



Projeto de Apoio a Professores e Estudantes
Participantes da Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas

Responsável do projeto: Prof. Dr. Daniel Reinaldo Cornejo
Bolsistas do projeto: Srta. Taynara Pereira Silva e Sr. Bill Clayton dos Anjos Lopes

São Paulo
2024



Agradecimentos

Expressamos nossa gratidão à Pró-reitoria de Graduação da USP, à Pró-reitoria de Cultura e Extensão da USP e ao Instituto de Física da USP pelo apoio e pela oportunidade oferecida para o desenvolvimento deste projeto.

RESOLVIDA - OBFEP 2022

Taynara Pereira Silva - taypersi@usp.br

Março 2024

1 Nível A

Q01) A questão se trata da Terceira Lei de Newton que diz que para toda ação há sempre uma reação de igual intensidade, em um corpo diferente, que atua na mesma direção mas com sentido oposto.

a) Correta. Ao puxar a corda, Samuel exerce uma força contra o chão que o empurra no sentido contrário ao da corda o que explica o porque ele não se move.

F_1 : Força que Samuel exerce puxando a corda.

T : Força de tração na corda.

F_3 : Força de reação do chão.

F_2 : Força do pé de Samuel contra o chão.



Figura 1: Diagrama de forças.

Q02) A questão trata da transformação de energia, que consiste em uma forma de energia se convertendo em outra. Quando falamos sobre transformação de energia é importante entender também o princípio de conservação de energia, ela não pode ser criada nem destruída apenas transformada.

1. Energia elétrica em energia cinética.

2. Energia química em energia térmica.

3. Energia química em energia cinética.

4. Energia elétrica em energia térmica.

Portanto a alternativa correta é a letra C.

Q03) A questão trata de calorimetria. A área da física que estuda as trocas de calor entre os corpos.

d) Correta. Quando usamos a panela de pressão corretamente, aumentamos a pressão, o que faz o ponto de ebulição da água sofrer uma elevação (a água vai evaporar a uma temperatura maior que 100°C), por isso a panela A estava com uma temperatura maior que 100°C . Já a panela B foi usada incorretamente, pois estava aberta e só sofreu o aumento da temperatura (sem interferência da pressão), havendo a transformação de água para vapor que ocorre a 100°C .

Q04) A questão trata da força centrípeta, na situação descrita a força centrípeta exercida sobre as roupas, causa uma aceleração nas partículas de água que "fogem" das roupas, indo para a extremidade do balde.

Alternativa correta, letra B.

Q05) A questão trata do movimento circular e a segunda lei de Newton. A bola está em uma trajetória circular com aceleração centrípeta. Essa bola está continuamente "fugindo" da haste e o que impede que isso aconteça é o fio que a está segurando por meio de uma força.

De acordo a 2ª Lei de Newton $F=m \cdot a$, logo a aceleração de um corpo depende de sua massa, por exemplo quando para uma mesma força, quanto maior for a massa, menor será sua aceleração. Podemos visualizar isso melhor substituindo a fórmula para velocidade centrípeta nessa lei.

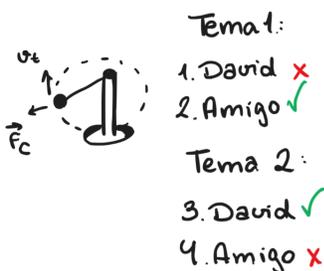


Figura 2: Esquema questão 5.

$$F = m \cdot a \text{ e } a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$F = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{F \cdot r}{m}}$$

Mostrando que a massa não pode ser desconsiderada.

Alternativa correta, letra A.

Q06) A questão trata da conversão de medidas/ área / volume. Vamos resolver essa questão com um passo a passo.

Para saber o número de viagens, precisamos saber o peso total. Para saber o peso total precisamos encontrar a área total. Podemos fazer isso dividindo a imagem em 3 áreas:

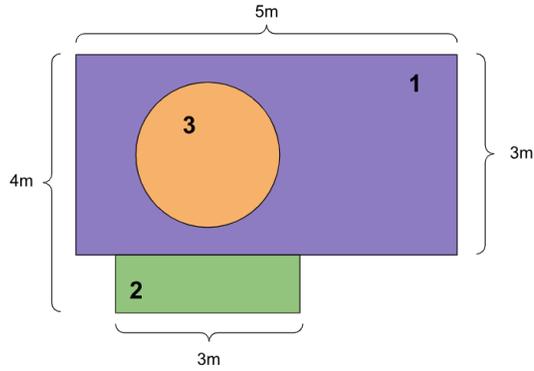


Figura 3: Esquema das áreas.

1. Área (1)	2. Área (2)	3. Área (3)
$A = base \cdot altura$	$A = base \cdot altura$	$A = \pi \cdot r^2$
$A = 5 \cdot 3$	$A = 3 \cdot 1$	$A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$
$A = 15m^2$	$A = 3m^2$	$A = 3 \cdot \left(\frac{2}{2}\right)^2$
		$A = 3m^2$

Portanto a área total é a soma da área 1 e 2 menos a área 3 que a piscina que não será revestida,

$$A = A_1 + A_2 - A_3$$

$$A = 15m^2$$

Sabemos que precisamos de $15m^2$ de madeira, como cada tora tem 10cm de espessura podemos encontrar o volume total.

$$V_t = 15 \cdot 10 \cdot 10^{-2}$$

$$V_t = 1,5m^3$$

De acordo com a questão,

$$1m^3 \text{ ————— } 0,95 \cdot 10^3 kg$$

$$1,5m^3 \text{ ————— } x$$

$$x = 1,5 \cdot 0,95 \cdot 10^3$$

$$x = 1,425 \cdot 10^3 kg$$

Como cada viagem aguenta 500kg, basta dividir

$$N = \frac{1425}{500}$$

$$N = 2,85$$

Logo, serão necessárias 3 viagens.

A alternativa correta é a letra C.

