MIEEC • Física • Exame de época normal de 2008/09

PERGUNTAS DE ESCOLHA MÚLTIPLA

Chave *Clique no número da pergunta para ver a resolução*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
B	C	D	D	E	D	B	B	C	B	B	A	C	B	B	D	A	C	C	D	C	B	C	D	B	A

Questão 1

$$\omega = \omega_0 + \alpha t = 0 + 2t = 2t$$

$$L = I\omega = \left(\frac{1}{2}MR^2\right)(2t) = MR^2 t$$

Questão 2

$$I = \sum_i m_i r_i^2 = 2m \cdot 0^2 + 2m \cdot L^2 + 2m \cdot \left(\sqrt{2}L\right)^2 + mL^2 = 7mL^2$$

Questão 3

$$PV = nRT \rightarrow T = \frac{PV}{3R} \quad ; \quad m = \frac{M}{N_A} \text{ e } R = K_B N_A$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3K_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3K_B}{\frac{M}{N_A}} \cdot \frac{PV}{3R}} = \sqrt{\frac{K_B N_A}{M} \cdot \frac{PV}{R}} = \sqrt{\frac{R}{M} \cdot \frac{PV}{R}} = \sqrt{\frac{PV}{M}}$$

Questão 4

$$W_{gás} = +\int_{V_i}^{V_f} P\,dV$$

isotérmica: $W_{gás} = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = PV \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$; isobárica: $W_{gás} = P\Delta V$

$$W_{gás} = P_1V_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + P_2\left(V_3 - V_2\right) = P_1V_1 \ln\left(\frac{3V_1}{V_1}\right) + \frac{P_1}{3}\left(V_1 - 3V_1\right) = P_1V_1 \ln 3 - \frac{2}{3}P_1V_1 = P_1V_1\left(\ln 3 - \frac{2}{3}\right)$$

Questão 5

Ver Perguntas de Desenvolvimento, questão 2a)

Questão 6

$$v_y = v_{0_y} - gt \rightarrow 0 = v_0 \operatorname{sen}\theta_0 - gt_{subida} \Leftrightarrow t_{subida} = \frac{v_0 \operatorname{sen}\theta_0}{g}$$

$$t_{voo} = 2 \cdot t_{subida} = \frac{2v_0 \operatorname{sen}\theta_0}{g}$$

$$x = x_0 + v_{0_x} t_{voo} = 0 + v_0 \cos\theta_0 \cdot \frac{2v_0 \operatorname{sen}\theta_0}{g} = \frac{2v_0^2 \operatorname{sen}\theta_0 \cos\theta_0}{g}$$

Questão 7

Num processo isotérmico,

$$P_i V_i = P_f V_f \rightarrow P_0 V_0 = P_f 2V_0 \Leftrightarrow P_f = \frac{P_0 V_0}{2V_0} = \frac{P_0}{2}$$

Questão 8

Num gás ideal a energia interna depende apenas da temperatura. Assim, a energia interna inicial será igual à final se o processo for isotérmico, que como vimos na questão anterior, é o processo A –> C.

Questão 9

$$I_1 = k_1 S_1 \frac{\Delta T}{\Delta x_1}; I_2 = k_2 S_2 \frac{\Delta T}{\Delta x_2}; I_{total} = I_1 + I_2 = \left(\frac{k_1 S_1}{\Delta x_1} + \frac{k_2 S_2}{\Delta x_2}\right)\Delta T$$

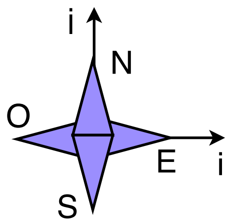
$$\frac{k_1 S_1}{\Delta x_1} + \frac{k_2 S_2}{\Delta x_2} = \frac{400 \cdot 8 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-2}} + \frac{300 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-2}} = 19 \ W/K$$

$$R = \frac{1}{19} \ K/W$$

Questão 10

$$\vec{v}_{barco/Terra} = \vec{v}_{barco/rio} + \vec{v}_{rio/Terra} = 3\hat{j} + 4\hat{i} \text{ Km/h}$$

$$\left|\vec{v}_{barco/Terra}\right| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ Km/h}$$



Questão 11

Num corpo em repouso sobre um plano, existem duas forças exteriores aplicadas ao corpo: peso e reacção normal. No entanto, se o corpo está em repouso, o momento angular conserva-se, porque é sempre nulo. Este exemplo contradiz a afirmação (b), logo esta é falsa.

