

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2007



3ª FASE

PROVA PARA ALUNOS DO 1º E 2º ANOS

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
www.sbf1.sbfisica.org.br/olimpiadas
obfisica@sbfisica.org.br
tel: (11) 3814 5152



Apoio
CNPq

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

1 – Essa prova destina-se exclusivamente a alunos do 1º e 2º anos e contém vinte (20) questões.

2 – Os alunos do 1º ano devem escolher livremente oito (8) questões para resolver.

3 – Os alunos do 2º ano escolhem também oito (8) questões, mas NÃO DEVEM RESPONDER AS QUESTÕES 6, 10, 11, 14 e 19.

4 – A duração da prova é de quatro (4) horas.

5 – Para a resolução das questões dessa prova use, quando for o caso, os seguintes dados:

- g (na superfície da terra) = 10 m/s^2
- pressão atmosférica: 10^5 N/m^2
- densidade da água = 1000 kg/m^3
- densidade do ar = 1 kg/m^3
- calor específico do gelo: $2100 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$
- calor de fusão do gelo: 330 kJ/kg

θ	30°	37°	45°	60°
$\text{Sen } \theta$	$1/2$	$0,6$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\text{Cos } \theta$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$0,8$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$1/2$

Boa prova!

01 - Um bloco de massa $m = 0,1 \text{ kg}$ desliza para baixo sobre uma superfície sem atrito como mostra a figura. O bloco parte do repouso de uma altura $h = 2,5 R$ acima da base do loop circular, onde $R = 40 \text{ cm}$ é o raio do loop. Considere $\theta = 60^\circ$.

- Qual é a força que a superfície exerce sobre o bloco na base (ponto A)? E no ponto B, onde acaba a superfície?
- A que distância do ponto A o bloco atinge a superfície horizontal?

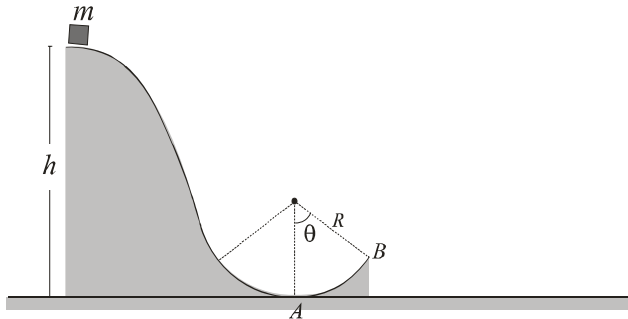


Fig. 1

02 - Um projétil de massa $m = 0,1 \text{ kg}$ é lançado a um ângulo de 30° com a horizontal e com uma velocidade de 500 m/s . No ponto mais alto da trajetória ele explode em dois fragmentos iguais, A e B. Suponha que o fragmento B, imediatamente após a explosão, cai verticalmente a partir do repouso.

- A que distância do ponto de lançamento cai o fragmento A, supondo-se o solo horizontal?
- Calcule a diferença entre a energia mecânica do sistema, imediatamente após e imediatamente antes da explosão.

03 - Um projétil é disparado obliquamente com uma velocidade v_0 tal que ele passa por dois pontos, ambos a uma altura h acima da horizontal. Se a arma é ajustada para o alcance máximo, determine o valor d da separação dos dois pontos, em termos de v_0 , g e h .

04 - Uma esfera de aço de massa $m_1 = 200 \text{ g}$, está presa à extremidade de uma corda de comprimento $l = 45 \text{ cm}$, e que tem fixa a outra extremidade. A esfera é abandonada sob a ação de seu peso quando a corda está na horizontal. No ponto mais baixo de sua trajetória a esfera colide elasticamente com um bloco de aço de massa $m_2 = 1,8 \text{ kg}$, inicialmente em repouso, sobre uma superfície horizontal, cujo coeficiente de atrito vale $\mu = 0,2$.

- Qual a velocidade dos corpos imediatamente após a colisão?
- Quanto o bloco se desloca sobre a superfície horizontal até atingir o repouso?

