

Olimpíada
Brasileira
de Física
2006



3ª fase

prova para alunos das 1ª e 2ª séries



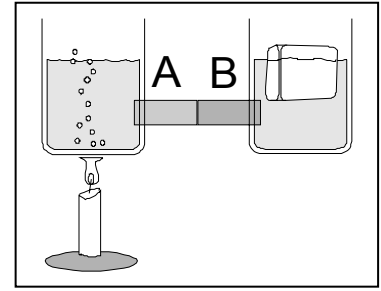
LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 1 – Esta prova destina-se **exclusivamente** a alunos das 1ª. e 2ª. séries e contém 20 questões.
- 2 – Os alunos da 1ª. **série** devem escolher livremente oito (8) questões para resolver.
- 3 – Os alunos da 2ª. **série** também devem escolher oito (8) questões, mas **NÃO DEVEM RESPONDER AS QUESTÕES 18, 19 e 20.**
- 3 – As questões devem ser resolvidas no **Caderno de Resoluções**, que se encontra em separado.
- 4 – A duração desta prova é de quatro (4) horas.
- 5 – Para a resolução das questões desta prova use, quando for o caso, os seguintes dados:
campo gravitacional na superfície da Terra $g = 10\text{m/s}^2$
constante dos gases $R = 8,3 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$
1,0 atm equivale a 100000 Pa
 $\theta_K = \theta_C + 273$
 $\pi = 3$
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

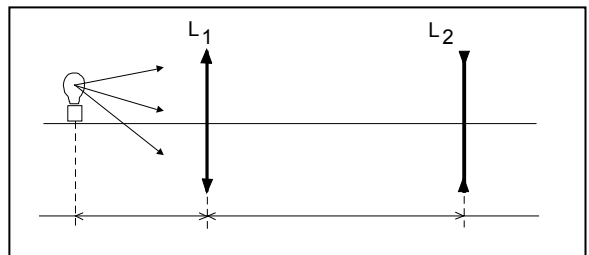
Boa Prova!!!!

Questão 01) Dois recipientes contém água e são mantidos, um deles na temperatura $\theta_A=100^\circ\text{C}$ e o outro, $\theta_B= 0^\circ\text{C}$. O calor passa de um para o outro por meio da conexão estabelecida por uma peça cilíndrica, isolada termicamente do ambiente entre os recipientes, formada por duas partes maciças e geometricamente iguais, uma de prata "A" e a outra de alumínio "B", unidas como indicado. Admitindo que o coeficiente de condutibilidade térmica da prata seja $K_A=400\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ e o do alumínio, $K_B=200\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ e que cada uma das partes tenha área S de secção perpendicular ao eixo do cilindro igual a $2,00\cdot 10^{-4}\text{m}^2$ e comprimento $L=8,00\cdot 10^{-2}\text{m}$, calcule:



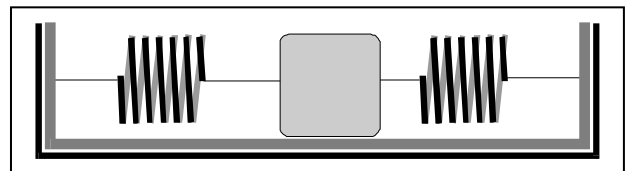
- o valor da temperatura θ_J da junção entre A e B.
- a quantidade de energia E, em joules, que atravessa as peças em 1 segundo.

Questão 02) Duas lentes L_1 e L_2 estão dispostas axialmente de tal forma que a luz que atravessa L_2 é a mesma que atravessou L_1 . Uma lâmpada está posicionada 12cm à frente de L_1 , lente convergente com distância focal $f_1=8\text{cm}$. A lente L_2 está a 18cm de L_1 e é uma lente divergente com distância focal $f_2=4\text{cm}$. Nestas condições:



- determine a que distância da lâmpada se encontra o que servirá de objeto para a lente L_2 . Descreva a sua natureza, o tamanho e a orientação referente à lâmpada.
- determine a que distância da lâmpada se encontra a imagem formada por L_2 . Descreva a sua natureza, o tamanho e a orientação referente à lâmpada.