Questão 12

$$\text{Na roldana}: M = I\alpha \Leftrightarrow RT = \frac{1}{2}MR^2 \cdot \frac{a}{R} \Leftrightarrow T = \frac{1}{2}Ma$$

$$\text{No corpo}: P - T = ma \Leftrightarrow mg - \frac{1}{2}Ma = ma \Leftrightarrow mg = \left(m + \frac{1}{2}M\right)a \Leftrightarrow a = \frac{mg}{m + \frac{1}{2}M} = \frac{2mg}{2m + M}$$

Questão 13

$$PV = nRT \Leftrightarrow PV = \frac{m}{M}RT \Leftrightarrow m = \frac{PVM}{RT} = \frac{0{,}8314 \cdot 10^5 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{8{,}314 \cdot (27 + 273)} = 4 \cdot 10^{-3} Kg$$

Questão 14

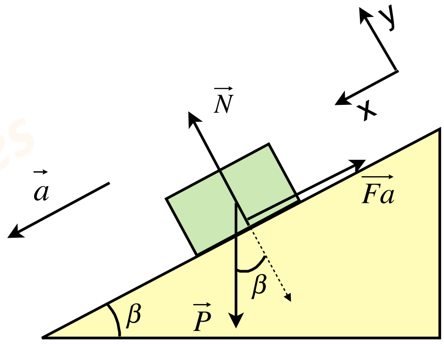
$$P = W_{ciclo} f \Leftrightarrow W_{ciclo} = \frac{P}{f} = \frac{60\cdot 10^3}{2} = 30KJ$$

$$W_{ciclo} = Q_{ent} - |Q_{sai}| \rightarrow Q_{ent} = 30\cdot 10^3 + 50\cdot 10^3 = 80KJ$$

$$\eta = \frac{W_{ciclo}}{Q_{ent}} = \frac{30}{80} = \frac{3}{8}$$

Questão 15

Como o corpo se move em relação ao plano, o atrito é cinético.



$$\begin{cases} P\,\mathrm{sen}\,\beta - Fa = ma \\ N - P\cos\beta = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} mg\,\mathrm{sen}\,\beta - \mu_c N = ma \\ N = mg\cos\beta \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} mg\,\mathrm{sen}\,\beta - \mu_c mg\cos\beta = ma \\ — \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} g\left(\mathrm{sen}\,\beta - \mu_c\cos\beta\right) = a \\ — \end{cases}$$

Questão 16

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \left(6t^2 - 5\right)\hat{i} - 28t^3\hat{j}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 12t\hat{i} - 84t^2\hat{j}$$

$$\vec{a}(2) = 24\hat{i} - 336\hat{j}\ \ (\mathrm{m/s^2})$$

Questão 17

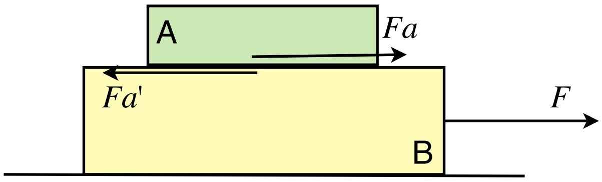
Como a força é constante, estamos perante um campo uniforme de forças. E um campo uniforme sempre é um campo conservativo, logo é independente do caminho.

$$W = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} = \left(7\hat{i} - 6\hat{j} + 0\hat{k}\right)\cdot\left(-3\hat{i} + 4\hat{j} + 16\hat{k}\right) = -45J$$

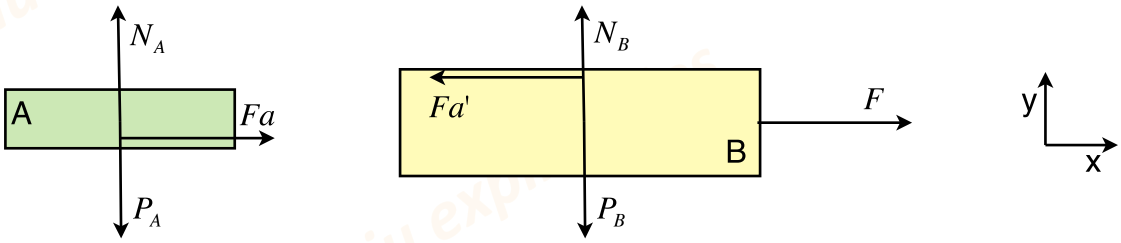
Questão 18

$$P = F.v = mg\cdot\frac{\Delta x}{\Delta t} = (10\cdot 80 + 1000)\cdot 10\cdot\frac{80}{3\cdot 60} = 8000\ W$$

Questão 19



Como só existe atrito entre os corpos, e estes não têm movimento entre si, o atrito aí existente é estático. Pela ausência de movimento relativo entre os dois corpos também se conclui que as acelerações de ambos os corpos são iguais. As forças de atrito entre os corpos constituem um par acção-reacção, logo têm igual módulo.



No corpo A, e atendendo a que $Fa = \mu_e N_A$: $\begin{cases} Fa = ma \\ N_A - P_A = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \mu_e N_A = ma \\ N_A = mg \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \mu_e mg = ma \\ — \end{cases} \Rightarrow a = \mu_e g$

No corpo B, e usando o resultado anterior : $F - Fa = Ma \Leftrightarrow F = \mu_e N_A + M\mu_e g = \mu_e mg + M\mu_e g = \mu_e g(m+M)$

Questão 20

$$\left(\vec{a}+\vec{b}\right)\times\vec{a} = \vec{a}\times\vec{a}+\vec{b}\times\vec{a} = \vec{0}+\vec{b}\times\vec{a} = \vec{b}\times\vec{a} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 4 & 0 \\ 3 & 5 & 0 \end{vmatrix} = 0\hat{i}+0\hat{j}+(5\cdot 2-4\cdot 3)\hat{k} = -2\hat{k}$$

Questão 21

Admite-se que a roda tem um único ponto de contacto com a estrada. Como a roda não escorrega, a velocidade desse ponto de contacto é nula. Portanto, nesse ponto não existe movimento relativo entre a roda e a estrada, logo o atrito é estático.
Como o carro tem tracção integral, a força de atrito tem o sentido do movimento do carro.

