

SIMULADO NOIC

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA

3ª Fase - 4 de fevereiro de 2023

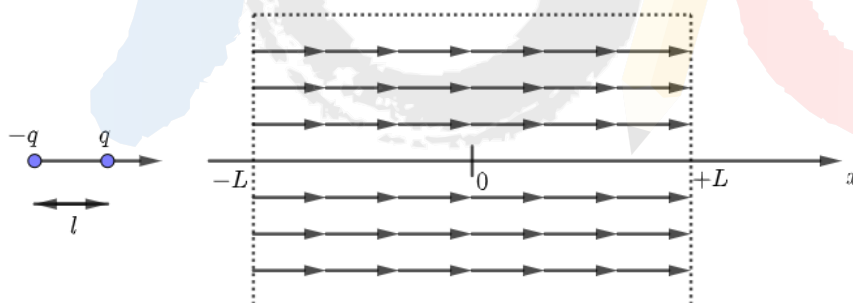
Nível 3
Ensino Médio
3ª e 4ª séries

Escrito por Akira Ito, Gabriel Hemétrio, Lucas Tavares, Vitória Bezerra, Rafael Ribeiro, Matheus Felipe R. Borges, e Ualype de Andrade

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos dos **3ª e 4ª séries do nível médio**. Ela contém **oito** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos.
2. Todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades no Sistema Internacional e seguindo as instruções específicas da questão.
3. A duração máxima desta prova é de **quatro** horas.
4. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: $\pi = 3,0$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin 30^\circ = 0,50$; $\cos 30^\circ = 0,85$; $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,70$; aceleração gravitacional na superfície da terra $g = 10 \text{ m/s}^2$; densidade da água líquida $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$.

Questão 1. Um dipolo consiste em duas cargas $+q$ e $-q$ separadas por uma distância fixa l . O dipolo tem massa m e é alinhado com o eixo x e lançado com velocidade v_0 em direção a uma região de comprimento $2L \gg l$, que possui um campo elétrico.



Nessa região o campo elétrico aponta na direção positiva do eixo x e sua magnitude varia segundo a função

$$E(x) = E_0 \left(1 - \frac{x^2}{L^2} \right)$$

Determine:

- a) A força no dipolo em função de q , l , L , E_0 e x (a coordenada do dipolo).
- b) O tempo necessário para o dipolo atravessar completamente a região, considerando que $q = 2 \text{ mC}$, $l = 0,5 \text{ cm}$, $L = 10 \text{ m}$, $E_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ N/C}$, $m = 20 \text{ g}$ e $v_0 = 10\sqrt{3} \text{ m/s}$.

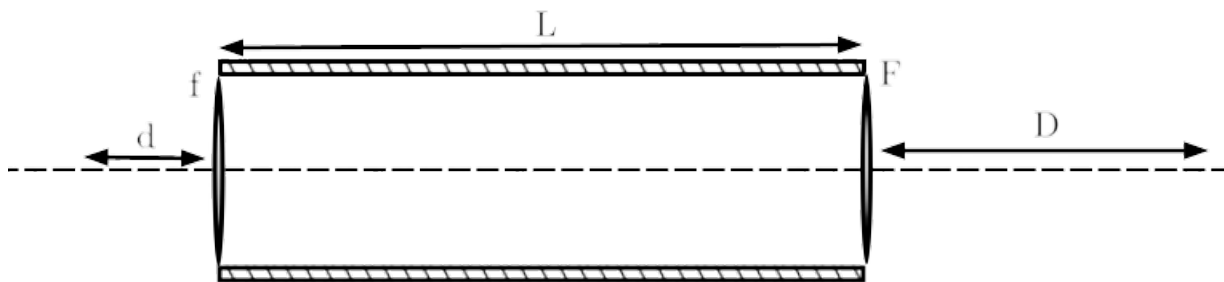
Dica: Pode ser interessante usar a seguinte aproximação:

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx, \quad |x| \ll 1$$

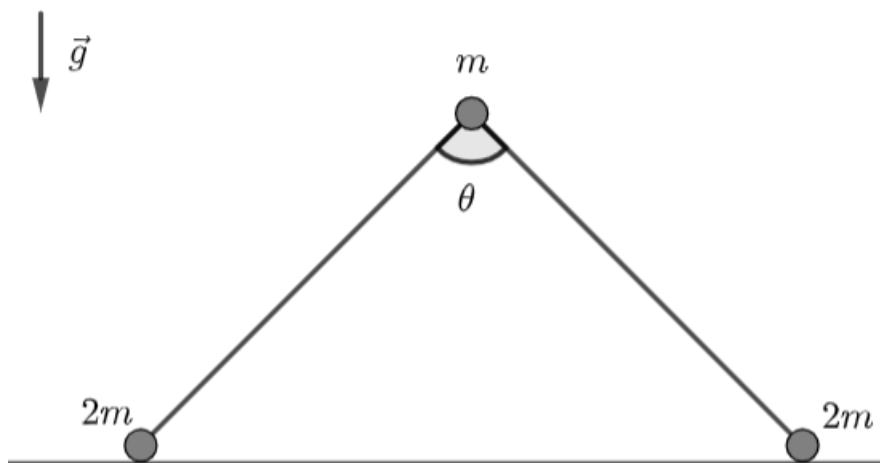
Questão 2. Satoshi estava fazendo uma limpeza em seu quarto quando encontrou um curioso dispositivo óptico composto por duas lentes e um tubo de comprimento $L = 20,0$ cm no seu armário (mostrado na figura abaixo). Depois de estudar o aparelho por um tempo, ele fez as seguintes observações:

1. Se eu coloco uma fonte puntiforme de luz a uma distância $d = 5,00$ cm à esquerda do dispositivo e sobre o eixo óptico das lentes, os raios de luz saem pelo outro lado (à direita) paralelos entre si.
2. Se raios de luz horizontais e paralelos entre si incidem no dispositivo pela esquerda, eles convergem para um ponto sobre o eixo óptico das lentes a uma distância $D = 10,0$ cm à direita do dispositivo.

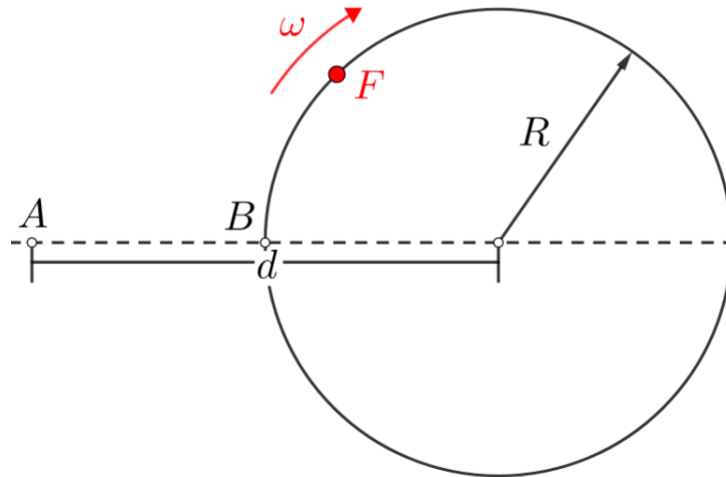
Infelizmente, Satoshi tinha que acabar de limpar seu quarto e não teve tempo para calcular os valores das distâncias focais das lentes. Ajude nosso amigo Satoshi a realizar essa tarefa! Calcule, em cm, as distâncias focais f e F , das lentes à esquerda e à direita da figura, respectivamente.



