U.C. 21048

Física Geral

16 de fevereiro de 2023

INSTRUÇÕES

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

Esta prova é feita com consulta
- O estudante pode trazer para a prova, e consultar, os recursos que entender -

Este exame é composto por **9 questões estruturadas** de produção de resposta. Nestas respostas os parâmetros valorizados são:

- 20 ± 10% da cotação: rigor científico do raciocínio usado, nomeadamente na identificação dos princípios físicos e na colocação do problema em equação.
- 80 ± 10% da cotação: rigor dos cálculos efetuados, incluindo a expressão correta dos resultados (os valores numéricos com 2-3 algarismos significativos e unidades adequadas) e a interpretação dos mesmos, quando aplicável.
- É necessário justificar adequadamente todos os cálculos efetuados. *A inobservância deste pressuposto poderá implicar cotação nula.*

O estudante não necessita de indicar qualquer resposta neste enunciado.

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

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

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

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

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

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

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

$$W_F = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} \;\; ; \;\; E_c = \frac{1}{2}mv^2 \;\; ; \;\; E_p = -\int_{xi}^{xf} F_C(x)dx \;\; ; \;\; F_C = -\frac{dE_p}{dx} \;\; ; \;\; E_{pg} = mgh \;\; ; \;\; F_{elast} = -kx \;\; ; \;\; E_{p.elast} = \frac{1}{2}kx^2$$

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

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

Métodos para integrar numericamente uma ED de 1º grau do tipo

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x)$$

com passo $h = t_{i+1} - t_i$:

Euler (Runge-Kutta de ordem 1):

$$x_{i+1} = x_i + k_1 h \;\; ; \;\; k_1 = f(t_i, x_i)$$

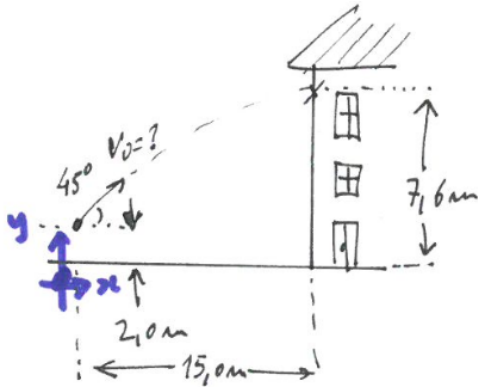
Heun ou Previsor-Corretor (Runge-Kutta de ordem 2):

$$x_{i+1} = x_i + \frac{1}{2}(k_1 + k_2)h \;\; ; \;\; k_1 = f(t_i, x_i) \;\; ; \;\; k_2 = f(t_i + h, x_i + k_1 h)$$

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

JUSTIFIQUE DEVIDAMENTE TODOS OS CÁLCULOS EFETUADOS

Q1 (1,0 val) Um projétil lançado a y = 2,0 m e num ângulo de 45º com a horizontal atinge um prédio a 15,0 m a uma altura de 7,6 m. Qual a rapidez inicial do projétil?

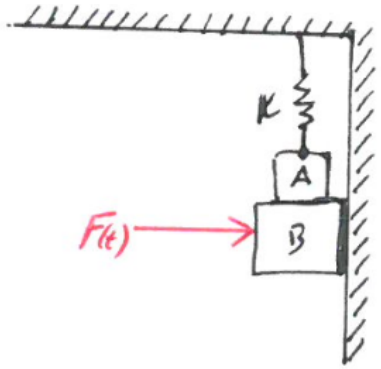


Q2 (1,0 val) Um moinho de café acelera desde o repouso até às 300 rotações por minuto em 0,800 s. Em seguida, mantém velocidade angular constante por 2,20 s. Quantas rotações descreveu o moinho ao fim de 3,00 s?

Q3 (1,0 val) No disparo de uma espingarda de 1,60 kg, o recuo desta consegue comprimir uma mola de constante elástica 3800 N/m de 2,3 cm. Qual a rapidez da bala disparada, sabendo que esta tem 12,0 g de massa?