05 - Um corpo de massa m é lançado do ponto A com velocidade v_0 e se desloca segundo a curva ABCDE mostrada na figura 2, onde o trecho BCD é uma semicircunferência de raio $r = 10 \text{ cm}$ e a distância AB vale 30 cm . Determinar o menor valor de v_0 para o qual o corpo se deslocará sobre a curva e permanecerá sempre em contato com a mesma.

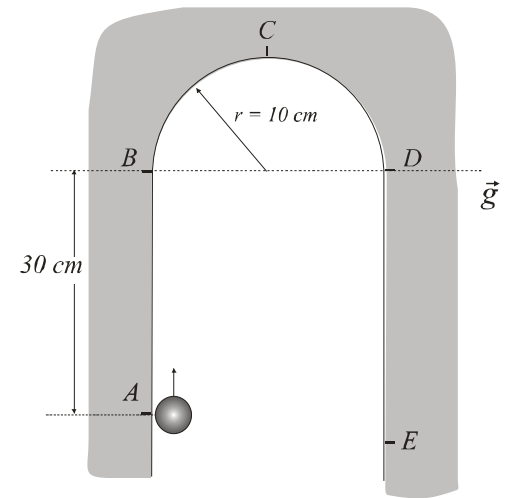


Fig. 2

06 - (Somente para o 1º Ano) Uma partícula de massa $m = 0,5 \text{ kg}$ tem velocidade inicial horizontal de 6 m/s . Ao receber um impulso de uma força F constante, modifica sua velocidade para 8 m/s , em direção perpendicular à inicial, num intervalo de tempo $\Delta t = 0,1 \text{ s}$.

- Qual a intensidade do impulso da força F ?
- Qual a intensidade da força F ?

07 - Um anel de massa $m = 40 \text{ g}$ está preso a uma mola e desliza sem atrito ao longo de um fio circular de raio $R = 10 \text{ cm}$, situado num plano vertical. A outra extremidade da mola é presa ao ponto P que se encontra a 2 cm do centro O da circunferência (veja figura 3). Calcule a constante elástica da mola para que a velocidade do anel seja a mesma nos pontos B e D , sabendo que ela não está deformada quando o anel estiver na posição B .

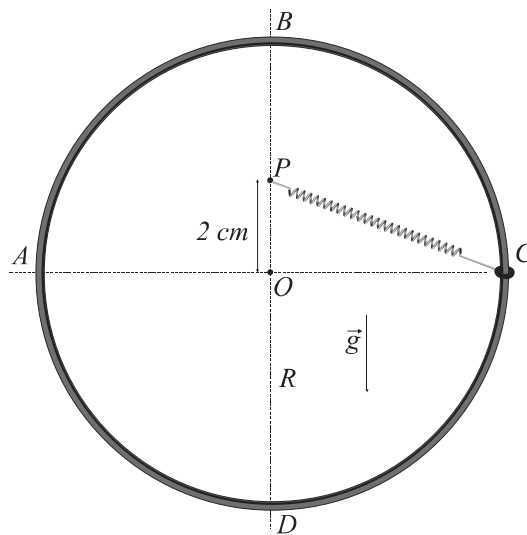


Fig. 3

08 - Num macaco hidráulico os êmbolos apresentam áreas iguais a 10 cm^2 e 60 cm^2 . Uma força de 40 N é aplicada no êmbolo menor, deslocando-o de 30 cm , em um tempo $t = 10 \text{ s}$.

- Qual a intensidade da força transmitida para o êmbolo maior?
- Nesse intervalo de tempo, qual o deslocamento sofrido pelo êmbolo maior?
- Qual a potência da força aplicada no êmbolo maior?

