

Comentário OBF 2º Fase, Nível 2

Autores: Gabriel Baptista e Mychel Segrini, Mychel Lopes, Gustavo Valente



Questão 1 (exclusiva para alunos do 1º ano). Uma criança veste uma blusa que, quando iluminada por luz branca, apresenta um padrão de listas nas cores amarela, branca, preta e azul, conforme figura ao lado. Se esta criança entrar em uma sala iluminada por uma luz monocromática azul, o padrão de cores das listas irá apresentar quantas cores diferentes?



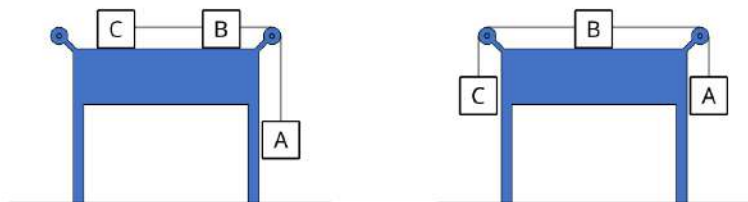
Solução:

Vamos entender como funciona o processo de enxergar cores em objetos:

Quando um raio de luz "branca" (aquela que contém todos os comprimentos de onda visíveis) incide em um material, ele "absorve" a maioria dos comprimentos de onda e o que enxergamos é justamente o comprimento de onda que ele não absorveu (refletiu).

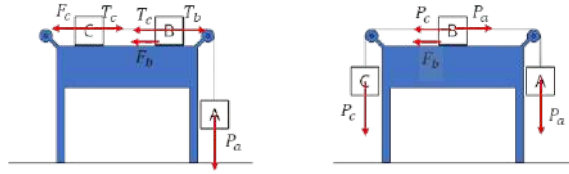
1. **Listras Amarelas:** Se formam após refletirem o comprimento de onda referente ao amarelo. Se jogarmos luz que só possui o comprimento de onda do azul, então não haverá luz refletida. **Se tornam listras pretas!**
2. **Listras Brancas:** Se formam após refletirem todos os comprimentos de onda do material (não absorvem nada). Ao jogarmos luz puramente azul, ela será completamente refletida. **Se tornam listras azuis!**
3. **Listras Pretas:** Se formam após absorverem todos os comprimentos de onda serem absorvidos, não refletindo nada. **Se mantém como listras pretas!**
4. **Listras Azuis:** Se formam após refletirem o comprimento de onda do azul. Ao jogarmos luz azul, ela será completamente refletida. **Se mantém como listras azuis.**

Questão 2 (exclusiva para alunos do 1º ano) Três blocos A, B e C, rugosos, de diferentes materiais, e massas respectivamente iguais a $3M$, $2M$ e $2M$ são colocados numa mesa com atrito em duas configurações diferentes dadas pelas figuras abaixo. Em ambas as configurações o sistema permanece em equilíbrio estático. Qual o valor do coeficiente de atrito estático entre o bloco C e a superfície da mesa? Considere que as polias e os fios tem massas desprezíveis.



Solução:

No diagrama de forças abaixo, as forças F_i representam forças de atrito, P_i são os pesos e T_i são trações quaisquer:



Na situação da direita, percebe o equilíbrio do bloco B:

$$\begin{aligned} P_c + F_b &= P_a \\ F_b &= g(3M - 2M) \\ F_b &= Mg = 2\mu_b Mg \\ \mu_b &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Na situação da esquerda, os equilíbrios do bloco B e do bloco C são notáveis:

$$\begin{aligned} T_c + F_b &= T_b = P_a \\ T_c &= F_c \\ \therefore 3Mg &= F_c + Mg \\ 2M\mu_c g &= 2Mg \\ \mu_c &= 1 \end{aligned}$$

Portanto, o padrão de cores apresentará **duas cores diferentes!**

Questão 3 (exclusiva para alunos do 1º ano) Dez cubos de açúcar de 15,0 mm de aresta à temperatura ambiente de 20,00°C são colocados numa garrafa térmica contendo 300 g de água a 90,0°C. A densidade e o calor específico do açúcar são, aproximadamente, iguais a 1,6 g/cm³ e 1,30 J/g°C. Desprezando as trocas de calor com o ambiente e a capacidade calorífica da garrafa térmica, determine a temperatura de equilíbrio da mistura.

