



Frequência de Física
Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Duração: 2^h30^{min} + 15^{min} (tolerância)

6 de Janeiro de 2009

Leia com atenção o enunciado

Identifique sempre todos os símbolos que utilizar e as respectivas unidades.

Considere o valor da aceleração da gravidade, $g = 9,80 \text{ ms}^{-2}$.

1. Um avião com massa de 18.000 kg, inicialmente em repouso, percorre na decolagem 900 metros em 25 segundos e levanta voo. Admitimos que a aceleração é constante ao longo de todo o percurso rectilíneo na pista.

1a) [1,5 val.] Calcule a aceleração do avião.

1b) [1,5 val.] Calcule a energia cinética do avião no momento da decolagem.

2. Foi realizada uma experiência, na qual uma pequena esfera com 10 gramas de massa, é lançada verticalmente no sentido ascendente, como ilustrado na figura abaixo. A experiência foi repetida 5 vezes, sendo registados os respectivos intervalos de tempo de voo (tempo decorrido até a esfera retornar ao ponto de partida) e a altitude máxima da esfera (ver tabela abaixo). Despreze todos os efeitos de atrito que possam existir.

Experiência #	Tempo de voo (Δt), s	Altitude máxima (A), m
1	0,505	0,309
2	0,498	0,304
3	0,501	0,307
4	0,496	0,303
5	0,502	0,307



2a) [1,0 val.] Calcule o valor mais provável de tempo de voo, tal como o seu respectivo erro.

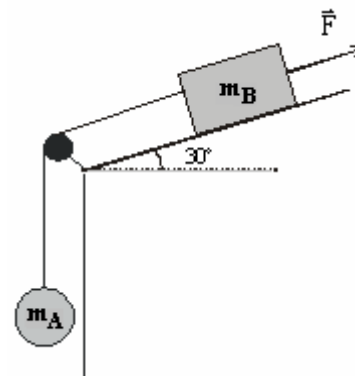
2b) [3,0 val.] Determine a velocidade inicial do lançamento (V_0) e o seu respectivo erro.

2c) [1,0 val.] Sabendo que o módulo da velocidade inicial (V_0) tem o valor de $2,45 \text{ ms}^{-1}$, determine a precisão e a exactidão temporal da experiência, indicando os erros absolutos e relativos.

3. [1,5 val.] Explique fisicamente, porque motivo nos modelos de helicóptero de duplo rotor vertical (duplo sistema de hélices), estes últimos têm velocidades angulares com sentidos opostos.



4. Os blocos A e B estão ligados por um fio inextensível e de massa desprezável, como ilustrado na figura abaixo. O bloco B desliza num plano inclinado de 30° com a horizontal, sendo os coeficientes de atrito estático e cinético, respectivamente de 0,20 e 0,10. Sabemos que $m_A = 1 \text{ kg}$, $m_B = 3 \text{ kg}$ e que o módulo da força F (paralela ao plano inclinado) é 45 N. A massa da roldana é desprezável.



4a) [1,5 val.] Faça um esquema marcando todas as forças que actuam nos blocos A e B, indicando o corpo que exerce cada uma das interacções.

4b) [1,5 val.] Calcule a tensão aplicada pelo fio nos blocos.

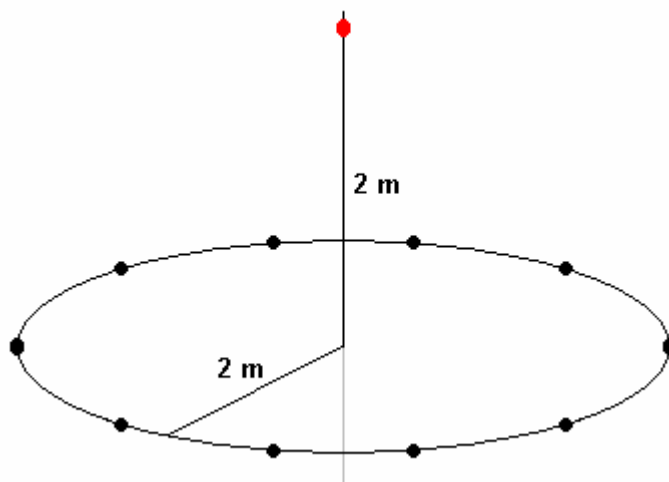
4c) [2,0 val.] Determine o intervalo de intensidade que a força F pode tomar, para que o sistema permaneça em equilíbrio.

