

KONU COMPTON SAÇILMASI VE DE BROGLIE DALGA BOYU

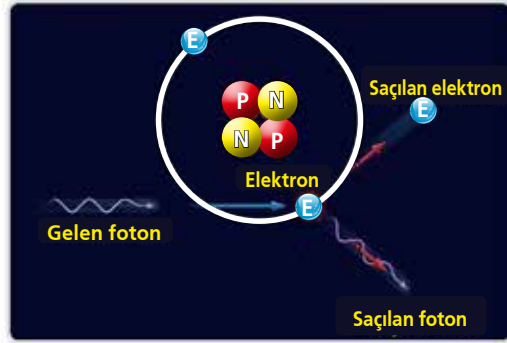
1919 yılında Einstein, ışık fotonlarının doğrusal bir momentuma sahip olduğunu ileri sürmüştü, fotonların atom ile etkileşimlerinde soğurulmalar veya yayınlanmalar olabilmesi için atoma enerji ve momentum aktarılması gerektiğini söylemiştir.

Einstein, enerjisi $E_f = h \cdot f$ olan bir fotonun momentumu için

$$P = E_f / c \quad P = (h \cdot f) / c$$

bağıntılarını ileri sürmüştür.

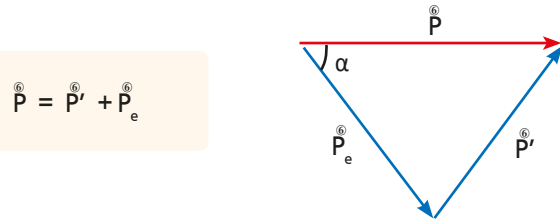
Arthur Holly Compton, fotonların hem enerji hem de momentum taşıdığı fikrini destekleyen bir deney yapar. Compton, bir karbon hedefe X-ışınları gönderir. Elektronlara çarpıp saçılan X-ışınlarının şiddetini ve dalga boyunu ölçerek saçılmanın klasik dalga teorisi ile açıklanamayacağını gösteren önemli sonuçlara ulaşır.



Bir elektrona gönderilen enerjisi E, frekansı f ve dalga boyu λ olan X-ışını fotonu bu çarpışma sırasında bir parçacık gibi davranarak elektronun saçılmasını sağlar.

Foton ve elektronun çarpışması, merkezi olmayan esnek çarpışma şeklinde gerçekleşir.

Momentumun korunumu yasası gereği, gelen fotonun momentumu (P), saçılan fotonun momentumu (P') ile saçılan elektronun momentumunun (Pe) vektörel toplamına eşittir.



$$\vec{P} = \vec{P}' + \vec{P}_e$$

Enerjinin korunumu yasasından, gelen fotonun enerjisi (Ef) saçılan fotonun enerjisi (Ef') saçılan elektronun kinetik enerjisi (Ee) ise

$$E_f = E_f' + E_e$$

Gelen fotonun enerjisi saçılan fotonun enerjisinden büyüktür.

$$E_f > E_f'$$

Fotonların enerjileri frekansları ile doğru orantılı olduğundan gelen fotonun frekansı (f) saçılan fotonun frekansından (f') daha büyük olur.

Compton saçılması sırasında fotonun dalga boyu ve frekansı değişse de aynı ortamda ilerleyen fotonların hızlarının büyüklükleri eşit olduğundan gelen ve saçılan fotonların hızlarının büyüklükleri de eşit olur.

Elektronun hızı ise fotonların hızından daha küçüktür. Compton Saçılmasında;

- Foton soğurulmaz.
- Gelen foton, saçılan foton ve elektron aynı düzlemedir.
- Fotonun çarpışmadan önceki ve sonraki hızı (c) aynıdır.

Foton ışık hızıyla hareketine devam eder.

• Çarpışmadan sonra fotonun enerjisi ve frekansı azalır ($E > E'$ ve $f > f'$).

• Saçılan fotonun dalga boyu gelen fotonun dalga boyundan büyüktür ($\lambda < \lambda'$).

• Çarpışma esnek olduğundan enerji korunur.

Çarpışmadan önceki enerji çarpışmadan sonraki enerjiye eşittir.

Momentum korunur. Gelen fotonun momentumu (P), çarpışmadan sonra saçılan fotonun momentumu (P') ile saçılan elektronun momentumunun (Pe) vektörel toplamına eşittir. Işığın tanecikli yapısını destekler.

