

9. HAFTA

BÖLÜM 4 : ÖZEL GÖRELİLİK: LORENTZ DÖNÜŞÜMÜ

LORENTZ DÖNÜŞÜMÜ

UZUNLUK BÜZÜLMESİ

TEMEL VARSAYIMLAR

- Işığın hızı ışık kaynağının ve alıcının hareketine bağımlı değildir. Başka bir deyişle ışık hızı, ışığı yayan kaynağa göre düzgün doğrusal hareket yapan gözlem çerçevelerinde sabit kalır.
- Uzay izotrop ve tekdüze bir yapıya sahip olup, temel fizik kanunları birbirlerine göre düzgün görelî hareket yapan iki gözlemci için değişmez.

LORENTZ DÖNÜŞÜMÜ

- Bir ışık kaynağı S gözlem çerçevesinin başlangıç noktasında ise, $t=0$ anında yayılan dalga cephesinin denklemi aşağıdaki gibidir.

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2$$

- S' çerçevesi içinde aynı şekilde denklem yazılır.

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2 t'^2$$

- Işığın sabit olan c hızı her iki gözlem çerçevesinde de aynıdır.

LORENTZ DÖNÜŞÜMÜ

- Lorentz dönüşümü denklemleri aşağıdaki gibidir.

$$x' = \frac{x - vt}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}}$$

$$t' = \frac{t - (v/c^2)x}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}}$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

LORENTZ DÖNÜŞÜMÜ

- Lorentz dönüşümü x ve t 'ye göre çizgisel özelliktedir.
- $v/c \rightarrow 0$ için Lorentz dönüşümü, Galile dönüşümüne indirgenir.

$$\beta = \frac{v}{c}$$

$$\gamma = \frac{1}{(1 - \beta^2)^{1/2}}$$

Uzunluk Büzülmesi

- S gözlem çerçevesine göre durgun olan, x ekseninde bir çubuk göz önüne alınsın.

$$L_0 = x_2 - x_1$$

- L_0 'a çubuğun durgun uzunluğu veya has uzunluğu denir. x_1 ve x_2 yer koordinatları zamana bağımlı değildir.

Uzunluk Büzülmesi

- S' çerçevesinde durgun olan ve x' ekseninde bulunan bir çubuk göz önüne alınsın.

$$L_0 = x'_2 - x'_1$$

- Hareketli başka bir gözlem çerçevesinden bakıldığında S' den görülen uzunluğu bulmak için t' zamanında x'_2 ile x'_1 arasında kalan uzunluğu bulmak gerekir. Lorentz dönüşümleri uygulanırsa aşağıdaki sonuç elde edilir. Hareketli bir gözlem çerçevesinde çubuk durgun çerçevedekinden daha kısa olmaktadır.

$$L = \frac{L_0}{\gamma}$$

Uzunluk Büzülmesi

- Bulunan sonuç, bir gözlemciye göre, uzunluğu boyunca hareketli olan çubuk için **Lorentz-Fitzgerald büzülmesi** olarak bilinir.
- Gözlemler sırasında, gözlemci uzunluk ölçümleri yapılırken, çubuğun uçlarının ölçümleri eşzamanlı olarak yapılmıştır.

Hareketli Saatlerde Zamanın Genleşmesi

- S ve S' gözlem çerçevelerinde birer gözlemci ve birer tane aynı zamanı gösteren saat varsa, çerçeveler birbirlerine göre sabit hızla görelî hareket yaptıklarında, S de değişmeyen konumdaki Δt zaman aralığında gerçekleşen olayı S' deki gözlemci daha uzun bir aralıkta ölçer.

$$\Delta t' = \gamma \Delta t$$

Hareketli Saatlerde Zamanın Genleşmesi

- Uzunluk büzülmesinde olduğu gibi gözlem çerçevelerinin hareketi sonucunda ortaya çıkan bu olaya da **zaman genleşmesi** denir. Böylece, hareket halindeki saatler durmakta olan saatlere göre daha yavaş gidiyormuş gibi gözlenirler. Bu olayın da temelinde ışık hızının değişmez özelliği vardır.

KAYNAKLAR

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