

Física Moderna [01]

Relatividade Restrita

Questão 01

No episódio 5 de Star Wars, a nave do Império lança sondas espaciais droide pela galáxia para procurar a base da Aliança Rebelde. Suponha que uma nave se movendo com velocidade de $2,3 \times 10^8$ m/s na direção de Hoth (local da base da Aliança Rebelde) lança um droide em direção à Hoth com velocidade de $2,1 \times 10^8$ m/s. De acordo com a relatividade de Galileu: (a) Qual é a velocidade relativa do droide em relação à Hoth? (b) Se os astrônomos dos Rebeldes estão observando a aproximação da nave por um telescópio, eles conseguirão ver a nave antes dela chegar à Hoth?

Questão 02

Paul Ehrenfest sugeriu o seguinte experimento mental para ilustrar as diferenças dramáticas esperadas, dependendo se a luz se move relativa a um éter estacionário ou de acordo com o segundo postulado de Einstein:

Suponha que você esteja sentado no centro de uma imensa esfera negra com raio de 3×10^8 m e que possua sua superfície interna altamente reflexiva. Uma fonte no centro emite um feixe de luz rapidamente, que se desloca através da escuridão com intensidade uniforme, como uma onda esférica.

O que você veria durante os três primeiros segundos após a emissão do feixe se (a) a esfera se move através do éter com velocidade constante de 30 km/s e (b) se o segundo postulado de Einstein estiver correto.

Questão 03

Einstein, quando um jovem, perguntava-se acerca da seguinte situação: se você segurar um espelho a uma distância igual ao comprimento do seu braço e olhar o seu reflexo, o que aconteceria se você comesse a correr? Em particular, suponha que você corra a uma velocidade $v = 0,99c$. Você ainda seria capaz de se ver no espelho? Se sim, como você pareceria e porquê?

Questão 04

Suponha que A' , B' , e C' estão em repouso no referencial S' , que se move em relação ao referencial S com velocidade v na direção $+x$. Estando B' localizado exatamente no meio do caminho entre A' e C' . Em $t' = 0$, um feixe de luz se inicia em B' e se expande como um feixe esférico. (a) De acordo com um observador em S' , as frentes de onda chegam em A' e B' simultaneamente? (b) De acordo com um observador em S , as frentes de onda chegam em A' e B' simultaneamente? (c) Se a sua resposta foi não em (a) ou (b), qual é a diferença no tempo de chegada e em qual ponto a frente de onda chegou primeiro?

Questão 05

Faça um gráfico do fator relativístico:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Em função de $\beta = v/c$. Use ao menos 10 valores de β indo de 0 até 0,995. O que podemos inferir acerca do fator relativístico?

Questão 06

Um feixe de luz move-se no eixo y' com velocidade c no referencial S' , que está se movendo para a direita com velocidade v em relação ao referencial S . (a) Encontre u_x e u_y , as componentes x e y da velocidade da luz no referencial S . (b) Mostre que a magnitude da velocidade do feixe de luz em S vale c .

Questão 07

Use a expansão binomial para obter as seguintes relações para valores de $v \ll c$ e use-as quando necessário.

$$(a) \quad \gamma \approx 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$$

$$(b) \quad \frac{1}{\gamma} \approx 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$$

$$(c) \quad \gamma - 1 \approx 1 - \frac{1}{\gamma} \approx \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$$

Questão 08

Quão grande deve ser a velocidade relativa de dois observadores para que a medida do intervalo de tempo entre eles diferir em 1 por cento?

Questão 09

Uma régua move-se paralela à direção de seu comprimento com velocidade $v = 0,6c$ relativo a você. (a) Calcule o comprimento da régua medido por você. (b) Quanto tempo é gasto para a régua passar por você? (c) Desenhe um diagrama espaço-tempo do ponto de vista do seu referencial com a parte inicial da régua em $x = 0$ quando $t = 0$. Mostre como obter as respostas de (a) e (b) a partir do diagrama.

Questão 10

Estrelas emitem, tipicamente, a luz vermelha de átomos de hidrogênio com comprimento de onda de 656,3 nm (chamada de linha espectral H_α). Calcule o comprimento de onda da luz observada na Terra vinda de estrelas que estão retrocedendo em relação à nós com velocidade relativa $v = 10^{-3}c$, $v = 10^{-2}c$ e $v = 10^{-1}c$.

Questão 11

Einstein usou trens em diversos experimentos mentais relativísticos pois estes eram os objetos mais rápidos em sua época. Pense num trem movendo-se a $0,65c$ por um trilho reto durante a noite. Sua luz frontal produz um feixe com abertura angular de 60° de acordo com o engenheiro. Se você está em pé ao lado da pista (trilhos são separados por 1,5 m de distância), o quão longe de você está o trem quando a sua luz frontal desaparece de repente?

Questão 12

Um amigo seu com a mesma idade que você viaja até a estrela Alfa Centauro, que está a $4c_y$ de distância, e retorna imediatamente. Ele afirma que toda a viagem durou apenas 6

anos. (a) Quão rápido ele viajou? (b) Quantos anos você tem, no retorno dele? (c) Desenhe um diagrama espaço-tempo que verifica suas respostas em (a) e (b).

Questão 13

No referencial S , o evento B ocorre $2 \mu\text{s}$ após o evento A e a uma distância de $1,5 \text{ km}$ do evento A. (a) Quão rápido um observador deve estar se movendo no eixo $+x$ de tal forma que eventos A e B ocorram simultaneamente? (b) É possível que o evento B preceda o evento A para algum observador? (c) Desenha um diagrama espaço-tempo que ilustre suas respostas em (a) e (b).