IFMS 2025 - Concurso N° 20/2025 - EBTT - Física

André V. Silva

www.andrevsilva.com

Sunday 15th June, 2025

Q11

Uma usina termelétrica opera um ciclo de Carnot entre dois reservatórios térmicos: um a 800 K e outro a 300 K. A usina recebe 500 MJ de calor da fonte quente por ciclo e realiza trabalho sobre um gerador elétrico. No entanto, devido a perdas operacionais e imperfeições no sistema, a eficiência real da usina é 60% da eficiência teórica do ciclo de Carnot. Com base nessas informações, qual é o trabalho efetivo realizado pela usina em cada ciclo?

(A) 90 MJ.

(B) 25 MJ.

(C) 300 MJ.

(D) 312,5 MJ.

(E) 187,5 MJ.

Solução:

- Temperatura da fonte quente: $T_q = 800\,\mathrm{K}$
- Temperatura da fonte fria: $T_f = 300\,\mathrm{K}$

- Calor recebido por ciclo: $Q_q = 500\,\mathrm{MJ}$
- Eficiência real: $\eta_{\text{real}} = 60\% \cdot \eta_{\text{Carnot}}$

A eficiência teórica do ciclo de Carnot é dada por:

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_f}{T_q} = 1 - \frac{300}{800} = 1 - 0{,}375 = 0{,}625$$

Eficiência real da usina:

$$\eta_{\text{real}} = 60\% \cdot 0{,}625 = 0{,}60 \cdot 0{,}625 = 0{,}375$$

O trabalho efetivo realizado por ciclo é:

$$W = \eta_{\text{real}} \cdot Q_q = 0{,}375 \cdot 500\,\mathrm{MJ} = 187.5\,\mathrm{MJ}$$

$$\boxed{W = 187.5\,\mathrm{MJ}}$$

A resposta correta é alternativa **E**.

Q12

Teoria da Relatividade Restrita de Einstein trouxe mudanças profundas na compreensão do espaço e do tempo. Um dos conceitos fundamentais é a dilatação temporal, que implica que o tempo não é absoluto e depende do referencial do observador. Tendo isso em vista, considere que dois observadores, A e B, estejam analisando o movimento de uma partícula. O observador A está em repouso em um laboratório na Terra, enquanto o observador B viaja em uma nave a uma velocidade relativística v em relação a A. Com base nas previsões da Relatividade Restrita, é correto afirmar

Solução:

(A) o tempo medido pelo observador B será sempre15 menor do que o tempo medido pelo observador A, independentemente da velocidade da nave.

(B) a dilatação do tempo significa que um relógio em movimento em relação a um referencial inercial sempre parecerá atrasado em relação a um relógio em repouso nesse referencial.

(C) se a nave de B viajar a uma velocidade maior do que a velocidade da luz no vácuo, o fator de Lorentz se tornaria negativo, implicando a possibilidade de viajar para o passado.

(D) o efeito da dilatação do tempo desaparece completamente quando a velocidade relativa entre A e B é menor do que a metade da velocidade da luz no vácuo.

(E) a dilatação temporal ocorre apenas quando a velocidade relativa entre dois referenciais é superior a 80% da velocidade da luz no vácuo.

Q13

Uma boia no oceano oscila verticalmente devido à passagem de ondas periódicas de comprimento de onda igual a 20 m e frequência de 0,5 Hz. Um barco se aproxima da boia em linha reta com velocidade constante de 10 m/s, movendo-se na direção oposta à propagação das ondas.

Com base no exposto, determine a frequência das ondas que atingem o barco e assinale a alternativa correta.

(A) 0,65 Hz

(B) 0,75 Hz.

(C) 0,85 Hz.

(D) 0,90 Hz.

(E) 1,00 Hz.

Solução:

Sabemos que a frequência observada por um receptor em movimento, no caso de ondas mecânicas (como ondas do mar), é dada pela fórmula do **efeito Doppler**:

$$f' = f_0 \cdot \left(\frac{v + v_o}{v} \right) \tag{1}$$

onde:

- f' é a frequência observada pelo barco,
- $f_0 = 0{,}5\,\text{Hz}$ é a frequência da onda percebida pela boia (fonte estacionária),
- v é a velocidade de propagação da onda,
- $v_o = 10\,\text{m/s}$ é a velocidade do barco (**positiva**, pois o barco se aproxima da fonte).

