FEP 255 – Mecânica dos corpos rígidos e Fluidos
2ª Lista de Exercícios, fevereiro de 2011

1. *Cinemática das rotações: porque $\omega = 0$ não implica $\alpha = 0$.*
Um corpo rígido pode girar livremente em torno de um eixo fixo. O corpo pode ter aceleração angular diferente de zero mesmo que sua velocidade angular seja (talvez instantaneamente) nula? Qual seria o equivalente desta questão nos movimentos de translação? Dê exemplos físicos que ilustrem tais situações.

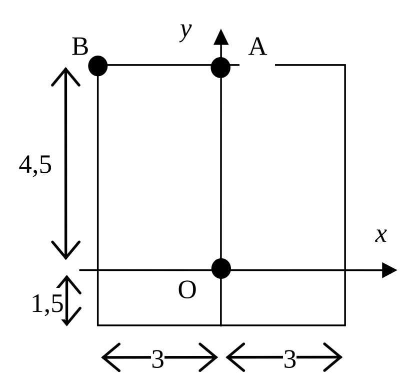
2. Um mergulhador faz 2,5 revoluções durante o seu salto de uma plataforma, a 10 metros do nível da água. Admitindo-se que sua velocidade angular inicial fosse nula, calcule a velocidade angular média desse mergulhador.

3. Um automóvel tem pneus com 40,0 cm de diâmetro e movimenta-se numa estrada plana e horizontal.
a) Calcule quantas rotações realiza essa roda por quilômetro rodado, sem derrapar.
O automóvel faz uma curva que corresponde a um arco de circunferência de $\pi/2$ rd e raio 30,0 m, medido na roda interna e 31,4 m, medido na roda externa.
b) Calcule quantas voltas a mais deu a roda externa.
O carro demorou 3,70 s para descrever esse arco de circunferência.
c) Calcule as velocidades angulares das rodas internas e externas.
d) Determine o vetor velocidade angular das rodas e do carro em torno do centro da curva

4. O disco de CD de música (“compact disk/digital áudio) possui raios interno e externo para o material gravado (os concertos de violino de Tchaikovsky e Mendelssohn) de 2,50 e 5,80 cm, respectivamente. Durante a execução, o disco é varrido a uma velocidade linear constante, iniciado na borda interna para fora. a) Se a velocidade angular do disco é 50,0 rad/s, qual é sua velocidade angular final? b) As linhas da varredura em espiral estão separadas de 1,60 μm; qual é o comprimento total da varredura? (dica: calcule a área do anel entre r_1 e r_2 em forma aproximada) c) Qual o tempo de execução?

5. *Determinar velocidade e aceleração angulares a partir de $\phi(t)$ por derivação.*
O ângulo que o volante de um gerador descreve durante um intervalo de tempo t é dado por
$\phi(t) = at + bt^3 - ct^4$ onde a, b e c são constantes. Qual é a expressão para sua: a) velocidade angular e b) aceleração angular?

6. Dado $\alpha(t)$, determinar $\omega(t)$ e $\phi(t)$ por integração.
Uma roda gira com aceleração angular α dada por $\alpha(t) = 4at^3 - 3bt^2$ onde t é o tempo e a e b são constantes. Se a roda possui velocidade angular inicial ω_0, e se começa a analisar o movimento quando o ângulo é ϕ_0, escreva as equações para a) a velocidade angular da roda e b) o ângulo descrito, como função do tempo.

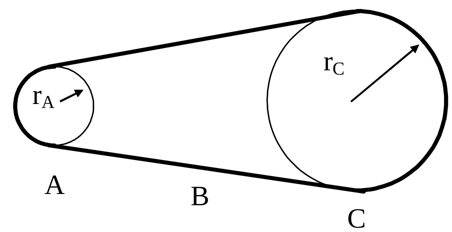


7. A chapa quadrada da figura ao lado gira em torno do ponto O no plano *xy*. Determine os vetores velocidade e aceleração dos pontos A e B sabendo que a velocidade angular tem módulo 6 rad/s e a aceleração angular, 4 rad/s^2 . As dimensões estão em cm e os pontos foram exagerados para facilitar sua visualização.

