

Física II (FSC5002 02201A/02212A/02213 2017-1): Lista 1a

21 de março de 2017

1 Exercícios

1 (a) Encontre a velocidade angular da rotação da Terra ao redor do seu eixo. (b) Como essa rotação afeta a forma da Terra?

2 Uma roda de oleiro move-se uniformemente do repouso até uma velocidade angular de $1,00 \text{ rev/s}$ em $30,0 \text{ s}$. (a) Encontre a sua aceleração angular média em radianos por segundo por segundo. (b) Se dobrarmos a aceleração angular durante o período dado, a velocidade angular final será duplicada?

3 Uma barra em uma dobradiça começa a girar partir do repouso com uma aceleração angular $\alpha [\text{rad s}^{-2}] = 10 + 6t$, onde t está em segundos. Determine o ângulo em radianos através do qual a barra gira nos primeiros $4,00 \text{ s}$.

4 Dois pontos pertencem a um disco que gira, com velocidade angular crescente, em torno de um eixo fixo que passa perpendicularmente pelo centro do disco. Um ponto está na borda e o outro está a meio caminho entre a borda e o centro. Qual ponto: (a) percorre a maior distância em um dado tempo; (b) varre o maior ângulo; (c) tem a maior velocidade; (d) tem a maior velocidade angular; (e) tem a maior aceleração tangencial; (f) tem a maior aceleração angular; (g) tem a maior aceleração centrípeta?

5 O tambor de uma lavadora entra em seu ciclo de centrifugação, começando do repouso e ganhando velocidade angular de forma constante por $8,00 \text{ s}$, momento no qual está girando a $5,00 \text{ rev/s}$. Neste ponto, uma pessoa abre a tampa da máquina, e o interruptor de segurança desliga a lavadora. O tambor diminui a rotação lentamente, até atingir o repouso em $12,0 \text{ s}$. Quantas revoluções no total o tambor girou?

6 Calcule o torque resultante (magnitude e sentido) na haste da Fig. 1 através (a) do eixo que passa por O , perpendicular à página, e (b) do eixo que passa por C , perpendicular à página.

7 Um objeto pode continuar girando na ausência de torque externo? Justifique.

8 Um cilindro de $2,5 \text{ kg}$ e 11 cm de raio, inicialmente em repouso, está livre para rodar em torno do

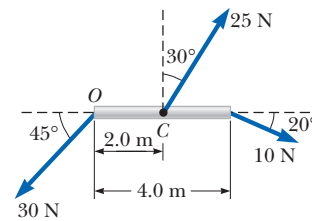


Figura 1: Ref. Ex. 6

seu eixo. Uma corda de massa desprezível é enrolada ao seu redor e puxada com uma força de 17 N . Supondo que a corda não escorregue, encontre (a) o torque exercido sobre o cilindro pela corda, (b) a aceleração angular do cilindro, e (c) a velocidade angular do cilindro após $0,50 \text{ s}$.

9 Um disco uniforme de 120 kg de raio $1,4 \text{ m}$ gira inicialmente com uma velocidade angular de 1100 rpm . Uma força tangencial constante é aplicada a uma distância radial de $0,60 \text{ m}$ do eixo. (a) Quanto trabalho esta força deve fazer para parar a roda? (b) Se a roda pára depois de $2,5 \text{ min}$, que torque a força produz? Qual é a magnitude da força? (c) Quantas rotações a roda faz nesses $2,5 \text{ min}$?

10 Um disco com um momento de inércia de 100 kg m^2 está livre para girar sem atrito, começando do descanso, por um eixo através de seu centro. Uma força tangencial cuja magnitude pode variar de $F = 0$ a $50,0 \text{ N}$ pode ser aplicada a qualquer distância entre $R = 0$ a $3,00 \text{ m}$ do eixo de rotação. (a) Encontre um par de valores de F e R que faça com que o disco complete $2,00 \text{ rev}$ em $10,0 \text{ s}$. (b) Sua resposta para a parte (a) é única? Quantas respostas existem?

11 Na Fig. 2, o bloco 1 tem massa 460 g , o bloco 2, 500 g , e a polia, que é montada sobre um eixo horizontal com atrito desprezível, tem raio $5,00 \text{ cm}$. Quando libertado do repouso, o bloco 2 cai $75,0 \text{ cm}$ em $5,00 \text{ s}$ sem que a corda deslize na polia. (a) Qual é a aceleração dos blocos? Quais são (b) a tensão T_2 e (c) tensão T_1 ? (d) Qual é a aceleração angular da polia? (e) Qual é o seu momento de inércia?

