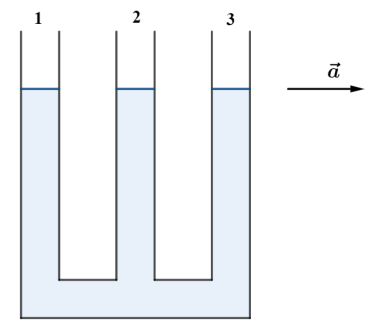
Solução do simulado OBF - F1 Nível III

Autores: Arthur Gurjão, Felipe Brandão e João Victor.

Gabarito extraoficial:

- Q1: B
- Q2: E
- Q3: B
- Q4: E
- Q5: A
- Q6: B
- Q7: C
- Q8: E
- Q9: B
- Q10: C
- Q11: B
- Q12: A
- Q13: C
- Q14: A
- Q15: C
- Q16: B
- Q17: C
- Q18: E
- Q19: C
- Q20: A

Questão 1. Considere o tubo em w da imagem que está inicialmente em repouso e, de acordo o teorema de Stevin, com o mesmo nível de água em cada braço numera de 1 a 3, como mostra a figura. Repentinamente ele começa a se mover com aceleração **a** não nula para direita.



(a) $h_1 = h_2 = h_3$

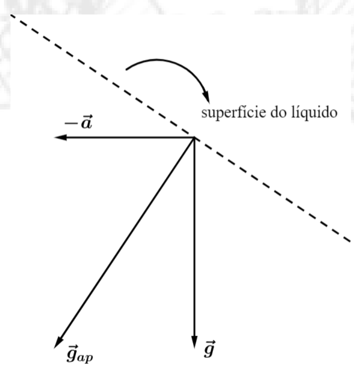
(b) $h_1 > h_2 > h_3$

(c) $h_2 > h_3 > h_1$

(d) $h_3 > h_2 > h_1$

(e) $h_1 = h_3 > h_2$

Solução:
Indo para um referencial que se move com $\vec{a}$ (onde o recipiente está parado), temos uma gravidade aparente que é a soma de $\vec{g}$ com $-\vec{a}$ (princípio da equivalência). A superfície do líquido então fica perpendicular à gravidade aparente, veja a figura:

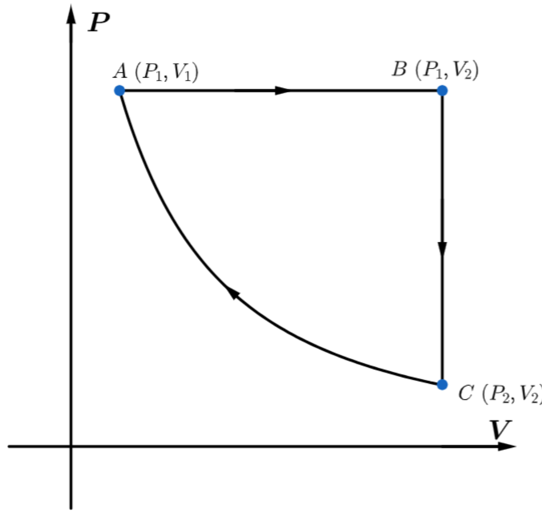


Então, é possível perceber que $h_1 > h_2 > h_3$.

Resposta: b) $h_1 > h_2 > h_3$

Texto para as próximas duas questões

Considere o segunite ciclo termodinâmico ilustrado operando em um gás monoâtomico, onde há (em ordem, começando pelo ponto A) uma expansão isobárica, uma despressurização isovolumétrica e uma compressão adiabática. ΔU_{ij} é a variação de energia interna no processo $i \to j$ e W_{ij} o análogo para o trabalho. As pressões e volumes são como indicados na figura.



Questão 2. Com base no texto e nos seus conhecimentos sobre ciclos termodinâmicos, identifique as afirmativas corretas.

(I) $\Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} = -\Delta U_{CA}$

(II) O trabalho total realizado pelo gás no ciclo é maior que W_{AB}

(III) $Q_{tot} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = P_1(V_2 - V_1) - \frac{3}{2}(P_1 - P_2)V_2$

(IV) Sem conhecer as razões entre as pressões e volumes podemos afirmar com certeza apenas que $T_B > T_A$ e $T_B > T_C$

(a) I, III, IV

(b) I, II, III, IV

(c) III, IV

(d) II, III, IV

(e) Apenas I.

Solução:

(I) A energia interna é uma função de estado portanto ΔU no ciclo inteiro deve ser zero. Mas $\Delta U = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CA} = 0 \implies \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} = -\Delta U_{CA}$. Item verdadeiro.

(II) O valor numérico do trabalho realizado é igual à área compreendida dentro do ciclo no diagrama P×V e seu sinal é determinado pelo sentido de rotação. Nesse caso, o trabalho total é dado por $W = W_{AB} + W_{CA}$, o trabalho $W_{BC} = 0$, já que é uma isovolumétrica. Note que $W_{CA} < 0$, já que temos uma compressão. Isso evidencia que $W < W_{AB}$. Item falso.

