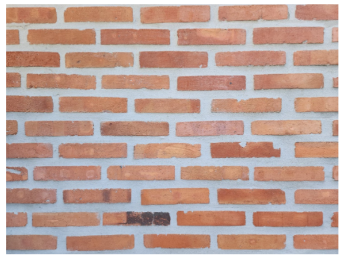
Comentário OBF - Fase 2 Nível JR

Autores: Arthur Gurjão, Arthur Uchoa, João Victor Evers, Inácio Sampaio, Gisela Ceresér, Patrick Silva e Felipe Brandão

Questão 1. Uma pessoa planeja construir uma parede de tijolos maciços para fechar completamente um vão de $4,40\ m$ de largura por $3,50\ m$ de altura. Os tijolos têm dimensões de $20,0\ cm \times 10,0\ cm \times 5,00\ cm$. A parede deve ter espessura de $10,0\ cm$ de forma que os tijolos devem ser assentados com o lado maior na direção do comprimento da parede e o menor na direção da altura. Os tijolos devem ser assentados usando uma argamassa de densidade $1900\ kg/m^3$ que os deixam separados por uma distância d. Considere que a argamassa preenche completamente o espaço entre os tijolos.



(a) Caso d seja desprezível, quantos tijolos, aproximadamente, são utilizados na parede?

(b) Caso $d = 2,00\ cm$, quantos tijolos são utilizados, aproximadamente, na parede?

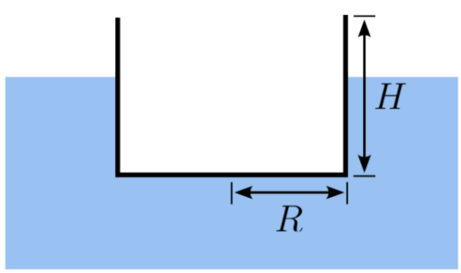
(c) Caso $d = 2,00\ cm$, qual a massa da argamassa aproximadamente, em kg, é utilizada na parede?

Questão 2. Alberto e Bruno moram em cidades que estão ligadas por uma estrada de 300 km de extensão. Certo dia, Alberto decide fazer uma visita surpresa a Bruno e inicia sua viagem às 8h00min da manhã. Coincidentemente, Bruno tem a mesma ideia, e parte em direção à cidade de Alberto às 8h27min da manhã. Sabendo que Alberto e Bruno dirigem durante este percurso seus automóveis com velocidades escalares médias de 60 km/h e 80 km/h, respectivamente, determine:

(a) O intervalo de tempo, em minutos, contados do início de sua viagem, em que o carro de Alberto cruza o carro de Bruno.

(b) A distância, em km, percorrida pelo carro de Bruno até o ponto onde se cruzaram.

Questão 3. Considere um recipiente cilíndrico de raio R = 4,00 cm e altura H = 6,00 cm, de paredes finas e massa m = 160 g. Quando completamente vazio ele flutua em uma vasilha com água, conforme a figura ao lado. Qual a máxima massa de água, em g, pode ser adicionada ao recipiente de modo que ele continue flutuando?

