

# OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2008



## 2ª FASE

### PROVA PARA ALUNOS DO 2º E 3º ANOS

  
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 2º e 3º anos e contém dezesseis (16) questões.
- 2 – Os alunos do 2º ano devem escolher livremente oito (8) questões para resolver.
- 3 – Os alunos do 3º ano escolhem também oito (8) questões, mas NÃO DEVEM RESPONDER AS QUESTÕES 2, 4, 10 e 12.
- 4 – A duração da prova é de quatro (4) horas.
- 5 – Os alunos só poderão ausentar-se das salas após 90 minutos de prova.
- 6 – Para a resolução das questões dessa prova use, quando for o caso, os seguintes dados:
  - $\pi = 3,2$
  - $g$  (na superfície da terra) =  $10 \text{ m/s}^2$
  - $\text{sen } 30^\circ = 0,50$
  - $\text{cos } 30^\circ = 0,87$

Boa prova!

**01.** Uma pequena esfera de densidade  $\rho_1$ , ao ser colocada na água, afunda inicialmente de forma acelerada mas, após um breve intervalo de tempo passa, devido à ação da força de viscosidade da água, a se mover com velocidade constante. Suponha que o tempo de descida desta esfera, ao percorrer uma distância  $L$  com velocidade constante, seja  $t_1$ . Uma segunda esfera de mesmo diâmetro, porém com densidade  $\rho_2$ , é atirada na água. Quando ela atinge a velocidade constante seu tempo de descida, para a mesma distância  $L$ , é  $t_2 = 2t_1$ . Supondo que  $\rho_1$  é 10% maior que a densidade da água, determine o valor de  $\rho_2$ . (Observação: o módulo da força de viscosidade para este caso pode ser expresso como  $F_v = b v$ , onde  $v$  é a velocidade e  $b$  é uma constante que depende do raio da esfera e das propriedades do líquido).

**02.** O estudante Carlos Alberto cobriu com massa de modelar um objeto maciço de material desconhecido e depois, cuidadosamente, cortou a massa de modelar retirando do seu interior o objeto (Fig. 1). Com esta ação, ele obteve dois recipientes de massa de modelar que encheu com água. Derramando convenientemente a água dos dois recipientes em uma caixa colocada sobre o prato de uma balança, verificou que a massa desta água era duas vezes maior que o valor da massa do objeto. Neste caso:

- Ao colocar o objeto na água ele afundará, flutuará com uma parte externa à água, ou flutuará totalmente imerso na água?
- Qual é a densidade do objeto se a densidade da água é igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$ ?

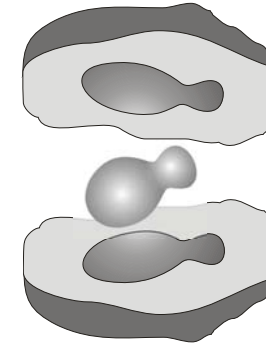


Fig. 1

**03.** Um bloco de massa  $m$  é liberado do repouso sobre um plano inclinado de uma altura  $H$ . O bloco desliza sobre o plano com atrito desprezível até sua base, quando então desliza sobre uma superfície rugosa com coeficiente de atrito cinético  $\mu$ , chocando-se com uma mola de constante elástica  $k$ , comprimindo-a de  $x$  e parando momentaneamente; a mola em seguida se distende, arremessando o corpo de volta ao plano inclinado e esse sobe a uma altura  $h$ . A distância percorrida pelo corpo sobre a superfície rugosa até o momento do repouso momentâneo é igual a  $d$ . Qual a expressão que determina a altura  $h$  que o corpo sobe?

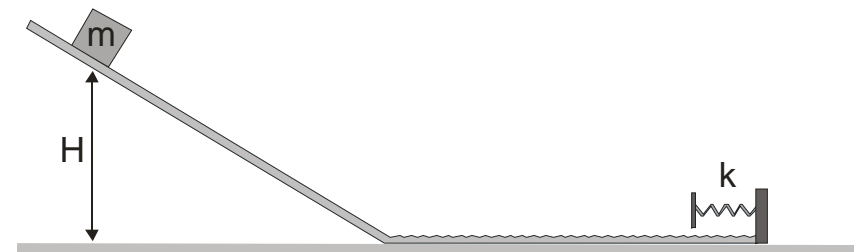


Fig. 2

**04.** Um garoto de massa 50,0 kg estava sobre um carrinho de massa 5,0 kg, movimentando-se com velocidade constante igual a 3,0 m/s. Em determinado instante ele salta e movimenta-se sobre a pista com velocidade igual a 1,0 m/s, no mesmo sentido que se encontrava sobre o carrinho. Qual será a velocidade adquirida pelo carrinho e o sentido do seu movimento logo após o salto do garoto?

