

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2016
3ª FASE – 08 DE OUTUBRO DE 2016

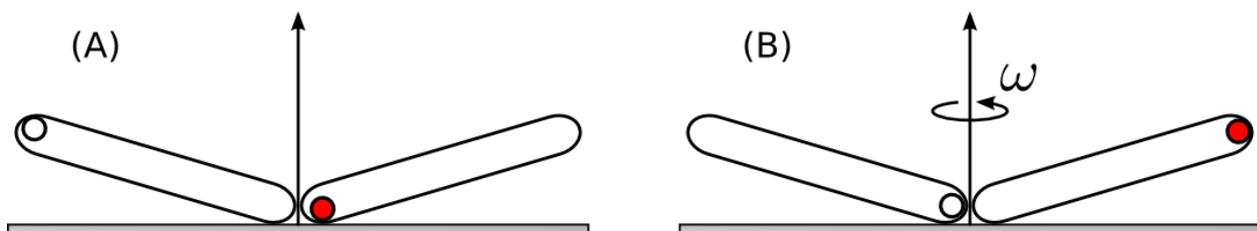
NÍVEL III
Ensino Médio
3ª série

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO

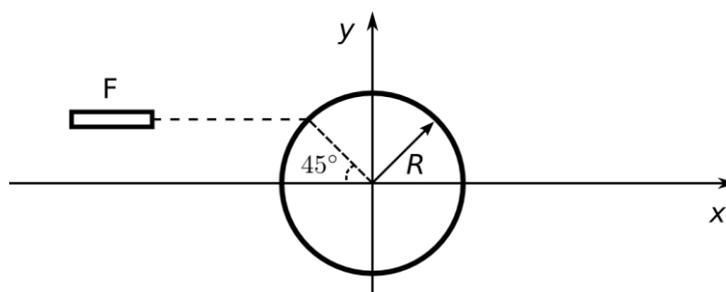
- 1 - Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da **3ª do Ensino Médio**. Ela contém oito questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos.
- 2 - O Caderno de Respostas possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
- 3 - Todos os resultados 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: velocidade da luz no vácuo = $3,0 \times 10^8$ m/s; aceleração da gravidade $g = 10$ m/s²; 1 atm = 10^5 Pa; densidade da água líquida = $1,00$ g/cm³; calor específico da água líquida = $4,2$ J/g.K; calor específico do gelo = $2,1$ J/g.K; calor latente de fusão do gelo = 33 J/g; $\pi = 3$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sin 30^\circ = 0,5$; $\cos 30^\circ = 0,85$.

Questão 1 – Um estudante em visita a um museu de ciências observou um sistema no qual há dois tubos inclinados montados sobre uma plataforma que pode girar em torno de um eixo vertical. Os tubos estão completamente preenchidos por um mesmo líquido e cada tubo contém uma esfera que está pintada com cor diferente. A figura A representa o sistema quando está estacionário. Os visitantes do museu podem girar o conjunto através de uma manivela (não mostrada na figura). A figura B mostra uma visão instantânea do que se observa quando o conjunto gira com uma velocidade angular ω suficientemente alta. Descreva e justifique o fenômeno observado.



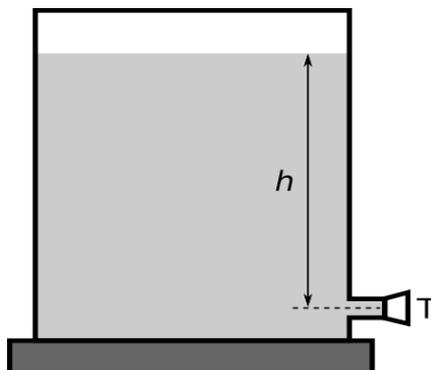
Questão 2 – Em um laboratório de ótica, uma fonte de laser F de comprimento de onda λ está ajustada para que seu feixe incida sobre a superfície curva de um prisma cilíndrico de raio R e índice de refração $n = \sqrt{2}$, conforme ilustrado na figura abaixo. Em que posição deve ser colocado um segundo prisma, idêntico ao primeiro, de modo que o feixe laser, após atravessar os dois prismas, siga em uma direção paralela ao eixo x ?



