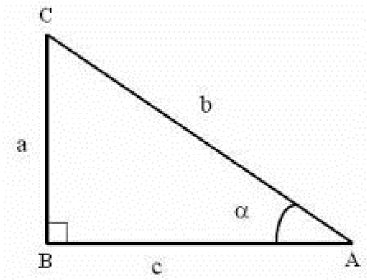
Exercícios sobre decomposição de forças e plano inclinado

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:



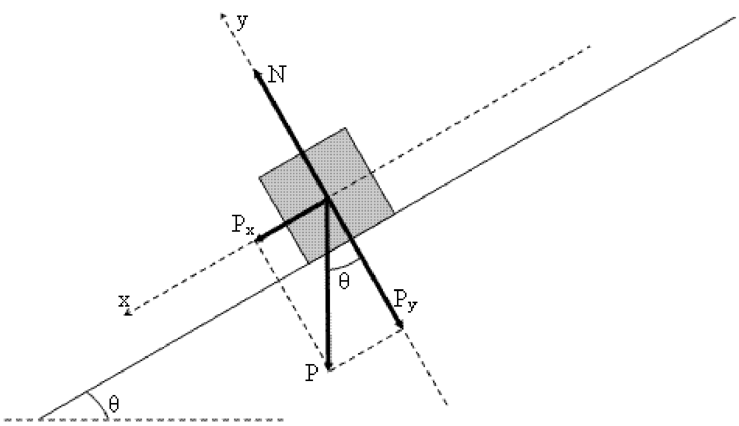
Podemos definir então

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

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:

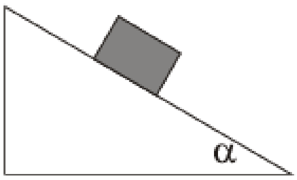
$$N = Py \; = \; Pcos\theta$$

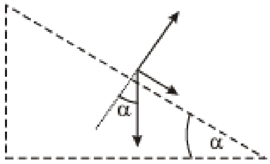
$$F_R = Px = Psen\theta$$

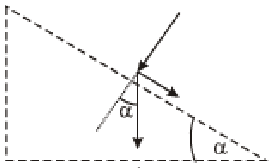
Importante: O ângulo entre o plano inclinado e a horizontal é o mesmo ângulo que a vertical e a reta perpendicular ao plano inclinado. De acordo com o desenho acima, o ângulo θ do plano inclinado com a horizontal é o mesmo que o eixo X e a força peso.

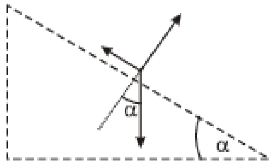
Exercícios

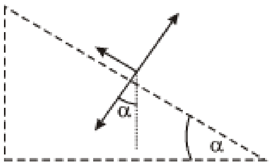
1. A figura a seguir mostra uma caixa de madeira que desliza para baixo com velocidade constante sobre o plano inclinado, sob a ação das seguintes forças: peso, normal e atrito. Assinale a alternativa que representa corretamente o esquema das forças exercidas sobre a caixa de madeira.

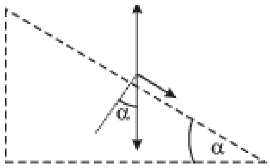


a) 

c) 

e) 

b) 

d) 

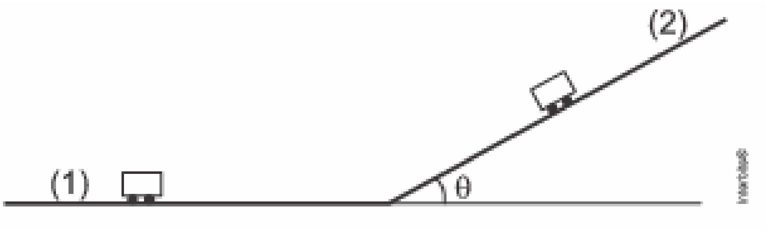
2. Um objeto de massa 6 kg está sob a ação de duas forças F_1 = 18 N e F_2 = 24 N, perpendiculares entre si. Quanto vale, em m/s², a aceleração adquirida por esse objeto?

