

UFRGS 2020

RESOLUÇÃO DA PROVA DE FÍSICA

Prof. Giovane Irribarem de Mello

1. No Sistema Internacional de Unidades (SI), utiliza-se o metro (m), o quilograma (kg) e o segundo (s), respectivamente, como unidades de comprimento, massa e tempo. Em astronomia, são definidas unidades de medida mais apropriadas para o estudo de objetos astronômicos no Sistema Solar.

A tabela abaixo mostra a equivalência entre as duas notações.

SI	Sistema de Unidades Astronômicas (aproximadamente)
Distância (m)	1 UA = $1,5 \times 10^{11}$ m
Massa (kg)	Massa do Sol (M_{Sol}) = 2×10^{30} kg
Tempo (s)	1 ano = $3,15 \times 10^7$ s

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas abaixo, na ordem em que aparecem.

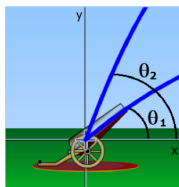
A órbita do planeta Netuno em torno do Sol tem um raio médio de $4,5 \times 10^9$ km. Essa distância corresponde, aproximadamente a UA.

Júpiter, o planeta mais massivo do Sistema Solar, tem massa M_J aproximadamente igual a 2×10^{22} kg, o que corresponde a M_{Sol} .

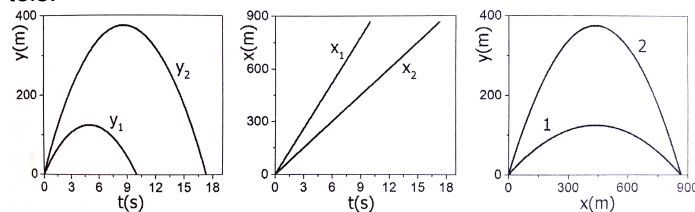
O módulo da velocidade da luz, $c = 3 \times 10^5$ km/s, corresponde a, aproximadamente, UA/ano.

- (A) 30 - $1,0 \times 10^8$ - $1,4 \times 10^9$
 (B) 30 - $1,0 \times 10^{-8}$ - $6,3 \times 10^4$
 (C) 3 - $1,0 \times 10^{-8}$ - $6,3 \times 10^1$
 (D) 0,03 - $1,0 \times 10^{-8}$ - $6,3 \times 10^4$
 (E) 0,03 - $1,0 \times 10^8$ - $1,4 \times 10^9$

2. Dois projéteis são disparados simultaneamente no vácuo, a partir da mesma posição no solo, com ângulos de lançamento diferentes, $\theta_1 < \theta_2$, conforme representa a figura abaixo.



Os gráficos a seguir mostram, respectivamente, as posições verticais y como função do tempo t , as posições horizontais x como função do tempo e as posições verticais y como função das posições horizontais x , dos dois projéteis.



Analisando os gráficos, pode-se afirmar que

I - o valor inicial da componente vertical da velocidade do projétil 2 é maior do que o valor inicial da componente vertical da velocidade do projétil 1.

II - o valor inicial da componente horizontal da velocidade do projétil 2 é maior do que o valor inicial da componente horizontal da velocidade do projétil 1.

III - os dois projéteis atingem o solo no mesmo instante.

Quais estão corretas?

- (A) Apenas I. (B) Apenas II.
 (C) Apenas I e III. (D) Apenas II e III.
 (E) I, II e III.

RESOLUÇÃO DAS QUESTÃO 1.

Completando as lacunas temos:

Usando uma regra de três respondemos a primeira:

Antes ajustaremos a distância de Netuno em km para metros.

$$d = 4,5 \times 10^9 \text{ km} = 4,5 \times 10^9 \times 10^3 = 4,5 \times 10^{12} \text{ m}$$

$$1 \text{ UA} = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$x \text{ UA} = 4,5 \times 10^{12} \text{ m}$$

$$x = 30 \text{ UA}$$

Usando novamente uma regra de três respondemos essa também!

$$1 M_{\text{Sol}} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$x M_{\text{Sol}} = 2 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$x = 1 \times 10^{-8} M_{\text{Sol}}$$

Para trocar a unidade de medida da velocidade da luz no vácuo, convertamos primeiro os "km" para "UA".

$$d = 3 \times 10^5 \text{ km} = 3 \times 10^5 \times 10^3 = 3 \times 10^8 \text{ m}$$

$$1 \text{ UA} = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$x \text{ UA} = 3 \times 10^8 \text{ m}$$

$$x = 2 \times 10^{-3} \text{ UA}$$

E agora o tempo de 1 s para anos.

$$1 \text{ ano} = 3,15 \times 10^7 \text{ s}$$

$$x \text{ anos} = 1 \text{ s}$$

$$x = 0,32 \times 10^{-7} \text{ anos} = 3,2 \times 10^{-8} \text{ anos}$$

$$c = \frac{3 \times 10^5 \text{ km}}{1 \text{ s}} = \frac{2 \times 10^{-3} \text{ UA}}{3,2 \times 10^{-8} \text{ anos}} = 0,63 \times 10^5 = 6,3 \times 10^4 \text{ UA / ano}$$

Resposta letra B.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 2.

Analisando as afirmações temos:

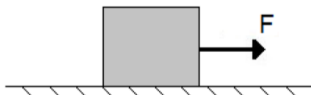
I - *Certa*, pois pelo gráfico y versus x (gráfico da direita), percebemos na curva do projétil 2, uma altura atingida maior (um pouco menos de 400 m) do que a curva do projétil 1 (menos de 200 m), e portanto, maior altura maior a velocidade inicial da componente vertical.

II - *Errada*, pois pelo gráfico $x(m) \times t(s)$ (gráfico do meio) as inclinações das retas informam sobre a componente horizontal da velocidade. Como a reta do projétil 1 é mais inclinada, isso significa que a componente horizontal da velocidade do projétil 1 é maior que a componente horizontal do projétil 2.

III - *Errada*, pois pelo gráfico $y(m) \times t(s)$ (gráfico da esquerda), o projétil 1 atinge o solo entre os instantes 9 e 12 segundos e o projétil 2 atinge o solo entre os instantes de 15 e 18 s.

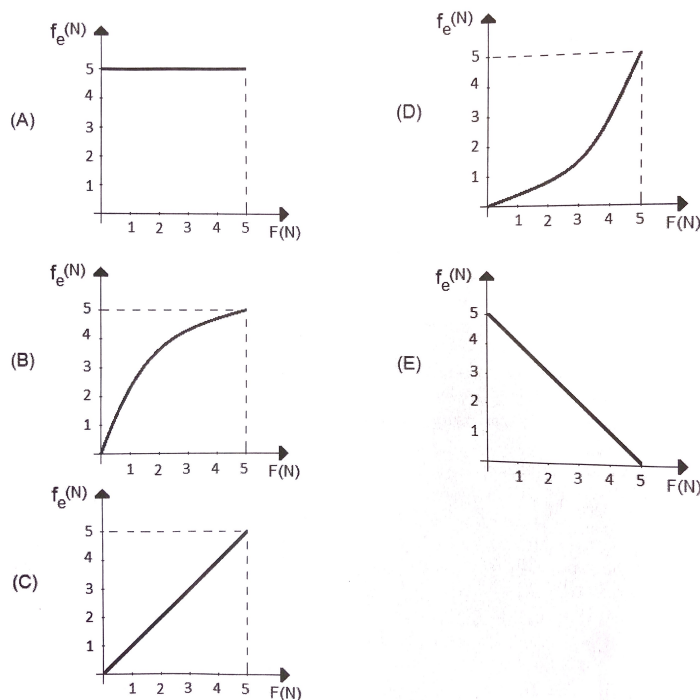
Resposta letra A.