Q07) A questão trata da teoria das cores. Primeiro vamos determinar quais áreas irão refletir quais cores. De acordo com a descrição da questão podemos chegar ao desenho da figura 4 e seguindo o diagrama da figura 5 chegamos as seguintes conclusões:

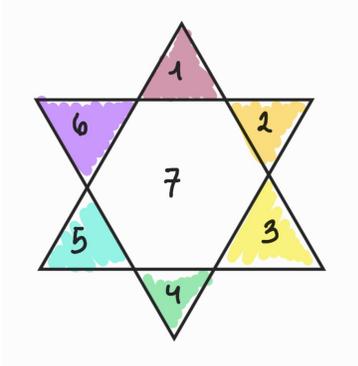


Figura 4: Esquema da questão 7.

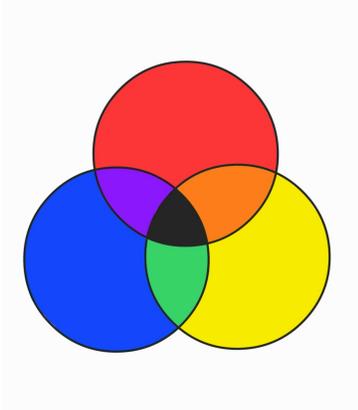


Figura 5: Diagrama de cores.

Área 1 → Magenta absorve todas as cores menos azul e vermelho porém absorve em maior parte o azul por isso reflete a cor vermelha;

Área 2 → Laranja absorve todas as cores menos o vermelho e o amarelo, por isso reflete a cor vermelha;

Área 3 → Amarelo absorve todas as cores menos o amarelo, por isso reflete violeta;

Área 4 → Verde absorve todas as cores menos o azul e o amarelo, por isso reflete azul;

Área 5 → Azul absorve todas as cores menos o azul, por isso reflete azul;

Área 6 → Violeta absorve todas as cores menos o azul e o vermelho, por isso reflete violeta;

Área 7 → Branco absorve todas as cores, por isso reflete violeta.

Assim temos 4 áreas que refletem as cores ou azul ou vermelho.

Como a área 7 é um hexágono, podemos calcular sua área por:

$$A_H = 6 \cdot \frac{b \cdot h}{2}$$

$$A_t = \frac{b \cdot h}{2}$$

$$A_H = 6 \cdot A_t$$

$$6 = 6 \cdot A_t$$

$$A_t = 1m^2$$

Como temos 4 triângulos a área final será $4m^2$.

Alternativa correta, letra A.

Q08) A questão trata de geocentrismo e heliocentrismo.

Geocentrismo é a teoria de que a Terra está no centro do universo e todos os astros giram ao seu redor, já o heliocentrismo é a teoria que diz que o Sol está no centro do universo. Pelas falas no texto podemos ver então que,

Simplício → Geocêntrico

Salviati → Heliocêntrico

Sagredo → Leigo

Alternativa correta, letra C.

Q09) Para que Lilian pudesse ver o Sol passando pela tampa de vidro de sua casa ela deveria morar em uma cidade perto da linha do equador. Pelo enunciado da questão isso não acontece, podemos então deduzir que ela mora em Otawa a cidade mais longe do equador dentre as opções. Logo a alternativa correta é a letra D.

Q10) A questão trata de termometria com o uso de equações.

$$R = 500 - 6T + 0,02T^2 \text{ Para } R=100 \text{ omhs,}$$

$$100 = 500 - 6T + 0,02T^2$$

$$0,02T^2 - 6T + 400 = 0$$

Podemos achar as possíveis soluções usando Bhaskara,

$$\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$$

$$\Delta = 36 - 4 \cdot 0,02 \cdot 400$$

$$\Delta = 36 - 32$$

$$\Delta = 4$$

$$T = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$T_i = \frac{6+2}{0,04} \quad T_{ii} = \frac{6-2}{0,04}$$

$$T_i = 200^\circ C \quad T_{ii} = 100^\circ C$$

Vamos agora passar essas temperaturas de Celcius para Fahrenheit,

$$\frac{C}{5} = \frac{T_i}{F - 32} \quad \frac{C}{5} = \frac{T_{ii}}{F - 32}$$

$$\frac{200}{5} = \frac{F - 32}{9} \quad \frac{100}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$360 + 32 = F \quad 180 + 32 = F$$

$$F = 392^\circ F \quad F = 212^\circ F$$

Portanto a alternativa correta é a letra B.

Q11) A questão trata de calorimetria e termometria.

a) Verdadeira, ele é um sensor de temperatura logo podemos falar que é um termômetro;

b) Verdadeira;

c) Verdadeira;

d) Falsa, como recebeu calor na mão que estava em contato com forno, a sua temperatura aumentou.

Quando Paulo pega o copo com água, já que sua mão está mais quente irá sentir o copo mais frio.

Q12) A questão trata de velocidade média.

O deslocamento total é,

$$D_t = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CD} + \overline{DE} + \overline{EF} + \overline{FG} + \overline{GH}$$

Sabemos que,

$$\overline{AB} = 200cm; \overline{CD} = 90cm; \overline{EF} = 110cm; \overline{FG} = 200cm; \overline{GH} = 110cm,$$

Vamos procurar por \overline{BC} e \overline{DE} calculando suas respectivas áreas,

$$\begin{array}{l|l} \overline{BC} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{2} & \overline{DE}^2 = 150^2 + 200^2 \\ \overline{BC} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \frac{d}{2}}{2} & \overline{DE}^2 = 62.500 \\ \overline{BC} = \pi \cdot \frac{d}{2} & \overline{DE} = \sqrt{62.500} \\ \overline{BC} = 3 \cdot 40 & \overline{DE} = 250cm \\ \overline{BC} = 120cm & \end{array}$$

Agora podemos calcular D_t ,

$$D_t = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CD} + \overline{DE} + \overline{EF} + \overline{FG} + \overline{GH}$$

$$D_t = 200 + 120 + 90 + 250 + 110 + 200 + 110$$

$$D_t = 1.080cm$$

$$D_t = 10.800mm$$

Logo a velocidade pode ser encontrada por,

$$v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{10.800}{20 \cdot 60}$$

$$v = \frac{108}{12}$$

$$v = 9,0mm/s$$

Alternativa correta, letra A.