a) 3
b) 4
c) 5
d) 6

3. Um corpo está submetido à ação de duas forças com intensidades 5 N e 4 N, respectivamente, que formam entre si, um ângulo de 60º. O módulo da força resultante que atua sobre o corpo será

a) $\sqrt{29}$
b) $\sqrt{41}$
c) $\sqrt{61}$
d) $\sqrt{91}$

4.



Um automóvel movimenta-se por uma pista plana horizontal e a seguir por uma pista plana em aclive formando um ângulo Θ, em relação à horizontal, como mostra a figura. Na situação (1), a força de reação normal da pista sobre o automóvel é N_H e na situação (2) a força de reação normal da pista sobre o automóvel é N_1. Considerando que 0 < Θ < 90º, pode-se afirmar que

a) $|\vec{N}_H| < |\vec{N}_1|$

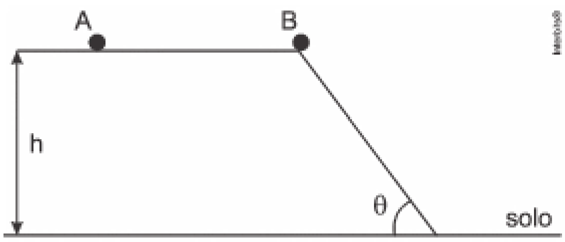
b) $|\vec{N}_H| > |\vec{N}_1|$

c) $|\vec{N}_H| = |\vec{N}_1|$

d) $|\vec{N}_H| \geq |\vec{N}_1|$

e) $|\vec{N}_H| \leq |\vec{N}_1|$

5.



Duas esferas, A e B, de massas iguais, são abandonadas de uma mesma altura h em relação ao solo, a partir do repouso. A esfera A cai verticalmente em queda livre e a esfera B desce por uma rampa inclinada de um ângulo Θ em relação à horizontal, como mostra a figura acima. Desprezando-se os atritos e a resistência do ar, a razão entre as acelerações das esferas A e B, $\frac{a_A}{a_B}$, é

a) senΘ

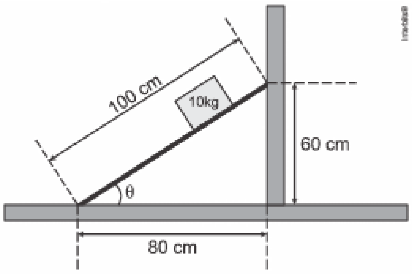
b) cosΘ

c) tgΘ

d) 1 / cosΘ

e) 1/ senΘ

6. Um professor de Física utiliza uma rampa móvel para verificar o valor do coeficiente de atrito estático entre a rampa e um bloco. O professor foi alterando o ângulo da rampa em relação à horizontal, até que o bloco atingiu a iminência do movimento. Nesse exato instante, tirou uma foto da montagem e acrescentou com os valores de algumas grandezas, como mostra a figura.

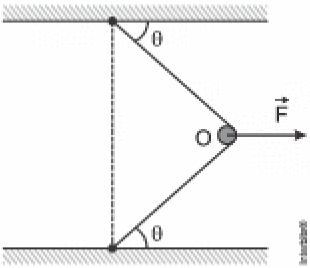


Chegando a sala, explicou a situação a seus alunos e pediu que determinassem o valor do coeficiente de atrito estático entre o bloco e a rampa.

