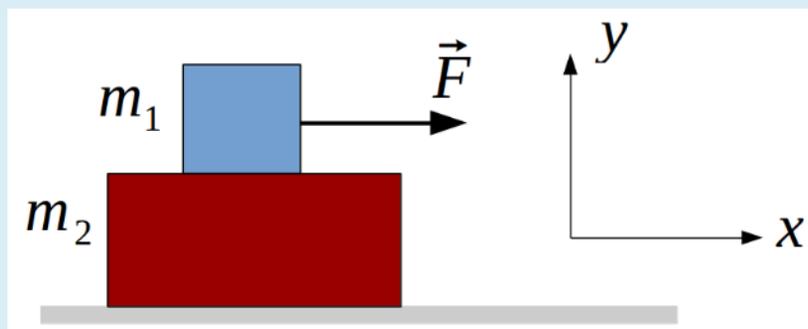


Considerem a situação da figura abaixo, em que há atrito entre as superfícies dos dois blocos (cujas massas são m_1 e m_2), mas o atrito entre o solo e a superfície do bloco inferior é desprezível. O bloco superior é puxado por uma força horizontal \vec{F} .



Os diagramas de corpo livre dos dois blocos são semelhantes àqueles que vocês obtiveram para a situação 3 dos slides da aula. Descritas no sistema de coordenadas da figura acima, as forças presentes são:

- a força horizontal $\vec{F} = \langle F; 0; 0 \rangle$ que atua sobre o bloco superior;
- a força de atrito $\vec{f}_{21} = \langle -f_{12}; 0; 0 \rangle$ que o bloco inferior (2) exerce sobre o bloco superior (1);
- a força normal de contato $\vec{N}_{21} = \langle 0; N_{12}; 0 \rangle$ que o bloco 2 exerce sobre o bloco 1;
- o peso $m_1\vec{g} = \langle 0; -m_1g; 0 \rangle$ do bloco 1;
- a força de atrito $\vec{f}_{12} = \langle f_{12}; 0; 0 \rangle$ que o bloco 1 exerce sobre o bloco 2;
- a força normal de contato $\vec{N}_{12} = \langle 0; -N_{12}; 0 \rangle$ que o bloco 1 exerce sobre o bloco 2;
- o peso $m_2\vec{g} = \langle 0; -m_2g; 0 \rangle$ do bloco 2;
- a força normal de contato $\vec{N}_{s2} = \langle 0; N_{s2}; 0 \rangle$ que o solo exerce sobre o bloco 2.

Assinalem abaixo as alternativas que contêm pares de forças de ação e reação.

- \vec{N}_{12} e \vec{N}_{21}
- \vec{N}_{s2} e $(m_1 + m_2)\vec{g}$
- \vec{N}_{21} e $m_1\vec{g}$
- \vec{N}_{s2} e \vec{N}_{12}
- \vec{F} e \vec{f}_{21}
- \vec{f}_{12} e \vec{f}_{21}

Indiquem abaixo a(s) alternativa(s) correta(s) quanto às forças resultantes $\vec{F}_{res,1}$ e $\vec{F}_{res,2}$ que atuam sobre os blocos 1 e 2.

- $\vec{F}_{res,1} = \langle F - f_{12}; N_{12} - m_1g; 0 \rangle$ e $\vec{F}_{res,2} = \langle f_{12}; N_{s2} - N_{12} - m_2g; 0 \rangle$
- $\vec{F}_{res,1} = \langle F + f_{12}; N_{12} + m_1g; 0 \rangle$ e $\vec{F}_{res,2} = \langle f_{12}; N_{s2} + N_{12} + m_2g; 0 \rangle$
- $\vec{F}_{res,1} = \vec{F} - \vec{f}_{21} + \vec{N}_{21} - m_1\vec{g}$ e $\vec{F}_{res,2} = \vec{f}_{12} + \vec{N}_{s2} - \vec{N}_{12} - m_2\vec{g}$
- $\vec{F}_{res,1} = \vec{F} + \vec{f}_{21}$ e $\vec{F}_{res,2} = \vec{F} + \vec{f}_{12}$
- $\vec{F}_{res,1} = \vec{F} + \vec{f}_{21} + \vec{N}_{21} + m_1\vec{g}$ e $\vec{F}_{res,2} = \vec{f}_{12} + \vec{N}_{s2} + \vec{N}_{12} + m_2\vec{g}$
- $\vec{F}_{res,1} = \langle F - f_{12}; 0; 0 \rangle$ e $\vec{F}_{res,2} = \langle F + f_{12}; 0; 0 \rangle$

Como as forças resultantes sobre os blocos são constantes, o Princípio do Momento fornece, para um intervalo de tempo arbitrário Δt ,

$\frac{\Delta \vec{p}_i}{\Delta t} = \vec{F}_{res,i}$, com $i \in (1, 2)$, sendo $\Delta \vec{p}_i$ a variação correspondente no momento de um bloco. Como nesse caso $\Delta \vec{p}_i = m_i \Delta \vec{v}_i = m_i \vec{a}_i \Delta t$, sendo $\Delta \vec{v}_i$ a variação de velocidade de um bloco no intervalo de tempo Δt e \vec{a}_i a aceleração (constante) desse bloco, recuperamos a forma familiar da segunda lei de Newton que vocês viram no Ensino Médio, $m_i \vec{a}_i = \vec{F}_{res,i}$.

Suponham que os blocos movam-se solidariamente sob ação da força horizontal \vec{F} , de modo que $\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a} = \langle a; 0; 0 \rangle$.

- Utilizem a forma familiar da segunda lei de Newton, aplicada a cada bloco, para obter o valor da magnitude a da aceleração do conjunto.
- Suponham que a máxima magnitude da força de atrito estático entre os blocos seja f_{max} . Qual é o máximo valor da magnitude F da força externa para que os blocos ainda se movam juntos?

Registrem seus cálculos e resultados nos quadros.

Para testar seus resultados, suponham que $m_1 = 60$ kg, $m_2 = 100$ kg, que a aceleração do bloco superior tenha magnitude $a_1 = 2$ m/s², que $F = 320$ N e que a aceleração da gravidade é $g = 10$ m/s². Respondam as perguntas abaixo.

1. Os blocos andam juntos ou separados?
2. Se andam juntos, calculem a magnitude da força de atrito entre eles (em newtons); se andam separados, calculem a aceleração do bloco inferior (em m/s²).
3. O que se pode dizer do coeficiente de atrito estático μ_e entre os blocos?
 - Qualquer valor de μ_e permitirá que os blocos movam-se juntos.
 - $\mu_e \geq 1/3$
 - $\mu_e < 1/3$
 - $\mu_e = 1/3$