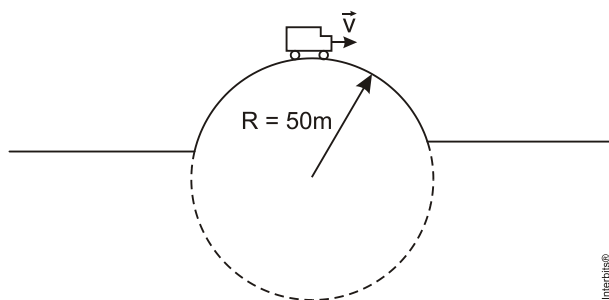


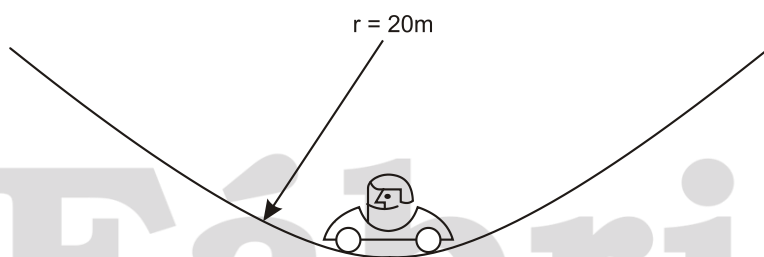
1. Um carro de massa $m = 1000 \text{ kg}$ com velocidade escalar constante de 72 km/h trafega por uma pista horizontal quando passa por uma grande ondulação, conforme figura a seguir e mantém a mesma velocidade escalar. Considerando que essa ondulação tenha o formato de uma circunferência de raio $R = 50 \text{ m}$. Calcule, no ponto mais alto da pista:

- A força centrípeta no carro.
- A força normal.

(Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$)



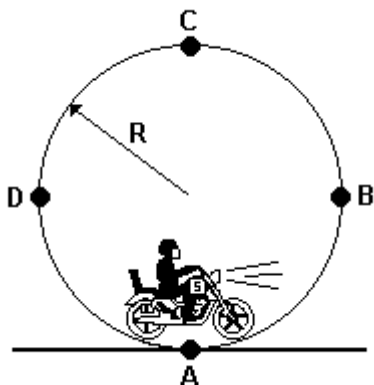
2. Um automóvel de massa 800 kg , dirigido por um motorista de massa igual a 60 kg , passa pela parte mais baixa de uma depressão de raio $r = 20 \text{ m}$ com velocidade escalar de 72 km/h . Nesse momento, a intensidade da força de reação que a pista aplica no veículo é: (Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$).



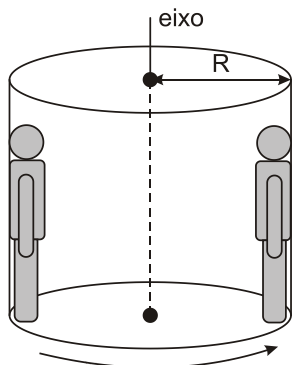
- 231512 N
- 215360 N
- 1800 N
- 25800 N
- 24000 N

3. Uma atração muito popular nos circos é o "Globo da Morte", que consiste numa gaiola de forma esférica no interior da qual se movimenta uma pessoa pilotando uma motocicleta. Considere um globo de raio $R = 3,6 \text{ m}$.

- Faça um diagrama das forças que atuam sobre a motocicleta nos pontos A, B, C e D indicados na figura adiante, sem incluir as forças de atrito. Para efeitos práticos, considere o conjunto piloto + motocicleta como sendo um ponto material.
- Qual a velocidade mínima que a motocicleta deve ter no ponto C para não perder o contato com o interior do globo?



4. Rotor é um brinquedo que pode ser visto em parques de diversões. Consiste em um grande cilindro de raio R que pode girar em torno de seu eixo vertical central. Após a entrada das pessoas no rotor, elas se encostam nas suas paredes e este começa a girar. O rotor aumenta sua velocidade de rotação até que as pessoas atinjam uma velocidade v , quando, então, o piso é retirado. As pessoas ficam suspensas, como se estivessem “ligadas” à parede interna do cilindro enquanto o mesmo está girando, sem nenhum apoio debaixo dos pés e vendo um buraco abaixo delas.



