

KLASİK MEKANİK 10. HAFTA UYGULAMA

1. Soru: Bir parçacık fizikçisi, Krapton adını verdiği; +2 yüklü ve kütlesi 2 olan yeni bir parçacığın varlığını önerdi. Bunun reaksiyondaki iki protonun çarpışmasıyla üretilebileceğini hesapladı;

$$p^+ + p^+ + 10 \text{ MeV} \rightarrow K^{++}.$$

Teorisini doğrulamak için fon bulamadı, protonları 16 *MeV* enerjiye hızlandırdığı ve onları sabit bir hidrojen hedefini bombardıman etmek için kullandığı kendi ekipmanını yaptı. Bu parçacık fizikçisi, Krapton yapmayı başarabilir mi?

Çözüm: Kinetik enerjisi E olan bir protonun, hareketsiz halde proton ile çarpıştığını varsayalım. Daha sonrasında bu sistemin doğrusal momentumu $(2mE)^{1/2}$ olacaktır. Burada m protonun kütlesidir. Bu doğrusal momentum, çarpışma tarafından korunur, böylece $2m$ kütleli bir Krapton üretilirse, doğrusal momentuma $(2mE)^{1/2}$ ve $E/2$ kinetik enerjiye sahip olur. Dolayısıyla Krapton ekipmanı için başlangıç enerjisinin sadece 8 *MeV*'i mevcuttur, dolayısıyla

$$K_1 - K_2 = \frac{p^2}{2m} - \frac{p^2}{2(2m)} = 16 \text{ MeV} - 8 \text{ MeV} < 10 \text{ MeV}$$

fizikçinin kendi hesabına göre bu yeterli değildir.

- Öte yandan, iki 5 *MeV*'lik proton arasında kafa kafaya çarpışma yeterli olacaktır. Neden?

Bu durumda; $K_1 = K_2 = \frac{K_1}{2} = 5 \text{ MeV}$ eşitliğine sahip olduğundan 5 *MeV* yeterli olmaktadır.

Yani, kafa kafaya çarpıştırılan iki proton 5 *MeV*'e kadar hızlandırıldıklarında Krapton parçacığı üretilebilirken, tek bir proton hızlandırıldığında 20 *MeV*'e kadar hızlandırılmalıdır.

2. Soru: Kinetik enerjisi E olan bir elektron ile hareketsiz bir elektron arasındaki elastik bir çarpışmada, gelen elektronun 30° 'lik bir açı ile saptığı gözlemlenmiştir. Çarpışmadan sonra iki elektronun enerjileri nelerdir?

Çözüm: Çarpışma elastik olduğundan ve elektronlar eşit kütleye sahip olduğundan, ortaya çıkan yollar arasındaki açılma açısı 90° olmalıdır. Dolayısıyla hedef elektron, gelen elektronun başlangıç yönüne 60° açıyla geri dönmelidir. Gelen elektronun hızı u ve çarpışmadan sonra elektronların hızları sırasıyla u_1 ve u_2 olsun. Böylece doğrusal momentumun korunumu şunu ifade eder;

$$mu = mu_1 \cos 30^\circ + mu_2 \cos 60^\circ$$

$$0 = mu_1 \sin 30^\circ - mu_2 \sin 60^\circ$$

Buradan da; $u_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}u$ ve $u_2 = \frac{1}{2}u$ olarak elde edilir. Dolayısıyla çarpışmadan sonra elektronlar sırasıyla; $\frac{3}{4}E$ ve $\frac{E}{4}$ enerjilerine sahip olurlar.

3. Soru: Kütleleri m_1 ve m_2 olan P_1 ve P_2 parçacıkları, karşılıklı çekim kuvvetleri altında serbestçe hareket edebilmektedir. Başlangıçta her iki parçacıkta hareketsizdir ve aralarındaki mesafe c kadardır. P_2 'den kaçmak için P_1 hangi hızda atılmalıdır?

Çözüm: Bu karşılıklı bir çekim olduğu için, kuralımızı şu şekilde alıyoruz; P_1 'in P_2 'ye göre hareketi, P_2 'nin sabit tutulmasıyla ve G yerçekimi sabitinin G' ile yer değiştirmesiyle aynıdır. Burada;

$$G' = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_2} \right) G$$

şeklindedir.

Tek cisim teorisinden, P_1 'in pozitif enerjiye sahipse, sabit bir P_2 'den kaçacağını biliyoruz. Bu da eğer,

$$\frac{1}{2}m_1 V^2 - \frac{m_1 m_2 G}{c} \geq 0$$

durumunda mümkün.

Dolayısıyla, P_2 sabit olmadığında yani;

$$\frac{1}{2}m_1V^2 - \frac{m_1m_2G'}{c} \geq 0$$

durumunda P_1 kaçacaktır.

Böylece bizim için kaçış koşulu;

$$V^2 \geq \frac{2(m_1 + m_2)G}{c}$$

şeklindedir.