

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

4300151 - Fundamentos de Mecânica
PROVA 2 - 21/6/2011

Atenção: Em todas as questões a resposta deve estar devidamente justificada e o procedimento adotado para chegar a resposta deve ser apresentado. A resposta, mesmo que correta sem esses requisitos não será considerada.

Em seus cálculos considere $g=10\text{m/s}^2$.

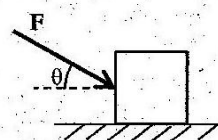
1	
2	
3	
4	
5	
Nota	

NOME

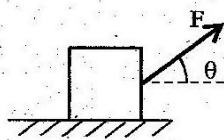
Gabarito

NUSP

1. (2,0) Uma caixa com livros está em repouso sobre um piso plano. Você deseja movê-la ao longo do piso com velocidade constante. Isso pode ser feito empurrando a caixa com um

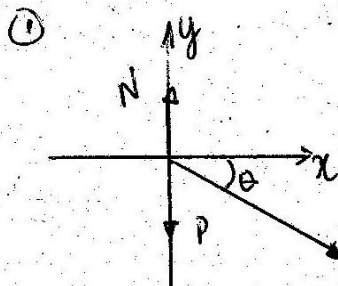


Situação 1



Situação 2

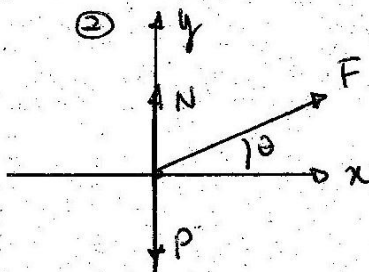
ângulo θ abaixo da horizontal ou puxando a caixa com um ângulo θ acima da horizontal. Qual é a maneira mais fácil? Explique por que apresentado o diagrama de corpo livre para a caixa nas duas situações.



$$N = P + F \sin \theta$$

$$F_{\text{at}} = \mu_c N$$

$$F \cos \theta - F_{\text{at}} = ma$$



$$N + F \sin \theta = P$$

$$F_{\text{at}} = \mu_c N$$

$$F \cos \theta - F_{\text{at}} = ma$$

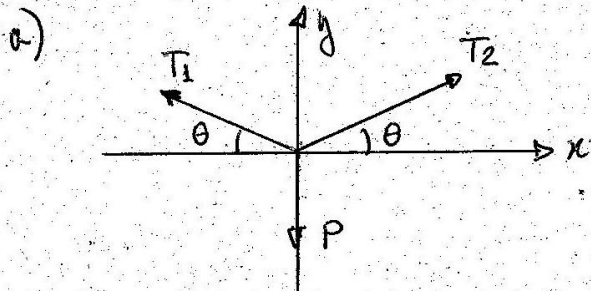
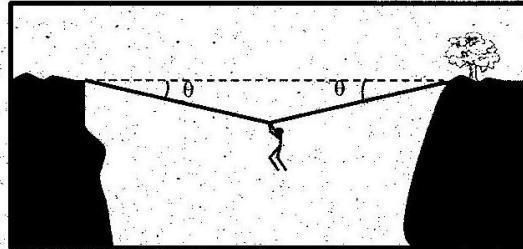
Na situação 2: $F_{\text{at}} = \mu_c (P - F \sin \theta)$ e na situação 1
 $F_{\text{at}} = \mu_c (P + F \sin \theta)$.

Para uma dada Força F , a aceleração na situação 2 será maior do que na situação 1. É mais fácil mover a caixa na situação 2.

2. Em uma de suas aventuras Indiana Jones passa de um rochedo para outro se deslocando lentamente com as mãos por meio de uma corda esticada entre dois rochedos. Ele para e fica em repouso no meio da corda, como mostrado na figura ao lado. Sabe-se que a massa de Indiana Jones é igual a 90 kg, e que a corda se romperá se a tensão for maior do que $2,50 \times 10^4$ N.

- a) (1,0) Calcule a tensão na corda para $\theta = 10^\circ$.
 b) (1,0) Qual deve ser o menor valor de θ para que a corda não se rompa?

