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

OBFEP 2015 - Resolução

Bill Clayton - billc@usp.br*

Março 2024

1 Nível A

A.01) Dualidade Partícula - onda. Em momento a luz se comporta como onda, em outro se comporta como partícula.

Alternativa: A

A.02) Cada fase da lua dura 7,375 dias. Sabendo que a lua tem 4 fases: Lua cheia, nova, minguante e crescente, podemos dizer que o mês lunar tem:

$$4.7,375 = 29,5 \; dias$$

Logo, no calendário lunar, o ano é composto por:

$$\frac{365}{29.5} = 12,3728 \; meses$$

Utilizando regra de 3, transformaremos 0,3728 meses em dias:

$$1 \; mês ----29,5 \; dias$$

$$0,3728 \; mês --- x \; dias$$

*Iniciativa por Instituto de Física da Universidade de São Paulo

$$x = 10,99\ dias$$

Portanto, o mês lunar tem aproximadamente 12 meses e 11 dias.

Alternativa: C

A.03) Resolveremos essa questão utilizando uma poderosa ferramenta da ciência: O empírico!

- Pegue uma folha e desenho um círculo, *que não precisa ser perfeito*, e pegue uma de suas canetas.
- Marque o centro do círculo e escolha um ponto na circunferência para começar o experimento.
- Coloque a caneta no ponto inicial e alinhe a ponta da caneta com o centro da circunferência.
- Agora mova a caneta pela circunferência sempre mantendo a sua ponta em direção ao centro.
- Perceba que toda vez que a caneta completa uma volta na circunferência, também completa uma volta em torno do próprio eixo.

É exatemente isso que ocorre com a lua. A sua translação e rotação em torno do próprio eixo estão sincronizadas, por isso ela sempre mantém a mesma face voltada para a terra.

Alternativa: A

A.04)

A velocidade da Luz é $3.10^8\ m/s$.

Raio da terra é $6.10^3\ km$

$$R = 6.10^3\ km = 6.10^6\ m$$

Lembrando que:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Manipulando a equação, temos:

$$\Delta S = V.\Delta t$$

$$\Delta S = 3.10^8.1$$

$$\Delta S = 3.10^8\ m$$

Logo, a distância que a luz anda em 1 s é $3.10^8\ m$.

A circunferência da terra, por outro lado, mede:

$$C = 2.\pi.R$$

$$C = 2.3.6.10^6$$

$$C = 36.10^6\ m$$

Assim, a quantidade de voltas N que a luz consegue dar em torno da terra em 1 s é:

$$N = \frac{\Delta S}{C}$$

$$N = \frac{3.10^8}{36.10^6}$$

$$N = 0,0833.10^2$$

$$N = 8,33\ voltas$$

Logo, são 8 voltas completas.

Alternativa: D

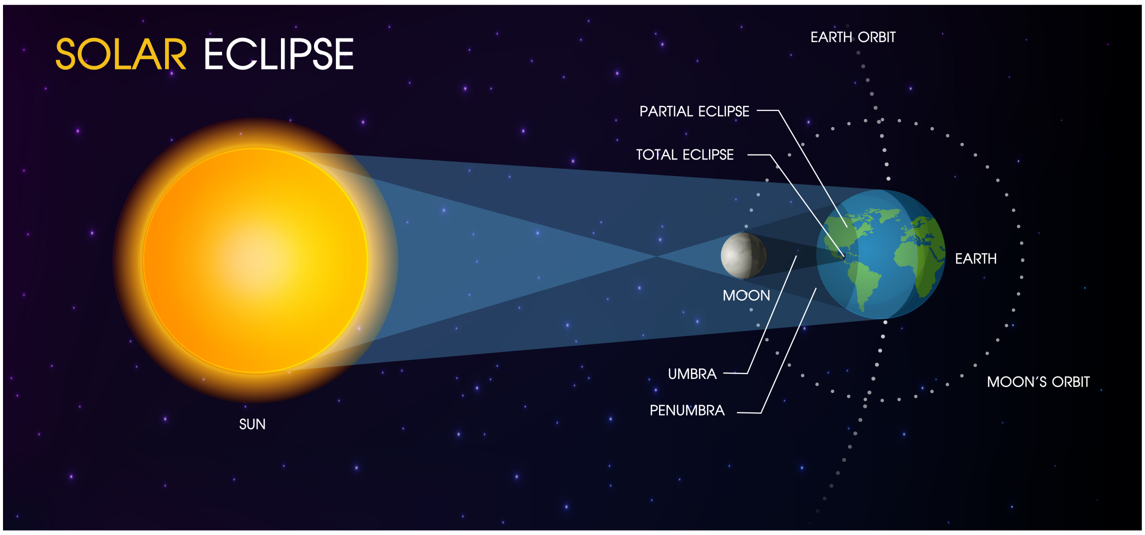

Figure 1: Esquema de eclipse solar para A.05

A.05) A área de umbra, no esquema acima, é onde haverá o eclipse solar total. Também é conhecida como região de Sombra.
A zona de Penumbra é onde haverá o eclipse solar parcial, pois não recebe todos os raios solares. Uma parte do sol ficará tapada para as pessoas que observam o eclipse da zona de penumbra.

Alternativa: D

A.06) Se a cor que sofre mais desvio tem menor velocidade no vidro, aquela cujo desvio é menor tem a maior velocidade. Pela imagem, cor que sofre o menor desvio é o vermelho, portanto, tem a maior velocidade.

Alternativa: A

A.07) Devemos lembrar que a aceleração pode ser calculada como:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

No instante t=1s, a velocidade do móvel é 58 km/h. Um pouco depois, no instante t=4s, a velocidade passa a ser de 67 km/h.

