

## Estrutura da Matéria I

Lista de exercícios - 02

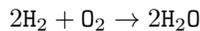
(1 de novembro de 2017)

1. Dois observadores  $O$  e  $O'$  aproximam-se um do outro com velocidade relativa de  $0.6c$ . Para  $O$ , a posição inicial de  $O'$  em relação a ele é igual a 20 m. Determine, segundo  $O'$ , o intervalo de tempo necessário para que eles se encontrem. ( $8.89 \times 10^{-8}$  s)
2. Uma pessoa na Terra gostaria de alcançar uma galáxia a uma distância (segundo ela) de 160000 anos-luz, durante seu tempo (próprio) de vida restante de cerca de 60 anos. Determine a velocidade mínima, segundo um observador na Terra, de um foguete capaz de fazer essa viagem. (0.99999993c)
3. Segundo um observador em um referencial inercial, três pares de eventos separados por distâncias de  $9.0 \times 10^8$  m,  $7.5 \times 10^8$  m e  $5.0 \times 10^8$  m ocorreram em intervalos de tempo 5.0 s, 2.5 s e 1.5 s, respectivamente. Determine os respectivos intervalos de tempo próprios. (4.0 s, 0 s)
4. Uma barra encontra-se em repouso no plano  $x'y'$  de um sistema de referência  $S'$  que se desloca com velocidade de módulo igual  $0.4c$  na direção  $+x$ , segundo um sistema de referência inercial  $S$ . Segundo  $S'$ , uma extremidade da barra está localizada na origem, e a outra extremidade a uma distância igual a 1.0 m, fazendo um ângulo  $\theta' = 30^\circ$  com o eixo  $x'$ . Os eixos dos sistemas de referência  $S$  e  $S'$  são coincidentes em  $t = t' = 0$ .
  - a) calcule o comprimento da barra segundo  $S$ ; (0.938 m)
  - b) calcule o ângulo ( $\theta$ ) da barra com o eixo  $x$  de  $S$ ; ( $32.2^\circ$ )
  - c) esboce o gráfico do comprimento da barra em função do ângulo, segundo  $S$ .
5. Segundo um observador  $O'$ , que se desloca em relação a um observador inercial  $O$  com velocidade igual a  $0.6c$ , dois eventos separados por uma distância de 800 m ocorreram simultaneamente. Determine a distância e o intervalo de tempo entre os eventos segundo o observador  $O$ . (1000 m,  $2 \mu\text{s}$ )
6. Uma nave espacial (fictícia) cujo comprimento próprio é igual a 30 m desloca-se em relação à Terra com velocidade igual a 6000 km/s (segundo um observador na Terra). Um tripulante lança uma bola para o alto e a mesma retorna (segundo ele) à sua mão em 3.0 s. Determine para um observador na Terra o tempo de voo da bola e o comprimento da nave. (3.0006 s, 29.994 m)
7. Um foguete (fictício) afasta-se da Terra com velocidade  $v$ , segundo um observador na Terra. Um sinal luminoso de comprimento de onda  $\lambda_0$  é enviado da Terra para o foguete. Calcule o valor de  $v$  para o qual o comprimento de onda do sinal detectado no foguete seja igual a  $2\lambda_0$ . (0.6c)
8. Para um observador na Terra, a frequência da luz emitida por uma estrela é deslocada do azul, tal que  $\nu_{\text{obs}} = 1.01 \nu_{\text{azul}}$ .
  - a) A estrela se afasta ou se aproxima da Terra? (aproxima-se)
  - b) Determine a velocidade da estrela em relação à Terra. (0.01c)
9. Dois elétrons são expelidos de um átomo radioativo, em repouso no laboratório. O módulo da velocidade de cada elétron, segundo um observador no laboratório, é igual a  $0.67c$ . Determine a velocidade de um elétron em relação ao outro. Compare com o resultado clássico. (0.925c)

10. Para um observador na Lua, duas naves espaciais (fictícias) se aproximam uma da outra com velocidades  $0.8c$  e  $0.9c$ . Calcule a velocidade de uma nave em relação a outra. (0.988c)
11. Um feixe de elétrons é submetido, a partir do repouso, a uma diferença de potencial de 4.5 MV em um acelerador linear. Determine:
- a energia adquirida pelos elétrons; (4.5 MeV)
  - a velocidade adquirida pelos elétrons. (0.995c)

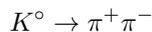
12. Um acelerador circular mantém em órbita um feixe de prótons, no qual cada próton tem energia de 500 GeV. O raio da órbita dos prótons é da ordem de 750 m. Determine:
- a intensidade do campo magnético que mantém os prótons em órbita; (2.2 T)
  - o período do movimento dos prótons. (15.7  $\mu$ s)

13. Quando duas moléculas de hidrogênio ( $H_2$ ) se combinam com uma molécula de oxigênio ( $O_2$ ) para formar duas moléculas de água ( $H_2O$ ),



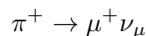
a energia liberada é da ordem de 5.0 eV. Determine:

- o defeito de massa ( $\Delta M$ ); ( $9 \times 10^{-36}$  kg)
  - a variação relativa de massa ( $\Delta M/M_o$ ). ( $1.5 \times 10^{-10}$ )
14. O méson  $K^0$  (káon neutro) é uma partícula eletricamente neutra de massa igual a  $m_K = 498 \text{ MeV}/c^2$ , que decai em dois píons carregados ( $\pi^+$  e  $\pi^-$ ) segundo



Esses píons têm cargas elétricas de mesmo valor absoluto, sinais contrários e mesma massa, igual a  $m_\pi = 140 \text{ MeV}/c^2$ . Determine as energias e as velocidades dos píons no referencial do káon. (249 MeV, 0.8269c)

15. Um pión de carga elétrica positiva ( $\pi^+$ ) e massa  $m_\pi = 139,6 \text{ MeV}/c^2$ , em repouso no laboratório, decai em um múon de mesma carga elétrica ( $\mu^+$ ) e um neutrino do múon ( $\nu_\mu$ ),



A massa do múon é igual a  $m_\mu = 105,7 \text{ MeV}/c^2$  e a do neutrino é praticamente nula. Determine a velocidade do múon segundo um observador no laboratório. (0.27c)