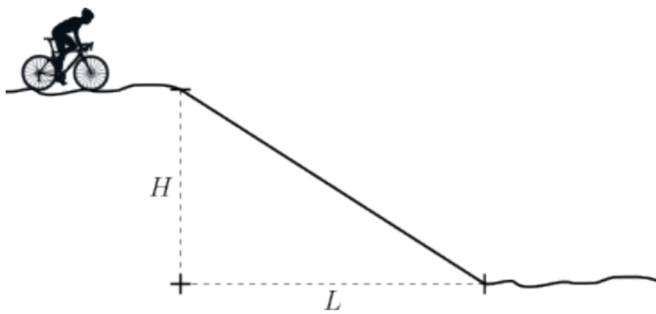


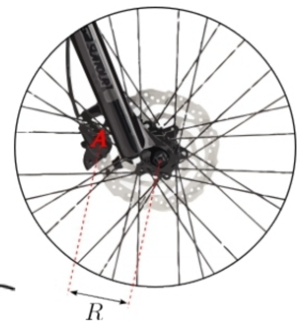
Questão 4. As unidades de medida são escolhidas de acordo com o experimento ou observação que são feitos. Por exemplo, ao acompanhar o movimento de uma lesma ao longo de uma parede pode ser conveniente adotar como unidade de comprimento o centímetro (cm) e de tempo o minuto (min), de forma que a rapidez média da lesma seria dada em cm/min. Em nossa experiência cotidiana com meios de transporte terrestre estamos bastante acostumados a medir velocidade em quilômetros por hora (km/h). Nos Estados Unidos, entre outros países, são usadas polegadas e milhas para medir pequenas e grandes distâncias. Quando se deseja comparar medidas dadas em diferentes unidades é necessário fazer a devida conversão. Dados: 1 polegada = 2,54 cm e 1 milha = 1600 m (aproximadamente).

(a) Qual o fator de conversão de cm/min para km/h (qual o valor de 1 cm/min em km/h)?

(b) Qual o fator de conversão de pol/min (polegada por minuto) para mph (milha por hora)?

Questão 5. Fazendo uma trilha com sua bicicleta, um ciclista desce uma rampa com uma velocidade constante de 6,0 m/s. A figura abaixo à esquerda, na qual H = 9,00 m e L = 12,0 m, mostra a rampa e a figura abaixo à direita mostra o sistema de freios a disco instalados nas duas rodas da bicicleta. Ao acionar o freio com a roda em movimento a peça A aplica uma força dissipativa, ou seja, transforma energia mecânica em energia térmica. Nesta bicicleta os discos são feitos de aço (calor específico de 0,100 cal/g∘C) e cada um tem uma massa de 150 g. Desconsiderando as demais forças dissipativas (resistência do ar, etc), responda as questões a seguir. A massa do conjunto ciclista-bicicleta é 80 kg.





(a) Quanta energia mecânica é dissipada nos freios, em J?

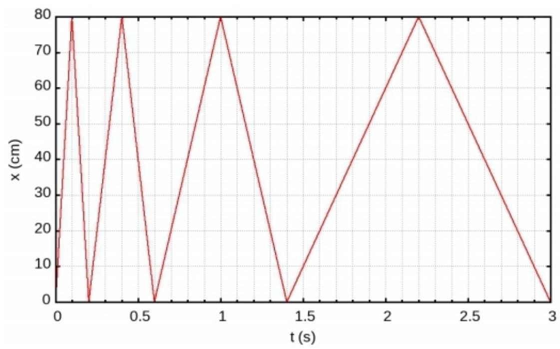
(b) Considere que 60% da energia mecânica dissipada seja convertida em calor transferido aos discos (os 40% restantes são transferidos para o ambiente, pelo vento, radiação, etc). Qual a variação da temperatura dos discos em °C?

Questão 7. Alberto e Bruno moram em cidades que estão ligadas por uma estrada de 300 km de extensão. Certo dia, Alberto decide fazer uma visita surpresa a Bruno e inicia sua viagem às 8h00min da manhã. Coincidentemente, Bruno tem a mesma ideia, e parte em direção à cidade de Alberto às 8h27min da manhã. Sabendo que Alberto e Bruno dirigem durante este percurso seus automóveis com velocidades escalares médias de 60 km/h e 80 km/h, respectivamente, determine:

(a) O intervalo de tempo, em minutos, contados do início de sua viagem, em que o carro de Alberto cruza o carro de Bruno.

(b) A distância, em km, percorrida pelo carro de Bruno até o ponto onde se cruzaram.