Questão 22

$$\vec{r}_{CM} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i} = \frac{2m\left(0\hat{i}+0\hat{j}\right)+2m\left(L\hat{i}+0\hat{j}\right)+2m\left(L\hat{i}+L\hat{j}\right)+m\left(0\hat{i}+L\hat{j}\right)}{2m+2m+2m+m} = \frac{4mL\hat{i}+3mL\hat{j}}{7m} = \frac{4L}{7}\hat{i}+\frac{3L}{7}\hat{j}$$

Questão 23

No ponto mais baixo da trajectória, as forças aplicadas (peso e reacção normal) têm como resultante uma força centrípeta, pelo facto do automóvel estar a executar uma trajectória curvilínea.

$$N - P = F_C \Leftrightarrow N = P + F_C \Rightarrow N > P$$

Questão 24

Aplicando o Teorema de Steiner,

$$I = I_{CM} + Md^2 = MR^2 + MR^2 = 2MR^2$$

Questão 25

$$M = I \cdot \alpha \Leftrightarrow R \cdot F = I \cdot \alpha \Leftrightarrow \alpha = \frac{R \cdot F}{I} = \frac{0{,}1 \cdot 2}{2} = 0{,}1 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega = \omega_0 - \alpha t \rightarrow 0 = 4 - 0{,}1t \Leftrightarrow t = 40s$$

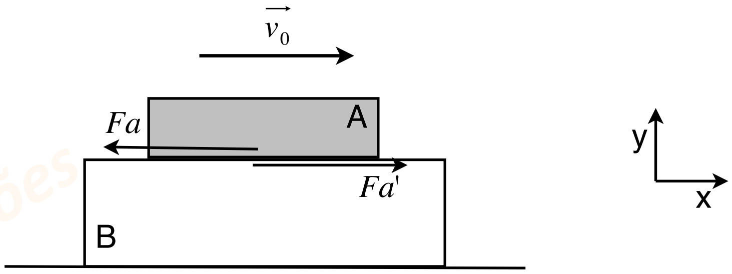
Questão 26

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} v$$

$$F = ma \Leftrightarrow -\frac{k}{x^2} = m\frac{dv}{dx} v \Leftrightarrow -\frac{k}{mx^2} dx = vdv \Leftrightarrow \int_{x_0}^{x} -\frac{k}{mx^2} dx = \int_0^v v\,dv$$

$$\frac{k}{m} \cdot \frac{1}{x}\bigg|_{x_0}^{x} = \frac{v^2}{2}\bigg|_0^v \Leftrightarrow \frac{k}{m}\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x_0}\right) = \frac{v^2}{2} \Leftrightarrow v^2 = \frac{2k}{m}\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x_0}\right)$$

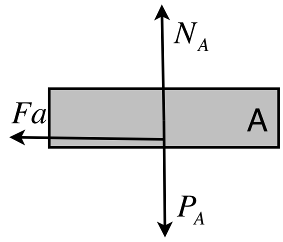
1. a)



Sabemos que,

$$\left|\vec{Fa}\right| = \left|\vec{Fa'}\right| = \mu_C N_A \quad (1)$$

Fazendo a análise de forças ao corpo A:

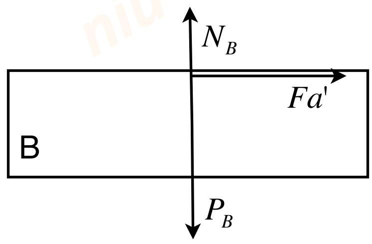


$$\begin{cases} -Fa = m_A a_A \\ P_A - N_A = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} — \\ N_A = P_A = m_A g \end{cases}$$

Usando a igualdade (1):

$$\begin{cases} -\mu_C m_A g = m_A a_A \\ N_A = m_A g \end{cases} \Rightarrow \boxed{a_A = -\mu_C g}$$

Análise de forças em B:



$$Fa' = m_B a_B$$

Recorrendo novamente a (1):

$$\mu_C N_A = m_B a_B \Leftrightarrow \mu_C m_A g = m_B a_B \Leftrightarrow \boxed{a_B = \frac{m_A}{m_B} \mu_C g}$$

Equações das velocidades dos corpos A e B (movimento uniformemente variado):

$$\begin{cases} v_A = v_{0_A} + a_A t \\ v_B = v_{0_B} + a_B t \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v_A = v_0 - \mu_C g t \\ v_B = 0 + \dfrac{m_A}{m_B} \mu_C g t \end{cases}$$

