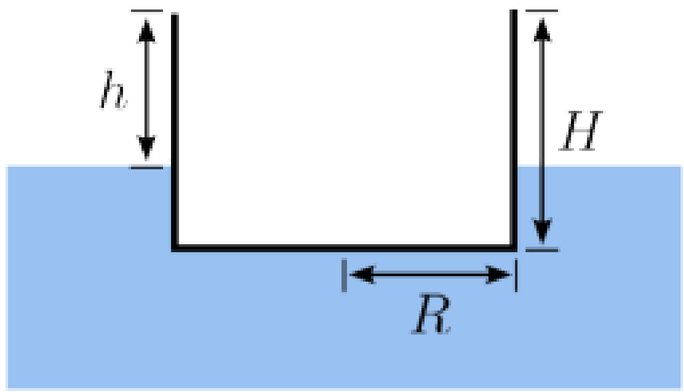
Comentário OBF - Fase 2 Nível 1

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

Questão 1. 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 com a borda do recipiente a uma altura h acima do nível de água, conforme mostra a figura ao lado.



(a) Qual a altura h, em cm?

(b) Qual a máxima massa de água, em g, pode ser adicionada ao recipiente de modo que ele continue flutuando?

Questão 2. Ana e Beatriz são estudantes de física e estão no alto de uma ponte de 30 metros de altura. Ana abandona uma pedra e 0,50 s depois Beatriz lança outra verticalmente para baixo. As pedras atingem a água do rio abaixo simultaneamente. Desconsidere a resistência do ar.

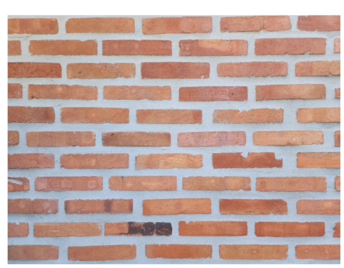
(a) Em que instante, em s, em relação ao momento em que foi solta, a primeira pedra atinge a água?

(b) Qual a velocidade de lançamento, em m/s, da segunda pedra?

Questão 3. Um parque de diversões no sul do Brasil descreve assim uma de suas principais atrações: "*Com 100 metros, a Big Tower é uma das maiores torres radicais do mundo! Sua altura é equivalente a um prédio de 30 andares. Na queda o elevador chega a uma velocidade de 120 km/h. Para os corajosos amantes da adrenalina é um desafio e tanto.*" referência: `https://www.betocarrero.com.br/atracoes/big-tower`, consultado em 18/06/2024, adaptado.

Considerando que o movimento do elevador é uniformemente acelerado durante os primeiros 20 andares de queda e que ele atinge a velocidade máxima nesse intervalo, qual é o valor da aceleração da queda, em m/s^2?

Questão 4. 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 5. A velocidade V de propagação de uma onda em uma corda vibrante é dada por:

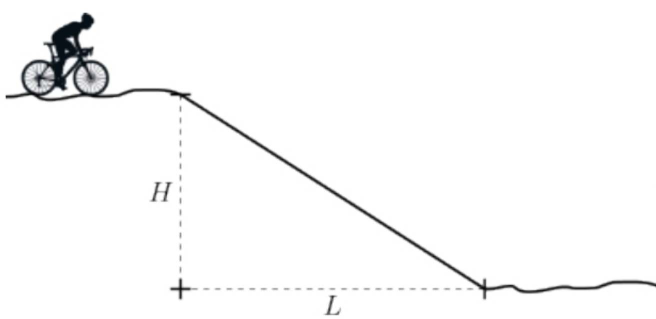
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

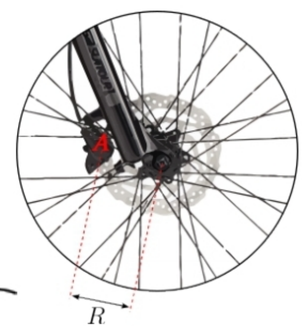
onde T é a tensão na corda e µ é a densidade linear de massa da corda, ou seja, a massa por unidade de comprimento da corda. Considere uma corda de violão de aço de comprimento de 650 mm e diâmetro de 0,40 mm na qual V = 400 m/s. Sabendo que a densidade do aço é 8 000 kg/m3 , determine:

(a) μ, em kg/m

(b) T, em N

Questão 6. 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?

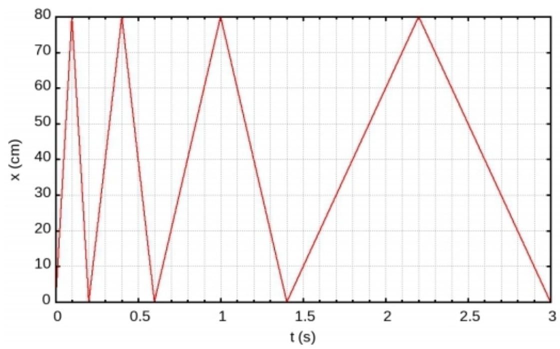
(b) Considere que 60% da energia mecânica dissipada seja convertida em calor transferido aos discos (os 40% restantes são transferidos para o ambiente, pelo vento, radiação, etc). Qual a variação da temperatura dos discos em °C?