5. Sabemos que a aceleração da gravidade aumenta 0,44% do equador para a Gronelândia. Considere um pêndulo no equador com um período de 1 s, a oscilar entre -5° a $+5^\circ$. A aceleração da gravidade no equador é de $9,78 \text{ ms}^{-2}$.

5a) [1,5 val.] Qual será a diferença observada no número de oscilações durante um dia solar médio (24h), quando o pêndulo for colocado na Gronelândia?

5b) [1,5 val.] Escreva a equação de oscilação do pêndulo, no equador, considerando que no instante inicial a massa pendular se encontra na posição angular de $+5^\circ$.

6. Dez cargas iguais de $+40 \text{ } \mu\text{C}$ cada, encontram-se uniformemente distribuídas sobre uma circunferência de raio igual a 2 m (angularmente espaçadas entre si de 36°).



6a) [2,5 val.] Calcule a força eléctrica que é exercida sobre uma carga pontual de $-10 \text{ } \mu\text{C}$ localizada 2 m sobre o eixo vertical perpendicular ao plano da circunferência.



Formulário

$$(\Delta Z)^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial A} \right)^2 \Delta A^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial B} \right)^2 \Delta B^2 + \dots$$

Função	Erro
$Z = A + B + \dots$ $Z = A - B - \dots$	$(\Delta Z)^2 = \Delta A^2 + \Delta B^2 + \dots$
$Z = A \times B$ $Z = A / B$	$\left(\frac{\Delta Z}{Z} \right)^2 = \left(\frac{\Delta A}{A} \right)^2 + \left(\frac{\Delta B}{B} \right)^2 + \dots$
$Z = A^n$	$\frac{\Delta Z}{Z} = n \frac{\Delta A}{A}$
$Z = kA$	$\Delta Z = k \Delta A$

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v_{med} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2} a(t - t_0)^2 \quad v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r} \quad \vec{a} = \vec{\omega} \times \vec{v} \quad h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad D_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\vec{p} = m \vec{v} \quad \vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad \vec{F}_{res} = m \vec{a} \quad \vec{l} = \vec{p} - \vec{p}_0 \quad \Delta \vec{p}_1 = -\Delta \vec{p}_2 \quad W = \vec{F} \cdot \vec{l}$$

$$F_a = \mu N \quad \vec{F}_T = m \frac{dv}{dt} \vec{u}_T \quad \vec{F}_N = \frac{mv^2}{\rho} \vec{u}_N \quad \vec{F}_{el} = -k \vec{\Delta x} \quad \vec{F} = \vec{\omega} \times \vec{p}$$

$$\vec{M}_0 = \vec{r} \times \vec{F} \quad \vec{M}_0 = I \vec{\gamma} \quad \vec{M}_0 = \frac{d\vec{L}_0}{dt} \quad \vec{l}_0 = \vec{r} \times \vec{p} \quad \vec{L} = I \vec{\omega}$$

$$I_{particula} = mr^2 \quad I_{disco} = I_{cilindro} = \frac{1}{2} mr^2 \text{ (eixo perpendicular)} \quad I = I_{CM} + Ma^2$$

$$\vec{r}_{CM} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots + m_n \vec{r}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \quad E_{ct} = \frac{1}{2} mv^2 \quad E_{cr} = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad E_{pg} = mgh \quad E_{pel} = \frac{1}{2} kx^2$$

$$y(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad a(t) = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 x(t) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$y(t) = A_0 e^{-\gamma t/2} \sin(\omega' t + \varphi_0) \text{ com } \omega' = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2/4}$$

$$\vec{F}_e = K_0 \frac{Qq}{r^2} \vec{u}_r \quad K_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad e \quad \epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$$

$$\vec{E} = K_0 \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r \quad \vec{F}_e = q\vec{E} \quad V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

$$\sin(30^\circ) = \cos(60^\circ) = 1/2 \quad \sin(45^\circ) = \cos(45^\circ) = \sqrt{2}/2 \quad \sin(60^\circ) = \cos(30^\circ) = \sqrt{3}/2$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \sin \beta \cos \alpha \quad \cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$