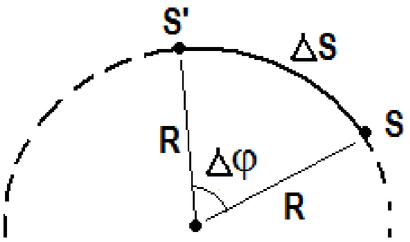
Movimento circular uniforme

Resumo

Ao caminharmos de um ponto S para um ponto S', em um movimento circular, podemos fazer o estudo do movimento em função do ângulo descrito em vez de usar as coordenadas lineares.



As grandezas lineares possuem equivalentes angulares. Assim se há uma variação ΔS, há uma variação angular Δϕ; se há uma velocidade linear V, há uma velocidade angular.

Equações úteis:

Relação entre grandezas lineares e angulares:

$$s = \theta R$$

$$v = \omega R$$

Velocidade angular:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

Relação entre período e frequência (n é o número de voltas):

$$f = \frac{n}{\Delta t} \text{ e } T = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow f = \frac{1}{T}$$

Relação entre velocidade angular e frequência:

$$\omega = 2\pi f$$

Aceleração centrípeta:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \text{ ou } a_{cp} = \omega^2 R$$

Função horária angular:

$$\theta = \theta_0 + \omega t$$

Quer ver este material pelo Dex? Clique aqui

Exercícios

1. Na modalidade de arremesso de martelo, o atleta gira o corpo juntamente com o martelo antes de arremessá-lo. Em um treino, um atleta girou quatro vezes em três segundos para efetuar um arremesso. Sabendo que o comprimento do braço do atleta é de 80 cm, desprezando o tamanho do martelo e admitindo que esse martelo descreve um movimento circular antes de ser arremessado, é correto afirmar que a velocidade com que o martelo é arremessado é de:

a) 2,8 m/s

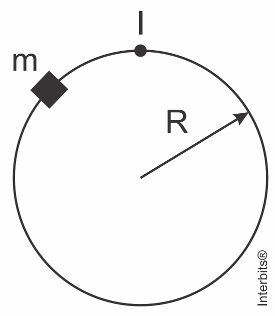
b) 3,0 m/s

c) 5,0 m/s

d) 6,4 m/s

e) 7,0 m/s

2. A figura abaixo representa um móvel m que descreve um movimento circular uniforme de raio R, no sentido horário, com velocidade de módulo V.



Assinale a alternativa que melhor representa, respectivamente, os vetores velocidade V e aceleração a do móvel quando passa pelo ponto I, assinalado na figura.

a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

3. Em voos horizontais de aeromodelos, o peso do modelo é equilibrado pela força de sustentação para cima, resultante da ação do ar sobre as suas asas.
Um aeromodelo, preso a um fio, voa em um círculo horizontal de 6 m de raio, executando uma volta completa a cada 4 s.

Sua velocidade angular, em rad/s, e sua aceleração centrípeta, em m/s^2, valem, respectivamente,

a) π e $6\pi^2$.

b) $\pi/2$ e $3\pi^2/2$.

c) $\pi/2$ e $\pi^2/4$.

d) $\pi/4$ e $\pi^2/4$.

e) $\pi/4$ e $\pi^2/16$.

4. Ainda que tenhamos a sensação de que estamos estáticos sobre a Terra, na verdade, se tomarmos como referência um observador parado em relação às estrelas fixas e externo ao nosso planeta, ele terá mais clareza de que estamos em movimento, por exemplo, rotacionando junto com a Terra em torno de seu eixo imaginário. Se consideramos duas pessoas (A e B), uma deles localizada em Ottawa (A), Canadá, (latitude $45°$ Norte) e a outra em Caracas (B), Venezuela, (latitude $10°$ Norte), qual a relação entre a velocidade angular média (ω) e velocidade escalar média (v) dessas duas pessoas, quando analisadas sob a perspectiva do referido observador?

a) $\omega_A = \omega_B$ e $v_A = v_B$

b) $\omega_A < \omega_B$ e $v_A < v_B$

c) $\omega_A = \omega_B$ e $v_A < v_B$

d) $\omega_A > \omega_B$ e $v_A = v_B$

5. Maria brinca em um carrossel, que gira com velocidade constante. A distância entre Maria e o centro do carrossel é de $4{,}0\text{ m}$. Sua mãe está do lado de fora do brinquedo e contou 20 voltas nos 10 min em que Maria esteve no carrossel. Considerando essas informações, **CALCULE:**

- A distância total percorrida por Maria.
- A velocidade angular de Maria, em rad/s.
- O módulo de aceleração centrípeta de Maria.