No instante pedido:

$$v_A = v_B = v \quad \rightarrow \begin{cases} v = v_0 - \mu_C g t \\ v = \dfrac{m_A}{m_B} \mu_C g t \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v_0 - \mu_C g t = \dfrac{m_A}{m_B} \mu_C g t \\ — \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v_0 = \left(1 + \dfrac{m_A}{m_B}\right) \mu_C g t \\ — \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = \dfrac{v_0}{\left(1 + \dfrac{m_A}{m_B}\right) \mu_C g} \\ — \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} t = \dfrac{v_0}{\dfrac{m_A + m_B}{m_B}\mu_C g} \\ - \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \boxed{t = \dfrac{m_B}{m_A + m_B} \cdot \dfrac{v_0}{\mu_C g}} \\ - \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} - \\ v = \dfrac{m_A}{m_B} \cdot \mu_C g \cdot \dfrac{m_B}{m_A + m_B} \cdot \dfrac{v_0}{\mu_C g} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = \dfrac{m_B}{m_A + m_B} \cdot \dfrac{v_0}{\mu_C g} \\ \boxed{v = \dfrac{m_A}{m_A + m_B} \cdot v_0} \end{cases}$$

Em alternativa pode-se resolver esta questão usando a lei da conservação do momento linear aplicado ao sistema.

b)

Distância percorrida por B até atingir a velocidade comum, em relação ao solo:

$$x_B = x_0 + v_{0_B} t + \frac{1}{2} a_B t^2 \Leftrightarrow x_B = 0 + 0 + \frac{1}{2} \frac{m_A}{m_B} \mu_C g \cdot \left(\frac{m_B}{m_A + m_B} \cdot \frac{v_0}{\mu_C g} \right)^2 \Leftrightarrow \boxed{x_B = \frac{m_A \cdot m_B}{(m_A + m_B)^2} \cdot \frac{v_0^{\ 2}}{2\mu_C g}}$$

Distância percorrida por A até atingir a velocidade comum, em relação ao solo:

$$x_A = x_0 + v_{0_A} t + \frac{1}{2} a_A t^2$$

$$x_A = 0 + v_0 \cdot \frac{m_B}{m_A + m_B} \cdot \frac{v_0}{\mu_C g} - \frac{1}{2} \mu_C g \cdot \left(\frac{m_B}{m_A + m_B} \cdot \frac{v_0}{\mu_C g} \right)^2 = \frac{2m_B (m_A + m_B) v_0^{\ 2} - m_B^{\ 2} v_0^{\ 2}}{(m_A + m_B)^2 2\mu_C g} =$$

$$= \frac{(2m_A m_B + 2m_B^{\ 2} - m_B^{\ 2}) v_0^{\ 2}}{(m_A + m_B)^2 2\mu_C g} \Leftrightarrow \boxed{x_A = \frac{2m_A m_B + m_B^{\ 2}}{(m_A + m_B)^2} \cdot \frac{v_0^{\ 2}}{2\mu_C g}}$$

Em alternativa, esta alínea podia-se resolver usando a lei do trabalho-energia que estabelece que, quando uma força actua sobre um corpo causando-lhe alteração na sua energia cinética, o trabalho realizado por essa força (neste caso, a de atrito) sobre o corpo é igual à variação da sua energia cinética. Aplica-se a lei a cada um dos corpos.

c)

O deslocamento pedido é:

$$\Delta x = x_A - x_B = \frac{2m_A m_B + m_B^2}{(m_A + m_B)^2} \cdot \frac{v_0^2}{2\mu_C g} - \frac{m_A \cdot m_B}{(m_A + m_B)^2} \cdot \frac{v_0^2}{2\mu_C g} = \frac{m_A m_B + m_B^2}{(m_A + m_B)^2} \cdot \frac{v_0^2}{2\mu_C g} = \frac{(m_A + m_B) m_B}{(m_A + m_B)^2} \cdot \frac{v_0^2}{2\mu_C g}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\Delta x = \frac{m_B}{m_A + m_B} \cdot \frac{v_0^2}{2\mu_C g}}$$

Em alternativa, a questão podia ser resolvida usando a conservação de energia do sistema.

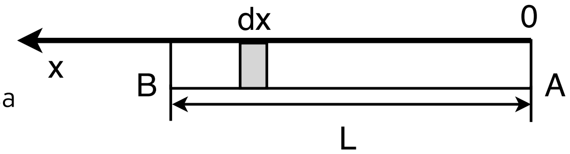
2. a)

i)

Seja λ a densidade linear de carga. Assim, temos, $m = \lambda L \quad (1)$

$m = \lambda L \quad (1)$

$e \quad dm = \lambda dx$



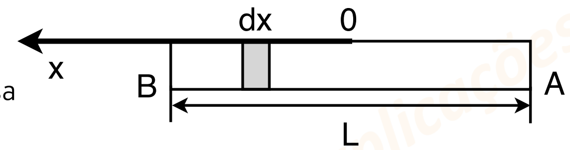
O momento de Inércia em relação ao eixo que passa pela extremidade da barra (A) é:

$$I_A = \int_0^L r^2 dm = \int_0^L x^2 \lambda \; dx = \lambda \frac{x^3}{3}\Big|_0^L = \lambda \frac{L^3}{3}$$

De (1), obtém-se

$$\boxed{I_A = m\frac{L^2}{3}}$$

ii)

