

PROCESSO SELETIVO 2014

02/12/2013

INSTRUÇÕES

1. Confira, abaixo, o seu número de inscrição, turma e nome. Assine no local indicado.
2. Aguarde autorização para abrir o caderno de prova. Antes de iniciar a resolução das questões, confira a numeração de todas as páginas.
3. A prova desta fase é composta de 10 questões discursivas de Física.
4. As questões deverão ser resolvidas no caderno de prova e transcritas na folha de versão definitiva, que será distribuída pelo aplicador de prova no momento oportuno.
5. A interpretação das questões é parte do processo de avaliação, não sendo permitidas perguntas aos aplicadores de prova.
6. Ao receber a folha de versão definitiva, examine-a e verifique se o nome impresso nela corresponde ao seu. Caso haja qualquer irregularidade, comunique-a imediatamente ao aplicador de prova.
7. As respostas das questões devem ser transcritas **NA ÍNTEGRA** na folha de versão definitiva, com caneta preta.

Serão consideradas para correção apenas as respostas que constem na folha de versão definitiva.

8. Não serão permitidas consultas, empréstimos e comunicação entre os candidatos, tampouco o uso de livros, apontamentos e equipamentos eletrônicos ou não, inclusive relógio. O não cumprimento dessas exigências implicará a eliminação do candidato.
9. Não será permitido ao candidato manter em seu poder relógios e aparelhos eletrônicos (BIP, telefone celular, *tablet*, calculadora, agenda eletrônica, MP3 etc.), devendo ser desligados e colocados OBRIGATORIAMENTE no saco plástico. Caso essa exigência seja descumprida, o candidato será excluído do concurso.
10. O tempo de resolução das questões, incluindo o tempo para a transcrição na folha de versão definitiva, é de 5 horas.
11. Ao concluir a prova, permaneça em seu lugar e comunique ao aplicador de prova. Aguarde autorização para entregar o caderno de prova, a folha de versão definitiva e a ficha de identificação.

Conhecimentos Específicos

FÍSICA

DURAÇÃO DESTA PROVA: 2 horas e 30 minutos

NÚMERO DE INSCRIÇÃO

TURMA

NOME DO CANDIDATO

ASSINATURA DO CANDIDATO

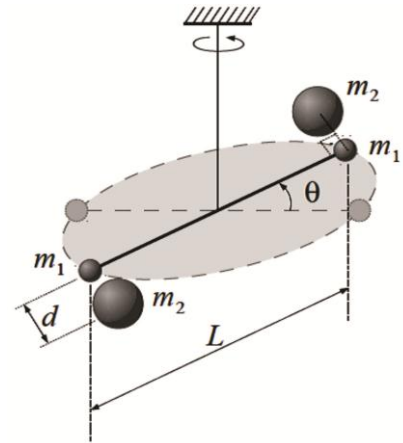
CÓDIGO

FORMULÁRIO E CONSTANTES (FÍSICA)

| | | | |
|---|---|---|--|
| $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ | $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$ | $PV = nRT$ | $F_{mag} = qvB \sin \theta$ |
| $v = v_0 + at$ | $U_g = -G \frac{Mm}{r}$ | $\rho = \frac{m}{V}$ | $n = \frac{c}{v}$ |
| $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ | $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ | $Q = mc\Delta T$ | $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$ |
| $\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$ | $E_p = mgh$ | $R = \rho \frac{L}{S}$ | $A = -\frac{d_i}{d_o} = \frac{i}{o}$ |
| $\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ | $E_{potencial} = \frac{1}{2} k (x - x_0)^2$ | $F_{el} = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$ | $\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{lente}}{n_{meio}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$ |
| $x = x_0 + vt$ | $F = -k(x - x_0)$ | $\vec{F}_{el} = q\vec{E}$ | $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ |
| $v = \omega r$ | $E = E_c + E_p$ | $V_{ab} = k \frac{q}{d_b} - k \frac{q}{d_a}$ | $v = \lambda f \quad ; \quad f = \frac{1}{T}$ |
| $\omega = \frac{2\pi}{T}$ | $F_{at} = \mu N$ | $V = Ri$ | $c = 2\pi R$ |
| $\vec{F} = m\vec{a}$ | $W = F \cdot d$ | $q = CV$ | $g = 10 \text{ m/s}^2$ |
| $P = mg$ | $P = \frac{W}{\Delta t} = Fv$ | $U = qV$ | $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ |
| $I = F \Delta t = \Delta p$ | $P = \frac{E}{\Delta t}$ | $P = Vi = \frac{V^2}{R} = Ri^2$ | $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ |
| $p = mv$ | $P = \frac{F}{A}$ | $i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ | $\rho_{\text{água}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ |
| $F_c = \frac{mv^2}{R}$ | $P = P_0 + \rho gh$ | $\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ | $1 \text{ cal} = 4,20 \text{ J}$ |
| $M = Fd \cos \theta$ | $C = \frac{Q}{\Delta T}$ | $\phi = BA \cos \theta$ | $f = f_0 \left(\frac{v \pm v_R}{v \mp v_F} \right)$ |
| | $L = \frac{Q}{m}$ | | $q = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| | $T_k = T_c + 273$ | | |

