

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2015
2ª FASE – 10 DE OUTUBRO DE 2015

NÍVEL II
Ensino Médio
1ª e 2ª séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO

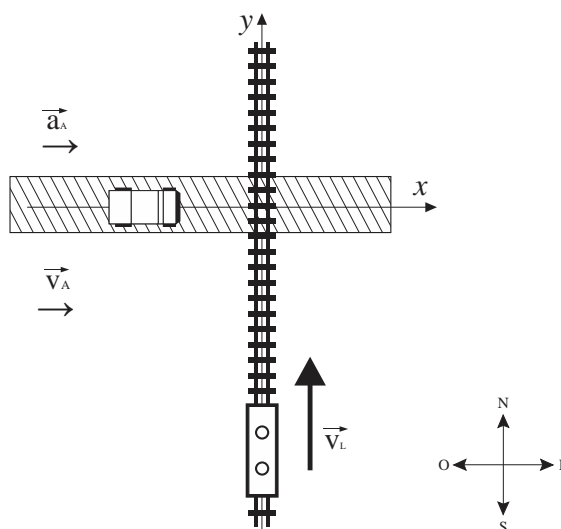
- 1 - Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos das **1ª e 2ª séries** do Ensino Médio. Ela contém **doze** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos (máximo oito questões respondidas).
- 2 - Os alunos da 1ª série podem escolher livremente **oito questões** para responder. Alunos da 2ª série respondem as **oito questões** não indicadas como “**exclusiva para alunos da 1ª série**”.
- 3 - O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
- 4 - Todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades no Sistema Internacional e seguindo as instruções específicas da questão.
- 5 - A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**.

Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: velocidade da luz no vácuo = $3,0 \times 10^8$ m/s; aceleração da gravidade $g = 10$ m/s²; 1 atm = 10^5 Pa; densidade da água líquida = 1,00 g/cm³; $\pi = 3$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\text{sen}60^\circ = 0,85$; $\text{cos}60^\circ = 0,5$; $\text{sen}45^\circ = \text{cos}45^\circ = 0,7$ Calor específico da água = 1 cal/g°C; Calor específico do gelo = 0,5 cal/g°C; Calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g.

Questão 1 - Uma locomotiva e um automóvel movem-se perpendicularmente, aproximando-se de um cruzamento. No instante inicial, apresentado na figura abaixo, a locomotiva está a 120 m ao sul da passagem, viajando na direção norte-sul, sentido norte, com velocidade constante de 72 km/h. e o automóvel está 60 m a oeste da passagem, viajando na direção leste-oeste, sentido leste com velocidade de 36 km/h e aceleração de 4,0 m/s². No instante $t = 2$ s, determine a:

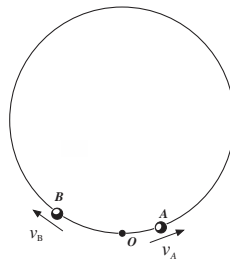
- a) distância entre a locomotiva e o automóvel
- b) velocidade da locomotiva em relação ao automóvel.

Despreze as dimensões do automóvel e da locomotiva.



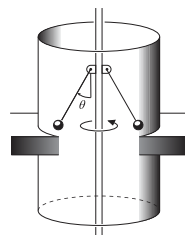
Questão 2 (exclusiva para alunos da 1ª série) - Duas partículas A e B partem da origem O e viajam em direções opostas ao longo do caminho circular de raio 5 m com velocidades de módulos constantes $v_A = 0,7$ m/s e $v_B = 1,5$ m/s.

- Determine a distância percorrida pelas partículas no instante $t = 2,0$ s.
- Calcule o instante do encontro das partículas.



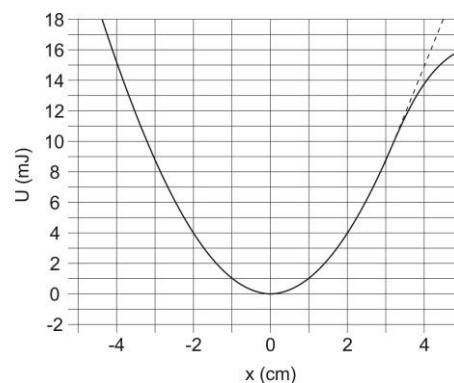
Questão 3 (exclusiva para alunos da 1ª série) - Um satélite de massa m usado para comunicação, encontra-se estacionário a uma altura h de um ponto da superfície do planeta Terra, de massa M_T e raio é R_T . Suponha que o mesmo satélite orbite um planeta hipotético X, com massa M_X e raio R_X . O satélite está a uma altura de $3h$ de um ponto da superfície do planeta X com período de $2T_{Terra}$. Encontre a relação entre as velocidades lineares do satélite.

Questão 4 - Duas esferas puntiformes de massa m estão presas por hastes leves e rígidas de comprimento l a um eixo de rotação vertical no interior de um cilindro fixo de raio R . As hastes são articuladas de modo que as esferas se distaciam do eixo enquanto giram. A partir de certa velocidade angular as esferas podem tocar as paredes do cilindro. Considerando que o atrito cinético entre as esferas e a parede é μ , qual a potência dissipada por atrito, entre as esferas e a parede quando as hastes giram com frequência angular ω ?

