

Física IV

Lista de Exercícios – Relatividade Restrita

Prof. Humberto

Problemas:

1. A espaçonave do leitor passa pela Terra com uma velocidade v de $0,9990c$. Depois de viajar durante 10,0 anos (tempo do leitor), na estação espacial FGIV, faz meia-volta e se dirige para a Terra com a mesma velocidade relativa. A viagem de volta também leva 10 anos (tempo do leitor). Quanto tempo leva a viagem de acordo um observador terrestre? (Despreze os efeitos da aceleração.)
2. A partícula elementar conhecida como káon-mais (K^+) tem um tempo médio de vida de $0,1237 \mu s$ quando está em repouso, isto é, quando o tempo de vida é medido no referencial do káon. Se um káon-mais tem uma velocidade de $0,990c$ em relação ao referencial do laboratório quando é produzido, que distância percorreria neste referencial durante seu tempo médio de vida, (a) caso fossem válidas as leis da física clássica (esta é uma aproximação razoável apenas para velocidades muito menores que c)? (b) de acordo com a teoria da relatividade restrita (que fornece o resultado correto para qualquer velocidade)?
3. O tempo médio de vida de múons estacionários é $2,2000 \times 10^{-6} s$. O tempo médio de vida dos múons de alta velocidade produzidos pelos raios cósmicos é de $16,000 \times 10^{-6} s$, no referencial da Terra. Determine, com cinco algarismos significativos a velocidade em relação à Terra dos múons produzidos pelos raios cósmicos.
4. No filme *O Planeta dos Macacos*, astronautas em hibernação viajam para o futuro distante, para uma época em que a civilização humana foi substituída por uma civilização de macacos. Considerando apenas a relatividade restrita, determine quantos anos os astronautas viajariam, no referencial da Terra se dormissem durante 120 anos, de acordo com o referencial da espaçonave, enquanto viajavam com uma velocidade de $0,9990c$.
5. O comprimento de um foguete em movimento em relação a um observador na Terra é 1% menor do que quando está em repouso. Calcule a velocidade do foguete.
6. Um elétron com $\beta = 0,999987$ está se movendo ao longo de um tubo evacuado com 3,0 m do ponto de vista de um observador S em repouso em relação ao tubo. Para um observador S' em repouso em relação ao elétron o tubo está se movendo com velocidade v . Qual é o comprimento do tubo para o observador S' ?
7. Um elétron tem velocidade $0,800c$. Ache sua energia cinética (a), e seu momento linear (b).
8. Uma espaçonave de 1000 m de comprimento próprio desloca-se em relação a uma estação orbital com a velocidade de $1,00 \times 10^8 m/s$. Dois sinalizadores colocados em seus extremos emitem feixes luminosos que, segundo um observador na estação, foram emitidos simultaneamente. Determine o tempo entre os dois sinais para um observador na espaçonave.
9. Qual é o trabalho necessário para que a velocidade de um elétron aumente de zero para (a) $0,500c$; (b) $0,990c$, e (c) $0,9990c$?
10. Determine a menor energia necessária para transformar um núcleo de ^{12}C (cuja massa é 11,99671 u) em três núcleos de 4He (que possuem massa de 4,00151 u cada um).

Transformação relativística de velocidades

11. Uma espaçonave cujo comprimento próprio é 350 m está se movendo com uma velocidade $0,82c$ em um certo referencial. Um micrometeorito, também com velocidade $0,82c$ neste referencial, cruza com a espaçonave viajando na direção oposta. Quanto tempo leva o micrometeorito para passar pela espaçonave do ponto de vista de um observador na espaçonave? (Acréscimo do Humberto: Quanto tempo leva o meteorito para cruzar a espaçonave do ponto de vista no observador no referencial?).
12. (a) Uma espaçonave supersônica está com a velocidade de $+ 1000$ m/s (cerca de 3 vezes a velocidade do som) sobre o eixo dos x , em relação a um observador O. Outra espaçonave se move ao longo do eixo dos x com velocidade $+ 500$ m/s em relação à primeira espaçonave. Qual a velocidade da segunda espaçonave em relação a O? (b) Como se modifica o resultado anterior se as velocidades da primeira espaçonave for modificada para $+0,80c$ em relação a O, e a da segunda para $+0,80c$ em relação à primeira?

Efeito Doppler

13. Uma espaçonave está se afastando da Terra a uma velocidade $0,20c$. Uma fonte luminosa na traseira da espaçonave emite luz de comprimento de onda que parece azul (450 nm) para passageiros no interior da espaçonave. Determine o comprimento de onda e a cor vista por um observador na Terra.
14. O maior comprimento de onda da luz emitida pelo hidrogênio na série de Balmer é 656 nm. Na luz de uma galáxia distante esse comprimento de onda é $\lambda' = 1458$ nm. Determine a velocidade de recessão da galáxia em relação à Terra.
15. Os comprimentos de onda produzidos por núvens de gás interestelares situadas nas extremidades opostas da galáxia M87 são $\lambda = 499,8$ nm e $\lambda = 501,6$ nm. O gás gira em torno do núcleo da galáxia a uma distância $r = 100$ anos-luz, aproximando-se da Terra de um lado da galáxia e afastando-se do lado oposto. (a) Qual dos comprimentos de onda está associado ao gás que se aproxima da Terra? (b) Qual é a velocidade do gás em relação à Terra?

Complementares:

16. Um relógio está se movendo ao longo do eixo x com uma velocidade $0,600c$ e indica $t = 0,000$ ao passar pela origem. Qual é a leitura do relógio ao passar pelo ponto $x = 180$ m?
17. Um cubo tem volume próprio 1000 cm³. Um outro observador se move em direção paralela a uma das suas arestas com velocidade igual a $0,800c$. Determine o volume do mesmo para o observador em movimento.

Dados: $c = 299.792.458$ m/s. Massa de repouso do elétron = $9,11 \times 10^{-31}$ kg.