Questão 8. Em um laboratório de física há uma mesa horizontal com pequenos furos pelos quais saem jatos de ar (parecida com a usada no jogo hoquei de mesa). Desta forma um disco plástico pode deslizar sobre ela com força de atrito desprezível. A mesa tem uma beirada elevada em relação ao plano de movimento para impedir que o disco caia. Um estudante lança um disco com velocidade perpendicular a um lado da mesa, de forma que o disco realiza um movimento de bate e volta unidimensional, pois a velocidade inverte seu sentido quando colide com uma beirada da mesa. Ele realiza medidas de posição do centro do disco em função do tempo que são apresentadas no gráfico. As beiradas da mesa são de borracha e, em geral,restituem quase toda a energia ao disco em uma colisão. No entanto, o estudante recobriu uma beirada da mesa com uma fita levemente amortecedora.



(a) Qual a distância d, em cm, percorrida pelo disco durante o intervalo de 0 a 3 s mostrado no gráfico?

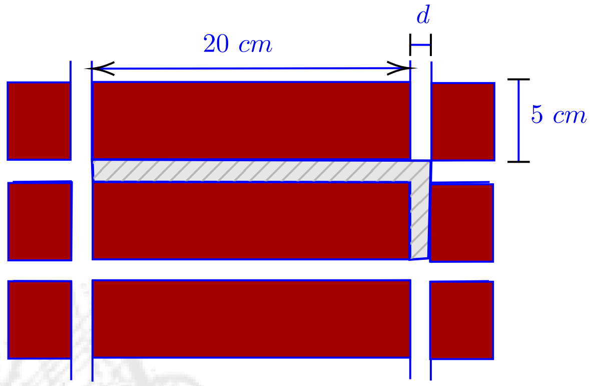
(b) Determine o coeficiente de restituição da colisão com a beirada da mesa coberta com fita. Ele é definid por $e = \frac{v_f}{v_i}$ onde v_i e v_f são, respectivamente, as velocidades escalares imediatamente antes e depois da colisão com essa beirada.

Questão 1, item a)
Para isso devemos ver quantos tijolos cabem na área total da parede. Veja:

$$N \times 0,2 \text{ m} \times 0,05 \text{ cm} = 4,40 \text{ m} \times 3,50 \text{ m} \quad (1)$$

$$\boxed{N = 1540} \quad (2)$$

Questão 1, item b)
Vamos considerar agora o conjunto tijolo+bordas, sendo cada elemento composto do tijolo, a borda da parte de cima e a borda da parte de baixo.



A figura representa o que seria o borda de cima+borda da direita, que é adicionado ao tijolo. Um elemento possui 22,0 cm de largura e 7,00 cm de altura. Dessa forma A quantidade de linhas e colunas desses elementos é:

$$linhas = \frac{3,50 \text{ m}}{0,07 \text{ m}} = 50 \text{ } e \text{ } colunas = \frac{4,40 \text{ m}}{0,22 \text{ m}} = 20 \quad (3)$$

Dessa maneira, o número total de tijolos é:

$$N = linhas \times colunas \implies \boxed{N = 1000} \quad (4)$$

Questão 1, item c)
Podemos encontrar a porcentagem de área que as bordas representam. A área total do elemento é 22×7 cm^2, enquanto a área ocupada pelo tijolo é 20×5 cm^2. A partir disso, encontramos o quanto da área total é preenchida por tijolos:

$$tijolos = \frac{20 \times 5}{22 \times 7} \approx 65\% \implies bordas \approx 35\% \quad (5)$$

Encontramos a porcentagem de borda fazendo $100\% - tijolos$, visto que a parede é composta apenas por eles. Com isso, a área ocupada pelas bordas é:

$$A = A_{tot} \times 35\% \implies A = 4,4 \times 3,5 \times 0,35 \text{ m}^2 = 5,39 \text{ m}^2 \quad (6)$$

E para o volume total devemos apenas multiplicar a área da base pela espessura (10 cm). A massa é encontrada a partir de $m = \rho V$, onde ρ é a densidade.

$$m = 1900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 5,39 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} \quad (7)$$

$$\boxed{m \approx 1024,1 \text{ kg}} \quad (8)$$

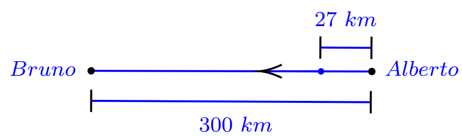
Resposta: a) 1540 **b)** 1000 **c)** 1024,1 kg.

