FÍSICA GERAL | 21048

Data

Ano letivo 2023-24, 6 fev 2024

Critérios de avaliação e cotação

1. 20 ± 10% da cotação: rigor científico do raciocínio usado, nomeadamente na identificação dos princípios físicos e na colocação do problema em equação.

2. 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.

3. É necessário justificar adequadamente todos os cálculos efetuados. *A inobservância deste pressuposto implicará cotação nula*.

Instruções

Prova para realizar ***com consulta***. O estudante pode ter consigo quaisquer materiais e usar calculadora.

FORMULÁRIO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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):

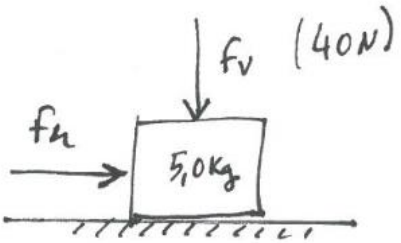
$$x_{i+1} = x_i + \frac{1}{2}(k_1 + k_2)h \;\; ; \;\; k_1 = f(t_i, x_i) \;\; ; \;\; k_2 = f(t_i + h, x_i + k_1 h)$$

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

Justifique devidamente todos os cálculos efetuados

[as questões não têm numeração sequencial - é mesmo assim]

Q1 (4,0 val) Um bloco de massa 5,0 kg repousa sobre uma superfície, com atrito de coeficientes $\mu_s = 0{,}85$; $\mu_k = 0{,}73$. A dada altura o bloco é sujeito a duas forças em simultâneo, uma vertical de cima para baixo e magnitude $F_v = 40\ \mathrm{N}$, e uma horizontal F_h.



Calcule:

(a) (1,5 val) A força de atrito estático máxima.

(c) (1,0 val) A aceleração do bloco para $F_h = 60\ \mathrm{N}$.

(b) (1,5 val) A aceleração do bloco para $F_h = 100\ \mathrm{N}$.

Q3 (2,0 val) Uma massa de 5,6 kg é elevada por uma força F de desde o solo até uma altura de 7,8 m. A massa termina a elevação com uma rapidez de 6,2 m/s.

Para o movimento descrito calcule:

(a) (1,0 val) O trabalho realizado pelas forças conservativas.

(b) (1,0 val) O trabalho realizado pelas forças não-conservativas.

Q4 (2,0 val) Um aerogerador gira inicialmente a 0,15 rotações por segundo (rot/s) quando deixa de haver vento. Desde esse momento, as pás perdem velocidade angular à taxa de 0,18 rot/s a cada minuto.

Quantas rotações descrevem as pás até pararem? Dica: utilize a rotação como unidade de ângulo.

Q7 (4,0 val) Uma caixa de areia, inicialmente em repouso e com 2,00 kg de massa, é puxada por uma força variável dependente da velocidade dada por $F(v) = 40{,}0 - 8{,}00v$, para $v \leq 5{,}00\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Quando começa a ser puxada, é-lhe depositada mais massa, à taxa de 0,400 kg/s.

(a) (1,0 val) Mostre que a caixa se move segundo a equação diferencial

$$\frac{dv}{dt} = \frac{40{,}0 - 8{,}00v}{2{,}00 + 0{,}400t}, \qquad \text{(SI)}$$

(a) (3,0 val) Integre a equação diferencial acima com passo de 0,400 s para os primeiros 4,00 segundos. Organize os resultados numa tabela como a abaixo. Não necessita de desenhar barras separadoras.

t (s)	v (m/s)	k1	k2
0	0,00	...	...
0,400	(etc.)		

Resolução pelo método de Euler/Heun: max 2,0/3,0 val.