Q13) A questão trata de calcular o desvio padrão, para isso vamos usar a fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Valor - Media)^2}{N}}$$

Onde N é número de medidas. Porém ao analisar os valores medidos vemos um muito fora da curva 4,9m e por isso podemos descartá-lo.

Vamos começar encontrando o valor médio.

$$M = \frac{8,46 + 8,42 + 8,36 + 8,38 + 8,46 + 8,32}{6}$$

$$M = 8,4$$

Valor	(Valor-Média) ²
8,46	0,0036
8,42	0,0004
8,36	0,0016
8,38	0,0004
8,46	0,0036
8,32	0,0064

Figura 6: Tabela.

Com esses valores podemos fazer a raiz da somatória:

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,0036 + 0,0004 + 0,0016 + 0,0004 + 0,0036 + 0,0064}{6}}$$

$$\sigma = 0,05m$$

$$\sigma = 5cm$$

Alternativa correta, letra B.

Q14) Questão cancelada.

Q15) A questão trata de funções. Temos que $x = 140 + 12t$ e $y = 320 - 15t$

Para $t=10s$, $P(x_1, y_1)$

$$x_1 = 140 + 12 \cdot 10$$

$$x_1 = 140 + 120$$

$$x_1 = 260cm$$

$$y_1 = 320 - 15 \cdot 10$$

$$y_1 = 320 - 150$$

$$y_1 = 170cm$$

Para $t=20s$,

$$x = x_1 - 8(t - 10)$$

$$x = x_1 - 8(20 - 10)$$

$$x = x_1 - 8 \cdot 10$$

$$x = 260 - 80$$

$x = 180cm$, o que nos leva a letra d do tabuleiro.

$$y = y_1 + 5(t - 10)$$

$$y = y_1 + 5(20 - 10)$$

$$y = 170 + 50$$

$y = 220cm$, o que nos leva ao número 5 do tabuleiro.

Logo a posição final é d5.

Alternativa correta, letra C.

2 Nível B

Q01) A questão trata de coeficiente de dilatação. No desenho queremos identificar qual metal é qual. Na situação descrita quando a chapa aquece ela enverga para cima, portanto o metal de baixo dilata mais e é aquele que apresenta o maior coeficiente de dilatação. Logo o latão deve ficar embaixo e o ferro em cima.

Alternativa correta, letra A.

Q02) A questão trata da trajetória da luz.

- a) A força da gravidade não interfere na trajetória da luz em distâncias curtas.
- b) Esse princípio não existe, o existente é o princípio de propagação retilínea da luz.
- c) Correta.
- d) O talco é um material que pode tornar o caminho da luz mais evidente. Em experiências que precisamos ver a trajetória da luz de forma mais clara e visível o seu uso é essencial.

Q03) A questão trata da força elástica e da gravidade.

Balança 1 → depende do peso

Como estamos usando uma massa equivalente a 2kg a balança indica 2kg de cimento

$$P_1 = m_1 \cdot a_1 \text{ e } P_2 = m_2 \cdot a_2$$
$$P_1 = P_2$$
$$m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2, \text{ as acelerações são iguais}$$
$$m_1 = m_2$$

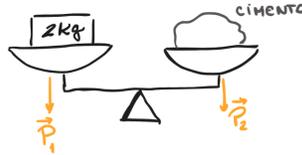


Figura 7: Esquema da balança 1.

Balança 2 → depende do peso + força elástica



Figura 8: Esquema da balança 2.

$$F_{elastica} = P_{lua}$$

$$k \cdot x = m \cdot a_{lua}$$

$$m = \frac{k \cdot x}{a_{lua}}$$

Portanto a massa final vai depender da aceleração da gravidade na Lua.

Alternativa correta, letra D.

Q04) A questão trata de trabalho, uma grandeza física relacionada a transferência de energia devido uma força. Ela pede por um instrumento que não cumpra a função de aumentar a força aplicada no corpo pela pessoa. Dentre os objetos apresentados o único que não cumpre essa função é a bicicleta cujo objetivo é aumentar a velocidade de quem a estiver usando.

Alternativa correta, letra C.

Q05) A questão trata de ótica. De acordo a descrição da questão podemos chegar ao seguinte esquema:

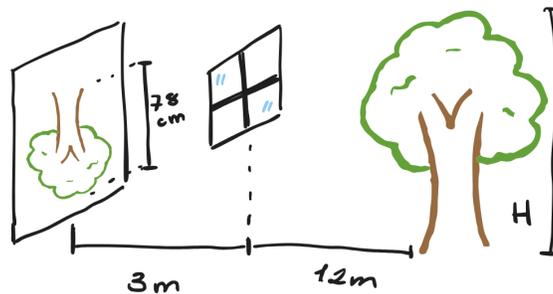


Figura 9: Esquema da questão 5.

Podemos encontrar o valor de H por semelhança de triângulos afirmando que a altura da imagem da árvore é proporcional a sua verdadeira altura e que a distância da parede a janela é proporcional a distância da janela a verdadeira árvore, logo

$$\frac{H}{12} = \frac{0,78}{3}$$

$$3H = 12 \cdot 0,78$$

$$H = 3,12m$$

Alternativa correta, letra A.

Q06) A questão trata de movimento uniformemente acelerado. Podemos separar a situação descrita em 3 momentos.

- 1) Elevador parte do repouso e começa a subir;
- 2) Se movimenta com a velocidade adquirida;
- 3) Desacelera até chegar no primeiro andar.