3. A figura abaixo representa um bloco de massa 2,0 kg, que se mantém em repouso, sobre uma superfície plana horizontal, enquanto submetido a uma força F paralela à superfície e de intensidade variável.



O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície vale 0,25. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Assinale a alternativa que melhor representa o gráfico do módulo da força de atrito estático f_e em função do módulo da força aplicada.



4. A figura abaixo mostra a imagem de um buraco negro na galáxia elíptica Messier 87, obtida através do uso de um conjunto de telescópios espalhados ao redor da Terra.



No centro da nossa galáxia, também há um buraco negro, chamado Sagittarius A*.

Usando o Sistema Internacional de unidades, a relação entre o raio da órbita, R , e o período de revolução T de um corpo que orbita em torno de um astro de massa M é dada pela 3ª Lei de Kepler $R^3 = \frac{G}{4\pi^2} MT^2$, em que $G = 6,67 \times 10^{-11}$

Nm^2/kg^2 é a constante de gravitação universal.

Quando T e R são expressos, respectivamente, em anos e em unidades astronômicas (UA), a 3ª Lei de Kepler pode ser escrita como $\frac{R^3}{T^2} = M$, em que a massa M é expressa

em unidades de massa do Sol, M_{Sol} .

Tendo sido observada uma estrela em órbita circular com $R \approx 800 \text{ UA}$ e $T \approx 16 \text{ anos}$, conclui-se que a massa do buraco negro na nossa galáxia é, aproximadamente,

- (A) $2,0 \times 10^6 M_{\text{Sol}}$. (B) $6,4 \times 10^4 M_{\text{Sol}}$. (C) $2,0 \times 10^4 M_{\text{Sol}}$.
(D) $6,4 \times 10^3 M_{\text{Sol}}$. (E) $2,0 \times 10^2 M_{\text{Sol}}$.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 3.

De acordo com o enunciado, o bloco se mantém em repouso durante a aplicação da força F , a consequência disso é que a força resultante deve ser zero ($F_R = 0$).

Como a força resultante é zero, então o bloco fica submetido a duas forças na horizontal, F e $f_{e\text{Max}}$.

Para que essa condição seja verdadeira, ambas as forças F e $f_{e\text{Max}}$ devem ter mesma direção e sentidos opostos e mesma intensidade para a soma vetorial ser zero.

$$F_R = 0$$

$$F - f_{e\text{Max}} = 0$$

$$F = f_{e\text{Max}}$$

Portanto, se ambas as forças tem o mesmo valor, o gráfico só pode ser o de uma função linear (do tipo $y = x$).

Resposta letra C.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 4.

Usando a fórmula dada no enunciado e aplicando os valores da estrela que orbita o buraco negro, teremos:

$$M = \frac{R^3}{T^2} = \frac{800^3}{16^2} = \frac{512 \times 10^6}{256} = 2 \times 10^6 M_{\text{Sol}}$$

Resposta da letra A.

Instrução: As questões 05, 06 e 07 referem-se ao enunciado abaixo.

Em 16 de julho de 1969, o foguete Saturno V, com aproximadamente 3000 toneladas de massa, foi lançado carregando a cápsula tripulada Apollo 11, que pousaria na Lua quatro dias depois.

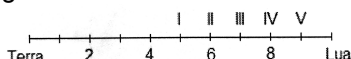


Disponível em:
<<https://airandspace.si.edu/multimedia-gallery/39526.jpg>>
Acesso em: 29 ago. 2019.

5. Em sua trajetória rumo a Lua, a espaçonave Apollo 11 esteve sujeita às forças de atração gravitacional exercidas pela Terra e pela Lua, com preponderância de uma ou de outra, dependendo da distância à Terra ou à Lua.

Considere $M_L = M_T/81$, em que M_L e M_T são, respectivamente, as massa da Lua e da Terra.

Na figura abaixo, a distância do centro da Terra ao centro da Lua está representada pelo segmento de reta, dividido em 10 partes iguais.

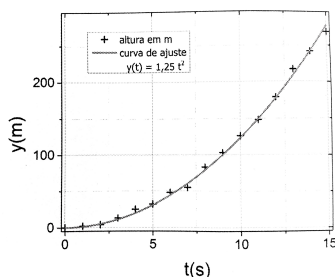


Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do enunciado abaixo.

Em sua viagem para a Lua, quando a Apollo 11 ultrapassa o ponto, o módulo da força gravitacional da Lua sobre a espaçonave passa a ser maior do que o módulo da força gravitacional que a Terra exerce sobre essa espaçonave.

- (A) I. (B) II. (C) III. (D) IV. (E) V.

6. O gráfico abaixo representa a posição vertical y do foguete Saturno V durante os 15 primeiros segundos após o lançamento (símbolos +). A linha contínua ajusta esses pontos com a função $y(t) = 1,25 t^2$.



Com base nesse gráfico, a energia cinética adquirida pelo foguete após 10 s de voo é de, aproximadamente,

- (A) 937,5 MJ.
(B) 375,0 MJ.
(C) 234,4 MJ.
(D) 187,5 MJ.
(E) 93,8 MJ.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 5.

Para responder essa questão vamos calcular o ponto onde ambas as forças tem o mesmo valor.

Antes adotaremos o referencial usado na figura do enunciado em que aparece o centro da Terra na posição 0 e o centro da Lua na posição 10.

E para isso usamos a Lei da Gravitação Universal.

$$F_T = F_L \rightarrow G \frac{m_{\text{fog}} M_T}{d_{\text{fog-T}}^2} = G \frac{m_{\text{fog}} M_L}{d_{\text{fog-L}}^2} \rightarrow \cancel{G} \frac{m_{\text{fog}} M_T}{d_{\text{fog-T}}^2} = \cancel{G} \frac{m_{\text{fog}} M_L}{d_{\text{fog-L}}^2}$$

$$\rightarrow \frac{M_T}{d_{\text{fog-T}}^2} = \frac{M_L/81}{d_{\text{fog-L}}^2} \rightarrow \frac{M_T}{d_{\text{fog-T}}^2} = \frac{M_T}{81 \cdot d_{\text{fog-L}}^2} \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{1}{81 \cdot (x-10)^2}$$

Obs.: "x" será a distância do foguete até a Terra ($d_{\text{fog-T}}$) e consequentemente, a distância do foguete a Lua ($d_{\text{fog-L}}$) será $10-x$.

$$81 \cdot (10-x)^2 = x^2 \rightarrow 81(100 - 20x + x^2) = x^2$$

$$81x^2 - 1620x + 8100 = x^2 \rightarrow 80x^2 - 1620x + 8100 = 0$$

$$8x^2 - 162x + 810 = 0 \rightarrow 4x^2 - 81x + 405 = 0$$

Aplicando a fórmula de Baskara para resolver a expressão acima, teremos as seguintes raízes:

$$x_1 = 9 \text{ e } x_2 = 11,25$$

Podemos desprezar a segunda raiz, pois esta, está fora da régua dada no enunciado.