(III) O calor total é dado por $Q_{tot} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$. Para calcularmos vamos utilizar a primeira Lei da Termodinâmica $Q + \Delta U + W$. $Q_{BC} = \Delta U_{BC} = \frac{3}{2}(P_2 - P_1)V_2$, como o número de mols é constante $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}\Delta(PV)$. O calor Q_{AB} é dado por $nC_p\Delta T = \frac{C_p}{R}\Delta(PV)$, onde C_p é a capacidade térmica a pressão consntante, que para um gás monoatômico ideal vale $\frac{5}{2}R$. Portanto o calor é dado por $\frac{5}{2}P_1(V_2 - V_1)$. O calor no outro trecho é zero, já que é uma adiabática.
De cara, vemos que o calor não é dado pela expressão do item, tornado-o falso.

(IV) Utilizando a equação dos gases ideais, mostramos que:

$$\frac{T_B}{T_C} = \frac{P_1}{P_2} > 1 \implies T_B > T_C$$

Analogamente, mostramos que:

$$\frac{T_B}{T_A} = \frac{V_2}{V_1} > 1 \implies T_B > T_A$$

Utilizando a relação da abiabática $TV^{\gamma-1} = cte.$ mostramos que:

$$\frac{T_A}{T_B} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} > 1 \implies T_A > T_C$$

O que mostra que temos certeza de $T_B > T_A > T_C$, tornando o item falso.

Na versão inicialmente postada não havia alternativa correta, pedimos desculpa pelo erro e já corrigimos no arquivo do simulado.

Resposta: e) Apenas I.

Questão 3. Os valores de pressão e volume são $P_1 = 32 \times 10^5$ Pa, $P_2 = 1 \times 10^5$ Pa, $V_1 = 1$ L e $V_2 = 8$ L. Qual é o valor de ΔU_{CA}?

(a) $2,4$ kJ

(b) $3,6$ kJ

(c) $7,2$ kJ

(d) $1,2$ kJ

(e) $5,4$ kJ

Solução:
Como mostramos: $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}\Delta(PV)$.

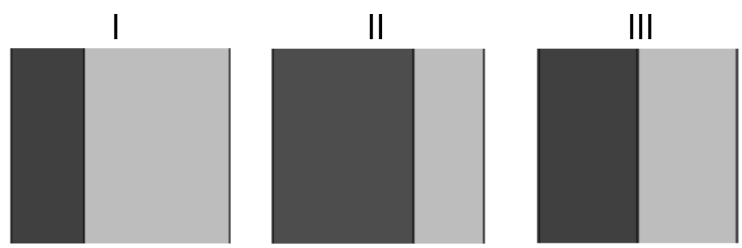
$$\Delta U_{AB} = \frac{3}{2} \times 32 \times 10^5 \text{ Pa} \times 7 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 33,6 \text{ kJ}$$

$$\Delta U_{BC} = -\frac{3}{2} \times 31 \times 10^5 \text{ Pa} \times 8 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = -37,2 \text{ kJ}$$

Então $\Delta U_{CA} = 3,6$ kJ.

Resposta: b) 3,6 kJ

Questão 4. A transferência de calor entre corpos é um fenômeno muito estudado e extremamente difundido no meio científico. Matheus, interessado em comprovar a Lei de Fourier, fez um experimento. Para isso, ele usou dois materiais diferentes, o preto e o cinza com condutividades térmicas K_p e K_c, respectivamente, com $K_p > K_c$.



Ele utilizou três montagens experimentais, nas quais associou e variou a espessura das camadas pretas e cinza. As temperaturas da esquerda e direita de todas as montagens são mantidas constantes e iguais a T_e e T_d, respectivamente, com $T_e > T_d$. Considerando que T_i é a temperatura na junção da montagem i, assinale a alternativa que corresponde às observações de Matheus.

(a) $T_I = T_{II} = T_{III}$

(b) $T_I < T_{III} < T_{II}$

(c) $T_I = T_{II} > T_{III}$

(d) $T_I = T_{II} < T_{III}$

(e) $T_I > T_{III} > T_{II}$

Solução:

Seja a espessura do material preto d_p e a do material cinza d_c. Considerando o fluxo estacionário, temos, segundo a Lei de Fourier:

$$\frac{\phi}{A} = K_p \frac{T_e - T_i}{d_p} = K_c \frac{T_i - T_d}{d_c}$$

Então podemos encontrar a temperatura na junção:

$$T_i = \frac{\frac{K_p}{d_p} T_e + \frac{K_c}{d_c} T_d}{\frac{K_p}{d_p} + \frac{K_c}{d_c}}$$

Isso é uma média ponderada entre as temperaturas da esquerda e da direita e os pesos são inversamente proporcionais à espessura das placas.
Perceba então que quanto menor a espessura da camada preta, maior a temperatura. Então $T_I > T_{III} > T_{II}$.

Resposta: e) $T_I > T_{III} > T_{II}$

Questão 5. No trajeto de casa para a escola, Gurjão estava entediado no metrô, então ele puxou de seu bolso um pêndulo matemático do seu bolso. Ele é feito por uma corda de 10 cm e está suspenso no teto do metrô.

