UNIVERSIDADE DE AVEIRO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
3810-193 AVEIRO

Mecânica Clássica

Ano letivo 2020/21
2º Semestre
Data: 9 de Julho 2021
Hora: 9h30
Duração: 1h 30m

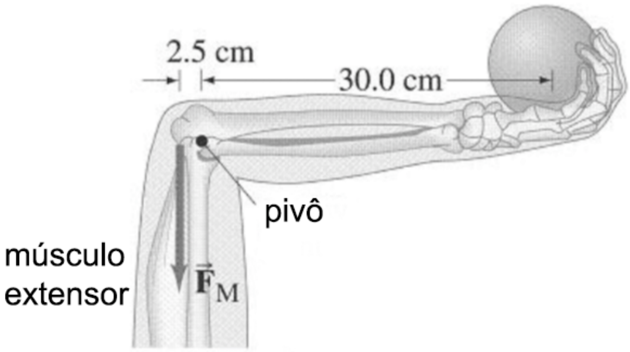
Cotação:
I – 8 valores
II - 6 valores
III - 6 valores

Nome: ____ Nº mec: __________

I

Assinale a opção correta (x):

1. Considere a figura abaixo. Assumindo que o antebraço tem uma massa de 2,8 kg e o seu centro de massa está a 12 cm do pivô da articulação do cotovelo, quanta força deve o músculo extensor exercer no antebraço para segurar uma esfera de 7,5 kg?



☐ 1000 N
☐ 1500 N
☐ 100 N
☐ 500 N

2. "O momento angular total de um sistema de partículas em relação ao centro de massa muda quando uma força externa resultante não nula atua sobre o sistema". Esta afirmação é:

☐ às vezes verdadeira. Depende da magnitude da força.
☐ às vezes verdadeira. Depende do ponto de aplicação da força.
☐ sempre verdadeira.
☐ sempre falsa.

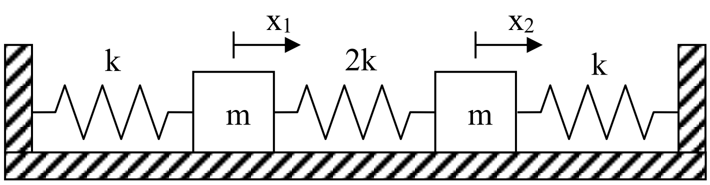
3. Uma patinadora de gelo faz uma pirueta (uma volta rápida) puxando os seus braços estendidos para perto do seu corpo. O que acontece ao seu momento angular e ao momento de inércia em relação ao eixo de rotação?

- ☐ O momento angular não varia, mas o momento de inércia varia.
- ☐ O momento angular varia, mas o momento de inércia não varia.
- ☐ Ambos não variam.
- ☐ Ambos aumentam.
- ☐ Ambos diminuem.

4. Uma massa pequena colide com uma massa grande, seguindo juntas depois da colisão. Que massa sofre a maior variação de momento linear?

- ☐ A maior massa.
- ☐ Ambos as massas sofrem a mesma magnitude de variação de momento linear.
- ☐ Não é possível responder a partir das informações dadas.
- ☐ A menor massa.

5. Considere duas massas iguais de 1 kg que oscilam presas a três molas de constante de força k, $2k$ e k, como mostra a figura.



Quando o sistema oscila no seu modo normal de oscilação em oposição de fase, o ponto médio da mola de constante $2k$ não oscila. A frequência deste modo normal é:

- ☐ $\omega = \sqrt{6k}$
- ☐ $\omega = \sqrt{k}$
- ☐ $\omega = \sqrt{3k}$
- ☐ $\omega = \sqrt{5k}$

II

Um objecto de massa m = 1 kg oscila preso a uma mola de constante $k = 4{,}0\text{x}10^2$ N/m. O efeito da resistência do ar dá origem a uma constante de amortecimento b = 3,0 N.s/m.

a) Determine a frequência de oscilação deste sistema.

b) Indique se o oscilador é subamortecido, amortecido criticamente ou sobreamortecido.

c) Determine o intervalo de tempo necessário para a energia mecânica do oscilador decair para 5% do seu valor inicial.

d) Assuma que o oscilador é accionado por uma força sinusoidal de valor máximo 5 N e frequência angular de 5 rad.s^{-1}.

