



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 4 páginas, numeradas de 2 a 5 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 p-fólio consta de duas partes:

- 1) A primeira é constituída por **3 questões de escolha múltipla**, em que apenas uma das respostas é correcta, **das quais deve responder a 2 apenas. 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, **das quais deve responder a 3 apenas**. 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:

- Identifique **claramente** as questões que se propõe resolver, sendo que o professor julgará como entender omissões a esse respeito.
- 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: 1h:30 min**

## FORMULÁRIO E VALORES DE CONSTANTES FÍSICAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PARTE I



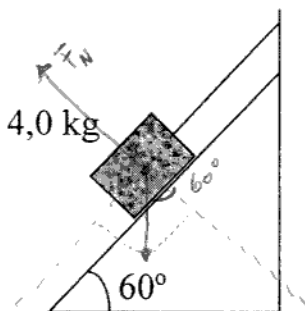
Das 3 questões abaixo, responda apenas a 2.  
Indique claramente as questões a que se propõe responder.

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



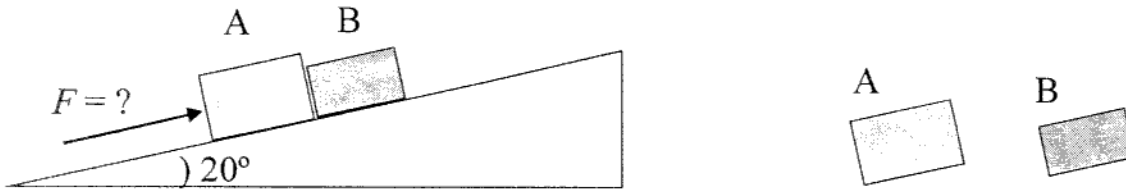
3. (1,5 val) O tambor de uma máquina de lavar roupa centrifuga a lavagem a 10 rotações por segundo (rot/s). Ao acabar a centrifugação, o tambor desacelera uniformemente, à taxa de  $2,0 \text{ rot/s}^2$ . Quantas rotações efectua o tambor antes de parar?

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

## PARTE II

Das 4 questões abaixo, responda apenas a 3.  
Indique claramente as questões a que se propõe responder.

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  $20^\circ$  a rapidez constante e sem atrito (c.f. figura).



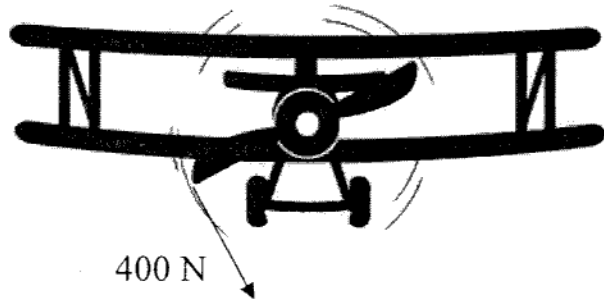
Tratando os caixotes como corpos pontuais,

- (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**