12 Dois canos de $1,0 \text{ m}$ de comprimento, de aspecto idêntico, são conectados a 10 kg de chumbo. No primeiro cano, o chumbo está concentrado no meio do cano, enquanto no segundo o chumbo está dividido em duas partes de 5 kg colocadas em extremidades

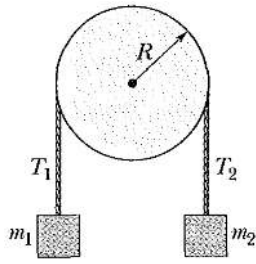


Figura 2: Ref. Ex. 11

opostas do cano. As extremidades dos canos são então seladas usando quatro tampas idênticas. Sem abrir os canos, como você poderia determinar qual deles tem chumbo nas extremidades?

13 Duas esferas pequenas de massas M e m estão ligadas por uma barra rígida de comprimento L e massa desprezível, como mostrado na Fig. 3. Considere as esferas como partículas pontuais. Para um eixo perpendicular à haste, (a) mostre que o sistema tem um momento de inércia mínimo quando o eixo passa pelo centro de massa. (b) Mostre que este momento de inércia é $I = \mu L^2$, Onde $\mu = mM/(m + M)$.

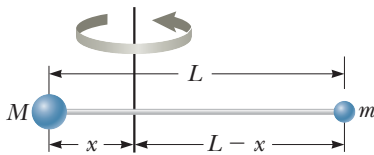


Figura 3: Ref. Ex. 13

14 Prove que o momento de inércia de uma vareta rígida fina com eixo de rotação em sua extremidade é $\frac{1}{3}ML^2$.

15 Três hastes finas idênticas, cada uma de comprimento L e massa m , são soldadas perpendicularmente uma à outra como mostrado na Fig 4. A montagem gira em torno de um eixo que passa através da extremidade de uma haste e é paralela a outra haste. Determine o momento de inércia dessa estrutura sobre este eixo.

16 O momento de inércia de um objeto em torno de um eixo que não passa pelo seu centro de massa é _____ o momento de inércia em torno de um eixo paralelo através de seu centro de massa: (a) sempre menor que, (b) às vezes menor que, (c) às vezes igual a, (d) sempre maior que.

17 Um fio de nylon de 4,00 m é enrolado em torno um carretel cilíndrico uniforme de raio 0,500 m e massa 1,00 kg. O carretel é montado em um eixo

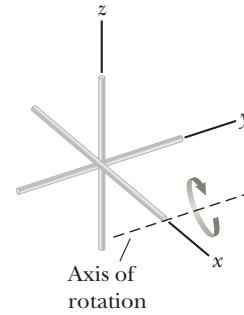


Figura 4: Ref. Ex. 15

sem atrito e está inicialmente em repouso. O fio é puxado do carretel com uma aceleração constante de $2,50 \text{ m s}^{-2}$. (a) Quanto trabalho foi feito no carretel quando ele atinge uma velocidade angular de $8,00 \text{ rad/s}$? (b) Quanto tempo ele leva para atingir essa velocidade angular? (c) Quanto fio resta no carretel quando ele atinge essa velocidade angular?

18 Uma roda de raio R e velocidade angular ω está rolando sem se deslizar para o norte sobre uma superfície plana e estacionária. A velocidade do ponto da borda que está (momentaneamente) em contato com a superfície é (a) igual em magnitude a $R\omega$ e apontando para o norte, (b) igual a em magnitude $R\omega$ e direcionada para o sul, (c) zero, (d) igual à velocidade do centro de massa e direcionada para o norte, ou (e) igual à velocidade do centro de massa e direcionada para o sul.

19 Um disco sólido uniforme e um aro uniforme são colocados lado a lado no topo de uma rampa de altura h . Se ambos partem do repouso e rolam sem deslizar, qual objeto atinge o fim da rampa primeiro? Verifique sua resposta calculando suas velocidades no fim da rampa em termos de h .