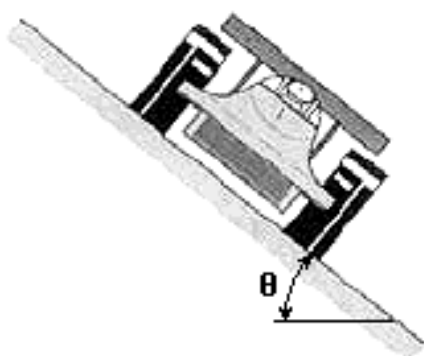
Em relação à situação descrita, é CORRETO afirmar que:

- 01) a força normal, ou seja, a força que a parede faz sobre uma pessoa encostada na parede do rotor em movimento, é uma força centrípeta.
- 02) se duas pessoas dentro do rotor tiverem massas diferentes, aquela que tiver maior massa será a que terá maior chance de deslizar e cair no buraco abaixo de seus pés.
- 04) o coeficiente de atrito estático entre a superfície do rotor e as roupas de cada pessoa dentro dele deve ser maior ou igual a $\frac{gR}{v^2}$.
- 08) o coeficiente de atrito estático entre a superfície do rotor e as roupas de cada pessoa dentro dele é proporcional ao raio do rotor.
- 16) o coeficiente de atrito estático entre a superfície do rotor e as roupas de cada pessoa dentro dele é proporcional à velocidade v do rotor.

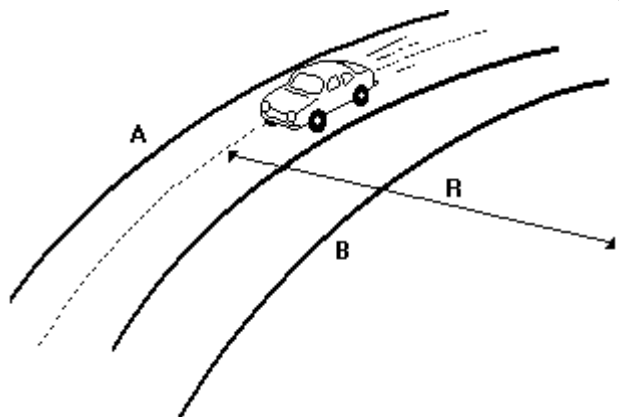
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
SE NECESSÁRIO, ADOTE $g = 10 \text{ m/s}^2$.

5. Um circuito de Fórmula Mundial circular, com 320 m de raio, tem como velocidade de segurança 40 m/s. Calcule a tangente do ângulo de inclinação da pista.

Observação: velocidade de segurança é a velocidade com a qual o carro pode trafegar sem que nenhuma força de atrito lateral seja exercida em suas rodas.



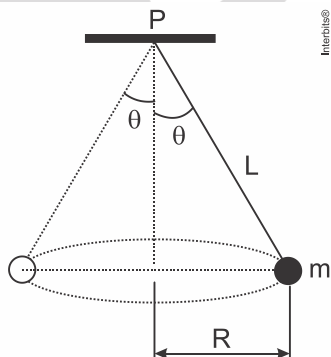
6. A figura a seguir mostra um carro fazendo uma curva horizontal plana, de raio $R = 50$ m, em uma estrada asfaltada. O módulo da velocidade do carro é constante e suficientemente baixo para que se possa desprezar a resistência do ar sobre ele.



- 1 - Cite as forças que atuam sobre o carro e desenhe, na figura, vetores indicando a direção e o sentido de cada uma dessas forças.
- 2 - Supondo valores numéricos razoáveis para as grandezas envolvidas, determine a velocidade que o carro pode ter nessa curva.
- 3 - O carro poderia ter uma velocidade maior nessa curva se ela fosse inclinada. Indique, nesse caso, se a parte externa da curva, ponto A, deve ser mais alta ou mais baixa que a parte interna, ponto B. Justifique sua resposta.

7. O pêndulo cônico da figura abaixo é constituído por um fio ideal de comprimento L e um corpo de massa $m = 4,00$ kg preso em uma de suas extremidades e a outra é fixada no ponto P, descrevendo uma trajetória circular de raio R no plano horizontal. O fio forma um ângulo θ em relação a vertical.

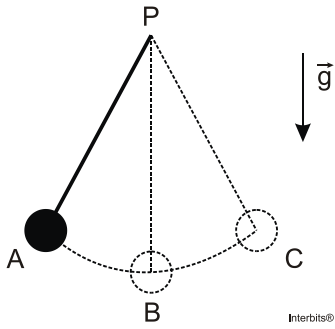
Considere: $g = 10,0$ m/s²; $\text{sen } \theta = 0,600$; $\text{cos } \theta = 0,800$.