Solução:

Primeiro vamos calcular a massa total de açúcar que foi adicionada à garrafa:

$$m_1 = 1,6 \cdot (1,5)^3 = 5,4 \text{ g} \therefore m_{10} = 54 \text{ g}$$

Como o sistema está isolado termicamente, então não há calor dissipado. Isso nos permite escrever que todo o calor cedido pela água foi absorvido pelo açúcar:

$$\begin{aligned} m_{10} c (T - 20) &= m_{\text{agua}} c_{\text{agua}} (90 - T) \\ 54 \cdot 1,3 \cdot (T - 20) &= 300 \cdot 4,2 \cdot (90 - T) \\ 70,2 (T - 20) &= 1260 (90 - T) \\ 1330,2 T &= 114.804 \therefore T \approx 86,31^\circ \text{C} = 359,5 \text{ K} \end{aligned}$$

Questão 4 (exclusiva para alunos do 1° ano) Na quinta feira, dia 06/07/2023 a Terra atingiu o afélio, ponto mais distante de sua órbita em torno do Sol.

Considere as três sentenças seguintes, numeradas por potências de 2 (1, 2 e 4), relacionadas ao afélio:

1. A variação da distância ao Sol é decorrência da órbita elíptica da Terra em torno do Sol.
2. No afélio há menor incidência de luz solar, por isso é usado para definir o início do inverno no hemisfério sul.
3. No afélio a Terra atinge sua menor velocidade de translação.

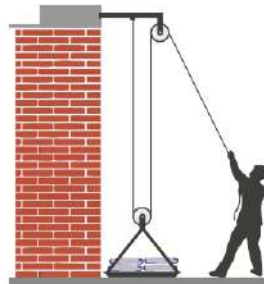
Solução:

Solução:

1. **Verdade.** De acordo com a primeira lei de Kepler, a órbita da Terra em torno do Sol é uma elipse com este em um de seus focos, o que resulta na variação de distância entre eles.
2. **Falso.** Não é a posição da Terra em relação ao sol que define o começo do inverno, mas sim a inclinação de seu próprio eixo.
4. **Verdade.** Pela conservação do momento angular, a quantia $m\vec{r} \times \vec{v}$ é constante. Logo, quando a distância r for máxima, a velocidade será mínima.

Portanto, a **soma das alternativas verdadeiras será de $1 + 4 = 5$!**

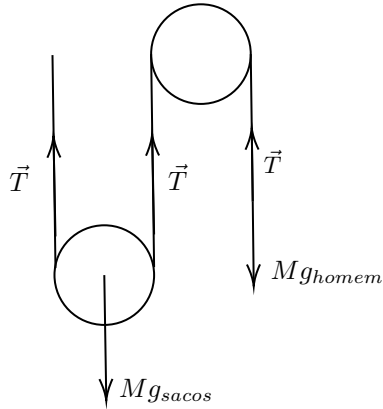
Questão 5 Um ajudante de pedreiro utiliza um sistema de roldanas para elevar sacos de argamassa de 20,0 kg cada, conforme mostra a figura ao lado. Note que a roldana superior é fixa e a inferior é móvel. Considere que o ajudante tem uma massa de 85 kg e o equipamento (plataforma de apoio da carga, roldanas, cordas) tem massa desprezível. Determine:



- (a) O número máximo de sacos de argamassa que ele consegue levantar.
- (b) A intensidade da força, em N, que o ajudante aplica no solo quando está elevando o número máximo de sacos com velocidade constante.

Solução:

Primeiramente, podemos perceber que a situação máxima ocorre quando a tração exercida na corda é igual ao peso do homem, e que nessa situação o homem está perpendicular à polia:



$$2T = P_{saco} \rightarrow T = \frac{P_{saco}}{2}$$

Mas na situação limite:

$$T = P_{homem}$$

(a) Da situação limite, podemos escrever:

$$P_{homem} = 85 \cdot 10 = 850N$$

Como o sistema possui uma polia móvel, temos que considerar o vínculo geométrico do sistema. A tração exercida na polia móvel terá o dobro da força exercida na polia anterior. Considerando esse vínculo na tração em que os sacos estarão, e do enunciado, sabendo que um saco pesa 200kg, podemos escrever que:

$$2 \cdot 850 = n \cdot 200$$

$$n = 8.5$$

Ou seja, o número máximo de sacos inteiros que ele consegue levantar é **8**

(b) Na situação limite, o homem estará puxando o equivalente ao caso máximo que são 8 sacos inteiros, que têm uma massa de 80kg. O homem estará puxando 800N, porém seu peso é de 850N, resultando numa força de reação de **50N** perpendicular ao solo.