O vagão anda na horizontal com uma aceleração $\frac{3}{4}g$, onde g é a acelereação da gravidade, que é vertical. Qual é a diferença entre os períodos do pêndulo com o vagão estacionário e em movimento? Dados: $\sqrt{\frac{4}{5}} \approx 0,894$ e $\pi \approx 3,14$.

(a) 0,0663 s

(b) 0,0633 s

(c) 0,663 s

(d) 0,633 s

(e) são iguais.

Solução:
O período de um pêndulo simples é dado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Dentro do vagão há uma gravidade aparente $\sqrt{g^2 + \left(\frac{3g}{4}\right)^2} = \frac{5g}{4}$, então o período será dado por:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \times \sqrt{\frac{4}{5}}$$

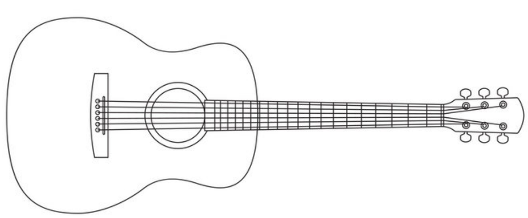
Resultando em uma diferença de:

$$\Delta T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left(1 - \sqrt{\frac{4}{5}}\right)$$

Substituindo os valores numéricos encontramos 0,066568, mais próximo de 0,0663 s.

Resposta: a) 0,0663 s

Questão 6. Quando tocamos um violão nas cordas são geradas ondas estacionárias que vibram com a mesma frequência do som emitido por ele. Usando seus conhecimentos a cerca de ondulatória e ondas estacionárias, julgue as alternativas a seguir:



(I) Quando aplicamos a mesma tração a duas cordas A e B de densidades lineares μ e 4μ, respectivamente, a frequência fundamental em A é o dobro da frequência fundamental em B.

(II) Considere agora que a tração na corda seja, sob uma boa aproximação descrita pela lei de Hooke. Agora, considere que ambas possuem a mesma densidade linear e constantes eláticas, mas comprimentos naturais l_0 e $2l_0$ (A e B, respectivamente). Se as duas cordas tiverem o mesmo comprimento final (maior que $2l_0$), a frequência fundamental em A é maior que em B.

(III) As duas cordas são tracionadas com a mesma força, mas a corda A tem densidade linear μ_0 e a corda B tem densidade linear $4\mu_0$. Quando vibramos a corda com uma frequência f_0, precisamos de um comprimento L para que ela seja a frequência fundamental. Por isso, para vibrar a mesma frequência na corda B esse comprimento deve ser $2L$.

É correto o que se afirma em:

(a) Apenas I

(b) Apenas I e II

(c) Apenas I e III

(d) I, II,III

(e) Nenhuma das afirmartivas.

Solução:
A velocidade da onda é $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ e o comprimento de onda do modo fundametal é $2l$. Então a frequência funadamental é:

$$f_0 = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

(I) Aplicando a fórmula acima concluímos que o item é verdadeiro.

(II) Note que a massa m_B da corda B é dada por $2m_A$ e o comprimento final é igual, então a densidade linear de B também é o dobro da de A. Enquanto a tração em A é dada por $k(l-l_0)$ e em B é $k(l-2l_0)$. Então as frequências fundamentais de A e B são proporcionais às raízes quadradas de $\frac{k(l-l_0)}{\mu}$ e $\frac{k(l-l_0)}{2\mu}$, então:

$$\frac{k(l-2l_0)}{2\mu} < \frac{k(l-l_0)}{\mu} \implies 2(l-l_0) > (l-2l_0) \implies l > 0$$

O que é verdade, tornando o item verdadeiro.
(III) Temos o seguinte:

$$f_{0A} = \frac{1}{2L_A}\sqrt{\frac{T}{\mu_0}}$$

$$f_{0B} = \frac{1}{2L_B}\sqrt{\frac{T}{4\mu_0}}$$

Para que a frequência fundamental de ambos seja igual, temos:

$$L_A = 2L_B$$

O que torna o item falso.
Resposta: b) Apenas I e II

Questão 7. Um objeto é colocado diante de um espelho côncavo a uma distância maior do que o raio de curvatura do espelho. Qual é o conjunto de características da imagem formada pelo espelho?

(a) Virtual, direita e menor do que o objeto.

(b) Real, invertida e maior do que o objeto.

(c) Real, invertida e menor do que o objeto.

(d) Virtual, direita e maior do que o objeto.

(e) Virtual,invertida e maior do que o objeto.

