

Olimpíada
Brasileira
de Física
2006



3ª fase

prova para alunos da 3ª série



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 1 – Esta prova destina-se **exclusivamente** a alunos da 3ª. série e contém 08 questões.
- 2 – As questões devem ser resolvidas no **Caderno de Resoluções**, que se encontra em separado.
- 3 – A duração desta prova é de quatro (4) horas.
- 4 – Para a resolução das questões desta prova use, quando for o caso, os seguintes dados:

campo gravitacional na superfície da Terra $g = 10\text{m/s}^2$

1,0 atm equivale a 100000 Pa

constante eletrostática no vácuo $k_0 = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{N.m}^2.\text{C}^{-2}$

$\theta_K = \theta_C + 273$

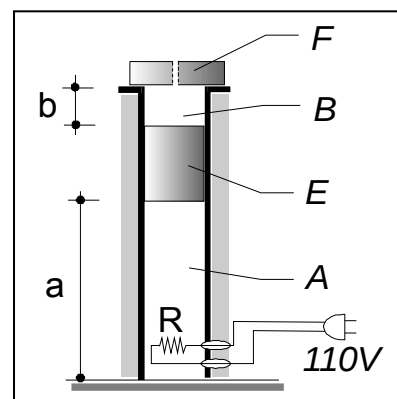
$\pi = 3$

massa específica da água líquida $\mu = 1000\text{kg/m}^3$

θ	30°	37°	45°	53°	60°
$\text{sen } \theta$	0,50	0,60	0,70	0,80	0,87
$\text{cos } \theta$	0,87	0,80	0,70	0,60	0,50

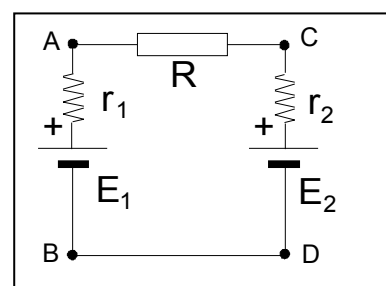
Boa Prova!!!!

Questão 01) O dispositivo representado mostra um recipiente cilíndrico que contém em seu interior um êmbolo “E”. Ambos são isolados termicamente e apresentam capacidade térmica irrelevante. O êmbolo tem massa $m_E = 300\text{kg}$, desliza sem atrito e tem uma base circular de área $S = 100\text{cm}^2$. No ambiente representado pela letra “A” existe 1mol ($4,00 \cdot 10^{-3}\text{kg}$) de gás hélio na temperatura $T_0 = 300\text{K}$ capaz de equilibrar a pressão exercida pelo peso P_E do êmbolo superposta à pressão atmosférica $p_{\text{atm}} = 1,00\text{atm}$, mantendo, assim, a medida “a” igual a $0,600\text{m}$. Num dado instante a tomada é conectada a uma fonte de tensão constante e igual a 110V para, por meio do resistor R, aquecer o gás citado. O resistor é mantido ligado até o instante em que o êmbolo, graças à expansão gasosa, sofra um deslocamento total igual a $2b$. A peça “F”, de massa $m_F = 100\text{kg}$, está simplesmente apoiada na parte superior do recipiente e será deslocada com a subida do êmbolo. Esta peça é dotada de um orifício para manter o ar, no ambiente “B”, sob pressão igual à pressão atmosférica. Admitindo que c_P seja o calor específico do gás hélio para as evoluções isobáricas, que $c_V = 3125\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ seja o calor específico para as evoluções isométricas, que a relação $\gamma = c_P / c_V$ seja igual a $1,664$, que a medida de “b” seja igual a $0,200\text{m}$ e que a resistência elétrica do resistor R seja igual 1210Ω , calcule:



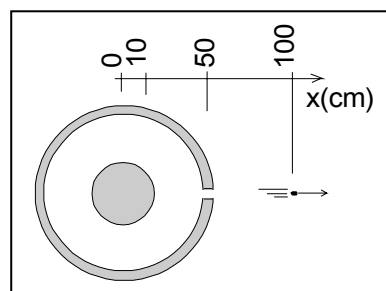
- a quantidade de calor Q_1 absorvida pela massa gasosa para que o êmbolo E apenas encoste na peça F.
- o intervalo de tempo Δt que deve permanecer ligado o resistor.
- o rendimento η do dispositivo considerando o trabalho realizado e o consumo de energia elétrica.

