



SIMULADO NOIC – OLIMPÍADA
BRASILEIRA DE FÍSICA

3ª FASE – 18 DE NOVEMBRO DE
2020

NÍVEL 3
Ensino Médio
3ª série
Ensino Técnico
4ª série

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

1 – Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos das **3ª série do Ensino Médio** e **4ª série do Ensino Técnico**. Ela contém **oito** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos (máximo oito questões respondidas).

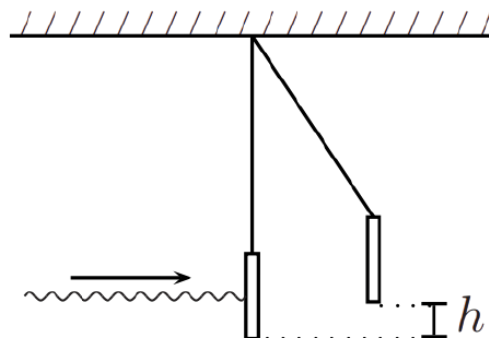
2 - O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.

3 - Todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades no Sistema Internacional e seguindo as instruções específicas da questão.

4 - A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use:

$\text{sen}(30^\circ) = \text{cos}(60^\circ) = 0,50$; $\text{cos}(30^\circ) = \text{sen}(60^\circ) = 0,86$; $\text{sen}(45^\circ) = \text{cos}(45^\circ) = 0,70$; $\sqrt{2} = 1,40$; $\sqrt{3} = 1,70$; $\sqrt{5} = 2,20$; $\pi = 3$; gravidade terrestre: $g = 10,0 \frac{m}{s^2}$; densidade da água líquida: $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$; índice de refração do ar: $n_{ar} = 1,00$; expoente adiabático de um gás monoatômico: $\gamma_{monoatômico} = \frac{5}{3}$; expoente adiabático de um gás diatômico: $\gamma_{diatômico} = \frac{7}{5}$; $1 eV = 1,60 \cdot 10^{-19} J$; velocidade da luz no vácuo: $c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$

Questão 1. Um feixe de laser com energia $E = 5 eV$ incide perpendicularmente sobre um espelho de massa $m = 2 kg$, o qual está preso ao teto por um fio sem massa.





Se após a colisão o espelho sobe uma altura máxima h , qual é o valor de h ?

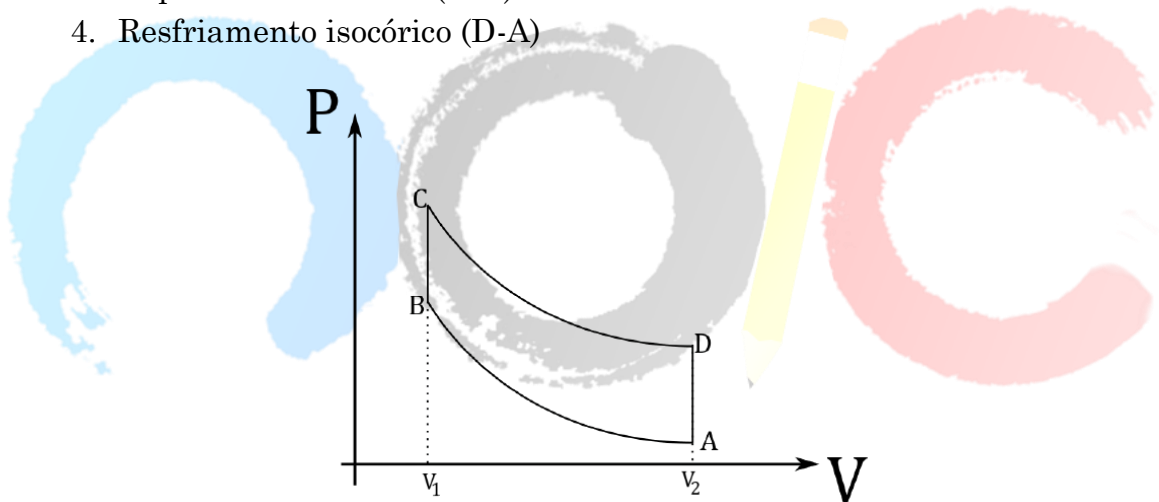
Se necessário utilize a aproximação binomial: $(1 + x)^n \approx 1 + nx$ para $|x| \ll 1$.