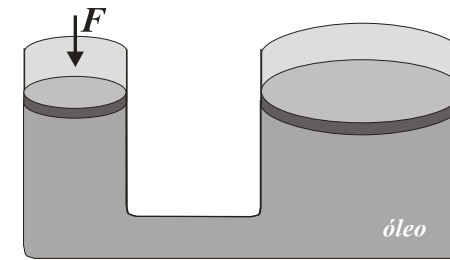


Fig. 4

09 - Uma esfera de massa m está apoiada numa parede vertical sem atrito e mantida nessa posição por um plano inclinado, também sem atrito, que forma um ângulo θ com o plano horizontal. Calcular as reações da parede e do plano sobre a esfera.

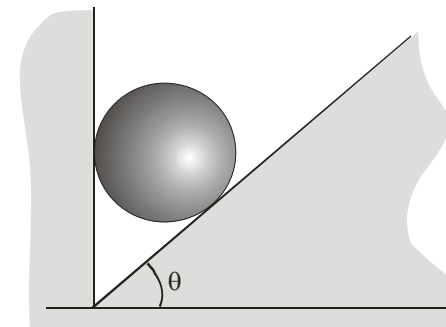


Fig. 5

10 - (Somente para o 1º Ano) Na figura os corpos possuem massas $m_1 = 100 \text{ kg}$ e $m_2 = 10 \text{ kg}$. Considere desprezível o atrito nos planos e nas polias. A corda AC é horizontal e a corda DB é paralela ao plano.

- Calcule o peso P necessário para manter o sistema em equilíbrio
- Determine a reação do plano sobre o corpo 1.

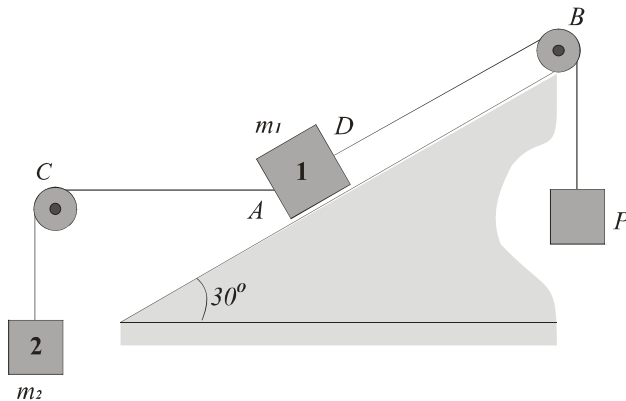


Fig. 6

11 - (Somente para o 1º Ano) Um motorista espera o sinal de trânsito abrir. Quando a luz verde acende, o carro é acelerado uniformemente durante 6 s, na razão de 2 m/s^2 , após o que ele passa a ter velocidade constante. No instante em que o carro começou a se mover, ele foi ultrapassado por um caminhão movendo-se no mesmo sentido com velocidade uniforme de 10 m/s . Após quanto tempo e a que distância da posição de partida do carro os dois veículos se encontrarão novamente?

12 - Uma bola movendo-se inicialmente a 6 m/s , no sentido positivo do eixo y fica, durante 4 s, sob a ação de uma força que causa uma aceleração de 2 m/s^2 , no sentido positivo do eixo x . Determine:

- O módulo e a direção da velocidade final da bola;

- A equação da sua trajetória e esboce o gráfico $y = y(x)$.

- O deslocamento sofrido pela bola no intervalo de tempo de 4 s.

13 - Um balão está no fundo de um lago de 90 m de profundidade e para trazê-lo à superfície começa a ser preenchido, por meio de uma bomba, com um hipotético gás ideal, cuja densidade é menor que a densidade do ar. O volume deste balão se altera de maneira que a pressão interna do gás seja igual à pressão média externa. Num determinado instante, quando o seu volume é V_0 , ele é desconectado da bomba, começa a subir e escapa da água. Considere que a massa do balão, incluindo a massa do gás, é de 10 kg e que as variações de temperatura são desprezíveis. Determine o menor volume V_0 que faz com que o balão não retorne ao lago. (obs.: Para fins de cálculo, despreze a diferença da pressão externa entre a base e o topo do balão)

