

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

André V. Silva

[www.andrevsilva.com](http://www.andrevsilva.com)

Thursday 29<sup>th</sup> May, 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:  $T_q = 800 \text{ K}$
- Temperatura da fonte fria:  $T_f = 300 \text{ K}$

- Calor recebido por ciclo:  $Q_q = 500 \text{ MJ}$
- Eficiência real:  $\eta_{\text{real}} = 0,60 \cdot \eta_{\text{Carnot}}$

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:

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

O trabalho efetivo realizado por ciclo é:

$$W = \eta_{\text{real}} \cdot Q_q = 0,375 \cdot 500 \text{ MJ} = 187,5 \text{ MJ}$$

$W = 187,5 \text{ MJ}$

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 sempre 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**:

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

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:

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

Substituindo os valores na equação do efeito Doppler:

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

**Resposta:** A frequência das ondas percebida pelo barco é **E**: 1,0 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)  $0,96 \text{ g/cm}^3$ .
- (B)  $1,01 \text{ g/cm}^3$ .
- (C)  $1,04 \text{ g/cm}^3$ .
- (D)  $1,08 \text{ g/cm}^3$ .
- (E)  $1,12 \text{ g/cm}^3$ .

### Solução:

Vamos calcular a densidade final da mistura considerando:

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

Calculamos as massas dos dois solventes:

$$m_A = \rho_A \cdot V_A = 0,80 \cdot 1200 = 960 \text{ g}$$

$$m_B = \rho_B \cdot V_B = 1,20 \cdot 800 = 960 \text{ g}$$

A massa total da mistura é:

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

O volume inicial da mistura seria:

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

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

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

Agora, calculamos a densidade final da mistura:

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

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

## Q15

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

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

- o campo elétrico resultante no ponto  $P$ ;

- o potencial elétrico no ponto  $P$ .

Assinale a alternativa correta.

- (A)  $2,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ ,  $6,0 \cdot 10^3 \text{ V}$ .
- (B)  $6,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ ,  $1,8 \cdot 10^5 \text{ V}$ .
- (C)  $3,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ ,  $-6,0 \cdot 10^3 \text{ V}$ .
- (D)  $6,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ ,  $6,0 \cdot 10^4 \text{ V}$ .
- (E)  $6,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ ,  $-6,0 \cdot 10^4 \text{ V}$ .

### 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  $0,6 \text{ m}$ . 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:

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

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

**Resposta final:**

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

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  $\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ , determine a intensidade do campo magnético no interior do solenoide e assinale a alternativa correta.

- (A)  $4,8 \times 10^{-3} \text{ T}$
- (B)  $5,0 \times 10^{-3} \text{ T}$
- (C)  $6,3 \times 10^{-3} \text{ T}$
- (D)  $8,0 \times 10^{-3} \text{ T}$
- (E)  $9,5 \times 10^{-3} \text{ T}$

**Solução:**

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

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

onde:

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

Calculando a densidade linear de espiras:

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

Substituindo os valores na fórmula do campo magnético:

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

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

A intensidade do campo magnético no interior do solenoide é:

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

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  $75^\circ\text{C}$  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:  $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ .  $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$ .

(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** ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ ).

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

Sabemos que

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

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

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

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

**Solução:**

## Q20

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

**Solução:**

**Q21**

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

**Solução:**