Questão 02) Um estudante improvisou um “carregador” de baterias para “carregar” a bateria de seu telefone. Por meio de alguns ensaios, percebeu que o seu “carregador” apresentava uma força eletromotriz (f.e.m.) constante $E_1 = 4\text{V}$ associada a uma resistência interna $r_1 = 5\Omega$. A bateria de seu telefone tem uma f.e.m. E_2 que varia desde $3,2\text{V}$ (descarregada) até $3,6\text{V}$ (carregada) e resistência interna constante $r_2 = 1\Omega$. Como, de acordo com o que consta no manual do fabricante da bateria, a máxima corrente elétrica de carga não pode ultrapassar 80mA (“carga” segura) o aluno coloca um resistor R no circuito para atender a essa exigência. O esquema representa a montagem executada e mostra os terminais do carregador (pontos A e B) e os terminais da bateria (pontos C e D). Determine:



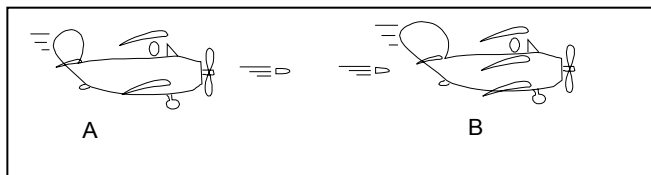
- o valor da resistência do resistor R que possibilite, no menor tempo possível, para este circuito, a “carga” segura da bateria.
- a diferença de potencial entre C e D ao final da carga.

Questão 03) Um corpo esférico, condutor, oco, de espessura irrelevante e com carga total nula tem um raio $R_B=50,0\text{cm}$ e envolve um corpo esférico, a ele concêntrico, condutor e em equilíbrio eletrostático que apresenta um raio $R_A=10,0\text{cm}$ e contém uma carga elétrica $Q_A=1,00\mu\text{C}$ de eletricidade positiva. Num dado instante um corpúsculo de massa $m=2,00\cdot 10^{-7}\text{g}$ contendo uma carga $q=1,00\text{nC}$ de eletricidade positiva, abandona a superfície do corpo interno, acelera e, como o corpo maior apresenta um furo, tal corpúsculo passa por ele e é detectado movendo-se na posição $x=100,0\text{cm}$ como mostrado. Todo o sistema encontra-se no vácuo. Nessas condições:



- calcule a intensidade da força elétrica sobre o corpúsculo no instante em que ele passa por um ponto entre os condutores situado a $20,0\cdot 10^{-2}\text{m}$ do centro deles.
- calcule a velocidade do corpúsculo ao passar pela posição $x=100,0\text{cm}$.

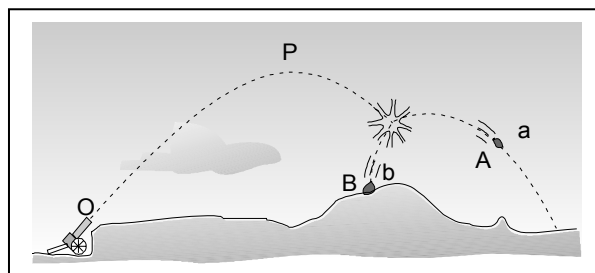
Questão 04) Dois aviões de combate A e B voam em trajetória retilínea e horizontal e estão alinhados. Estando distanciados 600m um do outro, o que vem atrás inicia uma seqüência de disparos contra o outro,



à razão de 1 projétil a cada um quarto de segundo. A velocidade dos projéteis $v_{P/A}$, relativamente ao avião A, é constante e igual a 500m/s e, como o tempo de seu percurso é muito curto, o efeito de queda do projétil pela gravidade é irrelevante na análise desta situação. Considerando que o avião que vem por trás voa com uma velocidade $v_A=100\text{m/s}$, que a velocidade do da frente é $v_B=120\text{m/s}$, e que essas velocidades são constantes, calcule:

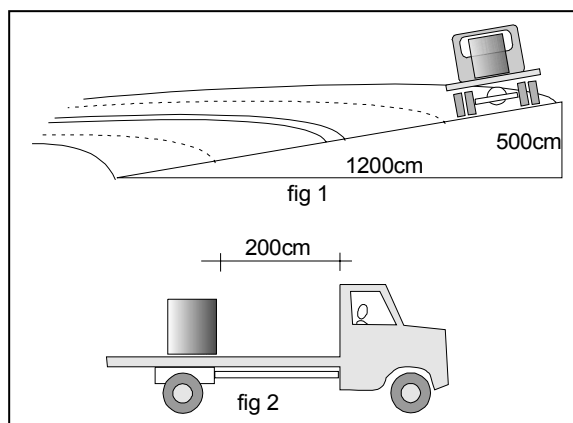
- o tempo que o primeiro projétil disparado leva para atingir o avião que vai à frente.
- a distância entre dois projéteis lançados consecutivamente.
- o número de projéteis, por segundo, que atinge a aeronave da frente.