20 Soltas do repouso da mesma altura, uma casca esférica fina e uma esfera sólida rolam sem escorregar (Fig. 5). Ambas estão se movendo horizontalmente quando deixam a rampa. A casca esférica atinge o solo a uma distância horizontal L da extremidade da rampa e a esfera sólida atinge o solo a uma distância L' da extremidade da rampa. Encontre a razão L'/L .

21 Uma haste leve e rígida de comprimento $l = 1,00 \text{ m}$ liga duas partículas, com massas $m_1 = 4,00 \text{ kg}$ e $m_2 = 3,00 \text{ kg}$, nas suas extremidades. A combinação gira no plano xy em torno de um pivô através do centro da haste (Fig. 6). Determine o momento angular do sistema através a origem quando a velocidade de cada partícula é de $5,00 \text{ m s}^{-1}$.

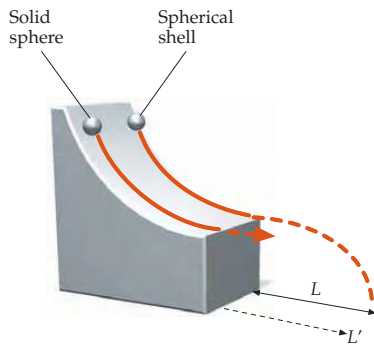


Figura 5: Ref. Ex. 20

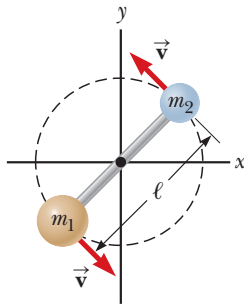


Figura 6: Ref. Ex. 21

22 Modele a Terra como uma esfera uniforme. (a) Calcule o momento angular da Terra devido ao seu movimento em torno do seu eixo. (b) Calcule o momento angular da Terra devido ao seu movimento orbital em torno do Sol. (c) Explique por que a resposta na parte (b) é maior do que na parte (a), mesmo demorando significativamente mais tempo para que a Terra gire uma vez ao redor do Sol do que para girar uma vez sobre seu eixo.

23 Um contrapeso de massa $m = 4,00 \text{ kg}$ é preso a um cabo leve que está enrolado em torno de uma polia como na Fig. 7. A polia é um aro fino de raio $R = 8,00 \text{ cm}$ e massa $M = 2,00 \text{ kg}$. As barras da polia têm massa desprezível. (a) Qual é o torque resultante no sistema em relação ao eixo da polia? (b) Quando o contrapeso tem uma velocidade v , a polia tem uma velocidade angular $\omega = v/R$. Determine o momento angular total do sistema ao redor do eixo da polia. (c) Utilizando o resultado da parte (b) e $\tau = dL/dt$, calcule a aceleração do contrapeso.

24 Uma patinadora no gelo começa um giro com os braços esticados para os lados. Ela se equilibra na ponta de um patim para girar sem atrito. Ela então encolhe os braços para que seu momento de inércia diminua por um fator de 2. Ao fazê-lo, o que acontece com sua energia cinética? (a) Aumenta por um fator de 4. (b) Aumenta por um fator de 2. (c) Per-

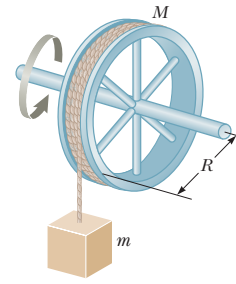


Figura 7: Ref. Ex. 23

manece constante. (d) Diminui por um fator de 2. (e) Diminui por um fator de 4.

25 Um estudante senta-se em um banco, que gira livremente, segurando dois halteres, cada um de massa $3,00 \text{ kg}$ (Fig. 8). Quando seus braços estão estendidos, os halteres ficam a $1,00 \text{ m}$ do eixo de rotação e o estudante gira com uma velocidade angular de $0,750 \text{ rad s}^{-1}$. O momento de inércia do aluno e do banco é $3,00 \text{ kg m}^2$ e constante. O estudante puxa os halteres horizontalmente para uma posição a $0,300 \text{ m}$ do eixo de rotação. (a) Encontre a nova velocidade angular do estudante. (b) Encontre a energia cinética do sistema antes e depois de trazer os halteres para dentro.

