

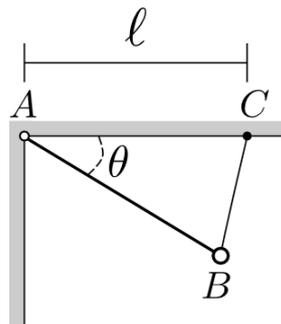
OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2017  
3ª FASE - 07 DE OUTUBRO DE 2017

NÍVEL III  
Ensino Fundamental  
3ª e 4ª séries

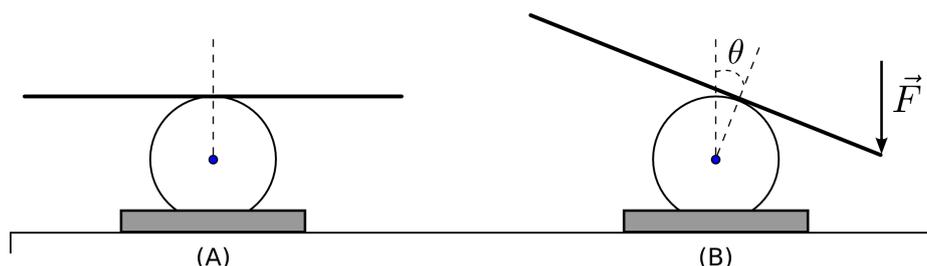
LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da 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. O Caderno de Respostas possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
3. A menos de instruções específicas contidas no enunciado de uma questão, todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades do Sistema Internacional (SI).
4. A duração da prova é de quatro horas, devendo o aluno permanecer na sala por no mínimo sessenta minutos.
5. Se necessário e salvo indicação em contrário, use:  $\sqrt{2} = 1,4$ ;  $\sqrt{3} = 1,7$ ;  $\sqrt{5} = 2,2$ ;  $\sin 30^\circ = 0,50$ ;  $\cos 30^\circ = 0,85$ ;  $\sin 45^\circ = 0,70$ ;  $\pi = 3,0$ ; densidade da água =  $1,0 \text{ g/cm}^3$ ; calor específico da água líquida =  $4,2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ ; calor específico do gelo =  $2,1 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ ; calor latente de fusão do gelo =  $0,34 \text{ kJ/g}$ ; calor latente de vaporização da água =  $2,3 \text{ kJ/g}$ ; aceleração da gravidade =  $10 \text{ m/s}^2$ .

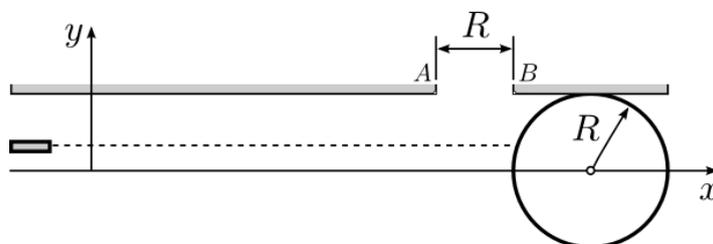
**Questão 1.** A figura abaixo mostra um sistema em equilíbrio estático. A haste homogênea  $AB$  de comprimento  $\ell = 80,0 \text{ cm}$  e massa desprezível está presa à parede vertical por um pino em torno do qual poderia girar livremente. Na extremidade  $B$  da haste está presa uma pequena esfera de massa  $m = 200 \text{ g}$ . Fixada a essa esfera e ao ponto  $C$  do teto há um material elástico de constante elástica  $k = 2,50 \text{ N/m}$  e que quando relaxado tem comprimento desprezível. Determine (a) o ângulo  $\theta = \theta_0$  de equilíbrio e (b) o período de oscilação deste sistema se a posição angular  $\theta$  for levemente deslocada de  $\theta_0$ .



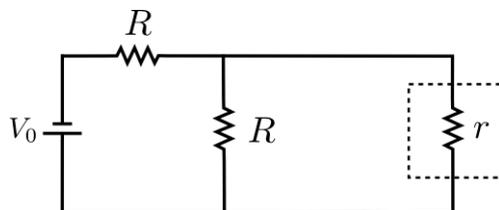
**Questão 2.** Um aluno de física está investigando condições de equilíbrio estático de objetos encontrados em sua mesa de estudos. Inicialmente ela fixa uma lata cilíndrica de raio  $r = 5,00$  cm em uma mesa horizontal e em seu topo apoia uma régua plástica homogênea de comprimento  $L = 30,0$  cm e massa  $m = 40,0$  g na situação de equilíbrio estático ilustrada na figura A. Depois, ela aplica uma força vertical  $\vec{F}$  em uma das extremidades da régua e observa que o ponto de apoio da mesma sobre o cilindro se desloca conforme ilustrado na figura B. Ela observa que a régua pode assumir configurações de equilíbrio estático desde que  $\theta \leq 30^\circ$ . Determine (a) o valor do coeficiente de atrito estático entre a régua e a lata e (b) a intensidade da força externa na situação em que  $\theta = 30^\circ$ .