RASCUNHO

01 - A balança de torção de Cavendish é um instrumento capaz de medir a força gravitacional F e determinar a constante de gravitação universal G , e foi utilizada para a verificação da Teoria da Gravitação de Newton. A balança é constituída por uma haste horizontal de comprimento L e massa desprezível, suspensa no ponto médio por um fio preso ao teto. Nas extremidades da haste estão fixadas esferas com massa m_1 , conforme mostrado na figura. Ao se aproximar esferas com massa m_2 , no plano horizontal que contém a haste, o fio sofre torção e o conjunto desloca-se de um ângulo θ devido à força gravitacional entre as massas m_1 e m_2 . Ao sofrer deformação, o fio reage com um torque em sentido contrário dado por $M = k\theta$, onde k é a constante de torção do fio. O deslocamento cessa e o sistema para numa nova posição, quando ocorre equilíbrio entre o torque (ou momento) da força gravitacional entre m_1 e m_2 e o torque (ou momento) M da reação do fio. Nesta situação as esferas de massas m_1 e m_2 estão a uma distância d entre si. Cavendish mediu o ângulo de torção θ , o comprimento L da haste horizontal que une as esferas de massa m_1 , as massas m_1 e m_2 das esferas e a distância de equilíbrio d . Nos itens a seguir deduza equações literais para:



- a) o momento da força gravitacional sobre a haste, devido à atração gravitacional entre m_1 e m_2 , em função das variáveis medidas m_1 , m_2 , L e d .

- b) a constante gravitacional G em função das variáveis medidas m_1 , m_2 , θ , L e d .

02 - Um adolescente inspirado pelos jogos olímpicos no Brasil, está aprendendo a modalidade de arremesso de martelo. O martelo consiste de uma esfera metálica presa a um cabo que possui uma alça na outra extremidade para o atleta segurar. O atleta deve girar o martelo em alta velocidade e soltar a alça permitindo que a esfera possa continuar seu movimento na direção tangente à trajetória circular. Suponha que o atleta aprendiz esteja sobre uma plataforma e gira o martelo num círculo horizontal de raio 2 m e a uma altura de 3,2 m do solo no momento que faz o arremesso. A esfera cai no solo a uma distância horizontal de 32 m do ponto onde foi arremessada. Despreze a resistência do ar. Considere a massa da esfera igual a 4 kg e a aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 . Com base nessas informações, calcule:

a) a velocidade tangencial da esfera no instante em que ela é arremessada.

b) a aceleração centrípeta sobre a esfera no momento em que ela é solta.

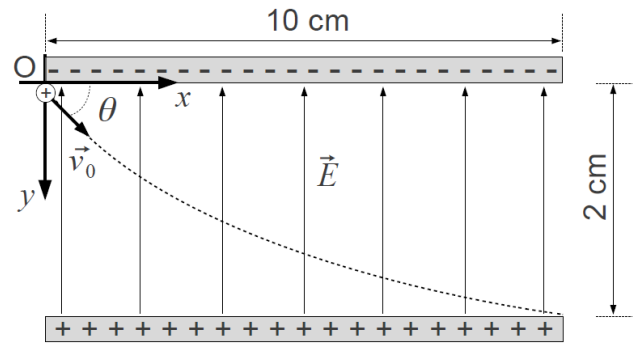
c) a quantidade de movimento (momento linear) e a energia cinética da esfera no instante em que ela é lançada.

