

Lista de Exercícios - Torque e Momento Angular

Perguntas:¹

- Na Figura 1, três forças de mesmos módulo são aplicadas a uma partícula localizada na origem (\vec{F}_1 é aplicada perpendicularmente ao plano do papel). Ordene as forças de acordo com os módulos dos torques que elas produzem (a) em relação ao ponto P_1 , (b) em relação ao ponto P_2 e (c) em relação ao ponto P_3 , em ordem crescente.

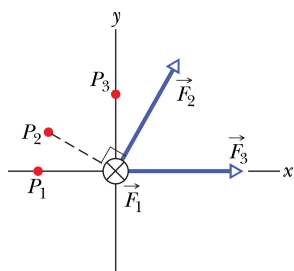


Figura 1: Pergunta 1

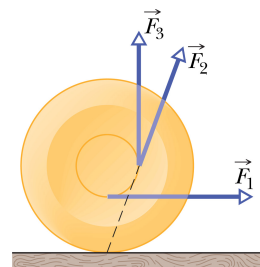


Figura 2: Pergunta 3

- A Figura 3 mostra uma partícula se movendo com velocidade constante \vec{v} e cinco pontos com suas coordenadas xy . Ordene os pontos de acordo com o módulo do momento angular da partícula em relação a eles, em ordem decrescente.

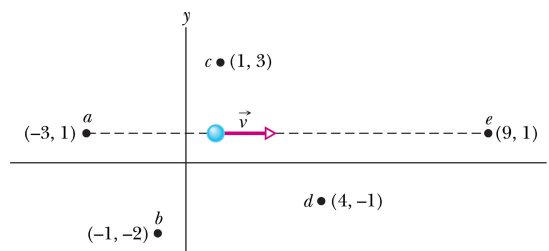


Figura 3: Pergunta 4

- O vetor posição \vec{r} de uma partícula em relação a um certo ponto tem um módulo de $3m$ e a força \vec{F} aplicada à partícula tem um módulo de $4N$. Qual é o ângulo entre \vec{r} e \vec{F} se o módulo do torque associado é igual a (a) zero e (b) $12N \cdot m$?
- O que acontece ao ioiô inicialmente estacionário da Figura 2 se ele é puxado através de uma corda (a) pela força \vec{F}_2 (cuja linha de ação passa pelo ponto de contato do ioiô com a mesa, como mostrado na figura), (b) pela força \vec{F}_1 (cuja linha de ação passa acima do ponto de contato) e (c) pela força \vec{F}_3 (cuja linha de ação passa à direita do ponto de contato)?

Problemas²

- Um automóvel que se move a $80km/h$ possui pneus com $75cm$ de diâmetro. (a) Qual é a velocidade angular dos pneus em relação aos respectivos eixos? (b) Se o carro é freado com aceleração constante e as rodas descrevem em 30 voltas completas (sem deslizamento), qual é o módulo da aceleração angular das rodas? (c) Que distância o carro percorre durante a frenagem?
- Um carro de $1000kg$ tem quatro rodas de $10kg$. Quando o carro está em movimento, que fração da energia cinética total se deve

¹Perguntas 1, 2, 3, 6. Capítulo 11, Página 317 do Livro Halliday, Resnick, Walker. Fundamentos da Física Vol. 1, 8ªed. LTC, 2008

²Problemas: 2, 3, 5, 9, 11, 17, 19, 21, 23, 26, 29, 32, 34, 36, 48, 53, 66 e 68. Capítulo 11, Página 318 do Livro Halliday, Resnick, Walker. Fundamentos da Física Vol. 1, 8ªed. LTC, 2008

à rotação das rodas em torno dos respectivos eixos? Suponha que as rodas têm o mesmo momento de inércia que discos uniformes da mesma massa e tamanho. Por que não é preciso conhecer o raio das rodas?

- Um aro de 140kg rola em um piso horizontal de tal forma que seu centro de massa tem uma velocidade de $0,150\text{m/s}$. Qual é o trabalho necessário para fazê-lo parar?
- Na figura 4 um cilindro maciço de raio 10cm e massa 12kg parte do repouso e rola para baixo uma distância $L = 6,0\text{m}$ sem deslizar, em um teto inclinado de um ângulo $\theta = 30^\circ$. (a) Qual é a velocidade angular de cilindro em relação ao seu centro ao deixar o teto? (b) A borda do teto está a uma altura $H = 5,0\text{m}$. A que distância horizontal da borda do teto o cilindro atinge o chão?

