FÍSICA GERAL | 21048

ORIENTAÇÕES DE RESPOSTA

EXAME DE RECURSO

Ano letivo: 2020-21

Versão: 15-jul-21

Q1

(a) Na fase 1 a aceleração 0-100 km/h (0 a 27,78 m/s) é de

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow a_1 = \frac{27{,}78}{2{,}50} = 11{,}11\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \quad (1{,}13\ g)$$

Na fase 2 o F1 passa dos 100 aos 200 km/h (55,56 m/s) em 5,40 – 2,50 = 2,90 s, pelo que temos

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow a_2 = \frac{55{,}56 - 27{,}78}{2{,}90} = 9{,}579\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \quad (0{,}977\ g)$$

(b) Na fase 1 o F1 percorre

$$\Delta x_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 \Leftrightarrow \Delta x = 0 + \frac{1}{2} 11{,}11 \cdot 2{,}50^2 = 34{,}72\ \mathrm{m}$$

Na fase 2 a velocidade inicial é os 27,78 m/s com que termina a fase 1 e vem

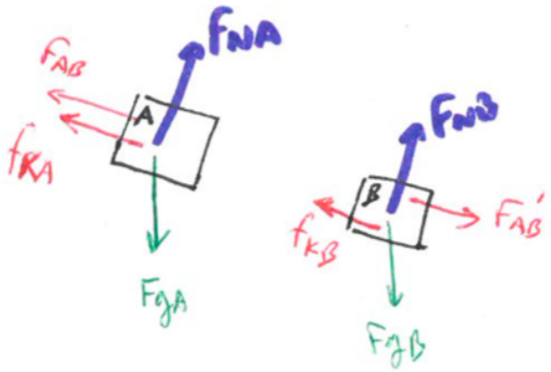
$$\Delta x_2 = v_0 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 \Leftrightarrow \Delta x = 27{,}78 \cdot 2{,}90 + \frac{1}{2} 9{,}579 \cdot 2{,}90^2 = 120{,}84\ \mathrm{m}$$

No total percorre então 34,72 + 120,84 = 153,56 m (154 m a 2 AS).

Para comparação, o circuito de Paul Ricard (França) tem 320 m entre o local de largada da pole position e a primeira curva, pelo que os F1 facilmente passam os 200 km/h no arranque de um grande prémio.

Q2

(a) Marcando as forças temos



Segundo x a 2ª lei de Newton dá-nos

$$A:\ -f_{kA} - F_{AB} + F_{gAx} = m_A a$$
$$B:\ -f_{kB} + F_{AB} + F_{gBx} = m_B a$$

Dado que $f_k = \mu_k F_N$ e notando que neste caso $F_N = F_g \cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2} mg$ e $F_{gx} = F_g \operatorname{sen} 30 = \frac{1}{2} F_g$, se somarmos as duas equações teremos

$$-\mu_{kA}\frac{\sqrt{3}}{2}m_A g - \mu_{kB}\frac{\sqrt{3}}{2}m_B g + \frac{1}{2}(m_A + m_B)g = (m_A + m_B)a \Leftrightarrow a$$
$$= \frac{\frac{1}{2}(m_A + m_B) - \frac{\sqrt{3}}{2}(\mu_{kA}m_A + \mu_{kB}m_B)}{m_A + m_B}g = 1{,}566\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \quad \left(1{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right)$$

Substituindo a aceleração p.ex. na equação para A obtemos a força de contacto:

$$-\mu_{kA}\frac{\sqrt{3}}{2}m_A g - F_{AB} + \frac{1}{2}m_A g = m_A a \Leftrightarrow F_{AB} = m_a\left(\frac{1}{2}g - \mu_{kA}\frac{\sqrt{3}}{2}g - a\right) \Leftrightarrow F_{AB}$$
$$= 2{,}0\left(\frac{1}{2}\cdot 9{,}8 - 0{,}35\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 9{,}8 - 1{,}566\right) = 0{,}727\ \mathrm{N} \quad (0{,}73\ \mathrm{N})$$

(b) Se trocarmos as posições o bloco A, que tem menor coeficiente de atrito, simplesmente desacoplaria de B e deslizaria à sua frente. Nessa situação, se ligássemos A a B com uma corda, a corda ganharia uma tensão exatamente igual à força de contacto entre A e B.