03 - Uma partícula de massa m e carga q , inicialmente se deslocando com velocidade \vec{v} , penetra numa região onde há um campo magnético uniforme de módulo B e direção perpendicular à velocidade \vec{v} . Na presença desse campo magnético, a trajetória da partícula é uma circunferência. Com base nessas informações e nos conceitos de eletricidade e magnetismo, deduza equações literais envolvendo as variáveis dadas, para:

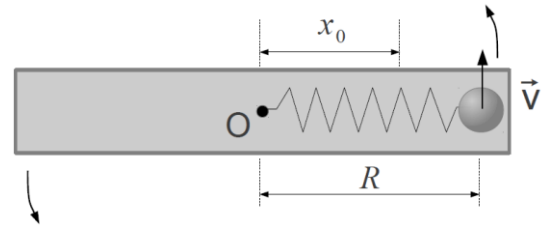
a) o raio da circunferência descrita pela partícula.

- b) o tempo que a partícula leva para percorrer metade da distância desta trajetória circular.

04 - Um próton é injetado no ponto O e passa a se mover no interior de um capacitor plano de placas paralelas, cujas dimensões estão indicadas na figura abaixo. O próton tem velocidade inicial \vec{v}_0 com módulo $1,0 \times 10^5$ m/s e direção formando um ângulo θ igual a 45° com o eixo x horizontal. O campo elétrico está orientado na direção do eixo y conforme mostrado na figura. Considere a massa do próton igual a $1,6 \times 10^{-27}$ kg e sua carga igual $1,6 \times 10^{-19}$ C. Supondo que somente o campo elétrico uniforme no interior do capacitor atue sobre o próton, calcule qual deve ser o mínimo módulo deste campo para que o próton não colida com a placa inferior.

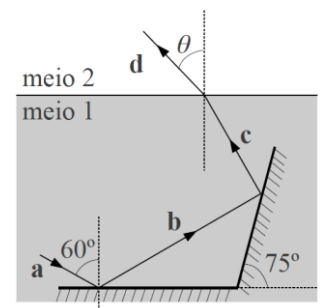


05 - Um sistema utilizado num laboratório de Física para medir a força centrípeta consiste de uma mola presa a um eixo central O e ligada na outra extremidade a um corpo de massa 1,5 kg. O conjunto fica sobre uma canaleta horizontal conforme mostra a figura a seguir, onde o sistema é visto de cima. O atrito entre o corpo e a canaleta é desprezível. O comprimento x_0 da mola em repouso é igual a 10 cm. Quanto mais rápido o corpo gira, mais a mola se distende. Considere que a constante elástica da mola é igual a 300 N/m e que o corpo esteja girando com uma velocidade \vec{V} de módulo constante numa trajetória circular de raio R igual a 20 cm. Para esta situação:



- a) determine o módulo da velocidade tangencial \vec{V} .
- b) determine a energia mecânica do sistema formado pela mola e pelo corpo.

06 - Um sistema de espelhos, esquematizado na figura abaixo, está imerso num meio 1 cujo índice de refração é $\sqrt{2}$. Um raio luminoso incide sobre o espelho horizontal pela trajetória a fazendo um ângulo de 60° em relação à reta normal deste espelho. Após esta reflexão, o raio segue a trajetória b e sofre nova reflexão ao atingir outro espelho, que está inclinado de 75° em relação à horizontal. Em seguida, o raio refletido segue a trajetória c e sofre refração ao passar deste meio para um meio 2 cujo índice de refração é igual a 1, passando a seguir a trajetória d. Utilizando estas informações, determine o ângulo de refração θ , em relação à reta normal da interface entre os meios 1 e 2.



- 07 - Um carro da polícia rodoviária encontra-se parado à beira de uma rodovia, com o objetivo de fiscalizar a velocidade dos veículos. Utilizando um aparelho sonar, o policial envia ondas sonoras de frequência f , acima do limite audível. Essas ondas são refletidas pelos automóveis e, posteriormente, detectadas por um dispositivo receptor capaz de medir a frequência f' da onda recebida. Ao observar um veículo se aproximando em alta velocidade, o policial aponta o sonar para o veículo suspeito e mede uma frequência f' com valor 20% acima do valor de f . Com base nestes dados, considerando o ar parado e que o som se propaga no ar com velocidade de aproximadamente 340 m/s, determine o módulo da velocidade do veículo suspeito, em km/h.