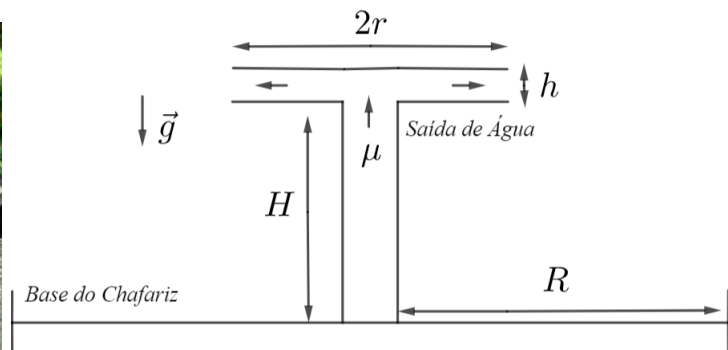
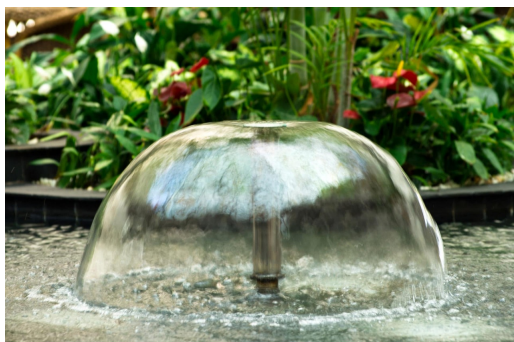
Questão 3. Três cilindros de pequeno raio e massas $2m$, m e $2m$ são conectados por duas barras rígidas e inextensíveis de comprimento L , de modo que há uma dobradiça perto do cilindro do meio, permitindo que o ângulo entre as duas barras altere-se livremente. Desprezando quaisquer tipos de atrito e sabendo que o sistema é abandonado do repouso quando as barras estão praticamente verticais (isto é, $\theta = 0$), determine a intensidade da velocidade do cilindro do meio em função do ângulo θ entre as barras.



Questão 4. Um avião de brinquedo F se move em uma trajetória circular de raio R em um plano horizontal a uma pequena distância do solo, com velocidade angular constante $\omega = 0,300 \text{ rad/s}$ e emitindo um som ininterrupto. Natônio localiza-se em repouso no ponto A , a uma distância $d = 2R$ do centro da circunferência descrita pelo avião. Como o exímio físico que é, Natônio investiga a mudança no som percebido por ele conforme o avião se move. Ele aciona um cronômetro no instante $t = 0$, momento em que o avião passa pelo ponto B . Com o uso de um sensor, ele então capta a frequência do som do avião. Calcule o primeiro instante de tempo t em que a frequência percebida por Natônio é **a)** mínima; **b)** máxima.



Questão 5. Você já deve ter se deparado com chafarizes em lugares públicos, principalmente em shoppings. Por muito tempo utilizado como um instrumento físico para prover água para pequenas vilas e cidades, o fenômeno por trás do funcionamento de um chafariz é bem interessante e foi muito útil no passado. No contexto atual, o chafariz é utilizado principalmente para decorações e fins artísticos. Nessa questão, iremos trabalhar com um modelo simplificado para o funcionamento de um chafariz do tipo mostrado abaixo, no qual a água expelida toma a forma de um domo, como mostra a figura abaixo à esquerda. Na direita, temos uma esquematização do mecanismo. No esquema representado, H representa a altura do chafariz. A água é liberada

