



## Olimpíada Brasileira de Física 2004

### 2ª Fase

### Prova para alunos de 1º e 2º anos

Leia atentamente as instruções abaixo:

1 – Esta prova destina-se **exclusivamente** a alunos de 1º e 2º anos.

2 – A prova contém **vinte** questões. Escolha **oito** para resolver, conforme quadro abaixo. Cada questão tem valor máximo de 6 (seis) pontos.

Série	Resolver
1º ano	quaisquer 8 problemas
2º ano	quaisquer 8 problemas dentre os seguintes: <b>2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.</b>

3 – Resolva as questões no **Caderno de Resoluções**, que se encontra em separado.

4 – Identifique-se corretamente no **Caderno de Resoluções**.

5 – A duração desta prova é de 4 horas.

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

- aceleração da gravidade próxima à superfície da Terra:  $g = 10 \text{ m/s}^2$
- $\pi = 3$
- densidade da água:  $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$
- $\text{sen } 30^\circ = \text{cos } 60^\circ = 0,50$
- $\text{sen } 60^\circ = \text{cos } 30^\circ = 0,87$

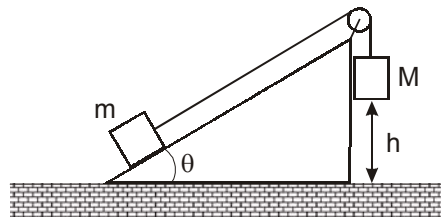
**OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA – 2004**

**2ª Fase – 1º e 2º anos**

**QUESTÃO 1 (somente para 1º ano)** – Uma bolinha de aço, abandonada a 1 m de altura de um piso muito duro, realiza um movimento periódico de subida e descida, por tempo indeterminado se desconsiderarmos as perdas de energia na resistência do ar e nas colisões com o solo. De que altura deve-se abandonar, simultaneamente com a primeira, uma segunda bolinha para que a sua terceira colisão com o solo coincida com a quinta colisão da primeira bolinha?

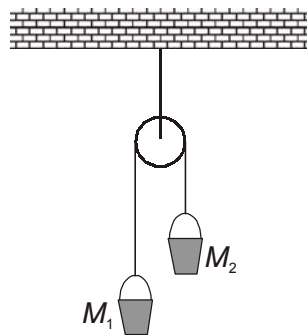
**QUESTÃO 2 (1º e 2º anos)** – Dois rapazes brincam de tênis na praia. Um deles dá uma raquetada na bola a 2,45 m de altura, imprimindo-lhe uma velocidade de 72 km/h na horizontal. Qual deve ser a velocidade mínima do outro rapaz, situado inicialmente a 20,3 m à frente do primeiro, para que consiga apagar a bola antes que ela bata na areia?

**QUESTÃO 3 (somente para 1º ano)** – Em um plano inclinado cujo coeficiente de atrito cinético é  $\mu$ , colocam-se dois blocos de massas  $m$  e  $M$ , dispostos conforme a figura abaixo, tais que, ao serem abandonados, o bloco de massa  $M$  desce.



Considerando os fios e a polia ideais, determine a velocidade dos blocos quando o bloco de massa  $M$  chegar ao solo.

**QUESTÃO 4 (1º e 2º anos)** – A figura representa dois baldes de massas  $M_1$  e  $M_2$ , contendo cada um uma quantidade de areia de massa  $M$ .



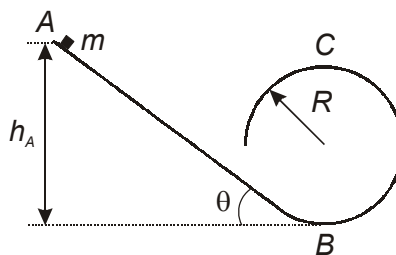
Considere a polia e os fios ideais. Supondo que a massa  $M_2$  seja ligeiramente maior que a massa  $M_1$

- a) Qual a quantidade  $m$  de areia que deve ser transferida do balde de massa  $M_1$  para o balde de massa  $M_2$  para que a aceleração do sistema aumente de um fator  $f$ ?
- b) Qual o maior valor de  $f$  possível?