O valor correto do coeficiente de atrito estático e da força de atrito, em N, que os alunos devem encontrar, é:

a) 0,65 e 45
b) 0,75 e 45
c) 0,65 e 60
d) 0,75 e 60

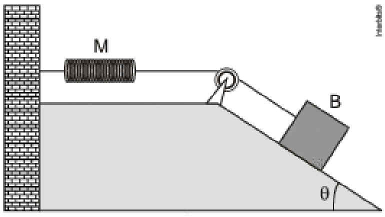
7. No instante mostrado na figura a seguir, o cabo elástico está tensionado com uma tração de módulo igual a 36,0 N, ao passo que o objeto pontual O está submetido a uma força de módulo 16,0 N, resultando em uma aceleração de módulo 2,0 m/s² que aponta para a direita.



Sabendo que a massa do objeto O é igual a m = 2,0 kg e desprezando efeitos gravitacionais, é CORRETO afirmar que o valor do ângulo Θ

a) está entre 10º e 20º
b) é exatamente igual a 30º
c) está entre 30º e 60º
d) é exatamente igual a 60º
e) está entre 60º e 90º

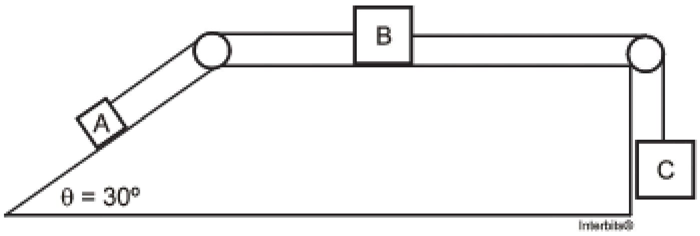
8. Na figura abaixo, a mola M, os fios e a polia possuem inércia desprezível e o coeficiente de atrito estático entre o bloco B, de massa 2,80 kg, e o plano inclinado é $\mu = 0,50$.



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 N/m, nesse instante, a distensão da mola M, em relação ao seu comprimento natural é de
Dados: $g = 10\ m/s^2$, $sen\Theta = 0,80$ e $cos\Theta = 0,60$

a) 0,40 cm
b) 0,20 cm
c) 1,3 cm
d) 2,0 cm
e) 4,0 cm

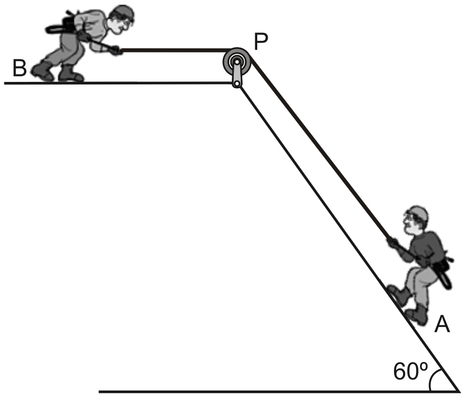
9. Três blocos A, B e C, de massas $M_A = 1,0$ kg, $M_B = M_C = 2,0$ kg, estão acoplados através de fios inextensíveis e de pesos desprezíveis, conforme o esquema a abaixo.



Desconsiderando o atrito entre a superfície e os blocos e, também, nas polias, a aceleração do sistema, em m/s^2, é igual a

a) 2,0
b) 3,0
c) 4,0
d) 5,0

10. A figura representa dois alpinistas A e B, em que B, tendo atingido o cume da montanha, puxa A por uma corda, ajudando-o a terminar a escalada. O alpinista A pesa 1 000 N e está em equilíbrio na encosta da montanha, com tendência de deslizar num ponto de inclinação de 60° com a horizontal (sen 60° = 0,87 e cos 60° = 0,50); há atrito de coeficiente 0,1 entre os pés de A e a rocha. No ponto P, o alpinista fixa uma roldana que tem a função exclusiva de desviar a direção da corda.



A componente horizontal da força que B exerce sobre o solo horizontal na situação descrita, tem intensidade, em N,

a) 380.

b) 430.

c) 500.

d) 820.

e) 920.