Solução:
Pela equação de Gauss:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

onde p é a distância do o objeto, p' é a distância da imagem e f é o foco. Para espelhos esféricos, temos que $f = \frac{R}{2}$ onde R é o raio de curvatura do espelho. Como o espelho é côncavo, adotamos R positivo. Se o objeto estiver a um distância maior que R, é fácil ver, pela equação de Gauss, que $\frac{1}{p'} > 0$. Logo, a imagem é real. Ela será invertida, pois, pela fórmula do aumento, o aumento é dado por:

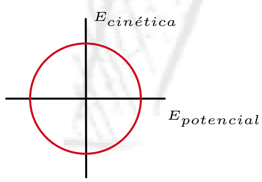
$$A = -\frac{p'}{p}$$

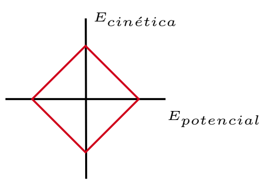
como p e p' são positivos, o aumento é negativo e a imagem é invertida. Para saber se a imagem é maior ou menor que o objeto, basta analisar o módulo do aumento. Se $|A| > 1$, a imagem é maior. Se n, menor. Basta, portanto, analisar qual é maior entre p e p'. Pela equação de gauss:

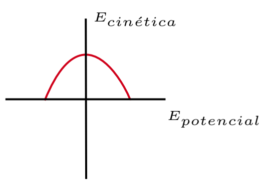
$$\frac{1}{p'} = \frac{2}{R} - \frac{x}{R} = \frac{2-x}{R}$$

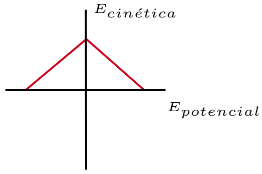
como x é menor que 1, p' é menor que R e, consequentemente, menor que p. Logo, o modulo do aumento é menor que 1 e aimagem é menor que o objeto.
Resposta: c) Real, invertida e menor que o objeto.

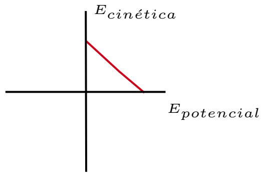
Questão 8. Uma massa pontual m está conectada a uma mola ideal sobre uma superfície horizontal sem atrito. A massa é puxada por uma curta distância e depois liberada. Qual das alternativas a seguir é o gráfico mais correto da energia cinética em função da energia potencial?

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

(e) 

Solução:
Para um sistema massa-mola, é válida a seguinte expressão para a energia total da partícula:

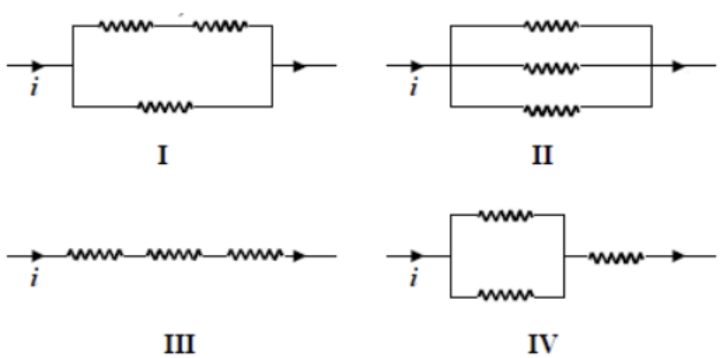
$$E = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} \implies E = K + U,$$

onde K representa a energia cinética do sistema e U sua energia potencial. Repare que o sistema está livre de dissipação, então a energia total E é uma constante. Reagrupando:

$$K = E - U \implies K = const. - U$$

Essa equação mostra que a dependência K por U é linear e, ao ser plotada, representa uma reta decrescente de coeficiente angular -1. Olhando as alternativas, a opção que mais se adequa a essa descrição é o gráfico da opção E.
Resposta: e)

Questão 9. Nos circuitos abaixo, em que todas as resistências são iguais, determine a ordem decrescente de energia consumida em um mesmo intervalo de tempo:



(a) I > II > III > IV

(b) III > IV > I > II

(c) IV > III > II > I

(d) II > III > I > IV

(e) II > I > IV > III

Solução: Para essa questão, podemos analisar caso a caso, a potência dissipada nos resistores:
(I) 2 Resistores em série, com outro resistor em paralelo:

$$1/R_{eq} = 1/2R + 1/R \Rightarrow R_{eq} = 2R^2/(R+2R) \Rightarrow R_{eq} = \frac{2}{3}R \therefore \boxed{P_I = \frac{2}{3}Ri^2}$$

(II) 3 Resistores em paralelo:

$$1/R_{eq} = 1/R + 1/R + 1/R \Rightarrow R_{eq} = R/3 \therefore \boxed{P_{II} = \frac{1}{3}Ri^2}$$

(III) 3 Resistores em série:

$$R_{eq} = R + R + R \Rightarrow R_{eq} = 3R \therefore \boxed{P_{III} = 3Ri^2}$$

(IV) 2 Resistores em paralelo, com outro resistor em série:

$$R_{eq} = R^2/(2R) + R \Rightarrow R_{eq} = \frac{3}{2}R \therefore \boxed{P_{IV} = \frac{3}{2}Ri^2}$$

Assim, pela potência dissipada, em um mesmo intervalo de tempo, temos:

$$P_{III} > P_{IV} > P_I > P_{II}$$

Resposta: (b) III > IV > I > II.

