

Fundamentos de Mecânica – 4300151

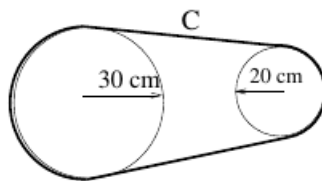
Lista de exercícios 4

Primeiro semestre de 2013

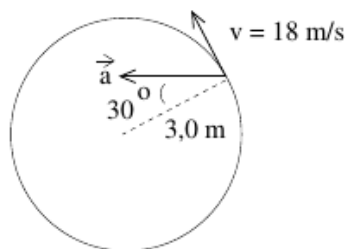
Os exercícios da lista deverão ser todos feitos. Não há necessidade de entregá-los. O conteúdo será cobrado nas provas e provinhas, ao longo da disciplina. Procure solucionar as dúvidas nos horários de atendimento da monitoria, ou nas aulas de exercícios.

- Uma roda gigante com 14 m de raio gira com velocidade constante em torno de um eixo horizontal. Um passageiro, sentado em uma das cadeiras, move-se (em relação ao solo) com velocidade $v = 7 \text{ m/s}$, quando passa pelo ponto mais baixo da trajetória. Determine:
 - a velocidade angular do carrossel;
 - o vetor aceleração centrípeta do passageiro quando ele está no ponto mais baixo da trajetória;
 - o vetor aceleração centrípeta do passageiro quando ele está no ponto mais alto da trajetória;
 - o tempo para que o passageiro realize uma volta completa.
- Um carro de corridas percorre, em sentido anti-horário, uma pista circular de 1 km de diâmetro, passando pela extremidade sul a 60 km/h, no instante $t = 0$. A partir daí, o piloto acelera o carro uniformemente, atingindo 240 km/h em 10 s.
 - Qual o tamanho do arco de circunferência percorrido pelo carro entre $t = 0$ e $t = 10 \text{ s}$?
 - Determine o vetor aceleração média do carro entre $t = 0$ e $t = 10 \text{ s}$.
- Supondo que você esteja no equador, e que a órbita da Terra em torno do Sol seja circular, determine a velocidade linear com a qual você está se movendo devido
 - à rotação da Terra em torno do seu próprio eixo (o raio da Terra é de aproximadamente 6400 km);
 - à translação da Terra em torno do Sol (o raio da órbita da Terra é de aproximadamente $1,5 \times 10^8 \text{ km}$).
 - Em ambos os casos, calcule sua aceleração centrípeta em m/s^2 e expresse-a como uma porcentagem da aceleração da gravidade na Terra ($g \simeq 10 \text{ m/s}^2$).
 - Como os valores do item anterior se alterariam se levássemos em conta a latitude? Refaça os cálculos para São Paulo, que está situada muito próximo do Trópico de Capricórnio, cuja latitude é de cerca de 23° .
- No modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, um elétron gira em torno de um próton em órbita circular de raio $5,29 \times 10^{-11} \text{ m}$, com velocidade igual a $2,18 \times 10^6 \text{ m/s}$. Qual a aceleração do elétron nesse modelo?
- O trem rápido conhecido como TGV (do francês *train à grande vitesse*) tem uma velocidade média preestabelecida de 216 km/h.
 - Se o trem descrever uma curva com esta velocidade e se a aceleração máxima de cada passageiro for igual à metade da aceleração da gravidade, qual deverá ser o menor raio de curvatura para os trilhos?
 - Se existir uma curva com um raio de 1,0 km, qual deve ser a velocidade máxima do trem para que a aceleração dos passageiros não ultrapasse $g/2$?

