

Relatividade

1. Um astronauta faz uma viagem de ida e volta em uma espaçonave, partindo da Terra, viajando em linha reta com velocidade constante durante 6 meses e voltando ao ponto de partida da mesma forma e com a mesma velocidade. Ao voltar à Terra, o astronauta constata que 1000 anos se passaram. (a) Determine, com 8 algarismos significativos, o parâmetro de velocidade β ($= v/c$) da espaçonave. (b) Faz alguma diferença se a viagem não for em linha reta?

2. Uma espaçonave cujo comprimento de repouso é 130 m passa por uma base espacial a uma velocidade de $0.74c$. (a) Qual é o comprimento da nave no referencial da base? (b) Qual é o intervalo de tempo registrado na base entre a passagem da proa e a passagem da popa da espaçonave?

3. Uma régua de 1 m no referencial S' faz um ângulo de 30° com o eixo x' . Se a régua está se movendo paralelamente ao eixo x do referencial S com uma velocidade de $0.9c$ em relação a S , qual é seu comprimento no referencial S ?

4. Um referencial S' passa por um referencial S , na direção positiva comum dos eixos x e x' , movendo-se com velocidade constante v em relação a S (Figura 1). Dois eventos A e B ocorrem, sendo que em S , A ocorre antes de B , com $\Delta t = t_B - t_A = 1 \mu s$ e $\Delta x = x_B - x_A = 400 \text{ m}$. Seja $\Delta t'$ o intervalo de tempo ocorrido entre os eventos medido em S' . (a) Escreva uma expressão para $\Delta t'$ em termos do parâmetro β e dos dados do problema. (b) Para que valores de β o intervalo $\Delta t'$ é nulo? (c) Para que faixa de valores de β a sequência dos eventos A e B para um observador em S' é a mesma que para um observador em S ? (d) E para que faixa de β a sequência dos eventos A e B para um observador em S' não é a mesma que para um observador em S ? (e) O evento A pode ser causa do evento B ou vice-versa?

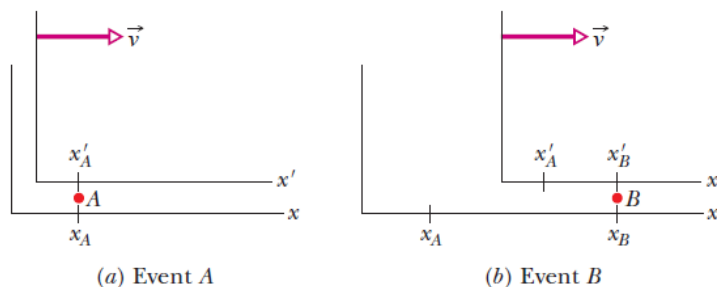


Figura 1. Problema 4.

5. A galáxia A está se afastando da Terra com uma velocidade de $0.35c$. A galáxia B, situada na direção diametralmente oposta, também está se afastando de nós com a mesma velocidade. Que múltiplo de c corresponde à velocidade de recessão medida por um observador da galáxia A (a) para nossa galáxia; (b) para a galáxia B?

6. Supondo que a equação $v = |\Delta\lambda|c/\lambda_0$ possa ser aplicada, determine com que velocidade um motorista teria que passar por um sinal vermelho para que o sinal parecesse verde. Tome os comprimentos de onda da luz vermelha e verde como sendo 620 nm e 540 nm respectivamente.

7. Determine o trabalho necessário para aumentar a velocidade de um elétron (a) de $0.18c$ para $0.19c$ e (b) de $0.98c$ para $0.99c$. Note que o aumento da velocidade é o mesmo ($0.01c$) nos dois casos.

8. Em uma colisão de alta energia entre uma partícula dos raios cósmicos e uma partícula da parte superior da atmosfera terrestre, 120 km acima do nível do mar, é criado um pión. O pión possui uma energia total $E = 1.35 \times 10^5 \text{ MeV}$ e está se movendo verticalmente para baixo. No

referencial de repouso do pión, o pión decai 35 ns após ser criado. Em que altitude acima do nível do mar, do ponto de vista de um observador terrestre, ocorre o decaimento? A energia de repouso do pión é 139.6 MeV.

9. Uma partícula alfa com uma energia cinética de 7.7 MeV colide com um núcleo de ^{14}N em repouso e as duas partículas se transformam em um núcleo de ^{17}O e um próton. O próton é emitido a 90° com a direção da partícula alfa incidente e tem uma energia cinética de 4.44 MeV. As massas das partículas envolvidas são as seguintes: alfa = 4.0026 u; ^{14}N = 14.00307 u; próton = 1.007825 u; ^{17}O = 16.99914 u. Determine, em MeV, (a) a energia cinética do núcleo de oxigênio e (b) o Q da reação. Sugestão: leve em conta o fato de que as velocidades das partículas são muito menores que c .

Lista 4- Relatividade

1.

- a) 0,999999950.
- b) Faz diferença, pois se a viagem não for em linha reta haverá uma variação de \mathbf{v} , e portanto aceleração. Assim não trata-se de um referencial inercial e a relatividade restrita não pode ser aplicada.

2.

- a) 87,43m
- b) $39,38 \cdot 10^{-8}\text{s}$

3. 0,6262

4.

- a) $\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \left(\Delta t - \frac{\beta \Delta x}{c} \right)$
- b) $\beta = 0,75$
- c) $0 < \beta < 0,75$
- d) $0,75 < \beta < 1$
- e) Não pode haver relação de causa.

5.

- a) $-0,35c$
- b) $0,624c$

6. 0,129 c

7.

- a) 0,996 KeV
- b) 1055 KeV

8. 10,15 Km

9.

- a) 2,09 MeV
- b) -1,2 MeV