



Gabarito das Questões objetivas (valor=5.0 pontos)

Versão A					
Questão	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	■				
2		■			
3	■				
4				■	
5					■
6					■
7		■			
8				■	
9			■		
10			■		

Versão B					
Questão	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1		■			
2	■				
3	■				
4				■	
5				■	
6		■			
7					■
8			■		
9			■		
10					■

Versão C					
Questão	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1			■		
2				■	
3		■			
4				■	
5					■
6			■		
7					■
8	■				
9	■				
10		■			

Versão D					
Questão	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1				■	
2		■			
3				■	
4			■		
5			■		
6	■				
7					■
8	■				
9					■
10		■			

Questão discursiva 1 (valor=2.5 pontos)

a) valor=1,2 pontos

O ioiô desloca-se com dois modos de movimento dados pela dinâmica de rotação e de translação.

$$\text{translação : } \quad \sum \vec{F}^{ext} = M\vec{a}_{CM}$$

$$\text{rotação : } \quad \sum \vec{\tau}^{ext} = I\vec{\alpha}$$

Na direção e sentido do movimento de translação e considerando que o ioiô gira em torno do seu centro de massa no sentido anti-horário sem deslizar sobre o corda e que os torques são calculados em relação centro de massa, temos:

$$\begin{cases} Mg - T = Ma_{CM} \\ TR = I\alpha \\ a_{CM} = \alpha R \end{cases} \quad \rightarrow \quad \begin{cases} Mg - T = Ma_{CM} & (i) \\ T = Ia_{CM}/R^2 & (ii) \end{cases}$$

A solução do sistema de equações da direita permite obter a aceleração do centro de massa,

$$a_{CM} = \frac{Mg}{(I/R^2 + M)} \quad \text{como} \quad I = (1/2)MR^2 \quad \therefore \quad a_{CM} = \frac{2}{3}g$$

b) valor=0.3 pontos

Para obter o valor da tensão da corda podemos usar a equação (ii) do sistema de equações, substituindo o valor da a_{CM} obtido do item anterior. Logo,

$$T = \frac{Ia_{CM}}{R^2} \quad \rightarrow \quad T = \frac{1}{3}Mg$$

c) valor=0.5 ponto

A velocidade do centro de massa do ioiô após ele cair de uma altura h , pode ser obtida aplicando o princípio da conservação de energia mecânica. Assim temos:

$$E_i = Mgh \quad \text{e} \quad E_f = K_R + K_T = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}Mv_{CM}^2$$

Para $E_i = E_f$ e $\omega = v_{CM}/R$,

$$v_{CM}^2 = \frac{2Mgh}{(I/R^2 + M)} \quad \text{com} \quad I = (1/2)MR^2 \quad \rightarrow \quad v_{CM} = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$$

d) valor=0,5 ponto

A energia cinética de rotação é $K_R = (1/2)I\omega^2$ e de translação $K_T = (1/2)Mv_{CM}^2$. Portanto,

$$\frac{K_R}{K_T} = \frac{(1/2)I\omega^2}{(1/2)Mv_{CM}^2} = \frac{(1/2)MR^2v_{CM}^2/R^2}{Mv_{CM}^2} \quad \therefore \quad \frac{K_R}{K_T} = \frac{1}{2}$$

Este resultado vale para qualquer instante t e também quando o ioiô cai de uma altura h .

Questão discursiva 2 (valor=2.5 pontos)

a) valor=1,0 ponto

Não há força externa sobre o sistema constituído pelos dois objetos. Portanto, seu momento linear se conserva, isto é, $m(-3v\hat{i}) + m2v\hat{i} = m(-v\hat{i} + v\hat{j}) + m\vec{v}'_2$, donde

$$\vec{v}'_2 = -v\hat{j}.$$

b) valor=1,5 pontos

Calculando a energia cinética total antes da colisão temos:

$$K = (1/2)m(-3v)^2 + (1/2)m(2v)^2 = (13/2)mv^2$$

Depois da colisão,

$$K' = (1/2)m((-v)^2 + v^2) + (1/2)m(-v)^2 = (3/2)mv^2, \text{ donde}$$

$$K'/K = 3/13.$$

Concluimos assim que o choque é inelástico, pois $K' \neq K$.