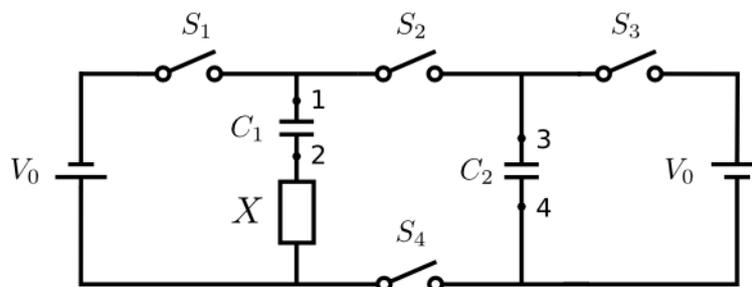
Questão 3 – Uma certa porção de gás ideal está encerrada na câmara formada por um pistão acoplado a um cilindro vertical. Inicialmente, a posição do pistão é mantida fixa através de um pino de forma que a pressão inicial do gás é $p_0=1,00$ atm e seu volume é 5,00 litros. A pressão externa ao pistão $p_{\text{ext}}=10,0$ atm é dada pela soma da pressão atmosférica e da pressão exercida por uma massa m que está apoiada em sua superfície externa. As paredes do cilindro são diatérmicas e o conjunto está parcialmente mergulhado em uma mistura com água e gelo em equilíbrio entre si e com a atmosfera (todos os subsistemas estão à temperatura de 0°C). Em certo momento, o pino é removido e espera-se que o sistema atinja um novo estado de equilíbrio. Qual a massa de gelo que se funde neste processo?

Questão 4 – O paramagnetismo de materiais pode ser explicado pelo comportamento do alinhamento ou não dos momentos de dipolo magnético de seus átomos. Simplificadamente, em uma convenção na qual o eixo cartesiano z aponta para cima, a componente z do momento de dipolo magnético pode assumir apenas os valores $+\mu_0$ (para cima) ou $-\mu_0$ (para baixo), onde μ_0 é a intensidade do momento de dipolo magnético de cada átomo. Na ausência de campo magnético externo, os momentos de dipolo magnético dos átomos estão orientados ao acaso, de forma que a magnetização M do sistema, dada pela soma dos momentos de dipolo magnéticos, é nula. Na presença de um campo magnético apontando na direção z , M é diferente de zero, pois os dipolos magnéticos tendem a se alinhar com o campo externo. Entretanto, o alinhamento não é total, pois além da interação com o campo, há interações térmicas que favorecem o desordenamento. Em materiais paramagnéticos, a intensidade do campo externo B e a temperatura T determinam a probabilidade de alinhamento de um dipolo magnético com o campo. Considere uma determinada situação na qual a probabilidade de um dipolo magnético se orientar na direção do campo é $p=3/4$. Qual a probabilidade de um grupo de 6 átomos apresentar a magnetização $M=2\mu_0$?

Questão 5 – Um recipiente contendo água possui uma pequena abertura de área de seção transversal a localizada a uma profundidade h e que está inicialmente bloqueada por um tampão T , conforme figura abaixo. Movendo-se e segurando-se o tampão a uma pequena distância Δx para a direita, a água esguicha pela abertura, atinge o tampão, colide inelasticamente e escorre verticalmente para baixo. Determine (a) a velocidade com que a água sai pela abertura e (b) a força exercida pela água no tampão em termos de a , h , g e densidade da água. Ao expressar seus resultados, além das grandezas dadas, use g para aceleração da gravidade e ρ para a densidade da água.



Questão 6 – No circuito ilustrado abaixo, os capacitores 1 e 2 possuem, respectivamente, capacitâncias $C_1=20,0 \mu\text{F}$ e $C_2=10,0 \mu\text{F}$ e fontes de tensão iguais a $V_0=6,00 \text{ V}$ (note que tem polarização invertida). Inicialmente fecham-se apenas as chaves S_1 e S_3 e espera-se um tempo suficientemente longo para que o sistema atinja o equilíbrio. Depois, em determinado instante, trocam-se simultaneamente as posições das chaves: S_1 e S_3 são abertas e S_2 e S_4 são fechadas. Esboce em um mesmo gráfico as diferenças de potencial $V_{12}=V_1-V_2$ e $V_{34}=V_3-V_4$ em função do tempo para o caso do elemento X ser (a) um resistor de $R=300 \Omega$ e (b) um indutor de $L=2,40 \text{ H}$.



Questão 7 – A reação nuclear que ocorre em bombas de hidrogênio e nas estrelas envolve a fusão de um dêuteron com um trítio que formam uma partícula alfa e um nêutron. Uma das dificuldades técnicas para o uso desta reação como fonte de energia para produção de energia elétrica vem do fato que, após a reação, a maior parte da energia fica com o nêutron que, por ser eletricamente neutro, não pode ser facilmente direcionado. Usando os princípios da conservação de energia e momento, estime a razão K_n/K_α entre as energias cinéticas do nêutron e da partícula alfa produzidas após a reação.

Questão 8 – Uma fita metálica longa de largura d desloca-se com velocidade v na direção de seu comprimento em uma região de campo magnético uniforme perpendicular a seu plano, conforme ilustrado na figura abaixo (assuma que o sentido do campo é saindo do papel). Os pontos A e B indicam escovas condutoras que tocam a fita, estabelecendo contato elétrico com o circuito. Este possui um resistor de resistência R , uma chave S que se encontra inicialmente aberta e sua linha tracejada indica uma parte que passa por baixo da fita. Supondo que todos os condutores são ideais, explique o que ocorre quando a chave S é fechada.