A força centrípeta que atua sobre o corpo é

- a) 10,0 N
- b) 20,0 N
- c) 30,0 N
- d) 40,0 N
- e) 50,0 N

8. O pêndulo de um relógio é constituído por uma haste rígida com um disco de metal preso em uma de suas extremidades. O disco oscila entre as posições A e C, enquanto a outra extremidade da haste permanece imóvel no ponto P. A figura abaixo ilustra o sistema. A força resultante que atua no disco quando ele passa por B, com a haste na direção vertical, é



(Note e adote: g é a aceleração local da gravidade.)

- a) nula.
- b) vertical, com sentido para cima.
- c) vertical, com sentido para baixo.
- d) horizontal, com sentido para a direita.
- e) horizontal, com sentido para a esquerda.

Fábrica

D

Gabarito:

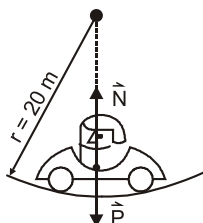
Resposta da questão 1:

$$a) F = \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{1000 \cdot 20^2}{50} = 8000\text{N.}$$

$$b) F = P - N \rightarrow N = P - F = 10000 - 8000 = 2000\text{N.}$$

Resposta da questão 2:

[D]



Dados: $r = 20\text{ m}$; $v = 72\text{ km/h} = 20\text{ m/s}$; $m = (800 + 60) = 860\text{ kg}$ e $g = 10\text{ m/s}^2$.

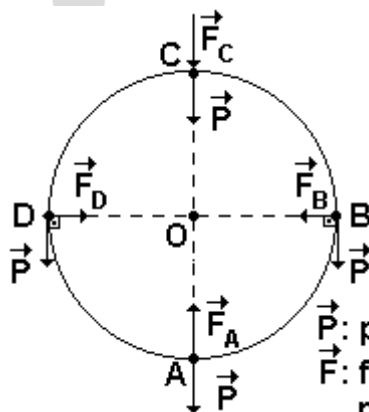
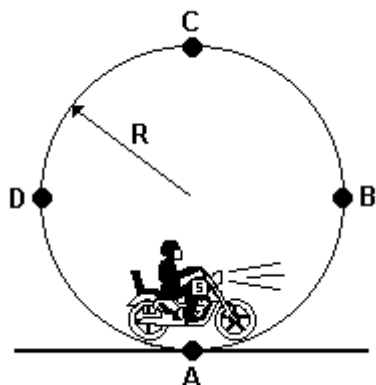
Seja F_N a força de reação da pista e P o peso do conjunto, analisando a figura, temos que a resultante centrípeta é:

$$R_c = F_N - P \Rightarrow F_N = R_c + P \Rightarrow F_N = \frac{m v^2}{r} + m g \Rightarrow F_N = \frac{860 (20)^2}{20} + 860 (10) = 17.200 + 8.600 \Rightarrow$$

$$F_N = 25.800\text{ N.}$$

Resposta da questão 3:

a) Observe a figura a seguir



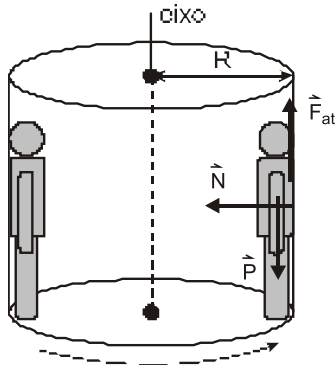
\vec{P} : peso do conjunto
 \vec{F} : força aplicada pelo apoio

b) 6,0 m/s

Resposta da questão 4:

$$01 + 04 = 05$$

A figura a seguir mostra as forças que agem na pessoa.



- 01) **Correta**. A força normal (\vec{N}) é sempre perpendicular a superfície de apoio, conforme ilustra a figura acima. Nesse caso ela é dirigida para o centro, portanto é uma força centrípeta.
- 02) **Falsa**. Como a pessoa efetua movimento circular uniforme, na direção horizontal a normal age como resultante centrípeta (\vec{R}_{Cent}) e, na direção vertical, a força de atrito (\vec{F}_{at}) deve equilibrar o peso. O piso somente deve ser retirado quando a força de atrito estática máxima for maior ou igual ao peso, caso contrário a pessoa escorrega pelas paredes. Assim:

$$N = \frac{mv^2}{R}$$

$F_{\text{at}} \geq P \Rightarrow \mu N \geq mg$. Inserindo nessa expressão a expressão anterior, vem:

$$\frac{\mu m v^2}{R} \geq mg \Rightarrow \mu \geq \frac{R g}{v^2} \Rightarrow v \geq \sqrt{\frac{R g}{\mu}}$$

Nessa expressão, vemos que a massa da pessoa não interfere e que a velocidade mínima com que o piso pode ser retirado depende apenas do raio do rotor da intensidade do campo gravitacional local e do coeficiente de atrito entre as roupas da pessoa e a parede do rotor.

