

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2012

2ª FASE - NÍVEL C (alunos da 3ª série – Ensino Médio)



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

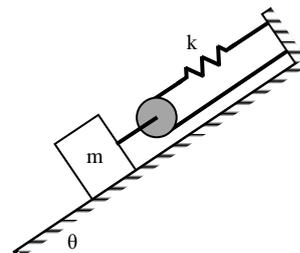
01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 3ª série do Ensino Médio. Ela contém **cinco questões teóricas e um procedimento experimental com duas questões**.

02) Além deste caderno com as questões você deve receber um caderno de resoluções e um kit experimental. Leia atentamente todas as instruções deste caderno e do caderno de resoluções antes do início da prova.

03) A duração desta prova é de **três** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa(90) minutos**.

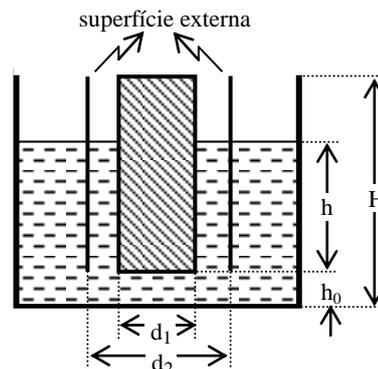
QUESTÕES TEÓRICAS

Questão 1. O corpo de massa m é deslocado uma distância x_0 para baixo no plano inclinado a partir de sua posição de equilíbrio e, então, é solto em repouso. Considere a mola, os cabos leves e a roldana ideais. Determine a função horária que descreve o movimento do corpo se ele parte da posição de equilíbrio subindo o plano.



Questão 2. A figura mostra, em corte, um sensor de nível capacitivo. Esse dispositivo consiste de dois cilindros concêntricos com diâmetros d_1 e d_2 e altura L . O tanque de armazenamento é também cilíndrico com diâmetro D e altura H . O capacitor é posicionado a uma altura h_0 do fundo do tanque. O líquido armazenado tem constante dielétrica κ , supostamente constante. Calcule a capacitância em função do volume de líquido dentro do tanque. Dado: a capacitância de um capacitor cilíndrico de comprimento L e raios R_1 e R_2 é

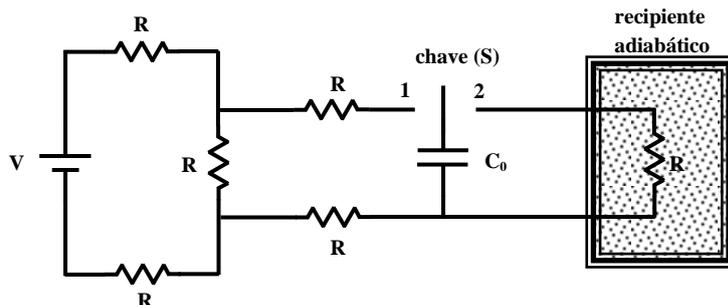
$$C_0 = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln(R_2/R_1)}$$



Questão 3. O fenômeno de difração devido a uma abertura circular tem importantes implicações para se determinar o **poder de resolução** de muitos instrumentos ópticos - incluindo o olho humano. A luz proveniente de uma fonte puntiforme entra no olho passando através da pupila e é focalizada em algum ponto da retina dependendo do ângulo que a luz entra no olho. A posição do primeiro mínimo da figura de difração é dada aproximadamente por $\sin \theta = 1,22 \frac{\lambda}{d}$ onde θ é o ângulo entre o eixo central e a reta que liga o centro da abertura à posição do mínimo, λ o comprimento de onda e d o diâmetro da abertura. O critério de Rayleigh define quando dois objetos estão resolvidos (separados), segundo este critério, a separação angular de duas

fontes pontuais deve ser tal que o máximo central da figura de difração de uma das fontes coincida com o primeiro mínimo da figura de difração da segunda fonte. No caso da visão dos animais o poder de resolução depende de vários fatores do meio e também do sistema óptico, mas este critério pode ser usado como uma boa aproximação. Dois objetos puntiformes que emitem luz com comprimento de onda de 545 nm estão a uma distância D da abertura e separados 2 mm um do outro. Segundo esse modelo, a que distância, aproximadamente, devem estar os objetos para que o olho humano consiga distingui-los (separá-los)? Algumas aves de rapina possuem a abertura da pupila de até 15 mm. Compare a resolução do olho humano com a resolução desse tipo de ave. Considere que a abertura da pupila do olho humano seja 2,5 mm e use a aproximação de pequenos ângulos $\sin \theta \approx \theta$ e $\cos \theta \approx 1$.

Questão 4. O capacitor C_0 do circuito mostrado está inicialmente descarregado. Ligamos a chave na posição 1 e aguardamos um tempo suficiente para que o capacitor carregue completamente. Mudamos então a chave para a posição 2. Dentro do recipiente, termicamente isolado, existe um gás que tem capacidade calorífica a volume constante C_V . Qual é a variação de temperatura do gás?



Questão 5. Considere um relógio a bordo de um satélite orbitando a Terra com velocidade v , como por exemplo um satélite usado em GPS (Sistema de Posicionamento Global). Duas correções relativísticas, uma da Relatividade Restrita e outra da Relatividade Geral devem ser levadas em consideração na medida do tempo em projetos de GPS. De acordo com a Relatividade Restrita, o relógio no satélite está sujeito a dilatação temporal devido à sua velocidade. O relógio posicionado na satélite viajando com velocidade v ($v \ll c$)

atrasará quando comparado ao o relógio na Terra pelo fator $\frac{1}{\gamma} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \approx 1 - \frac{v^2}{c^2}$, onde c é a velocidade da luz. Também, o relógio no satélite deve adiantar em relação ao relógio na Terra devido ao efeito do potencial gravitacional da Terra dado por $V = -G \frac{M}{r}$, onde G é a constante gravitacional, M é a massa da Terra e r é a distância do centro da Terra. Um fóton viajando em direção à Terra perde energia potencial e ganha energia cinética e com isso altera a sua frequência com um pequeno desvio, dado por $\Delta f = f \frac{\Delta V}{c^2}$. Esse efeito faz com que a frequência diminua e conseqüentemente há uma dilatação do tempo, já que $\Delta t = \frac{1}{f}$ e, portanto, o relógio posicionado no satélite adiantará quando comparado com o relógio na Terra pelo fator $\frac{\Delta V}{c^2}$.

