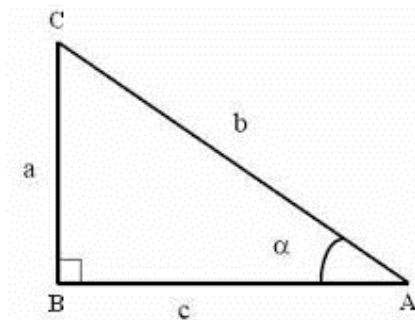


Decomposição de forças e plano inclinado

Resumo

Toda grandeza vetorial pode ser decomposta em componentes ortogonais X e Y. Funciona exatamente da mesma forma com que fazíamos na velocidade inicial do lançamento oblíquo, o vetor forma um ângulo com uma direção de referência (no lançamento oblíquo era o solo) e aplicávamos seno e cosseno para determinar a velocidade na vertical e na horizontal.

Para fazer a decomposição, utilizaremos sempre o triângulo:



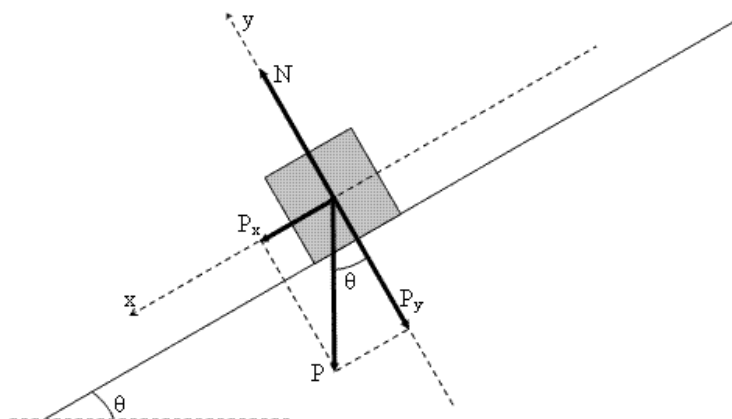
Podemos definir então

$$\text{sen}(\alpha) = \frac{a}{b} \quad ; \quad \text{cos}(\alpha) = \frac{c}{b} \quad ; \quad \text{tg}(\alpha) = \frac{a}{c}$$

Plano Inclinado

Considere um bloco deslizando num plano inclinado, sem atrito, que forma um ângulo θ com a horizontal. Note que, ao marcar as forças peso e normal, elas não se anulam.

Usamos um referencial XY inclinado em relação à horizontal e com o X na direção do movimento e fazemos a decomposição da força peso nas componentes X e Y do novo referencial.



Como não existe movimento na direção Y do referencial, podemos afirmar que a força normal se anula com a componente Y do peso. Note também que no eixo X haverá uma força resultante que atua no bloco, a componente X do peso.

Podemos escrever então:

$$N = Py = P \cos \theta$$

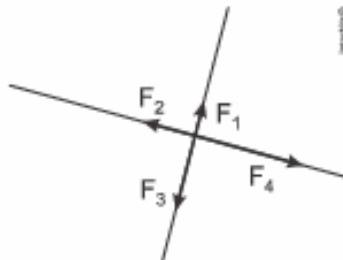
$$F_R = Px = P \sin \theta$$

Importante: O ângulo entre o plano inclinado e a horizontal é o mesmo ângulo que a vertical e a reta perpendicular ao plano inclinado. De acordo com o desenho acima, o ângulo θ do plano inclinado com a horizontal é o mesmo que o eixo X e a força peso.

Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

Exercícios

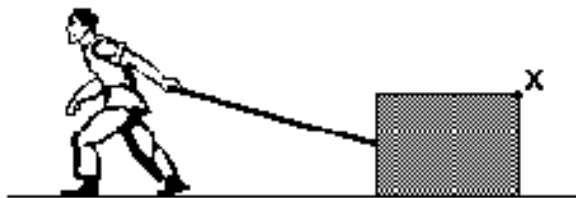
1. As forças F_1 , F_2 , F_3 e F_4 , na figura, fazem ângulos retos entre si e seus módulos são, respectivamente, 1N, 2N, 3N e 4N.

