



Olimpíada Brasileira de Física 2004

3ª 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: 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

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.

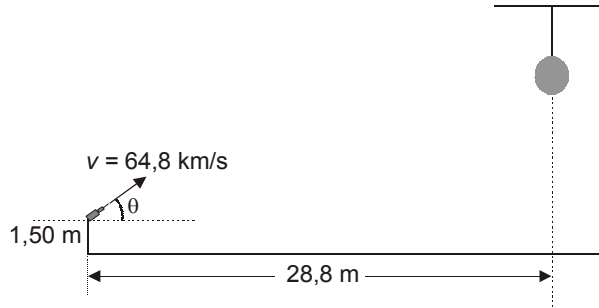
6 – Para a resolução das questões desta prova use, quando for o caso, os seguintes dados:

- aceleração da gravidade próxima à superfície da Terra: $g = 10 \text{ m/s}^2$
- densidade da água: $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$
- $\text{sen } 30^\circ = \text{cos } 60^\circ = 1/2$
- $\text{sen } 60^\circ = \text{cos } 30^\circ = \sqrt{3}/2$
- $\text{sen } 45^\circ = \text{cos } 45^\circ = \sqrt{2}/2$

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA – 2004

3ª Fase – 1º e 2º anos

QUESTÃO 1 (somente para 1º ano) – Em um parque de diversões, você pode ganhar um brinquedo se conseguir estourar com um pequeno projétil um balão de plástico que se encontra pendurado a uma certa altura e a uma distância de 28,8 m do ponto em que o projétil é atirado. A figura a seguir representa a situação.



Se você lança o dardo com velocidade de 64,8 km/h em uma direção θ com a horizontal, o dardo estoura o balão. Considere $\sin \theta = 0,60$ e $\cos \theta = 0,80$ e despreze a resistência do ar.

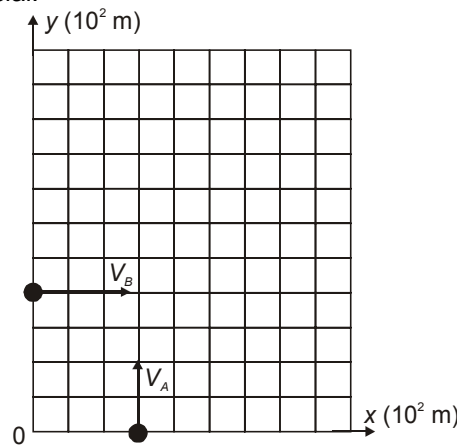
- a) Qual a altura em que se encontra o balão?
- b) Qual o módulo da velocidade do dardo imediatamente antes de atingir o balão?
- c) Qual seria o alcance do projétil na ausência do balão?

QUESTÃO 2 (somente para 1º ano) – Em física, define-se a quantidade de movimento angular (momento angular), L , de um corpo que gira com velocidade angular constante ω em torno de um eixo, como sendo $L = I\omega$, onde I é uma grandeza denominada momento de inércia que depende da massa do corpo e de como ela está distribuída em torno do eixo de rotação. Para um disco de massa M e raio R , o momento de inércia em relação a um eixo perpendicular a ele, passando pelo seu centro, é dado por $I = \frac{MR^2}{2}$.

Considere um disco como esse, de raio 10 cm, girando com frequência de 0,5 Hz.

- a) Quantas voltas serão dadas em 15 segundos, por um outro disco que possui a mesma massa do primeiro disco e metade de seu raio, tendo, porém, o mesmo momento angular?
- b) Se os dois discos forem fabricados do mesmo material, qual a diferença entre eles, além dos raios?

