OLÍMPIADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2009

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

OBF
Olimpíada Brasileira de Física

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 1, 5, 7 e 8.

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:

- **π = 3,2**
- **g** (na superfície da terra) = **10 m/s^2**
- constante dos gases, **R = 8,3 J/mol·K**
- velocidade do som no ar, **v = 340 m/s**
- **1 atm = 1,0·10^{5}N/m^2**

Boa prova!

01. Maria encontra-se no topo de um edifício onde mora a uma altura de 20m, como ilustrado na figura 1. Ela deixa cair uma pequena pedra a partir do repouso. No prédio ao lado de mesma altura está sua vizinha Eva que ouve o barulho da pedra atingir o solo 2,06 s depois que Maria deixa a pedra cair. Considerando a velocidade do som no ar igual a 340m/s, determine a distância **d** que separa os dois edifícios.

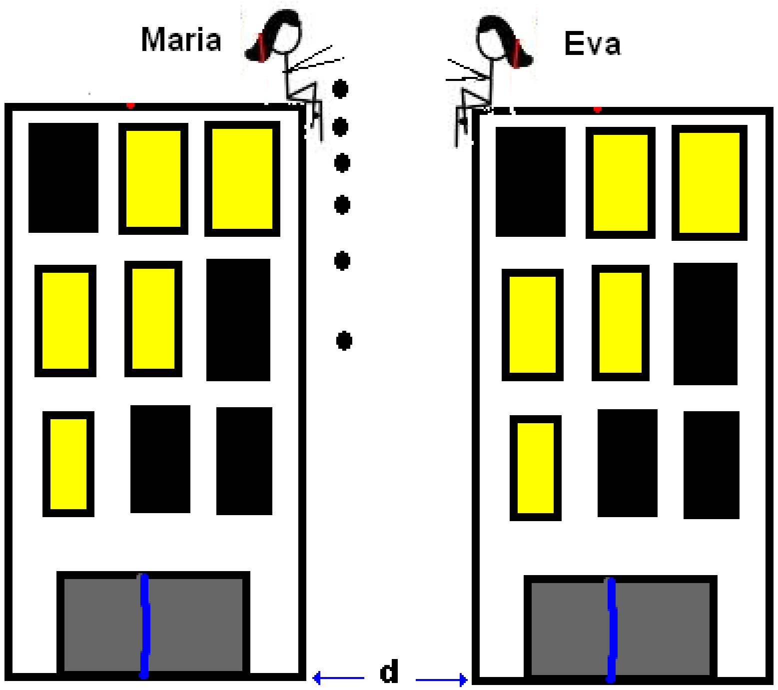

Fig. 1

02. Um esquimó está no ponto mais alto do iglu semi-esférico onde mora, como mostrado na figura 2. Ele desce ao longo da superfície do iglu de cima para baixo que tem um coeficiente de atrito cinético aproximadamente igual a zero e com velocidade inicial desprezível. Para um iglu de raio 3,75m, encontre:

a) a altura a partir do chão onde o esquimó perde contato com a superfície do iglu.

b) a velocidade do esquimó no ponto onde ele perde contato com a superfície do iglu.

Fig. 2

03. O coeficiente de atrito estático entre a roupa de uma pessoa e a parede cilíndrica de uma centrífuga de parque de diversões é μ. Considere que a centrífuga possui raio R, sempre gira em torno de um eixo vertical e encontra-se em um local de gravidade g. Seja ω_0 a velocidade angular mínima da centrífuga para que a pessoa permaneça colada à parede acima do piso. Imagine que a centrífuga atinge uma velocidade angular de $2\omega_0$ quando começa a frear. Neste momento, determine, em função de μ, g e R

a) a máxima aceleração angular possível para que a pessoa não deslize lateralmente;

b) o módulo da aceleração resultante sobre a pessoa, considerando-a como um pequeno bloco.

04. Uma esfera de massa m=4kg presa a uma haste de massa desprezível atinge, numa colisão perfeitamente elástica, um bloco inicialmente em repouso, de massa m=6kg. A haste encontra-se inicialmente na posição horizontal e possui um comprimento igual a 45cm, com mostrado na figura 3. Logo após a colisão, o bloco desliza sobre uma superfície plana com coeficiente de atrito cinético $\mu_c = 0{,}4$, percorrendo uma distância de 50cm. Depois que o bloco passa pela superfície com atrito, ele passa a deslizar sobre uma superfície de coeficiente de atrito cinético desprezível como mostra a figura abaixo. Calcule a altura máxima atingida pelo bloco quando este entra na elevação da pista (à direita).