Então, se ambas as forças tem a mesma intensidade no ponto V (posição 9, como calculado acima), no momento em que o foguete passar por esse ponto a força que a Lua exerce sobre o foguete será maior do que a da Terra sobre o foguete, pois a distância do é inversamente proporcional ao quadrado da distância, como mostrado na Lei da Gravitação universal abaixo.

$$F = G \frac{mM}{d^2}$$

Resposta letra E.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 6.

Para determinar a energia cinética do foguete, precisaremos da velocidade no instante de 10 s.

Na expressão dada no enunciado da questão podemos obter a aceleração, pois o valor 1,25 é o termo $a/2$.

Então a aceleração vale $2,5 \text{ m/s}^2$.

Sabendo que a velocidade inicial do foguete é zero, podemos obter a velocidade no instante de 10 s usando a equação da aceleração.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow 2,5 = \frac{v - 0}{10} \rightarrow v = 25 \text{ m/s}$$

De posse da velocidade e da massa do foguete que se encontra no texto inicial ($3000 \text{ toneladas} = 3 \times 10^6 \text{ kg}$), obtemos a energia cinética.

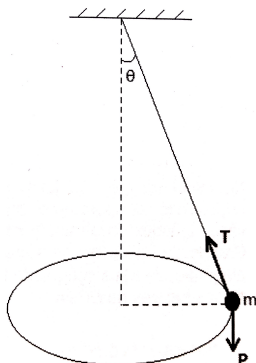
$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{3 \times 10^6 \cdot (25)^2}{2} = \frac{3 \times 10^6 \cdot 625}{2} = \frac{1875 \times 10^6}{2} = 937,5 \text{ MJ}$$

Resposta letra A.

7. Na preparação para executarem tarefas na Lua, onde o módulo da aceleração da gravidade é cerca de $1/6$ do módulo da aceleração da gravidade na superfície da Terra, astronautas em trajes espaciais praticam totalmente submersos em uma piscina, em um centro de treinamento. Como um astronauta com um traje espacial tem peso de módulo P na Terra, qual deve ser o módulo da força de empuxo para que seu peso aparente na água seja igual ao peso na Lua?

- (A) $P/6$. (B) $P/3$. (C) $P/2$.
(D) $2P/3$. (E) $5P/6$.

8. A figura abaixo representa um pêndulo cônico: um pequeno corpo de massa m , preso à extremidade de um fio, gira, descrevendo uma circunferência horizontal com velocidade constante em módulo, e o fio forma um ângulo θ com a vertical.



T e P são, respectivamente, a força de tração, exercida pelo fio, e a força peso.

Considere as afirmações sobre o trabalho realizado por essas forças.

I - O trabalho realizado pela componente vertical da força de tração, $IT \cos \theta$, é nulo.

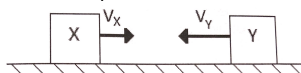
II - O trabalho realizado pela componente radial da força de tração, $IT \sin \theta$, é nulo.

III - I - O trabalho realizado pela força P é nulo.

Quais estão corretas?

- (A) Apenas I. (B) Apenas II. (C) Apenas I e III.
(D) Apenas II e III. (E) I, II e III.

9. A figura abaixo mostra dois corpos, identificados como X e Y, cada um de massa 1 kg , movendo-se sobre uma superfície horizontal sem atrito. Os módulos de suas velocidades são $v_X = 4 \text{ m/s}$ e $v_Y = 6 \text{ m/s}$.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas abaixo, na ordem em que aparecem.

Se os corpos X e Y sofrem uma colisão elástica, a energia cinética final do sistema é

Se os corpos X e Y sofrem uma colisão perfeitamente inelástica, a energia cinética final do sistema vale

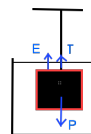
Qualquer que seja o tipo de colisão, o módulo da velocidade do centro de massa do sistema é

- (A) $10 \text{ J} - 4 \text{ J} - 2 \text{ m/s}$. (B) $10 \text{ J} - 2 \text{ J} - 1 \text{ m/s}$.
(C) $26 \text{ J} - 1 \text{ J} - 1 \text{ m/s}$. (D) $26 \text{ J} - 1 \text{ J} - 2 \text{ m/s}$.
(E) $26 \text{ J} - 2 \text{ J} - 1 \text{ m/s}$.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 7.

Inicialmente vou imaginar um objeto preso por uma corda ideal, em equilíbrio, submerso na água como mostra figura abaixo.

Vou considerar que o bloco seja o astronauta. Com isso posso afirmar que existem três forças atuando nele: força Peso (para baixo), força Tensora (para cima) e a força de Empuxo (para cima).



Podemos agora montar a expressão para resolver a questão sabendo que a força na corda será o equivalente ao peso aparente na Lua ($T = P_A$).

Obs.: Na Lua $g_{\text{Lua}} = 1/6 g_{\text{Terra}}$ então essa relação também vale pro peso do astronauta ($P_A = P/6$)

$F_R = 0$ (bloco parado)

$P - T - E = 0$

$P - P_A - E = 0$

$P - P/6 = E$

$E = 5/6 P$

Resposta letra E.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 8.

Analisando cada uma das afirmações temos:

I - *Correta*, pois para determinar o trabalho da componente vertical usamos a fórmula: $W = F \cdot d \cdot \cos \theta$

No entanto, o ângulo θ deve ser analisado antes de qualquer coisa. E neste caso ele vale 90° , pois a força mencionada na afirmação, está apontada para cima e o vetor deslocamento é paralelo a curva descrita pelo pêndulo (que se encontra em perspectiva). Com isso o $\cos 90^\circ = 0$, portanto o trabalho também é zero!

II - *Correta*, e da mesma forma como foi mostrado acima, o ângulo θ também vale 90° , pois a força mencionada na afirmação, está apontada para o centro da trajetória e o vetor deslocamento é paralelo a curva descrita pelo pêndulo. Com isso o $\cos 90^\circ = 0$, portanto o trabalho também é zero!

III - *Correta*, e o ângulo θ também vale 90° , pois a força mencionada na afirmação, está apontada para baixo e o vetor deslocamento é paralelo a curva descrita pelo pêndulo (que se encontra em perspectiva). Com isso o $\cos 90^\circ = 0$, portanto o trabalho também é zero!

Resposta letra E.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 9.

Respondendo as lacunas:

Para determinar a energia final do sistema, basta calcular a energia cinética do sistema no início, pois ela se conserva.

$$E_c = E_{cX} + E_{cY} = \frac{m_X \cdot v_X^2}{2} + \frac{m_Y \cdot v_Y^2}{2} = \frac{1 \cdot 4^2}{2} + \frac{1 \cdot 6^2}{2} = 8 + 18 = 26 \text{ J}$$

Para determinar a energia cinética final temos que calcular primeiro a velocidade final do conjunto que após a colisão estarão juntos. Para isso usamos a Lei de Conservação da Quantidade de Movimento.