Assim, temos:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a = \frac{67 - 58}{4 - 1}$$

$$a = \frac{9}{3}$$

$$a = 3\ \frac{km}{h}$$

Alternativa: C

A.08) Analisando as seguintes medidas:

$$3,750$$

$$4,000$$

$$2,820$$

Podemos ver que a última casa decimal sempre é 0. Isso é um indicativo de que não há precisão suficiente para medir nada após a casa dos milímetros.

A casa dos milímetros precede a casa onde não há nenhum tipo de precisão, então devemos assumir que a casa dos milímetros é a casa dos "chutes".

Assim, a menor medida do instrumento de graduação em questão onde é possível ter certeza da medida é a casa dos centímetros.

Alternativa: B

A.09) Pela 3º Lei de Newton: Lei da ação e Reação, quem empurra o garoto para cima é a reação normal do chão, pois o garoto tem um peso devido a atração gravitacional da terra que o puxa para baixo. Assim, para compensar o peso do garoto e impedir que ele atravesse o chão, surge uma reação no garoto, gerada pelo chão, de mesma intensidade do peso do garoto, mesma direção, mas em sentido contrário.

Logo, para que o garoto saia do solo, ele deve empurrar o chão para baixo, para que surja uma reação normal que supere seu próprio peso e o jogue para cima.

Alternativa: C

A.10) Velocidade limite. A força de resistência de um fluido, nesse caso o ar, é regida pela equação:

$$F_{Res} = b \cdot V^2$$

- Onde V^2 é o quadrado da velocidade do corpo
- b é uma constante que representa o "coeficiente de atrito" do fluido.
- F_{Res} é a Força de resistência do ar.

Percebemos então que conforme o móvel cai, a velocidade dele aumenta e isso faz com que a força de resistência do ar aumente também.

Chegará o momento em que:

$$F_{Res} = P = m \cdot g$$

$$F_R = \sum_{n=1}^{\infty} F_n = 0$$

Onde F_R é a força resultante no móvel. Assim, se:

$$F_R = 0$$

Então o móvel está em um Movimento Uniforme.

Alternativa: B

A.11) Devemos calcular quanta energia elétrica uma Lâmpada de 100W consome ao ficar ligada durante 24h por 120 dias.

$$P_{ot} = 100\ W = 0,1\ KW$$
$$\Delta t = \frac{Horas}{dia}\ .\ N_{dias}$$
$$\Delta t = 24\ \frac{h}{dia}\ .\ 120\ dias$$
$$\Delta t = 2880\ h$$
$$E = P_{ot}\ .\ \Delta t$$
$$E = 0,1\ KW.\ 2880\ h$$
$$E = 288\ KWh$$

Também é possível resolver a questão utilizando regra de 3 simples. Tente fazer como exercício. Caso não consiga, peça a ajuda do seu professor de Física ou de Matemática.

Alternativa: D

A.12) Relembrando a equação de conversão entre ºC e ºF:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F\ -\ 32}{9}$$
$$\frac{T_C}{5} = \frac{104\ -\ 32}{9}$$
$$\frac{T_C}{5} = \frac{72}{9}$$
$$\frac{T_C}{5} = 8$$

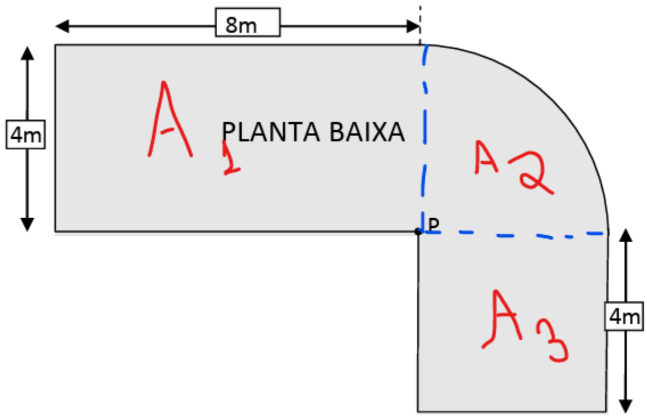

Figure 2: Figura para A.14

$$T_C = 40$$

Portanto, 104 °F = 40 °C

Alternativa: A

A.13) A placa solar recebe energia solar, transforma em energia elétrica para o motor do ventilador e esse motor, por sua vez, transforma no giro do ventilador, ou seja, energia cinética (a energia do movimento).

Alternativa: D

A.14)

A área total da figura é: A = A_1 + A_2 + A_3

Onde: A_1 é a área do retângulo de lados a=8m e b=4m

A_2 é a área de um quarto de circuferência, cujo raio é R=4m

A_3 é a área do quadrado de x=4m

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A = a.b \ + \ \frac{\pi.R^2}{4} \ + \ x^2$$

$$A = 8.4\ +\ \frac{3.4^2}{4}\ +\ 4^2$$
$$A = 60\ m^2$$

A quantidade de calor recebida por unidade de área é:

$$Q_{U.A.} = 200\ \frac{Cal}{m^2}$$

Logo, a quantidade de calor total recebida pela piscina é:

$$Q = 200\ .\ 60$$

$$Q = 12000cal$$

Este valor é equivalente a quantidade de calor recebida na piscina durante 1h. Assim, devemos multiplicar por 4 para saber quanto calor é recebido em 4h.

$$Q = 12000\ .\ 4$$

$$Q = 48000\ Cal$$

$$Q = 48\ Kcal$$

Alternativa: B

A.15) A altura da água no tanque é regida pela equação:

$$h = 5 + 0,5t + 0,1t^2$$

Assim, precisamos descobrir qual a altura h referente a um volume de 6000 m^3.

Sabendo que o diâmetro da caixa d'água é d = 20m, o raio é R = 10m.

