

Foice - Relatividade

Vinicius Névoa

Março de 2021

1 Resumo teórico

Transformada de Lorentz para um referencial se movendo para a direita em x :

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \gamma & -\gamma\beta & 0 & 0 \\ -\gamma\beta & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Transformações dos campos eletromagnéticos para movimento em x :

$$\vec{E}_{\parallel'} = \vec{E}_{\parallel} \quad (1)$$

$$\vec{B}_{\parallel'} = \vec{B}_{\parallel} \quad (2)$$

$$\vec{E}_{\perp} = \gamma(\vec{E} + \vec{\beta} \times \vec{B})_{\perp} \quad (3)$$

$$\vec{B}_{\perp} = \gamma(\vec{B} - \vec{\beta} \times \vec{E})_{\perp} \quad (4)$$

2 Se movendo em círculos? ***

Uma espaçonave se move com aceleração própria g em uma linha reta. Em um dado momento, ela dispara dois mísseis simultaneamente, um com velocidade v e outro com velocidade $2v$, ambos na direção do seu movimento. Qual o intervalo de tempo próprio da espaçonave entre alcançar o primeiro míssil e o segundo?

3 Campos elusivos *

Uma esfera sem qualquer atividade magnética, mas de permissividade elétrica ϵ , se move com velocidade v em linha reta em uma região que tem um campo magnético constante e uniforme \vec{B} perpendicular a sua velocidade. Conservando apenas termos da menor ordem possível em $\frac{v}{c}$, qual é a força agindo na esfera no referencial do laboratório?

4 Qual é o tamanho dessa vara? *

Uma câmara escura de profundidade D registra a imagem de uma vara de comprimento próprio L que se move em linha reta com velocidade relativística v a uma distância H do fundo da câmara escura. Além disso, movimento da vara é paralelo aos planos relevantes da câmara escura. Ache o comprimento da imagem da vara em função do tempo, se em $t = 0$ o centro da barra está em seu ponto mais próximo do orifício no referencial do laboratório.

5 Mais clássico que isso só Mozart *

Ache a relação fundamental do efeito Compton, em que um elétron em repouso espalha um fóton de comprimento de onda λ por um ângulo θ .

6 Decaimento espontâneo *

Uma partícula de massa M possui uma certa energia cinética K no referencial do laboratório, e espontaneamente decai em N partículas idênticas de massa m . Qual a menor energia K que torna esse processo possível?

7 A minha próxima aula é quântica mesmo ***

Ache a correção energética de primeira ordem para o estado fundamental do átomo de hidrogênio para:

- Correção relativística do momento do elétron.
- Interação dos campos do nucleares com o spin do elétron (acoplamento spin-órbita)

Dado:

$$\psi_{100}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} e^{-r/a} \quad (5)$$

$$\Delta E^{(1)} = \langle \psi | H_{pert} | \psi \rangle \quad (6)$$

8 Parece mágica *

Quando um corpo parte do repouso e adquire uma aceleração constante a , em linha reta, existe um ponto no espaço-tempo que se mantém a uma distância constante desse corpo acelerada para todos os instantes de tempo. Onde fica esse ponto? Como o observador acelerado observa um relógio nesse tempo?

9 Vantagem na corrida **

Dois velocistas de habilidades muito semelhantes vão participar de uma corrida ao

longo do eixo x , a estão separados por uma distância d no eixo y . Dois sinalizadores são posicionados, um ao lado de cada atleta, e o disparo desses sinaliza o início da corrida. Contudo, um dos sinalizadores está adiantado um tempo T em relação ao outro, nesse referencial K em repouso, o que dá uma vantagem a um dos atletas. Para que intervalo de valores de T existe um referencial K em que não há nenhum corredor em desvantagem? Ache esse referencial.

10 Quase relatividade geral **

Use a geometria dos diagramas de Minkowski para mostrar que um relógio que está em um campo gravitacional g a uma altura h acima do solo e que se move com velocidade V marca o tempo numa taxa, em relação a um observador inercial no solo, dada por:

$$\sqrt{\left(1 + \frac{gh}{c^2}\right)^2 - \frac{V^2}{c^2}} \quad (7)$$

11 FÓOOMMM BOO-OMMM *

Um trem de comprimento próprio L se aproxima com velocidade v de um túnel que tem esse mesmo comprimento. A parte da frente do trem possui uma bomba que detonará no instante em que ela passar pelo fim do túnel. A parte de trás do trem possui um sensor que desarma a bomba quando este passa pela entrada do túnel. Responda à seguinte pergunta, tanto no referencial do trem quanto no do túnel: A bomba vai explodir?

12 Precessão de Thomas

Um elétron, ao manter um movimento circular ao redor do núcleo, está constantemente mudando de referencial inercial instantâneo. Isso faz com que seu referencial acelerado *precessione* com uma frequência $\vec{\omega}_T$, um fenômeno cinemático chamado de precessão de Thomas. Prove que:

$$\vec{\omega}_T = \frac{1}{c^2} \frac{\gamma^2}{\gamma + 1} \vec{a} \times \vec{v} \quad (8)$$

Considere o movimento confinado em um único plano e analise a matriz correspondente a seguinte sucessão de transformações de Lorentz: uma mudança para um referencial de velocidade \vec{v} seguida de uma mudança para um referencial de velocidade infinitesimalmente diferente $\vec{v} + \Delta\vec{v}$.