

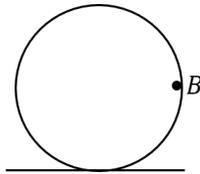
# Roteiro 4c - Leis de Newton - Movimento Circular

## Leitura Recomendada

Moysés Seções 3.8, 3.9 (ou Y&F Seção 5.4)

## Questões

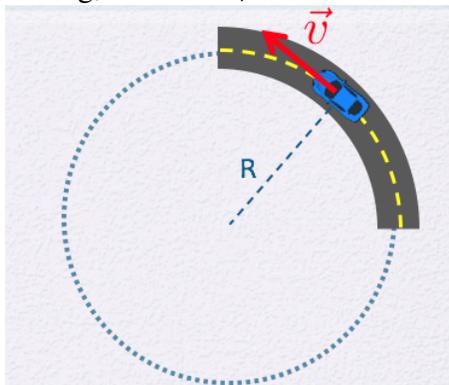
1. O carrinho de uma montanha russa em um parque de diversões tem sua trajetória passando pela parte interna do círculo indicado na figura, com o movimento no sentido anti-horário. Desconsidere o atrito entre o carrinho e o trilho da montanha russa.



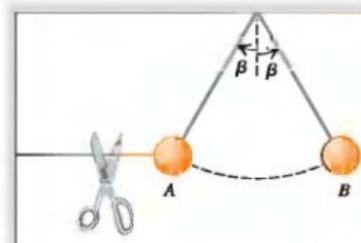
- (a) Represente, em um diagrama, as forças que atuam sobre o carrinho no instante em que ele passa pelo ponto B. Não esqueça de incluir uma legenda na sua representação.
  - (b) Em outro diagrama, represente a força resultante.
  - (c) Que(quais) força(s) faz(em) o papel da força centrípeta neste ponto?
  - (d) em um instante imediatamente posterior, o módulo da velocidade aumenta, diminui, ou se mantém constante?
2. (P1 -2017/1) Um observador em repouso observa o movimento circular uniforme de um objeto sujeito à ação de apenas 2 forças. É correto afirmar que:
    - (a) É possível que nenhuma das forças aponte para o centro do círculo.
    - (b) Uma das duas forças necessariamente aponta para o centro do círculo.
    - (c) As duas forças devem ser radiais e apontar para o centro do círculo.
    - (d) As duas forças devem ser radiais e pelo menos uma delas deve apontar para o centro do círculo.
    - (e) Nenhuma das forças pode ter a direção tangencial.

3. Um carro de massa  $m$  faz uma curva de raio  $R$  em uma estrada plana. Qual o valor mínimo do coeficiente de atrito estático  $\mu_e$  de forma a evitar a derrapagem?

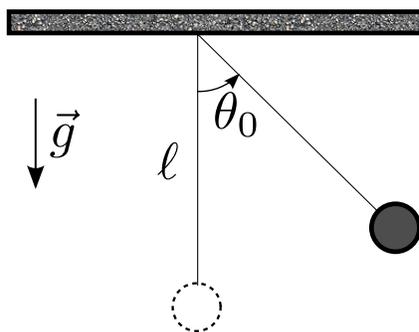
Considere  $m = 1600$  kg,  $v = 72$  km/h e  $R = 190$  m



4. Supondo que não haja atrito, qual deve ser a inclinação da pista para um carro fazer a curva sem derrapar? (Com os mesmos valores de  $m$ ,  $v$  e  $R$  do exercício anterior)
5. Uma curva com 30 m de raio é inclinada de modo que um carro de 950 kg se movendo a 40 km/h pode realizá-la mesmo que ela esteja tão molhada que o coeficiente de atrito estático seja aproximadamente nulo. Determine a faixa de velocidades (velocidade mínima e velocidade máxima) com que um carro pode percorrer essa pista sem deslizar, se o coeficiente de atrito estático entre a pista e os pneus é de 0,3.
6. Uma bola é mantida em repouso na posição  $A$  indicada na figura ao lado por meio de fios leves. O fio horizontal é cortado, e a bola começa a oscilar como um pêndulo. O ponto  $B$  é o ponto mais afastado do lado direito da trajetória das oscilações. Desenhe o diagrama de forças nas posições  $A$  e  $B$ . Qual é a razão entre a tensão no fio na posição  $B$ , depois do fio horizontal ser cortado, e na posição  $A$ , antes do fio horizontal ser cortado?