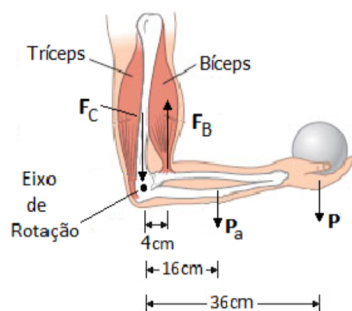
$$Q_{\text{antes}} = Q_{\text{depois}} \rightarrow Q_X + Q_Y = Q_{\text{depois}} \rightarrow m_X \cdot v_X + m_Y \cdot v_Y = m_{\text{depois}} \cdot v_{\text{depois}}$$

$$1 \cdot 4 + 1 \cdot (-6) = (m_X + m_Y) \cdot v_{\text{depois}} \rightarrow -2 = 2 \cdot v_{\text{depois}} \rightarrow v_{\text{depois}} = -1 \text{ m/s}$$

$$E_{c_{\text{sistema}}} = \frac{m_{\text{sistema}} \cdot v_{\text{depois}}^2}{2} = \frac{(m_X + m_Y) \cdot v_{\text{depois}}^2}{2} = \frac{2 \cdot (-1)^2}{2} = 1 \text{ J}$$

Já a velocidade do centro de massa independente da colisão já foi calculada acima e vale -1 m/s , porém em módulo vale 1 m/s . Já que neste caso os dois corpos estão juntos. Resposta letra C.

10. A figura abaixo representa esquematicamente o braço e o antebraço de uma pessoa que está sustentando um peso P . O antebraço forma um ângulo de 90° com o braço. F_B é a força exercida pelo bíceps sobre o antebraço, e F_C é a força na articulação do cotovelo.



Sendo o módulo do peso $P = 50 \text{ N}$ e o módulo do peso do antebraço $P_a = 20 \text{ N}$, qual é o módulo da força F_B ?

- (A) 70 N. (B) 370 N. (C) 450 N. (D) 460 N. (E) 530 N.

11. O diâmetro de um disco de metal aumenta 0,22% quando o disco é submetido a uma variação de temperatura de 100°C .

Qual é o valor que melhor representa o coeficiente de dilatação linear do metal de que é feito o disco?

- (A) $22 \times 10^{-3} / ^\circ \text{C}$. (B) $22 \times 10^{-4} / ^\circ \text{C}$.
(C) $11 \times 10^{-4} / ^\circ \text{C}$. (D) $22 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$.
(E) $11 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$.

12. No início do mês de julho de 2019, foram registradas temperaturas muito baixas em várias cidades do país. Em Esmeralda, no Rio Grande do Sul, a temperatura atingiu -2°C e pingentes de água congelada formaram-se em alguns lugares na cidade.

O calor específico do gelo é $2,1 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ \text{C})$, e o calor latente de fusão da água é igual a 330 kJ/kg .

Sabendo que o calor específico da água é o dobro do calor específico do gelo, calcule a quantidade de calor por unidade de massa necessária para que o gelo a -2°C se transforme em água a 10°C .

- (A) 335,3 kJ/kg (B) 367,8 kJ/kg
(C) 376,2 kJ/kg (D) 380,4 kJ/kg
(E) 384,6 kJ/kg

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 10.

Para resolver a questão, devemos em primeiro lugar escolher um ponto para inserir nosso referencial para medir o tamanho dos braços de alavanca. O melhor local para colocar nosso referencial é no EIXO DE ROTAÇÃO.

Como o sistema está em repouso as somas dos momentos das forças é zero!

Na figura abaixo somamos os momentos produzidos pelas forças que tendem a girar no mesmo sentido e igualando as que estão em sentido oposto.

$$M_{P_a} + M_P = M_{F_B}$$

$$P_a \cdot d_{P_a} + P \cdot d_P = F_B \cdot d_B$$

$$20 \cdot 16 + 50 \cdot 36 = F_B \cdot 4$$

$$320 + 1800 = F_B \cdot 4$$

$$2120 = F_B \cdot 4$$

$$F_B = 530 \text{ N}$$

Resposta letra E.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 11.

Para resolver esta questão temos que aplicar a dilatação linear, pois o que está informado que dilata é o diâmetro. Aplicando a equação temos:

$$\Delta \ell = \ell_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\frac{0,22}{100} \cdot \ell_0 = \ell_0 \cdot \alpha \cdot 100$$

$$\frac{0,22}{100 \cdot 100} \cdot \ell_0 = \ell_0 \cdot \alpha$$

$$\frac{22 \times 10^{-2}}{10^4} = \alpha$$

$$\alpha = 22 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$$

Resposta letra D.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 12.

Pra resolver essa questão apenas calculamos as quantidades de calor por unidade de massa envolvidas em cada etapa e no final somamos.

Primeira etapa é o aquecimento do gelo de -2°C até 0°C .

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot 2,1 \cdot 2 \rightarrow Q_1/m = 4,2 \text{ kJ/kg}$$

Próxima etapa é a fusão do gelo ou derretimento.

$$Q_2 = m \cdot L = m \cdot 330 \rightarrow Q_2/m = 330 \text{ kJ/kg}$$

E a última etapa é o aquecimento da água após o derretimento do gelo.

$$Q_3 = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot 4,2 \cdot 10 \rightarrow Q_3/m = 42 \text{ kJ/kg}$$

Então a resposta é obtida somando os resultados.

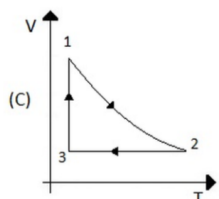
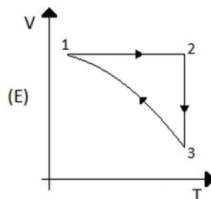
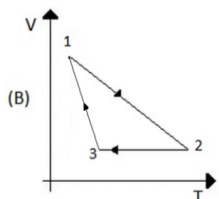
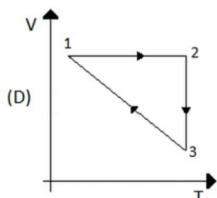
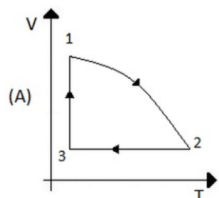
$$Q/m = Q_1/m + Q_2/m + Q_3/m$$

$$Q/m = 4,2 + 330 + 42 = 376,2 \text{ kJ/kg}$$

Resposta letra C.

13. Uma amostra de gás ideal monoatômico encontra-se em um estado inicial 1. O gás sofre três transformações sucessivas até completar um ciclo: passa do estado 1 para o estado 2 através de uma compressão adiabática; depois, passa do estado 2 para o estado 3 através de uma transformação isocórica; e, finalmente, retorna ao estado inicial 1, sofrendo uma expansão isotérmica.

Qual dos diagramas volume (V) x temperatura absoluta (T) abaixo melhor representa esse ciclo?

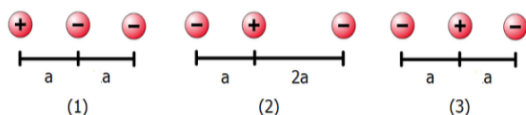


14. Uma máquina térmica de Carnot apresenta um rendimento de 40%, e a temperatura de sua fonte quente é 500 K. A máquina opera a uma potência de 4,2 kW e efetua 10 ciclos por segundo.

Qual é a temperatura de sua fonte fria e o trabalho que a máquina realiza em cada ciclo?

- (A) 200 K - 42 J. (B) 200 K - 420 J.
(C) 200 K - 42.000 J. (D) 300 K - 42 J.
(E) 300 K - 420 J.

15. Duas cargas negativas e uma carga positiva, as três de mesmo módulo, estão arranjadas, em posições fixas, de três maneiras distintas, conforme representa a figura abaixo.



Assinale a alternativa que ordena corretamente os valores da energia potencial eletrostática armazenada U.