Portanto, o volume do tanque cilíndrico pode ser calculado por:

$$V = A_b \ . \ h$$
$$h = \frac{V}{A_b}$$
$$h = \frac{V}{\pi . R^2}$$
$$h = \frac{6000}{3.10^2}$$
$$h = 20 \ m$$

Assim, a altura do tanque quando ele ocupa 6000m^3 de água é de 20m. Utilizando a expressão dada de h(t):

$$h = 5 + 0,5t + 0,1t^2$$

$$20 = 5 + 0,5t + 0,1t^2$$

$$0 = -15 + 0,5t + 0,1t^2$$

$$0 = -150 + 5t + t^2$$

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

$$\Delta = 5^2 \ - \ 4.1.(-150)$$

$$\Delta = 25 \ - \ (-600)$$

$$\Delta = 625$$
$$t = \frac{-b \pm - \ \sqrt{\Delta}}{2.a}$$
$$t = \frac{-5 \ \pm \ \sqrt{625}}{2.1}$$
$$t = \frac{-5 \ \pm \ 25}{2}$$

Devemos desconsiderar a resposta negativa, pois não há significado físico em um valor de tempo negativo neste exemplo.

$$t = \frac{-5 \ + \ 25}{2}$$

$$t = \frac{20}{2}$$
$$t = 10\ s$$

São necessários 10s para encher o tanque. Perceba que esse problema se assemelha a um problema de movimento uniformemente variado, cuja posição inicial da água no tanque era $h_0 = 5m$, a velocidade inicial da água era $v_0 = 0,5\ \frac{m}{s}$ e a aceleração do movimento de subida do nível da água é $a = 0,1\ \frac{m}{s^2}$.

Alternativa:B

2 Nível B

B.01) Devemos conhecer a tabela de prefixos da Física.

Kilo (K) = 10^3

Mega (M) = 10^6

Giga (G) = 10^9

Alternativa: A

B.02) Para descobrir a distância entre o mosquito e o mata insetos, basta aplicar o teorema de pitágoras.

$$H^2 = 16^2\ +\ 12^2$$
$$H^2 = 256 + 144$$
$$H^2 = 400$$
$$H = 20\ cm$$

Logo o mosquito vai viajar por 20 cm até o mata insetos. O tempo necessário para isso é regido pela equação:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{V}$$

$$\Delta t = \frac{20\ cm}{2,5\ \frac{cm}{s}}$$

$$\Delta t = 8\ s$$

Alternativa: C

B.03) O primeiro objeto é uma lupa, a qual utiliza de uma lente, que por sua vez é um instrumento refrativo. Também podemos chegar a conclusão de que a lupa utiliza principalmente a refração ao perceber que o objeto, no caso, o livro, é colocado do lado oposto da imagem, que se forma no nosso olho.

Enquanto isso, na outra imagem, temos um espelho. Nele, vemos que tanto o objeto, no caso, a pessoa, quanto a imagem, que se forma no olho da pessoa, estão do mesmo lado: na frente do espelho. Isso é característico de um instrumento de reflexão.

Alternativa: B

B.04) A distância percorrida é de 100 m. O recorde de Usain Bolt é de 9,58s. Assim, podemos calcular sua velocidade:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$V = \frac{100}{9,58}$$

$$V = 10,44\ \frac{m}{s}$$

Devemos converter para $\frac{km}{h}$ ao multiplicar por 3,6:

$$V = 10,44\ \frac{m}{s}\ .\ 3,6$$

$$V = 37,6\ \frac{km}{h}$$

Aproximadamente 38 $\frac{km}{h}$.

Alternativa: B

B.05) A cor preta é resultado da absorção da luz. Devemos ter em mente que, se o preto surge porque toda a luz fica retida no objeto, essa luz, energia luminosa, deve ter se transformado em outro tipo de energia, que no caso é a energia térmica. Por isso não é uma boa ideia utilizar preto em dias quentes.

Alternativa: C

B.06) O laser tem uma potência de P_{ot} = 0,00168W e emite $N_f = 4.\ 10^{15}$ fótons a cada segundo.

$$P_{ot} = 0,00168\ W = 0,00168\ \frac{J}{s}$$

Se são emitidos 0,00168 Joules por segundo de energia, podemos usar o seguinte raciocínio:

$$P_{ot} = 0,00168\ \frac{J}{s} \qquad (I)$$

$$N_f = 4.10^{15}\ \frac{Fótons}{s} \qquad (II)$$

Se dividirmos I por II, obteremos a quantidade de energia que cada fóton carrega, E_f:

$$E_f = \frac{P_{ot}}{N_f}$$

$$E_f = \frac{0,001681}{} \frac{J}{s} \cdot \frac{1}{4.10^{15}} \frac{s}{Fóton}$$

$$E_f = 0,00042.10^{-15} \ \frac{J}{Fóton}$$

$$E_f = 4,2.10^{-19} \ \frac{J}{Fóton}$$

Pela faixa de energia do exercício, vemos que esse laser está entre o azul e o anil.

Alternativa: D

B.07) Na temperatura inicial de 20 ℃, a barra apresenta um comprimento de 400 mm.

Depois, a uma temperatura de 30 ℃, seu comprimento é de 400,12 mm.

Podemos utilizar essas informações para calcular qual o coeficiente de dilatação linear.