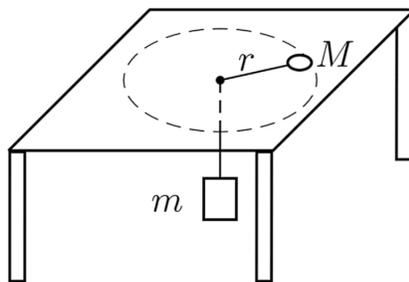


7. (P1 - 2019/1) Um corpo de massa  $m$  pendurado por um fio ideal de comprimento  $l$  é abandonado de um ângulo  $\theta_0$  a partir do repouso com o fio totalmente estendido, como mostra a figura. Sendo a tração no fio  $\vec{T}$  e o peso  $\vec{P}$  as únicas forças que atuam na massa  $m$ , é correto afirmar que:



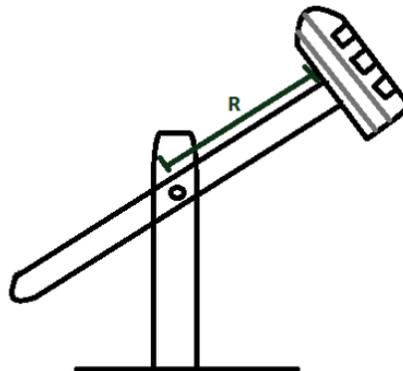
- (a) No ponto mais baixo da trajetória  $|\vec{P}| < |\vec{T}|$
- (b) Como é um movimento circular, o módulo da aceleração  $|\vec{a}|$  é constante.
- (c) No ponto mais baixo da trajetória,  $|\vec{T}| = mv^2/l$  onde  $v$  é o módulo da velocidade nesse ponto.
- (d) No ponto mais baixo da trajetória  $|\vec{P}| = |\vec{T}|$
- (e) O valor de  $|\vec{P}|$  varia com o ângulo  $\theta_0$
8. Considere um satélite de massa  $m$  em órbita circular, a uma distância  $h$  da superfície da Terra, cuja massa  $M_T$  e raio  $R_T$  são conhecidos. Lembre-se que a Lei da Gravitação Universal diz que a atração gravitacional entre 2 corpos de massas  $m_1$  e  $m_2$  separados por uma distância  $r$  é  $\vec{F}_G = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}$ , onde  $G$  é a constante da gravitação universal e  $\hat{r}$  é o vetor unitário na direção radial. Qual o módulo da velocidade linear do satélite?

9. Usando os valores de  $R_T = 6,37 \times 10^6$  m,  $M_T = 6 \times 10^{24}$  kg,  $G = 6,673 \times 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> e uma altura  $h = 1000$  km, em quanto tempo o satélite considerado no item anterior dá uma volta em torno da Terra?
10. Considere um disco de massa  $M$  preso a um fio ideal, apoiado sobre uma mesa sem atrito, que gira com  $|\vec{v}|$  constante num círculo de raio  $r$ , como na figura abaixo. Na outra extremidade do fio está pendurado um bloco de massa  $m$ . Marque as forças que atuam sobre disco. Determine  $m$ .



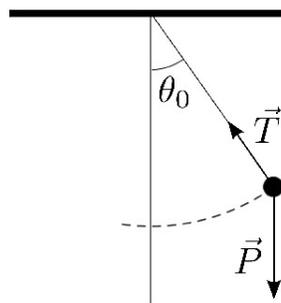
11. Uma “barca kamikaze” é um brinquedo de parques de diversões, no qual em uma ponta do brinquedo existe uma gaiola, com diversas pessoas presas sentadas em cadeiras, que gira com uma velocidade  $v$  em torno do eixo  $O$  perpendicular ao plano do desenho e que passa pelo ponto  $O$ . Sabendo que o raio do brinquedo é  $R = 6,4$  m, calcule qual é a velocidade mínima para que essas pessoas não caiam da cadeira durante a passagem do ponto mais alto do brinquedo (neste ponto elas estão de cabeça para baixo) mesmo que estejam sem cinto de segurança. Considere  $g = 10$  m/s<sup>2</sup> e desconsidere a massa da haste do brinquedo.