Qustão 2, item a)
O tempo em horas desde a saída de Alberto até a saída de Bruno é:

$$\Delta t = \frac{27}{60}\ h = 0,45\ h \tag{9}$$

Então o espaço que ele percorreu é:

$$\Delta S = 60\ \text{km/h} \times 0,45\ h = 27\ km \tag{10}$$



A partir daí, eles começam a se aproximar com velocidade relativa $v = 80\ \text{km/h} + 60\ \text{km/h} = 140\ \text{km/h}$. Portanto o tempo até o encontro é:

$$\Delta t' = \frac{300 - 27}{140}\frac{\text{km}}{\text{km/h}} = 1,95\ h \tag{11}$$

Portanto, podemos encontrar para o tempo total em minutos:

$$t = 60\frac{min}{h} \times (1,95 + 0,45)\ h \implies \boxed{t = 144\ min} \tag{12}$$

Qustão 2, item b)
Como calculamos no item **a)** temos o tempo entre a partida de bruno e o encontro (1,95 h). Dessa forma, calculamos:

$$\Delta S = 80\ \text{km/h} \times 1,95\ h \implies \boxed{\Delta S = 156\text{km}} \tag{13}$$

Resposta: a) 144 minutos; **b)** 156 km.

Questão 3)
Para este item, há uma analogia com o empuxo, onde a massa total do recipiente+água seria um equivalente de massa de água que preenche o recipiente, uma porção de água de mesma massa estaria em equilíbrio. Daí:

$$M + m_{H2O} = \rho(\pi R^2)H \implies m_{H2O} = \rho\pi R^2 H - M$$

Logo, $\boxed{m_{H2O} = (160 - 48)\ \text{g} = 128\text{g}}$

Resposta: 128 g

Questão 4, item a)
A partir do fato de que 1m = 100cm e que 1km = 1000m, chegamos que:

$$1\text{cm} = \frac{1}{10^5}\text{km}$$

Temos também que 60min = 1h, logo:

$$1\text{min} = \frac{1}{60}\text{h}$$

Portanto, o fator de conversão, ou 1cm/min em km/h é:

$$\frac{1\text{cm}}{1\text{min}} = \frac{10^{-5}\text{km}}{\frac{1}{60}\text{h}} = \boxed{\frac{6\text{km}}{10^4\text{h}}}$$

Questão 4, item b)
A partir do fato de que 1pol = 2,54cm e que 1 mil = 1600m, chegamos que:

$$1\text{pol} = \frac{2,54\text{cm}}{1,6\cdot 10^5\text{cm}}\text{mil} = \frac{1,5875}{10^5}$$

Temos também que 60min = 1h, logo:

$$1\text{min} = \frac{1}{60}\text{h}$$

Portanto, o fator de conversão, ou 1pol/min em mph é:

$$\frac{1\text{pol}}{1\text{min}} = \frac{\frac{1,5875}{10^5}\text{mil}}{\frac{1}{60}\text{h}} = \boxed{\frac{95,25}{10^5}\text{mph}}$$

Resposta: a) 6×10^{-4}, b) $95,25 \times 10^{-5}$

Questão 5, item a)
Para calcularmos a energia dissipada, basta equacionar a variação de energia mecânica durante o trecho percorrido na rampa, visto que esta variação corresponde ao trabalho realizado pela forção dissipativa nos freios.

$$\Delta E = E_f - Ei \Rightarrow \Delta E = \frac{1}{2}Mv^2 - (\frac{1}{2}Mv^2 + MgH)$$
$$\Rightarrow \Delta E = MgH = 80 \times 10 \times 9 = \boxed{7200\text{J}}$$