Como o comprimento de onda é $\lambda = 20\,\text{m}$ e a frequência $f_0 = 0{,}5\,\text{Hz}$, podemos calcular a velocidade da onda:

$$v = \lambda \cdot f_0 = 20 \cdot 0{,}5 = 10\,\text{m/s} \tag{2}$$

Substituindo os valores na equação do efeito Doppler:

$$f' = 0{,}5 \cdot \left(\frac{10+10}{10}\right) = 0{,}5 \cdot \left(\frac{20}{10}\right) = 0{,}5 \cdot 2 = 1{,}0\,\text{Hz} \tag{3}$$

Resposta: A frequência das ondas percebida pelo barco é **E**: $\boxed{1{,}0\,\text{Hz}}$.

Q14

Uma indústria química deseja preparar uma solução misturando dois líquidos miscíveis: um solvente A com densidade $\rho_A = 0{,}80\,\text{g/cm}^3$ e um solvente B com densidade $\rho_B = 1{,}20\,\text{g/cm}^3$. No preparo, os técnicos misturam 1,2 L do solvente A com 0,8 L do solvente B. Entretanto, devido às interações moleculares, ocorre uma contração volumétrica de 5% no volume total da mistura. Com base nessas informações, determine o valor aproximado da densidade final da mistura e assinale a alternativa correta.

(A) 0,96 g/cm³.

(B) 1,01 g/cm³.

(C) 1,04 g/cm³.

(D) 1,08 g/cm³.

(E) 1,12 g/cm³.

Solução:

Vamos calcular a densidade final da mistura considerando:

- Solvente A: densidade $\rho_A = 0{,}80\,\mathrm{g/cm^3}$, volume $V_A = 1{,}2\,\mathrm{L} = 1200\,\mathrm{cm^3}$
- Solvente B: densidade $\rho_B = 1{,}20\,\mathrm{g/cm^3}$, volume $V_B = 0{,}8\,\mathrm{L} = 800\,\mathrm{cm^3}$

Calculamos as massas dos dois solventes:

$$m_A = \rho_A \cdot V_A = 0{,}80 \cdot 1200 = 960\,\mathrm{g}$$
$$m_B = \rho_B \cdot V_B = 1{,}20 \cdot 800 = 960\,\mathrm{g}$$

A massa total da mistura é:

$$m_{\text{total}} = m_A + m_B = 960 + 960 = 1920\,\mathrm{g}$$

O volume inicial da mistura seria:

$$V_{\text{inicial}} = V_A + V_B = 1200 + 800 = 2000\,\mathrm{cm^3}$$

Como ocorre uma contração volumétrica de 5%, o volume final da mistura é:

$$\begin{aligned} V_{\text{final}} &= V_{\text{inicial}} \cdot (1 - 0{,}05) \\ &= 2000 \cdot 0{,}95 = 1900\,\mathrm{cm^3} \end{aligned}$$

Agora, calculamos a densidade final da mistura:

$$\rho_{\text{mistura}} = \frac{m_{\text{total}}}{V_{\text{final}}} = \frac{1920}{1900} \approx 1{,}01\,\mathrm{g/cm^3}$$

A densidade final da mistura é aproximadamente $\boxed{1{,}01\,\mathrm{g/cm^3}}$, alternativa **B**.

Q15

Duas cargas puntiformes $q_1 = +4\,\mu\mathrm{C}$ e $q_2 = -2\,\mu\mathrm{C}$ estão fixas no vácuo a uma distância de $0{,}6\,\mathrm{m}$ uma da outra. Um ponto P está localizado no ponto médio entre as duas cargas.

Sabendo que a constante eletrostática no vácuo é $k = 9{,}0 \times 10^9\,\mathrm{N \cdot m^2/C^2}$, determine:

- o campo elétrico resultante no ponto P;

- o potencial elétrico no ponto P.

Assinale a alternativa correta.