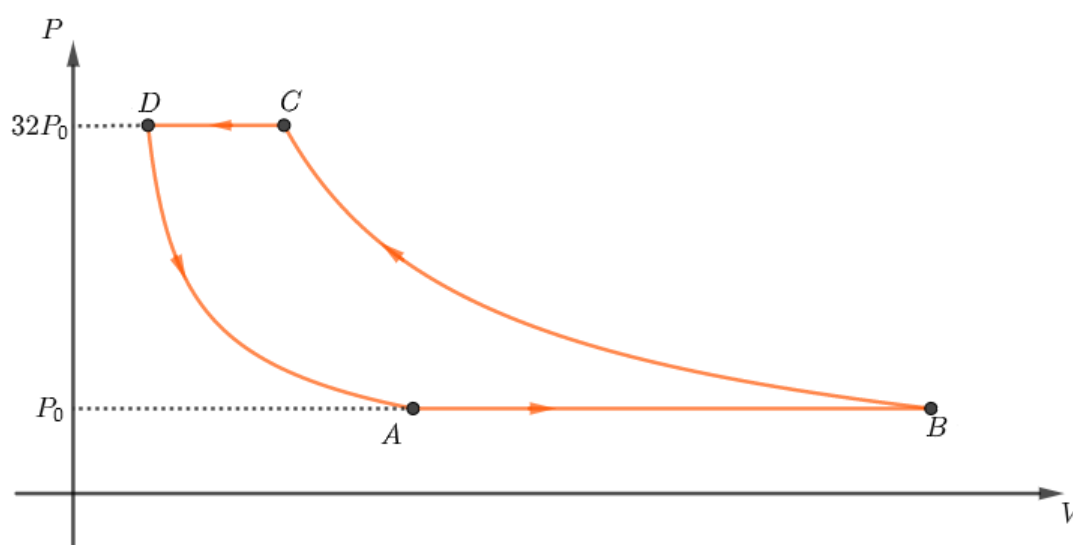


radialmente de um disco de altura h e raio r e é alimentada à uma vazão constante μ . Visando construir um chafariz com as mesmas especificações do enunciado, qual deverá ser o limite inferior para o raio da base R do objeto visando evitar transbordos? Considere $H = 40 \text{ cm}$, $h = 2 \text{ cm}$, $r = 5 \text{ cm}$ e $\mu = 400 \text{ mL/s}$.

Questão 6. Um estudante perspicaz, Walipe, mora em Chicago, nos Estados Unidos. No último inverno, a cidade de Chicago atingiu a temperatura de -20°C . Walipe, como sempre esperto, lembrou de suas aulas de física e decidiu criar uma máquina térmica para manter a temperatura de seu quarto a 30°C (temperatura de sua terra natal). Para isso, ele usou 1 mol de gás hélio que sobrou de sua festa de aniversário.

a) Inicialmente, Walipe, sabendo que a potência necessária para manter o quarto quente é 3 kW, projetou sua máquina para usar a menor quantidade de trabalho possível. Determine, nessas condições, em kW, o valor da potência a ser fornecida à máquina para mantê-la funcionando.

b) Posteriormente, Walipe percebeu que a máquina utilizada não conseguia usar o trabalho mínimo como ele havia planejado. O estudante verificou que, na verdade, ela performava segundo o ciclo termodinâmico mostrado a seguir em um diagrama de pressão por volume. Encontre, em kW, a nova potência necessária para manter a máquina em funcionamento.