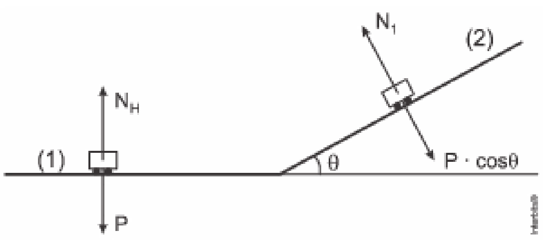
Gabarito

1. **E**
   Peso: vertical para baixo.
   Normal: perpendicular ao plano.
   Atrito: contrária ao deslizamento.

2. **C**
   $F_r^2 = F_1^2 + F_2^2$
   $F_r^2 = 18^2 + 24^2$
   $F_r = 30N$
   $F_r = ma \rightarrow a = \frac{F_r}{m} = \frac{30}{6} = 5m/s^2$

3. **C**
   $F_r^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2cos60°$
   $F_r = \sqrt{5^2 + 4^2 + 2.5.4.(\frac{1}{2})} = \sqrt{61}N$

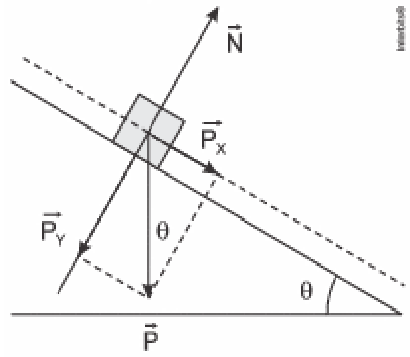
4. **B**



$N_H - P = ma$
$N_H - P = 0 \rightarrow N_H = P$

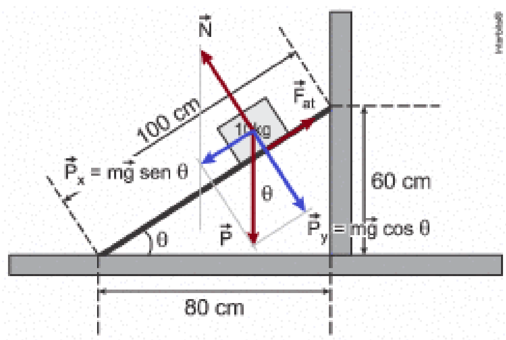
$N_1 - Pcos\theta = ma$
$N_1 - Pcos\theta = 0$
$N_1 = Pcos\theta$
Como P > PcosΘ, então
$|\vec{N}_H| > |\vec{N}_1|$

5. **E**
Em A a única força que atua é a força peso e, em B, as forças que atuam são as mesmas de um bloco em um plano inclinado, conforme figura seguinte:



Em A:
$F_r = P \rightarrow ma_A = mg \rightarrow a_A = g$
Em B:
$F_r = ma$
$Psen\theta = ma_B$
$mgsen\theta = ma_B$
$a_B = gsen\theta$
Portanto, a razão pedida será:
$\frac{a_A}{a_B} = \frac{g}{gsen\theta} = \frac{1}{sen\theta}$

6. **D**
Diagrama de forças:



Tomando o equilíbrio de forças na direção perpendicular ao plano inclinado, calculamos o módulo da força normal:

$N = P_y \rightarrow N = mgcos\theta \rightarrow N = 10.10.\left(\frac{80}{100}\right) = 80N$

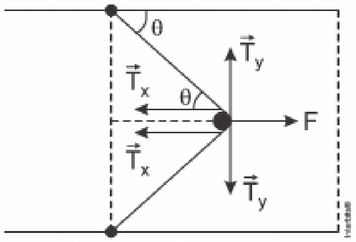
Na direção do plano inclinado, temos:

$F_{at} = P_x \rightarrow F_{at} = mgsen\theta = 10.10.\left(\frac{60}{100}\right) = 60N$

Mas a força de atrito estático e o coeficiente de atrito estático são relacionados por:
$F_{at} = \mu_e N \rightarrow 60 = \mu_e 80 \rightarrow \mu_e = 0{,}75$