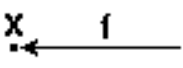

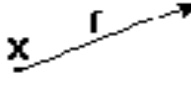
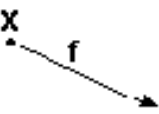


Calcule o módulo da força resultante, em N.

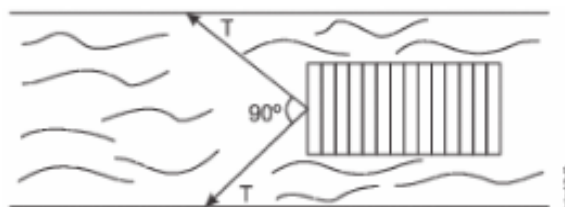
- a) 0
 - b) $\sqrt{2}$
 - c) 2
 - d) $2\sqrt{2}$
 - e) 10
2. Um bloco de madeira encontra-se em equilíbrio sobre um plano inclinado de 45° em relação ao solo. A intensidade da força que o bloco exerce perpendicularmente ao plano inclinado é igual a 2,0 N. Entre o bloco e o plano inclinado, a intensidade da força de atrito, em newtons, é igual a:
- a) 0,7
 - b) 1,0
 - c) 1,4
 - d) 2,0
3. Duas forças perpendiculares entre si e de módulo 3,0 N e 4,0 N atuam sobre um objeto de massa 10 kg. Qual é o módulo da aceleração resultante no objeto, em m/s^2 ?
- a) 0,13
 - b) 0,36
 - c) 0,50
 - d) 2,0
 - e) 5,6

4. Uma caixa está sendo puxada por um trabalhador, conforme mostra a figura 1. Para diminuir a força de atrito entre a caixa e o chão, aplica-se, no ponto X, uma força f . O segmento orientado que pode representar esta força está indicado na alternativa:



- a) 
- b) 
- d) 
- e) 

5. No trabalho de despoluir o rio Tietê, na cidade de São Paulo, uma balsa carrega uma draga movendo-se paralelamente às margens do rio. A balsa é tracionada por dois cabos de aço, que aplicam forças iguais.



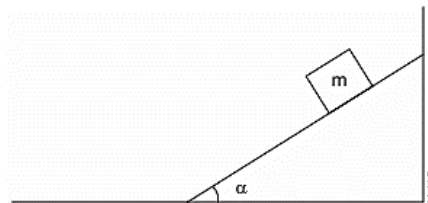
A força resultante das forças de tração dos cabos de aço é:

- a) T
 b) $\frac{\sqrt{2} \cdot T}{3}$
 c) $\sqrt{2} \cdot T$
 d) $\sqrt{3} \cdot T$
 e) $2 \cdot T$

6. Uma criança desliza em um tobogã muito longo, com uma aceleração constante. Em um segundo momento, um adulto, com o triplo do peso da criança, desliza por esse mesmo tobogã, com aceleração também constante. Trate os corpos do adulto e da criança como massas puntiformes e despreze todos os atritos. A razão entre a aceleração do adulto e a da criança durante o deslizamento é

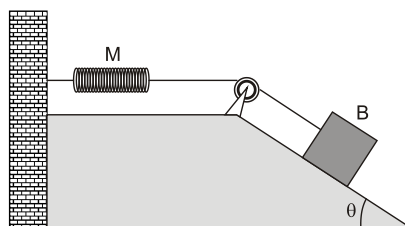
- a) 1.
- b) 2.
- c) $1/3$.
- d) 4.

7. Na figura abaixo, um bloco de massa m é colocado sobre um plano inclinado, sem atrito, que forma um ângulo α com a direção horizontal. Considere g o módulo da aceleração da gravidade.