Questão 03) Um bloco de massa igual a 1,00kg é preso, nas extremidades de duas molas, conforme mostra a figura. As molas são idênticas e têm constante elástica $k=50,0\text{N/m}$. Afasta-se o bloco 10,0cm à direita da posição de equilíbrio. Desta posição ($x_0=10,0\text{cm}$) o bloco é abandonado no instante $t_0=0\text{s}$, passando a oscilar livremente graças à inexistência de forças dissipativas. Considerando as massas das molas desprezíveis:



- determine a máxima aceleração a que o bloco fica submetido.
- calcule o valor da energia cinética do bloco quando este passa pela posição $x=4,00\text{cm}$.

Questão 04) Em um recipiente que apresenta uma capacidade constante e igual a 830 litros são colocados, a $27,0^\circ\text{C}$, 2,00 mols de gás hidrogênio e 2,00 mols de gás oxigênio. Uma faísca inflama a mistura e, como resultado do evento, é obtida a combustão de todo o hidrogênio resultando em vapor de água misturado ao oxigênio à temperatura de $127,0^\circ\text{C}$. Calcule:

- a pressão da mistura antes da explosão;
- a pressão da mistura após a explosão.

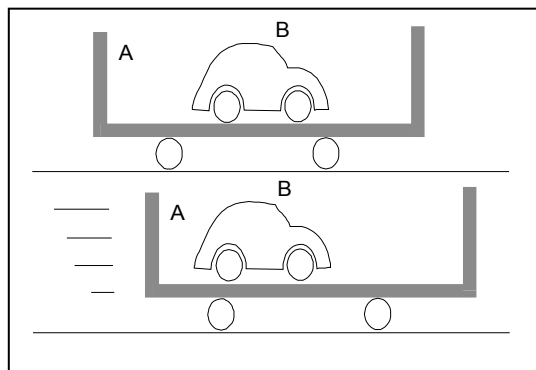
Questão 05) Estando a uma temperatura igual a $50,0^\circ\text{C}$ e movendo-se a uma velocidade de 400 m/s, um projétil de chumbo e revestido de cobre colide frontalmente contra um obstáculo indeformável. Com a colisão, considerada inelástica, o projétil, amassado, cessa o seu movimento, podendo ser admitido que a energia dissipada pelo impacto tenha sido totalmente transformada em calor que, inicialmente, fica retido no projétil. Como o projétil é constituído por 50g de chumbo e por 50 g de cobre e considerando que o calor latente de fusão do chumbo seja $L_f=23000\text{J/kg}$, que o calor específico do chumbo sólido seja $c_{Pb}= 130\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, que o do cobre sólido seja $c_{Cu}=400\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ e que a temperatura de fusão θ_f do chumbo seja igual a 327°C ,

- calcule o valor da quantidade de calor absorvida pelo projétil, em joules.
- calcule a massa de chumbo do projétil que se funde com o impacto.

Questão 06) Um motorista guia um automóvel com uma velocidade escalar $v_{iA} = 108,0 \text{ km/h}$ num trecho reto de estrada com neblina. Repentinamente, ele avista a traseira de um caminhão, $49,5 \text{ m}$ adiante, que viaja na mesma direção e sentido com uma velocidade escalar constante $v_C = 36,0 \text{ km/h}$. O motorista do automóvel leva $0,600 \text{ s}$ para reagir à situação e acionar os freios, obtendo uma desaceleração constante a_A com módulo igual a $4,00 \text{ m/s}^2$. Determine:

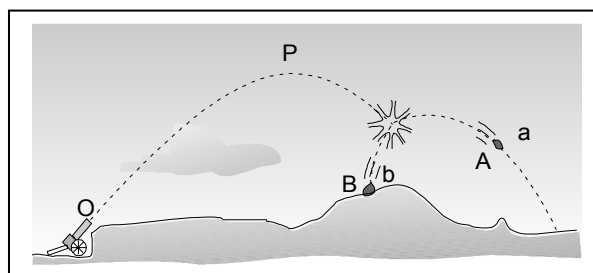
- a) depois de quanto tempo, contado a partir do instante inicial da observação, o carro colide contra o caminhão;
- b) quanto vale a velocidade v_{AC} do automóvel relativamente ao caminhão no instante da colisão.