- (A) $U_{(1)} > U_{(2)} = U_{(3)}$ (B) $U_{(1)} > U_{(2)} > U_{(3)}$
(C) $U_{(1)} = U_{(2)} = U_{(3)}$ (D) $U_{(1)} < U_{(2)} < U_{(3)}$
(E) $U_{(1)} > U_{(2)} = U_{(3)}$

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 13.

Para determinar o gráfico que corresponde a resposta correta, devemos avaliar cada processo descrito no enunciado. No processo de 1 para 2 temos uma compressão adiabática, nela a temperatura aumenta com a redução do volume, mas deforma muito rápida! Como a transformação adiabática do gráfico é $V \propto T^{1/\gamma}$ a função é dada por

$$V = \frac{\text{const.}}{\sqrt{T}}$$

Esse tipo de função produz no gráfico uma hipérbole como a da letra C. Lembrando que na alternativa A o processo de 1 para 2 não é uma curva exponencial do tipo indicado na explicação.

No processo de 2 para 3 temos uma transformação sob volume constante, que elimina as alternativas D e E.

E no processo 3 para 1 o gás sofre uma transformação sob temperatura constante. Isso elimina as alternativas B, D e E.

Resposta letra C.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 14.

De posse dos dados da questão podemos determinar a temperatura da fonte fria usando a equação do rendimento do ciclo de Carnot.

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_{\text{fria}}}{T_{\text{quente}}} \rightarrow 0,4 = 1 - \frac{T_{\text{fria}}}{500} \rightarrow \frac{T_{\text{fria}}}{500} = 0,4 = 1$$

$$\rightarrow \frac{T_{\text{fria}}}{500} = 0,6 \rightarrow T_{\text{fria}} = 300\text{K}$$

Agora para determinar o trabalho usamos a equação da potência! Mas antes temos que lembrar que a máquina executa 10 ciclos em 1 segundo, portanto o tempo para realizar cada ciclo é de 0,1 s (você pode obter esse valor via uma regra de três)

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \rightarrow 2400 = \frac{\tau}{0,1} \rightarrow \tau = 240\text{J}$$

Resposta letra E.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 15.

Para determinar a energia potencial eletrostática de cada sistema usamos a fórmula: $E_{\text{PE}} = q \cdot U$

Como o potencial elétrico é dado por: $U = kQ/d$

Então nossa equação da energia fica: $E_{\text{PE}} = KQq/d$

A energia de cada conjunto de cargas é dada pela soma de pares.

Nos cálculos abaixo vamos começar sempre pela carga do centro com as das pontas (esquerda e depois a da direita) e depois entre as duas das extremidades.

Arranjo 1:

$$U_1 = k \frac{(+q) \cdot (-q)}{a} + k \frac{(-q) \cdot (-q)}{a} + k \frac{(+q) \cdot (-q)}{2a} = \frac{kq^2}{a} \left(-1 + 1 - \frac{1}{2} \right) = -\frac{1}{2} \frac{kq^2}{a}$$

Arranjo 2:

$$U_2 = k \frac{(-q) \cdot (+q)}{a} + k \frac{(-q) \cdot (+q)}{2a} + k \frac{(-q) \cdot (-q)}{3a} = \frac{kq^2}{a} \left(-1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) = -\frac{7}{6} \frac{kq^2}{a}$$

Arranjo 3:

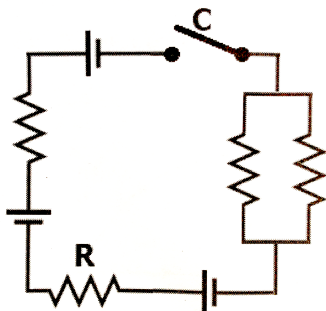
$$U_3 = k \frac{(+q) \cdot (-q)}{a} + k \frac{(+q) \cdot (-q)}{a} + k \frac{(-q) \cdot (-q)}{2a} = \frac{kq^2}{a} \left(-1 - 1 + \frac{1}{2} \right) = -\frac{3}{2} \frac{kq^2}{a}$$

Comparando os valores temos:

$U_1 > U_2 > U_3$ (Obs.: são potenciais negativos, e portanto, quanto maior é o número negativo para o potencial menor ele é!)

Resposta letra B.

16. No circuito da figura abaixo, todas as fontes de tensão são ideais e de 10 V, e todos os resistores são de 4Ω .



Quando a chave C for fechada, a potência, em W, dissipada no resistor R, será de

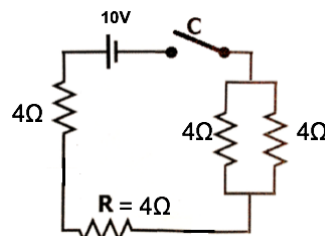
- (A) 1.
- (B) 2.
- (C) 3.
- (D) 4.
- (E) 5.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 16.

O circuito da questão é um misto e com várias fontes de tensão ligadas em série. A primeira coisa a ser feita é determinar a tensão a qual o circuito está submetido. Como as fontes estão em série basta somar suas tensões, mas temos que observar que a fonte de cima (próxima à chave) está em oposição as outras duas, portanto a tensão dela será subtraída das outras duas, como mostrado abaixo:

$$U = 10V + 10V - 10V = 10V$$

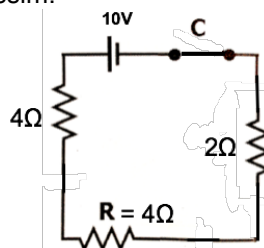
Portanto podemos redesenhar o circuito usando apenas uma fonte de 10V, como no esquema abaixo:



Agora para determinar a potência do resistor R, vamos resolver o circuito para determinar a corrente total! Esta corrente é a mesma que passa pelo resistor R e com ela podemos obter a potência.

No circuito acima os dois resistores do lado direito do circuito estão em paralelo. Com isso podemos substituir os dois por um de: $R_{eq} = R/n = 4/2 = 2\Omega$.

E o circuito fica assim:



E neste circuito acima temos uma associação em série.

E a resistência equivalente vai dar: $R_{eq} = 4 + 4 + 2 = 10\Omega$

Usando a Primeira Lei de Ohm, podemos obter a corrente do circuito.

$$i = \frac{U}{R_{eq}} = \frac{10}{10} = 1A$$

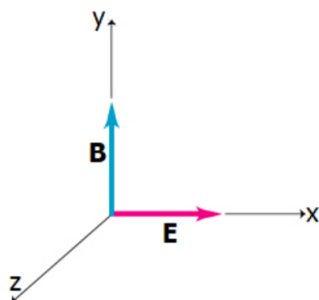
Como é uma associação em série a corrente é a mesma para todos os resistores.

Agora para determinar a potência dissipada pelo resistor R usamos a fórmula:

$$P = i^2 \cdot R = 1^2 \cdot 4 = 4W$$

Resposta letra D.

17. Em dada região do espaço, existem campos elétrico ($\mathbf{E}$) e magnético ($\mathbf{B}$), orientados perpendicularmente entre si. A figura abaixo representa a situação.



Assinale a alternativa que preenche as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Para que uma carga positiva movendo-se paralelamente ao eixo z atravessasse essa região sem sofrer desvio em sua trajetória, o módulo de sua velocidade deve ser igual a e o sentido do seu movimento deve ser

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| (A) $ \mathbf{B} / \mathbf{E} $; +z | (B) $ \mathbf{E} x \mathbf{B} $; +z |
| (C) $ \mathbf{E} / \mathbf{B} $; +z | (D) $ \mathbf{B} x \mathbf{E} $; -z |
| (E) $ \mathbf{E} x \mathbf{B} $; -z | |

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 17.