8. Um objeto rígido roda em torno do eixo Oz. Considere uma partícula localizada em r = 1,83 j + 1,26 k , em metros. No instante em que ω = 14,3 k (em rad/s), encontre a) a velocidade da partícula e b) o raio da trajetória circular da partícula.

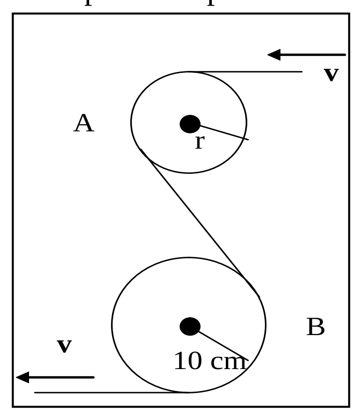
9. a) Qual a velocidade angular em torno do eixo polar de um ponto sobre a superfície da Terra na latitude de 40^o S? b) Qual a velocidade linear desse ponto? c) Quais os valores destas velocidades para um ponto no Equador?

10. A órbita da Terra em torno do Sol é quase um círculo. a) Qual a velocidade angular da Terra (vista como uma partícula) em torno do Sol? b) Qual é sua velocidade linear nesta órbita? c) Qual é a aceleração da Terra com relação ao Sol?

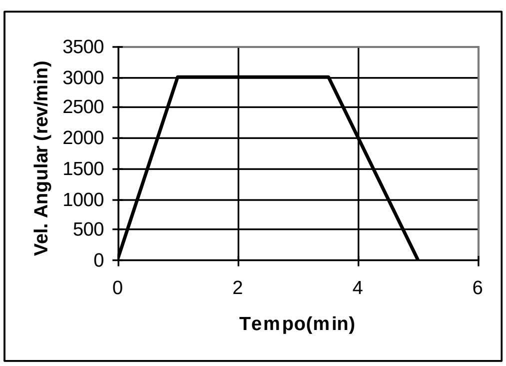


11. Uma roda de raio r_A=10,0 cm está acoplada por uma correia B à roda C de raio r_C = 25,0 cm, como mostra a figura abaixo. A roda A aumenta sua velocidade angular à razão uniforme de 1,60 rad/s^2. Determine o tempo necessário para que a roda C atinja uma velocidade rotacional de 100 rev/min a partir do repouso; suponha que não haja deslizamento da correia. Note que, se a correia não desliza, os módulos das velocidades lineares na borda das duas rodas são iguais.

12. A hélice de um avião possui um raio de 1,5 m e gira a 2000 rev/min. Se o avião é impulsionado à velocidade de 480 km/h com relação ao solo, qual é o módulo da velocidade linear de um ponto na ponta da hélice, quando visto a) pelo piloto e b) por um observador no solo? Suponha que a velocidade do avião seja paralela ao eixo de rotação da hélice.



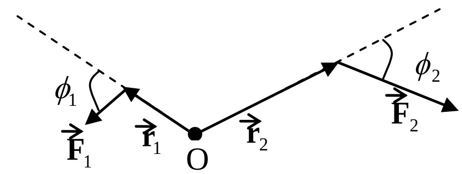
13. (MK5/11) Uma fita passa por duas polias conforme a figura ao lado. Se a velocidade da fita é constante e se o módulo da aceleração do ponto A da fita é 4/3 a do ponto B, calcule o raio da polia menor.



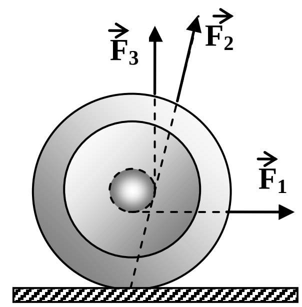
14. (RKH E.14) Como parte de uma inspeção de manutenção, a turbina de um motor a jato é posta a girar de acordo com o gráfico mostrado na figura ao lado. Quantas revoluções esta turbina realizou durante o teste?