Questão 07) A figura representa um vagão A, em repouso, que contém em seu interior um automóvel B, também em repouso. As massas de ambos são iguais, os freios do automóvel estão soltos e pode-se considerar que para esta situação não há atritos apreciáveis entre B e A. Num instante qualquer o vagão A é posto em movimento retilíneo com velocidade igual a $1,00 \text{ m/s}$ e, após alguns instantes, ocorre uma colisão entre a parede do vagão contra o para-choque do automóvel. Considerando que o coeficiente de restituição ao choque devido às propriedades das paredes do vagão e as dos para-choques do automóvel é igual a $0,50$,



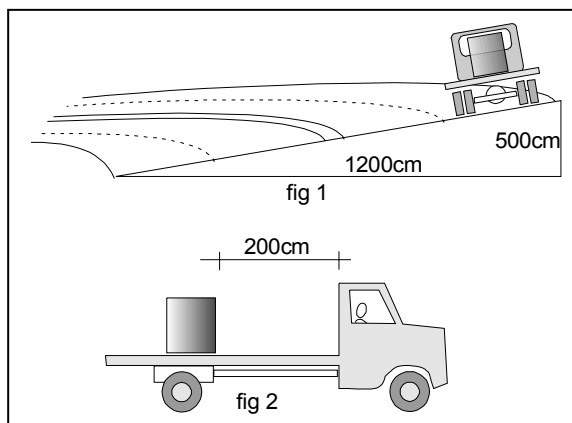
- a) calcule a velocidade do automóvel relativamente ao vagão imediatamente após a primeira colisão entre eles.
- b) Choques do automóvel B contra as paredes do vagão A se sucederão, ora de um lado, ora de outro. Após um número muito elevado de colisões, calcule, relativamente ao solo, para quanto tenderá a velocidade do automóvel B.

Questão 08) 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:



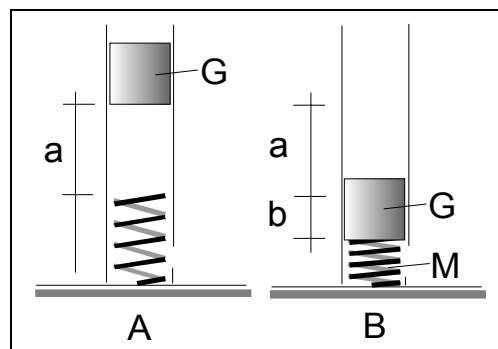
- a) o valor das coordenadas do ponto de explosão;
- b) as coordenadas de posição $A(x_A; y_A)$ do fragmento "a" no instante em que o fragmento "b", $1,0$ segundo após a explosão, toca o solo em um ponto $B(x_B; y_B)$, cuja posição é dada pelas coordenadas $(3000 \text{ m}; 300 \text{ m})$;
- c) o valor,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

Questão 09) 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.



- a) 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.
- b) 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 10) O tubo cilíndrico representado permite o movimento do corpo cilíndrico G com massa $m=2,50\text{kg}$ e contém, presa à base, uma mola de constante elástica $k=0,120\text{kN/m}$. A situação A mostra o corpo cilíndrico no exato instante em que ele é simplesmente abandonado e a situação B o instante em que, por efeito de sua queda, a mola é mostrada sob deformação máxima possível. Existe durante toda a queda uma força de atrito constante entre o móvel e a sua guia cilíndrica de valor 5,00N. Como a medida "a" vale 2,00m calcule:



- a) a medida "b" em metros;
- b) a máxima velocidade alcançada pelo corpo cilíndrico G durante a queda (deixe indicada a raiz quadrada).