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$$

$$400,12 - 400 = 400 \cdot \alpha \cdot (30 - 20)$$

$$0,12 = 400 \cdot \alpha \cdot 10$$

$$\alpha = \frac{0,12}{4000}$$

$$\alpha = 0,00003 = 3.10^{-5}$$

Com o Coeficiente de dilatação linear do aço em mãos, podemos descobrir agora qual será o comprimento final da outra barra de aço:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$$

$$\Delta L = 200 \cdot 3.10^{-5} \cdot (35 - 15)$$

$$\Delta L = 12000.10^{-5}$$

$$\Delta L = 0,12\ mm$$

Sabendo que:

$$\Delta L = L - L_0$$

$$0,12 = L - 200$$

$$L = 200,12\ mm$$

Alternativa: C

B.08) O calor recebido para variar a temperatura da areia de 20 ℃ a 1720 ℃ é:

$$Q_s = m\ .\ c\ .\ \Delta\theta$$

$$Q_s = 500\ .\ 0,04\ .\ (1720 - 20)$$

$$Q_s = 34000\ cal$$

O calor recebido para mudar a fase da areia é:

$$Q_L = m\ .\ L$$

$$Q_L = 500\ .\ 12$$

$$Q_L = 6000\ cal$$

Logo, o calor total fornecido pelo raio foi:

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 34000 + 6000$$

$$Q_T = 40000\ cal$$

Alternativa: D

B.09) Pela equação de conversão de celcius para farenheit:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$\frac{30}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$\frac{30}{5} \; . \; 9 = T_F - 32$$

$$(\frac{30}{5} \; . \; 9) + 32 = T_F$$

$$T_F = (\frac{30}{5} \; . \; 9) + 32$$

$$T_F = (6 \; . \; 9) + 32$$

$$T_F = 54 + 32$$

$$T_F = 86$$

Logo, 30 ℃ = 86 °F.

Alternativa: D

B.10) A primeira lei da termodinâmica diz que:

$$Q = \Delta U + \tau$$

Onde:

- ΔU : Variação de energia interna (Joule)
- τ : Trabalho (Joule)

Lembrando que a variação de energia interna é a grandeza associada a variação de temperatura, o exercício nos fornece o seguinte dado: 3 J para cada 1 ℃ que a temperatura subir e uma variação de temperatura de $\Delta\theta =$ 200 ℃

$$\Delta U = 3\ \frac{J}{°C}\ .\ \Delta\theta$$

$$\Delta U = 3\ \frac{J}{°C}\ .\ 200\ °C$$

$$\Delta U = 600\ J$$

Porém, além do calor necessário para variar a temperatura do gás, uma parte também foi utilizada para fazer o êmbolo andar por 40 cm.

$$\tau = F\ .\ d$$

$$\tau = 350\ .\ 0,4$$

$$\tau = 140\ J$$

Portanto, a quantidade de calor é:

$$Q = \Delta U + \tau$$

$$Q = 600 + 140$$

$$Q = 740\ J$$

Alternativa: B

B.11) Entre o foco do espelho e o centro de curvatura, pois é a região onde há maior incidência da luz, portanto, maior incidência de energia. Isso é devido a:

- Todos os raios paralelos vão ser refletidos pelo foco do espelho

- Todos os raios que incidirem na direção do centro de curvatura, refletirão sobre si mesmos

Esses fatos determinam um certo intervalo onde os raios são mais focados. Entre o foco e o vértice os raios são mandados para fora do espelho. No foco do espelho, se capta apenas os raios que incidirem paralelamente ao eixo do espelho. No centro do espelho, se capta apenas os raios que incidirem na direção do centro de curvatura.

Alternativa: B

B.12) Lembrando da lei de Fourier para condução térmica:

$$\phi = \frac{K \ . \ A \ . \ \Delta\Theta}{L}$$

Onde:

- K: Coeficiente de condução térmica ($\frac{W}{m \ . \ °C}$)
- A: Área de seção tranversal (m^2)
- $\Delta\Theta$: Variação de temperatura($°C$)
- L: Espessura que será atravessada (m)
- ϕ: Potência de condução térmica ($W = \frac{J}{s}$)

Assim, para a primeira situação:

$$\phi_1 = \frac{K_{Aço} \ . \ A_1 \ . \ \Delta\Theta_1}{L_1}$$

$$10 \ W = \frac{K_{Aço} \ . \ 100.10^{-4} \ m^2 \ . \ 20°C}{1 \ m}$$

$$K_{Aço} = \frac{10 \ . \ 1}{100.10^{-4} \ . \ 20}$$

$$K_{Aço} = \frac{10^3}{20} \ \frac{W \ . \ °C}{m}$$

E para a segunda situação, sabendo agora o valor do K_{Aco} :

$$\phi_2 = \frac{K_{Aco} \, . \, A_2 \, . \, \Delta\Theta_2}{L_2}$$

$$\phi_2 = \frac{\frac{10^3}{20} \, \frac{W \, . \, °C}{m} \, . \, 300.10^{-4} \, m^2 \, . \, 20°C}{3 \, m}$$

$$\phi_2 = 10 \, W$$

Alternativa: A

B.13) A quantidade de calor necessário para a vareta iniciar a combustão é de Q = 200 J. Assim, vamos calcular qual a distância necessária para gerar a quantidade de energia necessária, através do atrito entre a vareta e a casca de árvore:

$$\tau = F \, . \, d$$

$$\tau = F_{at} \, . \, d$$

$$\tau = F_N \, . \, \mu \, . \, d$$

$$d = \frac{F_N \, . \, \mu}{\tau}$$

$$d = \frac{50 \, . \, 0,4}{200}$$

$$d = 10 \, m$$

Alternativa: A

B.14) Inicialmente, a energia da bola no ponto de altura máxima é totalmente do tipo potencial gravitacional, pois não há velocidade. Porém, ao final do movimento, a bola terá descido completamente o morro, transformando toda sua energia potencial gravitacional em energia mecânica. Assim, pelo teorema da energia mecânica:

$$E_{Mi} = E_{Mf}$$

$$m \ . \ g \ . \ H = \frac{m \ . \ v^2}{2}$$

$$80 \ . \ 10 \ . \ 180 = \frac{80 \ . \ v^2}{2}$$

$$80 \ . \ 10 \ . \ 180 = \frac{80 \ . \ v^2}{2}$$

$$144000 = 40 \ . \ v^2$$

$$v^2 = \frac{144000}{40}$$

$$v^2 = 3600$$

$$v = \sqrt{3600}$$

$$v = 60 \ \frac{m}{s}$$

Alternativa: D

B.15) Pela segunda lei de newton:

$$F_R = m \ . \ a$$

Nesse caso, a aceleração do peixe é 0, pois ele não sobe e nem afunda.