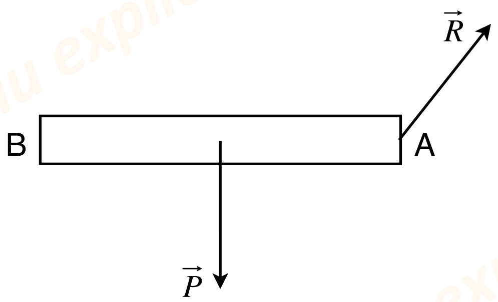


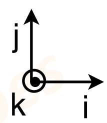
O momento de Inércia em relação ao eixo que passa pela centro de massa da barra (CM) é:

$$I_{CM} = \int_{-L/2}^{L/2} r^2 dm = \int_{-L/2}^{L/2} x^2 \lambda \; dx = \lambda \frac{x^3}{3}\Big|_{-L/2}^{L/2} = \lambda\left(\frac{L^3}{24} + \frac{L^3}{24}\right) = \lambda \frac{L^3}{12} \Leftrightarrow \boxed{I_{CM} = m\frac{L^2}{12}}$$

Em alternativa, podia-se usar o Teorema de Steiner.

b)



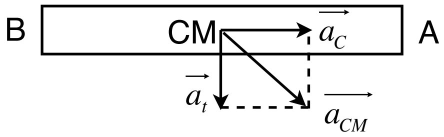


Análise dos momentos em A:

$$\sum \overrightarrow{M_A} = I_A \vec{\alpha}$$

$$-\frac{L}{2}\hat{i} \times \vec{P} + \vec{0} \times \vec{R} = \frac{1}{3} mL^2 \vec{\alpha} \Leftrightarrow -\frac{L}{2}\hat{i} \times (-mg)\hat{j} = \frac{1}{3} mL^2 \vec{\alpha} \Leftrightarrow \frac{mgL}{2}\hat{k} = \frac{1}{3} mL^2 \vec{\alpha} \Leftrightarrow \boxed{\vec{\alpha} = \frac{3}{2} \cdot \frac{g}{L}\hat{k}}$$

c)



Segundo o eixo dos xx, apenas existe aceleração tangencial.

$$\vec{a}_t = \vec{\alpha} \times \vec{r}$$

$$\vec{a}_t = \frac{3g}{2L}\hat{k} \times \left(-\frac{L}{2}\right)\hat{i} \Leftrightarrow \boxed{\vec{a}_t = -\frac{3}{4}g\hat{j}}$$

De modo análogo, a aceleração centrípeta apenas existe em yy.

$$\left|\vec{a}_C\right| = \frac{v^2}{r}$$

Mas no instante inicial, a barra está em repouso. A velocidade é nula, logo

$$\boxed{\vec{a}_C = \vec{0}}$$

$$\therefore \boxed{\vec{a}_{CM} = 0\hat{i} - \frac{3}{4}g\hat{j}}$$

Assim, a aceleração do centro de massa tem apenas componente em yy.

d)

A resultante das forças aplicada num corpo é igual à massa vezes a aceleração do centro de massa

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}_{CM}$$

$$\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}_{CM} \Leftrightarrow -mg\hat{j} + \vec{R} = -\frac{3}{4}mg\hat{j} \Leftrightarrow \vec{R} = mg\hat{j} - \frac{3}{4}mg\hat{j} \Leftrightarrow \boxed{\vec{R} = \frac{1}{4}mg\hat{j}}$$

Note-se que, a força pedida, no instante inicial, tem apenas componente vertical.

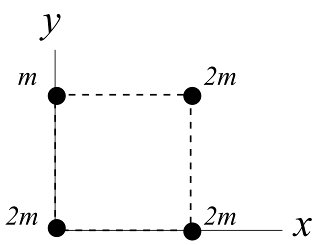
Rogério Sá

1^a **Parte** - Perguntas de Escolha Múltipla (13 valores)

1. Um disco de massa m, raio R e momento de inércia $mR^2/2$, inicialmente em repouso é sujeito a uma aceleração angular $\alpha = 2$ rad/s^2. O seu momento angular em função do tempo é:

   (a) $L = 2mR^2 t$.
   (b) $L = mR^2 t$.
   (c) $L = mR^2 t^2$.
   (d) $L = mR^2$.
   (e) $L = \frac{1}{2} mR^2 t$.

2. Considere um sistema de quarto partículas dispostas nos vertices de um quadrado de lado L (ver figura). O momento de inércia do sistema em relação a um eixo perpendicular ao plano da folha e que passe pela origem é:



   (a) $(3 + 2\sqrt{2})mL^2$.
   (b) $(4 + \sqrt{2})mL^2$.
   (c) $7mL^2$.
   (d) $4mL^2\,\hat{\boldsymbol{\imath}} + 3mL^2\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$.
   (e) $5mL^2$.

3. Num reservatório com volume V estão 3 moles de um gás ideal monoatómico à pressão P. Sabendo que M é a massa molar do gás, a velocidade quadrática média, v_{rms}, das suas partículas é:

   (a) $\sqrt{\frac{2PV}{3M}}$.
   (b) $\sqrt{\frac{8PV}{3\pi M}}$.
   (c) $\sqrt{\frac{9PV}{M}}$.
   (d) $\sqrt{\frac{PV}{M}}$.
   (e) São necessários mais dados para responder.

