemli bir olaydır.



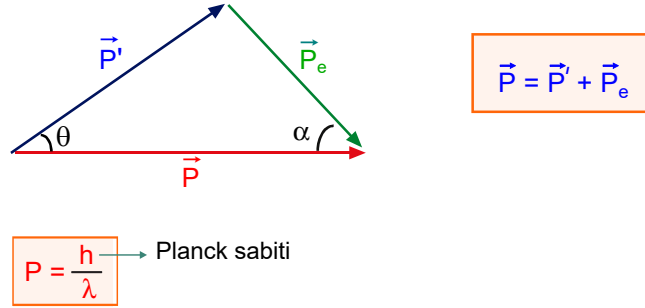
- ❖ Saçılma olayı aynı düzlem içinde gerçekleşir.
- ❖ Foton çarpışmadan önce ve çarpışmadan sonra aynı hızla yani ışık hızı (c) ile yayılır.
- ❖ Çarpışma tam esnek olup enerji korunur.

$$E = E' + E_k$$

Gelen fotonun enerjisi = Saçılan fotonun enerjisi + Saçılan elektronun kinetik enerjisi

$E > E'$
$f > f'$
$\lambda < \lambda'$
$v = v' = c > v_e$

- ❖ Compton olayında momentum korunur. Gelen fotonun momentumu saçılan fotonun momentumu ile saçılan elektronun momentumlarının vektörel toplamına eşittir.



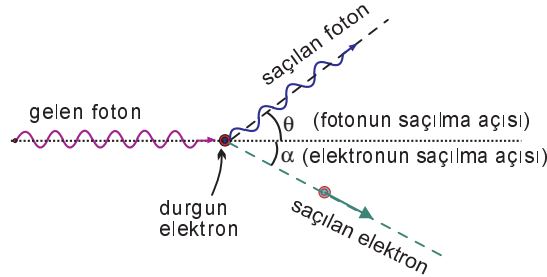
olduğu hatırlanırsa, fotonların çevresindeki dalgaların dalga boyu momentumları dalga boyları ile ters orantılıdır.

Saçılan fotonun dalga boyu, gelen fotonun dalga boyundan büyük olduğuna göre;

$$\lambda < \lambda' \implies P > P' \text{ olduğu görülür.}$$

Gelen fotonun momentumu saçılan fotonun momentumundan her zaman daha büyüktür.

Ancak elektronun momentumunun büyüklüğü hakkında konuşabilmek için diyagramdaki α ve θ açılarının büyüklüğünün bilinmesi gerekir.



Compton olayında fotonun soğrulup soğrulmadığıyla ilgili iki görüş vardır.

1. görüş : **Foton soğurulmaz.** Gelen foton enerjisi ve momentumu değişmiş olarak saçılır.
2. görüş : **Foton soğurulur.** Fotonun enerjisi elek-trona aktarılır, ivmeli harekete elektron yeni bir foton salar. Çünkü ivmeli hareket yapan yüklü parçacıklar ışıma yapar. Bu durum çok kısa sürede gerçekleştiği için foton saçılmış gibi olur.

Burada ÖSYM'nin dikkate aldığı görüş 1. görüştür.

De Broglie Hipotezi

Lewis de Broglie 1923 de doktora tezinde fotonlar hem dalga hem de parçacık özelliklerine sahip oldukları için, belki maddenin her türlü şeklinin de her iki özelliğe de sahip olacağını iddia etti. Bu o günlerde hiçbir deneysel dayanağı olmayan büyük bir devrim yaratacak bir fikirdi. De Broglie'ye göre elektronlar, tıpkı ışık gibi ikili parçacık-dalga doğasına sahiptirler. Her bir elektrona eşlik eden bir dalga vardır. De Broglie bu tezi ile 1929 da Nobel Ödülü almıştır.

Einstein'a göre ışık foton denilen taneciklerden oluştuğuna göre ,

$P = \frac{h}{\lambda}$ ile hesaplanan momentumları olmalıydı. Bu görüş Compton tarafından da doğrulanmıştır.

öyleyse momentumları olan maddesel varlıklara da bir dalga eşlik etmelidir.

bu dalgaların dalga boyu $P = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{P} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{m.v}$ ile hesaplanır.

m kütleli bir cisim v hızı ile hareket ediyorsa bu maddeye $\lambda = \frac{h}{m.v}$ ile hesaplanan bir dalga eşlik etmelidir.

Bu dalgalara **Madde dalgaları veya de Broglie dalgaları** denir.

Bu hipotez maddenin dalga-parçacık ikiliğini yansıtan önemli bir kavramdır.

Örnek: 1. Yüksek enerjili bir foton durmakta olan bir elektrona çarpıyor.

Buna göre, saçılan fotonun;

- I. Hızı
- II. Momentumu
- III. Enerjisi

niceliklerinden hangileri azalır?