- 04) **Verdadeira**, conforme demonstração no item anterior.
- 08) **Falsa**. O coeficiente de atrito depende apenas das características das superfícies em contato.
- 16) **Falsa**, conforme justificativa do item anterior.

Resposta da questão 5:

$$\text{Na horizontal } N \cdot \sin\theta = m \cdot v^2 / R$$

$$\text{Na vertical } N \cdot \cos\theta = mg$$

Dividindo a primeira expressão pela segunda:

$$\text{tg}\theta = \frac{v^2}{(Rg)} = \frac{1600}{3200} = 0,5$$

Resposta da questão 6:

1) Desprezando-se a resistência do ar, as forças, que atuam sobre o carro são:

P (força peso)

N (força de reação normal)

Fat (força de atrito)

(observe a figura I)

2) Para que o carro possa fazer a curva, sem derrapar, a força de atrito (Fat) deve cumprir o papel da resultante centrípeta (Fcp).

Assim, temos:

$$F_{cp} = F_{at}$$

$$m \cdot v^2/R = \mu \cdot N$$

Mas, $N = P = m \cdot g$, portanto:

$$m \cdot v^2/R = \mu \cdot mg$$

$$v = \sqrt{(R\mu g)}$$

Supondo valores numéricos razoáveis para μ e g , vem:

$$\mu = 0,45$$

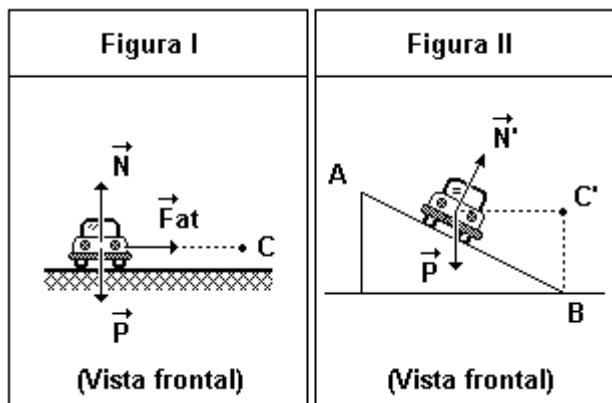
$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$v = \sqrt{(R \cdot \mu \cdot g)}$$

$$v = \sqrt{(50 \cdot 0,45 \cdot 10)}$$

$$v = 15 \text{ m/s ou } 54 \text{ km/h}$$

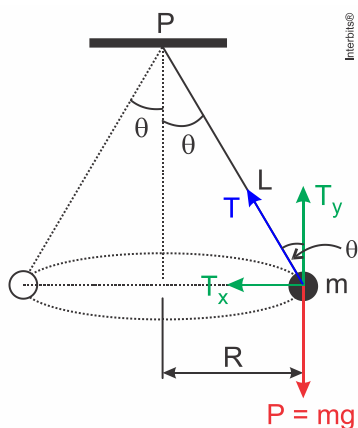
3) Para que o carro possa fazer a curva com velocidade de módulo maior, sem derrapar, a parte externa da mesma (ponto A) de ser mais alta que a parte interna (ponto B), pois tal fato aumentaria a intensidade da resultante centrípeta.



Resposta da questão 7:

[C]

Observando o diagrama de corpo livre do corpo e decompondo a tração na corda nas suas componentes ortogonais, temos:



Nota-se que:

$$T_y = P \Rightarrow T \cdot \cos\theta = m \cdot g \Rightarrow T = \frac{m \cdot g}{\cos\theta}$$

A resultante centrípeta F_c é a componente horizontal da tração T_x

$$T_x = T \cdot \text{sen } \theta = F_c$$

$$T_x = \frac{m \cdot g}{\cos \theta} \cdot \text{sen } \theta = F_c$$

$$T_x = F_c = \frac{4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{0,8} \cdot 0,6 \therefore T_x = F_c = 30 \text{ N}$$

Resposta da questão 8:

[B]

No ponto considerado (B), a componente tangencial da resultante é nula, restando apenas a componente centrípeta, radial e apontando para o centro da curva (P). Portanto, a força resultante tem direção vertical, com sentido para cima.

Fábrica

D