Vamos fazer os cálculos correspondentes a cada momento para encontrar o tempo de deslocamento total.

1) $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$	$V = V_0 + a \cdot t$
$60^2 = 0 + 2 \cdot 20 \cdot \Delta S$	$V = 0 + 20 \cdot 3$
$3600 = 40 \cdot \Delta S$	$V = 60cm/s$
$\Delta S = 90cm$	$V = 0,6m/s$
$\Delta S = 0,9m$	

$$\begin{aligned}
3) \quad V &= V_0 + a \cdot t \\
0 &= 60 - 20 \cdot t \\
t &= \frac{60}{20} \\
t &= 3s
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V^2 &= V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \\
0 &= 60^2 + 2 \cdot (-20) \cdot \Delta S \\
40 \cdot \Delta S &= 3600 \\
\Delta S &= 90cm \\
\Delta S &= 0,9m
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2) \quad D_T &= d_1 + d_2 + d_3 & D &= v \cdot t & T_T &= 3 + 2,5 + 3 \\
d_2 &= 3,3 - 2 \cdot 0,9 & t &= \frac{D}{v} & T_T &= 8,5s \\
d_2 &= 1,5m & t &= \frac{150}{60} \\
d_2 &= 150cm & t &= 2,5s
\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra D.

Q07) A questão trata de equilíbrio térmico. Ao colocar a pedra de gelo na água e deixa-lo por um tempo o gelo começa a aquecer até derreter por completo e baixar a temperatura da água, vamos fazer o passo a passo mais detalhadamente do que acontece nesse processo:

- 1) Massa de água começa com $20^\circ C$ e resfria, entregando calor, até a temperatura final;
- 2) Gelo passa de $-5^\circ C$ e aquece até 0° absorvendo calor;
- 3) Ao chegar ao ponto de fusão o gelo, absorvendo calor latente, simplesmente muda seu estado físico (sem mudar a temperatura) até derreter completamente,
- 4) Massa total do gelo original, agora transformada em água, aquece (absorvendo calor) desde $0^\circ C$ até a temperatura final;
- 5) O sistema gelo+água entregou (perdeu) 160cal para o ambiente.

Pelo princípio de conservação de energia podemos calcular a quantidade total de calor que variou:

$$\begin{aligned}
Q_{agua} + Q_{gelo.1} + Q_{gelo.2} + Q_{gelo.3} + Q_{ambiente} &= 0 \\
m_a \cdot c_a \cdot \Delta\theta_1 + m_g \cdot c_g \cdot \Delta\theta_2 + m_g \cdot L + m_g \cdot c_a \cdot \Delta\theta_3 - 160 &= 0 \\
250 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 20) + 20 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-5)) + 20 \cdot 80 + 20 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 0) - 160 &= 0 \\
250 \cdot \theta_f - 5000 + 50 + 1600 + 20 \cdot \theta_f - 160 &= 0 \\
270 \cdot \theta_f - 3510 &= 0 \\
\theta_f &= 13^\circ C
\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra C.

Q08) A questão trata de empuxo, para calcula-lo usamos a fórmula:

$$\downarrow E = d \cdot \downarrow V \cdot g$$

Como Paulo inspirou, contraiu o pulmão e diminuiu seu volume, diminuindo conseqüentemente o empuxo.

Alternativa correta, letra B.

Q09) A questão trata da segunda lei de Newton.

$$\begin{aligned}
P_x &= P \cdot \text{sen}\theta & F_{atrito} &= N \cdot \mu \\
P_y &= P \cdot \text{cos}\theta & F_{atrito} &= P_y \cdot \mu \\
& & F_{atrito} &= P_y \cdot \text{cos}\theta \cdot \mu \\
\sum F &= 0
\end{aligned}$$

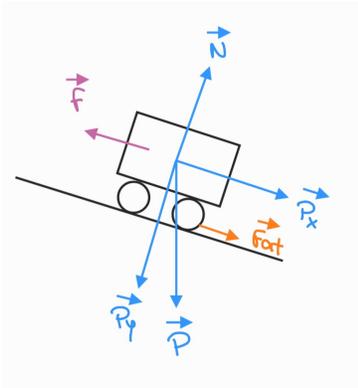


Figura 10: Diagrama de forças.

$$F - P_x - F_{\text{atrito}} = m \cdot a$$

$$F - P_x - F_{\text{atrito}} = m \cdot 0$$

$$F = P_x + F_{\text{atrito}}$$

$$F = P \cdot \text{sen}\theta + P_y \cdot \text{cos}\theta \cdot \mu$$

$$F = P(\text{sen}\theta + \text{cos}\theta \cdot \mu)$$

$$F = P \cdot (0,3 + 0,9 \cdot 0,2)$$

$$F = m \cdot g \cdot 0,48$$

$$F = 800 \cdot 0,48$$

$$F = 384N$$

Alternativa correta, letra D.

Q10) A questão trata de impulso e quantidade de movimento.

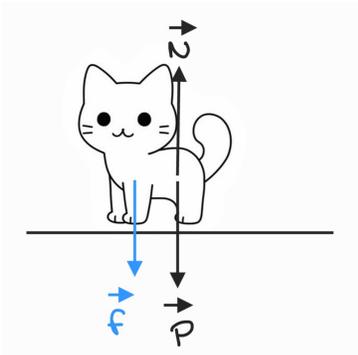


Figura 11: Diagrama de forças.

Pela somatória das forças, assumindo que o eixo para cima é positivo:

$$N = F + P, \text{ onde } F \text{ é a força aplicada pelo gato ao chão.}$$

Podemos achar o peso com as informações da questão.

$$P = m \cdot g$$

$$P = 4 \cdot 10$$

$$P = 40N$$

Para achar F primeiro vamos encontrar o impulso gerado:

$$\begin{aligned}I &= \Delta Q \\I &= m \cdot v_f - m \cdot v_i \\I &= 4 \cdot 5 - 4 \cdot 0 \\I &= 20 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \\I &= F \cdot \Delta t \\F &= \frac{I}{\Delta t} \\F &= \frac{20}{0,2} \\F &= 100N\end{aligned}$$

Portanto,

$$\begin{aligned}N &= P + F \\N &= 100 + 40 \\N &= 140N\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra C.