Compton ve Fotoelektrik Olaylarının Benzer Yönleri:

Aynı durum metal yüzeyinden koparılan fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri için de geçerlidir. Işık şiddeti artırıldığında yüzeye düşen foton sayısı artar, buna bağlı olarak yüzeyi terk eden fotoelektronların sayısı da artar. Ancak fotoelektronların maksimum kinetik enerjilerinde bir değişiklik olmaz.

Fotoelektrik olayında dalga doğasının açıklayamadığı bir nokta da fotoelektronların metalden ayrılma sürecidir. Fotoelektrik olayı gibi Compton olayı da ışığın dalga doğası tarafından açıklanamamıştır. Compton olayında klasik fizik tarafından açıklanamayan bir diğer nokta da saçılan elektronların gelen fotonların doğrultusunda olmayıp bu doğrultu ile belli bir açı yapmasıdır. Fotoelektrik olayında da Compton olayında da ışık dalga olarak değil tanecik olarak davranmıştır.

Newton, ışığın tanecik yapısını kullanarak kırılma ve yansımaya olaylarını açıklamıştır. Christian Huygens, ışığın dalga teorisinin yansımaya ve kırılma olaylarını da açıkladığını kanıtlamış ancak bu görüş destek görmemiştir. Thomas Young, girişim deneyini yaparak ışığın dalga doğasını açıkça ortaya koymuştur. Einstein, ortaya koyduğu teoriyle ışığın

Işık Olayı	Tanecik Doğası	Dalga Doğası
Gölge oluşması		
Kırılma		
Işığın doğrusal yol boyunca yayılması		
Işığın birbiri içerisinde etkilenmeden geçmesi		
Yansımaya		
Işık akışı		

Işık Olayı	Tanecik Doğası	Dalga Doğası
Fotoelektrik olayı		
Compton saçılması		
Polarizasyon (Kutuplanma)		
Girişim		
Ortam değiştiren ışığın bir kısmının kırılıp bir kısmının yansması		

foton adı verilen enerji paketlerinden oluştuğunu belirtmiştir.

Bu durumlar ışığın ikili doğaya sahip olduğunu gösterir. Işık bazı olaylarda tanecik gibi davranırken bazı olaylarda dalga yapısına sahiptir.

Madde ve Dalga Arasındaki İlişki: Louis de Broglie, 1923 yılında doktora tezinde fotonların hem parçacık hem de dalga doğasına sahip oldukları gibi maddenin her türlü hâlinin de iki özelliğe sahip olabileceğini belirtmiştir.

Broglie'ye göre elektronlar da ışık gibi ikili parçacık-dalga yapısına sahiptir. Hareket eden her elektrona bir dalga eşlik eder. Parçacıklara eşlik eden dalgalara madde dalgası denir.

Momentumu P olan maddesel parçacıkların dalga boyu Broglie tarafından

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

şeklinde ifade edilmiştir.

Kütlesi m, hızı v olan parçacığın momentumunun büyüklüğü

$$P = m \cdot v$$

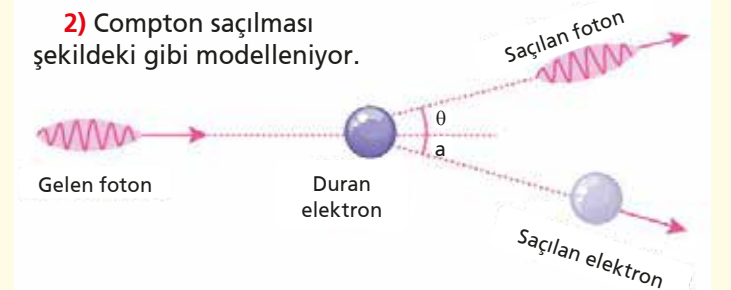
olduğundan Broglie dalga boyu: $\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{m \cdot v}$

SORULAR

1) Compton olayında gelen foton serbest elektronla çarpıştıktan sonra enerjisinin 3/4 'ünü kaybederek saçılıyor. Buna göre, gelen fotonun frekansının saçılan fotonun frekansına oranı kaçtır?

- A) 1/4 B) 3/4 C) 1 D) 3 E) 4

2) Compton saçılması şeklindeki gibi modelleniyor.



Bu durumda, saçılan fotonun gelen fotona göre, dalga boyu, momentumu ve frekansı nasıl değişir?

- A) Dalga boyu değişmez, momentumu azalır ve frekansı artar.
B) Dalga boyu artar, momentumu artar ve frekansı azalır.
C) Dalga boyu artar, momentumu ve frekansı azalır.
D) Dalga boyu ve momentum azalır, frekansı artar.
E) Dalga boyu ve momentumu değişmez, frekansı azalır.