$$F_R = 0$$

Isso só pode acontecer se as forças que atuam sobre ele se anularem, logo, o peso, que puxa para baixo, e o empuxo, que empura para cima:

$$F_R = 0$$

$$E - P = 0$$

$$E = P$$

Os dois têm o mesmo módulo.

Alternativa: C

B.16)

Lembrando que para um sistema se manter em equilíbrio, temos duas condições:

- $\sum Mf = 0$
- $F_R = 0$

Da primeira condição de equilíbrio, temos:

$$\sum Mf = 0$$

$$\sum Mf = 0$$
$$M_1 + M_2 = 0$$

Tomando como referência o sentido anti-horário e analisando primeiro os baldes vazios:

$$P_{B1} \,.\, L_1 - P_{B2} \,.\, L_2 = 0$$

Depois, com os baldes cheios:

$$P_{B1} \,.\, L_1 + P_{\acute{A}gua} \,.\, L_1 - P_{B2} \,.\, L_2 - P_{Luminol} \,.\, L_2 = 0$$

$$P_{\acute{A}gua} \,.\, L_1 - P_{Luminol} \,.\, L_2 = 0$$

$$P_{\acute{A}gua} \,.\, L_1 = P_{Luminol} \,.\, L_2$$

$$M_{\acute{A}gua} \,.\, g \,.\, 10 = M_{Luminol} \,.\, g \,.\, 50$$

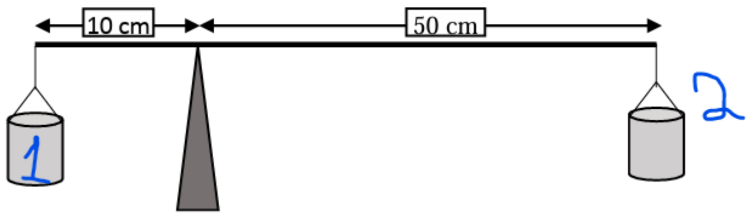

Figure 3: Figura para exercício B.16

$$M_{Água} \; . \; 10 = M_{Luminol} \; . \; 50$$

$$M_{Luminol} = \frac{M_{Água} \; . \; 10}{50}$$

$$M_{Luminol} = \frac{1 \; . \; 10}{50}$$

$$M_{Luminol} = \frac{10}{50}$$

$$M_{Luminol} = 0,2 \; kg$$

$$M_{Luminol} = 200 \; g$$

Alternativa: A

B.17) Lei de Snell:

$$sen(i) \; . \; n_1 = sen(r) \; . \; n_2 \qquad (I)$$

Lembrando que o índice de refração é definido por:

$$n = \frac{c}{v} \qquad (II)$$

Temos:

$$sen(i) \; . \; n_1 = sen(r) \; . \; n_2$$

$$sen(30) \; . \; n_{Água} = sen(40) \; . \; 1$$

$$n_{Água} = \frac{sen(40)}{sen(30)}$$

$$n_{Água} = \frac{0,65}{0,5}$$
$$n_{Água} = 1,3$$

Substituindo o resultado em (II):

$$n_{Água} = 1,3$$
$$1,3 = \frac{c}{v}$$
$$v = \frac{c}{1,3}$$

Alternativa: B

B.18) Para um objeto se enxergar totalmente em um espelho, é necessário sempre que a altura do espelho seja metade da altura do objeto.

$$H_{Espelho} = \frac{H_{Objeto}}{2}$$

$$H_{Espelho} = \frac{2}{2}$$

$$H_{Espelho} = 1\ m$$

Peça ajuda de seu professor para demonstrar a afirmação acima.

Alternativa: D

B.19)

- a) Está correta, pois a aceleração centrípeta rege todo movimento do tipo curvilíneo.

- b) Está correta, pois é necessário conhecer a gravidade e seus efeitos para estudar o movimento dos astros.
- c) Falsa. A lua reflete a luz do sol, portanto, não possui luz própria.
- d) Está correta, pois a lua realiza mais voltas completas em torno da Terra do que a Terra consegue dar em torno do sol. Lembre que a velocidade angular está ligada a frequência do movimento. Como a frequência do movimento da lua é maior, sua velocidade angular também é.

Alternativa: C

B.20) Conservação da quantidade de movimento e colisões.