**05.** Duas partículas, uma de massa  $m$  e velocidade  $v$ , e outra de massa  $2m$  e velocidade  $v/2$ , movem-se perpendicularmente sobre uma superfície horizontal lisa como mostra a figura 3. Num determinado instante atuam, sobre estas partículas, forças de igual módulo, direção e sentido. Quando estas forças deixam de atuar, a primeira partícula adquire um movimento perpendicular à sua direção inicial, sendo o módulo da velocidade, o mesmo. Qual o módulo da velocidade adquirida pela segunda partícula?



Fig. 3

**06.** Um corpo de massa igual a 2,0 kg é abandonado em repouso no alto de uma plataforma inclinada, que forma um ângulo de  $30^\circ$  com a superfície horizontal em que se encontra apoiada. Este corpo desliza sobre a plataforma e atinge sua base com uma velocidade igual a 6,0 m/s. Considerando a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e o comprimento da plataforma 10 m, determine o módulo da força de atrito entre o corpo e a plataforma.

**07.** Um projétil é disparado por um canhão e, no ponto mais alto de sua trajetória, a uma distância horizontal de 100 m do canhão, explode, dividindo-se em dois pedaços iguais. Um dos fragmentos é lançado horizontalmente para trás com velocidade de mesmo módulo que possuía o projétil imediatamente antes de explodir. Considerando desprezível a resistência do ar, a que distância entre si cairão no solo os dois fragmentos?

**08.** Um canhão e um alvo a 2040 m estão fixos na terra. Muito próximo ao alvo há um detector que acusa que o som da explosão chega em 6 segundos e o projétil atinge o alvo em 10 segundos, contados a partir da chegada do sinal luminoso que se segue após o disparo. Suponha agora que este canhão seja montado em um avião e que, quando o avião está com uma velocidade de 306 m/s (em relação ao solo) e a 5100 m do alvo, o canhão é acionado a uma razão de 1 disparo por segundo. Considerando que o avião e os projéteis realizam movimento retilíneo uniforme, determine:

- o intervalo de tempo medido pelo detector entre o impacto da primeira bala no alvo e o correspondente som do disparo do canhão.
- o intervalo de tempo do som recebido pelo detector entre dois disparos consecutivos.

**09.** Dois blocos de massa  $m_1 = 40 \text{ g}$  e  $m_2 = 250 \text{ g}$ , cada qual preso a molas ideais de mesma constante elástica  $k = 100 \text{ N/m}$ , executam movimento harmônico simples sobre um plano sem atrito, conforme mostra a figura 4. O bloco 1 oscila em torno do ponto  $x = 0$  com amplitude  $A_1 = 5 \text{ cm}$ . No instante  $t = 0$ , quando ele passa pelo ponto onde sua

energia cinética é máxima, ele se solta da mola movendo-se para a direita. O bloco 2 oscila em torno do ponto  $x_0 = 100$  cm e no mesmo instante  $t = 0$  ele se encontra no ponto  $O_2$  onde sua energia potencial é máxima e vale 0,5 J. Logo em seguida, ao passar pelo ponto  $x_0$  ele perde contato com a mola e se move ao encontro do bloco 1. Encontre o ponto e o instante em que os blocos irão se chocar.



Fig. 4

10. Um cubo de vidro é aquecido de modo que sua temperatura aumenta com a quantidade de calor fornecida de acordo com o gráfico abaixo. Se a densidade do vidro à  $20^\circ\text{C}$  é  $2500\text{ kg/m}^3$ , qual será seu volume (em  $\text{cm}^3$ ) à  $120^\circ\text{C}$ ? Considere que para o vidro o calor específico é  $c = 1000\text{ J/kg}^\circ\text{C}$  e o coeficiente de dilatação linear é  $\alpha = 10^{-5}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

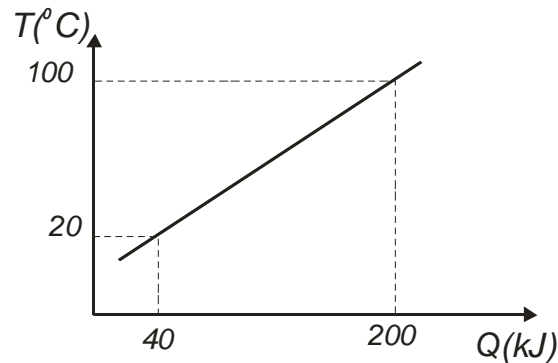
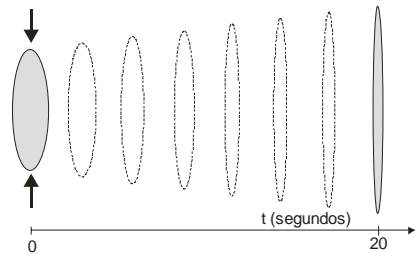


Fig. 5

11. Uma máquina térmica de  $100\text{ kW}$  de potência tem eficiência térmica de 25%. Seu combustível é a gasolina, que tem calor de combustão  $L_c = 5 \times 10^7\text{ J/kg}$  (que é o calor fornecido à máquina à razão de  $5 \times 10^7\text{ J}$  para cada quilograma de gasolina queimada). Se a densidade da gasolina é  $d = 0,75\text{ kg/l}$ , quantos litros serão queimados em 1 hora?