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) A altura h pode ser encontrada pelo equilíbrio de forças do sistema. que é dado por:

$$Mg - E = 0; E = \rho_{H2O}.V_{sub}g \implies M = \rho_{H2O}(\pi R^2)(H-h) \implies h = H - \frac{M}{\rho_{H2O}\pi R^2}$$

Fazendo as contas, chegamos que $\boxed{h = 2,66cm}$

Questão 1, item b) 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: a) $2,66cm$ b) 128 g

Questão 2, item a)

Como a pedra de Ana foi simplesmente solta (ou seja, $v_0 = 0$) e está sujeita apenas à gravidade ($a = cte = g$), o instante pode ser encontrado utilizando a fórmula da equação horária para um movimento uniformemente acelerado:

$$S = S_0 + v_o t + \frac{at^2}{2}$$

$$H = \frac{gt^2}{2} \implies 30 = \frac{10t^2}{2}$$

Fazendo as contas, $\boxed{t_{ana} = 2,45\text{s}}$

Questão 2, item b)

Como a pedra de Beatriz é lançada 50 segundos após a de Ana e chega na água ao mesmo tempo da pedra de Ana, a duração do lançamento foi de:

$$t_{bia} = t_{ana} - 0,5 = 1,95s$$

Pela fórmula da equação horário, temos também que:

$$S = S_0 + v_o t + \frac{at^2}{2}$$

Sabemos entretanto que $a = g$; que $\Delta S = 30m$ e que $t = 1,95s$. Ao fazermos as contas, descobrimos que $\boxed{V = 5,65m/s}$

Resposta: a) 2.45 s **b)** 5,65 m/s

Questão 3.
Como o prédio tem $100m$ e 30 andares, então o comprimento h de cada andar é:

$$h = \frac{100}{30}m = \frac{10}{3}m$$

Sabemos que a atração está em movimento uniformemente acelerado nos 20 primeiros andares de sua descida, portanto a velocidade máxima nesse percurso será atingida no fim desse percurso de 20 andares. Fazendo a conversão de velocidades de km/h para m/s, temos que:

$$240\frac{km}{h} = \frac{240}{3,6}\frac{m}{s} = \frac{200}{3}\frac{m}{s}$$

Pela fórmula de Torriceli:

$$V_f{}^2 = V_0{}^2 + 2ad$$

onde "a"é a aceleração e "d"é a distância percorrida. Como $V_0 = 0$:

$$\frac{200^2}{3^2} = 2a \times 20h$$

Onde h é o comprimento de um andar. Fazendo as contas, $\boxed{33,3\text{m/s}^2}$

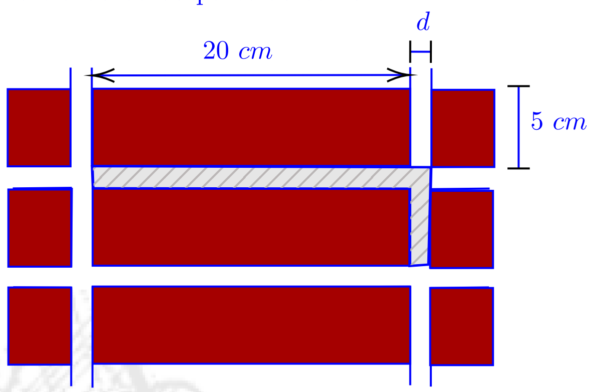
Resposta: $33,3\text{m/s}^2$

Questão 4, item a)
Para isso devemos ver quantos tijolos cabem na área total da parede. Veja:

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

$$\boxed{N = 1540} \tag{2}$$

Questão 4, 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:

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

Dessa maneira, o número total de tijolos é:

$$N = linhas \times colunas \implies \boxed{N = 1000} \tag{4}$$

Questão 4, item c)
Podemos encontrar a porcentagem de área que as bordas representam. A área total do elemento é $22 \times 7 \text{ cm}^2$, enquanto a área ocupada pelo tijolo é $20 \times 5 \text{ cm}^2$. A partir disso, encontramos o quanto da área total é preenchida por tijolos:

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

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:

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

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.

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

$$\boxed{m \approx 1024,1 \text{ kg}} \tag{8}$$

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

Questão 5, item a)

Sabemos que o raio mede metade do diâmetro, de modo que $r = \frac{D}{2}$. Do mesmo modo, sabemos que $1mm = 10^-3m$. 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 5, 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

Questão 6, 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 6, 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:

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

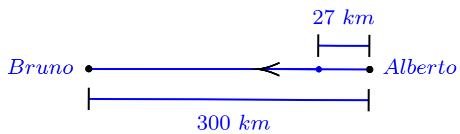
Resposta: a) 7200 J, b) 34,28°C

Qustão 7, 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 7, 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 8, item a)

Por se tratar de um movimento unidimensional bem simétrico, basta calcularmos a distância percorrida em um único movimento de bate e volta e multiplicarmos por 4. Para isso, podemos calcular a velocidade, dada pela inclinação da reta. Aqui, analisarei o primeiro movimento de bate e volta:

$$v_1 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{80}{0,1} = 800\ cm/s$$

$$\therefore d_1 = v_1 \times t_1 \Rightarrow\ d_1 = 800 \times 0,2 = 160\ cm$$

Com isso, a distância total, em cm, é dada por:

$$d = 4 \times d_1 = \boxed{640\text{cm}}$$

Questão 8, item b)

O coeficiente de restituição pode ser calculado com as velocidade entre dois movimentos consecutivos de bate e volta. Resolvendo para o primeiro e segundo movimentos:

$$i)\ v_1 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{80}{0,1} = 800\ cm/s$$

$$ii)\ v_2 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{80}{0,2} = 400\ cm/s$$

$$\therefore e = \frac{v_f}{v_i} = \frac{400}{800} = \boxed{0,5}$$

Resposta: a) 640 cm, b) 0,5