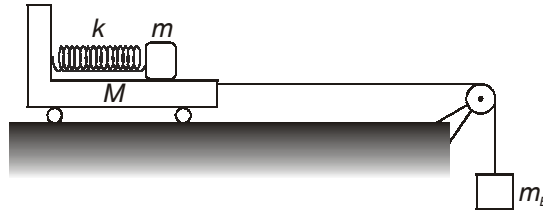
QUESTÃO 3 (1º e 2º anos) – A figura abaixo representa quarteirões de 100 m de comprimento de uma certa cidade e os veículos A e B , que se movem com velocidades de 43,2 km/h e 57,6 km/h, respectivamente, a partir dos pontos ali representados, no momento inicial.



Calcule o instante em que a distância entre os dois carros será mínima e de quanto ela será?

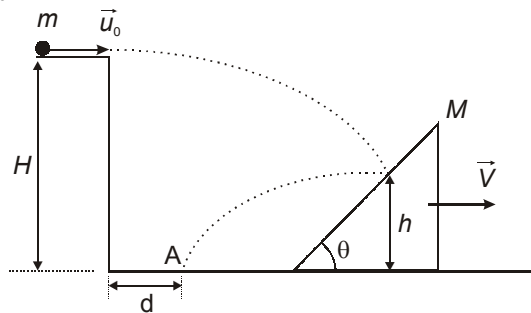
QUESTÃO 4 (1º e 2º anos) – Um pequeno enfeite preso no retrovisor interno de um carro, que percorre uma curva horizontal com velocidade constante de 72 km/h, faz um ângulo de 30° com a vertical como se fosse um pêndulo. Quando o carro percorre uma curva inclinada de 30° o enfeite continua na mesma posição relativa ao carro. Se os raios das duas curvas forem os mesmos, qual a velocidade do carro na pista inclinada?

QUESTÃO 5 (somente para 1º ano) – Um garoto, dispondo de uma mola de constante elástica k , montou a experiência ilustrada na figura abaixo para determinar a massa m_B de um bloco.

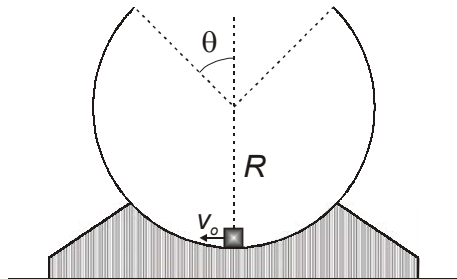


A massa do carrinho é M e a massa do bloco ligado a mola é m . Os atritos entre todas as superfícies e na polia são desprezíveis. Determine a massa m_B em função das outras duas massas e da compressão x da mola, quando o sistema é liberado.

QUESTÃO 6 (1º e 2º anos) – Uma partícula de massa m , localizada sobre uma plataforma horizontal de altura $H = 50$ cm é lançada com uma velocidade \vec{u}_0 e atinge, a uma altura $h = 5$ cm, uma cunha de massa $M = 5m$, que pode deslizar sem atrito numa superfície horizontal. A colisão é perfeitamente elástica e a partícula é rebatida da cunha com uma velocidade horizontal, enquanto que a cunha adquire velocidade $V = 6$ m/s para a direita. Determine o módulo de \vec{u}_0 e a distância d , a partir da base da plataforma, que a partícula atinge o solo.

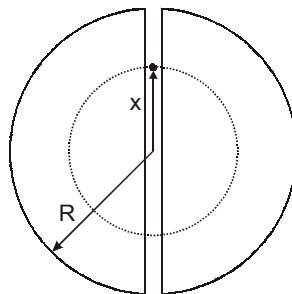


QUESTÃO 7 (1º e 2º anos) – Considere um trilho sem atrito na forma do arco $2\pi - 2\theta$ de uma circunferência de raio R , como representado na figura.



Qual velocidade v_0 deve ter uma partícula que pode deslizar livremente pelo trilho, a partir do seu ponto mais baixo, para que ela salte de uma extremidade à outra, entrando assim em movimento periódico?