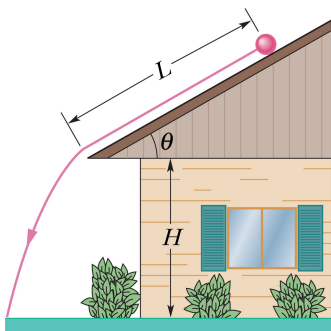


Figura 4: Problema 4

- Na figura 5, uma bola maciça rola suavemente a partir do repouso (começando na altura $H = 6,0\text{m}$) até deixar a parte horizontal no fim da pista, a uma altura $h = 2,0\text{m}$. A que distância horizontal do ponto A a bola toca o chão?

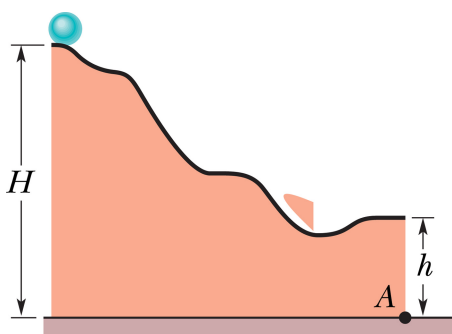


Figura 5: Problema 5

- Um ioiô possui um momento de inércia de $950\text{g} \cdot \text{cm}^2$ e uma massa de 120g . O raio do seu eixo é $3,2\text{mm}$ e sua corda tem 120cm

de comprimento. O ioiô rola, a partir do repouso, até a extremidade da corda. (a) Qual é o módulo da aceleração linear do ioiô? (b) Quanto tempo ele leva para chegar à extremidade da corda? Ao chegar à extremidade da corda, qual é (c) a velocidade linear, (d) a energia cinética de translação, (e) a energia cinética de rotação e (f) a velocidade angular?

- Em termos de vetores unitários, qual é o torque em relação à origem a que está submetida uma partícula localizada nas coordenadas $(0, -4\text{m}, 3\text{m})$ se esse torque se deve (a) a uma força \vec{F}_1 de componentes $F_{1x} = 2\text{N}$, $F_{1y} = F_{1z} = 0$ e (b) a uma força \vec{F}_2 de componentes $F_{2x} = 0$, $F_{2y} = 2\text{N}$ e $F_{2z} = 4\text{N}$?
- Em termos dos vetores unitários, qual é o torque resultante em relação à origem a que está submetida uma pulga localizada nas coordenadas $(0, -4, 0\text{m}, 5, 0\text{m})$ quando as forças $\vec{F}_1 = (3\text{N})\hat{k}$ e $\vec{F}_2 = (-2\text{N})\hat{j}$ agem na pulga?
- A força $\vec{F} = (-8\text{N})\hat{i} + (6\text{N})\hat{j}$ age sobre uma partícula cujo vetor posição é $\vec{r} = (3\text{m})\hat{i} + (4\text{m})\hat{j}$. Quais são (a) o torque em relação à origem a que está submetida a partícula, em termos dos vetores unitários, e (b) o ângulo entre \vec{r} e \vec{F} ?
- Um objeto de 2kg , que se comporta como uma partícula, se move em um plano com componentes de velocidade $v_x = 30\text{m/s}$ e $v_y = 60\text{m/s}$ ao passar por um ponto de coordenadas $(3, -4)\text{m}$. Nesse instante, em termos dos vetores unitários, qual é o momento angular do objeto em relação (a) à origem e (b) ao ponto $(-2, -2)\text{m}$?
- Em um certo instante, a força $\vec{F} = 4\hat{j}\text{N}$ age sobre um objeto de $0,25\text{kg}$ cujo vetor posição é $\vec{r} = (2\hat{i} - 2\hat{k})\text{m}$ e cujo vetor velocidade é $\vec{v} = (-5\hat{i} - 5\hat{k})\text{m/s}$. Em relação à origem e em termos dos vetores unitários, quais são (a) o momento angular do objeto e (b) o torque que age sobre o objeto?

- Uma partícula se move em um plano xy em torno da origem, no sentido horário, do ponto de vista do lado positivo do eixo z . Em termos do vetores unitário, qual é o

torque que age sobre a partícula se o módulo do momento angular da partícula em relação à origem é (a) $4kg \cdot m^2/s$. (b) $4t^2kg \cdot m^2/s$, (c) $4\sqrt{t}kg \cdot m^2/s$ e (d) $4/t^2kg \cdot m^2/s$?

13. Uma partícula sofre a ação de dois torques em relação à origem: $\vec{\tau}_1$ tem módulo $2N \cdot m$ e aponta no sentido positivo do eixo x ; $\vec{\tau}_2$ tem módulo $4N \cdot m$ e aponta no sentido negativo do eixo y . Determine $d\vec{l}/dt$, onde \vec{l} é o momento angular da partícula em relação à origem, em termos dos vetores unitários.

