

# OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2007



## 2ª FASE

### PROVA PARA ALUNOS DO 1º E 2º ANOS



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



Olimpíada Brasileira de Física

Apoio



### 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 2, 5, 9, 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) =  $10 \text{ m/s}^2$

$\theta$	$30^\circ$	$53^\circ$	$60^\circ$
Sen $\theta$	$1/2$	$0,8$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,87$
Cos $\theta$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0,87$	$0,6$	$1/2$

Boa prova!

1. Um adolescente de altura  $h$  caminha, com velocidade constante  $v$ , em um corredor reto e passa sob uma lâmpada pendurada a uma altura  $H$  acima do solo. Determine a velocidade da sombra da cabeça do adolescente no solo.

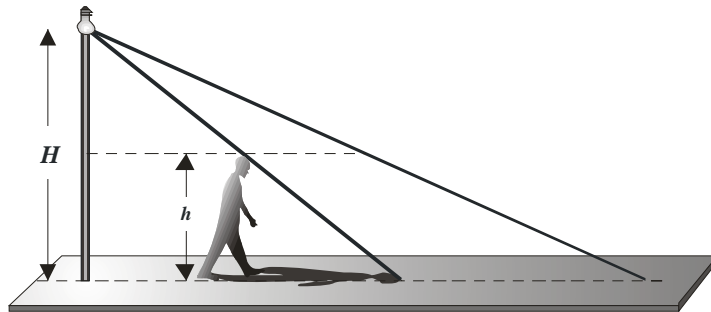


Fig. 1

2. Duas bolas são atiradas verticalmente do alto de um edifício, uma após a outra, com velocidades de mesma magnitude  $v_0 = 2 \text{ m/s}$ . A primeira bola é atirada para cima e, após um intervalo de tempo  $\Delta t = 1 \text{ s}$ , a segunda é atirada para baixo. Despreze os efeitos dissipativos.

- Determine a distância e a velocidade relativa entre as bolas.
- O que acontece com estas grandezas quando  $\Delta t$  tende a zero?

3. Dois pequenos orifícios de áreas iguais são feitos, um acima do outro, em uma garrafa PET cheia de água, como pode ser observado na figura 2. Sabe-se que a distância entre o orifício superior e a superfície da água é  $h$ , e que a distância entre os orifícios é  $D$ . Estabelecendo o sistema de coordenadas  $Oxy$  no furo inferior, determine as coordenadas  $(x_e, y_e)$  do local de intersecção entre os dois fluxos de água. Despreze todos os efeitos dissipativos e de turbulência da água. Considere também que o

fluxo de água é tão lento que a altura  $h$  não varia durante o tempo de observação.

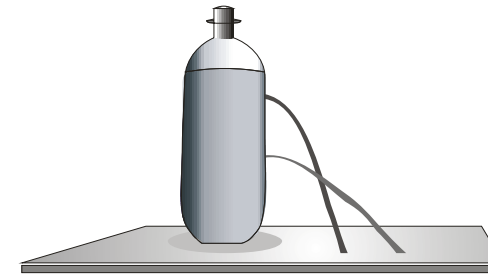


Fig. 2

4. Um objeto de peso  $P$  é preso, através de uma corda, ao eixo de uma roldana móvel, de massa desprezível, como mostra a figura 3. Considere todas as cordas e roldanas do sistema como ideais.

- Que força  $F$  deve ser aplicada, à extremidade livre da corda, de modo que o sistema se mova com aceleração constante  $a$ ?
- Determine o valor da força  $F$  para que o corpo fique em equilíbrio estático.

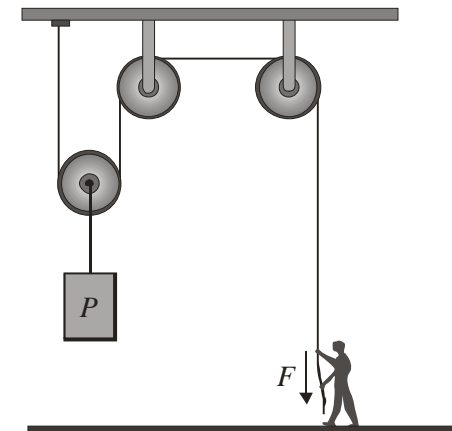


Fig. 3

5. Dois corpos com massas  $m_1$  e  $m_2$  estão conectados por uma corda (inextensível e de massa desprezível) que passa sobre uma roldana ideal fixa. No instante  $t = 0$ , quando o desnível entre os corpos é  $h$  (veja figura 4), eles são abandonados, a partir do repouso, de modo que o corpo de massa  $m_1$  desliza para baixo. Considere  $\mu$  o coeficiente de atrito cinético entre os corpos e as superfícies.

a) Determine a aceleração que os corpos adquirem.

b) Após um tempo  $\Delta t$  ambos os corpos estarão a uma mesma altura. Determine  $\Delta t$ .