Qual é, então, a diferença entre os tempos indicados pelo relógio localizado num satélite a uma altura h da superfície da Terra e o relógio que está fixo na Terra? Suponha que a órbita do satélite seja circular e que a Terra seja perfeitamente esférica.

PROCEDIMENTO E QUESTÕES EXPERIMENTAIS DEFORMAÇÃO ELÁSTICA

O kit experimental encontra-se numa caixa indicada como “**Kit Experimental**”. Dentro da caixa você irá encontrar:

- uma **base** de plástico;
- uma **haste** de plástico;
- uma **régua** de plástico de 15 cm;
- uma “caixinha” com duas molas, quatro arruelas iguais e um gancho. A massa do gancho é muito menor que a de uma arruela.

A haste encaixa na base formando um conjunto no qual você deverá realizar os procedimentos experimentais de acordo com o indicado na figura 1. **PROCEDA COM CUIDADO NO ENCAIXE DA HASTE NA BASE.**

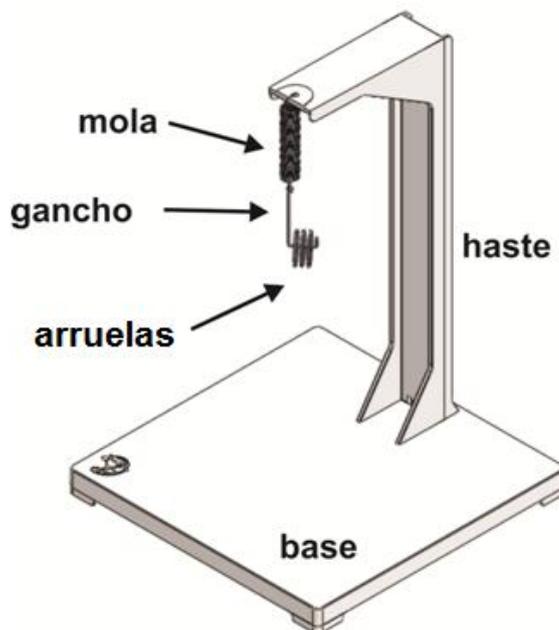


Figura 1

Procedimento Experimental: Monte a haste na base. Fixe uma das extremidades da mola no topo da haste (há um pequeno orifício) e na outra extremidade pendure o gancho. As arruelas devem ser colocadas no gancho e irão provocar uma alongação na mola. A régua de plástico é utilizada para determinar a alongação da mola. Iremos denominar como alongação da mola o valor x determinado como sendo a distancia entre os extremos da região helicoidal (circular) como indicado na figura 2.

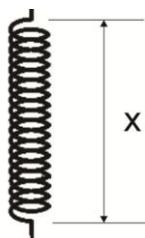


Figura 2

Será definida uma unidade de massa como sendo uma arruela (Au). Defina uma das molas como sendo Mola 1 e a outra como Mola 2 e utilize esta definição até o final do seu procedimento.

Questão experimental 1 –

- a) Para cada mola (uma de cada vez) montada na extremidade da haste como indicado na figura 1 meça o valor de x (em cm) ao se acrescentar uma unidade de massa (Au) de cada vez até completar as quatro. Anote os valores numa tabela no caderno de resoluções usando o modelo abaixo.

Massa (Au)	x_1 (cm) – Mola 1	x_2 (cm) – Mola 2
1		
2		
3		
4		

1 Au = uma arruela, 2 Au = duas arruelas.

- b) Usando os valores experimentais da tabela do item anterior construa dois gráficos da Massa (em unidades de Au) como função da elongação das molas. Trace para cada gráfico a reta que melhor representa o comportamento dos pontos experimentais.
- c) Obtenha a partir dos gráficos:
- Os valores de x_1 e x_2 para massa = 0 Au.
 - Os valores da relação de proporcionalidade entre a massa e a elongação para as duas molas. Expresse os resultados em unidades de $\left(\frac{\text{Au}}{\text{cm}}\right)$.

Questão experimental 2 –

- a) Monte as duas molas uma conectada a outra como indicado na figura 3. Repita o procedimento do item a) da questão anterior e monte a tabela com os resultados experimentais obtidos.

Massa (Au)	$x_1 + x_2$ (cm)
1	
2	
3	

1 Au = uma arruela, 2 Au = duas arruelas.

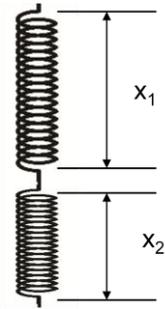


Figura 3

- b) Determine a partir da tabela anterior o valor da constante de proporcionalidade entre a massa e a elongação para o sistema com as duas molas conectadas. Expresse o resultado em unidades de $\left(\frac{\text{Au}}{\text{cm}}\right)$.
- c) A partir da análise dos resultados determine o valor da constante elástica K de um sistema com N molas idênticas de constante elástica k conectadas como na figura 3.

Ao final do procedimento desmonte o sistema experimental e o guarde novamente na caixa. Você poderá leva-lo consigo para casa. Utilize-o no seu estudo de Física! Proponha novos experimentos junto com seu professor.