Desconsidere os efeitos relativísticos no espelho.

Questão 2. Os ciclos termodinâmicos são bastante comuns no nosso dia a dia. Um exemplo disso é o funcionamento do motor de um carro, que utiliza a energia proveniente da combustão do combustível para girar os eixos das rodas do carro. Um desses ciclos utilizados é o ciclo de Otto.

Esse ciclo pode ser especificado em 4 etapas:

1. Compressão adiabática (A-B)
2. Aquecimento isocórico (B-C)
3. Expansão adiabática (C-D)
4. Resfriamento isocórico (D-A)

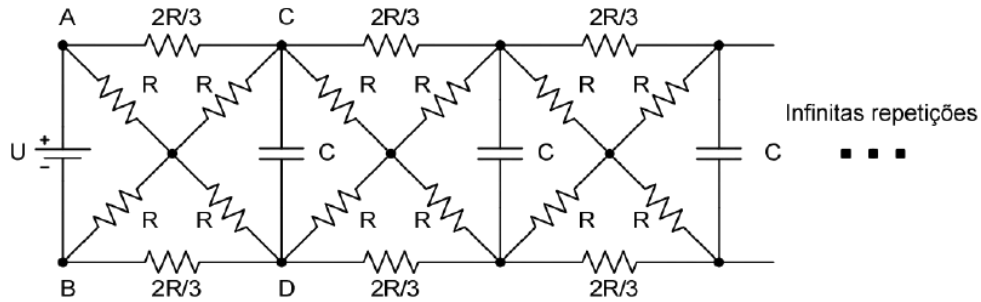


Um gás monoatômico é posto para executar esse ciclo, sem que ocorra perda de energia.

Considere a relação entre os volumes: $\frac{V_2}{V_1} = 8$.

- a) Qual é a eficiência desse ciclo?
- b) Se ao invés de um gás monoatômico fosse posto um gás diatômico, o que aconteceria com a eficiência? Qual deveria ser a razão $\frac{V_1}{V_2}$ para que esta fosse igual a da encontrada no item a)?

Questão 3. Considere o circuito de infinitas células apresentadas na figura abaixo.



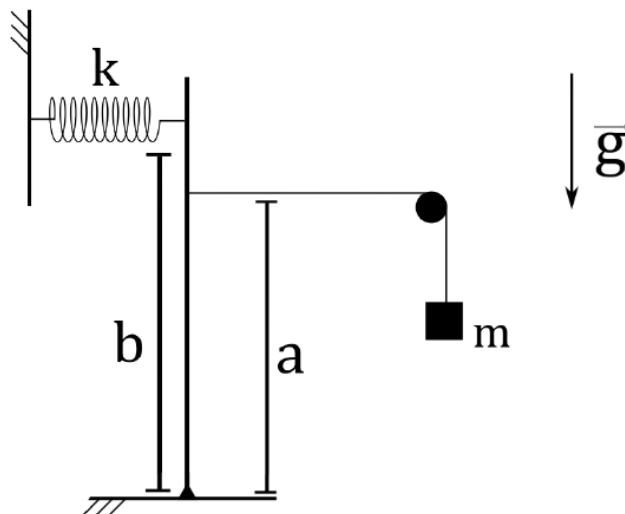
Considere que o circuito esteja no estado estacionário, e que:

$$R = 3\Omega, U = 8V \text{ e } C = 1F$$

- Qual é a resistência equivalente no circuito?
- Se o capacitor na célula $n - 1$ possui carga Q_{n-1} , e o capacitor na célula n possui carga Q_n , qual é o valor da razão $\frac{Q_n}{Q_{n-1}}$?
- Qual é a energia total armazenada nos capacitores?

Questão 4. Uma haste homogênea de massa $M = 5 \text{ kg}$ e comprimento $L = 2,0 \text{ m}$ está presa ao solo por um pino rígido, de tal forma que esta só consegue se movimentar ao redor do eixo por esse pino.