15. São dados $\vec{r} = 2\vec{i} + 4\vec{j} - 5\vec{k}$ (m) e $\vec{F} = -3\vec{i} + 4\vec{j} + 2\vec{k}$ (N). a) Determine o torque. b) Calcule o vetor momento angular de uma partícula localizada em $\vec{r}$ com momento linear $\vec{p} = 3\vec{i} - 4\vec{j} + 6\vec{k}$ (em unidades do SI).

16. RHK E.2. A figura ao lado mostra as linhas de ação e os pontos de aplicação de duas forças em relação à origem O. Todos os vetores estão no plano da figura. Imagine estas forças atuando sobre um corpo rígido articulado no ponto O pore um pino. a) Encontre a expressão para a intensidade do torque resultante sobre o corpo. b) Se r_1 = 2,30 m, r_2 = 3,15 m, F_1 = 6,20 N, F_2 = 4,10 N, θ_1= 75,0° e θ_2 = 58,0°, quais são a intensidade, a direção e o sentido do torque resultante?

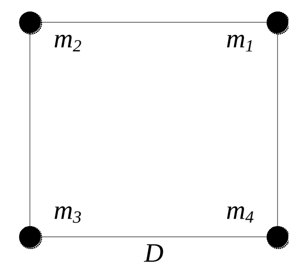


17. Um ioiô está em repouso sobre uma mesa horizontal e é livre para rolar (ver figura ao lado). Se a corda é puxada por uma força horizontal, como $\mathbf{F}_1$, em que sentido o ioiô irá rolar? O que acontece quando uma força $\mathbf{F}_2$ é aplicada (a sua linha de ação passa pelo ponto de contato do ioiô com a mesa)? Se a corda é puxada na vertical com uma força $\mathbf{F}_3$, o que acontece?



18. Suponha que o combustível nuclear do Sol esgote-se e ele sofra um colapso brusco, transformando-se numa estrela anã branca com diâmetro igual ao da Terra. Supondo que não haja perda de massa, qual seria o seu novo período de rotação, sabendo que o atual é de 25 dias? Admita que o Sol e a anã branca sejam esferas homogêneas e consulte o apêndice do livro-texto para achar o raio do Sol.

19. Quatro partículas ligadas por pequenas varetas de massa desprezível estão nos vértices de um quadrado, conforme figura ao lado. As massas das partículas são $m_1 = m_3 = 3$ kg e $m_2 = m_4 = 4$ kg, e o comprimento do lado do quadrado é $D = 2$ m. a) Determine o momento de inércia **do sistema** em relação a um eixo perpendicular ao plano das partículas e que passe por m_4. Se o sistema rodar com velocidade angular de 2 rad/s em torno deste eixo, calcule: b) o momento angular do sistema.



20. Calcule o momento de inércia para:
a) Uma vareta homogênea de comprimento L e massa M; b) Um aro circular que gira em torno a um eixo perpendicular ao seu plano passando pelo próprio centro; c) Um disco homogêneo em relação a o eixo perpendicular ao seu plano e passando pelo próprio centro; d) Um cilindro homogêneo em relação ao próprio eixo; e) Uma casca esférica delgada em relação a um diâmetro; f) Uma esfera maciça em relação a um diâmetro.

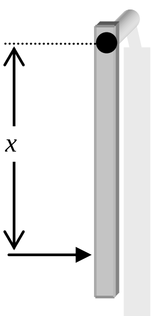
21. Uma esfera, um cilindro e um aro, com distribuição de massa homogênea, partem do repouso e rolam para baixo sobre o mesmo plano inclinado, sem escorregarem. Qual corpo atingirá a base primeiro?

22. Um carrossel, de raio 2 m e momento de inércia 500 kg.m^2, gira sem atrito a 0,25 rpm. Uma criança de 25 kg, que estava sentada no centro do carrossel, desloca-se até a borda. Determine: a) a nova velocidade angular do carrossel e b) a energia cinética inicial e final.