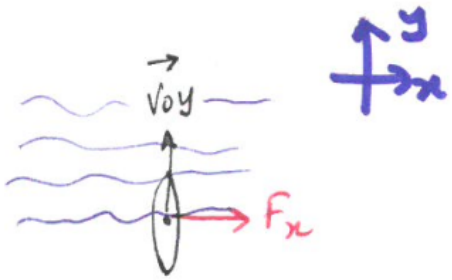
Q4 (1,0 val) Um guindaste puxa uma carga de 2,8 t a velocidade constante desde o solo até uma altura de 15 m. Sabendo que o movimento de içar a carga dura um total de 7,2 s, qual é a potência do motor do guindaste?

Q5 (4,0 val) Na figura abaixo os blocos têm massas $m_A = 3{,}0$ kg e $m_B = 5{,}0$ kg. Entre a parede e o bloco B há atrito estático, de coeficiente 0,80 e a mola do bloco A, de constante elástica 580 N/m está distendida de x = 2,60 cm (força elástica aponta no sentido +y). A força F tem o valor de 100 N no instante t = 0, mas vai-se reduzindo gradualmente segundo a expressão $F = 100 - 16t$ N (sujeito a $F > 0$).



Ao fim de quanto tempo vai escorregar B?

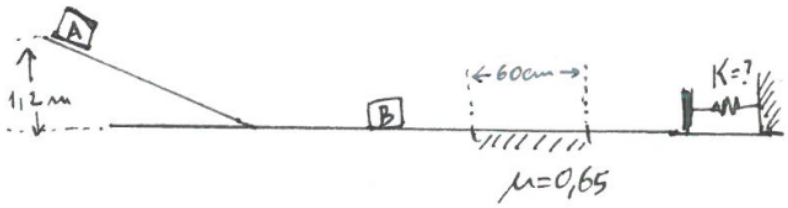
Q6 (4,0 val) Um barco de 80,0 kg segue a velocidade constante de 7,00 nós (1 nó = 1,852 km/h) segundo o eixo dos yy quando, no instante t = 0, entra numa zona de correntes segundo x que lhe imprimem uma força de componente $F_x = 200 \cdot (4t - t^2),\ t \in [0{,}4]$ (SI). Calcule a velocidade e rapidez do barco quando sai da zona com corrente horizontal.



(Integração de Heun: max 4 val; Integração de Euler: max 3 val.)

t (s)	*v_x* (m/s)	k_1	k_2
0,00			
1,00			
2,00			
3,00			
4,00			

Q7 (4,0 val) Um bloco A de 2,4 kg desliza por uma encosta, sem atrito, perdendo 1,2 m de altura no processo. Chegado ao solo, vai embater num bloco B de 1,6 kg de forma completamente inelástica (i.e., $v_{Af} = v_{Bf}$). Os dois blocos passam de seguida por uma zona de 60 cm com atrito, de coeficiente $\mu_k = 0{,}65$, ao fim da qual embatem contra uma mola, comprimindo-a de 5,9 cm.



Calcule:

(a) (1,5 val) A velocidade final dos dois blocos, imediatamente após o embate de A contra B.

(b) (1,5 val) A velocidade dos dois blocos após cruzarem a zona com atrito.

(c) (1,0 val) A constante elástica da mola.

Q8 (2,0 val) Uma esfera sólida de 200 g e raio 5,0 cm rola 2,8 m ao longo de um plano inclinado a 30º, desde o repouso até ao solo. Qual é a sua velocidade angular na chegada ao solo? Dados: $I_{\text{esfera}} = \frac{2}{5}MR^2$.

Q9 (2,0 val) O condutor de um carro em andamento coloca este em ponto morto numa descida de declive 5%. Sobre o carro passam a atuar apenas a gravidade, a normal, o arrasto do ar (proporcional ao quadrado da velocidade) e atrito de rolamento (proporcional à normal). Escreva uma equação diferencial que permita estimar a velocidade do carro enquanto estiver em ponto morto.