(A) 2,0.10^5 N/C, 6,0.10^{3}V.

(B) 6,0.10^5 N/C, 1,8.10^{5}V.

(C) 3,0.10^5 N/C, -6,0.10^{3}V.

(D) 6,0.10^5 N/C, 6,0.10^{4}V.

(E) 6,0.10^5 N/C, -6,0.10^{4}V.

Solução:

As cargas são $q_1 = +4\,\mu\text{C} = 4 \times 10^{-6}\,\text{C}$ e $q_2 = -2\,\mu\text{C} = -2 \times 10^{-6}\,\text{C}$, separadas por uma distância de 0,6 m. O ponto P está no ponto médio entre elas, ou seja, a $d = 0{,}3\,\text{m}$ de cada carga.

1) Campo Elétrico no ponto P:

A direção do campo elétrico gerado por uma carga positiva é para fora da carga, e por uma carga negativa, é para dentro da carga. Assim:

- O campo elétrico devido a q_1 no ponto P aponta para a direita. - O campo elétrico devido a q_2 no ponto P também aponta para a direita (pois é negativo e o campo aponta na direção oposta à carga).

Ambos os campos têm mesma direção e sentido, então somamos os módulos:

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{d^2} = 9{,}0 \times 10^9 \cdot \frac{4 \times 10^{-6}}{(0{,}3)^2} = 9{,}0 \times 10^9 \cdot \frac{4 \times 10^{-6}}{0{,}09} = 4{,}0 \times 10^5\,\text{N/C}$$

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{d^2} = 9{,}0 \times 10^9 \cdot \frac{2 \times 10^{-6}}{(0{,}3)^2} = 9{,}0 \times 10^9 \cdot \frac{2 \times 10^{-6}}{0{,}09} = 2{,}0 \times 10^5\,\text{N/C}$$

$$E_{\text{total}} = E_1 + E_2 = 4{,}0 \times 10^5 + 2{,}0 \times 10^5 = 6{,}0 \times 10^5\,\text{N/C} \quad \text{(para a direita)}$$

2) Potencial Elétrico no ponto P:

O potencial elétrico é uma grandeza escalar, então somamos algebricamente:

$$V = V_1 + V_2 = k\frac{q_1}{d} + k\frac{q_2}{d} = k \cdot \left(\frac{q_1 + q_2}{d}\right)$$

$$V = 9{,}0 \times 10^9 \cdot \frac{(4-2) \times 10^{-6}}{0{,}3} = 9{,}0 \times 10^9 \cdot \frac{2 \times 10^{-6}}{0{,}3} = 6{,}0 \times 10^4\,\mathrm{V}$$

Resposta final:

- Campo elétrico: $\boxed{6{,}0 \times 10^5\,\mathrm{N/C}}$
- Potencial elétrico: $\boxed{6{,}0 \times 10^4\,\mathrm{V}}$

Alternativa correta: **D)**

Q16

Em um experimento de eletromagnetismo, um estudante conecta um solenoide longo a uma fonte de corrente contínua (CC) e observa a geração de um campo magnético em seu interior. O solenoide possui 500 espiras, um comprimento de 25 cm e é percorrido por uma corrente elétrica de 2,0 A. Sabendo que a permeabilidade magnética do vácuo é $\mu_0 = 12 \times 10^{-7}\,\mathrm{T \cdot m/A}$, determine a intensidade do campo magnético no interior do solenoide e assinale a alternativa correta.

(A) $4{,}8 \times 10^{-3}$ T

(B) $5{,}0 \times 10^{-3}$ T

(C) $6{,}3 \times 10^{-3}$ T

(D) $8{,}0 \times 10^{-3}$ T

(E) $9{,}5 \times 10^{-3}$ T

Solução:

O campo magnético B no interior de um solenoide ideal (longo) é dado por:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot I$$

onde:

- $\mu_0 = 12 \times 10^{-7}\,\mathrm{T \cdot m/A}$ (permeabilidade magnética do vácuo),
- $n = \dfrac{N}{L}$ é a densidade linear de espiras (número de espiras por metro),
- $N = 500$ é o número total de espiras,
- $L = 25\,\mathrm{cm} = 0{,}25\,\mathrm{m}$ é o comprimento do solenoide,
- $I = 2{,}0\,\mathrm{A}$ é a corrente que percorre o solenoide.