Q11) A questão trata de movimento uniforme.

1) Tempo para carro A cair da mesa	2) Tempo para carro B cair da mesa
$t = \frac{D}{v}$	$t = \frac{D}{v}$
$t = \frac{140}{30}$	$t = \frac{120}{24}$
$t = 4,6s$	$t = 5,8s$

Alternativa correta, letra A.

Q12) A questão trata de pressão atmosférica.

a) Alternativa correta. Essa alternativa se baseia no conceito de pressão atmosférica e na limitação da altura máxima que a água pode ser elevada por meio da sucção. Por isso a bomba só consegue elevar a água até certo ponto devida a força da pressão atmosférica sobre a superfície do líquido.

Q13) A questão trata da segunda lei de Newton com foco em tração. Queremos saber qual esquema gera a menor tração na corda, por isso vamos fazer cada situação.

a) Nessa alternativa temos a força da tração atuando na corda apontando para cima e o peso puxando o quadro para baixo. Ao fazer a somatória das forças achamos que $F = T$.

b) Temos quase a mesma situação que a letra a porém aqui a corda é maior. Como o que nos interessa é a força de tração e o comprimento da corda não a altera chegamos a mesma conclusão, $F = T$.

c) Aqui temos duas cordas segurando o quadro, para calcular a tração precisamos fazer um diagrama de forças.

As trações do eixo y se anulam então temos que:

$$\begin{aligned}T_{cx} &= T_c \cdot \text{sen}\theta \\2 \cdot T_{cx} &= P \\2 \cdot T_c \cdot \text{sen}\theta &= P \\T_c &= \frac{P}{2 \cdot \text{sen}\theta}\end{aligned}$$

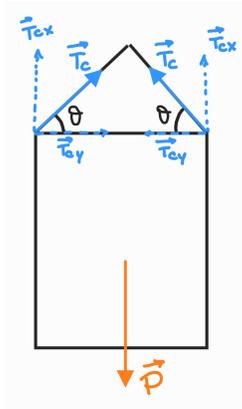


Figura 12: Diagrama de forças.

d) Da mesma forma temos duas cordas segurando o quadro, porém o ângulo da corda com o quadro é maior. $\theta < \varphi$

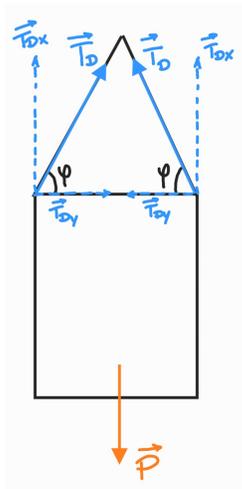


Figura 13: Diagrama de forças.

$$2 \cdot T_d \cdot \text{sen} \varphi = P$$

$$T_d = \frac{P}{2 \cdot \text{sen} \varphi}$$

Precisamos da menor tração e como $\text{sen} \theta < \text{sen} \varphi$ ela será T_d .

Alternativa correta, letra D.

Q14) A questão trata de termologia.

a) O ar quente tende a subir, isso faria com que o ar frio fosse liberado para o ambiente externo não havendo uma devida refrigeração.

b) Alternativa correta.

c) Se as paredes das geladeiras fossem boas condutoras térmicas não seria possível resfriar e estabilizar a temperatura interna não fazendo uma refrigeração eficiente.

d) O calor perdido pela luz da lampada é muito pouco e não é capaz de esquentar a geladeira.

Q15) A questão trata de ótica geométrica. A única alternativa incorreta é a D pois a luz também é refletida pelo aquário.

Q16) A questão trata de movimento circular.

$$\begin{aligned}
 C &= 2 \cdot \pi \cdot r & 360^\circ & \text{---} 160\text{cm} \\
 C &= \pi \cdot d & 18^\circ & \text{---} x \\
 C &= 3 \cdot \frac{160}{3} & x &= \frac{18 \cdot 160}{360} \\
 C &= 160\text{cm} & x &= 8\text{cm} \\
 & & x &= 0,08\text{m} \rightarrow v = 0,08\text{m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{\text{atrito}} &= F_{\text{centripeta}} & F_{\text{at}} &= \frac{0,5 \cdot (0,08)^2}{\frac{160}{3} \cdot 10^{-2}} \\
 F_{\text{at}} &= m \cdot \omega^2 \cdot r & F_{\text{at}} &= 1,2 \cdot 10^{-2} \\
 F_{\text{at}} &= \frac{m \cdot v^2}{r} & F_{\text{at}} &= 0,012\text{N}
 \end{aligned}$$

Alternativa correta, letra B.

Q17) A questão trata de espelhos.

- a) O espelho é plano, por isso o seu reflexo se dá de forma retilínea.
 b) O espelho é côncavo, e amplia a imagem como uma lupa o que não faria o efeito que Adalberto deseja.
 c) O espelho é convexo, e ele é o tipo de espelho usando nos ônibus para aumentar o campo de visão. Como esse é o objetivo final de Adalberto, ele deve ser o tipo de espelho escolhido.