6. Um objeto se movimenta em uma trajetória circular de raio R , no sentido anti-horário, com velocidade de módulo V constante. O movimento é descrito em um sistema de referência em que os eixos Ox e Oy apontam para leste e norte, respectivamente, com origem no centro da trajetória. Em $t_0 = 0$, o objeto encontra-se na posição leste, e portanto sua velocidade é $\vec{v}_0 = V\hat{j}$. Nas questões que se seguem, considere que R e V são conhecidos.
- Qual é o vetor velocidade do objeto quando se encontra na posição norte do círculo?
 - Em que instante t_1 o objeto alcança a posição norte do círculo pela primeira vez?
 - Determine a variação do vetor velocidade entre t_0 e t_1 .
 - Mostre que a aceleração média entre t_0 e t_1 é $\vec{a}_{0 \rightarrow 1} = -\frac{2V^2}{\pi R}(\hat{i} + \hat{j})$, e calcule o valor numérico da relação $|\vec{a}_{0 \rightarrow 1}| R/V^2$.
 - Em que instante t_2 o objeto alcança a posição correspondente a 30° pela primeira vez, a contar do instante t_0 ?
 - Determine o valor da aceleração média $\vec{a}_{0 \rightarrow 2}$ entre t_0 e o instante t_2 , e calcule o valor numérico da relação $|\vec{a}_{0 \rightarrow 2}| R/V^2$.
 - Como conciliar os resultados dos itens (d) e (f) com a expectativa de que o vetor aceleração em um movimento circular seja radial, dirigido para o centro do círculo, e tenha módulo V^2/R ?
7. Na figura abaixo, a roda maior, com raio de 30 cm, transmite seu movimento à menor, com raio de 20 cm, através da correia C, que permanece sempre esticada e sem deslizamento. A roda maior, inicialmente em repouso, parte com aceleração angular uniforme, levando 1,0 min para atingir sua velocidade de regime permanente, e efetuando um total de 540 rotações durante esse intervalo. Calcule a velocidade angular da roda menor e a velocidade linear da correia uma vez atingido o regime permanente.



8. Uma partícula está se movendo em uma trajetória circular de raio 3,0 m. Em um certo instante, sua velocidade é de 18 m/s e sua aceleração faz um ângulo de 30° com a direção radial (veja a figura abaixo).



- Qual é o módulo da aceleração?
 - A que taxa a velocidade escalar da partícula aumenta?
9. Um elétron, sujeito a um campo magnético uniforme, descreve um movimento helicoidal uniforme cujo raio é de 2,00 mm e cujo período do movimento de rotação é de 3,00 ns. O passo da hélice é de 6,00 mm. Calcule:
- o módulo da velocidade do elétron;
 - o módulo da sua aceleração.

Respostas

- (a) $0,5 \text{ rad/s}$; (b) $\vec{a}_r = 3,5\hat{j}$; (c) $\vec{a}_r = -3,5\hat{j}$; (d) $T = 4\pi \text{ s}$.
- (a) $5/12 \text{ km}$; (b) $(36.360\hat{i} + 64.080\hat{j}) \text{ km/h}^2$, ou $(2,8\hat{i} + 4,9\hat{j}) \text{ m/s}^2$.
- (a) 465 m/s , ou 1.670 km/h ; (b) 29.900 m/s , ou 107.600 km/h ; (c) para a rotação da Terra em torno do eixo, $a_r = 0,0338 \text{ m/s}^2 = 0,34\% g$, e para a translação da Terra, $a_r = 5,96 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2 = 0,06\% g$; (d) para a rotação da Terra em torno do eixo, $v = 428 \text{ m/s} = 1.540 \text{ km/h}$, $a_r = 0,0311 \text{ m/s}^2 = 0,31\% g$, e para a translação da Terra os valores na prática não se alteram (por que?).
- A aceleração é de $8,98 \times 10^{22} \text{ m/s}^2$, uma valor tão elevado que serve como indício de que a física clássica não pode se aplicar ao mundo das partículas elementares.
- (a) 720 m ; (b) $70,7 \text{ m/s}$, ou 254 km/h .
- (a) $-V\hat{i}$; (b) $\frac{\pi R}{2V}$; (c) $-V(\hat{i} + \hat{j})$; (d) $\frac{2\sqrt{2}}{\pi} \simeq 0,9$; (e) $\frac{\pi R}{6V}$; (f) $\vec{a}_{0 \rightarrow 2} = \frac{6V^2}{\pi R} \left[-\frac{1}{2}\hat{i} + \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 1\right)\hat{j} \right]$, $\frac{|\vec{a}_{0 \rightarrow 2}|R}{V^2} \simeq 0,99$.
- $\omega_{\text{menor}} = 54\pi \text{ rad/s} = 1620 \text{ rpm}$ e $v_{\text{correia}} = 33,9 \text{ m/s}$.
- (a) $124,7 \text{ m/s}^2$; (b) $62,4 \text{ m/s}^2$.
- (a) $4,64 \times 10^6 \text{ m/s}$; (b) $8,77 \times 10^{15} \text{ m/s}^2$.