

# 10. HAFTA

**BÖLÜM 4 : ÖZEL GÖRELİLİK: LORENTZ DÖNÜŞÜMÜ**

**BÖLÜM 5 : GÖRELİ DİNAMİK: ENERJİ VE MOMENTUM**

HIZ DÖNÜŞÜMLERİ

GÖRELİ DİNAMİK: ENERJİ VE MOMENTUM

GÖRELİ ENERJİ

# Hız Dönüşümü

$$v_{x'} = \frac{v_x - V}{1 - v_x V/c^2} = \frac{v_x - V}{1 - \beta v_x/c}$$

$$v_{y'} = \frac{v_y}{\gamma(1 - \beta v_x/c)}$$

$$v_{z'} = \frac{v_z}{\gamma(1 - \beta v_x/c)}$$

# Hız Dönüşümü

- $c \gg V$  için yukarıdaki denklemler Galile dönüşümü ile verilen denklemlere uyarlar.
- Bir foton S çerçevesinde  $c$  hızı ile hareket etsin.

$$v_{x'} = \frac{c - V}{1 - cV/c^2}$$

# Hız Dönüşümü

- Fotonun S' çerçevesinde hızı c olmaktadır ve bu sonuç her iki çerçeve içinde hızının değişmediğini gösterir.

$$\frac{v_{x'}}{v_{y'}} = \frac{V}{c(1 - V^2/c^2)^{1/2}}$$

$$\sqrt{v_x'^2 + v_y'^2} = c$$

# GÖRELİ DİNAMİK: MOMENTUM VE ENERJİ

- Görelî momentum aşağıdaki şekilde tanımlanır.

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

- Durgun çerçeveye göre x-doğrultusunda sabit hızla hareket eden bir eylemsizlik çerçevesine momentumun y-bileşeninin korunumu geçerlidir.

# GÖRELİ DİNAMİK: MOMENTUM VE ENERJİ

- $M(v)$ 'yi,  $M$  kütleli parçacığın  $v$  hızıyla hareket ettiği andaki kütlesi olarak tanımlanırsa, görel momentum aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\mathbf{p} = M(v)\mathbf{v}$$

$$M(v) = M\gamma$$

- Durgun kütle  $v \rightarrow 0$  için bulunan kütle olup,  $v \rightarrow c$  için  $M \rightarrow \infty$  olmaktadır.

# GÖRELİ ENERJİ

- Serbest bir parçacığın E toplam görelî enerjisi

$$E^2 - p^2c^2 = M^2c^4$$

- Bir Lorentz değişmezi olan bu denklem başka gözlem çerçevelerinde de geçerlidir. M parçacığın durgun kütlesi olup, Lorentz dönüşümleri altında değişmez kalmaktadır.

# GÖRELİ ENERJİ

- $pc \ll Mc^2$  ise

$$E = Mc^2 + \frac{1}{2} \frac{p^2}{M}$$

- $pc \gg Mc^2$  ise

$$E = pc$$



# GÖRELİ ENERJİ

- Bu son denklem,  $M = 0$  olan fotonlar için geçerlidir.
- İki sınır durum arasında  $E$  ile  $p$  veya  $K$  ile  $p$  arasında basit bir bağıntı yoktur.

$$E = Mc^2 + K$$

- Burada parçacığın hızı sıfır olursa  $E = Mc^2$  olur. Parçacığın durgun halde bile bir enerjisi vardır. Buna Parçacığın **durgun enerjisi** denir.

# MOMENTUM VE ENERJİNİN DÖNÜŞÜMÜ

$$p'_x = \gamma \left( p_x - \beta \frac{E}{c} \right)$$

$$p'_y = p_y$$

$$p'_z = p_z$$

$$E' = \gamma(E - \beta c p_x)$$

# KAYNAKLAR

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