**Questão 3.** Um fonte de luz laser está posicionada para que seu feixe de luz seja paralelo ao eixo  $x$  e aponta para um espelho cilíndrico de raio  $R$  cuja superfície tangencia um anteparo plano opaco conforme ilustrado na figura abaixo. Acima e à frente do espelho, marcados pelos pontos  $A$  e  $B$  há uma abertura de largura  $R$ . Determine (a) uma equação para  $y_{max}$ , o maior valor que  $y$  pode assumir de forma que o feixe refletido atravessa a abertura e (b) estime o valor de  $y_{max}$  sabendo que esse se encontra próximo a  $R/2$ .



**Questão 4.** Em um laboratório é necessário aquecer uma amostra de gás a uma taxa constante de  $P_0 = 20,0$  W. Com este objetivo foi construído o circuito ilustrado abaixo onde  $V_0 = 6,0$  V e as resistências  $R$  e  $r$  devem ser convenientemente escolhidas. A resistência  $r$  está inserida dentro do compartimento do gás com o objetivo de aquecê-lo, logo estará sujeita à grandes variações de temperatura. Na figura, a linha pontilhada, representa o subsistema na qual  $r$  está inserida. O objetivo do circuito elétrico é fazer com que a potência  $P$  dissipada no resistor  $r$ ,  $P(r, R)$ , varie o menos possível apesar da inevitável variação de  $r$  com a temperatura do gás. Isto pode ser alcançado se, para um dado  $R$ ,  $r$  for escolhido como um máximo de  $P(r, R)$ . Determine (a)  $P(r, R)$ , (b) a relação entre  $r$  e  $R$  que maximiza  $P(r, R)$  e (c) os valores de  $R$  e  $r$  que devem ser utilizados para que  $P = P_0$ .



**Questão 5.** Um anel de raio  $r$  e massa  $m$  rola sem escorregar em um plano horizontal, de coeficientes de atrito estático e cinético iguais a  $\mu$ , quando no instante  $t = 0$  se choca contra uma parede lisa. Antes do choque a velocidade do centro de massa do anel é  $V_0$  e o choque é instantâneo e perfeitamente elástico de forma que resulta apenas na aplicação de um impulso horizontal no anel. Determine (a) o instante a partir do qual a velocidade do centro do anel é constante e (b) o valor desta velocidade. (c) Repita o problema mas com o anel sendo substituído por um disco uniforme de mesma dimensão. (Dados: momento de inércia do anel  $I_a = mr^2$  e do disco  $I_d = mr^2/2$ .)

**Questão 6.** Um elétron (carga  $-e$ ) se move com velocidade constante  $v_0$  em uma órbita circular de raio  $R$  graças à ação de uma força central (a órbita circular, para todos os efeitos, pode ser considerada uma espira). Durante o intervalo de tempo  $\tau$  surge um campo magnético perpendicular ao plano da órbita que varia de 0 a  $B$ . (a) Mostre que a variação na velocidade do elétron é independente de  $\tau$ . (b) Se o momento angular do elétron fosse quantizado pela mesma regra adotada por Bohr para um elétron em átomo de hidrogênio,  $L = n\frac{h}{2\pi}$ , onde  $h$  é a constante de Planck e  $n$  é um inteiro, qual seria o menor valor de  $B$  capaz de induzir uma mudança na velocidade do elétron?

**Questão 7.** Se um recipiente que contém um gás rarefeito apresenta uma pequena abertura ocorre um fenômeno chamado efusão no qual o número de moléculas que sai do recipiente é proporcional  $n\bar{v}$  onde  $n$  é a densidade do gás e  $\bar{v}$  é a velocidade escalar média das moléculas. Considere um recipiente dividido em duas câmaras com uma pequena abertura entre elas e que contém um gás rarefeito. As condições são tais que ocorre o fenômeno de efusão entre uma câmara e outra. Se as câmaras 1 e 2 são mantidas, respectivamente, a temperaturas  $T_1$  e  $T_2$  e a pressão da câmara 1 é  $P_1$ , qual o valor da pressão na câmara 2 na situação de equilíbrio?

**Questão 8.** A figura abaixo ilustra um tubo fino de extremidades abertas em forma de U, em repouso, e que contém água até o nível  $H = 10$  cm. Acionando um motor é possível fazer com que o tudo gire com velocidade angular constante  $\omega$  em torno do eixo vertical  $y$  centrado no ramo esquerdo do tubo. Para que valor de  $\omega$  a água está no limite de escapar do tubo? Use em suas considerações o fato de que, a pressão de equilíbrio de líquidos que estão dentro de recipientes em rotação uniforme varia com a distância  $r$  ao eixo de rotação de acordo com expressão  $p = p_c + \frac{1}{2}\rho\omega^2r^2$  onde  $p_c$  é a pressão do líquido sobre o eixo e  $\rho$  é a densidade do líquido.