- (a) 8,0 m/s
- (b) 14,4 m/s
- (c) 20,2 m/s
- (d) 11,3 m/s
- (e) 64,0 m/s

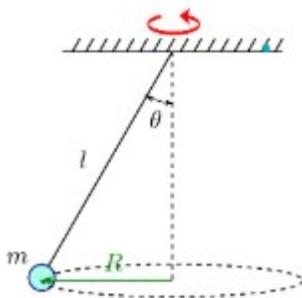


12. (PF-2013-2) Uma partícula de massa  $m$  pendurada por um fio ideal de comprimento  $\ell$ , cuja extremidade é presa ao teto, é abandonada em repouso com o fio esticado fazendo um ângulo  $\theta_0$  com a vertical ( $0 < \theta_0 < \pi/2$ ). Sejam,  $\vec{T}$  a força do fio sobre a partícula,  $\vec{P}$  o seu peso e  $\vec{v}$  a sua velocidade, todos os três vetores no instante em que a partícula passa pelo ponto mais baixo de sua trajetória. A opção correta é:

- (a)  $T - P = mv^2/\ell$   
 (b)  $T = mv^2/\ell$   
 (c)  $T + P = mv^2/\ell$   
 (d)  $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$   
 (e)  $\vec{T} = \vec{P}$ .

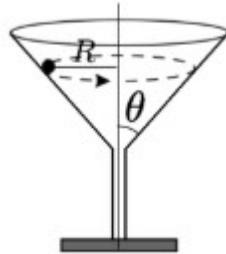


13. O pêndulo cônico é constituído por uma partícula de massa  $m$  que gira em movimento circular *uniforme*, descrevendo um círculo de raio  $R$ , suspensa por um fio de comprimento  $l$  preso a um ponto fixo, de forma que o fio descreve a superfície de um cone de ângulo de abertura  $\theta$



- (a) Elabore um diagrama das forças que atuam sobre a partícula.  
 (b) Qual é o período do pêndulo, em função de  $l$  e  $\theta$ ?
14. Uma partícula de massa  $m$  está dentro de um funil de vidro e percorre sua superfície interior com um movimento circular uniforme horizontal. Não há atrito entre a parede do funil e a partícula. O ângulo que a parede do funil faz com o seu eixo de simetria é igual a  $\theta$ , como mostra a figura. Desprezando a

presença do ar, o módulo da força da superfície sobre a partícula e o módulo da aceleração centrípeta da partícula são, respectivamente,



(a)  $mg/\text{sen}\theta$  e  $g/\text{tan}\theta$

(b)  $mg/\text{sen}\theta$  e  $g/\text{cot}\theta$

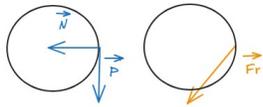
(c)  $mg/\text{cos}\theta$  e  $g/\text{cot}\theta$

(d)  $mg/\text{cos}\theta$  e  $g/\text{tan}\theta$

(e)  $mg/\text{sen}\theta$  e  $g/\text{sen}\theta$

## Respostas

Observação: Para o gabarito das questões objetivas ou dúvidas com relação a resolução consultem os monitores!



1.

2. -

3.  $\mu_e = 0,21$

4.  $\tan(\theta) = 0.21$

5.  $v_{min} = 20,14 \text{ km/h}$ ,  
 $v_{max} = 56 \text{ km/h}$

6.  $T_b/T_a = \cos^2(\beta)$

7. -

8.  $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}}$

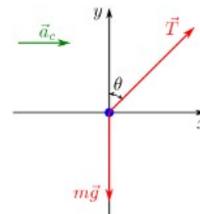
9.  $t \approx 1,5 \text{ h}$

10.  $m = \frac{Mv^2}{rg}$

11. -

12. -

13. (a) .



(b)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$

14.