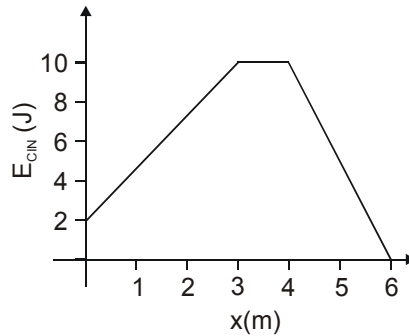
QUESTÃO 8 (1º e 2º anos) – Newton ao enunciar a Lei da Gravitação Universal, mostrou que a força resultante sobre uma partícula no interior de uma distribuição de massa uniforme e esfericamente simétrica depende somente da massa contida na esfera, cuja superfície contém a posição da partícula, comportando-se como se toda essa massa estivesse localizada no centro da esfera.



- (a) Considerando o resultado acima, mostre que se fosse possível construir um túnel passando pelo centro da Terra, a força resultante sobre uma partícula seria linear com a distância ao centro da Terra.
- (b) Determine a velocidade com que a partícula passaria pelo centro da Terra se fosse abandonada na superfície. Dado: $R = 6400$ km.

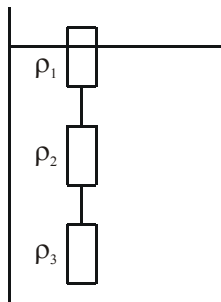
QUESTÃO 9 (1º e 2º anos) – Uma bola de massa m com velocidade v sofre uma colisão elástica frontal com outra de mesmo tamanho, mas de massa M , inicialmente parada. A bola de massa M , tendo adquirido momento, choca-se em seguida, frontal e elasticamente, com outra bola idêntica àquela que a atingiu, também inicialmente parada. Qual deve ser o valor de M para que ao final dos dois choques a última bola tenha velocidade igual a $\frac{8}{9}$ da velocidade que a primeira bola tinha antes dos choques? Considere a superfície em que se encontram as três bolas, plana e de atrito desprezível.

QUESTÃO 10 (somente para 1º ano) – Um objeto de massa 1 kg está se movendo em linha reta com energia cinética dada pelo gráfico:

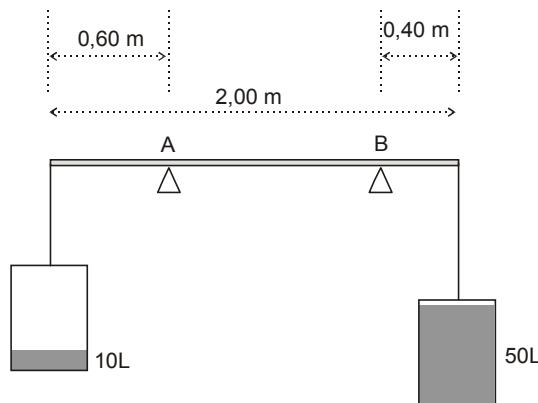


- a) Qual a velocidade do objeto na posição 2,5 m?
- b) Qual o impulso recebido pelo objeto ao se deslocar de 0 a 6 m?

QUESTÃO 11 (1º e 2º anos) – Três cilindros de mesma área da base A e altura h têm densidades $\rho_1 = 0,3\rho$, $\rho_2 = 1,1\rho$ e $\rho_3 = 1,2\rho$, onde ρ é a densidade da água. Os três estão ligados entre si por fios de massas desprezíveis e estão em equilíbrio num reservatório de água, como representado na figura. Calcule as tensões nos fios e o comprimento da parte submersa do cilindro de densidade ρ_1 .

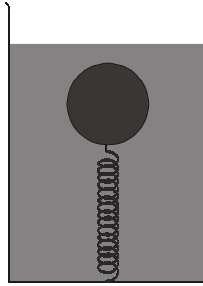


QUESTÃO 12 (1º e 2º anos) – Uma haste leve é apoiada nos pontos A e B; do seu extremo direito pende um balde com 50L de água e, do seu extremo esquerdo, pende outro balde com 10L de água, por meio de fios de massas desprezíveis, conforme o desenho. As massas dos baldes podem também ser desprezadas.