Questão 10. Uma vara de 1,00 m de comprimento e densidade uniforme pode girar em torno de um ponto a 30,0 cm de sua extremidade. A vara está perfeitamente equilibrada quando uma massa pontual de 50,0 g é colocada sobre ela a 20,0 cm da mesma extremidade. Qual é a massa da vara?

(a) 35,7 g

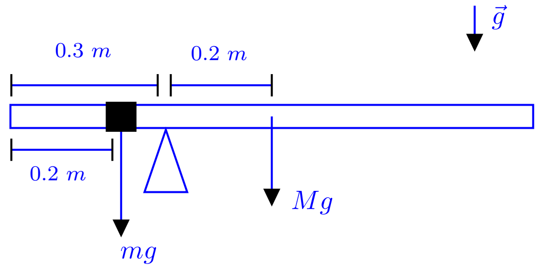
(b) 33,3 g

(c) 25,0 g

(d) 17,5 g

(e) 14,3 g

Solução:
Analisando o diagrama de forças do sistema:



Perceba que a distância do ponto de sustentação até o centro de massa da barra é de 0.2 m. Para a condição de equilíbrio rotacional, façamos com que o torque resultante em torno do ponto de sustentação seja nulo, ficando assim:

$$Mg \cdot (0.2) - mg \cdot (0.1) = 0 \implies (0.2) \cdot M = (0.1) \cdot m$$

Simplificando, encontramos:

$$\boxed{M = \frac{m}{2} = 25 \text{ g}}$$

Resposta: c) 25 g

Questão 11. É comum em obras da ficção científica a presença de naves que simulam uma "gravidade artificial"para os astronautas dentro dela. Pensando nisso, foi criada a OÃJ-RUG, um protótipo de estação espacial cilindrica que produz esse efeito girando com frequência angular ω. Considere trabalhar no referencial girando com a estação espacial. Neste referencial, um astronauta está inicialmente em repouso no chão, voltado na direção em que a estação espacial está girando. O astronauta salta verticalmente em relação ao chão da estação espacial, com uma velocidade inicial menor que a velocidade do chão. Logo após sair do chão, o movimento do astronauta, em relação ao chão da estação espacial;

(a) Sempre tem uma componente de aceleração direcionada ao chão, e eles pousam no mesmo ponto de onde saltaram.

(b) Sempre tem uma componente de aceleração direcionado ao chão e eles pousam na frente do ponto de onde saltaram.

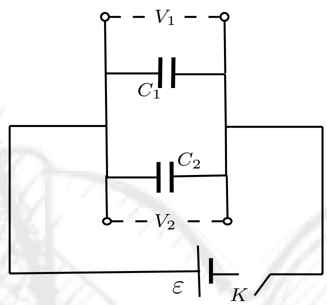
(c) Sempre tem uma componente de aceleração direcionado ao chão e eles pousam atrás do ponto de onde saltaram

(d) Tem uma componente de aceleração direcionado para longe do chão e eles pousam atrás do ponto de onde saltaram.

(e) Tem aceleração zero em relação ao chão e o astronauta nunca mais chega ao chão.

Solução:
Primeiramente, devemos notar que a aceleração do astronauta é direcionada radialmente para longe do eixo de rotação e em direção ao chão da nave devido à força centrífuga que aparece quando olhamos o no referencial da nave, o que exclui as opções de resposta D e E.
A segunda parte do problema é um pouco mais complicada. Trabalharemos no referencial inercial da estação espacial. No instante em que o astronauta salta, desenhamos um ponto no chão abaixo dele. Agora, rastreamos os caminhos do astronauta e do ponto. Ambos se movem a uma velocidade constante, mas o astronauta segue um caminho em linha reta, que é uma corda na seção transversal circular da estação espacial, enquanto o caminho do ponto é um arco. Como uma corda subtende um ângulo maior que um arco de igual comprimento, o astronauta viaja mais longe e deve pousar na frente do ponto. Assim, a resposta é B.
Resposta: b) sempre tem uma componente de aceleração direcionado ao chão e eles pousam na frente do ponto de onde saltaram.

Questão 12. No circuito abaixo, os capacitores estão inicialmente descarregados. Após o fechamento da chave K é esperado que o circuito atinga o estado estacionário. Assim, determine V_1 e V_2, em volts, nesse estado,sabendo que C_1 e C_2 valem, respectivamente, 10 μF e 5 μF, e ε vale 30 volts.



(a) 30 e 30

(b) 15 e 30

(c) 5 e 10

(d) 30 e 15

(e) 10 e 5

Solução: Neste caso, quando os capactiores estiverem alcançado o estado estacionário, por estarem em paralelo, possuiram a mesma ddp da bateria, ou seja, $V_1 = V_2 = 30$ V.
Resposta: a) 30 e 30

Questão 13. Um ciclista astuto que usa sua bicicleta AGG-24 viaja a uma velocidade constante de 20 km/h, exceto por uma parada de 20 minutos. A velocidade média do ciclista foi de 15 km/h. Qual a distância que o ciclista percorreu?