Q3

(a) No deslizar no solo, dado que o peso e a normal são ortogonais ao deslocamento, somente o atrito realiza trabalho. Pelo teorema de trabalho-energia vem

$$W_{tot} = \Delta E_c \rightarrow W_{fk} = 0 - 2{,}6 = 2{,}6\ \mathrm{J}$$

(b) No deslizar pela rampa realizam trabalho o peso e o atrito. O trabalho do peso é fácil de calcular. Fazendo h = 0 no solo e aplicando trigonometria ($\frac{h}{d} = \operatorname{sen} 20$) temos:

$$W_{F_g} = -\Delta E_{pg} \rightarrow W_{F_g} = -(0 - mgh) = 2{,}5 \cdot 9{,}8 \cdot (1{,}80 \cdot 0{,}342) = 8{,}379\ \mathrm{J} \quad (8{,}4\ \mathrm{J})$$

Para calcular o trabalho do atrito na rampa, há que notar que à chegada ao solo o caixote tem 2,6 J de energia cinética. Do corolário do teorema de trabalho-energia obtemos então

$$W_{NC} = \Delta E_m \rightarrow W_{f_k} = E_{mf} - E_{mi} \Leftrightarrow W_{f_k} = 16 - E_{pg} \Leftrightarrow W_{f_k} = 16 - mgh$$
$$= 2{,}6 - 8{,}379 = -5{,}779\ \mathrm{J} \quad (-5{,}8\ \mathrm{J})$$

(c) Dada a constante elástica elevada, podemos assumir que na compressão apenas a força elástica realiza trabalho significativo. Como tal, basta voltar a aplicar o teorema de trabalho-energia:

$$W_{tot} = \Delta E_c \rightarrow W_{F_{elast}} = 0 - 2{,}6 \Leftrightarrow -\Delta E_{p,elast} = 0 - 2{,}6 \Leftrightarrow -\left(\frac{1}{2} k x^2 - 0\right) = -2{,}6$$
$$\Leftrightarrow x = \sqrt{2 \cdot \frac{2{,}6}{k}} = 0{,}08383\ \mathrm{m} \quad (8{,}4\ \mathrm{cm})$$

Q4

(a) Sendo a colisão elástica, além do momento linear, conserva-se também a energia cinética. Para simplificar a notação vamos chamar v_A, v_B às rapidezes finais de A e B. Em primeiro lugar convém saber a rapidez final de A, que é

$$E_{cA} = 0{,}102 \Leftrightarrow \frac{1}{2} m_A v_A^2 = 0{,}102 \Leftrightarrow \frac{1}{2} 0{,}141 v_A^2 = 0{,}102 \Leftrightarrow v_A = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}102}{0{,}141}}$$
$$= 1{,}203 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

No referencial da figura obtemos, da conservação de momento segundo x, y e da energia cinética,

$$\begin{array}{c} m_A v_{Ai} = m_A v_{Ax} + m_B v_{Bx} \\ 0 = m_A v_{Ay} + m_B v_{By} \\ \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} v_{Ai} = v_A \cos\theta_A + v_B \cos\theta_B \\ 0 = v_A \operatorname{sen}\theta_A - v_B \operatorname{sen}\theta_B \\ v_{Ai}^2 = v_A^2 + v_B^2 \end{array}$$

$$\Leftrightarrow \begin{array}{c} v_{Ai} = 0{,}8192 \cdot 1{,}203 + v_B \cos\theta_B \\ 0 = 0{,}5736 \cdot 1{,}203 - v_B \operatorname{sen}\theta_B \\ v_{Ai}^2 = 1{,}203^2 + v_B^2 \end{array} \Leftrightarrow \begin{array}{c} v_{Ai} = 0{,}9855 + v_B \cos\theta_B \\ 0{,}6900 = v_B \operatorname{sen}\theta_B \\ v_{Ai}^2 = 1{,}447 + v_B^2 \end{array}$$

onde se usou $m_A = m_B$. As incógnitas são v_{Ai}, v_B, θ_B.