Q18) A questão trata de conservação da energia mecânica.

$$\begin{aligned}
 E_{M\text{inicial}} &= E_{M\text{final}} \\
 E_{Mi} &= E_{\text{potencial}} \\
 E_{Mi} &= m \cdot g \cdot H \\
 E_{Mi} &= m \cdot 10 \cdot 0,4 \\
 E_{Mi} &= 4 \cdot m \\
 \\ \\
 E_{Mf} &= E_{\text{potencial}} + E_{\text{cinética}} \\
 E_{Mf} &= m \cdot g \cdot h + \frac{m \cdot v^2}{2} \\
 E_{Mf} &= m \cdot 10 \cdot 0,08 + \frac{m \cdot (2,4)^2}{2} \\
 E_{Mf} &= m(0,8 + 2,88) \\
 E_{Mf} &= 3,68 \cdot m \\
 \\ \\
 E_{\text{mecânica}} &= E_{Mi} - E_{Mf} \\
 E_M &= 4 \cdot m - 3,68 \cdot m \\
 E &= 0,32 \cdot m \\
 \\ \\
 4 \cdot m & \text{---} 100\% \\
 0,32 \cdot m & \text{---} x \\
 x &= \frac{0,32 \cdot m}{4 \cdot m} \cdot 100\% \\
 x &= 0,08 \cdot 100\% \\
 x &= 8\%
 \end{aligned}$$

Alternativa correta, letra B.

Q19) A questão trata da lei dos gases ideais.

Primeiro vamos descobrir o volume gasoso do botijão.

$$\begin{aligned}V_{total} &= V_{liquido} + V_{gasoso} \\31,5 &= 17 + V_{gasoso} \\V_{gasoso} &= 14,5l \\10^3l &\text{ ————— } 1m^3 \\14,5l &\text{ ————— } V \\V &= 14,5 \cdot 10^{-3}m^3\end{aligned}$$

Vamos converter a temperatura de Celcius para Kevin.

$$\begin{aligned}T &= 17^\circ C + 273K \\T &= 290K\end{aligned}$$

Vamos utilizar a equação de Clayperon.

$$\begin{aligned}p \cdot V &= n \cdot R \cdot T \\8 \cdot 10^{-5} \cdot 14,5 \cdot 10^{-3} &= n \cdot 8 \cdot 290 \\n &= \frac{14,5 \cdot 10^{-3}}{290} \\n &= 5mols \\50g &\text{ ————— } 1mol \\m &\text{ ————— } 5 mols \\m &= 5 \cdot 50 \\m &= 250g\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra B.

Q20) A questão trata de quantidade de movimento, impulso e descreve uma colisão plástica ou seja uma colisão inelástica onde os corpos depois de terem colidido permanecem juntos.

Pelo principio da conservação da quantidade de movimento:

$$\begin{aligned}Q_{inicial} &= Q_{final} \\Q_{martelo} &= Q_{martelo+prego} \\M \cdot V_{inicial} &= (M + m) \cdot V_{final}\end{aligned}$$

Vamos guardar essa equação e calcular o impulso, que podemos dizer ser equivalente a área do gráfico apresentado.

$$\begin{aligned}I &= \Delta Q \\I &= \frac{(B + b) \cdot h}{2} \\I &= \frac{(8 \cdot 10^{-2} + 4 \cdot 10^{-2}) \cdot 80}{2} \\I &= 4,8N \cdot s\end{aligned}$$

Logo,

$$\begin{aligned}I &= Q_i - Q_f \\I &= 0 - (M + m) \cdot V_f\end{aligned}$$

Como o impulso está no sentido contrário a velocidade podemos dizer que ele é negativo, tendo tomado a velocidade como positiva.

$$-4,8 = -(M + m) \cdot V_f$$

Voltando a equação inicial podemos resolver a questão.

$$M \cdot V_{inicial} = (M + m) \cdot V_{final}$$

$$0,4 \cdot V_i = 4,8$$

$$V_i = 12m/s$$

Alternativa correta, letra A.

3 Nível C

Q01) A questão trata de movimento uniformemente acelerado. Podemos separar a situação descrita em 3 momentos.

- 1) Elevador parte do repouso e começa a subir;
- 2) Se movimenta com a velocidade adquirida;
- 3) Desacelera até chegar no primeiro andar.

Vamos fazer os cálculos correspondentes a cada momento para encontrar o tempo de deslocamento total.

Outro conceito utilizado na questão é o de peso aparente. Nessa situação em que temos uma pessoa dentro do elevador a força que exercerá esse papel é a normal, logo:

$$N = P_{\text{aparente}}$$
$$N = m_{\text{aparente}} \cdot g$$

No caso 1) Quando fazemos a somatória das forças, adotando como positivo o sentido para cima, chegamos a:

$$\sum F = 0$$
$$F_R = N - P$$
$$m \cdot a = m_{\text{aparente1}} \cdot g - m \cdot g$$
$$80 \cdot a = 81,6 \cdot 10 - m \cdot 10$$
$$80 \cdot a = 816 - 800$$
$$a = \frac{16}{80}$$
$$a = 0,2m/s^2$$

1) $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$	$V = V_0 + a \cdot t$
$60^2 = 0 + 2 \cdot 20 \cdot \Delta S$	$V = 0 + 20 \cdot 3$
$3600 = 40 \cdot \Delta S$	$V = 60cm/s$
$\Delta S = 90cm$	$V = 0,6m/s$
$\Delta S = 0,9m$	

$$\sum F = 0$$
$$F_R = P - N$$
$$m \cdot a = m_{\text{aparente2}} \cdot g - m \cdot g$$
$$80 \cdot a = 78,4 \cdot 10 - 80 \cdot 10$$
$$80 \cdot a = 784 - 800$$
$$a = -\frac{16}{80}$$
$$a = -0,2m/s^2$$

3) $V = V_0 + a \cdot t$	$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$
$0 = 60 - 20 \cdot t$	$0 = 60^2 + 2 \cdot (-20) \cdot \Delta S$
$t = \frac{60}{20}$	$40 \cdot \Delta S = 3600$
$t = 3s$	$\Delta S = 90cm$
	$\Delta S = 0,9m$

$$\begin{array}{lll}
2) D_T = d_1 + d_2 + d_3 & D = v \cdot t & T_T = 3 + 2,5 + 3 \\
d_2 = 3,3 - 2 \cdot 0,9 & t = \frac{D}{v} & T_T = 8,5s \\
d_2 = 1,5m & t = \frac{150}{60} & \\
d_2 = 150cm & t = 2,5s &
\end{array}$$

Alternativa correta, letra B.