**QUESTÃO 5 (somente para 1º ano)** – Um motorista, trafegando a 72 km/h, avista uma barreira eletrônica cuja velocidade máxima permitida é de 40 km/h. Quando está a 100 m da barreira ele aciona continuamente o freio do carro e passa por ela a 36 km/h. Considerando que a massa do carro com os passageiros é de 1000 kg,

- a) qual a força resultante, suposta constante, sobre o carro ao longo desses 100 m?
- b) qual o trabalho dessa força resultante?

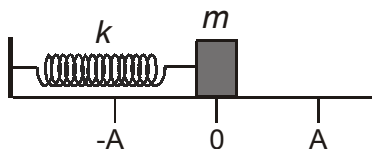
**QUESTÃO 6 (1º e 2º anos)** – Um bloco de massa  $m$  é abandonado sobre o trilho e desliza, a partir do ponto A, como representado na figura abaixo.



O coeficiente de atrito cinético entre o trilho e o bloco no trajeto AB é  $\mu$ . A seção circular que se inicia no ponto B, não tem atrito.

- a) Qual a menor velocidade que o bloco deve ter no ponto B para que consiga passar pelo ponto C?
- b) Qual a altura  $h_A$  para que isso ocorra?

**QUESTÃO 7 (somente para 1º ano)** – A figura abaixo representa um sistema conservativo.



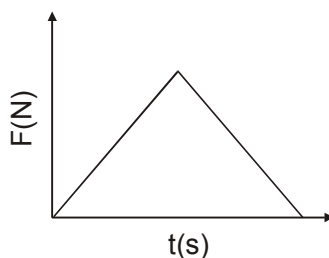
O corpo é deslocado até a posição  $-A$  e, em seguida, liberado, passando a oscilar entre as posições  $-A$  e  $A$ . Reproduza a tabela abaixo no Caderno de Resoluções e complete-a com os valores das energias cinética e potencial do corpo nas posições dadas.

	Posição				
	$-A$	$-A/2$	$0$	$A/2$	$A$
$E_{\text{cinética}}$					
$E_{\text{potencial}}$					

Utilizando esses valores, esboce um gráfico das curvas das energias cinética e potencial em função da posição. Trace as duas curvas em um mesmo sistema de eixos coordenados.

**QUESTÃO 8 (1º e 2º anos)** – Uma bola, de massa igual a 100 g, é abandonada de uma altura de 1,25 m, bate no chão e torna a subir até a altura de 0,80 m. Desprezando a resistência do ar, determine:

- o coeficiente de restituição;
- o impulso do chão sobre a bola;
- a força máxima exercida pelo chão sobre a bola, considerando que a colisão dure 20 ms e que a variação da força com o tempo seja como no gráfico abaixo.

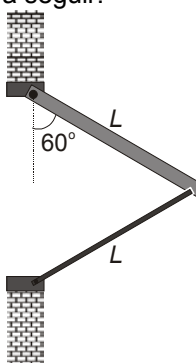


**QUESTÃO 9 (1º e 2º anos)** – Uma partícula é lançada verticalmente, a partir do solo, com velocidade inicial  $v_0$ . Adote um sistema referencial com origem no chão e positivo para cima.

- A partir do teorema impulso-quantidade de movimento, somente, determine uma expressão que forneça a velocidade da partícula em função do tempo.
- A partir do teorema-trabalho energia cinética, somente, determine uma expressão que forneça a velocidade da partícula em função do deslocamento vertical.

**QUESTÃO 10 (1º e 2º anos)** – Considere um planeta com  $1/4$  da densidade média da Terra e raio três vezes o raio da Terra. Sendo  $g$  o módulo da aceleração da gravidade na superfície da Terra qual será a aceleração da gravidade  $g_p$  na superfície do planeta?