O módulo da força resultante sobre o bloco é igual a

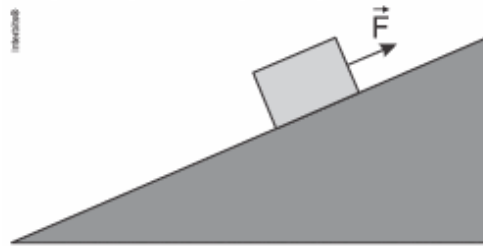
- a) $mg \cos \alpha$
 - b) $mg \sin \alpha$
 - c) $mg \tan \alpha$
 - d) mg
 - e) zero.
8. (Mackenzie 2014) Na figura abaixo, a mola M , os fios e a polia possuem inércia desprezível e o coeficiente de atrito estático entre o bloco B , de massa $2,80 \text{ kg}$, e o plano inclinado é $\mu = 0,50$.



O sistema ilustrado se encontra em equilíbrio e representa o instante em que o bloco B está na iminência de entrar em movimento descendente. Sabendo-se que a constante elástica da mola é $k = 350 \text{ N/m}$, nesse instante, a distensão da mola M , em relação ao seu comprimento natural é de

- Dados:** $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin \theta = 0,80$ e $\cos \theta = 0,60$
- a) $0,40 \text{ cm}$
 - b) $0,20 \text{ cm}$
 - c) $1,3 \text{ cm}$
 - d) $2,0 \text{ cm}$
 - e) $4,0 \text{ cm}$

9. Observe a figura a seguir.



Um caixote pesando 50 N, no instante $t = 0$, se encontra em repouso sobre um plano muito longo e inclinado de 30° em relação à horizontal. Entre o caixote e o plano inclinado, o coeficiente de atrito estático é 0,20 e o cinético é 0,10. Sabe-se que a força F , paralela ao plano inclinado, conforme indica a figura acima, tem intensidade igual a 36 N. No instante $t = 9$ s, qual o módulo, em newtons, da força de atrito entre o caixote e o plano? Nesse mesmo instante, o bloco estará subindo, descendo ou permanece em repouso sobre o plano inclinado?

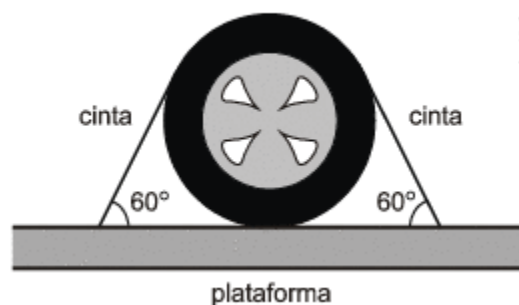
Dados:

$$\text{Sen}30^\circ = 0,5$$

$$\text{Cos}30^\circ = 0,9$$

- a) 14 e descendo.
 - b) 11 e permanece em repouso.
 - c) 9,0 e subindo.
 - d) 8,5 e permanece em repouso.
 - e) 4,5 e subindo.
10. Um carro em um veículo do tipo “cegonha” (que transporta vários carros) tem cada uma de suas rodas travada por uma cinta, cujos extremos estão presos sobre a plataforma em que se apoia o carro. A cinta abraça parcialmente o pneu, e a regulagem de sua tensão garante a segurança para o transporte, já que aumenta a intensidade da força de contato entre cada pneu e a plataforma.

Se o ângulo formado entre a plataforma e a cinta, de ambos os lados do pneu, é de 60° , admitindo que cada extremo da cinta se encontre sob uma tração de intensidade T , o acréscimo da força de contato de intensidade F entre cada pneu e a plataforma, devido ao uso desse dispositivo, é dado por



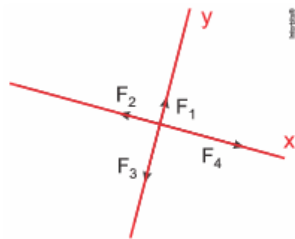
Dados:

