

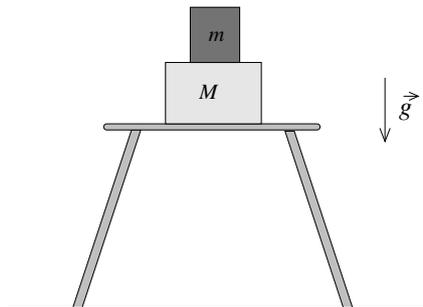
# Fundamentos de Mecânica – 4300151

## Lista de exercícios 5

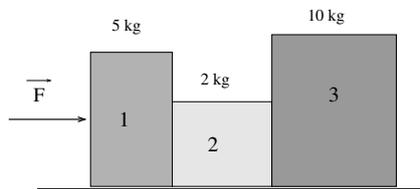
Primeiro semestre de 2013

Os exercícios da lista deverão ser todos feitos. Não há necessidade de entregá-los. O conteúdo será cobrado nas provas e provinhas, ao longo da disciplina. Procure solucionar as dúvidas nos horários de atendimento da monitoria, ou nas aulas de exercícios.

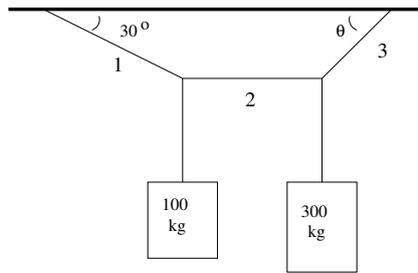
1. Imagine uma bolinha caindo, com velocidade constante, em um recipiente fundo que contém óleo. Qual é a força resultante sobre a bolinha?
2. Na figura abaixo, o bloco de massa  $m = 1$  kg está apoiado sobre um bloco de massa  $M = 2$  kg que repousa sobre uma mesa horizontal.
  - (a) Indique todas as forças que agem em cada um dos blocos e as forças na mesa relacionadas às interações com os blocos.
  - (b) Indique os pares de forças que correspondem a ação e reação, como estabelecido por Newton em sua terceira lei.
  - (c) Se invertermos as posições dos blocos, quais forças serão modificadas?



3. A figura abaixo mostra um grupo de 3 blocos sendo empurrados por uma força  $\vec{F}$  num piso horizontal sem atrito. Indique, num desenho, *todas* as forças que agem sobre cada um dos corpos. Supondo  $|\vec{F}| = 51$  N, calcule a aceleração dos blocos, bem como as forças de compressão entre eles.

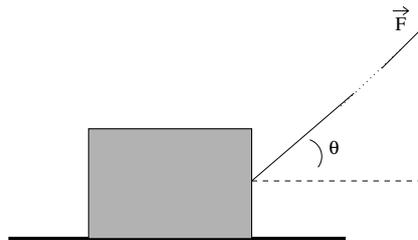


4. O sistema representado na figura abaixo está em equilíbrio. Determine as tensões nos fios 1, 2 e 3 e o valor do ângulo  $\theta$ .
5. A tração na qual uma linha de pesca se rompe é normalmente chamada de “resistência” da linha. Qual é a resistência mínima necessária para uma linha que deve parar um salmão que pesa 85 N em 11 cm se o peixe estiver inicialmente se deslocando a 2,8 m/s? Suponha uma desaceleração constante.



6. Na figura abaixo, um bloco de 5 kg é puxado ao longo de um piso horizontal sem atrito por uma corda que exerce uma força de módulo  $F = 12\text{ N}$  segundo uma direção que faz um ângulo  $\theta = 30^\circ$  com a horizontal (ver figura abaixo).

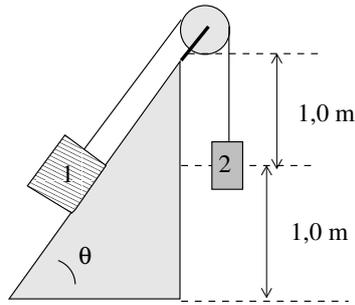
- Qual é o módulo da aceleração do bloco?
- Suponha que o módulo da força  $\vec{F}$  seja aumentado lentamente. Qual o seu valor imediatamente antes do bloco ser (completamente) levantado do piso?
- Qual o módulo da aceleração imediatamente antes dele ser levantado do piso?
- Suponha agora que, em vez do módulo da força aumentar, seja o ângulo  $\theta$  que aumente, enquanto o módulo da força permanece em 12 N. O corpo será ou não levantado do piso? Se sim, calcule o ângulo  $\theta_{max}$  possível para que ele continue apoiado no piso; se não, calcule o valor da força normal quando  $\theta = 90^\circ$ .



7. Um elevador e sua carga possuem uma massa combinada de 1.600 kg. Ache a tração no cabo de sustentação quando o elevador, que originalmente estava descendo a 12 m/s, é levado ao repouso com aceleração constante em uma distância de 42 m.

8. Um bloco de massa  $m_1 = 4,0\text{ kg}$  está sobre um plano inclinado liso de ângulo  $\theta = 45^\circ$  e é ligado, por meio de uma corda que passa por uma polia leve e com atrito desprezível, a um segundo bloco de massa  $m_2 = 2,0\text{ kg}$ , que pende verticalmente conforme a figura abaixo.

