

OLÍMPIADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2009



3ª FASE

PROVA PARA ALUNOS DA 3ª SÉRIE

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 1 – Essa prova destina-se exclusivamente a alunos da 3ª Série do Ensino Médio e contém oito (8) questões.
- 2 – A duração da prova é de quatro (4) horas.
- 3 – Os alunos só poderão ausentar-se das salas após 90 minutos de prova.
- 4 – Para a resolução das questões dessa prova use, quando for o caso, os seguintes dados:

- g (na superfície da terra) = 10 m/s^2
- m (massa do elétron) = $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- e (carga elementar) = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
www.sbf1.sbfisica.org.br/olimpiadas
obfisica@sbfisica.org.br
tel: (11) 3814.5152



Olimpíada Brasileira de Física

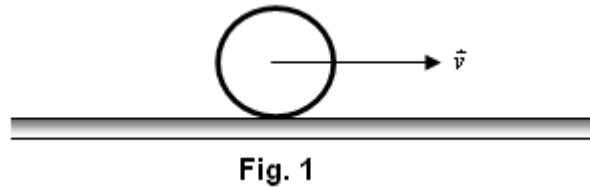


Apoio

CNPq

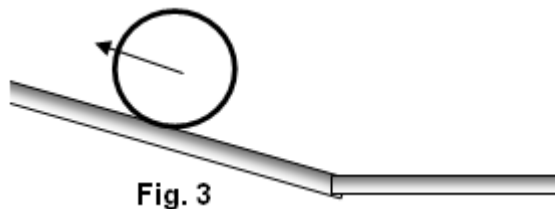
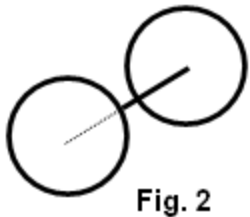
Boa prova!

01. a) Um aro circular de raio R e massa m uniformemente distribuída, rola sem deslizar, em movimento uniforme, sobre um plano horizontal, como mostra a figura 1.



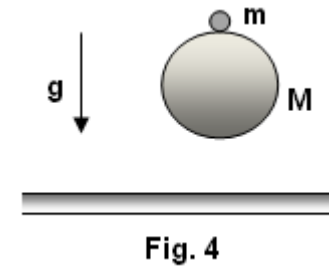
Considerando que o movimento do aro pode ser descrito pela composição do movimento retilíneo uniforme do seu centro de massa combinado com um movimento de rotação uniforme em relação a este mesmo ponto, determine, em função de m e v , a energia cinética total do aro.

b) Com dois aros idênticos ao do item anterior e uma haste rígida de comprimento L e massa desprezível, construiu-se um carretel cujo esboço é apresentado abaixo na figura 2. Os raios que dão sustentação à haste, ligando-a rigidamente aos aros não foram apresentados e suas massas são desprezíveis, também. Considere que o carretel encontra-se, inicialmente, em movimento uniforme com velocidade v sobre um plano horizontal e após um certo tempo começa a subir um plano inclinado. A figura 3 mostra um corte transversal dos planos e do carretel.



Determine a altura máxima que a haste atinge em relação ao plano horizontal, quando o carretel atinge velocidade nula. Determine também a desaceleração sofrida pelo carretel durante a subida. Expresse seus resultados em função de variáveis escolhidas dentre as grandezas m , v , R , L e g (aceleração da gravidade).

02. Uma pequena esfera metálica de massa m foi abandonada juntamente com uma bola de borracha de massa M , esférica, de raio R , conforme a figura 4.



A massa M é muito menor que m e o volume da esfera metálica é desprezível quando comparado ao da bola de borracha. Considerando que: os movimentos dos centros de massa da esferinha e da bola estão sempre na mesma vertical; o sistema se choca contra o solo e todos os choques envolvidos são perfeitamente elásticos; a distância na vertical percorrida pela esferinha é muito maior que a deformação da bola de borracha; é desprezível a resistência do ar em questão, determine:

a) A velocidade aproximada com que a esferinha se separa da bola na subida.

b) A distância vertical percorrida pela esferinha na subida em função da distância percorrida pela mesma, na descida.

03. A figura 5 mostra uma célula unitária cúbica de um cristal de cloreto de sódio, com aresta $a = 5,6 \cdot 10^{-10}$ m.

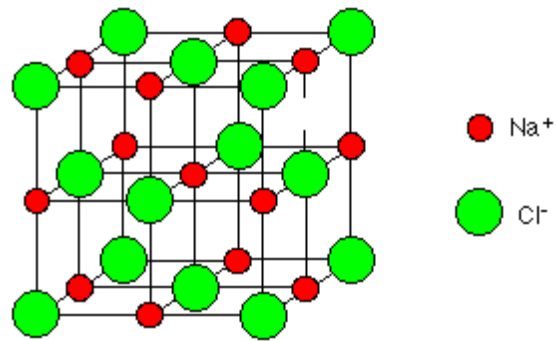


Fig. 5

a) Determine a densidade volumétrica de carga elétrica positiva, em C/cm^3 , devida ao íon Na^+ , lembrando que a carga elementar é $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

b) Considere duas cargas puntiformes de mesmo módulo, uma positiva e outra negativa, separadas por $0,5cm$, inicialmente em repouso. O módulo de cada carga é igual a quantidade de carga contida em um cm^3 na resposta do item anterior. Determine a energia necessária para separar estas cargas a uma distância infinita.