4. Duas moles dum gás ideal à pressão P_1 e volume V_1 são sujeitas a uma expansão a temperatura constante, até a pressão se reduzir a $P_1/3$, e em seguida a uma compressão isobárica até ao volume inicial. O trabalho total realizado pelo gás é:

   (a) $W = -P_1 V_1 \ln 3$.
   (b) $W = \frac{2}{3} P_1 V_1$.
   (c) $W = P_1 V_1 \ln 3$.
   (d) $W = P_1 V_1 \left(\ln 3 - \frac{2}{3}\right)$.
   (e) Nenhum dos valores anteriores está correcto.

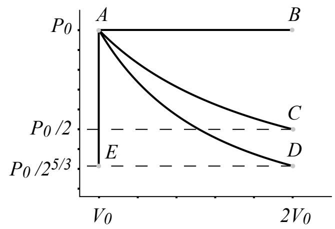
5. O momento de inércia de uma barra fina, homogénea, de comprimento L e massa M em relação a um eixo perpendicular à barra e que passe por uma das extremidades é:

   (a) $ML^2/6$.
   (b) $ML^2/4$.
   (c) $ML^2/2$.
   (d) $ML^2/12$.
   (e) $ML^2/3$.

6. O alcance, R, atingido por um projéctil lançado do solo com velocidade inicial v_0 segundo uma direcção que faz um ângulo θ_0 com a horizontal é:

   (a) $R = \frac{v_0 \sin\theta_0}{g}$.
   (b) $R = \frac{(v_0 \sin\theta_0)^2}{g}$.
   (c) $R = \frac{v_0^2}{g} \tan\theta_0$.
   (d) $R = \frac{2v_0^2 \cos\theta_0 \sin\theta_0}{g}$.
   (e) $R = \frac{v_0^2}{g}$.

7. Um gás ideal monoatómico é sujeito a 4 processos distintos, indicados na figura. Todos os processos têm início no estado A com pressão P_0 e volume V_0. Qual dos processos é isotérmico?



(a) Processo $A \rightarrow B$.
(b) Processo $A \rightarrow C$.
(c) Processo $A \rightarrow D$.
(d) Processo $A \rightarrow E$.
(e) Nenhum dos processos é isotérmico.

8. Relativamente à questão anterior, qual das seguintes afirmações referente à energia interna, U, do gás é verdadeira?

(a) $U_B - U_A = 0$.
(b) $U_C - U_A = 0$.
(c) $U_D - U_A = 0$.
(d) $U_E - U_A = 0$.
(e) Todas as afirmações anteriores estão erradas.

9. Duas barras de metal, isoladas, cada uma com 2 cm de comprimento são colocadas em paralelo entre duas paredes. A diferença de temperatura entre as paredes é constante. A condutividade térmica dum dos metais é $k_1 = 400$ W/(mK) e a do outro é $k_2 = 300$ W/(mK). A secção da barra 1 é de 8 cm^2 e a da barra 2 é de 2 cm^2. A resistência térmica equivalente é:

(a) $\frac{19}{48}$ K/W.
(b) $\frac{1}{16}$ K/W.
(c) $\frac{1}{19}$ K/W.
(d) 19 K/W.
(e) $\frac{48}{19}$ K/W.

10. Um rio corre para norte com uma velocidade de 3 km/h. Um barco segue rumo ao leste com a velocidade de 4 km/h relativamente à água. O módulo do vector velocidade do barco em relação à Terra é:

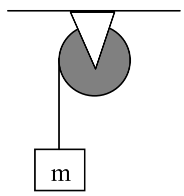
(a) 1 km/h.
(b) 5 km/h.
(c) 10 km/h.
(d) $\sqrt{10}$ km/h.
(e) $\sqrt{5}$ km/h.

11. Qual das seguintes afirmações é falsa?

(a) Na ausência de forças exteriores aplicadas a um dado sistema, o seu momento angular conserva-se.
(b) Se existirem forças exteriores aplicadas a um dado sistema, o seu momento angular nunca se conserva.
(c) Se o momento total das forças exteriores for diferente de zero não há conservação de momento angular.
(d) O momento angular é proporcional à velocidade angular.
(e) O momento angular depende do ponto em relação ao qual é calculado.

12. Um bloco de massa m está suspenso por um fio enrolado numa roldana de massa M e raio R (sendo $I = MR^2/2$) como indicado na figura. Se não existir deslizamento, a aceleração do bloco será:

(a) $a = \frac{2mg}{2m+M}$.
(b) $a = \frac{m+M}{m+\frac{M}{2}}g$.
(c) $a = g$.
(d) $a = g(M+m)$.
(e) $a = \frac{mg}{M+m}$.



13. O hélio à temperatura de $27°$ C e pressão de 0.8314×10^5 Pa, está no estado gasoso. Nestas condições e sabendo que a massa molar do hélio é de 4 g/mol, a massa de 30 litros de hélio é:

(a) 4 kg.
(b) 2×10^{-3} g.
(c) 4×10^{-3} kg.
(d) 4×10^3 kg.
(e) 2×10^{-3} kg.

Nota: Use $R = 8{,}314\,\mathrm{JK^{-1}mol^{-1}}$, e $t(°C) = T(K) - 273$.

14. Uma máquina térmica com uma potência de 60 kW executa 2 ciclos por segundo. Se o calor libertado para o reservatório de energia térmica à temperatura mais baixa é de 50 kJ qual é o seu rendimento?

