UAb

FÍSICA GERAL | 21048

ORIENTAÇÕES DE RESPOSTA

EFOLIO GLOBAL DE 1ª ÉPOCA

Ano letivo: 2022-23

Versão: 23-fev-23

Q1

No referencial da figura, as equações de movimento do projétil são, no SI: (recordemos que $\operatorname{sen} 45 = \cos 45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$)

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_{0x} t \\ y &= y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \begin{aligned} x &= \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t \\ y &= 2 + \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t - 4{,}9 t^2 \end{aligned}$$

Substituindo o local do embate na parede, i.e., $x = 15\,\mathrm{m}$ e $y = 7{,}6\,\mathrm{m}$, vem, para a equação segundo y,

$$7{,}6 = 2 + 15 - 4{,}9 t^2 \Leftrightarrow t = \pm 1{,}385\,\mathrm{s}$$

A solução com t < 0 é não-física, pelo que t = 1,385 s é o tempo de voo do projétil até ao embate. Substituindo t de volta na equação para x temos, a 2 AS,

$$15 = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \cdot 1{,}385 \Leftrightarrow v_0 = 15{,}32 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \quad \left(15 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$$

Q2

A aceleração angular é, usando a rotação como unidade de ângulo,

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \rightarrow \alpha = \frac{300\,\frac{\text{rot}}{\text{min}}}{0{,}800\ \text{s}} \Leftrightarrow \alpha = \frac{300\,\frac{\text{rot}}{60\ \text{s}}}{0{,}800\ \text{s}} = 6{,}250\,\frac{\text{rot}}{\text{s}^2}$$

Ao fim de 0,800 s o moinho descreve um ângulo de

$$\Delta\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \rightarrow \Delta\theta = 0 + \frac{1}{2}6{,}25 \cdot 0{,}800^2 = 2{,}00\ \text{rot}$$

E adquire velocidade angular de

$$\omega = \omega_0 + \alpha t \rightarrow \omega = 0 + 6{,}250 \cdot 0{,}800 = 5{,}00\,\frac{\text{rot}}{\text{s}}$$

Esta velocidade angular mantém-se constante durante mais 2,20 s, o que leva o moinho a descrever mais um ângulo de

$$\Delta\theta = \omega t \rightarrow \Delta\theta = 5{,}00 \cdot 2{,}20 = 11{,}0\ \text{rot}$$

Somando tudo, ao fim de 3,00 s o moinho descreveu 11,0 + 2,00 = 13,0 rot.

Q3

No disparo conserva-se o momento linear. Para calcular a velocidade da bala vamos precisar da velocidade de recuo da espingarda.

Ora o recuo da espingarda imprime-lhe uma energia cinética que é igual à energia potencial no ponto de compressão máxima. Esta é

$$E_{p,\text{elast}} = \frac{1}{2}kx^2 \rightarrow E_{p,\text{elast}} = \frac{1}{2}3800 \cdot 0{,}023^2 = 1{,}0051\ \text{J} = E_c$$

Da energia cinética podemos tirar a velocidade da espingarda no recuo (E = espingarda, r = recuo):

$$E_c = \frac{1}{2}m_\text{E}v_\text{r}^2 \Leftrightarrow v_\text{r} = \sqrt{\frac{2E_c}{m_\text{E}}} \Leftrightarrow v_\text{recuo} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}0051}{1{,}60}} = 1{,}121\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Substituindo na equação de conservação do momento linear temos, definindo o recuo no sentido negativo do movimento: (B = bala)

$$p_i = p_f \rightarrow 0 = -m_\text{E}v_\text{r} + m_\text{B}v_\text{B} \Leftrightarrow v_\text{B} = \frac{m_\text{E}v_\text{r}}{m_\text{B}} \Leftrightarrow v_\text{B} = \frac{1{,}60 \cdot 1{,}121}{0{,}012}$$
$$= 149{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \left(150\,\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

que corresponde a cerca de 538 km/h. É até uma bala relativamente lenta, tendo em conta que algumas espingardas disparam balas mais rápido que a velocidade do som (334 m/s).