Supondo a colisão inelástica, ou seja, os corpos se juntam após a colisão devido a deformações nos corpos, e que o sistema está livre de forças externas, logo a quantidade de movimento se conserva:

$$Q_i = Q_f$$

$$M_{Terra} \ . \ v_{Terra} - M_{Cometa} \ . \ v_{Cometa} = (M_{Terra} + M_{Cometa}) \ . \ v'$$
$$M \ . \ v_{Terra} - \frac{M}{10} \ . \ v_{Cometa} = (M + \frac{M}{10}) \ . \ v'$$
$$v_{Terra} - \frac{1}{10} \ . \ v_{Cometa} = (1 + \frac{1}{10}) \ . \ v'$$
$$\frac{10 \ . \ v_{Terra} - v_{Cometa}}{10} = (\frac{1+10}{10}) \ . \ v'$$
$$10 \ . \ v_{Terra} - v_{Cometa} = 11 \ . \ v'$$

$$10 \ . \ 30 - 80 = 11 \ . \ v'$$
$$v' = \frac{10 \ . \ 30 - 80}{11}$$
$$v' = \frac{10 \ . \ 30 - 80}{11}$$
$$v' = \frac{300 - 80}{11}$$

$$v' = \frac{220}{11}$$

$$v' = 20\ \frac{km}{s}$$

Alternativa: A

3 Nível C

C.01) Princípio de Huygens da difração de ondas. Cada ponto da frente de onda forma uma nova frente de onda. Nesse caso, cada bola de bilhar provoca o movimento de mais bolas de bilhar ao colidir uma com a outra. Portanto, trata-se dos fenômenos de difração e colisão.

Alternativa: B

C.02) Devemos notar na figura que dois triângulos são formados. Partindo do princípio que a altura da pirâmide e a vareta fincada no chão são perpendiculares ao solo e que os raios de luz provenientes do sol são paralelos, temos uma situação de semelhança de triângulos:

$$\frac{H}{2} = \frac{x + 200}{3}$$

Onde x é a distância do centro até o lado da base de onde se mede a altura da sombra. Como a base da pirâmide é quadrada e a sombra está na mesma direção que o centro da pirâmide, podemos inferir que x = 220 varas (metade do valor de um lado da pirâmide).

$$\frac{H}{2} = \frac{220 + 200}{3}$$

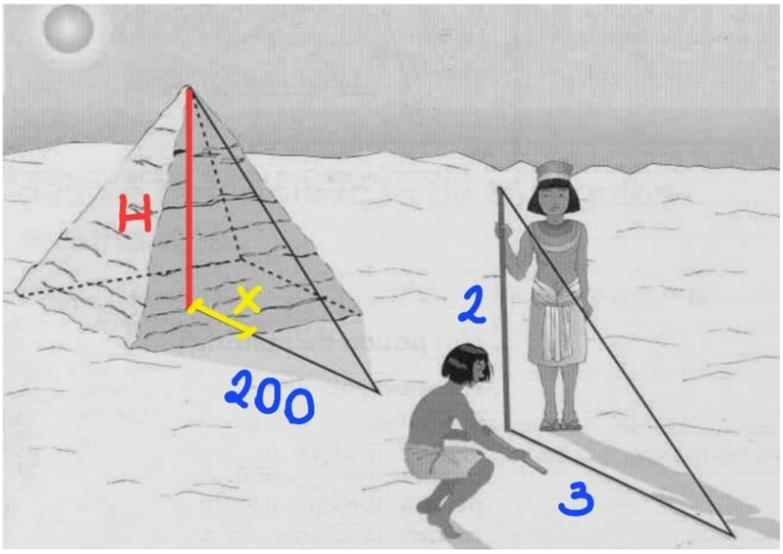

Figure 4: Imagem para C.02

$$\frac{H}{2} = \frac{420}{3}$$
$$H = \frac{420\ .\ 2}{3}$$
$$H = \frac{840}{3}$$
$$H = 280\ varas$$

Por regra de três simples:

$$1\ vara - - - - 0,525\ m$$

$$280\ varas - - - - H\ m$$

$$H = 145,6\ m$$

Valor que está mais próximo da alternativa C) 147 m.

Alternativa: C

C.03) O sol está a uma distância considerada infinitamente grande se comparada ao tamanho de qualquer espelho *mesmo que esse espelho tenha o* *tamanho de júpiter).* Sendo assim, o sol é considerado um objeto impróprio por conta de sua infinita distância. Por consequência, todos os raios emitidos por ele até o espelho vão se concentrar no foco, pois são todos paralelos ao eixo do espelho.

Alternativa: D

C.04) Vamos considerar a situação onde o submarino já está submerso e em equilíbrio dentro da água. Ao estar submerso, desloca uma quantidade de água igual ao seu volume. Assim:

$$F_r = 0$$

$$P - E = 0$$

$$P = E$$

$$M \ . \ g = d_{água} \cdot V_{água\ deslocada} \cdot g$$

$$M = d_{água} \cdot V_{água\ deslocada}$$

$$M = 1,025\,\frac{ton}{m^3} \ . \ 110\ m^3$$

$$M = 112,75\ m^3$$

Logo, para que o submarino fique em equilíbrio, é necessário que o submarino tenha uma massa de 112,75 toneladas. Porém, sabemos que o submarino tem apenas 98 toneladas, portanto, devem ser inseridas 14,75 toneladas de água no submarino para que haja a situação de equilíbrio.

Alternativa: C

C.05) $2,33.10^{-19} J < 2,55.10^{-19}$ J, portanto, esse fóton é classificado como infravermelho

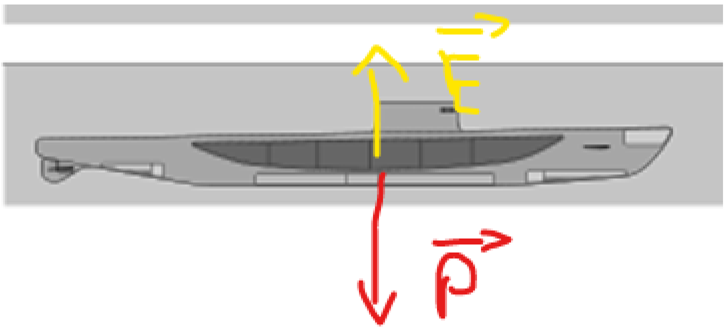

Figure 5: Imagem para C.04

$5,87.10^{-19} J > 5,1.10^{-19}$ J, portanto, esse fóton está na faixa do ultravioleta.