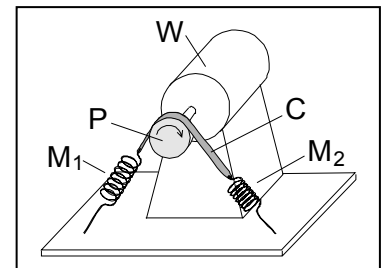
Questão 11) Uma partícula alfa (núcleo de hélio), movimentando-se na direção e sentido do semi-eixo horizontal positivo, colide contra um núcleo de oxigênio em repouso. Após o choque, cada constituinte do sistema, partícula alfa e núcleo de oxigênio, passam a se mover com direções respectivamente iguais a 53° e a 300° em relação à direção e sentido do deslocamento anterior da partícula alfa. Se a massa do núcleo m_N de oxigênio é 4 vezes maior que a da partícula alfa m_P , determine a razão entre os módulos da velocidade v_P da partícula e a do núcleo de oxigênio, v_N , após a colisão.

Questão 12) Uma estátua é feita com uma liga de alumínio e ouro. Presa a um dinamômetro este acusa 5,00N ao ar livre e 4,50 N quando mergulhada na água. Determine a massa de ouro presente na estátua admitindo a densidade do ar como sendo nula, a densidade da água igual a $1,00\text{g/cm}^3$, a densidade do alumínio igual a $2,50\text{g/cm}^3$ e a densidade do ouro igual a $20,00\text{g/cm}^3$.

Questão 13) Uma propaganda de determinada lâmpada eletrônica afirma que a sua lâmpada de 25W tem um “brilho” equivalente ao de uma lâmpada incandescente de potência igual a 75W. Um usuário pretende substituir a lâmpada incandescente pela lâmpada eletrônica por entender que ela apresenta um “consumo” menor. Considere que a lâmpada eletrônica custa R\$16,00 e a incandescente, R\$2,00; que 1kWh de energia elétrica custa R\$0,35 e que qualquer que seja a lâmpada, ela deverá ficar acesa durante 8 horas por dia.

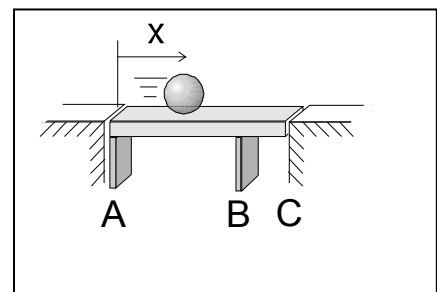
- Calcule o custo anual da energia elétrica para manter acesa a lâmpada eletrônica.
- Se as duas lâmpadas tiverem que ficar ligadas simultaneamente, por quanto tempo (dias de uso) a lâmpada eletrônica deverá funcionar para ser economicamente mais vantajosa que a incandescente? (admita que ambas as lâmpadas não se “queimem” durante esse período).

Questão 14) O dispositivo representado consta de um motor elétrico “W” que apresenta uma polia “P” de raio $r=5,0\text{cm}$ presa ao seu eixo de rotação. Uma correia “C” de couro é mantida esticada por meio de duas molas “M₁” e “M₂” de modo a manter a correia friccionando a polia com o motor funcionando. Admita que o motor está trabalhando com uma frequência f estável e igual a 20 Hz e que as molas M₁ e M₂ estão tracionadas por forças que valem $F_1=400\text{N}$ e $F_2=100\text{N}$ respectivamente. A partir destes dados calcule:



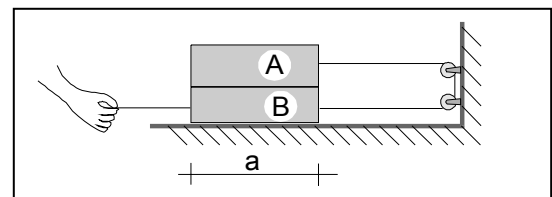
- a energia E_m , em joule, dissipada termicamente, oriunda da fricção entre a polia e a correia, durante uma única rotação;
- a potência motriz P_m deste motor em kW.