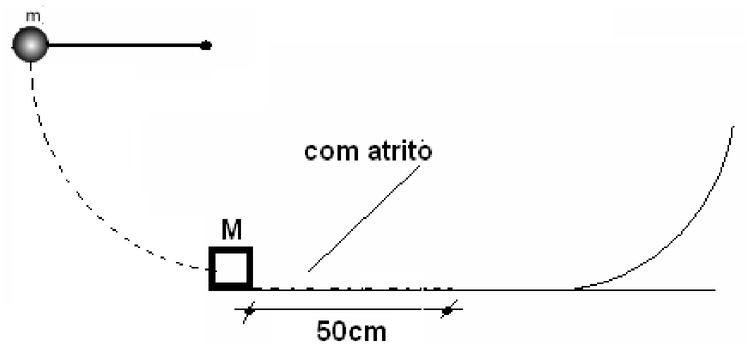

Fig. 3

05. Um pequeno objeto orbita com velocidade v em torno de um planeta de raio R.

a) Considerando que o objeto orbita próximo da superfície do planeta a uma altura desprezível, determine a relação entre a velocidade de escape do objeto e a sua velocidade orbital v.

b) Se uma pedra é arremessada para cima em linha reta com uma velocidade inicial v_0, obtenha uma expressão para a altura máxima alcançada por essa pedra em termos de v_0 e o do raio R do planeta.

06. Dois blocos de mesmo comprimento L e densidades volumétricas de massa uniformes são dispostos como na figura 4. Determine o valor máximo para a soma das distâncias l_1+l_2, para que os blocos fiquem em equilíbrio estático.

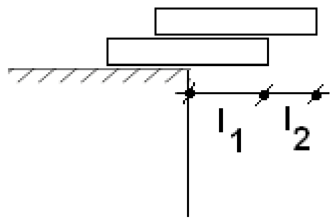

Fig. 4

07. Uma placa de massa *M* e área *A* é colocada sobre um pistão de massa desprezível e mesma área. O pistão esta montado sobre uma câmara de gás contendo *n* moles de um gás ideal a uma temperatura constante T. A placa desce do repouso até parar em uma posição de equilíbrio a uma altura *h* como mostrado na figura 5. Determine a altura *h.*

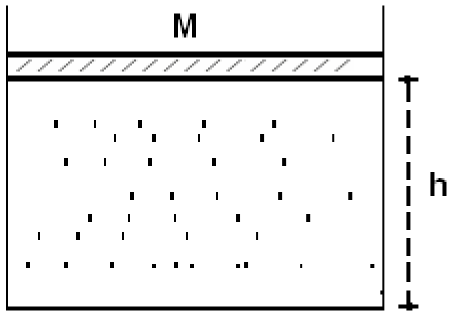

Fig. 5

08. Uma maneira simples de se determinar o índice de refração *n* de um líquido é usar o fenômeno da reflexão interna total como mostra a figura abaixo. Obtenha uma expressão para *n* em termos de *l* e *h* onde um raio de luz origina-se no ponto A e é refletido totalmente no ponto B, como mostrado na figura 6. Considere 1,0 como o índice de refração do ar.

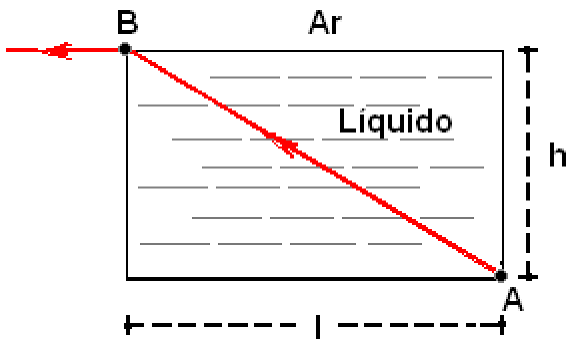

Fig. 6

09. Dois blocos cúbicos homogêneos, de aresta *a* e massa *m* estão juntos e presos a molas de constante elástica *k*, com comprimento l_o em posição relaxada, podendo se movimentar apenas na direção *x*, como mostra a figura 7. Considere a origem do eixo x no centro de massa do bloco 1.

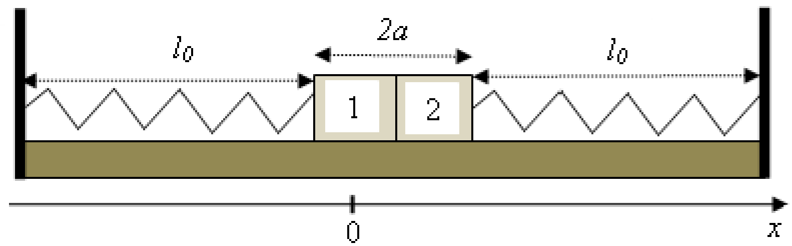

Fig. 7

Despreze o atrito entre os blocos e a superfície horizontal, a resistência do ar e considere o choque entre os blocos perfeitamente elástico com deformação que pode ser ignorada. Deslocando o bloco 1 para esquerda de $l_o/4$ e considerando esta configuração como instante inicial (t=*0*), responda às questões abaixo:

a) esboce um gráfico que represente a posição *x* do centro de massa do bloco 1 em função do tempo, para um tempo equivalente a dois períodos do seu movimento;

b) esboce em um mesmo gráfico as energias potencial e mecânica do bloco 1, em função do tempo, para um período do movimento.

10. Um aquário está fixo sobre uma plataforma que se move horizontalmente para a esquerda com aceleração ***a***, constante, em um local de gravidade **g,** deixando a superfície da água de densidade ρ, inclinada, como mostra a figura 8.

