

FAP151 – Fundamentos de Mecânica. 8ª Lista de Exercícios. Maio de 2007
Movimento Circular Uniforme e Movimento relativo

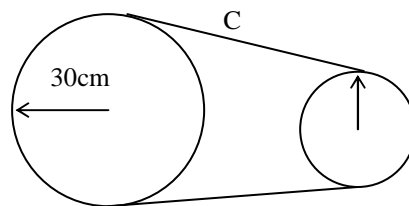
Entregue as soluções dos **exercícios 4 e 19**. Note que **não é suficiente fornecer apenas as respostas**, é necessário apresentar os cálculos intermediários e o raciocínio que conduziu à solução.

Cinemática do movimento circular uniforme

Velocidade angular

1) (HMN 3.23) Uma roda, partindo do repouso, é acelerada de tal forma que sua velocidade angular aumenta uniformemente para 180 rpm em 3,0 min. Depois de girar com essa velocidade por algum tempo, a roda é freada com desaceleração angular uniforme, levando 4,0 minutos para parar. O número total de rotações é 1080. Quanto tempo, ao todo, a roda ficou girando?

2) (HMN 3.22) Na figura ao lado, a roda maior, com 30 cm de raio, transmite seu movimento à menor, com 20 cm de raio, através da correia sem fim C, que permanece sempre esticada e sem deslizamento. A roda maior, inicialmente em repouso, parte com aceleração angular uniforme, levando 1,00 minuto 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.



Aceleração centrípeta

3) (HMN 3.24) 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 $t = 0$ s. 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 $t = 10$ s?
- Determine o vetor aceleração média do carro entre $t = 0$ e $t = 10$ s.

4) Um objeto se movimenta seguindo 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 onde os eixos Ox e Oy apontam para leste e norte, respectivamente, com origem no centro da trajetória. Em $t_0 = 0$ s se encontra na posição leste, portanto $\vec{v}_0 = v\vec{j}$. Nas questões que 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_f alcança a posição norte do círculo pela primeira vez?
- Determine a variação do vetor velocidade entre t_0 e t_f .
- Mostre que a aceleração média entre t_0 e t_f é: $\vec{a} = -\frac{2v^2}{\pi R}(\vec{i} + \vec{j})$ e calcule o valor numérico da

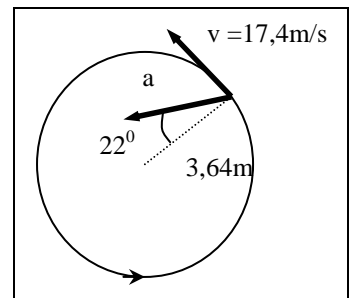
relação $\frac{|\vec{a}|R}{v^2}$.

- Em que instante t'_f alcança a posição correspondente a $+30^\circ$ pela primeira vez, a partir da posição em $t_0 = 0$ s?
- Determine o vetor aceleração média entre t_0 e o instante t'_f calculado no item anterior, \vec{a}' , e calcule o valor numérico da relação $\frac{|\vec{a}'|R}{v^2}$.
- Como você pode usar os resultados dos itens anteriores para explicar a um colega que a aceleração centrípeta no movimento circular é radial, dirigida para o centro do círculo e tem módulo $a_{cp} = v^2/R$?

- 5) a) Qual é a aceleração centrípeta de um objeto no equador, devido à rotação da Terra?
 b) Qual deveria ser o período de rotação da Terra de forma que os objetos no seu equador tivessem uma aceleração centrípeta igual a $9,8 \text{ m/s}^2$?
- 6) (RHK E4.34) 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 do átomo de hidrogênio?
- 7) (RHK E4.35) Um astronauta é colocado numa centrífuga de raio $5,2 \text{ m}$.
 a) Qual a velocidade escalar se a aceleração é $6,8 \cdot g$?
 b) Quantas revoluções por minuto são requeridas para produzir essa aceleração?
- 8) Uma hélice de ventilador completa 1200 revoluções a cada minuto. Considere um ponto na extremidade da lâmina, cujo raio é $0,15 \text{ m}$.
 a) Qual a distância percorrida pelo ponto em uma revolução?
 b) Qual a velocidade do ponto?
 c) Qual a aceleração do ponto?
- 9) (RHK E4.21) Uma criança gira uma pedra em um círculo horizontal a $1,9 \text{ m}$ acima do solo por meio de uma corda com $1,4 \text{ m}$ de comprimento. A corda arrebenta e a pedra sai voando horizontalmente, atingindo o solo a uma distância de 11 m . Qual era a aceleração centrípeta da pedra enquanto estava em movimento circular?
- 10) A velocidade de um ponto na extremidade do ponteiro de minutos do relógio de uma torre é $1,75 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.
 a) Qual é a velocidade da extremidade do ponteiro de segundos, que tem o mesmo comprimento do ponteiro de minutos?
 b) Qual a aceleração centrípeta de um ponto na extremidade do ponteiro de minutos?

