



U.C. 21048

Física Geral

22 de julho de 2015

INSTRUÇÕES

Leia com atenção o que se segue antes de iniciar a sua prova:

Verifique se o enunciado desta prova possui, para além desta folha de rosto, mais 5 páginas, numeradas de 2 a 6 e terminando com a palavra FIM.

O estudante não necessita de indicar qualquer resposta neste enunciado, pelo que poderá ficar na posse do mesmo finda a prova.

Este exame consta de duas partes:

- 1) A primeira é constituída por **6 questões de escolha múltipla**, em que apenas uma das respostas é correcta. **As respostas a estas questões devem ser feitas na folha de prova** (não neste enunciado). Indique de uma forma clara a alínea que corresponde à resposta que considera correcta. Respostas que não sejam claras ou cuja interpretação seja ambígua serão consideradas **nulas**. Se desejar, pode incluir detalhes da sua resolução da questão. Se desses detalhes o professor verificar que respostas incorretas se deveram apenas a pequenos erros de cálculo, estas poderão ser parcialmente cotadas.
- 2) A segunda é composta por **4 questões estruturadas** de produção de resposta. Nestas respostas os parâmetros valorizados são:
 - O rigor científico do raciocínio usado, nomeadamente na identificação dos princípios físicos em jogo e na colocação do problema em equação.
 - O rigor dos cálculos efectuados, incluindo a expressão correcta dos resultados (os valores numéricos com os algarismos significativos e unidades adequados) e a interpretação dos resultados (se aplicável). Os resultados devem ser apresentados com 2 ou 3 algarismos significativos.
 - A questão 4 está cotada entre 3 e 5 valores, conforme a complexidade dos cálculos e método numérico apresentados. A soma desta questão com as restantes é truncada a 20 valores.

Recomenda-se que:

- Leia com muita atenção as questões e seleccione bem os dados e incógnitas antes de responder.
- Responda primeiro às questões que julgar mais acessíveis, e só depois às questões que considerar mais difíceis.
- Reveja as resoluções cuidadosamente antes de entregar a prova.

Pode utilizar a sua máquina de calcular mas não pode emprestá-la a qualquer dos seus colegas.

Duração: 2h:30 min

FORMULÁRIO E VALORES DE CONSTANTES FÍSICAS

$$\Delta G = G_{\text{final}} - G_{\text{inicial}} ; \vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} ; |\vec{A}| = A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} ; \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta ; \vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \hat{n}$$

$$\text{Circulo: } A = \pi R^2 ; P = 2\pi R \quad \left| \text{Esfera: } V = \frac{4}{3} \pi R^3 ; A = 4\pi R^2 \quad \right| \text{Cilindro: } V = \pi R^2 h ; A = 2\pi R^2 + 2\pi R h$$

$$\vec{v}_{\text{med}} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} ; \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} ; s_{\text{med}} = \frac{\text{distância}}{\Delta t} ; s = |\vec{v}| = v ; \vec{a}_{\text{med}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} ; \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{v} = \text{cte} \\ \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t \end{array} \right. \quad \text{1D: } \left\{ \begin{array}{l} v = \text{cte} \\ x = x_0 + vt \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \vec{a} = \text{cte} \\ \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \\ \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a}t^2 \end{array} \right. \quad \text{1D: } \left\{ \begin{array}{l} a = \text{cte} \\ v = v_0 + at \\ x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta = \frac{d}{R} ; 1 \text{ rot} = 2\pi \text{ rad} \\ \omega = \frac{d\theta}{dt} ; \omega_{\text{med}} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \\ \alpha = \frac{d\omega}{dt} ; \alpha_{\text{med}} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} d = \Delta \theta R \\ v = \omega R \\ a_t = \alpha R ; a_r = \frac{v^2}{R} \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} \omega = \text{cte} \\ \theta = \theta_0 + \omega t \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} \vec{r} = \vec{r} \times \vec{F} \\ \alpha = \frac{|\Sigma \vec{r}|}{I} \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} \alpha = \text{cte} \\ \omega = \omega_0 + \alpha t \\ \theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \end{array} \right.$$

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} ; |\vec{F}_g = mg ; g = 9,8 \text{ m/s}^2 ; |\vec{f}_s \leq \mu_s \vec{F}_N ; \vec{f}_k = \mu_k \vec{F}_N ; F_{\text{centríp}} = m \frac{v^2}{R}$$