$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$	$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$	$\operatorname{tg} 60^\circ = \sqrt{3}$
--------------------------------------	-------------------------------	---

- a) $F = T/2$
- b) $F = \sqrt{3}T/2$
- c) $F = T$
- d) $F = \sqrt{3}T$
- e) $F = 4\sqrt{3}T/3$

Gabarito

1. D

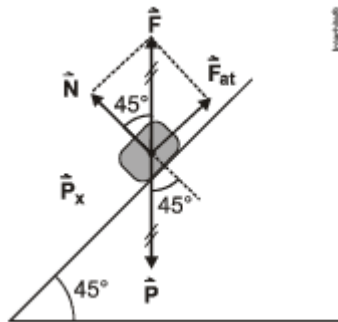


$$F_y = F_1 - F_3 \rightarrow F_y = 1 - 3 \rightarrow F_y = -2$$

$$F_x = F_4 - F_2 \rightarrow F_x = 4 - 2 \rightarrow F_x = 2$$

$$F_r = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \rightarrow F_r = \sqrt{4 + 4} \rightarrow F_r = 2\sqrt{2}N$$

2. D

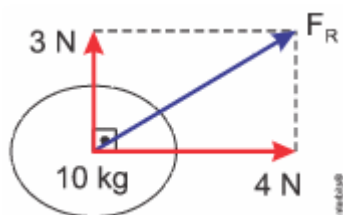


Como o bloco está em equilíbrio, P e F se equilibram, e a resultante dessas forças é nula, ou seja, elas têm a mesma intensidade e sentidos opostos.

Assim, da figura, temos que:

$$\tan 45^\circ = \frac{f_{at}}{N} \rightarrow 1 = \frac{f_{at}}{2} \rightarrow f_{at} = 2N$$

3. C



Teorema de Pitágoras e temos que:

$$F_r = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5N$$

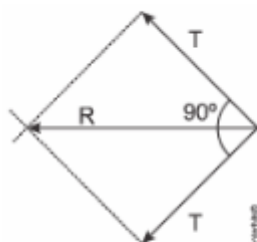
$$F_r = ma \rightarrow a = \frac{F_r}{m} = \frac{5N}{10kg} = 0,50 m/s^2$$

4. C

Quanto maior a intensidade da força de compressão N trocada entre a caixa e o solo, maior será a força de atrito. A força que torna a caixa mais "leve" é a da alternativa C.

5. C

A figura mostra a resultante dessas duas forças.

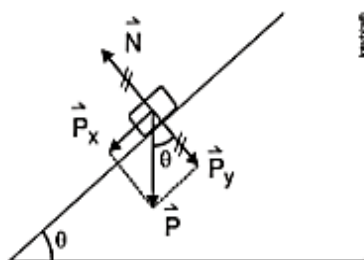


Como elas são perpendiculares entre si, aplicando o teorema de Pitágoras, vem:

$$R^2 = T^2 + T^2 \Rightarrow R^2 = 2T^2 \Rightarrow R = \sqrt{2T^2} \Rightarrow \boxed{R = \sqrt{2} T.}$$

6. A

A figura mostra as forças que agem sobre o bloco e as componentes do peso.



Na direção paralela ao plano inclinado, a resultante é a componente tangencial do peso.

Aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica:

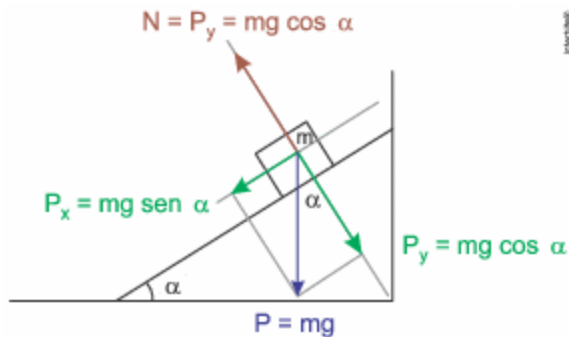
$$P_x = m a \Rightarrow m g \sin \theta = m a \Rightarrow a = g \sin \theta.$$