(b) A resolução manual deste sistema de 3 equações e 3 incógnitas requer alguma atenção, pelo que se dispensa os pormenores e se apresenta apenas o resultado. A 3 AS este é

$$v_{Ai} = 1{,}47 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \qquad v_B = 0{,}842 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, \qquad \theta_B = 0{,}960 \text{ rad} \quad (55{,}0^\circ)$$

Se obtiver a solução online haverá que descartar outras respostas, que correspondem a soluções não-físicas.

Q5

(a) A energia cinética de translação é a energia de rotação da órbita em torno do Sol. Esta pode ser obtida dos dados astronómicos e da definição de ano, assumindo que a órbita é simplesmente um movimento circular uniforme:

$$E_{cT} = \frac{1}{2} m_T v^2 \rightarrow E_{cT} = \frac{1}{2} m_T \left(\frac{2\pi r}{T_{\text{ano}}}\right)^2$$

onde $2\pi r$ é a distância percorrida pela Terra em 1 ano de órbita e Δt o período da órbita (1 ano). Substituindo valores no SI temos

$$E_{cT} = \frac{1}{2} 5{,}972 \times 10^{24} \cdot \left(\frac{2\pi \cdot 149{,}6 \times 10^9}{365{,}25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}\right)^2 = 2{,}649 \times 10^{33}\ \text{J}$$

(b) Quanto à energia cinética de rotação, esta é a energia cinética proveniente da rotação da Terra em torno de si mesma:

$$E_{cR} = \frac{1}{2} I_T \omega^2 \rightarrow E_{cR} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} m_T R_T^2 \left(\frac{2\pi}{T_{\text{dia}}}\right)^2$$

onde T_{dia} é o período da rotação da Terra sobre si mesma (1 dia). Substituindo valores no SI temos

$$E_{cR} = \frac{1}{5} 5{,}972 \times 10^{24} \cdot (6{,}371 \times 10^6)^2 \left(\frac{2\pi}{24 \cdot 60 \cdot 60}\right)^2 = 2{,}564 \times 10^{29}\ \text{J}$$

Comparando resultados vemos que $E_{cT} \approx 10^4 E_{cR}$, ou seja $E_c \approx E_{cT}$, já que a translação tem cerca de 4 ordens de grandeza mais energia do que a rotação.

Por curiosidade podemos calcular a rapidez da translação da Terra em torno do Sol, que é cerca de 29,8 km/s. Já a rotação dos corpos à superfície da Terra tem o seu valor máximo junto ao equador e é cerca 463 m/s (0,460 km/s). Não espanta, portanto, as grandes diferenças entre a energia cinética orbital e a de rotação intrínseca.

Q6

(a) Tabela de resultados:

t (s)	***T (ºC)***	***k1***	***k2***
0	0	0,002372	0,002315468
300	0,703078	0,002316	0,002261203
600	1,389679	0,002262	0,002208209
900	2,060188	0,002209	0,002156458
(...)	(...)	(...)	(...)
5100	9,953717	0,001585	0,001547217
5400	10,42352	0,001548	0,001510957

Os 10 ºC são atingidos algures entre os 5100 e 5400 s. O valor correto andará perto dos 5118 s, coisa de 1 horas e 25 min. Com um passo menor será possível determinar com mais precisão o resultado. Claro que isto é só se a mala ficar fechada o tempo todo.

Nota: consultando o capítulo de calorimetria de manuais de termodinâmica é possível verificar que a quantidade de gelo inicial terá sido cerca de 350 g (levou 1 hora a derreter), pelo que temos uns 2,850 litros de cervejas.

CRÉDITOS

Nuno Sousa, UAb

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