Determine:

a) uma expressão para a pressão em um ponto no interior do fluido, a uma distância *h* da superfície da água;

b) a intensidade, direção e sentido do empuxo sobre uma pequena esfera de isopor de volume V mergulhada no interior do fluido.

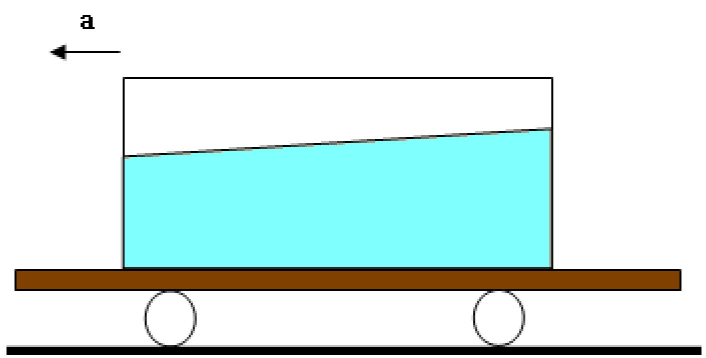

Fig. 8

11. Uma armação cúbica de arestas de comprimento L_0, feitas com arame cilíndrico muito fino de coeficiente de dilatação linear α, constante, inicialmente a uma temperatura T_0, é aquecida a uma temperatura final T. Admitindo-se que α e $(T-T_0)$ possuem ordens de grandeza respectivas de 10^{-4} e 10^{2}, determine a ordem de grandeza das variações de área das faces e volume do cubo em questão.

12. Uma onda sonora plana passa do ar para um certo meio, aumentando sua velocidade em cinco vezes. Responda às questões abaixo:

a) Qual o ângulo máximo de incidência (ângulo entre a direção de propagação e a normal) para que haja refração? (Você pode expressar sua resposta através de uma função trigonométrica inversa).

b) Uma onda sonora plana incide sobre um objeto material limitado por uma superfície plana e outra esférica, como mostra a figura 9. O raio de curvatura da superfície esférica é muito maior do que as dimensões do objeto, que é composto de um meio no qual o som possui velocidade cinco vezes maior que a velocidade no ar. Esboce como a onda se comportará ao atravessar o objeto, considerando que seu comprimento de onda é muito inferior às dimensões do objeto. Justifique seu esboço se baseado na solução do item anterior.

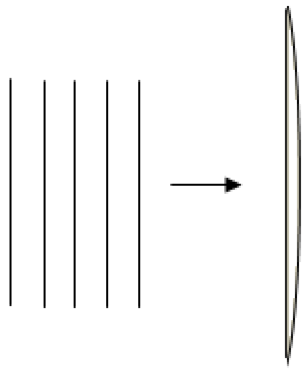

Fig. 9

13. Três recipientes idênticos, A, B e C, de volume V_0 contêm cada um 1 mol de um mesmo gás ideal de $\gamma = C_P / C_v = 7/5$, *t*odos, inicialmente, a uma temperatura T_0*=300K* e pressão P_0*=1 atm*. A pressão em cada um é reduzida à metade através de três transformações gasosas distintas: em A, realiza-se uma transformação isocórica; em B, uma isotérmica; em C, uma adiabática. Determine:

a) Em qual transformação existe maior variação (em valor absoluto) de energia interna?

b) A temperatura final no processo adiabático.

14. Uma partícula de massa *m*, carga elétrica negativa –*q*, realiza pequenas oscilações na coordenada *y* sobre a mediatriz do segmento entre duas cargas positivas +*q*, fixas, separadas por uma distância L conforme a figura 10. Mostre que a partícula realiza um movimento harmônico simples, na condição em que L é muito maior que a amplitude das oscilações realizadas pela partícula. Determine a freqüência de oscilação ω em função das variáveis apresentadas. Use ε_0 como valor para a permissividade elétrica no vácuo.

Você vai precisar fazer uma aproximação do tipo $(1+x)^n \approx 1+nx$, com |x| muito menor que 1.

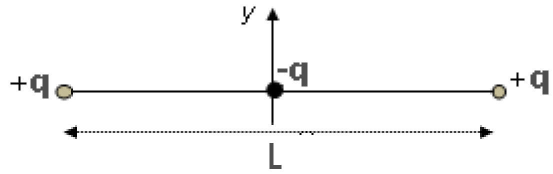

Fig. 10

15. Numa experiência de interferência de Young a distância entre as fendas é 0,5mm e o comprimento de onda da luz é 5.000Å. Se desejarmos que a distância entre as franjas seja de 1mm, qual distância das fendas ao anteparo deverá ser utilizada?

16. O potencial num ponto A do espaço é 452 V. Uma partícula positivamente carregada é liberada do repouso em A, chega ao ponto B com velocidade v_B. Quando a mesma partícula é liberada do repouso no ponto C onde o potencial é 791 V, chega ao mesmo ponto B com velocidade igual a $v = 2v_B$. Calcule o potencial no ponto B.