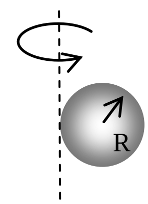
23. Calcular o momento angular da Terra, na rotação em torno de seu eixo, e comparar este resultado com o momento angular da Terra no movimento de rotação em torno do Sol. Admitir que a Terra seja uma esfera homogênea de massa M = $6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg e raio R = $6{,}4 \cdot 10^{6}$ m. Você pode achar a fórmula para o momento de inércia de uma esfera homogênea em relação a um eixo que passe pelo seu centro em qualquer livro-texto. Considere também que a órbita da Terra em torno do Sol seja um círculo de raio r = $1{,}5 \cdot 10^{11}$ m.

24. O rotor de um motor elétrico tem momento de inércia I_m=2,47·10^{-3} kg·m^2 em torno do seu eixo. O motor é montado com seu eixo paralelo ao de um satélite que tem momento de inércia I_s=12,6 kg·m^2 em torno do eixo. a) Descreva qualitativamente o que acontece ao ligar-se o motor quando tanto o satélite quanto o motor não estão rodando. b) Determine a velocidade angular de rotação adquirida pelo satélite quando o motor atinge a velocidade angular de rotação igual a ω_m. c) Calcule quantas rotações do motor, a velocidade angular constante, são necessárias para que o satélite gire 25,0^o em torno do eixo. d) Descreva qualitativamente o que acontece ao desligar-se o motor.

25. (Tippler, Cap. 9 E 24) Uma roda montada num eixo que oferece atrito está inicialmente em repouso. Um torque externo constante de 50 N.m é aplicado à roda durante 20 s, atribuindo-lhe velocidade angular de 600 rev/min. O torque externo, depois desse tempo, é removido e a roda pára em 120 s. Calcular: a) o momento de inércia da roda e b) o torque do atrito, admitindo que seja constate.



26. (Tipler, Cap. 9 E 26) Uma barra homogênea, de massa *M* e comprimento *L*, pode girar, sem atrito, em torno de um eixo que passa por uma das suas extremidades e está na vertical, como mostra a figura ao lado. A barra é atingida por uma força F_0, durante um pequeno intervalo de tempo Δt, num ponto à distância *x* do eixo. A) Mostre que a velocidade do centro de massa da barra, imediatamente depois do golpe é dada por $v_0 = 3F_0 x \Delta t/2ML$. B) Calcule a força exercida pelo eixo sobre a barra e mostre que esta força é nula quando $x = 2L/3$. (Obs: O ponto $x = 2L/3$ é o centro de percussão da barra).



27. (Tipler, Cap. 9 E 34) Com o teorema dos eixos paralelos determine o momento de inércia de uma esfera maciça, de massa M e raio R, em relação a um eixo tangente à superfície.

28. (Tipler, Cap. 9 E 34) Uma roda de vagão tem um diâmetro de 1 m e uma banda de rodagem, uniforme, de 8 kg. Cada um dos seis raios da roda tem a massa de 1,2 kg. Determinar o momento de inércia dessa roda em relação ao eixo de rotação.

29. (Tipler, Cap. 9 E 36) Uma chapa retangular homogênea tem a massa *m* e os lados *a* e *b*. a) Mostre, por integração, que o momento de inércia da chapa em relação a um eixo perpendicular ao seu plano e que passa por um vértice é $m(a^2+b^2)/3$. b) Qual é o momento de inércia da chapa em torno de um eixo perpendicular ao seu plano que passa pelo seu centro de massa?

30. (Tipler, Cap. 9 E 38) A molécula do metano (CH_4) tem quatro átomos de hidrogênio localizados nos vértices de um tetraedro regular de aresta igual a 1,4 nm, com o átomo de carbono no centro do tetraedro. Calcule o momento de inércia da molécula em relação a um eixo que passa pelo átomo de carbono e um dos átomos de hidrogênio.