14 - (Somente para o 1º Ano) A conhecida fórmula de dilatação térmica, na qual o comprimento de uma barra varia linearmente com a temperatura só é exata se a variação de temperatura não for grande. Para grandes variações de temperatura esta fórmula perde precisão e pode levar a erros grosseiros. Contudo, podemos, mesmo assim, utilizar esta fórmula para grandes variações se admitirmos que o *coeficiente de dilatação térmica varie com a temperatura*, ou melhor, que este coeficiente permaneça constante em uma determinada faixa de temperatura e tome outro valor em outra faixa. Suponha que uma barra, construída com material cujo coeficiente de dilatação α varie com a temperatura como mostrado na figura 7, tenha comprimento L_0 à temperatura T_0 .

- Qual o comprimento da barra na temperatura T_4 ?

- b) Se, ao invés do procedimento anterior, admitirmos que o valor α é o mesmo para todas as temperatura (e igual ao valor médio dos coeficientes de temperatura apresentados no gráfico) qual seria o comprimento da barra à temperatura T_4 ?

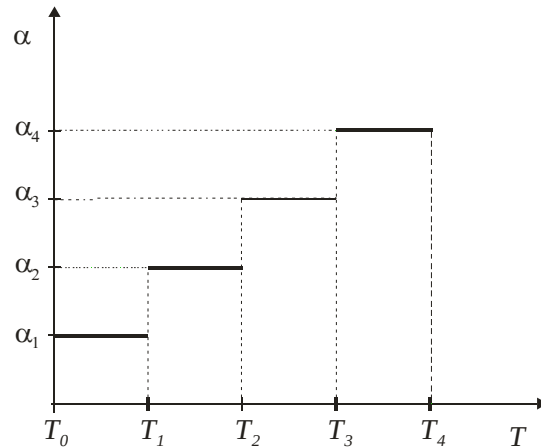


Fig. 7

15 - Uma máquina térmica tem rendimento 20% menor do que uma máquina de Carnot que opera entre as temperaturas $T_1 = 300 \text{ K}$ e $T_2 = 600 \text{ K}$. A quantidade de calor por unidade de tempo recebida pela máquina é igual à que ocorre quando uma parede de 10 cm de espessura, área de 2 m^2 e condutividade térmica de 50 W/(m K) é submetida a uma diferença de temperatura de 500 K .

- Determine a potência desta máquina.
- Que quantidade de gelo a -20°C seria possível derreter usando a quantidade de calor descartada pela máquina, durante um tempo de 10 minutos ?

16 - Certa quantidade de gás Hélio, inicialmente no estado A, em que a pressão e o volume valem $P_A = 32 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ e $V_A = 1 \text{ m}^3$, sofre o processo $A \rightarrow B \rightarrow C$. O processo $A \rightarrow B$ é isobárico e $B \rightarrow C$ é adiabático. Considere o gás ideal e que para o Hélio, $c_v = 3R/2$ e $c_p = 5R/2$, são os calores específicos molares a volume e a pressão constante, respectivamente.

- Construa o diagrama PV, sabendo que o volume do gás no estado

B é $V_B = 2 \text{ m}^3$ e a pressão no estado C é $P_C = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$.

- Quanto trabalho foi realizado pelo gás na expansão $A \rightarrow C$?
- Qual a variação na energia interna do gás de $A \rightarrow C$?

Observação: Num processo adiabático, o trabalho realizado (ou recebido)

pelo gás entre os estados $1 \rightarrow 2$ é dado por: $\Delta\tau = \frac{1}{1-\gamma}(P_2 V_2 - P_1 V_1)$,

onde $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ é o fator de Poisson.

17 - Um mergulhador está a 60 m abaixo da superfície de um lago. No instante $t = 0$ ele aponta um feixe de laser na direção de um avião, que está exatamente acima dele na direção vertical e, $8 \mu\text{s}$ após (lembre-se que $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$), o feixe refletido pelo avião chega nele. No instante $t = 10 \text{ s}$ ele aponta o laser para o ponto C, que está a 60 m do ponto O (veja figura 8) e a luz atinge o avião. Considere que os índices de refração da água e do ar sejam respectivamente $n_{\text{agua}} = 4/3$ e $n_{\text{ar}} = 1$, que a velocidade da luz no vácuo seja $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

- Qual é a velocidade do avião (em km/h)?