- Desenhe cada um dos blocos separadamente e indique *todas* as forças que agem em cada um deles.
- Escolha um sistema de coordenadas para descrever o movimento do bloco 1, outro para descrever o movimento do bloco 2, e escreva a segunda lei de Newton para cada um deles. Qual é o vínculo entre o movimento dos corpos? Como é expressa, matematicamente, a condição de que a corda é “inextensível” e os blocos se movem de forma solidária?
- Como a condição do item anterior se alteraria se o sentido do eixo paralelo ao plano inclinado, no caso do bloco 1, fosse invertido?
- Determine a aceleração de cada bloco.
- Determine a tração na corda.
- Durante quanto tempo os blocos poderão mover-se, se ambos os blocos estiverem “no meio do caminho”, ou seja, o que tem massa  $m_2$  estiver a 1,0 m de bater na polia e a 1,0 m do chão, e o de massa  $m_1$  estiver no meio do plano inclinado, quando as forças começarem a agir? (Note que, a partir do teorema de Pitágoras, essa condição é suficiente para garantir que será o bloco 2 o primeiro a bater em algum obstáculo).



9. Dois trens passam pela mesma estação sem parar nela, com 2 minutos de diferença e velocidades de 60 km/h. O primeiro a passar viaja rumo ao sul e o segundo viaja para oeste, e mantêm durante todo o tempo a velocidade constante.
- Escreva os vetores velocidade dos dois trens, supondo um sistema cartesiano em que a estação está na origem, o eixo  $y$  aponta para o norte e o eixo  $x$ , para leste, e determine o vetor velocidade relativa do primeiro trem em relação ao segundo.
  - Nesse sistema de coordenadas, e tomando como instante inicial o da passagem do primeiro trem pela estação, represente graficamente o vetor deslocamento relativo do primeiro trem em relação ao segundo, nos instantes  $t = 0$ ,  $t = 2$  e  $t = 4$  minutos.
  - Que forma tem a trajetória do primeiro trem vista do segundo?
  - A que distância mínima os dois trens passam um pelo outro? Em que instante isso ocorre? (Dica: escreva o **módulo** da distância relativa entre eles e descubra em que instante ela é mínima).
10. Um rio de 1,0 km de largura tem uma correnteza de velocidade 1,5 km/h. Um homem atravessa o rio de barco, remando a uma velocidade de 2,5 km/h em relação à água.
- Qual é o tempo mínimo que o homem leva para atravessar o rio? Onde desembarca nesse caso?
  - Suponha agora que o homem quer chegar a um ponto diametralmente oposto na outra margem, e tem duas opções: remar de forma a atingi-lo diretamente, ou remar numa direção perpendicular à correnteza, sendo arrastado por esta até além do ponto onde quer chegar, e depois caminhar de volta até lá. Se ele caminha a 6,0 km/h, qual das duas opções é mais vantajosa, e quanto tempo leva?

### Desafio aos que tiverem mais tempo

- No problema 9, escreva a equação da trajetória descrita pelo trem 1 quando vista do trem 2.
- Uma partícula está em equilíbrio sob a ação de 3 forças,  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  e  $\vec{F}_3$ . Mostre que

$$\frac{|\vec{F}_1|}{\text{sen}(\theta_{23})} = \frac{|\vec{F}_2|}{\text{sen}(\theta_{31})} = \frac{|\vec{F}_3|}{\text{sen}(\theta_{12})},$$

sendo  $\theta_{12}$  o ângulo entre as forças 1 e 2, e analogamente para  $\theta_{23}$  e  $\theta_{31}$ . Dica: faça um diagrama das forças e utilize a lei dos senos.

## Respostas:

1. A resultante é nula. Tenha certeza de que entendeu por que motivo!
2. (b) São pares ação-reação (i) as forças de contato normais entre os blocos de massa  $m$  e  $M$  e (ii) as forças de contato normais entre o bloco de massa  $M$  e a mesa; (c) apenas as forças de contato normais entre os blocos  $m$  e  $M$ .
3. A aceleração dos blocos é de  $3 \text{ m/s}^2$ , e as forças de compressão entre eles têm módulos  $C_{12} = 36 \text{ N}$  e  $C_{23} = 30 \text{ N}$ .
4.  $T_1 = 2000 \text{ N}$ ,  $T_2 = 1000\sqrt{3} \text{ N}$ ,  $T_3 = 2000\sqrt{3} \text{ N}$  e  $\theta = 60^\circ$ .
5.  $T = 303 \text{ N}$ .
6. (a)  $a = 2,1 \text{ m/s}^2$ ; (b)  $100 \text{ N}$ ; (c)  $17 \text{ m/s}^2$ ; (d) não será levantado;  $N = 38 \text{ N}$ .
7.  $T = 18400 \text{ N}$ , ou quase 2 toneladas-força!
8. (b) Os módulos das acelerações são iguais, pois a corda é inextensível, e as tensões são iguais, pois tanto a corda como a polia têm massas desprezíveis; (c) as acelerações teriam sinais contrários; (d)  $|a| = 1,38 \text{ m/s}^2$ ; (e)  $T = 22,8 \text{ N}$ ; (f)  $t = 1,20 \text{ s}$ .
9. (a)  $\vec{v}_1 = -60\hat{j}$ ,  $\vec{v}_2 = -60\hat{i}$  e  $\vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = 60\hat{i} - 60\hat{j}$ ; (c) o vetor  $\vec{v}_{12}$  é constante, portanto a trajetória é uma reta; (d) a distância mínima ocorre para um instante  $t_{min}$  tal que  $\frac{d}{dt} |\vec{r}_1(t) - \vec{r}_2(t)| = 0$ ,  $t_{min} = 1 \text{ min}$  e a distância mínima é  $\sqrt{2} \text{ km} \simeq 1,4 \text{ km}$ .
10. (a) 24 minutos, 600 metros; (b) tanto faz, 30 minutos.
11.  $y(t) = 60t$  e  $x(t) = 2 - 60t$ ;  $y(x) = -2 - x$ , que é uma reta como esperado.
12. Como o sistema está em equilíbrio, a resultante das forças é nula, ou seja, os vetores  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  e  $\vec{F}_3$  formam um triângulo; a expressão vem diretamente da aplicação da lei dos senos a esse triângulo.