Movimento circular não uniforme

- 11) Uma partícula está se movendo em uma trajetória circular de raio $3,64 \text{ m}$. Num certo instante sua velocidade é $17,4 \text{ m/s}$ e sua aceleração faz um ângulo de $22,0^\circ$ com a direção radial, vista da partícula (veja a figura ao lado).
 a) Qual é o módulo da aceleração?
 b) A que taxa a velocidade escalar da partícula aumenta?



Força centrípeta

- 12) (RHK E4.36) Uma roda gigante tem 15 m de raio e completa 5 rotações em torno do seu eixo horizontal por minuto.
 a) Qual é a aceleração de um passageiro sentado no ponto mais alto? (Dê intensidade, direção e sentido.)
 b) Qual é a aceleração no ponto mais baixo?
 c) Qual força a roda gigante deve exercer sobre uma pessoa de 75 kg sentada no ponto mais alto? e no mais baixo? (Em cada caso, dê intensidade, direção e sentido da força.)
- 13) Um satélite com massa igual a 300 kg está em uma órbita circular em torno da Terra, a 3.000 km de altitude. Encontre:
 a) a força gravitacional atuando nele;
 b) a velocidade orbital do satélite e
 c) o período de revolução.

Movimento Relativo

Em uma dimensão

14) Você está dirigindo do sul para o norte por uma estrada retilínea de duas pistas com velocidade constante e igual a 88 km/h. Um caminhão se aproxima de você em sentido contrário com velocidade constante de 104 km/h (na outra pista).

- Qual a velocidade do caminhão em relação a você?
- Qual sua velocidade em relação ao caminhão?
- Como as velocidades relativas variam depois que o caminhão cruzar você?

15) A calçada rolante horizontal do terminal de um aeroporto possui comprimento igual a 35 m e se desloca a 1,0 m/s. Suponha uma pessoa se deslocando a 1,5 m/s em relação à calçada rolante e partindo de uma extremidade dela. Quanto tempo leva para atingir a outra extremidade se a pessoa se move:

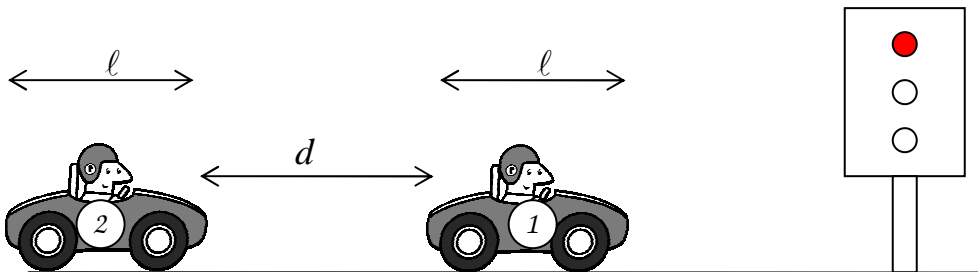
- no mesmo sentido da calçada rolante?
- em sentido contrário ao da calçada rolante?

16) (RHK E4.6) Uma pessoa percorre uma escada rolante com 15 m de comprimento em 90 s quando a escada está parada. Quando a pessoa está parada na mesma escada, que agora se encontra em movimento, a pessoa é transportada em 60 s.

- Quanto tempo a pessoa levaria para fazer o mesmo percurso se caminhasse sobre a escada rolante em movimento?
- A resposta anterior depende do comprimento da escada?