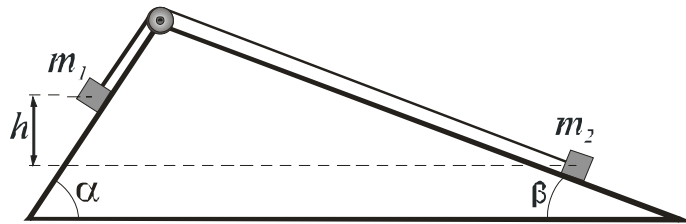


Fig. 4

6. Em uma mesa de bilhar estão dispostas três bolas idênticas de massa  $m = 200\text{g}$ , em repouso. Um jogador toca a bola 1 com um taco, exercendo sobre ela uma força de módulo  $F = 5\text{N}$ , paralela à superfície da mesa. Após  $0,2\text{s}$  da aplicação da força, a bola 1 atinge a bola 2. Observa-se que, após o choque, as bolas 1 e 2 passam a mover-se em direções que formam  $60^\circ$  e  $30^\circ$ , respectivamente, com a direção original da bola 1. Após certo tempo a bola 2 colide com a bola 3 e fica em repouso, enquanto a bola 3 segue em direção à caçapa, atingindo-a em  $0,3\text{s}$ . Considerando os choques elásticos e desprezando o atrito entre as bolas e a superfície, pergunta-se:

a) A velocidade da bola 3 ao atingir a caçapa;

b) A distância percorrida pela bola 3 até atingir a caçapa.

7. Um garoto de massa  $m$  está num pequeno barco, de massa  $M$ , que se encontra em repouso em um lago de águas paradas. Em um determinado momento ele anda com velocidade  $v$  de um extremo do barco ao outro. Desprezando os efeitos dissipativos,

a) Qual será a velocidade do barco em relação à margem?

b) Se o barco fosse transformado num navio, qual seria a velocidade do navio?

8. Uma roda gigante de raio  $5,0\text{ m}$  tem o seu eixo a  $6,6\text{ m}$  do solo e se encontra girando, com velocidade constante, no sentido horário. Quando uma das cadeiras chega à posição que forma  $53^\circ$  com a direção vertical (veja figura 5), a criança que a ocupa lança uma bola para o alto, na direção vertical, com velocidade de  $8,8\text{ m/s}$ . Sabendo que o período do movimento da roda gigante é de  $10\pi\text{ s}$ , determine o ponto em que a bola vai atingir o solo.

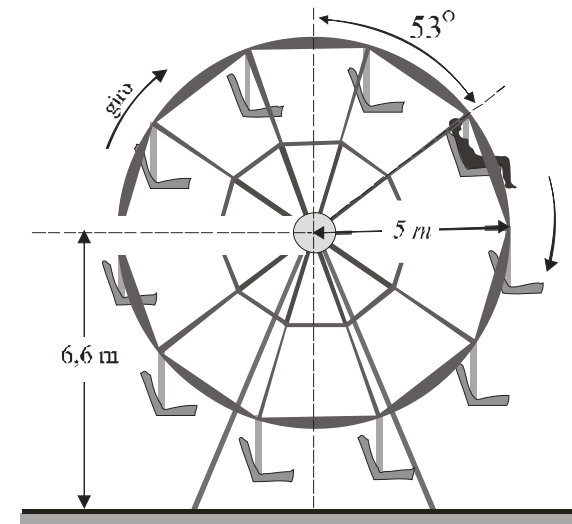


Fig. 5

9. Em um pêndulo cônico temos uma corda de comprimento  $\ell$  e na sua extremidade um corpo de massa  $m$ , que realiza um movimento circular no plano (veja figura 6). Como consequência deste movimento, a corda descreve a figura de um cone, razão pela qual o pêndulo adquire esse nome. Determine:

- A velocidade angular  $\omega$  do corpo em função da aceleração da gravidade  $g$ , do comprimento  $\ell$  e do ângulo  $\theta$  de inclinação da corda.
- O tempo para o corpo dar uma volta completa no círculo.

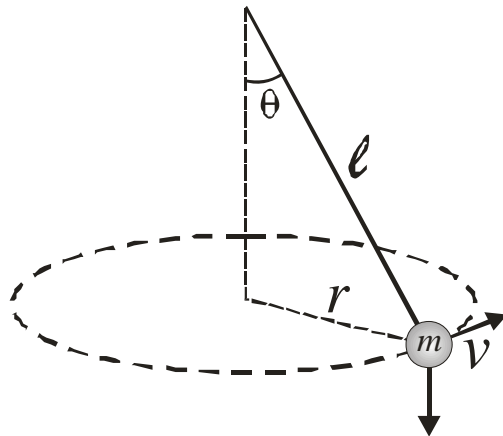


Fig. 6

10. Um corpo de massa  $m$  desce um plano inclinado. O coeficiente de atrito cinético entre o corpo e o plano varia de acordo com  $\mu = \mu_0 x$ , onde  $\mu_0$  é uma constante, e  $x$  é a distância percorrida pelo corpo a partir do ponto inicial  $x = 0$ , mostrado na figura 7.

