

U.C. 21048

Física Geral

22 de fevereiro de 2016

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.

Recomenda-se que:

- Leia com muita atenção as questões e selecione 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

$$\Delta G = G_f - G_i ; \vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} ; |\vec{A}| = A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} ; \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos(\angle AB) ; \vec{A} \times \vec{B} = AB \sin(\angle AB) \hat{n}$$

$$\text{Círculo: } \begin{cases} A = \pi R^2 \\ P = 2\pi R \end{cases} ; \text{ Esfera: } \begin{cases} V = \frac{4}{3}\pi R^3 \\ A = 4\pi R^2 \end{cases} ; \text{ Cilindro: } \begin{cases} V = \pi R^2 h \\ A = 2\pi R^2 + 2\pi R h \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} \vec{v} = cte \\ \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t \end{cases} \text{ 1D: } \begin{cases} v = cte \\ x = x_0 + vt \end{cases} ; \begin{cases} \vec{a} = cte \\ \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \\ \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a}t^2 \end{cases} \text{ 1D: } \begin{cases} a = cte \\ v = v_0 + at \\ x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \end{cases}$$

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

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} ; F_g = mg \left(g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) ; f_s \leq \mu_s F_N ; f_k = \mu_k F_N ; F_{cent} = m \frac{v^2}{R}$$

$$W_F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} ; E_c = \frac{1}{2} m v^2 ; E_p = - \int_{x_i}^{x_f} F_C(x) dx ; F_C = - \frac{dE_p}{dx} ; E_{pg} = mgh ; F_{elast} = -kx ; E_{p,elast} = \frac{1}{2} k x^2$$

$$E_m = E_c + E_p ; W_{tot} = \Delta E_c ; W_C = -\Delta E_p ; W_{NC} = \Delta E_m ; \mathcal{P}_{med} = \frac{\Delta E}{\Delta t} ; \mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} ; \vec{I} = \vec{F}_{ext} \Delta t ; \vec{I} = \Delta \vec{p}$$

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

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

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:
$$\begin{cases} x_{i+1}^{(P)} = x_i + f(t_i, x_i)h \\ x_{i+1} = x_i + \frac{f(t_i, x_i) + f(t_{i+1}, x_{i+1}^{(P)})}{2} h \end{cases} ; h = t_{i+1} - t_i$$

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

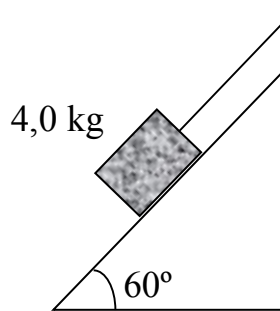
PARTE I

1. (1,5 val) Um rapaz corre à sua rapidez máxima de 6,00 m/s para apanhar um autocarro. Quando ele se encontra a 32,0 m do autocarro, este arranca com aceleração constante de $0,500 \text{ m/s}^2$. Em que instante alcança o rapaz o autocarro? Considere $t = 0$ no momento do arranque do autocarro.

- A. 5,33 s B. 8,00 s C. 10,7 s D. 16,0 s E. 24,0 s F. Nunca

2. (1,5 val) Na figura abaixo, o coeficiente de atrito estático entre o bloco e o plano é $\mu_s = 0,50$. A corda que ajuda a manter o bloco estático está tensa. Qual a magnitude dessa tensão? Assuma que a força de atrito estática está saturada.

- A. 34 N
B. 24 N
C. 20 N
D. 17 N
E. 9,8 N
F. 7,2 N



3. (1,5 val) O tambor de uma máquina de lavar roupa centrifuga a lavagem a 10 rotações por segundo (rot/s). Ao acabar a centrifugação, o tambor desacelera uniformemente, à taxa de $2,0 \text{ rot/s}^2$. Quantas rotações efectua o tambor antes de parar?

- A. 5,0 rot B. 13 rot C. 25 rot D. 50 rot E. 63 rot F. 158 rot

4. (1,0 val) Dois blocos A e B são comprimidos um contra o outro, estando entre eles uma mola. Os blocos são largados e a mola empurra um para cada lado, até que eles se despegam da mola. Após o despegue o bloco A, de massa 300 g, desloca-se para a esquerda com velocidade $\vec{v}_A = -0,85 \frac{\text{m}}{\text{s}} \hat{i}$. A que velocidade se desloca o bloco B, de 250 g de massa, após o despegue?

- A. $\vec{v}_B = -1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \hat{i}$ C. $\vec{v}_B = -0,71 \frac{\text{m}}{\text{s}} \hat{i}$ E. $\vec{v}_B = -0,55 \frac{\text{m}}{\text{s}} \hat{i}$
B. $\vec{v}_B = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \hat{i}$ D. $\vec{v}_B = 0,71 \frac{\text{m}}{\text{s}} \hat{i}$ F. $\vec{v}_B = 0,55 \frac{\text{m}}{\text{s}} \hat{i}$

5. (1,5 val) Uma pessoa de 75 kg de massa salta de uma altura de 15 cm para uma balança de mola com constante elástica de 140 kN/m. Quanto comprimirá aproximadamente mola da balança no pico da sua compressão?