Questão 05) O canhão mostrado dispara uma granada de massa $m=6,00\text{kg}$ da posição $O(x_O;y_O)$ ($0\text{m};0\text{m}$) que atinge seu ponto mais alto na posição $P(x_P;y_P)$ de coordenadas ($3000\text{m};1125\text{m}$). Decorridos $20,0\text{s}$ após o disparo, a granada explode e seus fragmentos “a” e “b” de massas iguais a $m_a=2,00\text{kg}$ e $m_b=4,00\text{kg}$, respectivamente, caem segundo trajetórias coplanares à trajetória anterior à explosão. Despreze a resistência do ar e calcule:



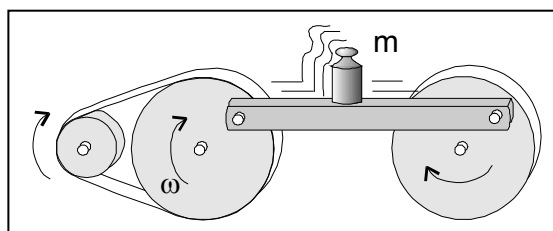
- o valor das coordenadas do ponto de explosão;
- as coordenadas de posição $A(x_A;y_A)$ do fragmento “a” no instante em que o fragmento “b”, $1,0$ segundo após a explosão, toca o solo em um ponto $B(x_B;y_B)$, cuja posição é dada pelas coordenadas ($3000\text{m};300\text{m}$);
- o valor, em N, da força F da explosão, constante, de duração 1ms e que atuou no fragmento A. (deixar indicada a raiz quadrada)

Questão 06) O caminhão representado na figura transporta uma bobina de aço. Os coeficientes de atrito estático μ_E e cinemático μ_C , entre a bobina e a carroceria são respectivamente iguais a 0,18 e 0,15. Considere que o caminhão esteja se movendo com uma velocidade escalar igual a 20m/s em uma estrada em duas situações distintas: a primeira, num trecho horizontal da estrada que apresenta uma curva circular com a pista inclinada lateralmente (fig.1), e a segunda (fig.2), em um trecho reto e horizontal da estrada.



- Calcule, no primeiro caso, o menor valor do raio de curvatura da pista ocupada pelo caminhão que possibilite que ele complete a curva sem que a sua carga deslize na carroceria.
- Calcule, no segundo caso, a velocidade com que a bobina de aço colide contra a cabina do veículo quando ele é obrigado a frear com uma desaceleração constante e parar em exatos 10s.

Questão 07) O dispositivo representado contém polias acopladas conforme mostrado. As polias maiores apresentam uma velocidade angular ω e são interligadas por uma barra, sobre a qual um corpo de massa m se encontra simplesmente apoiado. A distância do eixo de rotação das polias ao pino que as liga à barra vale R e o coeficiente de atrito estático entre o corpo e a barra vale μ . Com estes dados, desenvolva uma equação que mostre o valor máximo de ω :



uma equação que mostre o valor máximo de ω :

- para que o corpo continue apoiado na barra quando está no ponto mais alto de sua trajetória.
- para que o corpo continue apoiado na barra, sem deslizar, quando está no ponto intermediário da trajetória, descendo, entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo.

Questão 08) No vácuo, uma partícula de massa igual $1,00 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$ e carga elétrica positiva $q = 10,0 \mu\text{C}$ move-se a $1,30 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ ao encontro de um anteparo. Durante o trajeto ela fica submetida a um campo magnético, uniforme e vertical para baixo, de indução $B = 0,50 \text{ T}$. Como o tempo de percurso é muito curto para serem considerados os efeitos do campo gravitacional,

- calcule o tempo de percurso da partícula desde o ponto onde ela está representada até o ponto de impacto.
- calcule as coordenadas $(x; y)$ do ponto de impacto.

