

DINÂMICA - Forças no movimento circular

Quando apresentamos a Cinemática vetorial, analisamos a aceleração vetorial de um ponto material decompondo o vetor aceleração segundo as direções normal e tangencial à trajetória. As componentes assim obtidas têm funções basicamente distintas:

- **Aceleração centrípeta** “ \vec{a}_{cp} ” : mede a variação da **direção** da velocidade ao longo do tempo;
- **Aceleração tangencial** “ \vec{a}_t ” : mede a variação do **módulo** da velocidade ao longo do tempo;
- **A aceleração vetorial** “ \vec{a} ” é a soma vetorial de \vec{a}_{cp} e \vec{a}_t :

$$\vec{a} = \vec{a}_{cp} + \vec{a}_t$$

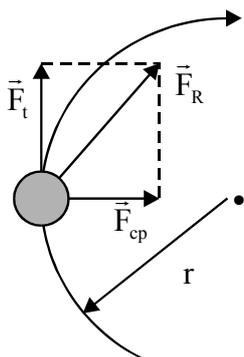
Pela 2ª Lei de Newton, podemos obter a força resultante \vec{F}_R a partir da aceleração \vec{a} :

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F}_R = m \cdot (\vec{a}_{cp} + \vec{a}_t)$$

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}_{cp} + m \cdot \vec{a}_t$$

O produto $m \cdot \vec{a}_{cp}$ é chamado **resultante centrípeta** “ \vec{F}_{cp} ” e o produto $m \cdot \vec{a}_t$ é chamado **resultante tangencial** “ \vec{F}_t ”. Temos então:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_{cp} + \vec{F}_t$$



Os módulos de \vec{F}_{cp} e \vec{F}_t são obtidos a partir dos módulos da aceleração centrípeta e da aceleração tangencial:

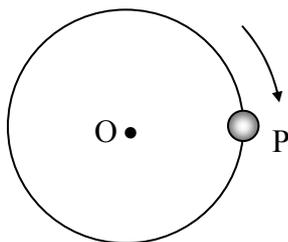
- $a_{cp} = \frac{V^2}{r}$ (onde r é o raio de curvatura da trajetória) \Rightarrow

$$F_{cp} = \frac{m \cdot V^2}{r}$$

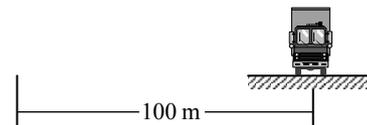
- $a_t = a = \frac{\Delta V}{\Delta t} \Rightarrow F_t = m \cdot a$ (a : aceleração escalar).

TESTES DE SALA:

T01. Uma partícula descreve um movimento circular uniformemente retardado no sentido horário. Represente a velocidade vetorial, a resultante centrípeta, a resultante tangencial e a resultante de todas as forças queagem sobre a partícula ao passar pelo ponto P indicado.



T02. Numa estrada existe uma curva circular plana e horizontal de raio 100 m. O coeficiente de atrito lateral entre o pneu e a estrada é 0,40. Determine a maior velocidade com que um carro pode percorrer a curva sem derrapar. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

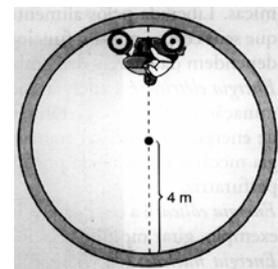


T03. Um corpo de massa 4 kg descreve, sobre uma mesa polida, uma circunferência horizontal de raio 2 m, com velocidade de 10 m/s, preso a um fio. Determine a tração exercida pelo fio. Dado $g = 10 \text{ m/s}^2$.

T04. (Cetesp-PE) Um caminhão transporta em sua carroceria uma carga de 1000 kg. Determine, em newtons, a força normal exercida pela carga sobre o piso da carroceria, quando o veículo, a 10 m/s, passa pelo ponto mais baixo de uma depressão com 200m de raio. É dado $g = 10 \text{ m/s}^2$.

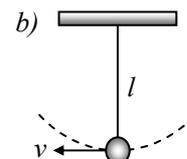
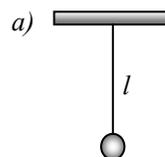


T05. Um motociclista descreve uma circunferência vertical num globo da morte de 4 m de raio. Que força é exercida sobre o globo (igual a N) no ponto mais alto da trajetória, se a velocidade da moto é aí de 20 m/s? A massa total (motocicleta + moto) é de 100 kg e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



T06. Um ponto material de massa 1,5 kg está preso a um fio de comprimento 2,0 m. Determine a intensidade da força de tração no fio, nos casos:

- o ponto material está em repouso (fig. a)
- o ponto material passa pela posição mais baixa com velocidade escalar de 2,0 m/s (fig. b)



T07. Um carrinho de massa 1 kg, preso à extremidade de uma corda de 2 m de comprimento, anda em círculo sobre uma mesa horizontal sem atrito. A máxima força que a corda suporta é 32 N. Determine a máxima velocidade que o carrinho pode ter para descrever a circunferência.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

P01. Um corpo de massa 3 kg descreve, sobre uma mesa polida, uma circunferência horizontal de raio 2m, com velocidade de 4 m/s, preso a um fio. Determine a tração exercida pelo fio. Dado $g = 10 \text{ m/s}^2$.

P02. Um carrinho de massa 1 kg, preso à extremidade de uma corda de 0,50 m de comprimento, anda em círculo sobre uma mesa horizontal sem atrito. A máxima força que a corda suporta é 50 N. Determine a máxima velocidade que o carrinho pode ter para descrever a circunferência.

P03. (U.F.RS) Considere as seguintes situações ocorrendo com uma borracha nesta sala:

- I. Deitada no chão.
- II. Oscilando presa a um barbante (pêndulo).
- III. Caindo.