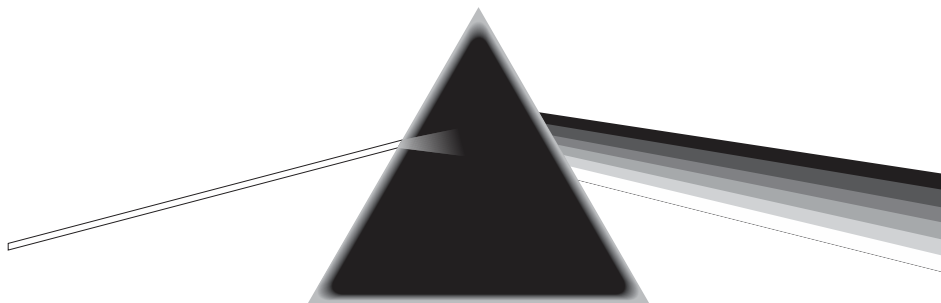


Questão 5 - Imagine uma bola de massa 450 g presa a uma mola de constante elástica k . Considere que o movimento da bola é unidimensional e que foi solta do repouso quando a mola estava alongada de 3,0 cm. O gráfico da energia potencial elástica em função da elongação x está apresentado na figura abaixo.

- Construa o gráfico da força elástica que atua sobre a bola em função da elongação da mola no intervalo de -2 a 2 cm.
- Determine a velocidade máxima da bola



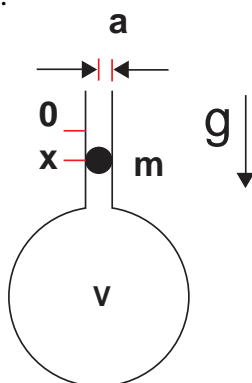
Questão 6 - Em 1973 o grupo inglês Pink Floyd lançava o álbum "The dark side of the Moon". A capa desse álbum mostrava o fenômeno da dispersão da luz branca ao incidir em um prisma.



- a) Explique esse fenômeno em termos das velocidades de propagação da luz branca.
- b) Considerando que a luz branca incide formando um ângulo de 30° e tendo o prisma um ângulo de abertura de 60° , determine o ângulo de saída da cor vermelha sabendo que o índice de refração do prisma para essa cor é de 1,4 e que o mesmo está imerso no ar.

Questão 7 (exclusiva para alunos da 1ª série) - Um estudante de Física, observou que seu peso era P ao utilizar uma balança em uma farmácia (no referencial do solo). Curioso, ele procurou verificar o que ocorreria repetindo o procedimento em um elevador em movimento. Especificamente, ele observou o valor registrado quando o elevador subia aumentando sua velocidade com uma aceleração cinco vezes menor que a aceleração gravitacional. Qual a variação da leitura da balança na farmácia em relação ao elevador subindo acelerado?

Questão 8 - O Método de Ruchardt pode ser empregado para determinar o coeficiente de Poisson $\gamma = (c_p/c_v)$, isto é, a relação entre os coeficientes de calor específico com pressão e com volume constante, envolvendo transformações adiabáticas. Utilizando um balão de vidro com ar em seu interior, ajusta-se uma bolinha metálica de raio a e massa m , que veda a boca do balão. Na posição $x = 0$ a bolinha encontra-se em equilíbrio e o balão de vidro tem um volume V_0 . Ao ser deslocada na vertical de sua posição de equilíbrio a bolinha move-se, executando oscilações em um movimento harmônico simples.



Considerando o atrito desprezível, mostre que o período de oscilação em função das variáveis do problema é dado por:

$$T = \frac{2}{a^2} \sqrt{\frac{mV_0}{\gamma P}}$$

Questão 9 (exclusiva para alunos da 1ª série) - Um aluno, mistura 800 g de água a 20° C com uma certa massa de gelo a -20° C dentro de um recipiente com paredes adiabáticas. Diante do experimento verifica que o sistema alcançou o equilíbrio térmico a temperatura de 10° C. Qual a massa inicial de gelo?

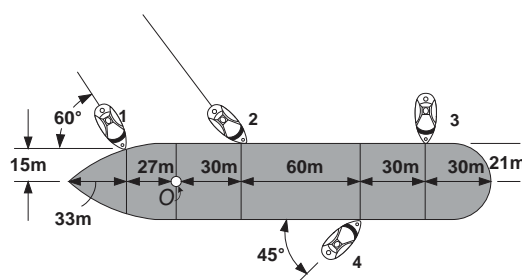
Questão 10 - Termistores são dispositivos cuja resistência varia com a temperatura. Suas aplicações envolvem circuitos de segurança em motores; proteção contra a dissipação ineficiente de calor ou curtos-circuitos entre outras. Esses dispositivos precisam ser calibrados para determinar valores de temperatura e resistência. Empregando a expressão:

$$R = R_0 e^{B/T}$$

onde R é expresso em ohms (Ω), T em kelvin (K), R_0 e B são constantes.

- Qual o menor número de medidas necessárias para calibrar o termistor?
- Supondo que essas medidas tenham sido realizadas, como seriam expressos os valores de R_0 e B em termos das medidas assumidas?

Questão 11 - O canal da Mancha é um braço de mar pertencente ao oceano Atlântico que separa a ilha da Grã-Bretanha do norte da França. Atualmente é uma das localidades de maior circulação de navios do mundo. Quatro rebocadores são usados para trazer um transatlântico ao cais. Para isso é feita uma manobra como ilustra a figura abaixo. Cada rebocador exerce uma força de 22500 N na direção mostrada. Determine o momento resultante em relação ao ponto O. Considere a força exercida pelo segundo rebocador na forma vetorial como sendo:

$$\vec{F}_2 = (13,5\hat{i} - 18\hat{j})kN$$


Questão 12 - Em um experimento de hidrostática foi colocado um bloco em um recipiente contendo água, e observou-se que 70% do seu volume ficou submerso. Quando este mesmo bloco é colocado em um outro recipiente contendo um líquido de densidade desconhecida, observa-se que o percentual de volume submerso é reduzido para 40%. Com esses dados determine a densidade do outro líquido.