Calculando a densidade linear de espiras:

$$n = \frac{N}{L} = \frac{500}{0{,}25} = 2000\,\mathrm{espiras/m}$$

Substituindo os valores na fórmula do campo magnético:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot I = (12 \times 10^{-7}) \cdot (2000) \cdot (2{,}0)$$

$$B = 12 \cdot 2000 \cdot 2 \times 10^{-7} = 48000 \times 10^{-7} = 4{,}8 \times 10^{-3}\,\mathrm{T}$$

A intensidade do campo magnético no interior do solenoide é:

$$\boxed{4{,}8 \times 10^{-3}\,\mathrm{T}}$$

Alternativa correta: **A)**

Q17

A temperatura T de um reservatório de água, em graus Celsius, varia com o tempo t, em horas, de acordo com a função quadrática:

$$T(t) = -2t^2 + 12t + 20$$

Diante disso, assinale a alternativa que apresenta o instante t em que a temperatura atinge seu valor máximo.

(A) 2 horas.

(B) 3 horas.

(C) 4 horas.

(D) 5 horas.

(E) 6 horas.

Solução:

A função que descreve a temperatura em função do tempo é dada por:

$$T(t) = -2t^2 + 12t + 20$$

Essa é uma função quadrática da forma geral:

$$T(t) = at^2 + bt + c$$

com os coeficientes:

$$a = -2, \quad b = 12, \quad c = 20$$

Como o coeficiente a é negativo, a parábola é voltada para baixo, o que significa que o valor máximo da função ocorre no vértice da parábola.

O tempo t em que a temperatura atinge seu valor máximo é dado pela fórmula do vértice:

$$t = -\frac{b}{2a}$$

Substituindo os valores:

$$t = -\frac{12}{2 \cdot (-2)} = -\frac{12}{-4} = 3$$

Portanto, a temperatura atinge seu valor máximo no instante $t = 3$ horas.

Alternativa correta: **B)**

Q18

A potência fornecida por uma fonte de calor depende do tempo conforme a função P(t) = 100 + 20t, em que t está em minutos e P em Watts. Essa fonte é usada para aquecer uma amostra de água, aumentando sua temperatura em 75°C ao longo de 5 minutos. Considere que toda a energia fornecida pela fonte tenha sido transferida integralmente para a amostra. Tendo isso em vista, determine a massa da amostra em gramas e assinale a alternativa correta. Dados: Calor específico da água: 1 cal/g°C. 1 cal = 4 J.

(A) 50g.

(B) 150g.

(C) 300g.

(D) 450g.

(E) 600g.

Solução:

A potência fornecida por uma fonte de calor varia com o tempo segundo a função:

$$P(t) = 100 + 20t$$

onde t está em **minutos** e $P(t)$ em **watts** (1 W = 1 J/s).

Como a unidade de tempo padrão no SI é o segundo, devemos reescrever a função usando t em segundos.

Sabemos que

$$1\,\text{min} = 60\,\text{s} \Rightarrow t_{\text{min}} = \frac{t_{\text{s}}}{60}$$

$$P(t_{\text{s}}) = 100 + 20 \cdot \left(\frac{t_{\text{s}}}{60}\right) = 100 + \frac{t_{\text{s}}}{3}$$

Agora calculamos a energia fornecida pela fonte ao longo de 5 minutos (300 s):

$$E = \int_0^{300} \left(100 + \frac{t}{3}\right) dt$$

$$E = \left[100t + \frac{t^2}{6}\right]_0^{300}$$

$$E = 100 \cdot 300 + \frac{300^2}{6} = 30000 + \frac{90000}{6}$$

$$E = 30000 + 15000 = 45000\,\text{J}$$

Sabemos que essa energia foi integralmente utilizada para aquecer a água.