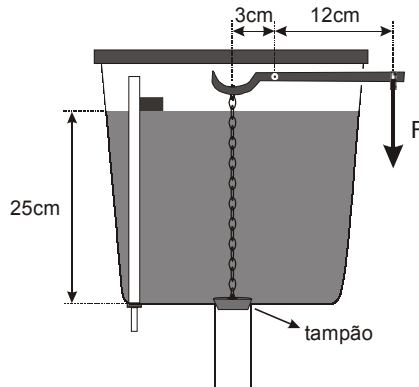
**QUESTÃO 11 (1º e 2º anos)** – Uma janela basculante de massa  $M$  é mantida aberta por uma haste pivotante de massa desprezível, como representado na figura a seguir:



Tanto a janela, quanto a haste possuem comprimento  $L$ . Se a janela está aberta na posição indicada na figura,

- demonstre que a força que a haste exerce sobre a janela está na direção da haste;
- determine o módulo dessa força.

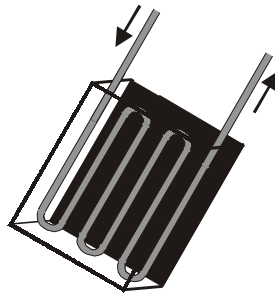
**QUESTÃO 12 (1º e 2º anos)** – A superfície livre da água em uma caixa de descarga residencial está a uma altura de 25 cm de sua base, onde existe um orifício de diâmetro 5 cm para a saída da água. Um tampão de massa desprezível fecha o orifício, devido à ação da pressão da água. A descarga é disparada por meio de uma alavanca, também de massa desprezível, com apoio a 3 cm da vertical sobre o tampão e haste de acionamento de 12 cm. Um esboço da caixa está na figura abaixo.



Qual a intensidade da força vertical **F** necessária para liberar o tampão?

**QUESTÃO 13 (1º e 2º anos)** – Ao se construir uma escala termométrica arbitrária *X*, verificou-se que a temperatura de  $-40\text{ }^\circ\text{X}$  coincide com a da antiga escala de temperatura Réaumur, que adota como pontos fixos  $0\text{ }^\circ\text{R}$  e  $80\text{ }^\circ\text{R}$ . Verificou-se ainda que a temperatura de  $-75\text{ }^\circ\text{X}$  coincide com a da escala Celsius. Determine na escala *X* a leitura de  $0\text{ }^\circ\text{C}$  e a leitura de  $80\text{ }^\circ\text{R}$ .

**QUESTÃO 14 (1º e 2º anos)** – Um coletor de energia solar para aquecimento de água consiste de uma caixa com parede de vidro e fundo pintado de preto, que funciona como uma estufa. A luz solar penetra pela parede transparente de vidro e a energia é absorvida pelo fundo negro, aquecendo-o. Essa energia é então transferida para a água, que passa dentro do coletor através de canos dispostos em vai-e-vem, aquecendo-a.

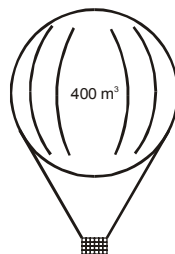


Considere um sistema semelhante a esse no qual a água de um reservatório de 450 L, termicamente isolado, inicialmente a  $19\text{ }^\circ\text{C}$  circula continuamente através desse dispositivo e atinge  $39\text{ }^\circ\text{C}$  após 8 horas de exposição solar. Desprezando as perdas de energia para o ambiente, qual é a potência média desse coletor de energia solar? Dados: calor específico da água =  $4,0 \cdot 10^3\text{ J/kg }^\circ\text{C}$  e a densidade da água =  $1,0\text{ kg/L}$ .

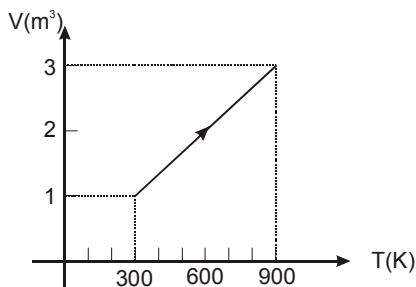
**QUESTÃO 15 (1º e 2º anos)** – Um antigo relógio de pêndulo de aço (coeficiente de dilatação linear  $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ) funciona corretamente durante o inverno. No verão, ele passa a atrasar o equivalente a 2 min por mês. Determine a diferença entre as temperaturas médias de verão e inverno.

**QUESTÃO 16 (1º e 2º anos)** – Uma extremidade de uma barra de metal, de  $5,0\text{ cm}^2$  de seção transversal e 50 cm de comprimento, é mantida a  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , e a outra extremidade está em contato com gelo fundente. Desprezando perda de energia por irradiação, quanto gelo fundirá em 1 h? Dados: condutividade do metal =  $0,9\text{ cal}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$ , calor latente de fusão do gelo =  $80\text{ cal/g}$ .