Questão 15) Uma bola de peso $P_B=100\text{N}$, rolando em movimento retilíneo e uniforme, atravessa a “ponte” formada por uma tábua homogênea, de seção constante e de peso $P_T=300\text{N}$ apoiada por peças identificadas pelas letras “A” e “B”. A distância de A até B vale 0,60m e a distância que vai de B até C vale 0,20m. A partir destes dados:



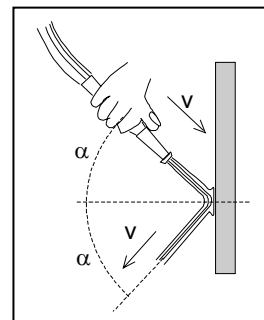
- calcule o valor da reação de apoio R_A no ponto A quando a bola estiver passando em cima do apoio B;
- obtenha uma expressão $R_A = f(x)$ que dá a reação de apoio R_A em função da posição x para o intervalo $0,00\text{m} \leq x \leq 0,80\text{m}$.

Questão 16) Dois blocos homogêneos e em forma de paralelepípedo, de massas $m_A=3,0\text{kg}$ e $m_B=2,0\text{kg}$ estão apoiados num piso e formam um sistema conforme a figura. Por meio de um cordão, deseja-se puxar e imprimir um movimento retilíneo uniformemente acelerado ao sistema, inicialmente em repouso. Considerando que o coeficiente de atrito cinético entre a superfície de B e a do piso vale $\mu_{B/P}=0,40$; que entre as superfícies de A e de B vale $\mu_{A/B}=0,50$; que a medida “a” vale 18cm e que o operador puxa o bloco B com uma força $F=55\text{N}$, calcule:



- a intensidade da aceleração do bloco A;
- depois de quanto tempo o centro do bloco A ficará alinhado verticalmente com a lateral do bloco B?

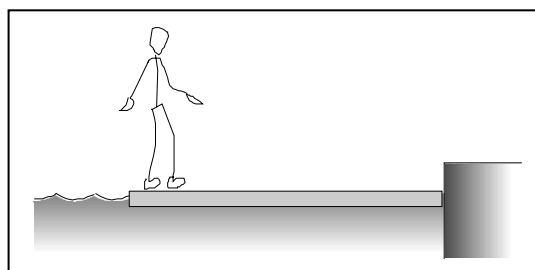
Questão 17) A mangueira de regar jardins representada lança um jato de $0,500 \text{ dm}^3$ de água por segundo com uma velocidade igual a $2,00 \text{ m/s}$ contra uma parede formando um ângulo α igual a 37° . Supondo que a água seja totalmente desviada como indicado, calcule o valor da força de reação da parede contra o jato.



Questões exclusivas da 1ª série

Questão 18 – somente para 1ª. série) Na figura estão representados um menino de massa $m_m=40,0 \text{ kg}$ de pé sobre uma prancha lisa de madeira de massa $m_p=80 \text{ kg}$ que tem uma extensão de $5,00 \text{ m}$. Menino e prancha estão, inicialmente, em repouso e a prancha está encostada num ancoradouro de um lago, flutuando em suas águas. Num dado instante o menino anda na prancha dirigindo-se para o ancoradouro, parando após deslocar-se $4,00 \text{ m}$ em $10,0 \text{ s}$. Desconsiderando eventos externos (ventos, movimento das águas, atrito fluido, entre outros), pede-se:

- calcular a velocidade do menino relativamente ao ancoradouro enquanto caminha;
- a distância mínima que fica a prancha do extremo do ancoradouro no instante em que o menino pára.



Questão 19 – somente para 1ª. série) O raio de um planeta vale $5,00 \cdot 10^6 \text{ m}$ e um de seus satélites descreve uma trajetória circular com um raio de curvatura igual a $1,50 \cdot 10^8 \text{ m}$. Admita, como primeira aproximação, que o centro da órbita deste satélite coincida com o centro de massa deste planeta, pelo fato de que a massa do planeta é muito superior à do satélite. Calcule a aceleração da gravidade na superfície do planeta, sabendo-se que o período de revolução do satélite em torno do planeta é igual a 10 dias terrestres (dia de 24h).

Questão 20 – somente para 1ª. série) A estrutura representada sustenta, em equilíbrio, dois corpos de pesos P_1 e P_2 . Como os ângulos α e β são iguais respectivamente a 143° e 106° , calcule:

- o valor do esforço de tração que ocorre no cabo identificado pela letra c;
- a relação P_1/P_2 .