(a) 30 km

(b) 22,5 km

(c) 20 km

(d) 25 km

(e) 28 km

Solução:
Pela definição de velocidade média:

$$\bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

onde ΔS é a distância total percorrida e Δt é o tempo total perpassado. Perceba que, para a expressão de Δt, devemos levar em conta o tempo t_1 em que o ciclista se movimenta a velocidade constante de módulo $v_1 = 20$ km/h e também o tempo em que o ciclista descansa ($t_2 = 20$ min. $= 1/3$ h). Vamos deixar t_1 em função de ΔS fazendo:

$$v_1 = \frac{\Delta S}{t_1} = 20 \text{ km/h} \implies \mathrm{t_1} = \frac{\Delta \mathrm{S}}{20}$$

Assim, substituindo em $\bar{v}$:

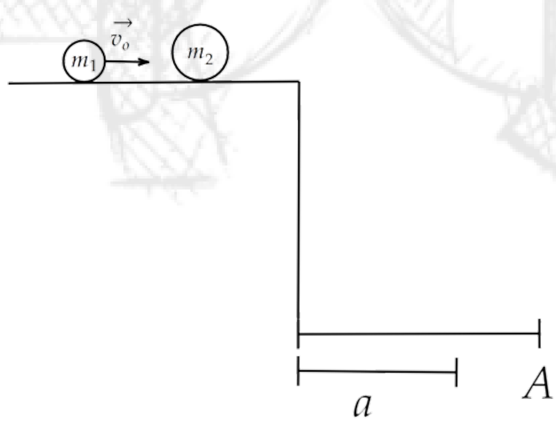
$$\bar{v} = 15 \text{ km/h} = \frac{\Delta \mathrm{S}}{\mathrm{t_1} + \mathrm{t_2}} = \frac{\Delta \mathrm{S}}{\frac{1}{3} + \frac{\Delta \mathrm{S}}{20}}$$

Resolvendo o sistema, encontramos enfim:

$$\boxed{\Delta S = 20 \text{ km}}$$

Resposta: c) 20 km

Questão 14. Uma bolinha de massa m_1 colide com outra de massa m_2. Sabendo que antes da colisão m_2 estava em repouso e m_1 com velocidade não nula, e além disso, que o coeficiente de restituição é 0,5, encontre a razão entre os alcances de $m_1(a)$ e $m_2(A)$. Existe gravidade. Suponha que $m_2 < 2m_1$.



(a) $\dfrac{2m_1 - m_2}{3m_1}$

(b) $\dfrac{3m_1 + m_2}{2m_1}$

(c) $\dfrac{2m_1 - m_2}{m_1 + 2m_2}$

(d) $\dfrac{2m_2 - m_1}{2m_1 + m_2}$

(e) $\dfrac{m_2 - m_1}{2m_2}$

Solução:
Como as bolas partem da mesma altura, o tempo até descerem é o mesmo. E sabemos que o alcance de um lançamento depende apenas da velocidade horizontal de lançamento e do tempo de lançamento. Logo:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{v_1 \Delta t}{v_2 \Delta t} = \frac{v_1}{v_2}$$

Basta, portanto, achar as velocidades das bolas após a colisão. Devemos conservar o momento e usar o coeficiente de restituição. Pela conservação do momento:

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

Pela definição de coeficiente de restituição: coeficiente de restituição = velocidade relativa de afastamento/velocidade relativa de aproximação. Logo:

$$\epsilon = \frac{v_2 - v_1}{v_0}$$

Resolvendo as equações algébricas, chegamos que:

$$v_0 = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - \epsilon m_2} v_1$$

Logo:

$$\epsilon v_0 = v_2 - v_1 = 0,5 \frac{m_1 + m_2}{m_1 - 0,5 m_2} v_1$$

Portanto:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{2m_1 - m_2}{3m_1}$$

Resposta: a) $\frac{2m_1 - m_2}{3m_1}$

Questão 15. O arco-íris é um fenômeno óptico e meteorológico que resulta da refração, reflexão interna e dispersão da luz nas gotas de chuva. Qual das seguintes descrições melhor explica o processo completo de formação do arco-íris?

(a) A luz solar é dispersa pelas gotas de chuva, separando-se em diferentes cores devido à refração, com cada cor refletindo internamente na superfície posterior da gota antes de sair da gota e atingir o observador.

(b) A luz solar reflete diretamente na superfície das gotas de chuva e é dispersa em várias cores devido à absorção seletiva das diferentes longitudes de onda.

(c) A luz solar é refratada ao entrar nas gotas de chuva, refletida internamente uma vez na superfície posterior da gota, e refratada novamente ao sair da gota, resultando na separação das cores.

(d) A luz solar é absorvida e reemitida pelas gotas de chuva, causando uma dispersão seletiva das diferentes cores do espectro visível.

(e) A luz solar é refletida várias vezes dentro das gotas de chuva, causando uma dispersão e interferência construtiva das diferentes cores do espectro visível.