Em uma dimensão, com ponto material extenso e acelerado

17) Dois carros com comprimento $\ell = 5$ m trafegam um atrás do outro numa avenida, ambos a velocidade $v_0 = 72$ km/h e separados por uma distância $d = 40$ m, conforme a figura, quando o farol fecha e o carro 1 começa a frear com aceleração de módulo constante e igual a $a_1 = 4,0$ m/s² até parar.



Responda às questões abaixo destacando as equações horárias dos movimentos usadas, deixando claro a qual parte do carro (pára-choque da frente, de trás, centro) ela se refere.

- Qual o intervalo de tempo entre o início da frenagem e a parada total do carro 1?
- Qual a distância percorrida pelo carro 1 desde o início da frenagem?
- Determine a aceleração de módulo mínimo que é necessária para evitar a colisão supondo que o carro 2 tenha iniciado a frear 0,5 s após o carro 1 e tenha acelerado uniformemente até parar.
- Represente os movimentos dos dois carros com gráficos de posição em função do tempo num mesmo sistema de eixos coordenados.
- Mesmo que no item d, para as velocidades em função do tempo.
- Mesmo que no item d, para as acelerações em função do tempo.
- Marcando a origem de coordenadas na posição do pára-choque de trás do carro 1 quando ele inicia a frenagem, qual seria o ponto de colisão caso o carro 2 iniciasse a frear simultaneamente com uma aceleração de módulo 1,0 m/s² que permanecesse constante até a colisão? Determine a diferença de velocidades no instante de colisão.

Em duas dimensões

18) O piloto de um avião deseja voar para de leste para oeste. Um vento de 80 km/h sopra do norte para o sul.

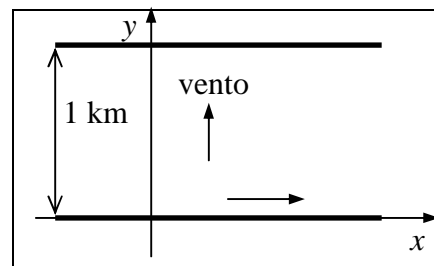
- Se a velocidade do avião em relação ao ar (sua velocidade se o ar estivesse em repouso) é igual a 320 km/h, qual deve ser a direção que o piloto deve escolher?
- Qual a velocidade do avião em relação ao solo?

19) Um avião leve alcança uma velocidade no ar de intensidade 480 km/h. O piloto estabelece uma rota de vôo para um destino 810 km ao norte, mas descobre que o avião deve ser orientado 21° a nordeste para voar lá diretamente. O avião chega em 1,9 h. Qual a velocidade do vento?

20) Você está voando em um avião leve, relatando as condições do tráfego para uma emissora de rádio. Seu vôo se dirige de oeste para leste sobre uma estrada. As marcas da estrada abaixo indicam que sua velocidade é igual a 50,0 m/s em relação ao solo e seu indicador de velocidade do ar também mostra 50,0 m/s. Contudo, a frente de seu avião aponta ligeiramente para uma direção sudeste e um funcionário do serviço de meteorologia informa a você que está soprando um vento de 20 m/s. Qual é a direção do vento?

Em duas dimensões e acelerado

21) Um pequeno barco à vela está deslizando ao longo da margem de um rio sendo arrastado pela correnteza da água com velocidade igual a 5,0 m/s para leste, como mostra a figura ao lado. Em um determinado momento, as velas são içadas e o vento que está soprando do sul para o norte imprime ao barco uma aceleração constante, para norte e com módulo igual a $0,080 \text{ m/s}^2$. A distância entre as margens do rio é 1,00 km. Adote o referencial da figura ao lado considerando $t = 0$ o instante em que as velas são içadas e que isto ocorre em $(x,y)=(0,0)$.



- Obtenha a equação horária $\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j}$.
- Determine o tempo que o barco leva para atingir a margem esquerda do rio.
- A que distância do ponto de partida, medida ao longo do eixo Ox , o barco toca a margem oposta?
- Qual a velocidade do barco nesse momento?
- Represente $y(t)$ graficamente.