Convertendo para calorias:

$$Q = \frac{45000}{4} = 11250\,\text{cal}$$

Usando a equação do calor:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

onde:

- $Q = 11250\,\text{cal}$
- $c = 1\,\text{cal/g}^\circ\text{C}$
- $\Delta\theta = 75^\circ\text{C}$

$$11250 = m \cdot 1 \cdot 75 \Rightarrow m = \frac{11250}{75} = \boxed{150\,\text{g}}$$

Resposta final: $\boxed{150\text{ g}}$, alternativa **B**.

Q19

O comprimento de uma barra metálica varia com a temperatura de acordo com a função quadrática:

$$L(T) = L_0(1 + \alpha T + \beta T^2)$$

em que:

- $L_0 = 2{,}0\,\text{m}$ é o comprimento inicial da barra a $T = 0\,^\circ\text{C}$;
- $\alpha = 1{,}5 \cdot 10^{-5}\,^\circ\text{C}^{-1}$ é o coeficiente de dilatação linear;
- $\beta = 3{,}0 \cdot 10^{-8}\,^\circ\text{C}^{-2}$ é um fator de correção térmica.

Diante disso, qual será o comprimento da barra quando a temperatura atingir $500\,^\circ\text{C}$?

(A) 2,01 m

(B) 2,02 m

(C) 2,03 m

(D) 2,04 m

(E) 2,05 m

Solução:

A função que descreve o comprimento $L(T)$ da barra metálica em função da temperatura é:

$$L(T) = L_0(1 + \alpha T + \beta T^2)$$

Dados:

- $L_0 = 2{,}0\,\mathrm{m}$
- $\alpha = 1{,}5 \cdot 10^{-5}\,{}^\circ\mathrm{C}^{-1}$
- $\beta = 3{,}0 \cdot 10^{-8}\,{}^\circ\mathrm{C}^{-2}$
- $T = 500\,{}^\circ\mathrm{C}$

Substituímos os valores na equação:

$$L(500) = 2{,}0 \cdot \left(1 + (1{,}5 \cdot 10^{-5}) \cdot 500 + (3{,}0 \cdot 10^{-8}) \cdot 500^2\right)$$

Calculando os termos:

$$(1{,}5 \cdot 10^{-5}) \cdot 500 = 0{,}0075$$

$$500^2 = 250000 \quad \Rightarrow \quad (3{,}0 \cdot 10^{-8}) \cdot 250000 = 0{,}0075$$

Somando os termos dentro dos parênteses:

$$1 + 0{,}0075 + 0{,}0075 = 1{,}015$$

Multiplicando pelo comprimento inicial:

$$L(500) = 2{,}0 \cdot 1{,}015 = 2{,}03\,\mathrm{m}$$

Resposta: $\boxed{2{,}03\,\text{m}}$ Alternativa (C)

Q20

A unidade de medida da intensidade luminosa no Sistema Internacional de Unidades (SI) é a **candela (cd)**. A respeito dessa grandeza física e de sua unidade de medida, assinale a alternativa correta.

(A) A candela mede a quantidade total de luz emitida por uma fonte em todas as direções.

(B) A intensidade luminosa, medida em candela, depende da sensibilidade do olho humano a diferentes comprimentos de onda.

(C) A candela é uma unidade que depende exclusivamente da potência elétrica consumida por uma lâmpada.

(D) A intensidade luminosa é equivalente à energia total emitida por uma fonte de luz por segundo.

(E) A candela é definida independentemente do espectro visível, sendo válida para qualquer tipo de radiação eletromagnética.

Resposta correta: (B)

Solução:

Q21

Uma carga elétrica positiva de massa $m = 2 \times 10^{-20}$ kg e módulo $q = 2\,\mu\text{C}$ se movimenta inerte com velocidade de 1×10^{7} m/s no vácuo. No instante $t_1 = 0\,\text{s}$, a carga penetra em uma região de um campo elétrico uniforme de módulo $E = 20\,\text{N/C}$, cujas linhas de força são perpendiculares à direção inicial do movimento da carga. Calcule a distância entre as posições da carga do instante $t_1 = 0\,\text{s}$ até $t_2 = 10\,\text{ns}$ e assinale a alternativa correta. Considere que a carga interage apenas com o campo elétrico no qual se movimenta, que a constante eletrostática do vácuo é $K_0 = 9 \times 10^{9}\,\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, e despreze a ação da gravidade.