Solução:
Pela definição de velocidade média:

$$\bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

onde ΔS é a distância total percorrida e Δt é o tempo total perpassado. Perceba que, para a expressão de Δt, devemos levar em conta o tempo t_1 em que o ciclista se movimenta a velocidade constante de módulo $v_1 = 20$ km/h e também o tempo em que o ciclista descansa ($t_2 = 20$ min. $= 1/3$ h). Vamos deixar t_1 em função de ΔS fazendo:

$$v_1 = \frac{\Delta S}{t_1} = 20 \text{ km/h} \implies \mathrm{t}_1 = \frac{\Delta \mathrm{S}}{20}$$

Assim, substituindo em $\bar{v}$:

$$\bar{v} = 15 \text{ km/h} = \frac{\Delta \mathrm{S}}{\mathrm{t}_1 + \mathrm{t}_2} = \frac{\Delta \mathrm{S}}{\frac{1}{3} + \frac{\Delta \mathrm{S}}{20}}$$

Resolvendo o sistema, encontramos enfim:

$$\boxed{\Delta S = 20 \text{ km}}$$

Resposta: c) 20 km

Questão 16. Uma partícula de massa $m = 8$ kg é presa a uma mola ideal, e movimenta-se ao longo do eixo x da maneira mostrada no gráfico abaixo. Econtre a energia armazenada na mola.

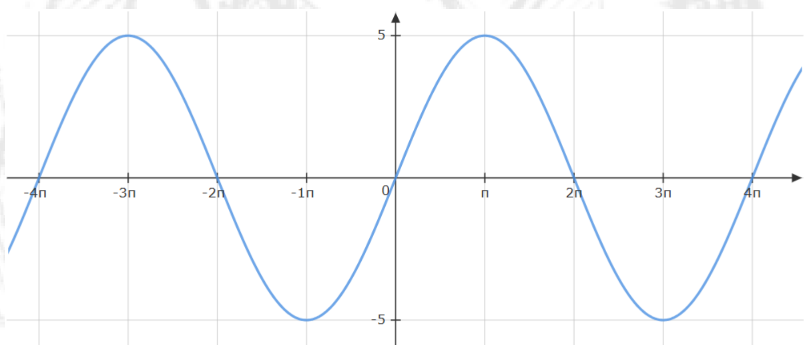


Figura 1: Gráfico de x(m) por t(s)

(a) 100 J

(b) 25 J

(c) 55 J

(d) 125 J

(e) 50 J

Solução:
A particula está realizando um MHS, logo possui velocidade angular constante. A energia de um MHS pode ser calculada pela energia da partícula em sua amplitude, quando a sua cinética é nula. Portanto:

$$E = E_{molaamplitude}$$

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

onde k é a constante elástica da mola e A é a amplitude, calculada pelo grafico como a altura de uma crista. Pela definição de velocidade angular, temos que:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Sabemos também que, pela outra definição da velocidade angular:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

onde T é o período do MHS, que pode ser calculado pelo gráfico como intervalo entre duas cristas. Logo:

$$4\pi^2\frac{m}{T^2} = k$$

A energia portanto é:

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

$$E = 2\pi^2A^2\frac{m}{T^2}$$

$$E = 25\text{J}$$

Resposta: (b) 25 J

Questão 17. Uchola quer estudar sobre seu conjunto de múons, que ganhou de seus pais em seu aniversário. Os múons são partículas subatômicas criadas pela interação de raios cósmicos vindos do espaço com a atmosfera terrestre. Por ser uma partícula instável, o múon decai rapidamente com um tempo de vida médio de aproximadamente $t = 2,2 \times 10^{-6}$s (tempo médio no referencial do múon). Considere que grande parte dos múons seja criada a uma altitude de 15km da superfície da Terra, com uma velocidade de aproximadamente $v = 0,9998 \times c$ em relação a ela (c é a velocidade da luz no vácuo). Considere $c = 3 \times 10^8$m/s e $(0,9998)^2 = 0,9996$. Ajude Uchola e assinale o que for correto.

01) As leis da mecânica que governam a dinâmica dos múons são idênticas em relação a qualquer referencial inercial.

02) Como a velocidade do múon é próxima à da luz, ocorre uma contração do espaço na direção do movimento.

04) A distância percorrida pelo múon, como medida em seu próprio referencial, é menor que 600m.

08) O tempo de vida do múon, para um observador localizado na Terra, é maior que 100×10^{-6}s.

16) A distância percorrida pelo múon, para um observador localizado na Terra, não é suficiente para que a partícula seja detectada na superfície terrestre.

(a) 10

(b) 11

(c) 9

(d) 28

(e) 7

Solução:
01) Verdadeiro
02) Falso, a contração ocorre com ou sem estar da próxima da velocidade da luz. Essa condição só intensifica a contração.
04) Falso, a distância percorrida pelo múon no seu referencial é $d_{prop} = vt_{\text{prop}} = 660$
08) Verdadeiro, o tempo para um observador na terra é $t_{terra} = \gamma t_{prop} = 110 \times 10^{-6}$ s, onde γ é o fator de lorentz dado por $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$.
16) Falso, a distância percorrida no referencial da Terra é dado por $d_{terra} = vt_{terra} = \gamma \times vt_{prop} = 33000$ m. $33km > 15km$, logo chega.