(a) $\frac{1}{8}$.
(b) $\frac{3}{8}$.
(c) $\frac{6}{11}$.
(d) 1.
(e) São necessários mais dados para responder.

15. Um objecto com massa m desliza ao longo de um plano inclinado de ângulo β. Os seus coeficientes de atrito estático e cinético com a superfície do plano são, respectivamente, μ_e e μ_c. A aceleração do objecto é:

(a) $g - \mu_c$.
(b) $g(\sin\beta - \mu_c \cos\beta)$.
(c) $g(\mu_e \cos\beta - \sin\beta)$.
(d) $g(\mu_c \sin\beta - \cos\beta)$.
(e) $\mu_c \cos\beta - g$.

16. O raio vector de posição de uma partícula que se move no plano xy é $\vec{r} = (2t^3 - 5t)\,\hat{\boldsymbol{\imath}} + (6 - 7t^4)\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$, onde $\vec{r}$ está em metros e t em segundos. O vector aceleração $\vec{a}$ no instante $t = 2$ s é:

(a) $\left(6t^2 - 5\right)\,\hat{\boldsymbol{\imath}} - 28t^3\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$.
(b) $12t\,\hat{\boldsymbol{\imath}} - 84t^2\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$.
(c) $19\,\hat{\boldsymbol{\imath}} - 224\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$.
(d) $24\,\hat{\boldsymbol{\imath}} - 336\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$.
(e) $6\,\hat{\boldsymbol{\imath}} - 106\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$.

17. Dada a força $\vec{F} = (7\,\hat{\boldsymbol{\imath}} - 6\,\hat{\boldsymbol{\jmath}})$ N, o trabalho realizado quando uma partícula sujeita a essa força vai da origem ao ponto $\vec{r} = -3\,\hat{\boldsymbol{\imath}} + 4\,\hat{\boldsymbol{\jmath}} + 16\,\hat{\boldsymbol{k}}$ é:

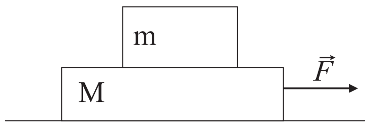
(a) -45 J.
(b) -15 J.
(c) 15 J.
(d) 45 J.
(e) Não há informação suficiente porque falta especificar o caminho seguido pela partícula.

18. Um elevador transporta a velocidade constante, para cima, 10 passageiros a uma altura de 80 m em 3 minutos. Cada passageiro tem 80 kg de massa e o elevador tem uma massa de 1000 kg. A potência do seu motor é de:

(a) 4000 W.
(b) 6000 W.
(c) 8000 W.
(d) 10000 W.
(e) 12000 W.

Nota: considere $g = 10$ m/s^2

19. Um bloco com massa m é colocado sobre outro com massa M. Admita que não há atrito entre o bloco M e a superfície horizontal sobre a qual assenta. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre os dois blocos são μ_e e μ_c, respectivamente. É aplicada uma força $\vec{F}$ horizontal ao bloco de baixo, tal como mostra a figura. O valor máximo do módulo da força que movimenta o sistema sem que os blocos se desloquem relativamente um ao outro é:



(a) $F_{max} = \mu_e \frac{M}{m}(M + m)g$.
(b) $F_{max} = \mu_e \frac{m}{M}(M + m)g$.
(c) $F_{max} = \mu_e(M + m)g$.
(d) $F_{max} = \mu_c \frac{m}{M}(M + m)g$.
(e) $F_{max} = \mu_c \frac{M}{m}(M + m)g$.

20. Considere os dois vectores $\vec{a} = 3\,\hat{\boldsymbol{\imath}} + 5\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$ e $\vec{b} = 2\,\hat{\boldsymbol{\imath}} + 4\,\hat{\boldsymbol{\jmath}}$. O resultado $-2\,\hat{\boldsymbol{k}}$ foi obtido por meio de que operação realizada entre estes dois vectores?

(a) $\vec{a} \cdot \vec{b}$.
(b) $2\vec{a} \times \vec{b}$.
(c) $(\vec{a} \cdot \vec{b}) \times 2\vec{b}$.
(d) $(\vec{a} + \vec{b}) \times \vec{a}$.
(e) $(2\vec{a} \times \vec{b}).\vec{a}$.

21. Um carro com tracção integral, cujas rodas rolam sem escorregar, acelera ao longo de um troço de estrada rectilíneo. Qual das seguintes afirmações é verdadeira em relação à força de atrito exercida pelo pavimento sobre os pneus:

    (a) O atrito é estático e tem o sentido oposto ao do deslocamento.

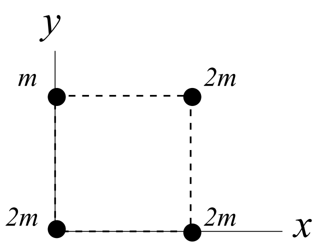
    (b) O atrito é cinético e tem o mesmo sentido do deslocamento.

    (c) O atrito é estático e tem o mesmo sentido do deslocamento.

    (d) O atrito é cinético e tem o sentido oposto ao do deslocamento.

    (e) O atrito é nulo.

22. Considere um sistema de quarto partículas dispostas nos vertices de um quadrado de lado L (ver figura). O raio vector de posição do centro de massa é:



    (a) $\vec{r}_{CM} = \frac{4L}{7}\,\hat{\imath} + \frac{4L}{7}\,\hat{\jmath}$.