Dados: $\sin 10^\circ = 0,17$ e $\cos 10^\circ = 0,98$



Como o corpo está em equilíbrio $\vec{F}_R = 0$

na direção x: $T_1 \cos \theta = T_2 \cos \theta$

na direção y: $T_1 \sin \theta + T_2 \sin \theta = mg$

$T_1 = T_2 = T$

$2T \sin \theta = mg$

$$T = \frac{mg}{2 \sin \theta} = \frac{(90)(10)}{2 \times 0,17} = 2,65 \times 10^3 \text{ N}$$

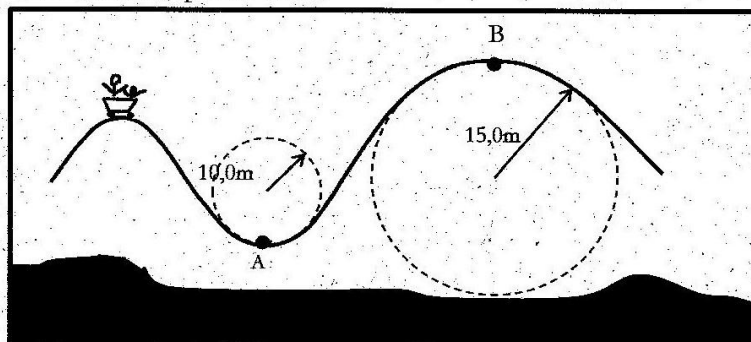
b) Na situação limite $T = T_{\max}$, e vemos que se θ aumenta $\sin \theta \rightarrow 0$ e $T \rightarrow \infty$.

$$\sin \theta_{\min} = \frac{mg}{2 T_{\max}} = \frac{(90)(10)}{2 \times 2,5 \times 10^4}$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta = 1,03^\circ}$$

3. Um carrinho de montanha russa tem massa igual a 500 kg quando está com os passageiros.

- a) (1,0) Se o carrinho tem velocidade igual a 20 m/s no ponto A, qual é a força exercida pelo trilho sobre o carrinho?
- b) (1,0) Qual é a velocidade máxima que o carrinho pode ter quando passa pelo ponto B sem escapar do trilho?

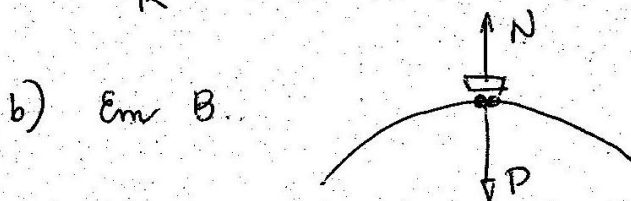


a) Em A:

$N =$ força que o trilho exerce sobre o carrinho.

$N - P = F_R$ e a força resultante é a força centrípeta

$$N = \frac{mv^2}{R} + mg \rightarrow N = \frac{(500)(20)^2}{(10)} + (500) \times (10) = 2,5 \times 10^3 \text{ N}$$

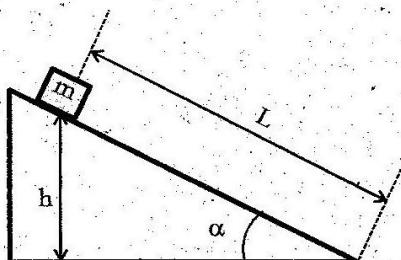


na situação limite em que o carrinho perde o contato com o trilho $\Rightarrow N=0$

$$F_{\text{cent}} = P \Rightarrow \frac{mv^2}{R} = mg \Rightarrow v^2 = Rg = 15 \times 10 = 150$$

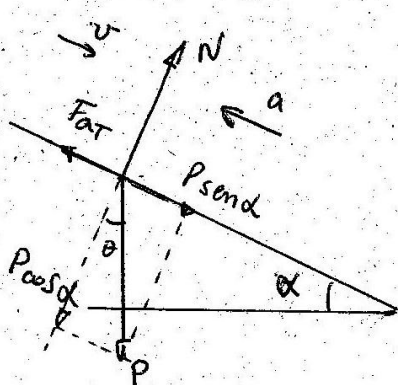
$$v = 12 \text{ m/s}$$

4. Um bloco de massa m está à altura h sobre um plano inclinado de onde é lançado para baixo, com velocidade v_0 . O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o piso é μ_c e a inclinação do plano é igual a α em relação à horizontal, como mostrado na figura abaixo.



