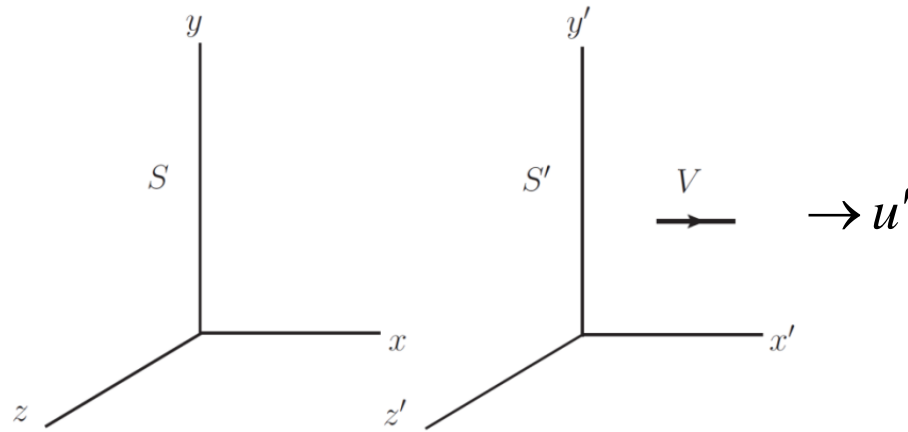


Kinematik

□ Lorentz Dönüşümleri :

- Özel görelilik teorisine göre fizik yasaları bütün eylemsiz referans sistemlerinde aynı derecede geçerlidir.



$$S \rightarrow S' : \begin{cases} t' = \gamma \left(t - \frac{v}{c^2} x \right) \\ x' = \gamma (x - vt) \\ y' = y \\ z' = z \end{cases} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} : \text{Lorentz çarpanı}$$

Kinematik

- Lorentz dönüşümlerinin sonuçları:
 - i) *Uzunluk büzülmesi*: $L = L' / \gamma$
 - ii) *Zaman genişlemesi*: $T = \gamma T'$
 - iii) *Eşzamanlılığın göresizliği*: $t_A = t_B \Rightarrow t'_A \neq t'_B$
- iii) *Hızların toplanması*:
$$\frac{u' + V}{1 + \frac{V}{c^2} u'}$$
- Kozmik ışınla gelen müonların yaşam süresi zaman genişlemesi dolayısıyla γ çarpanı kadar artar.
- Zaman genişlemesi GPS'in çalışma prensibinde önemli yer tutar.

Kinematik

□ Dörtlü vektör ve metrik tensör:

- Özel görelilik dört boyutlu uzay-zaman teorisidir. Bu uzaydaki vektör dörtlü-vektördür.

$$x^\mu = \{x^0, x^1, x^2, x^3\} = \{ct, x, y, z\}$$

- Lorentz dönüşümü

$$x'^\mu = A^\mu_\nu x^\nu \quad A = \begin{pmatrix} \gamma & -\gamma\beta & 0 & 0 \\ -\gamma\beta & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- x^μ : kontavaryant dörtlü-vektör,
 x_μ : kontravaryant dörtlü-vektör.
- İnvaryant:

$$I = x^\mu x_\mu$$

Kinematik

- Lorentz dönüşümü ile birbirlerine ilintilenmiş herhangi iki çerçeveye için (*relativistik invariant*)

$$(x^0)^2 - (x^1)^2 - (x^2)^2 - (x^3)^2 = (x'^0)^2 - (x'^1)^2 - (x'^2)^2 - (x'^3)^2$$

- Metrik tensör:
$$g = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} = g_{\mu\nu}$$

$$x^\mu = g_{\mu\nu} x^\nu, \quad x_\mu = g^{\mu\nu} x_\nu$$

- *Lorentz Skaler:*

$$x^2 = x \cdot x = x^\mu x_\mu = (x^0)^2 - (x^1)^2 - (x^2)^2 - (x^3)^2$$

Kinematik

- Dörtlü-vektörün çeşidi: a , herhangi bir dörtlü-vektör ise

$$\begin{cases} a^2 > 0 \Rightarrow \text{zamansal} \\ a^2 < 0 \Rightarrow \text{uzaysal} \\ a^2 = 0 \Rightarrow \text{işıksal} \end{cases}$$

□ Enerji-momentum-kütle:

Relativistik toplam enerji: $E = \gamma mc^2$

Relativistik momentum: $\vec{P} = m\vec{\eta} = m\gamma\vec{v}$

Dörtlü-momentum: $P^\mu = \left(\frac{E}{c}, \vec{P} \right) = \left(\frac{E}{c}, P_x, P_y, P_z \right)$

$P^2 = m^2 c^2$ (invariant), kütesiz parçacık için : $E = |\vec{P}| c$

Kinematik

- *Klasik olarak:* Momentum ve kütle daima korunur, kinetik enerji korunabilir de korunmayabilir de. Toplam enerji daima korunur.

Relativistik olarak: Momentum daima korunur. Kinetik enerji ve kütle korunabilir de korunmayabilir de. Toplam enerji daima korunur.
(*Dörtlü-momentum korunur*)

$$E = \gamma mc^2 \quad R = mc^2 \quad T = E - mc^2 = mc^2(\gamma - 1)$$

□ İki-cisim bozunumu:

$$\pi \rightarrow \mu + \nu$$

$$P_\pi = (m_\pi, 0) \quad P_\mu = (E_\mu, \vec{P}) \quad P_\nu = (E_\nu, -\vec{P})$$

$$P_\pi = P_\mu + P_\nu \Rightarrow P_\mu^2 = (P_\pi - P_\nu)^2 \quad P_\nu^2 = (P_\pi - P_\mu)^2$$

Kinematik

□ Mandelstam Değişkenleri:

$$A + B \rightarrow C + D$$

$$s = (P_A + P_B)^2$$

$$t = (P_A - P_C)^2$$

$$u = (P_A - P_D)^2$$