Questão 6 Em um espelho plano, as distâncias da imagem ao espelho e do objeto ao espelho são iguais. Em uma estrada um motorista que se movimenta com uma velocidade de 60,0 km/h, medida em relação à estrada, observa através do espelho retrovisor interno, que é plano, um caminhão que se movimenta no mesmo sentido com uma velocidade de 45,0 km/h, também medida em relação à estrada. Determine as velocidades, em km/h,

- (a) da imagem do caminhão em relação ao motorista.
- (b) da imagem do caminhão em relação ao caminhão.

Solução:

- (a) Uma vez que a distância da imagem ao espelho e do objeto ao espelho são iguais, elas tem que variar igualmente. Isso implica que o módulo das velocidades da imagem e do espelho em relação ao motorista são iguais. Então, basta encontrar a velocidade do caminhão para o motorista. Para isso, basta usar o conceito de velocidade relativa, "subtraindo" a velocidade

do motorista de todos os objetos do referencial da Terra. Daí, basta subtrair a velocidade do motorista da velocidade do caminhão:

$$v_{c,m} = v_c - v_m$$

$$v_{c,m} = 45 - 60$$

$$v_{c,m} = -15 \text{ km/h}$$

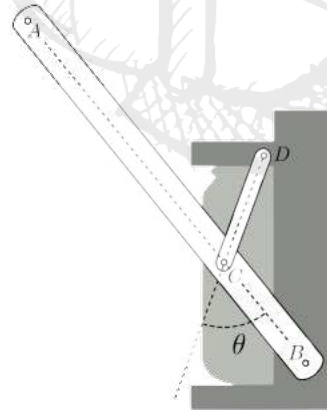
A imagem está indo para o outro lado:

$$v_{i,m} = 15 \text{ km/h}$$

- (b) Uma vez que a distância da imagem ao espelho e do objeto ao espelho são iguais, a distância entre a imagem e o objeto é o dobro da distância de quaisquer um deles até o espelho. Por isso, a imagem e o caminhão se afastam com o dobro da velocidade do item a, uma vez que a velocidade é a variação da distância.

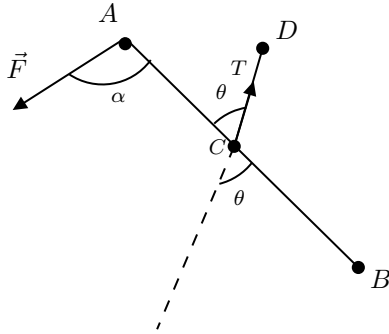
$$v_{i,c} = 30 \text{ km/h}$$

Questão 7 A figura abaixo à esquerda mostra um amassador de latas de refrigerante. O dispositivo pode ser fixado, por exemplo, na parede. Desta forma é possível amassar a lata sem muito esforço simplesmente puxando a alavanca para baixo. A figura abaixo à direita é uma representação esquemática do amassador visto de lado. Nessa figura, os pontos B, C e D são pinos pelos quais as peças se articulam, a distância de A a B é 55,0 cm, de B a C é 15,0 cm e o ângulo $\theta = 60^\circ$. O dispositivo, de massa desprezível, é projetado de forma que a haste CD é submetida apenas a esforços ao longo de seu comprimento. Estime a maior força exercida no pino D, em N, quando uma pessoa aplica uma força de 100N no ponto A da barra AB.



Solução:

Podemos escrever o seguinte diagrama:



Temos que:

$$\sum \tau = \tau_{res}$$

Que é o torque em relação a B Podemos então escrever que:

$$F \sin \alpha \overline{AB} - T \sin \theta \overline{BC} = \tau_r$$

$$T = \frac{F \sin \alpha \cdot \overline{AB} - \tau_r}{\sin \theta \cdot \overline{BC}}$$

Sabemos que T é o módulo da força no ponto D. Para que ela seja máxima, precisamos da condição do torque resultante igual a 0. Para achar a condição de máximo, percebemos que o ângulo α deve ser 90, para que seu seno seja igual a 1.

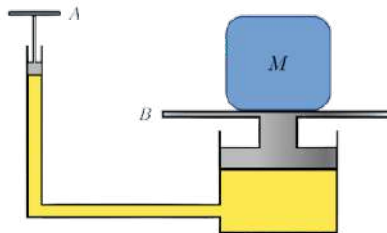
Com isso, temos que:

$$T = \frac{F \cdot \overline{AB}}{\overline{BC} \cdot \sin \theta} = \frac{100 \cdot 55}{15 \cdot 0.85}$$

Logo, chegamos que:

$$T \approx 431.4N$$

Questão 8. Em uma oficina utiliza-se um dispositivo hidráulico para elevar algumas peças. O dispositivo é formado por dois pistões que estão acoplados a cilindros que se comunicam e estão preenchidos com óleo, conforme ilustrado na figura, fora de escala. Os cilindros acoplados aos pistões A e B têm, respectivamente, raios $r_a = 10,0cm$, e $r_b = 60,0cm$.