Se o corpo para sobre o plano inclinado depois de ter percorrido uma distância $L/2$, determine:

- (1,0) A velocidade com que o corpo foi lançado
- (1,0) Supondo $L=2,5\text{m}$, $v_0=5\text{ m/s}$, $\cos\alpha=0,6$; $\sin\alpha=0,8$, qual deve ser o valor máximo do coeficiente de atrito cinético para que o bloco consiga percorrer todo o plano inclinado?



$\vec{F}_R$ deve ser dirigida p/ cima na direção do plano inclinado.

$$F_{at} - mg \sin \alpha = ma$$

$$P \cos \alpha = N$$

$$F_{at} = \mu_c N$$

$$\mu_c mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma \Rightarrow a = g (\mu_c \cos \alpha - \sin \alpha) \quad (1)$$

distância percorrida = $L/2 \Rightarrow v_f = 0$

$$* 0 = v_0^2 - 2a(L/2) \Rightarrow v_0^2 = \frac{2aL}{2} =$$

$$v_0^2 = gL (\mu_c \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$\Rightarrow \boxed{v_0 = gL (\mu_c \cos \alpha - \sin \alpha)}$$

b) $v_0 = 5 \text{ m/s}$ e $L = 2,5 \text{ m}$

$$0 = 25 - 2a(5) \Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

com esse valor de a na eq (1)

$$5 = 10 (\mu_c \cos \alpha - \sin \alpha) \Rightarrow 0,5 + 0,8 = \mu_c 0,6$$

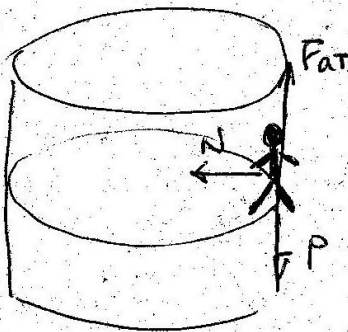
$$\mu_c = \frac{1,3}{0,6}$$

$$\boxed{\mu_c = 2,2}$$

* Note-se que o sinal de a é negativo.

5. No "rotor" de um parque de diversões, as pessoas ficam em pé contra uma parede interna de um cilindro oco vertical com raio de R . O cilindro começa a girar, e quando ele atinge certa velocidade de rotação, o piso onde as pessoas se apoiam desce, mas as pessoas ficam presas contra a parede. Quando a velocidade de rotação diminui gradativamente, as pessoas escorregam para baixo até o piso. Se o coeficiente de atrito estático entre as pessoas e a parede do cilindro é μ_e :

- (1,0) Determine a velocidade angular mínima de rotação do cilindro para que as pessoas não deslizem.
- (1,0) Supondo que $R=2,5$ m, e período de revolução igual a 0,6 rotações por segundo, determine o coeficiente de atrito estático mínimo entre o cilindro e as pessoas para que não haja deslizamento.



(1) $N = F_{cen}$ (força resultante = centrípeta)

(2) $F_{at} = P$ para que a pessoa não escorregue.

(3) $F_{at} = \mu_e N$ $\mu_e = \text{coef. de atrito estático.}$

(1) $N = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow \text{em (3)} \quad F_{at} = \mu_e \frac{mv^2}{R}$ combinando c/(2)

$mg = \mu_e \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v^2 = \frac{Rg}{\mu_e} = \omega^2 R^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{g}{\mu_e R}$

$$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{g}{\mu_e R}}}$$

(b) $\omega = 0,60 \times 2\pi \text{ s}^{-1} = 1,2\pi \text{ s}^{-1} \quad R = 2,5 \text{ m}$

$\mu_e = \frac{g}{\omega^2 R} = \frac{10}{(1,2\pi)^2 (2,5)} \Rightarrow \boxed{\mu_e = 0,3} *$