A essa haste estão presas uma mola (constante elástica $k = 120 \frac{N}{m}$) e um fio inextensível, a distâncias $b = 1,5 \text{ m}$ e $a = 1,0 \text{ m}$, respectivamente. O fio por sua vez está conectado a um bloco de massa $m = \frac{112}{3} \text{ kg}$, passando por uma polia ideal.



- Se na posição de equilíbrio a haste está na vertical, e a mola e o fio na horizontal, qual é a deformação inicial da mola?



- b) Se a barra for deslocada de um pequeno ângulo, qual será o período de oscilação do sistema?
- c) Se a amplitude de oscilação da massa m é $h = 5,0 \text{ mm}$, qual é a potência média exercida pela força de tração?

O momento de inércia de uma haste em relação a sua extremidade é: $I = \frac{ML^2}{3}$.

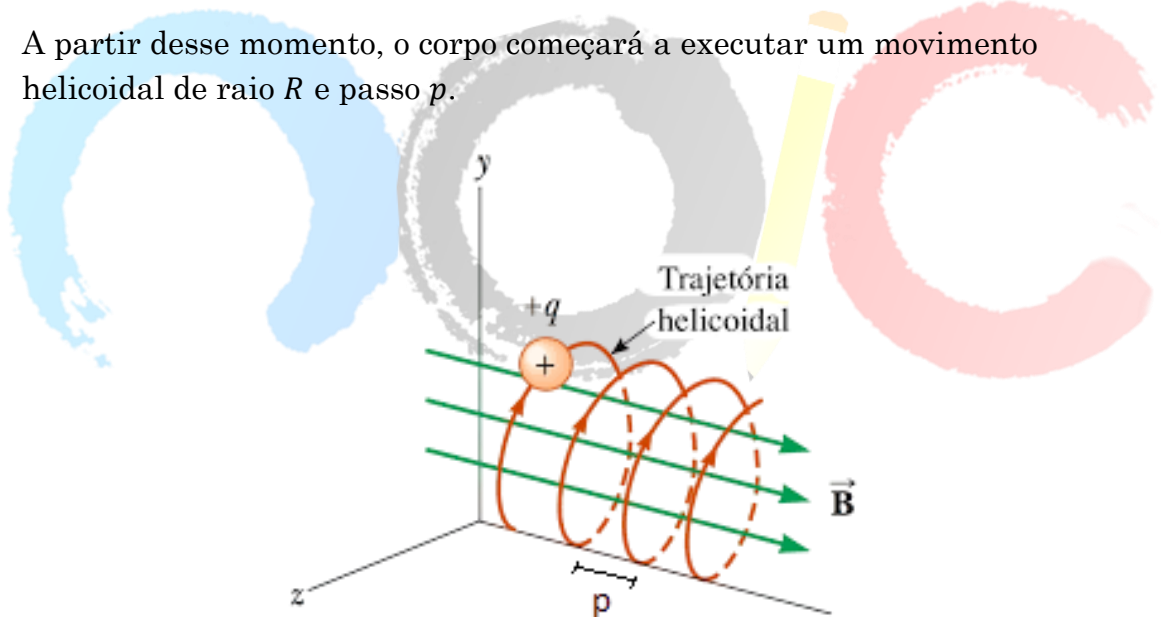
Questão 5. Em uma região do espaço existem um campo magnético (\vec{B}) e um campo elétrico (\vec{E}), constantes em módulo e direção dados por:

$$\vec{B} = (0,00001 \text{ T})\hat{x} \text{ e } \vec{E} = (0,5 \frac{\text{V}}{\text{m}})\hat{x}$$

Um objeto pontual de massa $m = 15,0 \text{ g}$ e carga $Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ é lançada a partir da origem do sistema de coordenadas com velocidade inicial na direção vertical dada por:

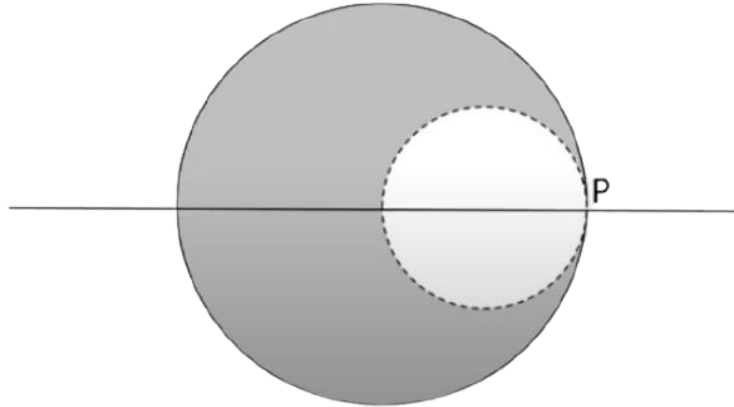
$$\vec{v}_0 = (1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}})\hat{y}$$

A partir desse momento, o corpo começará a executar um movimento helicoidal de raio R e passo p .



- a) Qual é o módulo da força resultante no plano xy ?
- b) Qual é o raio de trajetória?
- c) Qual é o passo da trajetória após 7 voltas completas ao redor de plano xy .

Questão 6. Uma esfera de raio $R = 10,0 \text{ m}$ e índice de refração n , possui uma cavidade de raio $r = 5,0 \text{ m}$ em seu interior (o interior da cavidade contém ar). Um feixe de raios luminosos paralelos incide horizontalmente no lado esquerdo refratando e se encontrando em algum ponto após essa face esquerda.



- a) Se $n = \frac{\sqrt{6}}{2}$, a que distância da face esquerda os raios se encontram?
- b) Se os raios se encontram no ponto P , qual é o valor de n ? (Não aproxime as raízes não exatas)

Considere que o diâmetro do feixe é muito menor que R .

Questão 7. Para essa questão, tentaremos aproximar o processo de formação de uma gota de água.

Considere que uma partícula de poeira de tamanho e massa desprezível esteja suspensa no ar atmosférico. Inicialmente essa partícula está parada.

A partir de um certo momento, a partícula começa a cair e absorver água de densidade ρ ao seu redor.

- a) Após descer uma distância z a gota de água possui raio r . Encontre o valor da razão $\frac{r}{z}$.
- b) Devido à entrada de massa, uma “força de arrasto” atua verticalmente e para cima na gota. Se o módulo desta força pode ser escrito como:

$$F_{ar} = \beta z^2 v^2$$

Determine β .

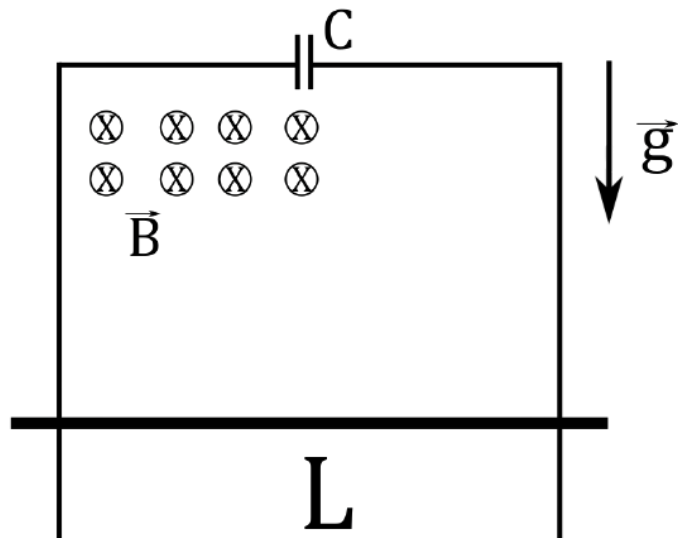
- c) Se nesse instante a aceleração da gota pode ser escrita como:

$$a = \alpha g - \gamma \frac{v^2}{z}$$

Encontre α e γ .

- d) Qual é o valor da aceleração da gota, se esta se mantém constante?

Questão 8. Um circuito é formado conectando os terminais de um capacitor de capacitância $C = 10^{-5} F$ a uma barra de massa $m = 10 mg$ e comprimento $L = 1 m$. Todo esse sistema está imerso em um campo magnético de intensidade $B = 1,0 T$ perpendicular ao plano do circuito.



- a) Qual será a aceleração da barra após o início do seu movimento?
- b) Se a energia armazenada no capacitor é da forma $E = \alpha t^2$, Qual é o valor de α ? Considere que inicialmente o capacitor estava descarregado.