Sem a presença do bloco de massa M na plataforma B, o sistema está em equilíbrio. É necessário aplicar uma força vertical $F=200N$ no pistão A para elevar o bloco apoiado na plataforma B com velocidade constante. Determine:

- (a) A massa M, em kg, do bloco.



- (b) A variação da energia potencial do bloco, em J, quando o pistão A desce 0,50cm

Solução:

Solução:

- (a) Podemos escrever a equação da continuidade do sistema, dizendo que a razão entre as forças e as áreas dos tubos cilíndricos é constante:

$$\frac{P_b}{A_b} = \frac{F}{A_a}$$

Sendo P_b o peso do bloco.

Substituindo os valores dados:

$$\frac{M \cdot 10}{\pi r_b^2} = \frac{F}{\pi r_a^2}$$

$$\frac{M \cdot 10}{0.6^2} = \frac{200}{0.1^2}$$

Realizando as operações e isolando o valor de M, encontramos que:

$$M = 720\text{kg}$$

- (b) A variação do potencial no bloco, será devido à mudança de altura, logo, por conservação do volume podemos achar a altura que o bloco subiu:

$$h_a A_a = h_b A_b$$

substituindo pelos valores fornecidos, encontraremos que:

$$h_b = \frac{5}{36} 10^{-3}$$

então a variação de energia potencial será:

$$\Delta U = Mgh_b = 720 \cdot 10 \cdot \frac{5}{36} 10^{-3} = 1J$$

$$\Delta U = 1J$$

Questão 9 André é um atleta que vai disputar uma meia-maratona. Em um de seus treinos ele percorreu uma distância de 4,8 km com uma velocidade constante de 18,0km/h, com passadas de 1,20m. Um dos parâmetros importantes do treinamento é a cadência das passadas, que no seu relógio de treinamento é dado pelo número de passos por minuto. A cadência também pode ser vista como sendo a frequência das passadas.

- (a) Qual a cadência do treinamento de André conforme medida em seu relógio?
(b) Qual a cadência do treinamento de André em Hz?

Solução:

Solução:

- (a) O tempo total, em minutos, que André levará para completar seu percurso será de $t = \frac{4,8}{18} \cdot$

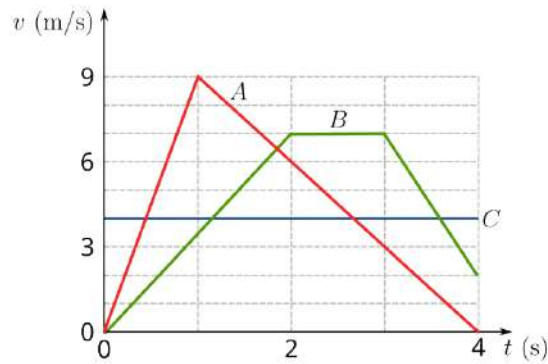
$60 = 16 \text{ min}$, enquanto que a quantidade total de passadas dadas foi de $p = \frac{4,8}{1,2} \cdot 10^3 = 4000$.
Portanto, a cadência de treinamento medida foi de:

$$C = \frac{p}{t} = 250 \text{ min}^{-1}$$

(b) Sendo a unidade de Hz da forma $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$, então só precisamos dividir o resultado anterior por 60.

$$C_{\text{Hz}} = \frac{250}{60} \approx 4,17 \text{ Hz}$$

Questão 10. O movimento de três partículas A, B e C em movimento retilíneo é monitorado em um laboratório didático. Os gráficos de suas velocidades em função do tempo são mostrados na figura abaixo.



Considerando o intervalo de tempo entre 0 e 4s, determine:

- A distância percorrida, em m, da partícula que realizou o maior deslocamento.
- O menor valor da aceleração instantânea, em m/s^2 , experimentado por qualquer uma das partículas.