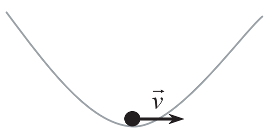
    (b) $\vec{r}_{CM} = \frac{4L}{7}\,\hat{\imath} + \frac{3L}{7}\,\hat{\jmath}$.

    (c) $\vec{r}_{CM} = \frac{3L}{7}\,\hat{\imath} + \frac{4L}{7}\,\hat{\jmath}$.

    (d) $\vec{r}_{CM} = \frac{3L}{7}\,\hat{\imath} + \frac{3L}{7}\,\hat{\jmath}$.

    (e) Nenhuma das respostas anteriores.

23. Um automóvel desce e sobe uma lomba. No fundo da lomba, quando o vector velocidade é horizontal, como é que a intensidade da força normal, $\vec{N}$, sobre o automóvel se compara com a intensidade do seu peso, $\vec{P}$?



    (a) $N < P$.

    (b) $N = P$.

    (c) $N > P$.

    (d) $N = 0$.

    (e) Não há informação suficiente para responder.

24. Considere um anel homogéneo de raio R e massa M. Assumindo que a espessura do anel é desprezável, sabe-se que o seu momento de inércia relativamente a um eixo que passe pelo seu centro e seja perpendicular ao plano do anel, é igual a MR^2. Nestas condições, o momento de inércia do anel em torno de um eixo que passe na sua periferia, perpendicularmente ao plano do anel é dado por:

    (a) $\frac{MR^2}{2}$.

    (b) MR^2.

    (c) $\frac{3MR^2}{2}$.

    (d) $2MR^2$.

    (e) 0.

25. Um disco com um momento de inércia $I = 2$ Kg m^2 e raio 10 cm roda com velocidade angular $\omega = 4$ rad/s. Num instante $t = 0$ s aplica-se um travão sobre a periferia do disco, o qual exerce uma força tangencial constante de módulo $F = 2$ N. Quanto tempo demora o disco a parar?

    (a) 0,4 s.

    (b) 40 s.

    (c) 8 s.

    (d) 4 s.

    (e) 2,5 s.

26. Um corpo com massa m, inicialmente em repouso em $x = x_0$, move-se em linha recta ao longo do eixo dos xx sob a acção da força $F = -k/x^2$, onde k é constante. A expressão que dá a sua velocidade como função da posição x, $v(x)$, é:

    (a) $v^2 = \frac{2k}{m}\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x_0}\right)$.

    (b) $v = \frac{k}{mx^2} + x_0$.

    (c) $v = \frac{k}{mx} + x_0$.

    (d) $v = \sqrt{\frac{k}{mx}} + x_0$.

    (e) $v = \sqrt{\frac{2k}{mx}} + \sqrt{\frac{2k}{mx_0}}$.

2^a **Parte** - Perguntas de Desenvolvimento (7 valores)

1 - Responda às seguintes duas perguntas nas folhas de exame dadas em separado.
2 - **Não responda a duas perguntas na mesma folha**.
3 - Apresente todos os cálculos que tiver efectuado.
4 - Justifique convenientemente todas as suas respostas, apresentado os resultados em função dos dados do enunciado.
5 - Assine todas as folhas que entregar.

1. (3,5 valores) Na figura 1, as massas dos blocos A e B são m_A e m_B, respectivamente. Entre A e B há uma força de atrito constante, com coeficiente de atrito cinético μ_c, mas B pode deslizar sem atrito sobre a superfície horizontal. Inicialmente, A está a mover-se com velocidade v_0 enquanto B está em repouso. Se nenhuma outra força actuar sobre o sistema, A diminuirá a sua velocidade e B acelerará até que os dois blocos se movam com a mesma velocidade v.

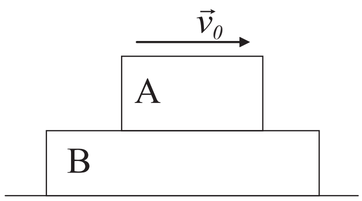


Figura 1:

(a) Determine o valor dessa velocidade comum, v.

(b) De que distância os blocos A e B se terão deslocado até que isso aconteça, medindo-se essa distância em relação à superfície horizontal.

(c) Qual é o deslocamento de A relativamente a B até ser atingida a velocidade comum v?

2. (3,5 valores) A barra muito fina mostrada na figura 2 tem massa m e comprimento L e é largada do repouso na posição horizontal. Nesse instante, determine:

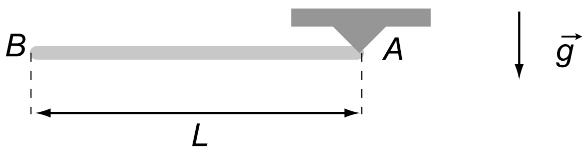


Figura 2:

(a) Os momentos de inércia da barra em relação ao eixo que passa em A e é perpendicular ao plano da figura e em relação ao eixo que passa no centro de massa (CM) e é paralelo ao anterior.

(b) A aceleração angular da barra.

(c) As componentes x e y da aceleração do seu CM.

(d) A força exercida sobre a barra pelo suporte A.