Para preencher corretamente a primeira lacuna, vemos que a partícula positiva vai se deslocar em M.R.U. sobre o eixo z. Com essa informação podemos concluir que a força resultante é nula ($F_R = 0$) sobre a partícula. Como é uma partícula carregada ela sofre a ação de duas forças, a elétrica e a magnética. Ambas as forças devem ter a mesma intensidade para a força resultante ser nula.

Então teremos:

$$F_E = F_M \rightarrow E.q = B.v.q.\sin \theta$$

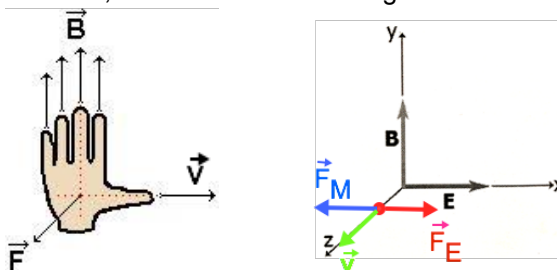
Obs.: θ é o ângulo entre os vetores do campo magnético e o vetor velocidade que está sobre o eixo z. Como o ângulo entre esses dois vetores é 90° , o seno dá 1.

$$E.q = B.v.q.\sin 90^\circ \rightarrow E = B.v \rightarrow v = \frac{E}{B}$$

Obs.: Como as fórmulas nós calculamos os módulos das forças, o que obtemos na resposta acima é também os módulos dos dois campos.

Para determinar o sentido de movimento da partícula temos que lembrar que cargas positivas quando abandonadas tendem a se deslocar sob a ação da força elétrica (vetor vermelho figura abaixo) no mesmo sentido do campo elétrico (sobre o eixo x). Como a força resultante tem que ser nula, então a força magnética (vetor azul) tem que estar em sentido oposto!

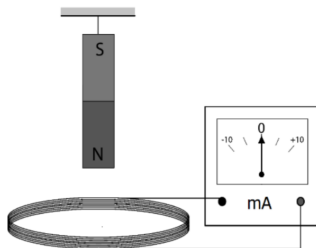
Usando a regra da mão direita para determinar o sentido da velocidade, como é mostrado na figura abaixo.



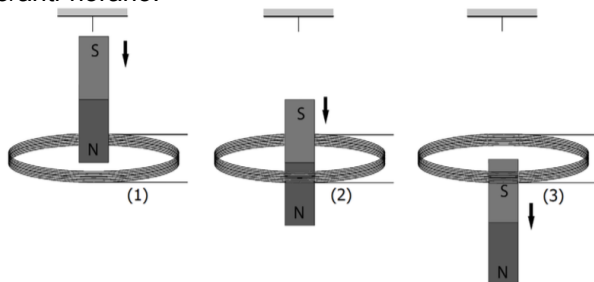
A palma da mão deve estar orientada como o vetor azul (virada para a esquerda, eixo x), já os 4 dedos da imagem acima, devem estar orientados com o vetor campo magnético (vetor preto B) para cima, e com isso seu dedão ficará na mesma orientação do eixo z no sentido positivo (vetor verde na figura acima).

Resposta letra C.

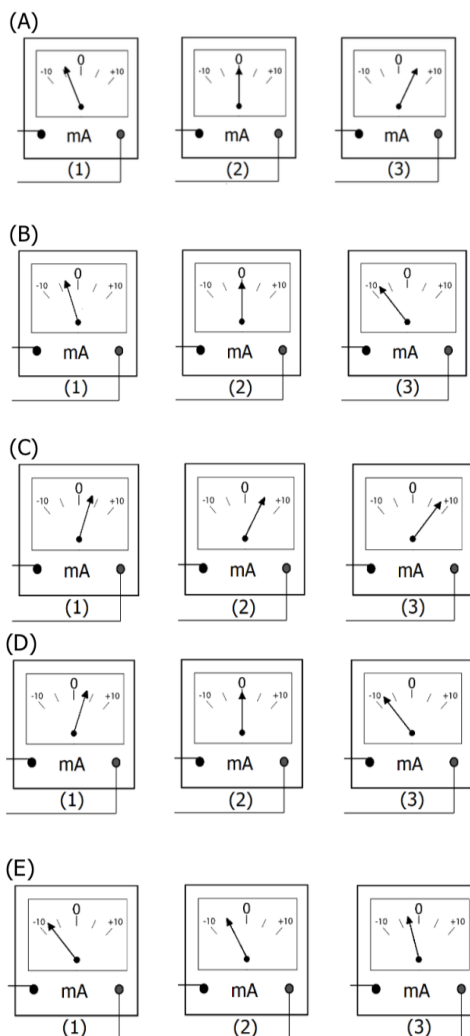
18. A figura abaixo representa um ímã suspenso verticalmente ao longo do eixo de uma bobina ligada a um galvanômetro.



A deflexão do ponteiro do galvanômetro para a direita/esquerda indica que a corrente elétrica fluindo na espira, vista desde o ponto de suspensão do ímã, tem sentido horário/anti-horário.



Escolha a alternativa que indica, aproximadamente, a posição do ponteiro do galvanômetro nos instantes mostrados acima.

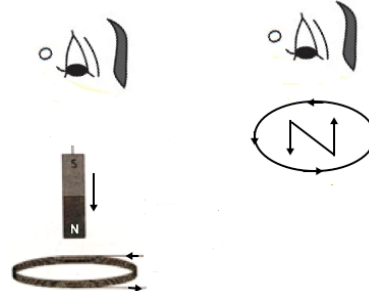


RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 18.

Para determinar os deslocamentos do ponteiro do galvanômetro, temos que considerar que o fenômeno em questão é o da indução magnética. A variação do fluxo magnético sobre a bobina, induz uma corrente elétrica nela. E para que o fluxo magnético ocorra, deve haver um movimento relativo entre a bobina e o ímã.

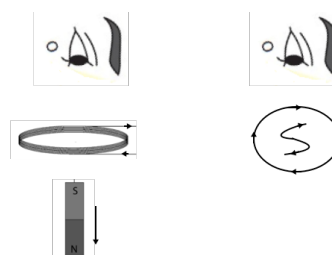
Na primeira figura mostrada no enunciado, o galvanômetro não acusa corrente devido o fluxo magnético ser constante, pois não há movimento relativo entre ambos, e como consequência, a corrente induzida é zero.

No momento em que o ímã passa a cair (figura 1), se aproximando da espira, o fluxo magnético aumenta, devido ao movimento relativo entre ambos, induzindo uma corrente elétrica na mesma. A corrente induzida produz na bobina, um pólo de mesmo nome do pólo do ímã que se aproxima (figura abaixo a direita), para um observador que se encontra acima da bobina para impedir que o fluxo magnético aumente (Lei de Faraday-Lenz).



Na figura da esquerda vemos o sentido da corrente elétrica na bobina. Isso vai deslocar o ponteiro do galvanômetro para um dos lados. Vamos considerar por exemplo para a esquerda.

Na figura 3 do enunciado, o ímã está se afastando da espira. Neste caso, o ímã ao se afastar da bobina o fluxo magnético se reduz, portanto, na bobina aparece novamente uma corrente induzida. Porém como é um pólo sul que se afasta da bobina, então na face inferior da bobina vai aparecer um pólo NORTE para impedir a redução do fluxo magnético. E na parte superior um pólo SUL como é mostrado na figura abaixo.