Alternativa: A

C.06) O ponto mais alto da onda, chamado de amplitude, se encontra marcado em $2.10^{-2}\ \frac{N}{C}$.

Do comprimento 0 até $3.10^{-6}\ m$ existem 4 repetições da onda *(1 repetição é contabilizada como 1 crista + 1 vale, ou seja, 1 comprimento de onda)*, logo, cada repetição contabiliza:

$$\lambda = \frac{3.10^{-6}}{4} = 0,75.10^{-6}\ m$$

Da equação fundamental da onda, temos:

$$v = \lambda\ .\ f$$

$$3.10^{8} = 0,75.10^{-6}\ .\ f$$

$$f = \frac{3.10^{8}}{0,75.10^{-6}}$$

$$f = 4.10^{14}\ Hz$$

Alternativa: B

C.07) Quando corpos caem sob a mesma aceleração, perde-se a sensação de contato entre os corpos. No caso, se o elevador estivesse caindo sob o regime de queda livre, a balança indicaria 0 kg. Sendo assim, cada vez que nos aproximamos de uma queda livre, ou seja, a aceleração do elevador sitema (objeto+balança+elevador) se aproxima de g, o contato entre os corpos reduz e a indicação da *"massa aparente"* na balança diminui.

Alternativa: B

C.08) A distância que deve ser aplicada na lei da gravitação universal é a distância medida entre os centros dos corpos que estão interagindo. Assim, temos:

$$D = \Delta S \ + \ R_{Terra} \ + \ R_{Lua}$$

Onde:

- ΔS : Distância entre as superfícies da terra e da lua
- R_{Terra} : Raio da terra
- R_{Lua} : Raio da lua

Os raios são valores dados no exercício. Já a distância entre as superfícies pode ser calculada como:

$$\Delta S = C \ . \ \Delta t$$

$$\Delta S = 3.10^8 \ \frac{m}{s} \ . \ 2,5 \ s$$

$$\Delta S = 7,5.10^8 \ m = 7,5.10^5 \ km$$

Porém, utilizamos $\Delta t = 2,5 \ s$, o que condiz com o tempo de ida e volta da luz até a lua, então estamos contabilizando a distância de ida somada a distância de volta. Devemos dividir o resultado por 2, para obter a distância real entre as superfícies.

$$\Delta S = \frac{7,5.10^5}{2}$$

$$\Delta S = 3,75.10^5\ km$$

Logo, a distância D é:

$$D = 3,75^5\ +\ 0,06731.10^5\ +\ 0,01737.10^5$$

$$D = 3,8271.10^5$$

$$D = 382710\ km$$

Alternativa: A

C.09) Primeiro, vamos calcular qual a variação de volume *(Dilatação volumétrica)* que a nitroglicerina sofreu:

$$\Delta V = V\ .\ \gamma\ .\ \Delta\theta$$

$$\Delta V = 4\ .\ 3.10^{-3}\ .\ (24 - 20)$$

$$\Delta V = 48.10^{-3}\ dm^3$$

Agora, vamos calcular qual é a variação de altura referente a essa variação de volume. A área da base permanece constante.

$$\Delta V = V_f - V_i$$

$$\Delta V = A_b\ .\ H_f - A_b\ .\ H_i$$

$$\Delta V = A_b\ .\ (H_f - H_i)$$

$$\Delta V = A_b\ .\ \Delta H$$

$$\Delta H = \frac{\Delta V}{A_b}$$

$$\Delta H = \frac{48.10^{-3}}{2}$$
$$\Delta H = 24.10^{-3}\ dm$$
$$\Delta H = 24.10^{-3}.10^{-1}\ m$$
$$\Delta H = 24.10^{-1}\ mm$$
$$\Delta H = 2,4\ mm$$

Alternativa: A

C.10) Em relação aos primeiros 20 cm do movimento:

$$\Delta S = V_0\ .\ t + \frac{a\ .\ t^2}{2}$$
$$20.10^{-2} = V_1\ .\ 0,2 + \frac{a\ .\ (0,2)^2}{2}$$
$$20.10^{-2} = V_1\ .\ 0,2 + \frac{a\ .\ 0,04}{2}$$
$$20.10^{-2} = V_1\ .\ 0,2 + a\ .\ 0,02$$
$$V_1 = \frac{20.10^{-2} - a\ .\ 0,02}{0,2}$$
$$V_1 = \frac{20.10^{-2} - a\ .\ 2.10^{-2}}{0,2}$$
$$V_1 = \frac{20 - a\ .\ 2}{20}$$
$$V_1 = \frac{10 - a}{10} \qquad (I)$$

Considerando agora o percurso total de 36 cm:

$$\Delta S = V_0\ .\ t + \frac{a\ .\ t^2}{2}$$
$$36.10^{-2} = V_1\ .\ 0,3 + \frac{a\ .\ (3.10^{-1})^2}{2}$$

$$V_1\ .\ 0,3 = 36.10^{-2} - \frac{a\ .\ 9.10^{-2}}{2}$$
$$V_1\ .\ 0,3 = \frac{72.10^{-2} - a\ .\ 9.10^{-2}}{2}$$
$$V_1 = \frac{72.10^{-2} - a\ .\ 9.10^{-2}}{0,6}$$
$$V_1 = \frac{72 - a\ .\ 9}{60}$$
$$V_1 = \frac{24 - 3.a}{20} \qquad (II)$$

Juntando I e II:

$$V_1 = V_1$$
$$\frac{10 - a}{10} = \frac{24 - 3.a}{20}$$
$$\frac{10 - a}{1} = \frac{24 - 3.a}{2}$$
$$20 - 2.a = 24 - 3.a$$
$$-2.a + 3.a = 24 - 20$$
$$a = 4\ \frac{m}{s^2}$$