- Esboce o gráfico da magnitude da força de atrito em função de  $x$  e, a partir dele, ache a magnitude do trabalho realizado pela força de atrito cinético para uma distância  $x$  percorrida pelo corpo.
- Determine a distância  $d$  percorrida pelo corpo até que sua aceleração seja nula.
- Ao atingir este ponto, o corpo irá parar? Suponha que o corpo parte do repouso na posição  $x = 0$ .

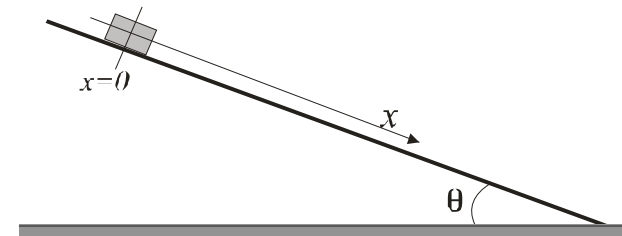


Fig. 7

11. Um sólido homogêneo apresenta um peso aparente  $P_1$ , quando mergulhado num líquido de densidade  $\rho_1$  e, quando mergulhado num líquido de densidade  $\rho_2$ , apresenta peso aparente  $P_2$ . Com base nestas informações determine a densidade,  $\rho$ , deste sólido, em termos de  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $\rho_1$  e  $\rho_2$ .

12. Um refrigerador utiliza uma potência  $P$  para converter  $\ell$  litros de água em gelo, num intervalo de tempo  $\Delta t$ . Considere que a água tem densidade de  $1,0 \text{ kg} / \ell$ , calor específico  $c$ , calor latente de solidificação  $L_s$  e está a uma temperatura  $T_0 > 0$ . Qual a quantidade de calor que será liberada pelo refrigerador, para o meio ambiente, durante este intervalo de tempo?

13. Considere duas barras delgadas, de comprimentos  $\ell_1$  e  $\ell_2$ , feitas de materiais cujos coeficientes de dilatação linear são, respectivamente,  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ . As barras estão dispostas de modo a estarem separadas por uma distância  $\Delta \ell$ , conforme mostra a figura 8.

A que variação de temperatura deve ser submetido o sistema para que o espaçamento  $\Delta \ell$ , entre as duas barras, seja completamente preenchido? Considere que apenas as barras sofram influência desta variação de temperatura.

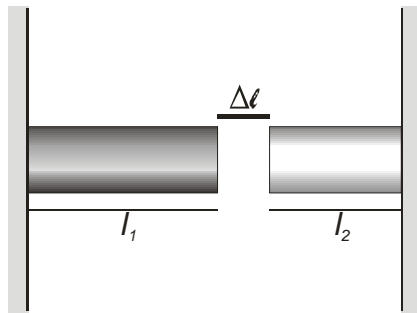


Fig. 8

14. Uma lâmina bimetálica é constituída por uma junção de duas lâminas retilíneas que têm o mesmo comprimento quando estão à temperatura  $T$ . Ao aumentar sua temperatura para  $T + \Delta T$  a lâmina se curva, formando um arco de circunferência de espessura total  $d$  (veja figura 9). Supondo que os coeficientes de dilatação linear das lâminas sejam respectivamente iguais a  $\alpha_2$  e  $\alpha_1$ , com  $\alpha_2 > \alpha_1$ , e que as espessuras de cada lâmina, após a dilatação, sejam iguais, deduza a expressão do raio de curvatura  $R$  da junção entre as lâminas.

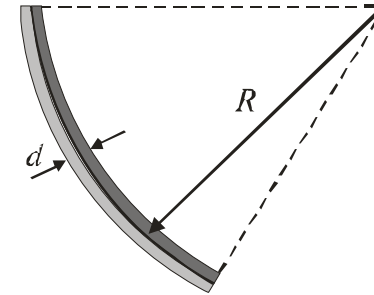


Fig. 9

15. Tem-se três líquidos A, B e C, com calores específicos  $0,2 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ,  $0,1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$  e  $0,4 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , respectivamente, e que se encontram em temperaturas diferentes. Quando são misturadas massas iguais dos líquidos A e B, obtém-se uma temperatura de equilíbrio de  $40^\circ\text{C}$  e, quando são misturadas massas iguais dos líquidos A e C, a temperatura de equilíbrio é de  $20^\circ\text{C}$ . Sabendo que a temperatura inicial do líquido A é de  $50^\circ\text{C}$ , determine a temperatura de equilíbrio da mistura de massas iguais dos líquidos B e C.