Questão 5, item b)
Como o calor transferido aos discos corresponde a 60% da energia dissipada, temos que:

$$Q = 60\%\Delta E \Rightarrow Q = 60\% \times 7200 = 4320\ J = 1028,57\ cal$$

Assim, podemos descobrir a variação de temperatura:

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{mc} \Rightarrow \Delta T = \frac{1028,57}{300 \times 0,1}$$
$$\boxed{\Delta T = 34,28°C}$$

Resposta: a) 7200 J, b) 34,28°C

Questão 7, item a)

Sabemos que o raio mede metade do diâmetro, de modo que $r = \frac{D}{2}$. Do mesmo modo, sabemos que $1mm = 10^{-3}m$. Em posse desses dados, podemos calcular o μ da seguinte forma:

$$m = \mu.L = \rho L(\pi R^2) \Longrightarrow \mu = \rho\pi R^2$$

Fazendo as substituições numéricas, temos que $\boxed{\mu = 9,6.10^{-4}\text{kg/m}}$

Questão 7, item b)
A partir da equação dada no problema, podemos relacionar a velocidade e o μ com a tração da seguinte forma:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \Longrightarrow T = v^2\mu$$

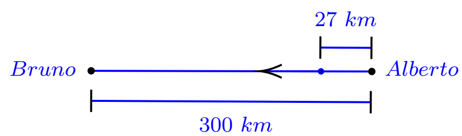
Colocando os valores numéricos, chegamos que $\boxed{T = 153,6\text{N}}$
Resposta: a) $9,6 \cdot 10^{-4}$ kg/m **b)** $153,6$ N

Qustão 8, item a)
O tempo em horas desde a saída de Alberto até a saída de Bruno é:

$$\Delta t = \frac{27}{60}\ h = 0,45\ h \tag{14}$$

Então o espaço que ele percorreu é:

$$\Delta S = 60\ \text{km/h} \times 0,45\ h = 27\ km \tag{15}$$



A partir daí, eles começam a se aproximar com velocidade relativa $v = 80\ \text{km/h} + 60\ \text{km/h} = 140\ \text{km/h}$. Portanto o tempo até o encontro é:

$$\Delta t' = \frac{300 - 27}{140}\frac{\text{km}}{\text{km/h}} = 1,95\ h \tag{16}$$

Portanto, podemos encontrar para o tempo total em minutos:

$$t = 60\frac{min}{h} \times (1,95 + 0,45)\ h \implies \boxed{t = 144\ min} \tag{17}$$

Qustão 8, item b)
Como calculamos no item **a)** temos o tempo entre a partida de bruno e o encontro (1,95 h). Dessa forma, calculamos:

$$\Delta S = 80\ \text{km/h} \times 1,95\ h \implies \boxed{\Delta S = 156\text{km}} \tag{18}$$

Resposta: a) 144 minutos; **b)** 156 km.

Questão 8, item a)
Para descobrir a densidade linear a partir da densidade volumétrica, consideramos a corda como um cilindro de raio $r = \frac{d}{2} = 0,2 \cdot 10^{-3}$ m e de dado comprimento x. Sendo assim, a densidade volumétrica fica:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\pi r^2 x} = \frac{\mu}{\pi r^2} \implies \mu = \pi r^2 \rho$$

Que, fazendo as contas, resulta em:

$$\mu = 9,6 \cdot 10^{-4}\ \text{kg/m} \implies \boxed{\mu = 0,96\ \text{g/m}}$$

Questão 8, item b)
A tensão na corda pode ser facilmente calculada, pois, como o sistema está em equilíbrio estático, $T = mg = 60$ N. Agora, utilizando a equação de Taylor:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = 250\ \text{m/s}$$

Para ondas com extremidades fixas, a menor frequência ocorre no 1º harmônico de oscilação, que implica em $\lambda = 2L$. Finalmente, como $v = \lambda f$, temos:

$$\boxed{f = \frac{v}{2L} = 138,89\ \text{Hz}}$$

Resposta: a) $0,96$ g/m; b) $138,89$ Hz