04. Duas placas condutoras, planas, paralelas, quadradas de lado d , separadas por uma distancia a muito menor que d , estão dispostas isoladamente formando um capacitor plano. Uma das placas é aterrada e a outra é ligada por fio condutor a uma esfera condutora de raio R . A figura 6 mostra um esboço desse sistema.

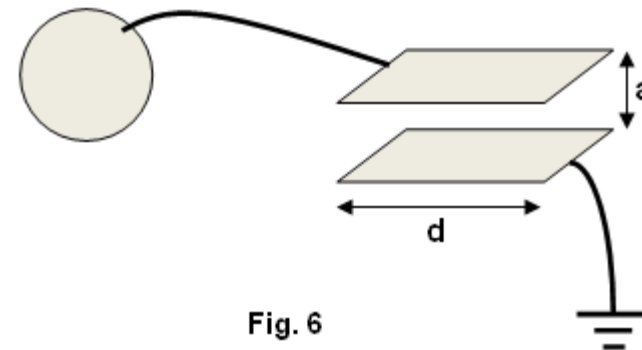


Fig. 6

Uma carga elétrica Q , positiva, foi colocada na placa superior do capacitor. Na situação de equilíbrio eletrostático, considere o meio entre as placas como sendo o vácuo, que os efeitos de borda são desprezíveis, bem como a intensidade do campo elétrico de um elemento (esfera, capacitor ou terra) sobre qualquer outro. Determine:

a) A fração de Q que permanece na placa superior.

b) A intensidade do campo elétrico a uma distância $2R$ do centro da esfera. Expresse seus resultados como função das grandezas citadas no enunciado e constantes universais quando for o caso.

05. Um fóton de frequência f possui uma massa inercial efetiva $m = \text{energia}/c$, onde c é a velocidade da luz. Um fóton emitido na superfície de uma estrela quando escapa do campo gravitacional perde energia diminuindo sua frequência, considerando que massa inercial é igual a massa gravitacional. Levando em conta a variação de energia potencial gravitacional do sistema estrela-fóton, determine uma expressão para a variação relativa da frequência do fóton ao abandonar a estrela, $\Delta f/f$, em função de M , R , G e c , onde M e R são, respectivamente, a massa e o raio da estrela, e G a constante de gravitação universal.

06. A figura abaixo mostra duas placas homogêneas de faces paralelas, que servem como meio condutor de calor entre dois reservatórios térmicos de temperaturas $T_1 = 100^\circ\text{C}$ e $T_2 = 200^\circ\text{C}$. As superfícies das placas transversais ao fluxo possuem áreas iguais a A . Além disso, as placas têm espessuras e_1 e e_2 e são compostas por materiais de condutibilidade térmica k_1 e k_2 , respectivamente.

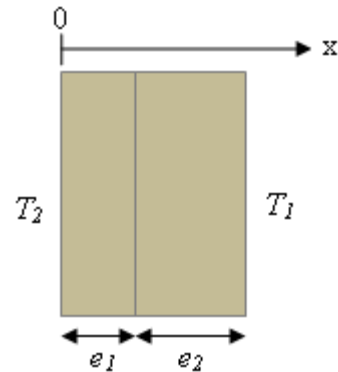


Fig. 7

a) Determine o perfil de temperatura $T(x)$, no interior das placas, considerando o regime de condução estacionário, $e_2 = 2e_1$ e $k_2 = 3k_1$.

b) Na engenharia é comum introduzir um ponto de vista conceitual diferente para a Lei de Fourier. A temperatura é vista como uma função potencial, para o fluxo de calor e a equação de Fourier assume a forma fluxo de calor = (diferença de potencial térmico)/(resistência térmica), que é semelhante a lei de Ohm na teoria dos circuitos elétricos. Defina, convenientemente, o que é resistência térmica neste contexto e determine a resistência térmica equivalente do sistema apresentado no item anterior.

07. Um objeto luminoso e uma tela de projeção estão situados a uma distância L um do outro. Uma lente convergente de distância focal f menor que $L/4$ é colocada entre a tela e o objeto de tal forma que a imagem do objeto é projetada na tela. Verifique que existem duas posições possíveis para a lente, separadas por uma distância a .

a) Determine a em função de L e f .

b) Determine a razão entre os aumentos lineares transversais correspondentes às duas posições possíveis para a lente, em função de L e a .

08. Uma bolha de sabão de índice de refração $n = 1,33$ é iluminada com luz de comprimento de onda de 600nm . Considerando o caso de incidência normal, determine as três menores espessuras para que os feixes refletidos sofram interferência construtiva.