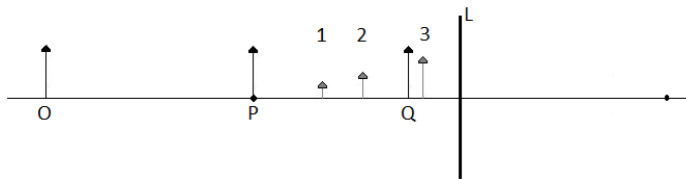
Como observamos na bobina, o sentido da corrente em seus terminais é contrária da situação 1, portanto, o ponteiro do galvanômetro deve ser deslocado para o lado oposto, como exemplificamos, se na situação 1 ele foi deslocado para a esquerda, nesta ele se desloca para a direita.

Na situação 2, fica mais fácil de entender onde estará o ponteiro, já que ele vai de uma extremidade para a outra, então, ele deve estar no meio, para fazer a transição.

Neste caso só temos uma resposta possível!

Resposta letra A.

19. Na figura abaixo, O, P e Q representam três diferentes posições de um objeto real, e L é uma lente, imersa no ar, cuja distância focal coincide com a distância da posição P à lente. As setas 1, 2 e 3 representam imagens do objeto, formadas pela lente.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A lente L é, e as imagens do objeto quando colocado nas posições O, P e Q são, respectivamente,

- (A) convergente – 1, 2 e 3 (B) divergente – 1, 2 e 3
(C) convergente – 2, 3 e 1 (D) divergente – 3, 2 e 1
(E) convergente – 3, 2 e 1

20. Um bonito efeito de cor pode ser observado quando a luz solar incide sobre finas películas de óleo ou água.

Ocorre que, quando um feixe de luz incide sobre a película, ele sofre duas reflexões, uma na superfície anterior e outra na superfície posterior. Assim, esses raios de luz refletidos percorrem diferentes caminhos, e sua superposição resulta em reforço de alguns comprimentos de onda e aniquilação de outros, dando origem às cores observadas.

O fenômeno responsável por esse efeito é a

- (A) difração. (B) interferência.
(C) polarização. (D) reflexão total.
(E) refração.

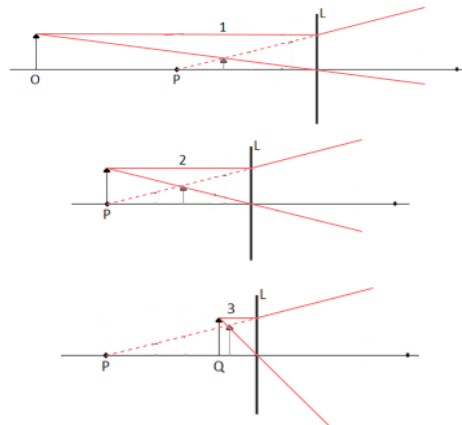
21. Uma onda sonora propagando-se em um meio fluido, com velocidade de módulo 1.440 m/s, sofre reflexão entre duas barreiras de modo a formar nesse meio uma onda estacionária. Se a distância entre dois nós consecutivos dessa onda estacionária é 4,0 cm, a frequência da onda sonora é

- (A) 180 Hz. (B) 360 Hz. (C) 1.800 Hz.
(D) 3.600 Hz. (E) 18.000 Hz.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 19.

De acordo com a figura podemos determinar o tipo de lente usada na questão. Como as imagens 1, 2 e 3 estão do mesmo lado do objeto, estas imagens são virtuais, para as diversas posições do objeto, concluindo assim que a lente é DIVERGENTE!

Agora para determinar quem são as respectivas imagens do objeto nas posições "O", "P" e "Q", precisamos desenhar. Usando dois raios que parte do topo do objeto em direção à lente e após cruzar a lente identificamos o local onde os raios se cruzam. Este ponto de cruzamento é o ponto imagem do objeto! Abaixo estão os três desenhos.



Resposta letra B.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 20.

No enunciado aparece a palavra chave SUPERPOSIÇÃO, fenômeno de superposição de ondas é a interferência!

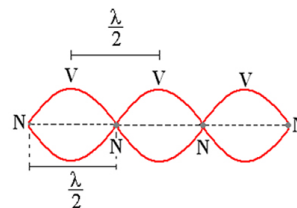
Resposta letra B.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 21.

Para determinar a frequência da onda basta usar a equação:

$$v = \lambda \cdot f$$

Porém precisamos do comprimento de onda. Como é informado no enunciado, a distância entre dois nós vale 4 cm, essa distância representa metade do comprimento de onda, como é mostrado na figura abaixo. N é um nó! O comprimento de onda é medido a distância entre dois ventres (V).



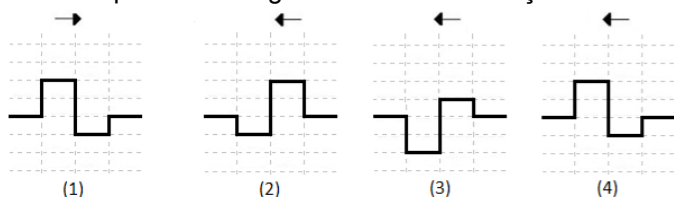
Portanto, o comprimento de onda vale 8 cm ou 0,8 m. Ele deve estar em metros!

Aplicando na fórmula temos:

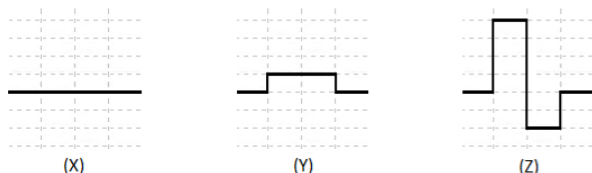
$$v = \lambda \cdot f \rightarrow 1440 = 0,8 \cdot f \rightarrow f = 1440/0,8 = 1800 \text{ Hz}$$

Resposta letra C.

22. Na figura abaixo, a onda 1 consiste em um pulso retangular que se propaga horizontalmente para a direita. As ondas 2, 3 e 4 são ondas semelhantes que se propagam para a esquerda ao longo dessa mesma direção.



As figuras abaixo representam interferências que ocorrem quando a onda 1 passa por cada uma das outras ondas.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. As formas de ondas X, Y e Z resultam, respectivamente, da superposição da onda 1 com as ondas, e

- (A) 2 – 3 – 4 (B) 2 – 4 – 3 (C) 3 – 2 – 4
(D) 3 – 4 – 2 (E) 4 – 2 – 3

23. No início do século XX, a Física Clássica começou a ter problemas para explicar fenômenos físicos que tinham sido recentemente observados. Assim começou uma revolução científica que estabeleceu as bases do que hoje se chama Física Moderna.

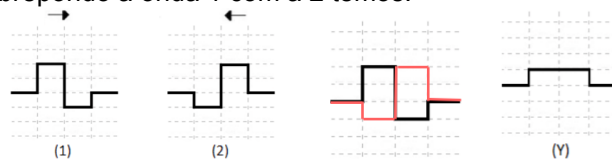
Entre os problemas antes inexplicáveis e resolvidos nesse novo período, podem-se citar

- (A) a indução eletromagnética, o efeito fotoelétrico e a radioatividade.
(B) a radiação do corpo negro, a 1ª lei da Termodinâmica e a radioatividade.
(C) a radiação do corpo negro, a indução eletromagnética e a 1ª lei da Termodinâmica.
(D) a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico e a radioatividade.
(E) a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico e a indução eletromagnética.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 22.