16.  $N$  moles de um gás ideal realiza um processo cíclico ( $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ ) mostrado no diagrama Volume ( $V$ ) contra Temperatura ( $T$ ) da figura 10.

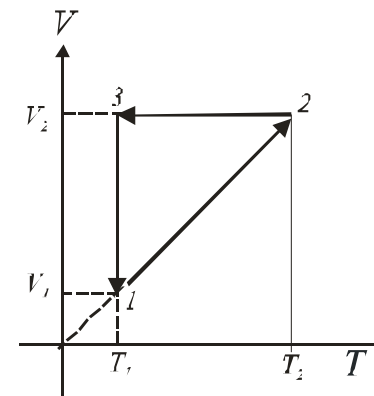


Fig. 10

a) Esboce o desenho de um diagrama equivalente da Pressão ( $P$ ) contra Volume ( $V$ ).

b) Descreva e explique as situações em que o sistema absorve calor ou perde calor.

17. Um fotógrafo, postado atrás de uma das traves em uma partida de futebol, fotografa uma jogada que se passa no outro lado do campo, a uma distância de 120 m. Sua máquina possui uma teleobjetiva de distância focal igual a 200 mm e um filme que forma imagens de 24 mm X 36 mm. O filme é revelado e impresso em papel de 20 cm X 30 cm. Se na foto impressa a altura do goleiro é de 2,5 cm, qual é sua altura real?

18. Um feixe de luz proveniente do ar (onde o índice de refração  $n = 1$ ) incide com ângulo  $\theta < 90^\circ$  em uma barra que é composta pela junção de duas lâminas paralelas. Os índices de refração das lâminas são tais que  $n_2 > n_1 > 1$ . O feixe pode penetrar na barra tanto pelo ponto A, quanto por B (Fig 11). Considerando as duas situações, o feixe poderá sofrer reflexão interna **total** na interface entre os meios? E na superfície oposta da barra? Justifique.

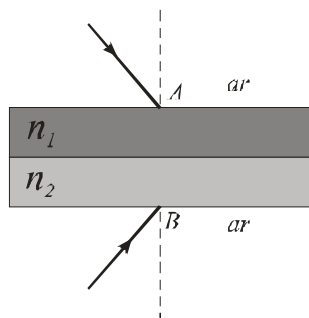


Fig. 11

19. Uma barra de comprimento  $L$  repousa sobre o eixo óptico de uma lente, cuja distância focal é  $f = -20 \text{ cm}$ . Uma das extremidades da barra se encontra a 10 cm da lente, enquanto a distância da **imagem** da outra extremidade à lente é de 12 cm. Qual é o comprimento  $L$  da barra?

20. Frequentemente ouvimos que um feixe de luz paralelo converge para o ponto focal de um espelho côncavo. Esta afirmação, contudo, é válida apenas para o caso paraxial, isto é, quando o feixe está muito próximo do eixo óptico. Fora desta condição, o feixe refletido cruza o eixo em pontos que dependem da distância do feixe incidente ao eixo (ou, equivalentemente, do ângulo de incidência sobre o espelho). Isto é chamado de aberração esférica. Para mostrar esta afirmação, suponha um feixe de luz incidente, paralelo ao eixo óptico, e que forma um ângulo  $\theta$  com a reta que passa pelo centro de curvatura  $C$  (veja figura 12). Aplicando a lei da reflexão, determine a distância de  $C$  ao ponto em que o raio refletido cruza o eixo óptico, em função do raio  $R$  e de  $\theta$ . Calcule este valor para  $\theta = 60^\circ$  e  $\theta = 30^\circ$

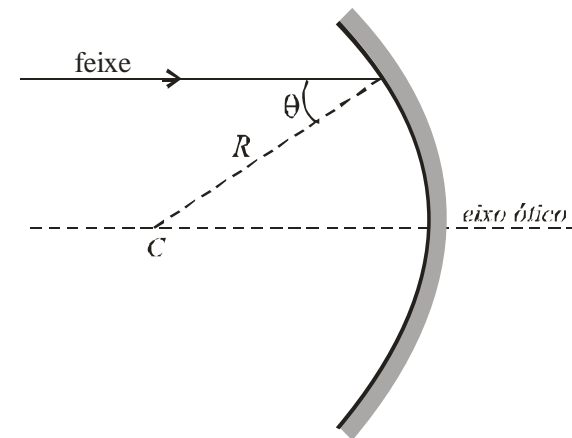


Fig. 12