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} ; E_c = \frac{1}{2} mv^2 ; E_p = -\int_{x_i}^{x_f} F_c(x) dx ; F_c = -\frac{dE_p}{dx} ; E_{pg} = mgh ; F_{\text{elast},x} = -kx ; E_{p,\text{elast}} = \frac{1}{2} kx^2$$

$$E_m = E_c + E_p ; |W_{\text{tot}} = \Delta E_c ; W_c = -\Delta E_p ; W_{nc} = \Delta E_m ; P_{\text{med}} = \frac{\Delta E}{\Delta t} ; P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} ; \vec{l} = \vec{r}_{\text{ext}} \Delta t ; \vec{l} = \Delta \vec{p}$$

$$F_G = G \frac{Mm}{r^2} ; V_G = -G \frac{M}{r} ; E_{pG} = mV_G ; G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2} ; a_g = g = G \frac{M}{r^2}$$

Para uma ED do tipo $\frac{dx}{dt} = f(x,t)$

Euler/Runge-Kutta 1: $x_{i+1} = x_i + f(t_i, x_i)h ; h = t_{i+1} - t_i$

Heun/Previsor-corretor/Runge-Kutta 2: $\left\{ \begin{array}{l} x_{i+1}^{(P)} = x_i + f(t_i, x_i)h \\ x_{i+1} = x_i + \frac{f(t_i, x_i) + f(t_{i+1}, x_{i+1}^{(P)})}{2} h \end{array} \right. ; h = t_{i+1} - t_i$

Nota: x_i, x_{i+1} são o mesmo que respectivamente $x(t_i), x(t_{i+1})$.

PARTE I

1. (1,5 val) Um avião Boeing 747 percorre 1100 m de pista em aceleração constante até descolar, 25,0 s depois do arranque. Qual a rapidez com que descola, em km/h?

- A. 44 km/h B. 88 km/h C. 158 km/h D. 317 km/h E. 425 km/h F. 570 km/h

2. (1,5 val) Uma bola é deixada cair verticalmente de uma altura h , ressaltando no chão e subindo de volta até uma altura $h/3$. Seja V_1 a rapidez da bola à chegada ao solo antes do ressalto e V_2 a rapidez à chegada ao solo quando ela embate neste pela segunda vez. Quanto vale V_1/V_2 ?

- A. 1/2 B. 1/3 C. 2 D. 3 E. $1/\sqrt{3}$ F. $\sqrt{3}$

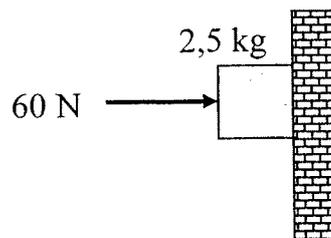
3. (1,5 val) Uma bola A, de 1,5 kg de massa, embate frontal e elasticamente a 2,0 m/s contra uma outra, B, inicialmente em repouso. Seja x a direção do movimento das bolas. Após o embate a velocidade final da bola A é $V_{Af} = +0,50$ m/s. Quais são a massa da bola B e a sua velocidade final?

- | | |
|---|---|
| A. $V_{Bf} = 3,5$ m/s ; $m_B = 0,90$ kg | D. $V_{Bf} = 2,5$ m/s ; $m_B = 0,60$ kg |
| B. $V_{Bf} = 3,5$ m/s ; $m_B = 0,60$ kg | E. $V_{Bf} = 1,5$ m/s ; $m_B = 0,90$ kg |
| C. $V_{Bf} = 2,5$ m/s ; $m_B = 0,90$ kg | F. $V_{Bf} = 1,5$ m/s ; $m_B = 0,60$ kg |

4. (1,0 val) Um automóvel acelera dos 0 aos 20,0 m/s em 4,00 s. As suas rodas têm 56,0 cm de raio. Quantas rotações descrevem as rodas neste movimento?

- A. 71 rot B. 56 rot C. 43 rot D. 11 rot E. 8,9 rot F. 5,0 rot

5. (1,0 val) Um bloco de 2,5 kg de massa encontra-se encostado a uma parede, comprimido contra esta por uma força de 60 N (c.f. figura). Qual o valor mínimo do coeficiente de atrito estático que permite que o sistema se mantenha em equilíbrio?