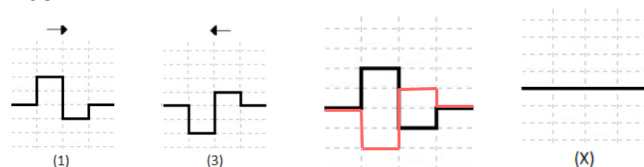
Nesta questão novamente temos o fenômeno da interferência, pois a onda 1 vai se sobrepor com as outras 2, 3 e 4. Para determinar as figuras que representam essa superposição, temos que sobrepor a onda 1 com cada uma das outras. Nas figuras abaixo esse processo é demonstrado.

Sobrepondo a onda 1 com a 2 temos:



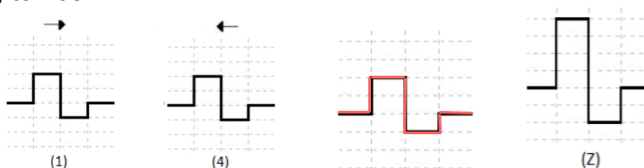
Na figura acima do centro, a onda 2 foi desenhada em vermelho. Analisando a superposição vemos que, a onda 1 tem dois retângulos de amplitude para cima enquanto a 2 tem um retângulo para baixo, isso implica que a onda resultante tem um retângulo de amplitude para cima. Na etapa seguinte a onda 2 tem dois retângulos para cima e a onda 1 tem um para baixo, resultando novamente um retângulo de amplitude para cima. Na figura acima e à direita temos a onda resultante Y correspondente.

Repetindo o processo para a onda 1 sobreposta a onda 3, temos:



Podemos perceber que a onda 1 tem dois retângulos de amplitude para cima e a onda 3 (em vermelho), tem dois retângulos para baixo, resultando numa amplitude igual a zero. Na parte seguinte da superposição, a onda 3 tem um retângulo para cima e a onda 1 tem um retângulo para baixo. Resultando zero de amplitude novamente correspondendo a X.

O processo de superposição da onda 1 sobreposta a onda 4, temos:



Neste caso as duas ondas (1 e 4) estão em fase, ou seja, uma sobreposta com a outra. Neste caso as amplitudes são somadas para obter a amplitude resultante. Portanto teremos na primeira parte da superposição, para a onda 1 dois retângulos para cima e a onda 4 também. Resultando numa amplitude de quatro retângulos para cima. E na parte final temos 1 retângulo de amplitude para baixo para as duas ondas. Resultando numa amplitude resultante de dois retângulos de amplitude para baixo.

Resposta letra C.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 23.

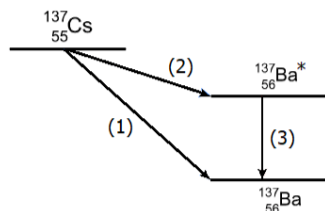
Os problemas que foram resolvidos são, RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO, com o trabalho de Max Plank, EFEITO FOTOELÉTRICO, com o trabalho de Albert Einstein e a RADIOATIVIDADE, com o trabalho de Marie Curie.

Resposta letra D.

24. Em 26 de abril de 1986, o reator 4 da usina nuclear de Chernobyl, na atual Ucrânia, explodiu durante um teste de segurança, devido a uma combinação de erros humanos. Esse foi o pior desastre nuclear da história.

Entre os resíduos radioativos mais poluentes provenientes do desastre, estão os isótopos, com a respectiva meia-vida entre parênteses: Xenônio-133 (^{133}Xe - 5,2 dias), Iodo-131 (^{131}I - 8 dias), Césio-134 (^{134}Cs - 2 anos), Estrôncio-90 (^{90}Sr - 28,8 anos) e Césio-137 (^{137}Cs - 32,2 anos). Atualmente, e por vários anos a seguir, o ^{90}Sr e o ^{137}Cs são as principais fontes de radiação na região afetada pela explosão.

A figura abaixo mostra, em particular, a cadeia de decaimentos que leva o ^{137}Cs ao isótopo estável Bário-137 (^{137}Ba).



Os processos indicados pelas setas (1), (2) e (3) são, respectivamente, decaimentos

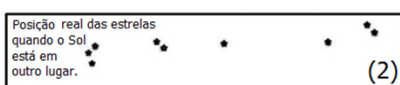
- (A) β^- , β^- e γ . (B) β^+ , β^- e β^- .
 (C) β^+ , β^- e γ . (D) β^- , β^- e β^+ .
 (E) β^+ , β^+ e γ .

25. Em maio de 2019, comemorou-se o centenário do eclipse solar total observado desde a cidade de Sobral, no Ceará, por diversos cientistas de todo o mundo.

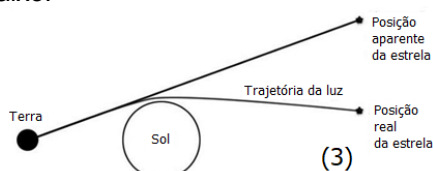
No momento em que a Lua encobriu o Sol, câmeras acopladas a telescópios registraram, em chapas fotográficas, posições de estrelas que apareciam próximas ao Sol, destacando-se as duas mais próximas, uma de cada lado, conforme figura 1 abaixo.



Alguns meses após o eclipse, novas fotografias foram tiradas da mesma região do céu. Nelas as duas estrelas estavam mais próximas uma da outra, conforme figura 2 abaixo.



A comparação entre as duas imagens mostrou que a presença do Sol havia desviado a trajetória da luz proveniente das estrelas, conforme esquematizado na figura 3 abaixo.



Os desvios observados, durante o eclipse, serviram para comprovar uma previsão

- (A) das Leis de Kepler.
 (B) da Lei da Gravitação Universal.
 (C) da Mecânica Newtoniana.
 (D) da Relatividade de Einstein.
 (E) da Mecânica Quântica.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 24.

Para saber quais partículas foram emitidas nos processos de decaimento radioativo, vamos analisar os três processos individualmente.

No processo 1, temos um átomo de Césio que se transforma em um átomo de Bário. Neste decaimento radiativo, o número de massa não sofreu alteração, se manteve em 137, com isso já sabemos que a partícula emitida não é a alfa.

Como o número atômico aumentou de 55 para 56, então sabemos que se trata de uma emissão de uma partícula beta, porém temos nas alternativas dois tipos de partículas beta, e precisamos identificar qual delas é que foi emitida.

Como o número atômico aumentou, no núcleo, um nêutron (resumidamente) se separa em um próton mais um elétron, onde o elétron é emitido do núcleo (**partícula beta menos**) e como o próton fica no núcleo, o número atômico aumenta em uma unidade.

No processo 2, ocorre a mesma coisa que no processo 1, portanto, temos a emissão de uma **partícula beta menos**.

No processo 3, temos um átomo de Bário que emite uma partícula, porém podemos perceber que o número de massa (137) não foi alterado e o número atômico (56) também não foi alterado, isso nos permite dizer que a partícula emitida é a **gama**, pois ela é um fóton que não possui massa e nem carga elétrica.

Resposta letra A.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 25.

Os desvios mostrados na figura, que a luz sofreu devido a distorção do tecido espaço-tempo pela massa do Sol, são efeitos previstos pela Teoria da Relatividade de Albert Einstein.

Resposta letra D.