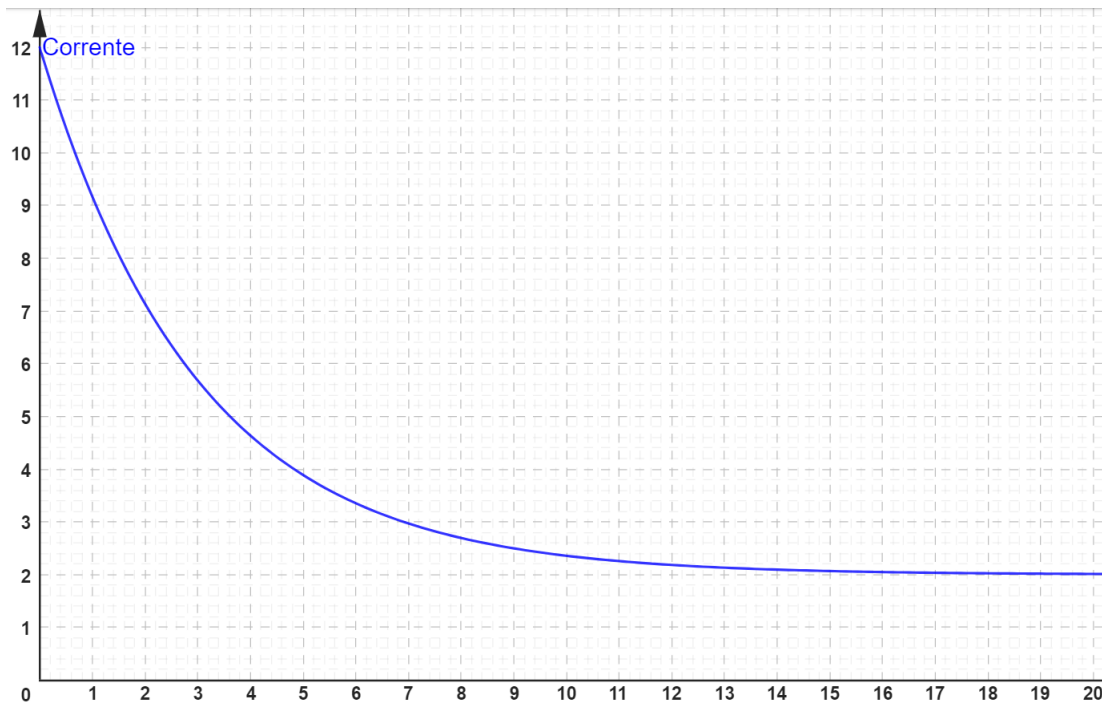
Os processos mostrados no diagrama são:

- $A \rightarrow B$: Expansão isobárica do gás.
- $B \rightarrow C$: Compressão adiabática do gás.
- $C \rightarrow D$: Compressão isobárica do gás.
- $D \rightarrow A$: Expansão adiabática do gás.

Questão 7. O renomado astronauta U-Chi partiu para uma missão espacial em um planeta distante para descobrir se ele possui condições próprias para a vida, enquanto seu irmão gêmeo, Baldinho, fica em casa trabalhando. Para que a viagem não demorasse muito tempo, ele teve que realizá-la com velocidade constante igual a $0,95c$, em que c é a velocidade da luz no vácuo. Após passar um curto período de tempo estudando as condições do planeta, U-Chi retorna para casa com a mesma velocidade. Considerando o tempo total de ida e volta da missão, percebe-se que ela durou exatos 80 anos (medido por Baldinho na Terra). Determine o tempo de viagem, em anos, medido pelo relógio de U-Chi, bem como a diferença de idade entre U-Chi e Baldinho quando U-Chi retorna à Terra.

Questão 8. O grande professor, físico pesquisador e engenheiro elétrico nas horas vagas, Anderley Vaguiar estava trabalhando em seu laboratório com circuitos elétricos. Nesse dia, ele havia recebido uma caixa azul misteriosa com duas saídas (terminais). Junto com a caixa, havia uma carta dizendo que, dentro da caixa, estavam apenas um resistor de resistência R e um capacitor de capacitância C , mas nada se sabe sobre o modo como esses elementos foram conectados (em série ou paralelo).

Anderley decide então conectar uma bateria ideal (i.e. sem resistência interna) de $\epsilon = 10\text{ V}$ nas saídas da caixa azul. Com o seu amperímetro ideal, o professor mede diversas vezes a corrente elétrica passando pela bateria com o passar do tempo. Ao fim, ele obtém o gráfico abaixo, de corrente (em A) por tempo (em s).



Considere que o capacitor possui uma pequena resistência interna $r = 1\ \Omega$.

Com base nas informações e no gráfico apresentado, responda:

- O resistor e o capacitor dentro da caixa estão em série ou em paralelo? Justifique detalhadamente a sua resposta.
- Estime o valor de R .
- Estime o valor de C . Se precisar, use que $\ln(2) = 0,69$.