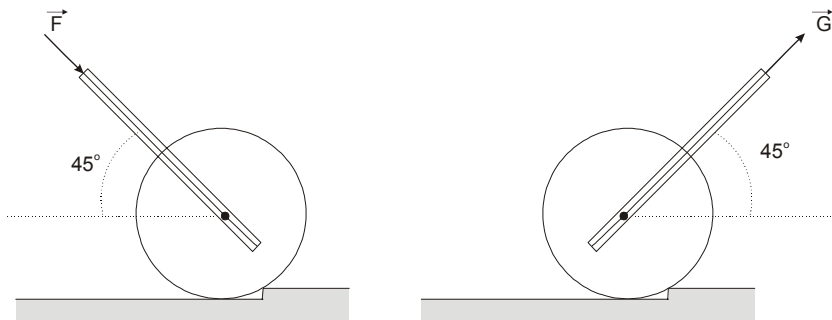
Quais a mínima e a máxima quantidades de água que devem ser transferidas do balde da direita para o da esquerda, para que o sistema esteja em equilíbrio?

QUESTÃO 13 (1º e 2º anos) – Uma bola de chumbo de volume $V_0 = 1000 \text{ cm}^3$ a 25°C está em equilíbrio submersa em uma cuba cheia de mercúrio e presa ao seu fundo por uma mola de constante elástica $k = 250 \text{ N/m}$, como representado na figura.

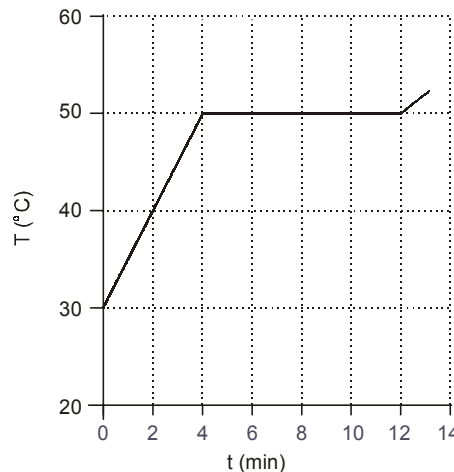


A densidade do mercúrio a 25°C é de $13,6 \text{ g/cm}^3$. A temperatura do conjunto é, então, elevada de 200°C . Sabendo-se que o coeficiente de dilatação linear do chumbo é $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, qual o valor do deslocamento da bola de chumbo e em que sentido ela se desloca?

QUESTÃO 14 (1º e 2º anos) – Suponha que uma roda, de massa 2 kg e de raio 20 cm , seja guiada por uma haste leve articulada no seu eixo. Considere os diagramas abaixo, em que os ângulos que as forças \vec{F} (empurrando) e \vec{G} (puxando) fazem com a horizontal são iguais a 45° e que a altura do degrau é de 4 cm . Determine os valores mínimos dos módulos de F e G para que a roda suba o degrau. Considere $\sqrt{2} = 1,4$.



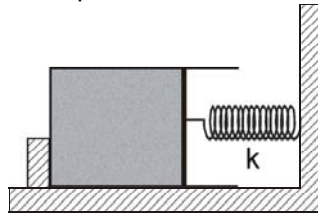
QUESTÃO 15 (1º e 2º anos) – Um corpo, de calor latente de fusão igual a 16 cal/g , inicialmente no estado sólido, é aquecido sob a potência constante de uma fonte de calor. O gráfico seguinte representa a variação da temperatura com o tempo.



Admitindo-se que o corpo absorva energia de maneira constante ao longo de todo o processo, determine o calor específico do sólido.

