

Física IV (IF 2023)

Aula 38

- Objetivos de aprendizagem
 - Obter a velocidade e a posição, em função do tempo, de uma partícula sob ação de uma força constante
 - Obter a versão relativística do teorema “Trabalho-Energia”
 - Reconhecer as dificuldades da aplicação da Terceira Lei de Newton em um contexto relativístico
 - Definir a força de Minkowski

Segunda Lei de Newton

- Permanece na mesma forma, na Relatividade:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

- O momento relativístico, porém, é diferente:

$$\vec{p} = m \gamma(u) \vec{u}$$

Partícula sob F constante

- Qual é a velocidade em função do tempo?
- Qual é a posição em função do tempo?

<https://www.desmos.com/calculator/okkz0wgosu>

Versão relativística do TTE

$$W_{ab} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} = E_b - E_a$$

Terceira Lei (ação e reação)

- Na relatividade, a interação imediata à distância é impossível
- Vale somente a “versão local” da terceira lei (pouco aplicável, na prática).
- Componentes de forças não se transformam como componentes de quadrivetores

Força de Minkowski

- “Força própria”, usando o tempo próprio

$$K^\mu = \frac{dp^\mu}{d\tau}$$

$$p^\mu = m \eta^\mu$$

- Componente temporal
- Parte espacial (vetor)

$$K^\mu = \begin{bmatrix} \frac{1}{c} \frac{dE}{d\tau} \\ \gamma \vec{F} \end{bmatrix}$$

Problema 12.38 Defina **aceleração própria** da maneira óbvia:

$$\alpha^\mu \equiv \frac{d\eta^\mu}{d\tau} = \frac{d^2 x^\mu}{d\tau^2}. \quad (12.74)$$

- (a) Encontre α^0 e α em termos de \mathbf{u} e \mathbf{a} (a aceleração ordinária).
- (b) Expresse $\alpha_\mu \alpha^\mu$ em termos de \mathbf{u} e \mathbf{a} .
- (c) Mostre que $\eta^\mu \alpha_\mu = 0$.
- (d) Escreva a versão de Minkowski para a segunda lei de Newton, Equação 12.69, em termos de α^μ . Calcule o produto invariante $K^\mu \eta_\mu$.