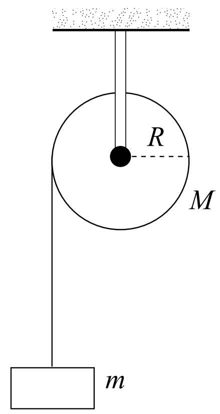
   i) Qual é a frequência das oscilações?

   ii) Se a frequência da força motriz se alterar, para que valor de frequência ocorrerá a ressonância?

   iii) Determine a amplitude das vibrações na ressonância.

III

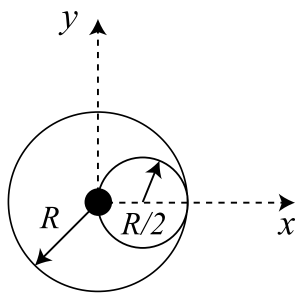
Um bloco de massa m está pendurado por um fio sem massa como mostra a figura à direita. O fio está enrolado numa roldana de massa M e raio R, que pode rodar livremente em torno do seu eixo.



a) Determine a aceleração do bloco.

b) Assumindo que o sistema está inicialmente em repouso, relacione a velocidade angular da roldana com o espaço percorrido pelo bloco usando considerações energéticas.

c) Assuma que a roldana é perfurada, ficando com um buraco de raio R/2, como mostra a figura à direita.



   i. Qual o novo momento de inércia em relação ao eixo de rotação?

   ii. Com a perfuração, o eixo de rotação da roldana deixa de ser um eixo principal de inércia. É possível mesmo assim determinar a aceleração do bloco, seguindo os mesmos passos da alínea (a)? Justifique a sua resposta.

Formulário

$$x = A\cos(\omega t + \phi_0)$$

$$x = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega t - \phi)$$

$$x = \rho\cos(\phi)$$
$$y = \rho\sin(\phi)$$
$$z = z$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$$

$$x = r\sin(\theta)\cos(\phi)$$
$$y = r\sin(\theta)\sin(\phi)$$
$$z = r\cos(\theta)$$

$$Q = 2\pi\left(\frac{E}{|\Delta E|}\right)_{\text{ciclo}}$$

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{w}\times\vec{r}'$$

$$\log\frac{x_n}{x_{n+1}} = \gamma T$$

$$\vec{a}' = \vec{a} - 2\vec{\omega}\times\vec{v}' - \vec{\omega}\times(\vec{\omega}\times\vec{r}) - \vec{\alpha}\times\vec{r}$$

$$\vec{a} = \left(\ddot{\rho} - \rho\,\dot{\varphi}^2\right)\hat{e}_\rho + \left(\rho\,\ddot{\varphi} + 2\dot{\rho}\,\dot{\varphi}\right)\hat{e}_\varphi + \ddot{z}\,\hat{e}_z$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma\frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m}\cos\omega t$$

$$\vec{v} = \dot{\vec{r}} = \dot{\rho}\,\hat{e}_\rho + \rho\,\dot{\hat{e}}_\rho + \dot{z}\,\hat{e}_z$$

$$= \dot{\rho}\,\hat{e}_\rho + \rho\,\dot{\varphi}\,\hat{e}_\varphi + \dot{z}\,\hat{e}_z$$

$$\gamma = \frac{b}{2m}$$

$$Mdv = -v_e dM$$

$$I \equiv \int r^2 dm$$

$$A = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\gamma^2\omega^2}}$$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\gamma^2}$$

$$\delta = \arctan\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

$$\vec{R} = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{n} m_i\vec{r}_i$$

$$Q \approx \frac{\omega_0}{2\gamma}$$

$$E = E_0 e^{-(b/m)t}$$

$$\vec{L} = \vec{R}\times\vec{P} + \sum_i \vec{r}_i^{\,'}\times\vec{p}_i^{\,'}$$

$$K = \tfrac{1}{2}I\omega^2$$

$$T = \tfrac{1}{2}MV^2 + \sum_i \tfrac{1}{2}m_i v'^2_i$$

$$R = \frac{{v_0}^2}{g}\sin 2\theta_0$$

$$I_c = \frac{ML^2}{12} \qquad I_{CM} = \frac{1}{2}MR^2$$

$$T_1^i + T_2^i + Q = T_1^f + T_2^f$$

$$v^2 = v_0^2 - 2a\Delta x$$

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

$$\vec{p}_1^{\,i} + \vec{p}_2^{\,i} = \vec{p}_1^{\,f} + \vec{p}_2^{\,f}$$

$$y(x) = (\tan\theta_0)x - \left(\frac{g}{2v_0^2\cos^2\theta_0}\right)x^2$$

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \frac{1}{2}\vec{g}(t - t_0)^2$$