Q4

Desde o solo até os 15 m de altura a carga ganha uma energia potencial de

$$E_{pg} = mgh \rightarrow E_{pg} = 2800 \cdot 9{,}8 \cdot 15 = 411\,600\ \mathrm{J}$$

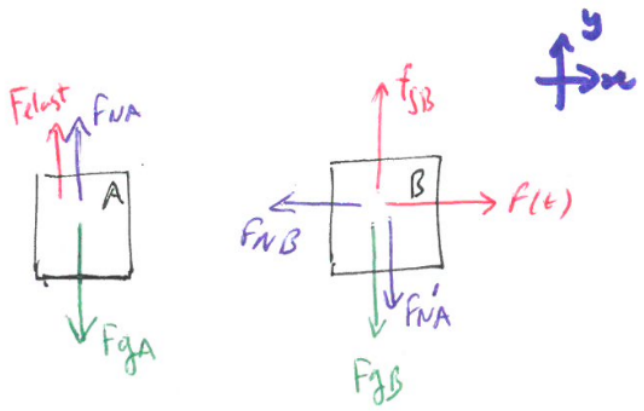
O motor desenvolve, pois, uma potência de

$$P = \frac{W}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{411\,600}{7{,}2\ \mathrm{s}} = 57\,167\ \mathrm{W} \quad (57\ \mathrm{kW})$$

Para comparação, 57 kW são cerca de 78 cv.

Q5

Marcando forças temos



Da lei de Hooke temos $F_{\text{elast}} = kx \Leftrightarrow F_{\text{elast}} = 15{,}08\ \text{N}\ (\text{sentido}\ +y)$. Aplicando 1ª lei de Newton temos, no limite de escorregamento (i.e., $f_s = f_s^{\max} = \mu_s F_N$),

$$\begin{array}{lll} Ay: & F_{\text{elast}} - F_{gA} + F_{NA} = 0 & F_{\text{elast}} - m_A g + F_{NA} = 0 \\ Bx: & F - F_{NB} = 0 & \Leftrightarrow \quad F = F_{NB} \\ By: & -F_{NA} + f_{sB} - F_{gB} = 0 & -F_{NA} + \mu_s F_{NB} - m_B g = 0 \end{array}$$

$$\Leftrightarrow \begin{array}{c} 15{,}08 - 29{,}4 + F_{NA} = 0 \\ F = F_{NB} \\ -F_{NA} + 0{,}80 F_{NB} - 49 = 0 \end{array} \Leftrightarrow \begin{array}{c} F_{NA} = 14{,}32 \\ F = F_{NB} \\ -14{,}32 + 0{,}80 F - 49 = 0 \end{array}$$

$$\ldots$$

$$\ldots$$

$$\Leftrightarrow F = \frac{49 + 14{,}32}{0{,}80} = 79{,}15\ \text{N}$$

Ou seja, a força F terá de exercer pelo menos 79,15 N para manter o sistema em equilíbrio. Ora esta força corresponde ao instante

$$F = 100 - 16t \Leftrightarrow 79{,}15 = 100 - 16t \Leftrightarrow t = \frac{100 - 79{,}15}{16} = 1{,}303\ \text{s} \quad (1{,}3\ \text{s})$$

Q6

A velocidade segundo y do barco mantém-se, i.e., $v_y = 7{,}00 \cdot 1{,}852 = 12{,}964\,\frac{\mathrm{km}}{h}$ $\left(3{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$. Segundo x a velocidade varia de acordo com

$$F = ma \rightarrow F = m\frac{dv}{dt} \Leftrightarrow 200(t^2 - 4t) = 80{,}0\frac{dv}{dt} \Leftrightarrow \frac{dv}{dt} = 2{,}5(t^2 - 4t)$$

Integrando segundo o método de Heun com passo h = 1 temos

t (s)	***v_x (m/s)***	***k1***	***k2***
0,00	0	0	7,5
1,00	3,75	7,5	10
2,00	12,5	10	7,5
3,00	21,25	7,5	0
4,00	25	0	-12,5

A velocidade e rapidez finais são então estimadas em (SI)

$$\vec{v} = v_x\hat{\mathbf{i}} + v_y\hat{\mathbf{j}} \rightarrow \vec{v} = 3{,}6\,\hat{\mathbf{i}} + 25{,}0\,\hat{\mathbf{j}}$$

$$v = |\vec{v}| \Leftrightarrow v = \sqrt{3{,}6^2 + 25{,}0^2} = 25{,}3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

CRÉDITOS

Nuno Sousa, UAb

Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.