Solução:

- A distância percorrida por qualquer uma das partículas é numericamente igual a área abaixo do gráfico da velocidade de cada uma delas. Basta calculá-las:

- Para a partícula a, a área abaixo do gráfico é um triângulo:

$$\Delta S_a = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2} = \frac{4 \cdot 9}{2} = 18 \text{ m}$$

- Para a partícula b, a área abaixo do gráfico é um triângulo de $x = 0 \text{ m}$ até $x = 2 \text{ m}$, um

retângulo de $x = 2\text{m}$ até $x = 3\text{m}$ e um trapézio de $x = 3\text{m}$ até $x = 4\text{m}$:

$$\Delta S_b = \frac{7 \cdot 2}{2} + 1 \cdot 7 + \frac{(7 + 2) \cdot 1}{2}$$

$$\Delta S_b = 7 + 7 + 4,5$$

$$\Delta S_b = 18,5\text{m}$$

iii) Para a partícula c, a área abaixo do gráfico é apenas um retângulo:

$$\Delta S_c = 4 \cdot 4 = 16\text{m}$$

Conclui-se então, que a partícula que mais andou foi a partícula b.

$$\Delta S_b = 18,5\text{m}$$

b) Aceleração é a variação da velocidade. Em qualquer uma das retas, podemos escrever $v = at + v_0$, em que a aceleração é o coeficiente angular. Dessa forma, basta procurarmos a reta que tem o menor coeficiente angular, que, pelo gráfico, é claramente a última reta do gráfico da velocidade de b. Daí, basta calcular sua inclinação:

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

$$a = \frac{7 - 2}{3 - 4}$$

$$a = -5 \text{ m/s}$$

Questão 11. Durante um jogo de Futebol Americano um jogador cuja massa é $90,0 \text{ kg}$ salta em direção a um jogador adversário, inicialmente em repouso, atingindo-o com uma velocidade de $7,20 \text{ m/s}$. Eles se seguram e passam a se mover com uma velocidade de $3,00 \text{ m/s}$. As velocidades antes e depois da colisão possuem mesma direção e sentido. Despreze as perdas com as interações com o gramado.

- Qual a massa, em kg, do jogador adversário?
- Qual a perda de energia mecânica na colisão, em J?

Solução:

a) Denotando $m_1 = 90 \text{ Kg}$, $v_1 = 7,2 \text{ m/s}$ e $v_2 = 3 \text{ m/2}$:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$$

$$m_2 = m_1 \left(\frac{v_1}{v_2} - 1 \right)$$

$$m_2 = 90 \left(\frac{7,2}{3} - 1 \right)$$

$$m_2 = 126 \text{ Kg}$$



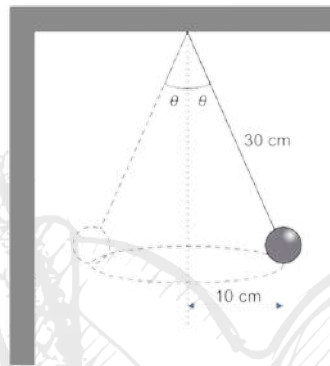
b) Basta fazer $\Delta E = E_{final} - E_{inicial}$

$$\Delta E = \frac{(m_1 + m_2)v_2^2}{2} - \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

$$\Delta E = \frac{216 \cdot 9}{2} - \frac{90 \cdot 51,84}{2}$$

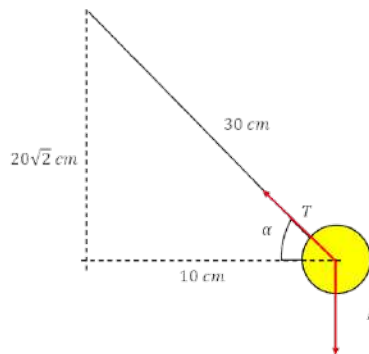
$\Delta E = -1360,8 \text{ J}$

Questão 12. Um esfera de 500 g de massa está presa a um fio inextensível de 30,0 cm de comprimento. Ela é posta para girar com velocidade angular constante de 15,0 rad/s em uma trajetória circular horizontal de raio 10,0 cm, conforme ilustrada na figura ao lado. Nessas condições, qual o valor da tensão do fio, em N?



Solução:

Podemos converter os valores dados $m = 0,5 \text{ Kg}$ e $R = \frac{1}{10} \text{ m}$. Essa questão provavelmente será anulada, pois admite dois resultados dependendo do modo com que a resolvamos. Veja o diagrama de forças:



Você pode achar o $20\sqrt{2} \text{ cm}$ apenas com Pitágoras. A partir daí:

- i) Olhando para as forças na vertical, a componente vertical da tração deve equilibrar o peso:

$$T \sin \alpha = mg$$

$$T \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = mg$$

$$T = \frac{3\sqrt{2}mg}{4} = \frac{3 \cdot 1,4 \cdot 0,5 \cdot 10}{4}$$

$$T = 5,25\text{N}$$

- ii) Na horizontal, a componente horizontal da tração deve agir como força centrípeta no MCU:

$$T \cos \alpha = m\omega^2 R$$

$$T \cdot \frac{1}{3} = \frac{0,5 \cdot 15^2}{10}$$

$$T = 33,75\text{N}$$