Em que situação há uma força resultante atuando na borracha?

- a) Apenas a I.
- b) Apenas a III.
- c) Apenas a I e II.
- d) Apenas a II e III.
- e) Em I, II e III.

P04. Uma pedra de massa 0,2 kg está presa a um fio de comprimento 1 m e gira num plano vertical com trajetória circular. Ao passar pelo ponto mais baixo da trajetória, sua velocidade é 6 m/s. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine a tração do fio quando a pedra passar pelo ponto mais baixo.

P05. (PUC-MG) Uma pedra de peso \vec{P} gira em um plano vertical presa a uma extremidade de um barbante, de tal maneira que este é mantido sempre esticado. Sendo \vec{F}_{cp} a resultante centrípeta na pedra e \vec{T} a tração exercida sobre ela pelo barbante, e considerando desprezível o atrito com o ar, seria adequado afirmar que, no ponto mais alto da trajetória, atua(m) na pedra:

- a) as três forças \vec{P} , \vec{T} e \vec{F}_{cp} .
- b) apenas a força \vec{P} .
- c) apenas as duas forças \vec{F}_{cp} e \vec{P} .
- d) apenas as duas forças \vec{F}_{cp} e \vec{T} .
- e) apenas as duas forças \vec{T} e \vec{P} .

P06. (U.F. FLUMENENSE-RJ) É nula a aceleração da massa de um pêndulo simples em movimento ao passar pelo ponto mais baixo de sua trajetória? justifique sua resposta.

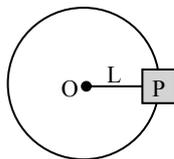
P07. (U.F. BA) Um bloco A, de massa 200 g, gira sobre uma mesa horizontal sem atrito. O bloco A está ligado ao bloco B, de massa 1 kg, por meio de um fio inextensível que passa por um orifício existente na mesa. Sabendo que o bloco A descreve um movimento circular uniforme de velocidade escalar 10 m/s e que o bloco B permanece em repouso, determine o raio R da trajetória, em metros. Considere a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.

P08. (OSEC-SP) Um automóvel faz uma curva circular de raio 40 m, em movimento uniforme, com velocidade escalar de 10 m/s. A aceleração centrípeta do carro tem módulo, em m/s^2 , de:

- a) 1,0
- b) 2,5
- c) 5,0
- d) 10

P09. (FATEC-SP) Uma esfera de 2,0 kg de massa oscila num plano vertical, suspensa por um fio leve e inextensível de 1,0 m de comprimento. Ao passar pela parte mais baixa da trajetória, sua velocidade é de 2,0 m/s. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$, a tração no fio quando a esfera passa pela posição inferior é, em newtons:

- a) 2
- b) 8
- c) 12
- d) 20
- e) 28



P10. (AFA-SP) Uma esfera de 0,01 kg é fixada na extremidade de um fio de 1m de comprimento e animada de um movimento de rotação, num plano horizontal, executando quatro voltas por segundo. O valor da resultante centrípeta que age na esfera, em newtons, é:

- a) 0,16
- b) $0,08\pi$
- c) 0,64
- d) $0,64\pi^2$

P11. Na figura, L é uma linha de comprimento 0,5 m, fixa em O, e P é uma pedra de 5 g em movimento circular. A tensão máxima suportada pela linha é 25 N. A velocidade máxima (em relação ao ponto O) da pedra que a tinha suporta é:

- a) 10 m/s
- b) 30 m/s
- c) 50 m/s
- d) 20 m/s
- e) 40 m/s

P12. Numa estrada existe uma curva circular plana e horizontal de raio 200 m. O coeficiente de atrito lateral entre o pneu e a estrada é 0,20. Determine a maior velocidade com que o carro pode percorrer a curva sem derrapar. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

P13. (U.F. PR) Qual a velocidade máxima com que um carro pode fazer uma curva horizontal de 25 m de raio, se o coeficiente de atrito estático entre os pneus e a estrada é 0,8? ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

P14. (AFA-SP) Um carro deve fazer uma curva de 250 m de raio, sem derrapar, numa velocidade escalar máxima de 36 km/h. O piso da estrada é sempre horizontal e $g = 10 \text{ m/s}^2$. O coeficiente de atrito entre os pneus e a estrada vale:

- a) 0,04
- b) 0,2
- c) 0,5
- d) 25

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

- P01.** 24 N **P02.** 5 m/s **P03.** d **P04.** 9,2 N **P05.** e
- P06.** Não. Ao passar pelo ponto mais baixo de sua trajetória, as forças que agem no corpo são: T, tração no fio ; P, peso. A força resultante, T – P, desempenha o papel de resultante centrípeta.
- P07.** 2 m **P08.** b **P09.** e **P10.** d **P11.** c
- P12.** 20 m/s **P13.** 14 m/s **P14.** a

Editado e elaborado pelo professor
Adriano Lucciola do Valle

<http://br.geocities.com/adrianodovalle>
adrianodovalle@yahoo.com.br

Bibliografia de referência:

- Kazuhito / Fuke / Carlos - Os Alicerces da Física, Vol. 1 , Editora Saraiva.
- Bonjorno / Clinton - Física 1, Editora FTD.
- Paraná , Djalma - Física, Vol. 1, Editora Ática.
- Marcos José Chiquetto - Física para o 2º grau, Editora Scipione.
- Gerson Herskowitz / Paulo Cesar Penteado / Valdemar Scolfaro - Curso Completo de Física Vol. único , Editora Moderna.
- CADERNO DO VESTIBULAR - Folha dirigida.
- VESTIBULANDO - Editora abril.
- TELECURSO 2000.
- Nicolau e Toledo - Física Básica - Editora Atual