Q02) A questão é sobre potência, rendimento e volume.

Primeiro vamos encontrar o volume de ar do ventilador:

$$\begin{aligned}
V &= \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4} \\
V &= \frac{3 \cdot 16 \cdot 10^{-2}}{4} \\
V &= 0,12m^3
\end{aligned}$$

Sabemos que massa é o produto da densidade pelo volume, logo,

$$\begin{aligned}
M &= \delta \cdot V \\
M &= 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} \\
M &= 0,144Kg \\
0,144kg &\text{-----} 1m \\
0,72kg &\text{-----} x \\
x &= \frac{0,72}{0,144} \\
x &= 5m
\end{aligned}$$

Portanto podemos achar o trabalho realizado e dividi-lo pela potência total para encontrar o rendimento,

$$\begin{aligned}
W &= F \cdot d \\
W &= 6 \cdot 5 \\
W &= 30J \\
\mu &= \frac{\text{Potencia total}}{\text{Potencia aproveitada}} \\
\mu &= \frac{30}{120} \\
\mu &= 25\%
\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra A.

Q03) A questão trata de frequência.

$$\begin{aligned}
F &= 333,3RPM \\
F &= \frac{333,3}{60} \\
F &= 5,555Hz \\
5,555 \cdot 360^\circ &= 2000^\circ
\end{aligned}$$

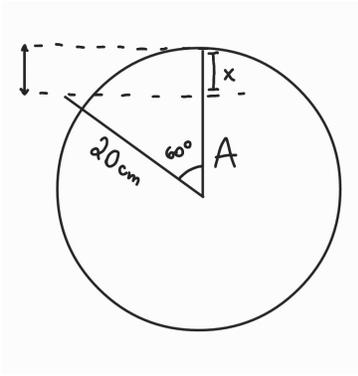


Figura 14: Esquema da questão 3.

$$1 \text{ segundo} \text{---} 2000^\circ$$

$$0,03\text{s} \text{---} y$$

$$y = 60^\circ$$

$$\cos 60^\circ = \frac{A}{20}$$

$$A = 10\text{cm}$$

$$20 = x + A$$

$$x = 10\text{cm}$$

Alternativa correta, letra C.

Q04) A questão trata de ondas sonoras.

a) Difração: mudança na direção da propagação da onda devido à passagem do som por um obstáculo qualquer;

b) Reflexão: Quando a onda sonora propaga-se e encontra um obstáculo, incide sobre a barreira e retorna para o meio no qual estava se propagando;

c) Refração: O som muda de meio e sofre mudança de velocidade;

d) Interferência: Recebimento de duas ou mais ondas diferentes.

Alternativa correta, letra A.

Q05) A questão trata de fluxo de calor.

Primeiro vamos encontrar o coeficiente de condutividade térmica. Usando a fórmula para fluxo de calor e os valores dados pela questão temos,

$$\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{K \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

$$K = \frac{\Delta Q \cdot L}{\Delta t \cdot A \cdot \Delta T}$$

$$K = \frac{2,5 \cdot 10^{-2}}{1.1.1}$$

$$K = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ cal/sm}^\circ\text{C}$$

Vamos encontrar a área total da geladeira:

$$\begin{aligned}
A_{parede} &= 4 \cdot b \cdot h & A_{teto+base} &= 2 \cdot b \cdot h \\
A_{parede} &= 4 \cdot 50 \cdot 80 \cdot 10^{-4} & A_{t+b} &= 2 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 10^{-4} \\
A_{parede} &= 1,6m^2 & A_{t+b} &= 0,5m^2 \\
A_{total} &= 1,6 + 0,5 \\
A_{total} &= 2,1m^2
\end{aligned}$$

Tendo a condutividade térmica e a área podemos encontrar o fluxo de calor.

$$\begin{aligned}
\Phi &= \frac{K \cdot A \cdot \Delta T}{L} \\
\Phi &= \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 2,1 \cdot (20 - 2)}{5 \cdot 10^{-2}} \\
\Phi &= \frac{94,5}{5} \\
\Phi &= 18,9cal/s
\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra D.

Q06) A questão fala sobre potência elétrica.

$$\begin{aligned}
U &= R \cdot i \\
\frac{3}{R_{eq}} &= i \\
i_{max} &= \frac{3}{R_{interna}} \\
i_{max} &= \frac{3}{25} A
\end{aligned}$$

Potência dissipada nos resistores se i for máximo

$$\begin{aligned}
R_{es} &= 3 \cdot \frac{3}{25} \\
R_{es} &= 0,36W
\end{aligned}$$

Potência total do circuito

$$\begin{aligned}
P &= \varepsilon \cdot i \\
P &= \frac{9 \cdot 3}{25} \\
P &= 1,08W
\end{aligned}$$

Logo, a potência dissipada no motor elétrico é,

$$\begin{aligned}
P_{motor} &= P_{total} - P_{res} \\
P_m &= 1,08 - 0,36 \\
P_m &= 0,72W
\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra B.

Q07) A questão trata de intensidade sonora.

A intensidade sonora é a potência dividida pela área. No enunciado queremos a distância para se ouvir com a potência máxima do Micro System e a metade da intensidade sonora descrita no primeiro parágrafo.

$$\begin{aligned}
I &= \frac{P}{A} \\
I &= \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2}
\end{aligned}$$

$$I = \frac{160}{4 \cdot \pi \cdot 36}$$

$$I = \frac{P}{A}$$

$$\frac{160}{4 \cdot \pi \cdot 36} \cdot \frac{1}{2} = \frac{20}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$$

$$r^2 = \frac{20}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{2}{1} \cdot \frac{36 \cdot 4 \cdot \pi}{160}$$

$$r^2 = \frac{1440}{160}$$

$$r^2 = 9$$

$$r = 3m$$

Alternativa correta, letra B.