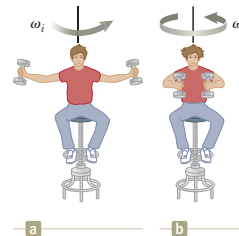


Figura 8: Ref. Ex. 25

26 O cometa Halley move-se em torno do Sol em uma órbita elíptica. Sua distância de menor aproximação Sol é $0,590 \text{ UA}$ e a maior $35,0 \text{ UA}$ ($1 \text{ UA} = \text{distância Terra-Sol}$). O momento angular do cometa ao redor do Sol é constante, e a força gravitacional exercida pelo Sol tem braço de alavanca nulo. A velocidade do cometa no periélio é $54,0 \text{ km s}^{-1}$. Qual é a sua velocidade no afélio?

27 Um disco de massa $m = 50,0 \text{ g}$ está preso a um cordão que passa através de um pequeno orifício em uma superfície horizontal sem atrito (Fig. 9). O disco está orbitando inicialmente com velocidade $v_i = 1,50 \text{ m s}^{-1}$ em um círculo de raio $r_i = 0,300 \text{ m}$. O cordão é então puxado lentamente para baixo, diminuindo o raio do círculo para $r = 0,100 \text{ m}$. (a)

Qual é a velocidade do disco no menor raio? (b) Encontre a tensão no cordão no raio menor. (c) Quanto trabalho é feito pela mão ao puxar o cordão para que o raio do movimento do disco mude de r_i para r ?

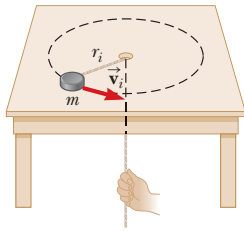


Figura 9: Ref. Ex. 27

28 Uma espaçonave está no espaço vazio. Ela transporta a bordo um giroscópio com um momento de inércia $I_g = 20,0 \text{ kg m}^2$ através do eixo do giroscópio. O momento de inércia da espaçonave em torno do mesmo eixo é $I_s = 5,00 \times 10^5 \text{ kg m}^2$. Nem a espaçonave nem o giroscópio estão girando originalmente. O giroscópio, ao ser ligado, atinge rapidamente uma velocidade angular de 100 rad s^{-1} . Se a orientação da nave espacial precisa ser alterada em 30° , durante quanto tempo o giroscópio deve ficar ligado?

2 Respostas

- 1 (a) $7,27 \times 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$. (b) Explicação.
- 2 (a) $0,209 \text{ rad s}^{-2}$. (b) Sim.
- 3
- 4 (a) O da borda. (b) Nenhum. (c) O da boarda. (d) Nenhum. (e) O da borda. (f) Nenhum. (g) O da borda.
- 5 50,0 rev.
- 6 (a) 30 N m, sentido anti-horário. (b) 36 N m, sentido anti-horário.
- 7 Sim; justificativa.
- 8 (a) $1,87 \text{ N} \cdot \text{m}$. (b) 124 rad s^{-2} . (c) 618 rad s^{-1} .
- 9 (a) 780 kJ. (b) 90,3 N m; 151 N. (c) 1375 rev/min
- 10 (a) Ex.: $F = 25,1 \text{ N}$ e $R = 1,00 \text{ m}$. (b) Não, infinitas.
- 11 (a) $6,00 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-2}$. (b) 4,87 N. (c) 4,54 N. (d) $1,20 \text{ rad s}^{-2}$. (e) $1,38 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$.

12 Dica: use o conceito de momento de inércia.

13 (a) e (b) Demonstrações.

14 Demonstração.

15 $\frac{11}{12} mL^2$.

16 (d).

17 (a) 4,00 J. (b) 1,60 s. (c) 0,800 m.

18 (c).

19 O disco chega antes: $v_{\text{disco}} = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$; $v_{\text{aro}} = \sqrt{gh}$.

20 1,09.

21 $17,5 \text{ kg m}^2/\text{s}$

22 (a) $7,06 \times 10^{33} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$. (b) $2,66 \times 10^{40} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$. (c) Dica: compare o raio da Terra com a distância Terra-Sol.

23 (a) 3,14 N m. (b) $0,48v$. (c) $6,53 \text{ m s}^{-2}$.

24 (b).

25 (a) $1,91 \text{ rad s}^{-1}$. (b) $K_i = 2,53 \text{ J}$; $K_f = 6,44 \text{ J}$.

26 $0,910 \text{ km s}^{-1}$.

27 (a) $4,50 \text{ m s}^{-1}$. (b) 10,1 N. (c) 0,450 J.

28 131 s.