QUESTÃO 16 (1º e 2º anos) – Um motor elétrico puxa um bloco que está sobre uma rampa de inclinação coberta de neve, com uma velocidade constante. Durante a subida do bloco, a neve é derretida a uma taxa de $\lambda = 0,25 \text{ g/s}$. Supondo que a fusão da neve se deva somente ao atrito entre o bloco e a neve, determine a potência do motor P_m . Dados: $\mu_C = 0,5$ (coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a neve); $L = 80 \text{ cal/g}$ (calor latente de fusão do gelo); $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$; $\text{sen}\theta = 0,6$ e $\text{cos}\theta = 0,8$.

QUESTÃO 17 (1º e 2º anos) – Considere um recipiente com um êmbolo móvel preso a uma mola de constante elástica $k = 500 \text{ N/m}$, contendo $0,1 \text{ mol}$ de gás ideal, que comprime a mola em $1,5 \text{ cm}$. A área do êmbolo é de 100 cm^2 .



Ao se fornecer $15,1 \text{ J}$ de calor ao gás, a compressão da mola passa a ser de $2,5 \text{ cm}$. Sendo $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$ e a pressão atmosférica de 10^5 Pa , calcule:

- o trabalho realizado pelo gás e
- a variação aproximada da temperatura.

QUESTÃO 18 (1º e 2º anos) – Refrigeradores são classificados pelo seu coeficiente de desempenho, K , definido por:

$$K = \frac{|Q_f|}{|\tau|}$$

Assim, o refrigerador será tanto melhor quanto maior o seu coeficiente de desempenho, ou seja, quanto maior for a energia retirada do reservatório de baixa temperatura, Q_f , e menor for o trabalho necessário para isso, τ .

Por outro lado, um refrigerador operando num ciclo de Carnot tem seu coeficiente de desempenho dado por:

$$K_C = \frac{T_f}{T_q - T_f},$$

onde T_q é a temperatura do reservatório quente e T_f é a temperatura do reservatório frio.

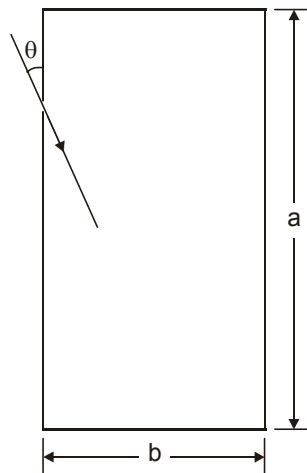
Suponha que:

- as temperaturas do ar no refrigerador e na cozinha não mudem;
- o refrigerador opere a 48% de seu coeficiente de desempenho máximo;
- o compressor do refrigerador produza $\frac{1}{4} \text{ hp}$ de trabalho útil, para operar o ciclo de refrigeração;
- o refrigerador opere à temperatura de $-7 \text{ }^\circ\text{C}$;
- a cozinha esteja a $25 \text{ }^\circ\text{C}$;

Calcule quanto tempo leva para esfriar 480 g de água de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ até que se transforme em gelo a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Dados: $1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$; calor latente de fusão da água = 80 cal/g

QUESTÃO 19 (1º e 2º anos) – Uma caixa retangular de dimensões a e b , internamente espelhada, tem um pequeno orifício por onde entra um raio de luz formando um ângulo θ com a parede da caixa, conforme ilustrado no diagrama abaixo.



Qual deve ser esse ângulo para que o raio emergja pelo orifício com uma única reflexão em cada parede?

QUESTÃO 20 (1º e 2º anos) – Considere um olho normal em que a distância do cristalino à retina é de 2 cm e o ponto mais próximo de visão nítida está a 25 cm do cristalino. Determine a amplitude de acomodação visual, medida em dioptrias, que se define como a diferença entre a máxima e a mínima vergências do olho. Considere, agora, um olho do mesmo tamanho para o qual a maior distância de visão nítida, sem esforço, é de 4 m . Determine o tipo de lente corretora e a sua vergência, em dioptrias.