7. E

Decompondo as forças nas direções horizontais e vertical, obtemos a representação abaixo:



Aplicando a 2ª lei de Newton, para o sistema, no eixo x, temos que:

$F - 2Tcos\theta = ma$

$16 - 2.36.cos\theta = 2.2$

$cos\theta = \frac{1}{6}$

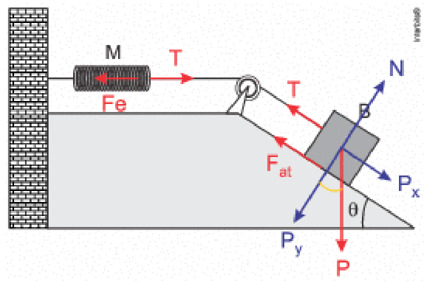
Para o cosseno de ângulos no primeiro quadrante:

ângulo	0°	30°	45°	60°	90°
cosseno	1,0	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0

Como 1/6 está entre ½ e 0, conclui-se que 60º < Θ < 90º

8. E

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



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

$P_x - T - F_{at} = 0(1)$

E ainda:

$P_x = P_B sen\theta = m_B g sen\theta$

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

$T = F_e = kx$

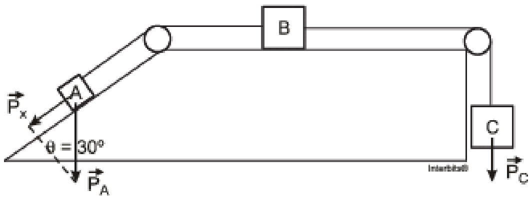
Substituindo essas equações em (1):

$m_B g sen\theta - kx - \mu m_B g cos\theta = 0$

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

$x = \frac{2,8.10}{350}(0,8 - 0,5.0,6) = 0,04m = 4cm$

9. B

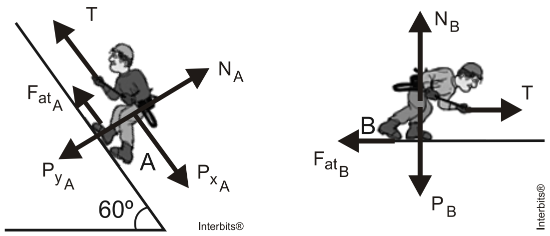


A intensidade da resultante das forças externas no sistema é a diferença entre o peso do corpo C (P_C) e a componente tangencial do peso do corpo A ($P_X = P_A sen30º$)

$$P_C - P_X = (M_A + M_B + M_C)a \to 20 - 10(0{,}5) = 5a \to a = \frac{3m}{s^2}$$

10. D

As figuras mostram as forças agindo no alpinista *A* na direção da tendência de escorregamento (x) e direção perpendicular à superfície de apoio (y). No alpinista *B*, as forças são verticais e horizontais.



Como os dois estão em repouso, e considerando que o alpinista *B* esteja na iminência de escorregar, temos:

$$\left\{\begin{array}{l} A \to \left\langle \begin{array}{l} T + F_{at_A} = P_{x_A} \\ N_A = P_{y_A} \end{array} \right. \\ B \to \left\langle \begin{array}{l} T = F_{at_B} \\ N_B = P_B \end{array} \right. \end{array}\right\rangle \Rightarrow F_{at_B} = P_{x_A} - F_{at_A} \Rightarrow F_{at_B} = P_A \,\text{sen}\, 60° - \mu\, N_A \Rightarrow$$

$$F_{at_B} = P_A \,\text{sen}\, 60° - \mu\, P_A \cos 60° \Rightarrow F_{at_B} = 1.000 \times 0{,}87 - 0{,}1 \times 1.000 \times 0{,}5 = 870 - 50 \Rightarrow$$

$$F_{at_B} = 820\ \text{N}.$$