12. Uma lente com distância focal 12 cm fornece sobre uma tela a imagem 9 vezes maior que o tamanho do objeto. Mantendo-se o objeto e a tela nos mesmos locais e substituindo a lente por outra, obtemos uma imagem 3 vezes maior que o tamanho do objeto. Determine a distância focal desta segunda lente.

13. Um objeto de 10 cm de altura é colocado a 50 cm de uma lente biconvexa, que é construída com um material plástico transparente de índice de refração 1,5. O material é bastante elástico de modo que, pressionando as extremidades em direção ao centro, o raio de curvatura pode ser alterado. Suponha que no instante  $t = 0$  a força aplicada na lente é retirada, de modo que os raios de curvatura vão aumentando segundo a equação  $R = 40 + vt$  (fig. 6), onde  $R$  é expresso em centímetros e  $t$  em segundos. Observa-se que, a partir de  $t > 20$  s, o sentido da imagem é justamente o oposto do sentido quando  $t < 20$  s. Determine  $v$ .



Evolução temporal do formato da lente

Fig.6

14. Um conjunto de luzes natalinas contém 100 pequenas lâmpadas idênticas. Elas estão arranjadas em forma de 10 “ramos” associados em paralelo e em cada ramo existem 10 lâmpadas associadas em série. A potência elétrica total dissipada neste conjunto vale  $P_0$ . Suponha que 10 lâmpadas queimaram e que temos disponíveis 10 lâmpadas cuja potência individual, quando submetidas à mesma tensão, é 4 vezes maior do que de cada lâmpada original. Qual seria a potência total, em função de  $P_0$  se:

- Substituímos em todos os ramos apenas uma lâmpada.
- Substituímos 10 lâmpadas de um único ramo, deixando os outros ramos inalterados.

15. Três pequenas esferas de massa desprezível são colocadas nos vértices de um triângulo isósceles de base  $L$  (figura 7a). As esferas da parte direita da figura são carregadas com carga  $+q$ , enquanto do lado esquerdo com carga  $Q$ . O conjunto fica em equilíbrio quando é submetido a um campo elétrico uniforme  $\vec{E}$ , mostrado na figura.

- Determine o valor da carga  $Q$  em função de  $q$ .

b) Determine o valor do lado  $x$ , sabendo-se que  $L = 3m$ ,  $q = \sqrt{3} \times 10^{-7} C$  e  $|\vec{E}| = 100 V/m$

c) Discuta qualitativamente se o sistema mostrado na figura 7b pode ficar em equilíbrio.

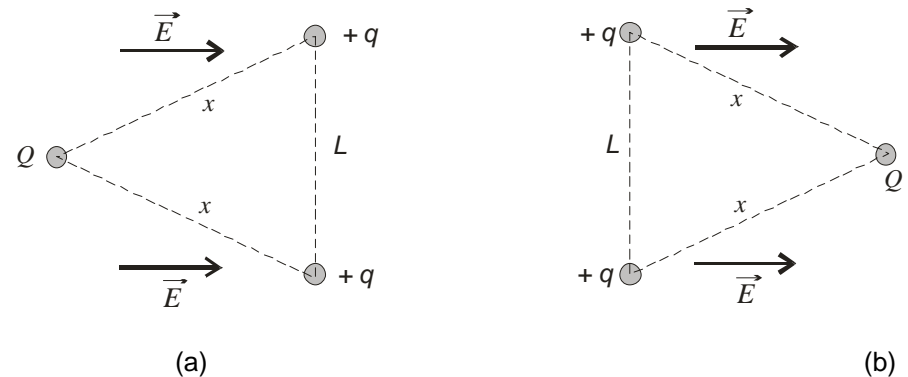


Fig.7

16. Quatro objetos pontuais, cada um com carga  $+q$ , são colocados fixos nos cantos de um quadrado de aresta  $d$ . Qual é a energia potencial eletrostática deste sistema de cargas?

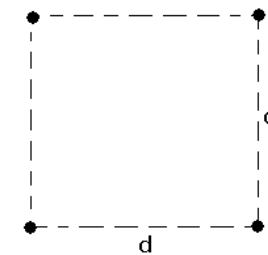


Fig.8