(A) 0,1 m

(B) $\sqrt{2}$ m

(C) 0,2 m

(D) $0{,}2\sqrt{2}$ m

(E) $0{,}1\sqrt{2}$ m

Solução:

Dados do problema:

$$\begin{aligned}
m &= 2 \times 10^{-20}\,\text{kg} \\
q &= 2\,\mu\text{C} = 2 \times 10^{-6}\,\text{C} \\
v_0 &= 1 \times 10^{7}\,\text{m/s} \\
E &= 20\,\text{N/C} \\
t &= 10\,\text{ns} = 10 \times 10^{-9}\,\text{s} \\
K_0 &= 9 \times 10^{9}\,\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \quad \text{(não será necessário neste caso)}
\end{aligned}$$

1. Movimento na direção inicial (horizontal)

A carga segue com velocidade constante v_0, pois o campo elétrico é perpendicular a essa direção:

$$x(t) = v_0 t$$

$$x(10\,\text{ns}) = (1 \times 10^{7})(10 \times 10^{-9}) = 0{,}1\,\text{m}$$

2. Movimento na direção do campo (vertical)

O campo elétrico gera uma aceleração na direção perpendicular:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{2 \times 10^{-6} \cdot 20}{2 \times 10^{-20}} = \frac{40 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-20}} = 2 \times 10^{15}\,\text{m/s}^2$$

Como a carga entra com velocidade nula nessa direção, temos:

$$y(t) = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \times 10^{15} \cdot (10 \times 10^{-9})^2$$

$$y(t) = 1 \times 10^{15} \cdot 10^{-16} = 0{,}1\,\text{m}$$

3. Distância total percorrida

Como o movimento é em duas dimensões (parabólico), usamos o teorema de Pitágoras:

$$d = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(0{,}1)^2 + (0{,}1)^2} = \sqrt{2 \cdot 0{,}01} = 0{,}1\sqrt{2}\,\text{m}$$

Resposta: A distância entre as posições da carga nos instantes $t_1 = 0\,\text{s}$ e $t_2 = 10\,\text{ns}$ é aproximadamente $\boxed{0{,}1\sqrt{2}\,\text{m}}$.

Resposta correta: **(E)**

Q22

Um sistema é constituído de duas lentes esféricas delgadas convergentes de distâncias focais F e 2F. As lentes estão dispostas de maneira que seus eixos principais sejam coincidentes. Um feixe de luz cilíndrico incide paralelamente ao eixo central do sistema sobre a lente de maior foco e emerge do sistema a partir da lente de menor foco, sem perder o paralelismo. Determine a relação entre o diâmetro do feixe que incide e o diâmetro do feixe de luz que emerge do sistema e assinale a alternativa correta.

(A) 0,5

(B) 1,0

(C) 1,5

(D) 2,0

(E) 2,5

Solução:

Configuração do sistema

O sistema óptico é composto por:

- Primeira lente: distância focal $f_1 = 2F$
- Segunda lente: distância focal $f_2 = F$

O feixe incidente é **paralelo ao eixo óptico**, com diâmetro D_i, e incide primeiramente na lente de maior foco ($f_1 = 2F$).

Imagem formada pela primeira lente

Como o feixe é paralelo ao eixo, a primeira lente irá convergir os raios para o seu **foco imagem**, situado a uma distância $2F$ da lente.

$$d_{\text{imagem 1}} = f_1 = 2F \tag{4}$$

Posicionamento da segunda lente

Para que o feixe emergente da segunda lente volte a ser **paralelo ao eixo óptico**, a **imagem formada pela primeira lente deve estar no foco objeto da segunda lente**.
Ou seja, a distância entre as lentes deve ser:

$$d = 2F \tag{5}$$

Assim, a imagem da primeira lente coincide com o foco objeto da segunda lente.

Comportamento do feixe

A sequência é:

- Feixe incidente: paralelo com diâmetro D_i.
- Após a primeira lente: feixe converge para um ponto (o foco, a $2F$ de distância).
- Após a segunda lente: o feixe diverge novamente e sai paralelo ao eixo óptico, com novo diâmetro D_f.