A alternativa que indica esses valores, respectivamente é:

a) $d = 160\,\pi\, m;\ \omega = \frac{\frac{\pi}{30} rad}{s};\ a_c = 0{,}015\pi^2\ m/s^2$

b) $d = 160\,\pi\, m;\ \omega = \frac{\frac{\pi}{15} rad}{s};\ a_c = 0{,}018\pi^2\ m/s^2$

c) $d = 180\,\pi\, m;\ \omega = \frac{\frac{\pi}{15} rad}{s};\ a_c = 0{,}018\pi^2\ m/s^2$

d) $d = 180\,\pi\, m;\ \omega = \frac{\frac{\pi}{30} rad}{s};\ a_c = 0{,}015\pi^2\ m/s^2$

e) $d = 160\,\pi\,m;\ \omega = \frac{\frac{\pi}{30} rad}{s};\ a_c = 0{,}015\pi^2\ m/s^2$

6. Um caminhão de carga tem rodas dianteiras de raio $R_d = 50$ cm e rodas traseiras de raio $R_t = 80$ cm. Em determinado trecho do trajeto plano e retilíneo, percorrido sem deslizar e com velocidade escalar constante, a frequência da roda dianteira é igual a 10 Hz e efetua $6{,}75$ voltas a mais que a traseira.

Considerando $\pi \cong 3$, A velocidade escalar média do caminhão, em km/h. e a distância percorrida por ele nesse trecho do trajeto., respectivamente:

a) $v = 108\frac{km}{h};\ \Delta S_T = 54\,m$

b) $v = 108\frac{km}{h};\ \Delta S_T = 60\,m$

c) $v = 106\frac{km}{h};\ \Delta S_T = 54\,m$

d) $v = 106\frac{km}{h};\ \Delta S_T = 60\,m$

e) $v = 106\frac{km}{h};\ \Delta S_T = 52\,m$

7. Numa pista circular de diâmetro 200 m, duas pessoas se deslocam no mesmo sentido, partindo de pontos diametralmente opostos da pista. A primeira pessoa parte com velocidade angular constante de 0,010 rad/s, e a segunda parte, simultaneamente, com velocidade escalar constante de 0,8 m/s.

As duas pessoas estarão emparelhadas após (use π com duas casas decimais)

a) 18 minutos e 50 segundos.

b) 19 minutos e 10 segundos.

c) 20 minutos e 5 segundos.

d) 25 minutos e 50 segundos.

e) 26 minutos e 10 segundos.

8. Foi divulgado pela imprensa que a ISS (sigla em inglês para Estação Espacial Internacional) retornará à Terra por volta de 2020 e afundará no mar, encerrando suas atividades, como ocorreu com a Estação Orbital MIR, em 2001. Atualmente, a ISS realiza sua órbita a 350 km da Terra e seu período orbital é de aproximadamente 90 minutos.

Considerando o raio da Terra igual a 6 400 km e $\pi \cong 3$, pode-se afirmar que

a) ao afundar no mar o peso da água deslocada pela estação espacial será igual ao seu próprio peso.

b) a pressão total exercida pela água do mar é exatamente a mesma em todos os pontos da estação.

c) a velocidade linear orbital da estação é, aproximadamente, 27×10^3 km/h.

d) a velocidade angular orbital da estação é, aproximadamente, 0,25 rad/h.

e) ao reingressar na atmosfera a aceleração resultante da estação espacial será radial e de módulo constante.

9. Segundo o modelo simplificado de Bohr, o elétron do átomo de hidrogênio executa um movimento circular uniforme, de raio igual a $5,0 \times 10^{-11}$ m, em torno do próton, com período igual a 2×10^{-15} s.
Com o mesmo valor da velocidade orbital no átomo, a distância, em quilômetros, que esse elétron percorreria no espaço livre, em linha reta, durante 10 minutos, seria da ordem de:

a) 10^2

b) 10^3

c) 10^4

d) 10^5

10. Um satélite geoestacionário encontra-se sempre posicionado sobre o mesmo ponto em relação à Terra. Sabendo-se que o raio da órbita deste satélite é de 36×10^3 km e considerando-se $\pi = 3$, podemos dizer que sua velocidade é:

a) 0,5 km/s.

b) 1,5 km/s.

c) 2,5 km/s.

d) 3,5 km/s.

e) 4,5 km/s.

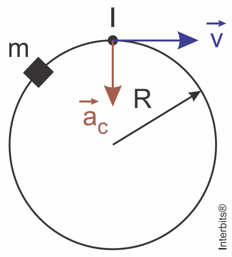
Gabarito

1. D

$$V = \omega R = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}.R = \frac{4x2\pi}{3}x0,8 = 6,4m/s.$$

2. C

No movimento circular uniforme (MCU) a velocidade é representada por um vetor tangente ao círculo em cada ponto ocupado pelo móvel, com isto, apesar do módulo da velocidade permanecer constante, ao longo do movimento o vetor velocidade altera sua direção e sentido, sendo, portanto, um movimento acelerado em que a aceleração é sempre perpendicular ao vetor velocidade apontando para o centro da curva, chamada de aceleração centrípeta. Assim, a alternativa correta é a [C].



