

**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 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 correta, **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 correta. 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 efetuados, incluindo a expressão correta 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:

- 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 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: 1h:30 min**

## FORMULÁRIO E VALORES DE CONSTANTES FÍSICAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Das 3 questões abaixo, responda apenas a 2.

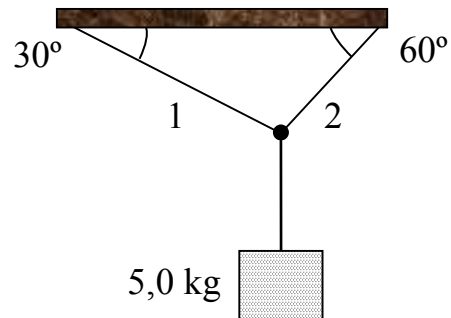
Indique claramente as questões a que se propõe responder.

1. (1,5 val) Uma pedra é lançada ao ar verticalmente com rapidez inicial de 15 m/s. Ela é apanhada de volta na queda, 5,0 m acima do ponto de lançamento. Qual a sua rapidez quando é apanhada?

- A. 2,7 m/s      B. 5,0 m/s      C. 11 m/s      D. 17 m/s      E. 26 m/s      F. 36 m/s

2. (1,5 val) Qual a magnitude da força de tensão na corda 2 na figura ao lado?

- A. 98 N      D. 43 N  
B. 88 N      E. 24 N  
C. 56 N      F. 13 N



3. (1,5 val) Numa corrida de Fórmula 1 um dos bólides faz uma curva de raio constante de 15 m à rapidez de 90 km/h. Quanto vale a aceleração lateral que o piloto sofre, em gs? (Nota:  $1 g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .)

- A. 1,2 g      B. 2,8 g      C. 4,2 g      D. 5,2 g      E. 6,1 g      F. 9,8 g

## PARTE II

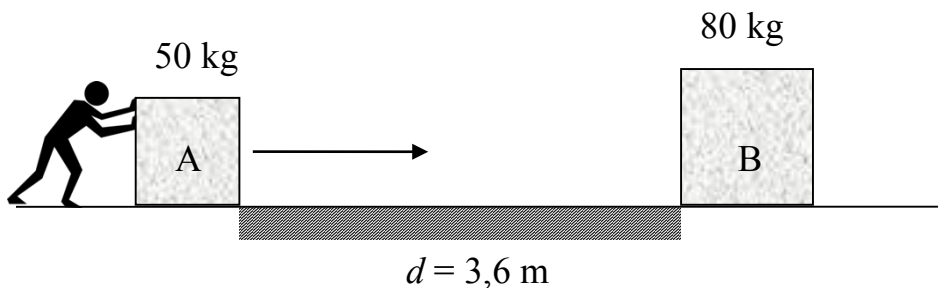
Das 4 questões abaixo, responda apenas a 3.

Indique claramente as questões a que se propõe responder.

1. Um automóvel, inicialmente no ponto A, viaja para norte em movimento retilíneo uniforme a 36,0 km/h durante 1,00 minutos. Em seguida para nos semáforos durante 30,0 s antes de virar à direita (i.e. para leste) e acelerar até aos 45,0 km/h à taxa de  $1,25 \text{ m/s}^2$ . No instante em que atinge os 45,0 km/h encontra-se no ponto B.

No seguinte assuma que norte corresponde a  $+y$ , leste a  $+x$  e que o ponto A tem coordenadas  $(x,y) = (0,0)$ . Assuma também que a travagem nos semáforos é praticamente instantânea. Calcule:

- a. (1,0 val) A posição do ponto B.
- b. (1,0 val) o vetor aceleração média do automóvel entre A e B.
- c. (1,0 val) No trajeto entre A e B, será a *rapidez média* do automóvel é maior ou menor de que o *módulo da velocidade média*? Justifique (não necessita de fazer os cálculos).
2. No desenho abaixo o homem empurra o caixote A de desde o repouso até este atingir a rapidez de 5,2 m/s, largando-o de seguida. O caixote desliza, com atrito, por uma distância de 3,6 m até chocar com o caixote B, à rapidez de 2,0 m/s. Imediatamente após o choque o caixote A imobiliza-se.



Nas questões seguintes trate os caixotes como corpos pontuais.

- a. (1,0 val) Desenhe na folha de ponto as forças que atuam no caixote durante o trajeto de 3,6 m e caracterize os pares ação-reação das mesmas.
- b. (1,0 val) Calcule a rapidez do caixote B imediatamente após o choque.
- c. (1,0 val) Verifique se houve energia mecânica perdida no choque. Em caso afirmativo, diga o que aconteceu a esta energia.
3. Considere o enunciado do problema anterior. (Esta questão pode ser resolvida independentemente desse problema.)
- a. (2,0 val) Calcule o coeficiente de atrito cinético entre o caixote A e o chão.
- b. (1,0 val) Sabendo que o homem empurra o caixote durante um intervalo de tempo de 0,70 s, calcule a magnitude média da força que o homem exerceu.

4. Um corpo de massa 5,0 kg, inicialmente em repouso, move-se retilineamente sob ação de uma força dependente do tempo e da velocidade. A equação diferencial que descreve o seu movimento é

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{5,0} \left[ \text{sen} \left( \frac{t}{4} \right) - 2,5v \right]$$

NOTA: ponha a sua calculadora em radianos.

**(3,0 a 5,0 val)** Integre numericamente a ED acima para os primeiros 10 s, com passo  $h = 2,0$  s. Para o efeito, copie a tabela abaixo para a sua folha de prova e preencha-a.

*Max 3,0 val para resoluções pelo método de Euler; max 5,0 val por Heun. Preencha a coluna  $k_2$  apenas e só se resolver pelo método de 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			

**FIM**