Relação entre os diâmetros

O comportamento do diâmetro do feixe pode ser analisado por **semelhança de triângulos**:

- A redução do diâmetro de D_i até zero no foco da primeira lente ocorre ao longo da distância $2F$.
- A abertura de zero até D_f após a segunda lente também ocorre ao longo de F, pois a distância focal da segunda lente é F.

Pela proporcionalidade entre as distâncias e os diâmetros:

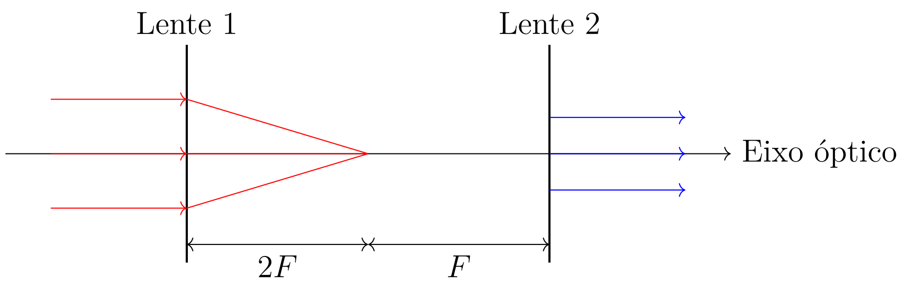
$$\frac{D_f}{D_i} = \frac{F}{2F} = \frac{1}{2} \tag{6}$$

Resposta final

Queremos a razão entre o diâmetro inicial e o final:

$$\frac{D_i}{D_f} = 2,0 \tag{7}$$

Esquema Óptico (opcional)



Portanto, a alternativa correta é: **(D)**

Q23

Uma bola de aço de 2 kg se desloca horizontalmente a 10 m/s sobre uma superfície sem atrito e colide frontalmente com uma segunda bola de 3 kg, que se move no mesmo sentido a 4 m/s. A colisão entre as bolas é perfeitamente elástica. Com base nessas informações, qual será a velocidade da bola de 2 kg após a colisão?

(A) -2 m/s.

(B) 2 m/s.

(C) 2,8 m/s.

(D) 8,8 m/s.

(E) 10 m/s.

Solução:

- Massa da primeira bola: $m_1 = 2\,\text{kg}$
- Velocidade inicial da primeira bola: $v_{1i} = 10\,\text{m/s}$
- Massa da segunda bola: $m_2 = 3\,\text{kg}$
- Velocidade inicial da segunda bola: $v_{2i} = 4\,\text{m/s}$

Uma colisão perfeitamente elástica obedece simultaneamente à:

- **Conservação da quantidade de movimento:**

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

- **Conservação da energia cinética:**

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

Onde:

- v_{1i} e v_{2i}: velocidades iniciais das massas m_1 e m_2
- v_{1f} e v_{2f}: velocidades finais das massas m_1 e m_2

Dedução da Fórmula Direta

Para facilitar a resolução sem precisar resolver um sistema de duas equações, aplicamos uma transformação clássica: a equação das velocidades relativas.
Em colisões perfeitamente elásticas em uma dimensão:

$$v_{1i} - v_{2i} = -(v_{1f} - v_{2f})$$

Ou seja:

$$v_{1i} - v_{2i} = v_{2f} - v_{1f}$$

Agora temos duas equações:

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \tag{1}$$

$$v_{1i} - v_{2i} = v_{2f} - v_{1f} \tag{2}$$

Resolvendo o Sistema

Da equação (2):

$$v_{2f} = v_{1i} - v_{2i} + v_{1f}$$

Substituindo isso na equação (1):

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 (v_{1i} - v_{2i} + v_{1f})$$

Distribuindo:

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{1i} - m_2 v_{2i} + m_2 v_{1f}$$