3. B

A velocidade angular ω em rad/s é:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi\ \text{rad}}{4\ \text{s}} \therefore \omega = \frac{\pi}{2}\ \text{rad/s}$$

E a aceleração centrípeta é calculada com:

$$a_c = \omega^2 \cdot R = \left(\frac{\pi}{2}\ \text{rad/s}\right)^2 \cdot 6\ \text{m} \therefore a_c = \frac{3\pi^2}{2}\ \text{m/s}^2$$

4. C

A velocidade angular média (ω) depende basicamente da frequência da rotação (f) ou do período (T) sendo dada por: $\omega = 2\pi f = \dfrac{2\pi}{T}$

Para ambos os observadores (A e B), tanto suas frequências como seus períodos de rotação são os mesmos, pois quando a Terra dá uma volta completa, qualquer ponto do planeta também dá uma rotação completa, então suas velocidades angulares médias (ω) devem ser exatamente iguais.

$$\left.\begin{matrix} f_A = f_B \\ T_A = T_B \end{matrix}\right\} \rightarrow \omega_A = \omega_B$$

Já a velocidade escalar média (v) dessas duas pessoas, depende do raio (R) de curvatura da Terra. Pontos mais próximos dos polos têm raios menores que pontos próximos ao Equador, portanto temos que:

$R_A < R_B$

Como a velocidade escalar média (v) é diretamente proporcional ao raio e dada por: $v = 2\pi Rf = \frac{2\pi R}{T}$, temos que $v_A < v_B$.

5. B

A distância percorrida é igual ao número de voltas (n) vezes o comprimento de cada volta.

$$d = n2\pi R = 20 \times 2\pi \times 4 \Rightarrow \boxed{d = 160\pi \text{ m }.}$$

$$\omega = \frac{n2\pi}{\Delta t} = \frac{20 \times 2\pi}{10 \times 60} \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{\pi}{15} \text{ rad/s.}}$$

$$a_c = \omega^2 R = \left(\frac{\pi}{15}\right)^2 4 = \frac{4\pi^2}{225} \Rightarrow \boxed{a_c = 0{,}018\,\pi^2 \text{ m/s}^2.}$$

6. A

$v = 2\pi Rf$, para a roda dianteira, temos:

$v = 2.3.0{,}5.10 = 30 m/s$, convertendo para km/h (multiplicando por 3,6),

$\therefore \boxed{v = 108 km/h}$

Como podemos perceber, o enunciado não fornece o tempo para a roda dianteira efetuar 6,75 voltas a mais que a traseira, porém, sabemos que o deslocamento das rodas são iguais, assim temos:

$\Delta S_T = \Delta S_D$

$n.2\pi.R_T = (n + 6{,}75).2\pi.R_D$ em que “n” representa do número de rotações da roda traseira.

Logo:

$n.0{,}8 = (n + 6{,}75).0{,}5$

$0{,}8n = 0{,}5n + 3{,}375$

$0{,}3n = 3{,}375$

$n = \frac{3375}{300} = 11{,}25$

Logo:

$\Delta S_T = n.2\pi.R_T$

$\Delta S_T = 11{,}25.2.3.0{,}8$

$\therefore \boxed{\Delta S_T = 54m}$

7. **E**
Dados: D = 200 m $\Rightarrow$ r = 100 m; $\omega_2 = 0{,}01$ rad/s; $\pi = 3{,}14$.

A velocidade da pessoa mais rápida é:
$v_2 = \omega_2 r = 0{,}01 \times 100 = 1 \text{ m/s}.$
Como partem de pontos diametralmente opostos, a distância (d) entre eles é meia volta.
$d = \pi\, r = 3{,}14 \times 100 = 314 \text{ m}.$

A pessoa mais rápida leva vantagem (velocidade relativa $\rightarrow v_{rel}$) de 0,2 m/s.

O tempo para tirar essa diferença é:

$$\Delta t = \frac{d}{v_{rel}} = \frac{314}{0{,}2} = 1570 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \Delta t = 26 \text{ min e } 10 \text{ s}.$$

8. **C**
Dados:
Raio da Terra: R = 6.400 km;
Altura da órbita em relação à superfície: h = 350 km;
Período orbital: T = 90 min = 1,5 h
$\pi = 3.$

Considerando órbita circular, o raio orbital (r) é:
$r = R + h = 6.400 + 350 = 6.750 \text{ km}.$

Calculando a velocidade linear orbital:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2(3)(6.750)}{1{,}5} \Rightarrow$$

$v = 27 \times 10^3 \text{ km/h}.$

9. **D**
Velocidade = v = $(2.3{,}14.5.10^{-11}) / (2.10^{-15}) = 15{,}7.10^4$ m/s = $1{,}57.10^5$ m/s
Distância = S = $1{,}57.10^5.(600) = 942.10^5 = 9{,}42.10^7$ m = $9{,}42.10^4$ km $\rightarrow$ ordem de grandeza 10^5 (pois a parte significativa é maior que raiz quadrada de 10).

10. **C**
v = $\Delta S/\Delta t$
v = $(2.\pi.r)/T$
v = $(2.3.36.10^3)/24$
v = $(216.10^3)/24$
v = 9000 km/h = 2500 m/s = 2,5 km/s