Alternativa: C

C.11) Pela primeira lei de ohm:

$$U = R\ .\ i$$
$$R = \frac{U}{i}$$
$$R = \frac{120}{3}$$
$$R = 40\ \Omega$$

Pela equação da potência dissipada em um resistor:

$$P = R \ . \ i^2$$

$$P = 40 \ . \ 3^2$$

$$P = 40 \ . \ 9$$

$$P = 360 \ W$$

Alternativa: D

C.12) Para obter uma potência de funcionamento em Watt ($\frac{J}{s}$), devemos ter a energia em joules e a unidade de tempo em segundos. Portanto, devemos fazer uma correção na unidade de medida da vazão:

$$Z = 6 \ \frac{m^3}{min}$$

$$Z = 6 \ \frac{m^3}{60 \ s}$$

$$Z = 1 \ \frac{m^3}{10s}$$

$$Z = 0,1 \ \frac{m^3}{s}$$

E, para calcular a massa, utilizamos a densidade:

$$d = \frac{m}{V}$$

$$10^3 = \frac{m}{0,1}$$

$$m = 10^3.0,1$$

$$m = 100 \ kg$$

Logo, passa 100 kg de água a cada segundo nas turbinas da usina. Vamos agora calcular qual a energia que essa massa de água vai transportar ao cair de uma altura de 20 m *(Energia potencial gravitacional)*:

$$E_{PG} = m \ . \ g \ . \ H$$

$$E_{PG} = 100 \ . \ 10 \ . \ 20$$

$$E_{PG} = 20000 \ J$$

Lembrando que há 20 por cento de desperdício, logo, apenas 80 por cento será aproveitado:

$$E_{Útil} = 20000 \ . \ 0,8$$

$$E_{Útil} = 16000 \ J$$

$$E_{Útil} = 16 \ kJ$$

Logo, se a cada segundo são aproveitados 16 kJ de energia:

$$P_{ot} = \frac{16 \ kJ}{1 \ s}$$

$$P_{ot} = 16 \ kW$$

Alternativa: A

C.13) Considerando que a esfera está em equilíbrio *(o texto diz que ela ficaria parada)*, temos:

$$\sum F_R = 0$$

$$F_{el} = P$$

$$|q| \ . \ E = m \ . \ g$$

$$20.10^{-9} \ . \ E = 6.10^{-3} \ . \ 10$$

$$E = \frac{6.10^{-2}}{20.10^{-9}}$$

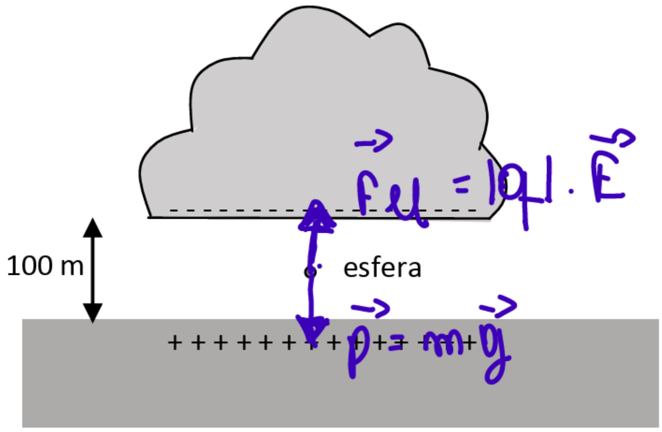

Figure 6: Figura para questão C.13

$$E = \frac{6.10^{-2}}{20.10^{-9}}$$
$$E = \frac{3.10^{7}}{10}\ \frac{N}{C}$$

E, considerando que as nuvens e o solo formam um capacitor de placas planas e paralelas cujo campo elétrico é uniforme:

$$U = d\ .\ E$$

$$U = 100\ .\ \frac{3.10^{7}}{10}$$
$$U = 10\ .\ 3.10^{7}$$

$$U = 3.10^{8}\ V$$

$$U = 3.10^{2}.10^{6}\ V$$

$$U = 300\ MV$$

Alternativa: D

C.14) Partindo da equação do calor latente, vamos ver quanto calor é necessário para vaporizar 40 g de água:

$$Q = m \ . \ L$$

$$Q = 40 \ g \ . \ 2,2 \ \frac{kJ}{g}$$

$$Q = 88 \ kJ$$

Agora calcularemos quanto calor 1,79 g de butano liberou, sabendo que o butano tem um calor de combustão de 50 $\frac{kJ}{g}$:

$$1 \ g - - - - - 50 \ \frac{kJ}{g}$$

$$1,79 \ g - - - - - X \ \frac{kJ}{g}$$

$$X = 1,79 \ .50 \ \frac{kJ}{g}$$

$$X = 89,5 \ kJ$$

Portanto, 1,5 kJ foi transmitido como luz visível.

Alternativa: A

C.15) Relembrando a primeira lei da termodinâmica:

$$Q = \tau + \Delta U$$

Nesse caso ΔU é a energia relacionada a variação de temperatura, logo, é o calor sensível nesse processo:

$$Q = \frac{C}{\Delta\theta}$$

$$Q = C \ . \ \Delta\theta$$

$$Q = 5 \ \frac{J}{°C} \ . \ 100 \ °C$$

$$Q = 500 \ J$$

E o trabalho é:

$$\tau = F \ . \ d$$

$$\tau = 1000 \ N \ . \ 0,4 \ m$$

$$\tau = 400 \ J$$

Logo, o calor é:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$Q = 400 + 500$$

$$Q = 900 \ J$$

Alternativa: D