Q08) A questão trata de caminho óptico.

Para encontrar a distância aparente entre os olhos da colega de Laura e o peixe no aquário, precisamos encontrar os caminhos ópticos que são calculados como a distância real dividida pelo índice de refração no meio considerado, logo :

Na água:	No vidro:	No ar:
$C_o = \frac{Dr}{i}$	$C_o = \frac{Dr}{i}$	$C_o = \frac{Dr}{i}$
$C_o = \frac{32}{\frac{4}{3}}$	$C_o = \frac{1,5}{1,5}$	$C_o = \frac{20}{1}$
$C_o = 24cm$	$C_o = 1cm$	$C_o = 20cm$

Portanto a soma de todos eles dá 45 cm.

Alternativa correta, letra A.

Q09) A questão trata de potência elétrica.

$$U = 110V$$

$$i = 10A$$

$Pot = U \cdot i$	Televisão → 360W
$Pot = 110 \cdot 10$	Ventilador → 220W
$Pot = 1100W$	Computador → 340W
	Impressora → 130W
	Aparelho de som → 420W

a) C + I + V = 690W

b) C + V + S = 980W

c) C + T + S = 1120W

d) T + V + S = 1000W

Alternativa certa, letra C.

Q10) A questão trata de potência e quantidade de calor.

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \left| \quad \Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\begin{aligned}
P &= \frac{\Delta Q}{\Delta t} \\
P &= \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t} \\
m &= \frac{P \cdot \Delta t}{c \cdot \Delta T} \\
m &= \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{1 \cdot 4 \cdot 12} \\
m &= 5 \cdot 10^3 \\
m &= 5kg
\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra A.

Q11) A questão trata de energia mecânica e força centrípeta.

Primeiro vamos encontrar a velocidade pelo princípio de conservação da energia mecânica.

$$\begin{aligned}
E_{Mi} &= E_{Mf} \\
m \cdot g \cdot H &= m \cdot g \cdot h + \frac{m \cdot v^2}{2} \\
10 \cdot 0,4 &= 10 \cdot 2 \cdot 0,08 + \frac{v^2}{2} \\
\frac{v^2}{2} &= 4 - 1,6 \\
v^2 &= 4,8m/s^2
\end{aligned}$$

Podemos fazer a somatória das forças atuando no ponto mais alto. Tendo o eixo para cima como positivo:

$$\begin{aligned}
\sum F &= 0 \\
F_C - N - P &= 0
\end{aligned}$$

Vamos achar a força centrípeta e a força peso.

$$\begin{aligned}
F_C &= \frac{m \cdot v^2}{r} & P &= m \cdot g \\
F_C &= \frac{0,2 \cdot 4,8}{0,08} & P &= 0,2 \cdot 10 \\
& & P &= 2N
\end{aligned}$$

Voltando à somatória:

$$\begin{aligned}
F_C &= N + P \\
12 &= N + 2 \\
N &= 10N
\end{aligned}$$

Alternativa correta, letra C.

Q12) A questão fala sobre a segunda lei de Newton e atrito. A força de atrito estático surge quando o objeto está na iminência do movimento.

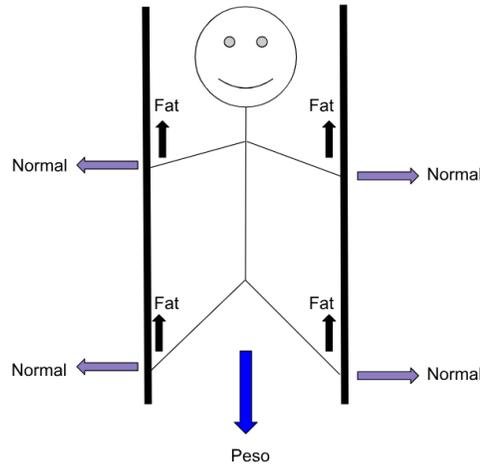


Figura 15: Diagrama de forças.

$$\begin{aligned} \sum F &= 0 & F_{atrito} &= N \cdot \mu_e \\ 4 \cdot F_{atrito} &= P & 100 &= N \cdot 0,8 \\ F_{atrito} &= \frac{400}{4} & N &= \frac{100}{0,8} \\ F_{atrito} &= 100N & N &= 125N \end{aligned}$$

Alternativa correta, letra D.

Q13) A questão trata de energia mecânica.

$$\begin{aligned} E_{Mi} &= E_{Mf} \\ E_{Ci} - 20\% \cdot E_{Pe} &= E_{Cf} + E_{Pg} \\ \frac{m \cdot v_i^2}{2} - \frac{20}{100} \cdot \frac{k \cdot x^2}{2} &= \frac{m \cdot v_f^2}{2} + m \cdot g \cdot H \\ \frac{0,4 \cdot v_i^2}{0,2} - \frac{2}{10} \cdot \frac{200 \cdot 10^{-2}}{2} &= \frac{0,4 \cdot 4}{0,2} + 0,4 \cdot 10 \cdot 2,2 \\ 0,2 \cdot v_i^2 - 0,2 &= 0,8 + 8,8 \\ v_i^2 &= \frac{0,8 + 8,8 + 0,2}{0,2} \\ v_i^2 &= 49 \\ v &= 7m/s \end{aligned}$$

Alternativa correta, letra D.

Q14) A questão trata de ímãs. Os ímãs de geladeira geram pequenos campos que magnetizam o metal da geladeira, fazendo com que ocorra uma atração e assim ele "se prende" a geladeira.

Alternativa correta, letra C.

Q15) A questão trata de calorimetria.

A alternativa correta é a letra B. Como tinha encostado a mão direita no forno que estava quente, sua mão foi aquecida estando a uma temperatura maior que a mão esquerda. Por isso a sensação das duas não é igual quando ele pega o copo de água.