

# 12. HAFTA

## BÖLÜM 6 : GÖRELİ DİNAMİK PROBLEMLERİ

YÜKLÜ BİR PARÇACIĞIN ELEKTRİK ALANDA İVMELENMESİ  
KÜTLE MERKEZİ SİSTEMİ VE EŞİK ENERJİ

# YÜKLÜ BİR PARÇACIĞIN ELEKTRİK ALANDA İVMELENMESİ

- Yükü  $q$  ve durgun kütlesi  $M$  olan bir parçacık düzgün ve değişmeyen bir elektriksel alanda hareket ediyorsa yaptığı hareket aşağıdaki denklem ile gösterilebilir.

$$\dot{p}_x = q\epsilon_{\bar{x}}$$

- $\epsilon$  elektrik alan şiddetidir. Elektrik alan boyuna olsun.

# YÜKLÜ BİR PARÇACIĞIN ELEKTRİK ALANDA İVMELENMESİ

- İvmelendirme  $x$  doğrultusunda olsun. Parçacığın zaman başlangıcındaki hızı sıfır ise

$$p = M \frac{v}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}} = q\epsilon t$$

- Eşitlik düzenlenirse aşağıdaki sonuç elde edilir.

$$v^2 = \frac{(q\epsilon t/Mc)^2}{1 + (q\epsilon t/Mc)^2} c^2$$

# YÜKLÜ BİR PARÇACIĞIN ELEKTRİK ALANDA İVMELENMESİ

- Zamanın  $mc/q\epsilon$ 'den küçük olduğu durumlarda

$$v^2 \approx \frac{p^2}{M}$$

- Zamanın  $Mc/q\epsilon$ 'den büyük olduğu durumlarda, yani zaman çok uzun ise

$$v^2 \approx \left[ 1 - \left( \frac{Mc}{q\epsilon t} \right)^2 \right] c^2$$

# YÜKLÜ BİR PARÇACIĞIN ELEKTRİK ALANDA İVMELENMESİ

- Hızın  $c$ 'ye yaklaştığı durumda momentumun büyüklüğü

$$p \approx q\epsilon t = \frac{E}{c}$$

- Hız limit durumunda yaklaşıklıkla da olsa sabit bir değere ulaştınca, momentum ve enerji artmaya devam edebiliyor. Ayrıca enerji  $p^2$  yerine  $p$  ile orantılı oluyor.

# KÜTLE MERKEZİ SİSTEMİ VE EŞİK ENERJİ

- Çekirdek etkileşmeleri ile iki parçacık arasındaki çarpışma sonucunda oluşacak olaylarda, enerjinin korunumu ile konulan sınırlamalar vardır. Mesela enerjisi oldukça büyük bir foton olan  $\gamma$ -ışını,  $\gamma \rightarrow e^+ + e^-$  tepkimesi sonucunda bir elektron-pozitron çifti oluşturuyorsa bu ancak  $\gamma$ -ışınının enerjisinin, elektron ve pozitronun durgun kütlelerine eşdeğer olan enerjiden büyük olması durumunda gerçekleşebilir. Bir elektron-pozitron çiftinin üretilmesi için gerekli enerji aşağıda verilmiştir.

$$E_\gamma \approx 1.02 \times 10^6 \text{ eV}$$

# KÜTLE MERKEZİ SİSTEMİ VE EŞİK ENERJİ

- Serbest uzayda yukarıdaki gibi tepkimeler hiçbir zaman oluşmaz. Bunun nedeni momentumun korunmasıdır. Eğer tepkime elektron-  
pozitron sisteminin kütle merkezinden izlenirse, elektron ve pozitronun momentumları toplamı sıfır olur.

$$p_{e^-} + p_{e^+} = 0$$

# KÜTLE MERKEZİ SİSTEMİ VE EŞİK ENERJİ

- Buna karşın, fotonun momentumunu sıfır yapacak bir gözlem çerçevesi olmadığından, bu çerçevede olayı oluşturan fotonun momentumu sıfır olamaz. Bu durumda kütle merkezi çerçevesinde aşağıdaki eşitlik olur.

$$p_\gamma \neq p_{e^-} + p_{e^+} = 0$$

- Sonuçta  $\gamma \rightarrow e^+ + e^-$  tepkimesi oluşmaz. Aynı durum tüm gözlem çerçeveleri için geçerlidir.



# KÜTLE MERKEZİ SİSTEMİ VE EŞİK ENERJİ

- Yeni parçacıkları açığa çıkaran etkileşmelerde, momentumun korunması gerekeceğinden, bu koşul, başlangıçtaki toplam kinetik enerjinin, laboratuvar sisteminde etkileşmeden sonra açığa çıkacak yeni parçacıkların durgun kütlelerine dönüşmesini engeller. Etkileşmeden önceki ve sonraki momentumlar eşit olacaktır. Bunun sonucu olarak etkileşmeden sonra kalan parçacıklar hareketli olacaktır, bu şekilde başlangıçtaki kinetik enerjinin bir bölümünü kullanırlar.

# KAYNAKLAR

- Bu slaytların hazırlanmasında ‘**MEKANİK BERKELEY FİZİK DERSLERİ CİLT 1**’ kullanılmıştır.