**QUESTÃO 17 (1º e 2º anos)** – Um balão de ar quente tem a massa de 100 kg, excluindo o ar, e volume de  $400\text{ m}^3$ . O ar externo está à temperatura de  $15\text{ }^\circ\text{C}$ , pressão de 100 kPa, densidade de  $1,25\text{ kg/m}^3$  e tem massa molecular igual a 30 g/mol. A que temperatura deve ser aquecido o ar dentro do balão para que suba? Dado: Constante Universal dos Gases, *R*, igual a  $8\text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}$ .

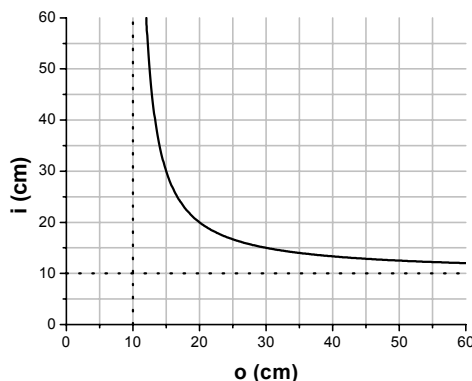


**QUESTÃO 18 (1º e 2º anos)** – Uma amostra de 0,100 mols de um gás ideal sofre a transformação representada na figura abaixo.



Nessa transformação, o gás recebe uma quantidade de calor igual a 270 J. Considerando que a constante universal dos gases,  $R$ , vale 8 J·mol/K, calcule a variação da energia interna do gás nesse processo.

**QUESTÃO 19 (1º e 2º anos)** – Parte do gráfico da distância-imagem,  $i$ , em função da distância-objeto,  $o$ , medidas ao longo do eixo principal de um espelho esférico, é mostrada abaixo:



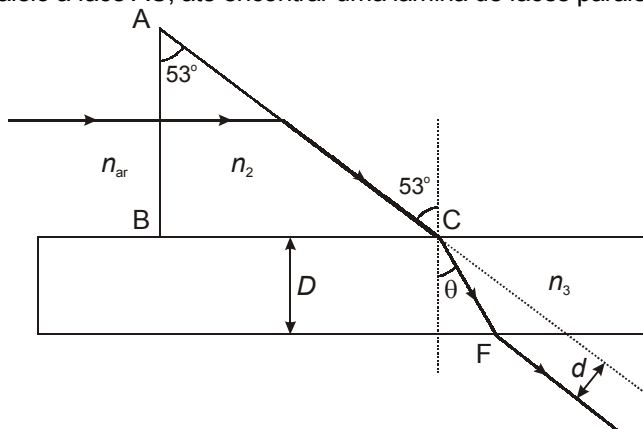
Determine:

- a) a distância focal do espelho;
- b) o tipo de espelho (se côncavo ou convexo).

Se a distância-objeto for igual a 5 cm, determine:

- c) a distância-imagem;
- d) o aumento linear transversal;
- e) a natureza da imagem (se real ou virtual, direita ou invertida).

**QUESTÃO 20 (1º e 2º anos)** – Um raio de luz monocromático, vindo do ar, incide na face AB do prisma representado na figura e emerge rasante, paralelo à face AC, até encontrar uma lâmina de faces paralelas, justaposta à face BC.



Dados:

- $n_{ar} = 1,0$  (índice de refração do ar);
- $n_3 = 1,6$  (índice de refração do material da lâmina);
- $D = 2,0$  cm (espessura da lâmina de faces paralelas);
- $c = 3,0 \times 10^8$  m/s (velocidade da luz no ar).
- $\text{sen } 53^\circ = 0,80$ ;  $\text{sen } 37^\circ = 0,60$ ;  $\text{sen } 23^\circ = 0,40$ ;  $\text{cos } 30^\circ = 0,87$ ;

Determine:

- a) A velocidade da luz no interior do prisma.
- b) O ângulo de refração  $\theta$ .
- c) O desvio lateral  $d$  sofrido pelo raio de luz.