Resposta: c) 9

Questão 18. Refletindo sobre a falta de entendimento de seus alunos em relatividade, o professor Notreve decide fazê-los perguntas para ajudá-los a entender melhor a relatividade. Como aluno de Notreve, responda qual das seguintes afirmativas é a verdadadeira:

(a) O referencial com o maior tempo é o do tempo próprio.

(b) Um corpo tende a se esticar ao ficar mais rápido.

(c) O conceito de inércia, da física newtoniana, é completamente abandonado na relatividade restrita.

(d) A maior velocidade que a matéria pode atingir é a velocidade da luz.

(e) Fótons não possuem massa de repousou.

Solução:
(a) F, o tempo próprio é o menor intervalo de tempo entre todos os referenciais para dois eventos que ocorreram na mesma posição para o referencial próprio.
(b) F, um corpo tende a se comprimir para os seus observadores e assumir a condição de partícula.
(c) F, o conceito de inércia newtoniano não é descartado, e sim corrigido pela relatividade.
(d) F, a matéria não pode assumir a velocidade da luz.
(e) V, os fótons de fato não possuem massa de repouso e sempre se movem na velocidade da luz em relação a todos os referenciais.

Resposta: e)

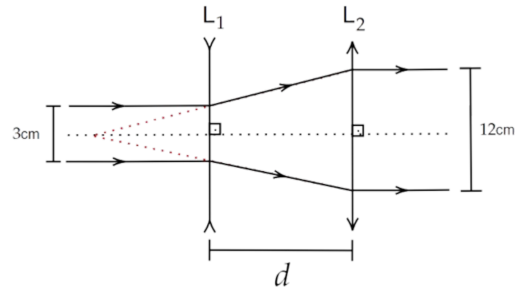
Questão 19. Uma associação de lentes é constituída pelas lentes esféricas L_1 e L_2, representadas na figura. Dois raios de luz incidem sobre L_1 paralelamente ao eixo principal das lentes a uma altura de $h = 1,5$cm e, após atravessá-las, voltam a se propagar paralelamente ao eixo principal das lentes com altura $h = 6$cm. Sabendo que a distância focal de L_2 é $f_2 = 8$cm, a distância d entre as lentes é

(a) 4cm

(b) 5cm

(c) 6cm

(d) 10cm



(e) 8cm

Solução:
Como os raios na lente 2 saem paralelos, o ponto objeto da lente 2 se encontra no foco, ou seja, os raios de luz partiram do foco.
Na imagem, vemos que os raios partem do encontro dos tracejado vermelhos. Logo, a distância do tracejado vermelho até a lente 2 é o foco da lente 2. Portanto, para descobrir a distância entre as lentes, basta descobrir a distância entre o encontro do tracejado vermelho e a lente 1, que chamaremos de d'. Usando que o ângulo entre o raio de luz e o eixo optico se mantém constante e, assim, a sua tangente:

$$tg\theta = tg\theta$$

$$\frac{1,5}{d'} = \frac{6}{8}$$

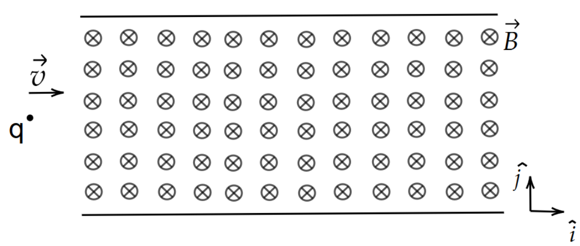
Logo:

$$d' = 2cm$$

Portanto, a distância entre as lentes é dada por $d = foco - d' = 8 - 2 = 6$ cm

Resposta: c) 6cm

Questão 20. Uma partícula de carga q entra com velocidade $\vec{v} = 200$m/s $\hat{\imath}$ no meio de duas placas uniformimente carregadas. Sabe-se que neste meio existe um campo magnético de módulo igual a 5 mT, sua direção é entrando no plano. Sabendo que a trajetória da partícula é retilínea por todo o trajeto, encontre o módulo do campo elétrico gerado pelas placas.



(a) 1 N/C

(b) 0,5 N/C

(c) 10 N/C

(d) 5 N/C

(e) 50 N/C

Solução:
Para que a trajetória da partícula seja retilínea, a força resultante nas direções perpendiculares à direção do movimento devem ser nulas. Logo:

$$\bar{F_j} = 0$$

As forças que atuam nessa direção são a elétrica, devido ao campo elétrico gerado pelas placas, e a magnética, gerada pelo campo magnético. Sabemos que a força magnética

$$\vec{F_{mag}} = q\vec{v}\vec{B}$$

onde B é o campo magnético atuante na partícula. Sabemos também que a força elétrica é dada por

$$\vec{F_{el}} = q\vec{E}$$

onde E é o campo elétrico atuante na partícula. Para que a força resultante seja nula, o módulo da força elétrica precisa ser igual ao módulo da força magnética e elas devem apontar para sentido opostos. Logo:

$$F_{el} = F_{mag}$$

$$qE = qvB$$

Portanto:

$$E = vB = 1N/C$$

Resposta: a) 1 N/C