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

Örnek: 2. I. Işığın yansıması

- II. Fotoelektrik
- III. Compton

Olaylarından hangilerinin gerçekleşmesi için, foton soğurulması gerekir? (1992/II)

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

Örnek: 3. Işığın tanecik özelliğini,

I. Compton

II. Fotoelektrik

III. Işığın kırınımı

IV. Işığın, bir ortama girerken aynı anda kırılması ve yansması

olaylarından hangileri doğrudur? (1990/II)

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

Örnek: 4. Bir γ fotonu ve bir serbest elektronun etkileşiminde gözlenen Compton olayı için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır? (1991/II)

- A)** Saçılan fotonun dalgaboyu, gelen fotonun dalgaboyundan büyüktür.
B) Saçılan fotonun frekansı, gelen fotonun frekansından küçüktür.
C) Saçılan elektronun ve saçılan fotonun enerjilerinin toplamı, gelen fotonun enerjisine eşittir.
D) Saçılan elektronun ve saçılan fotonun momentum vektörlerinin toplamı gelen fotonun momentum vektörüne eşittir.
► **E)** Saçılan fotonla gelen fotonun hızları aynı doğrultudadır.

Örnek: 5. Bir elektron, bir proton ve bir fotonun de Broglie dalga boyları birbirine eşit, momentumları da sırasıyla P_e , P_p , P_f dir.

Buna göre, P_e , P_p , P_f arasındaki ilişki nedir?
(1992/II)

- A)** $P_f < P_e = P_p$ ► **B)** $P_e = P_p = P_f$ **C)** $P_e < P_p < P_f$
D) $P_p < P_f < P_e$ **E)** $P_f < P_p < P_e$

Örnek: 6. De Broglie dalga boyu λ olan bir parçacığın hızı v dir.

Parçacığın, bu hızdaki kütlesi aşağıdakilerden hangisine eşittir? (h , planck sabittir) (1994/II)

- **A)** $\frac{h}{\lambda \cdot v}$ **B)** $\frac{v}{h \cdot \lambda}$ **C)** $\frac{h^2}{v^2}$
D) $\lambda \cdot v^2$ **E)** $h \cdot \lambda \cdot v$

Örnek: 7. Compton olayında λ_1 dalga boyu bir foton, durmakta olan elektronla etkileştiğinde, saçılan fotonun dalga boyu λ_2 , elektronun kinetik enerjisi de E oluyor.

Buna göre, E aşağıdakilerden hangisine eşittir?

(c: ışık hızı; h: Planck sabiti) (1997/II)

A) $hc(\lambda_1 - \lambda_2)$

B) $hc(\lambda_1 + \lambda_2)$

C) $\frac{hc}{\lambda_1 - \lambda_2}$

►D) $hc\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)$

E) $\frac{hc}{\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}}$

Örnek: 8. Compton olayında, λ dalga boyu bir foton, elektronla etkileştikten sonra, momentumunun büyüklüğünün $\frac{1}{3}$ ünü kaybederek saçılıyor.

Buna göre, saçılan fotonun dalga boyu kaç λ dır?
(2006 T2)

A) $\frac{4}{9}$

B) $\frac{2}{3}$

C) 1

D) $\frac{9}{4}$

►E) $\frac{3}{2}$

Örnek: 9. Bir foton,

I. Compton olayı oluşturduğunda enerjisinin tümünü yitirir.

II. Bir atomu uyardığında enerjisinin tümünü yitirir.

III. Fotoelektrik olayı oluşturduğunda enerjisinin tümünü yitirir.

yargılarından hangileri doğrudur? (2007 T2)

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

►E) II ve III

Örnek: 10. Compton olayında λ dalga boyu bir foton, elektronla etkileştikten sonra, momentumunun büyüklüğünün $\frac{2}{5}$ ini kaybederek saçılıyor.

Buna göre, saçılan fotonun dalga boyu kaç λ dır?

A) $\frac{5}{2}$

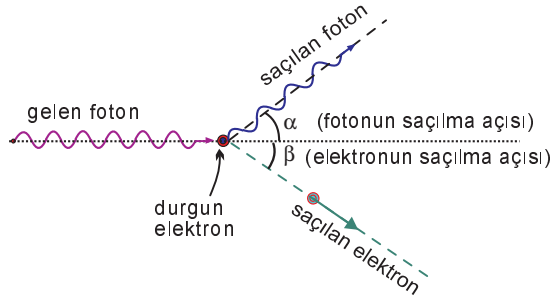
►B) $\frac{5}{3}$

C) $\frac{3}{5}$

D) $\frac{2}{5}$

E) $\frac{1}{5}$

Örnek: 11.



Bir Compton olayında foton durgun bir elektronla şekildeki gibi çarpışarak momentumunun $\frac{1}{3}$ ünü yitiriyor.

Buna göre,

- I. Fotonun α saçılma açısı, elektronun β saçılma açısından büyüktür.
- II. Saçılan fotonun enerjisi, saçılan elektronun kinetik enerjisinden büyüktür.
- III. Saçılan fotonun hızı, saçılan elektronun hızından büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Şekil ölçekli çizilmemiştir.) (2008 T2)

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

Örnek: 12. Compton olayında bir foton bir elektronla etkileştiğinde enerjisinin %30'unu kaybediyor.

Gelen fotonun enerjisi E_g saçılanın ki E_s olduğuna göre,

$\frac{E_g}{E_s}$ **oranı kaçtır?**

- A)** $\frac{10}{7}$ **B)** $\frac{5}{4}$ **C)** $\frac{5}{3}$ **D)** $\frac{10}{3}$ **E)** $\frac{15}{4}$