- b) Irá o feixe de luz atingir o avião se no instante $t = 15 \text{ s}$ o mergulhador incidir o feixe de laser no ponto D , que está a 80 m de O ?

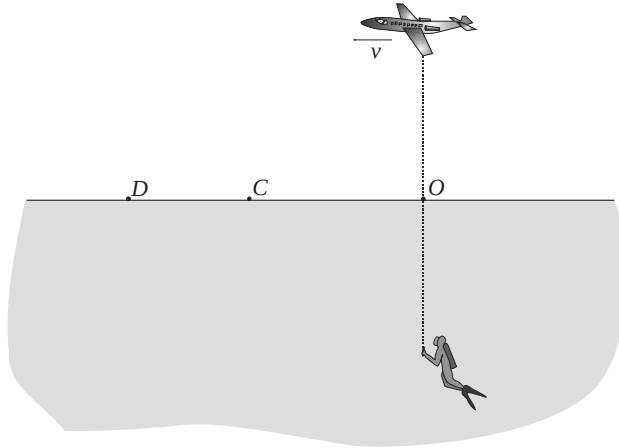


Fig. 8

18 - Duas lentes plano-convexas de raio 50 cm e índice de refração $1,5$ são montadas de modo que seus eixos ópticos coincidam e que as faces convexas fiquem uma defronte à outra, a uma distância de 15 cm . Um objeto de altura 10 cm é colocado a uma distância p à esquerda da primeira lente. Determine a altura da imagem, informando se ela é real ou virtual, direita ou invertida para os seguintes casos.

- a) O espaço entre as lentes é preenchido com água ($n=4/3$) e $p = 100 \text{ cm}$
- b) Todo o conjunto, inclusive o objeto, é imerso na água e $p = 80 \text{ cm}$.

19 -(Somente para o 1º Ano) Um feixe de luz paralelo incide sobre um sistema formado por duas lentes separadas por uma distância 5 cm . O feixe emergente também é paralelo, mas com diâmetro 5 vezes maior que o feixe incidente. Discuta como esse sistema pode ser construído, explicitando o tipo de lentes, as distâncias focais, a relação entre os diâmetros, etc. Esse sistema é único? Em caso negativo, descreva um outro sistema que leve ao mesmo resultado.

20 - Uma moeda se encontra exatamente na parte central do fundo de um tanque de água montado sobre a carroceria de um caminhão. Um rapaz que observa a moeda, segundo um ângulo α em relação à normal à superfície do líquido, mede uma profundidade aparente de 50 cm . Em certo instante o caminhão se move para frente com aceleração constante e o rapaz, observando a moeda com o mesmo ângulo α em relação à normal à superfície do líquido (que agora está inclinada), atribui uma profundidade aparente de $25\sqrt{3} \text{ cm}$. Determine a aceleração do caminhão.

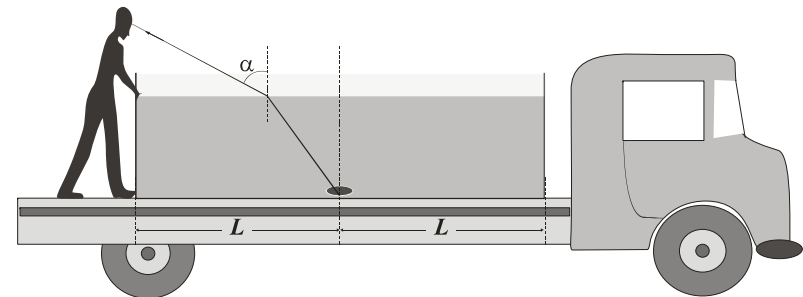


Fig. 9