14. Um disco de polimento com momento de inércia $1,2 \times 10^{-3}kg \cdot m^2$, está preso a uma broca elétrica cujo motor produz um torque de módulo $16N \cdot m$ em relação ao eixo central do disco. Com o torque aplicado durante $33ms$ qual é o módulo (a) do momento angular e (b) da velocidade angular do disco em relação a esse eixo?

15. O momento de inércia de uma estrela que diminui de tamanho enquanto está girando em torno de si mesma cai para $1/3$ do valor inicial. Qual é a razão entre a nova energia cinética de rotação e a energia antiga?

16. Um disco de vinil horizontal de massa $0,1kg$ de raio $0,10m$ gira livremente em torno de um eixo vertical que passa pelo centro com uma velocidade angular de $4,7rad/s$. O momento de inércia do disco em relação ao eixo de rotação é $5,0 \times 10^{-4}kg \cdot m^2$. Um pedaço de massa de modelar de massa de $0,02kg$ cai verticalmente a gruda na borda do disco. Qual é a velocidade angular do disco imediatamente após a massa cair?

17. Na figura 6 um pequeno bloco de $50g$ desliza para baixo em uma superfície curva sem atrito a partir de uma altura $h = 20cm$ e depois adere a uma barra uniforme de massa $100g$ e comprimento $40cm$. A barra gira de um ângulo θ em torno do ponto O antes de parar momentaneamente. Determine θ .

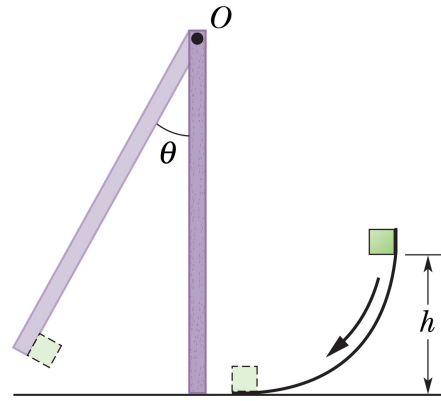


Figura 6: Problema 17

18. Um pião gira a $30rev/s$ em torno de um eixo que faz um ângulo de 30° com a vertical. A massa do pião é $0,5kg$, seu momento de inércia em relação ao eixo central é $5,0 \times 10^{-4}kg \cdot m^2$ e seu centro de massa está a $4cm$ do ponto de apoio. Se a rotação é no sentido horário quando vista de cima, quais são (a) a taxa de precessão e (b) o sentido da precessão quando o pião é visto de cima?

Respostas:

Perguntas:

- (a) 1, 2, 3 (zero); (b) 1 e 2 juntos, então 3; (c) 1 e 3 juntos, então 2
- (a) 0 ou 180° ; (b) 90°
- (a) gira no lugar; (b) rola em sua direção; (c) rola para longe de você.
- b, então c e d juntos, então a e e juntos (zero)

Problemas:

- (a) $59,3rad/s$; (b) $9,31rad/s$; (c) $70,7m$
- $0,020$
- $-3,15J$
- (a) $63rad/s$; (b) $4,0m$
- $4,8m$
- (a) $13cm/s^2$; (b) $4,4s$; (c) $55cm/s$; (d) $18mJ$; (e) $1,4J$; (f) $27rev/s$

7. (a) $(6,0N \cdot m)\hat{j} + (8,0N \cdot m)\hat{k}$; (b) $(-22N \cdot m)\hat{i}$ (d) $8,0t^{-3}\hat{k}$ em newton·metros para t em segundos
8. $(-2,0N \cdot m)\hat{i}$
9. (a) $(50N \cdot m)\hat{k}$; (b) 90°
10. (a) $(6,0 \times 10kg \cdot m/s)\hat{k}$; (b) $(7,2 \times 10^2kg \cdot m^2/s)\hat{k}$
11. (a) 0; (b) $(8,0N \cdot m)\hat{i} + (8,0N \cdot m)\hat{k}$
12. (a) 0; (b) $(-8,0N \cdot m/s)t\hat{k}$; (c) $-\frac{2,0}{\sqrt{t}}\hat{k}$ em newton·metros para t em segundos;
13. $(2,0N \cdot m)\hat{i} - (4,0N \cdot m)\hat{j}$
14. (a) $0,53kg \cdot m/s$; (b) $4,2 \times 10^3rev/min$
15. 3
16. $3,4rad/s$
17. 32°
18. (a) $0,33rev/s$; (b) sentido horário