- A. 2,4 B. 1,5 C. 0,92 D. 0,41 E. 0,15 F. 0,9

6. (1,5 val) Em Física, denominamos por “oscilador amortecido” um sistema massa-mola com força resistiva proporcional à velocidade. A equação do movimento de um oscilador amortecido é

$$\frac{d^2x}{dt^2} - b \frac{dx}{dt} + \omega^2 x = 0$$

Com x a posição da massa, t o tempo, b e ω constantes relativas a características físicas do sistema. Identifique a variável dependente, a variável independente e os parâmetros desta equação diferencial. (Indique na folha de prova quatro respostas.)

x é:

- A. A variável dependente
B. A variável independente
C. Um parâmetro

t é:

- D. A variável dependente
E. A variável independente
F. Um parâmetro

b é:

- G. A variável dependente
H. A variável independente
I. Um parâmetro

ω é:

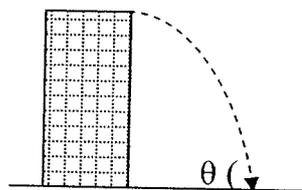
- J. A variável dependente
K. A variável independente
L. Um parâmetro

PARTE II

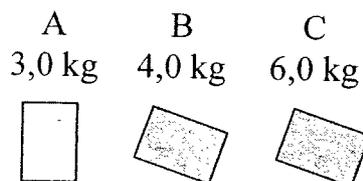
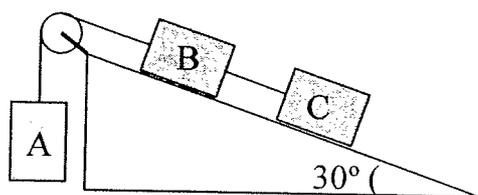
1. Um projétil é lançado horizontalmente, a 2,3 m/s, do topo de um edifício de altura desconhecida. Ao fim de 3,5 s chega ao solo. Tratando o projétil como um corpo aproximadamente pontual,

Calcule:

- (0,8 val) A distância d , medida na horizontal, de desde a borda inferior do edifício até ao local de embate no solo.
- (0,8 val) A altura h do edifício.
- (1,4 val) O ângulo θ que o vetor velocidade do projétil faz com a horizontal no instante de embate no solo.



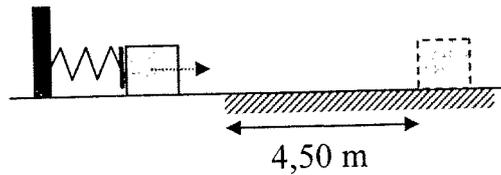
2. Na figura abaixo os blocos A, B e C têm massas de respetivamente 3,0 kg; 4,0 kg e 6,0 kg. A inclinação do plano é de 30° e não há atrito.



Considere os três blocos como corpos pontuais e:

- (1,0 val) Copie para a sua folha de prova o desenho dos três corpos na metade direita e marque nele as forças que atuam sobre os corpos.
- (2,0 val) Calcule a aceleração do sistema e as tensões nas cordas (designe por F_{T1} a tensão na corda entre A e B e F_{T2} a tensão entre B e C).

3. Uma massa de 3,60 kg é acoplada a uma mola. A mola é comprimida de 8,00 cm e largada, desprendendo-se dela a massa a uma rapidez de 2,80 m/s. A massa entra numa zona com atrito, imobilizando-se após ter percorrido 4,50 m nesta (c.f. figura).



Questões:

- (0,5 val) Calcule o impulso recebido pela massa desde a compressão da mola até ao seu desprendimento.
 - (0,5 val) Determine a constante elástica da mola.
 - (1,0 val) Calcule o coeficiente de atrito cinético entre a massa e a zona com atrito.
 - (1,0 val) Descreva as transformações de energia que ocorreram no sistema desde a compressão da mola até ao imobilizar da massa.
4. (de 3,0 val a 5,0 val) O arrasto do ar é uma força que é aproximadamente proporcional ao quadrado da velocidade. No entanto, não é exatamente igual: além do termo quadrático existem termos lineares, cúbicos, etc. Se incluirmos p.ex. um termo linear num problema de queda de um grave, a 2ª lei de Newton torna-se

$$m \frac{dv}{dt} = -av - bv^2 + g$$

(g = aceleração da gravidade, $+y$ para baixo)

Obtenha uma expressão aproximada para a rapidez de um grave, largado do repouso, de 0,40 kg com $a = 0,10 \text{ kg}\cdot\text{s}$ e $b = 0,80 \text{ kg/m}$ no primeiro segundo da queda. Utilize o método de Euler ou Heun/previsor-corretor (pontos extra se resolver por Heun) com um passo temporal de 0,20 s e execute as cinco iterações necessárias (pontos extra se fizer mais).

FIM