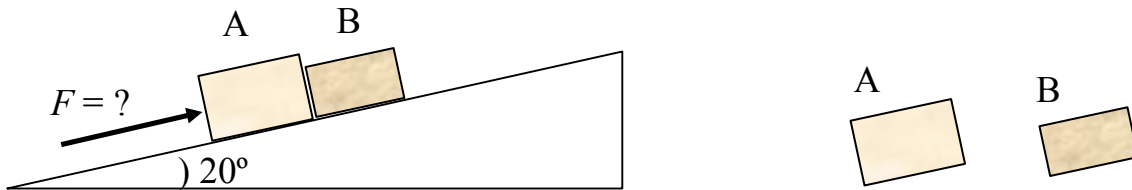
- A. 15 cm B. 12 cm C. 8,5 cm D. 4,0 cm E. 1,5 cm F. 0,53 cm

6. (1,5 val) Quando o motor de uma viatura é desligado em andamento, esta desacelera sob ação de duas forças: atrito e arrasto aerodinâmico. Experimentalmente sabe-se que o arrasto é proporcional ao quadrado da velocidade ($F \sim av^2$) e que o atrito tem duas componentes: uma estática e de valor constante ($F \sim b$), e outra envolvendo a deformação do pneu e proporcional ao quadrado da velocidade ($F \sim cv^2$). Qual das equações diferenciais abaixo poderá descrever a variação da velocidade em função do tempo? (m é a massa da viatura e o sinal ‘ \sim ’ significa ‘proporcional a’.)

- A. $\frac{dv}{dt} = -av^2 + \frac{b}{m} + cv^2$
B. $\frac{dv}{dt} = av^2 + \frac{b}{m} + cv^2$
C. $m \frac{dv}{dt} = -av^2 - b - cv^2$
D. $m \frac{dv}{dt} = av^2 + b + cv^2$
E. $m \frac{dv}{dt} = av^2 - b - cv^2$
F. $m \frac{dv}{dt} = -av^2 + b + cv^2$

PARTE II

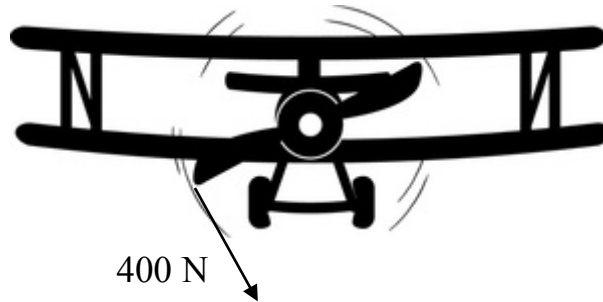
1. Dois blocos, A e B, de massas respetivamente 4,5 kg e 3,2 kg são empurrados ao longo de um plano inclinado a 20° a rapidez constante e sem atrito (c.f. figura).



Tratando os caixotes como corpos pontuais,

- (1,0 val)** Copie o diagrama de corpo livre do lado direito da figura para a sua folha de prova e marque nele as forças que atuam nos dois blocos.
 - (1,0 val)** Calcule a magnitude da força com que os blocos estão a ser empurrados.
 - (1,0 val)** Calcule a força de contacto entre A e B.
2. Um caixote de 25 kg inicialmente em repouso é empurrado durante 10 s por uma força horizontal de 60 N sob uma superfície, também horizontal, com atrito. No fim do empurrão o caixote tem rapidez de 6,0 m/s. Calcule:
- (0,5 val)** O impulso comunicado ao caixote pelo empurrão.
 - (1,5 val)** A energia cinética que o caixote teria no final do empurrão, caso não houvesse atrito.
 - (1,0 val)** O trabalho da força de atrito durante o empurrão.

3. Uma hélice de biplano tem 2 pás e é posta manualmente em movimento pelo piloto. Este exerce uma força de 400 N na ponta de uma das pás e de forma perpendicular a esta (c.f. figura). A força é exercida durante 0,6 s e sempre perpendicularmente. Cada uma das pás tem 1,2 m de comprimento e momento de inércia de $2,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Calcule:
- (1,0 val) O momento da força (torque) que o piloto exerce na pá.
 - (1,0 val) A aceleração angular de toda a hélice.
 - (1,0 val) A velocidade linear da ponta das pás finda a força.



4. (3,0 a 5,0 val) Um automóvel de massa $m = 1300 \text{ kg}$ arranca desde o repouso e, durante 10 s, fica sujeito a duas forças principais: a força de tração, dada por $F_T(t) = 3000 \left(1 - \frac{t}{20}\right)$ (SI) e o arrasto do ar, dado por $F_d(v) = 0,59 v^2$ (SI). A equação diferencial que rege a sua velocidade é

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{m} \left[3000 \left(1 - \frac{t}{20}\right) - 0,59 v^2 \right]$$

Calcule a rapidez final do automóvel resolvendo numericamente a ED acima pelo método de Euler ou Heun com passo $h = 2,0 \text{ s}$.

(Copie e preencha a tabela abaixo para folha de ponto. Preencha a coluna k_2 só se usar Heun.)

t (s)	v (m/s)	$k_1 = f(t_i, v_i)$	$k_2 = f(t_{i+1}, v_{i+1}^{(P)})$
0			
2			
4			
6			
8			
10			

Max 3,0 val para resoluções pelo método de Euler; max 5,0 val por Heun.

FIM