Como se pode notar, a intensidade da aceleração independe da massa, tendo o mesmo valor para a criança e para o adulto. Assim:

$$\boxed{\frac{a_{\text{adulto}}}{a_{\text{criança}}} = 1.}$$

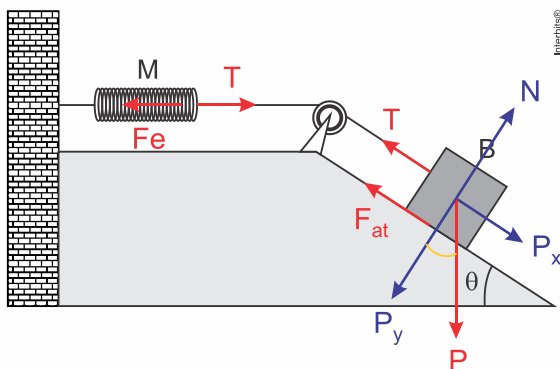
7. B

Decompondo as forças no plano inclinado, percebe-se que não há força resultante no eixo y, mas somente no eixo x, dada por $P_x = mg \sin \alpha$.



8. E

Para o corpo B representado na figura, aplicamos a 2ª lei de Newton:



Como o sistema está em equilíbrio estático, a força resultante é nula.

$$P_X - T - F_{at} = 0 \quad (1)$$

E ainda:

$$P_X = P_B \cdot \sin \theta \Rightarrow P_X = m_B \cdot g \cdot \sin \theta$$

$$F_{at} = \mu \cdot N_B = \mu \cdot P_Y = \mu \cdot m_B \cdot g \cdot \cos \theta$$

$$T = F_e = k \cdot x$$

Substituindo essas equações em (1):

$$m_B \cdot g \cdot \sin \theta - k \cdot x - \mu \cdot m_B \cdot g \cdot \cos \theta = 0$$

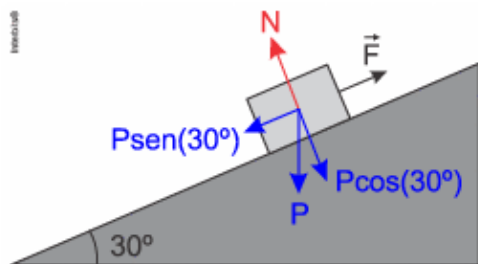
Isolando a deformação na mola

$$x = \frac{m_B \cdot g}{k} \cdot (\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta)$$

$$x = \frac{2,8 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{350 \text{ N/m}} \cdot (0,8 - 0,5 \cdot 0,6) \therefore x = 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

9. E

Diagrama de forças:



Calculando as componentes da força peso:

$$P \sin 30^\circ = 50 \cdot 0,5 = 25 N$$

$$P \cos 30^\circ = 50 \cdot 0,9 = 45 N$$

Como $F > P \sin 30^\circ$, o bloco está subindo o plano inclinado.

Como o bloco está em movimento, deve ser utilizado o coeficiente de atrito cinético fornecido na questão para o cálculo a seguir:

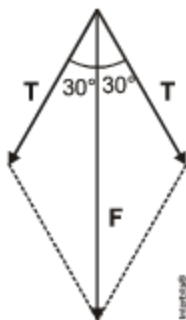
$$F_{atc} = \mu_c N$$

$$F_{atc} = \mu_c P \cos 30^\circ$$

$$F_{atc} = 0,145 = 4,5 N$$

10. D

O acréscimo é igual à soma das trações



Assim, pelo teorema dos cossenos:

$$F^2 = T^2 + T^2 + 2 \cdot T \cdot T \cdot \cos 60^\circ = 2T^2 + 2T^2 \left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow F^2 = 3T^2 \rightarrow F = \sqrt{3}T$$