- 08 - Nas residências, é comum utilizarmos um aparelho chamado “mergulhão”, “ebulidor” ou “rabo quente”, constituído essencialmente por um resistor que, ao ser ligado a uma diferença de potencial, dissipa calor e aquece líquidos nos quais está mergulhado. Suponha que a resistência do aparelho seja constante e igual a $10\ \Omega$, e que ele seja mergulhado num recipiente com um litro de água pura, inicialmente a $20\ ^\circ\text{C}$. Considere que a densidade da água é $1000\ \text{kg/m}^3$, seu calor específico é $4187\ \text{J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ e que o aparelho seja ligado a uma diferença de potencial de $100\ \text{V}$. Despreze a capacidade térmica do aparelho e do recipiente. Com base nestes dados, calcule quanto tempo leva para a água ser aquecida até a temperatura de $60\ ^\circ\text{C}$, expressando seu resultado em segundos e utilizando apenas três algarismos significativos.

09 - Normalmente as pessoas estão acostumadas a comprar lâmpadas considerando apenas a sua potência, em watts, pensando que quanto maior a potência, maior será a iluminação. Contudo, a potência diz apenas qual é o consumo de energia por unidade de tempo. Para ter uma ideia de qual lâmpada é capaz de iluminar melhor o ambiente, deve-se utilizar o conceito de fluxo luminoso, que é medido em lúmens (lm). Quanto mais lúmens, mais iluminado será o ambiente. Outro conceito importante é a eficiência de uma lâmpada, que é dada pela razão entre o fluxo luminoso e a sua potência, e permite avaliar o consumo de energia necessário para produzir determinada iluminação. A tabela a seguir compara características de diferentes lâmpadas residenciais. A vida útil é o tempo médio, em horas, que uma lâmpada funciona antes de “queimar”.

| Tipo da Lâmpada | Potência (W) | Fluxo Luminoso (lm) | Vida útil (h) | Preço unitário da Lâmpada (R\$) |
|-----------------|--------------|---------------------|---------------|---------------------------------|
| Incandescente | 60 | 800 | 1.000 | 1,50 |
| Fluorescente | 15 | 800 | 10.000 | 10,00 |
| LED | 8 | 800 | 50.000 | 50,00 |

Com bases nestas informações, responda os seguintes itens:

- a) Se quisermos substituir 8 lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, mantendo a mesma iluminação, calcule a diferença no consumo de energia durante um período de 20.000 horas de funcionamento. Expresse o resultado em joules.
- b) Calcule a diferença no custo da energia consumida, em R\$, ao se utilizar uma lâmpada fluorescente e uma lâmpada de LED após 20.000 horas de funcionamento. Considere que o custo de 1 kWh de energia elétrica é igual a R\$ 0,40. Inclua também nesse cálculo o custo de substituição das lâmpadas, tendo como base a vida útil das lâmpadas.
- c) Com base nos dados da tabela acima, calcule quantas vezes uma lâmpada de LED é mais eficiente que uma lâmpada incandescente.

10 - Recentemente houve incidentes com meteoritos na Rússia e na Argentina, mas felizmente os danos foram os menores possíveis, pois, em geral, os meteoritos ao sofrerem atrito com o ar se incineram e desintegram antes de tocar o solo. Suponha que um meteorito de 20 kg formado basicamente por gelo entra na atmosfera, sofre atrito com o ar e é vaporizado completamente antes de tocar o solo. Considere o calor latente de fusão e de vaporização da água iguais a 300 kJ/kg e 2200 kJ/kg, respectivamente. O calor específico do gelo é $0,5 \text{ cal/(g}\cdot^{\circ}\text{C)}$ e da água líquida é $1,0 \text{ cal/(g}\cdot^{\circ}\text{C)}$. Admita que 1 cal é igual a 4,2 J. Supondo que o bloco de gelo estava à temperatura de -10°C antes de entrar na atmosfera, calcule qual é a quantidade de energia fornecida pelo atrito, em joules, para:

a) aumentar a temperatura do bloco de gelo de -10°C até gelo a 0°C .

b) transformar o gelo que está na temperatura de 0°C em água líquida a 20°C .