

U.C. 21048

Física Geral

20 de fevereiro 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 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 incorrectas 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

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

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

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

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

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

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} ; F_g = mg ; g = 9,8 \text{ m/s}^2 ; |f_s| \leq \mu_e F_N ; f_k = \mu_c F_N ; F_{\text{centrip}} = m \frac{v^2}{R}$$

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

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

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

$$F_g = G \frac{Mm}{r^2} ; V_g = -G \frac{M}{r} ; E_{pg} = mV_g ; G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2} ; a_g \equiv g = G \frac{M}{r^2}$$

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

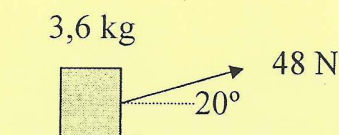
Das 3 questões abaixo, responda apenas a 2.

Indique claramente as questões a que se propõe responder.

1. (1,5 val) Um projétil é lançado do topo de um edifício, num ângulo de 30° com a horizontal. Passados 4,5 s o projétil atinge o solo a uma distância, medida na horizontal, de 12 m do local de lançamento. Com que rapidez foi lançado? Ignore a resistência do ar.

A. 2,7 m/s B. 3,1 m/s C. 3,8 m/s D. 4,4 m/s E. 5,3 m/s F. 6,3 m/s

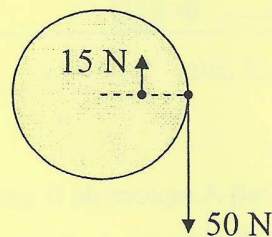
2. (1,5 val) Um bloco de 3,6 kg é puxado por uma força de tração de 48 N, num ângulo de 20° com a horizontal (c.f. figura ao lado). O bloco segue a rapidez constante. Quanto vale o coeficiente de atrito entre o bloco e o solo?



A. 0,87 B. 0,73 C. 0,64 D. 0,52 E. 0,33 F. 0,15

Handwritten calculations below options:
 A: 30,69 B: 25,25 C: 22,58 D: 13,34 E: 11,65 F: 5,28

3. (1,5 val) Duas forças, de 15,0 e 50,0 N respetivamente, atuam sobre uma roda de raio $R = 50,0$ cm e 2,40 kg de massa, perpendicularmente ao raio (c.f. figura). A força de 15,0 N atua a metade do raio, e a de 50,0 N na borda. Qual será a aceleração angular que estas forças vão induzir na roda? Trate a roda como um disco homogêneo. ($I_{\text{disco}} = \frac{1}{2}MR^2$.)



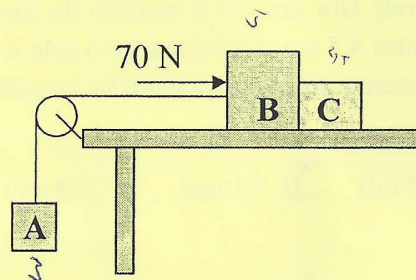
A. 12,5 rad/s² B. 32,5 rad/s² C. 47,8 rad/s² D. 70,8 rad/s² E. 83,3 rad/s² F. 95,8 rad/s²

PARTE II

Das 4 questões abaixo, responda apenas a 3.

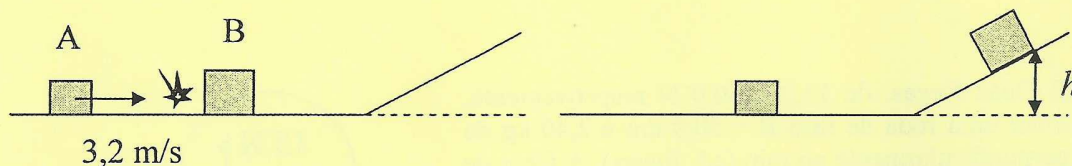
Indique claramente as questões a que se propõe responder.

1. Na montagem ao lado os blocos A, B e C têm massas respetivamente 3,0 kg; 5,0 kg e 2,5 kg. Entre a mesa e os blocos B e C não há atrito. Assuma os corpos como pontuais e calcule:



- (1,5 val) A aceleração do sistema. ✓
- (1,0 val) A tensão na corda. ✓
- (0,5 val) A força de contacto entre B e C. ✓

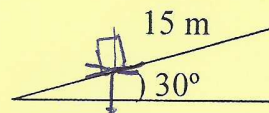
2. Um bloco A, de 2,8 kg de massa, move-se à rapidez de 3,2 m/s quando embate frontalmente com outro bloco B, de massa desconhecida e inicialmente em repouso. No embate o bloco A faz ricochete, passando a deslocar-se para a esquerda a 0,65 m/s. O bloco B desliza horizontalmente e sobe por uma rampa até parar a uma altura $h = 0,27$ m (c.f. figura). A situação é *sem atrito* e considere os blocos como corpos pontuais.



Calcule:

- (1,0 val) A rapidez de B imediatamente após o embate. $2,3 \text{ m/s} ?$
- (1,0 val) A massa de B.
- (1,0 val) A colisão foi elástica ou não? Justifique.

3. Uma escada rolante transporta passageiros a uma rapidez constante. A escada tem 15 m de comprimento e inclinação de 30° (c.f. figura). Determine:



- (1,5 val) O trabalho da força motora necessária para elevar um passageiro de 80 kg.
- (0,8 val) A potência correspondente, se o transporte for efetuado em 30 s.
- (0,7 val) O rendimento η do motor, i.e. o quociente entre a potência útil (potência que realiza trabalho) e a potência total, sabendo que a última é de 300 W.

4. (3,0 val) Num veículo automóvel em movimento atuam forças dissipativas além do arrasto do ar. Na verdade, quando a velocidade é pequena (até 40-50 km/h) e o veículo é pesado (p.ex. camião carregado) o atrito nos eixos é significativamente superior ao arrasto. Esse atrito é linear na velocidade, i.e. tem a forma genérica $f_{\text{eixo}} = -kv$, em que o sinal menos indica que a força é contrária ao sentido do movimento.

Tendo em conta o indicado acima, suponha que um camião de 5,00 ton, carregado com 8,50 ton de carga circula a 40 km/h quando o condutor larga o acelerador. Seja $k = \text{XXX kg/s}$.

Nesta situação, a equação diferencial que rege (aproximadamente) o movimento do camião é

$$m \frac{dv}{dt} = -kv$$

Com m a massa total, camião + carga.

Integre esta equação diferencial pelo método previsor-corretor com passo $t = 1,0$ s e indique a rapidez do camião ao fim de 5,0 s.

Organize os seus cálculos numa tabela como a seguinte:

Tempo (s)	v_i (m/s)	$f(t_i, v_i)$	$v_i^{(P)}$	$f(t_i, v_i^{(P)})$
0,0 s				
1,0 s				
2,0 s				
3,0 s				
4,0 s				
5,0 s		N/A	N/A	N/A

FIM