Agrupando os termos:

$$m_1 v_{1i} - m_2 v_{1i} + m_2 v_{2i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_{1f}$$

$$(m_1 - m_2)v_{1i} + 2m_2v_{2i} = (m_1 + m_2)v_{1f}$$

Finalmente, isolando v_{1f}:

$$v_{1f} = \frac{(m_1 - m_2)v_{1i} + 2m_2v_{2i}}{m_1 + m_2}$$

Cálculo Numérico

Substituindo os valores fornecidos:

$$v_{1f} = \frac{(2\,\text{kg} - 3\,\text{kg}) \times 10\,\text{m/s} + 2 \times 3\,\text{kg} \times 4\,\text{m/s}}{2\,\text{kg} + 3\,\text{kg}}$$

$$v_{1f} = \frac{(-1) \times 10 + 24}{5}$$

$$v_{1f} = \frac{-10 + 24}{5}$$

$$v_{1f} = \frac{14}{5}$$

$$\boxed{v_{1f} = 2,8\,\text{m/s}}$$

no mesmo sentido original do movimento.

A velocidade da bola de $2\,\text{kg}$ após a colisão será $2,8\,\text{m/s}$. **Resposta:** **(C)**.

Q24

Uma sonda espacial é enviada para estudar um exoplaneta orbitando uma estrela semelhante ao Sol. Durante as medições, os cientistas descobrem que a órbita do exoplaneta é ligeiramente elíptica, com semieixo maior de 2 UA e excentricidade de 0,3. Sabendo que a massa da estrela central é aproximadamente 1 massa solar, assinale a alternativa que apresenta o valor aproximado do período orbital do exoplaneta em anos terrestres.

(A) 1,8 anos.

(B) 2,0 anos.

(C) 2,5 anos.

(D) 2,8 anos.

(E) 3,2 anos.

Solução:

Terceira Lei de Kepler

A Terceira Lei de Kepler estabelece que o quadrado do período orbital (T^2) de um planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior (a^3) de sua órbita, quando o corpo central tem uma massa M:

$$F_{cp} = F_{grav}$$

$$m\omega^2 r = \frac{GMm}{r^2}$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 a = \frac{GM}{a^2} \Rightarrow \frac{4\pi^4}{T^2} = \frac{GM}{a^3}$$

$$\boxed{T^2 = \frac{4\pi^2 a^3}{GM}}$$

Onde:

- T = período orbital
- a = semieixo maior da órbita
- G = constante gravitacional universal
- M = massa da estrela central

Unidades Astronômicas

Ao trabalhar com:

- a em Unidades Astronômicas (UA),
- M em massas solares ($M_\odot$),
- T em anos terrestres,

Ajuste da Constante

Ao adotar essas unidades, os valores de G, $M_\odot$, a e T são escolhidos de forma que, para a órbita da Terra ao redor do Sol, tenhamos:

$$a = 1\,\text{UA}, \quad M = 1\,M_\odot, \quad T = 1\,\text{ano}$$

Substituindo esses valores na equação da Terceira Lei de Kepler, obtemos:

$$(1\,\text{ano})^2 = \frac{4\pi^2(1\,\text{UA})^3}{GM_\odot}$$

Para que essa igualdade seja verdadeira, a constante $\frac{4\pi^2}{GM_\odot}$ precisa ser numericamente igual a 1 nas novas unidades escolhidas, a fórmula se simplifica para:

$$T^2 = a^3$$

Essa simplificação é válida apenas para sistemas estelares cuja massa central seja igual a $1\,M_\odot$, como no caso do nosso Sol.

Cálculo do Período

Substituindo o valor de $a = 2\,\text{UA}$:

$$T^2 = (2)^3 = 8$$

$$T = \sqrt{8}$$

$$T \approx 2,83\,\text{anos terrestres}$$

Observação sobre a Excentricidade

Vale lembrar que a excentricidade $e = 0,3$ afeta o formato da órbita (tornando-a uma elipse mais alongada), mas não altera o cálculo do período segundo a Terceira Lei de Kepler. O período depende apenas do semieixo maior e da massa da estrela central.

Resposta Final

O período orbital aproximado do exoplaneta é:

$$\boxed{T \approx 2,8\,\text{anos terrestres}}$$

Resposta correta: (D)

Q25

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

Solução:

Resposta correta: (...)

Q22

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

Solução:

Resposta correta: **(...)**

Q22

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

Solução:

Resposta correta: **(...)**