

## QUESTÕES CORRIGIDAS

## LEIS DE NEWTON

## ÍNDICE

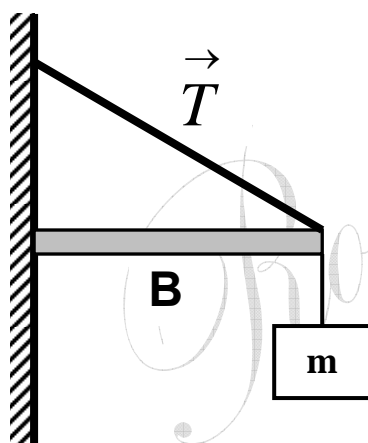
EQUILÍBRIO: 1ª LEI ----- 1

2ª LEI:  $F_{\text{RESULTANTE}} = M \cdot A$  ----- 14

AÇÃO E REAÇÃO: 3ª LEI ----- 37

## Equilíbrio: 1ª Lei

1. Um corpo de massa  $m$  se encontra em **equilíbrio** sob a ação do seu próprio peso, da força aplicada pela barra **B** e da força de tração  $\vec{T}$  exercida pela corda de sustentação. Veja o esquema a seguir.



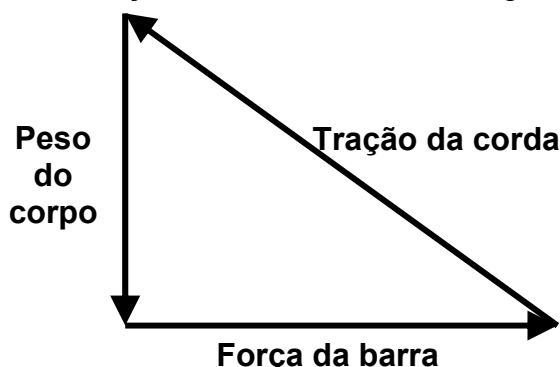
Nestas condições podemos afirmar corretamente que:

- a tração  $\vec{T}$  aplicada pela corda é maior que o peso do corpo.
- a tração  $\vec{T}$  aplicada pela corda é menor que o peso do corpo.
- a tração  $\vec{T}$  aplicada pela corda é igual ao peso do corpo.
- apenas conhecendo o ângulo entre a corda e a parede vertical poderemos saber se a tração  $\vec{T}$  é maior, menor ou igual ao peso do corpo.

## CORREÇÃO

A condição de equilíbrio implica que a Força Resultante deve ser igual a zero (1ª Lei de Newton). Assim, temos:

A tração será **sempre** maior que o peso, pois é a hipotenusa do triângulo formado pelos vetores.



**GABARITO: A**

2. Determine a força de tração  $\vec{T}$  no fio necessária para manter o corpo de peso  $P = 10\text{ N}$  em equilíbrio. Veja o esquema.

DADO:  $\sin 30^\circ = 1/2$

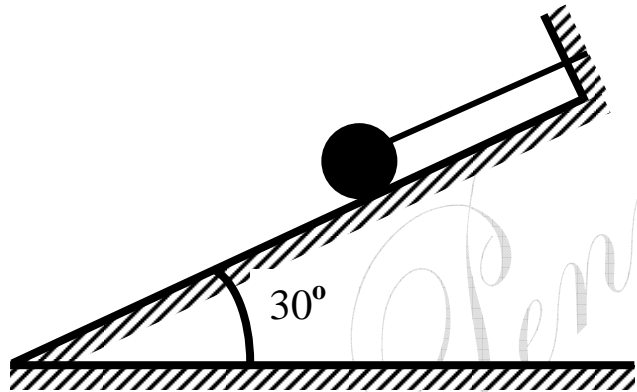
$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

a)  $5\text{ N}$

c)  $10\text{ N}$

b)  $5\sqrt{3}\text{ N}$

d)  $10\sqrt{3}\text{ N}$



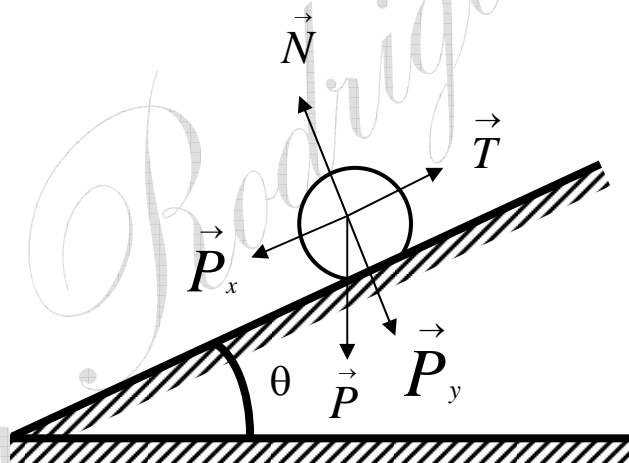
**CORREÇÃO**

Basta decompor o peso:

A tração é igual ao peso

$P_x$ .

$$P_x = P \sin 30^\circ = 10 \cdot 1/2 = 5\text{ N}.$$



**GABARITO: A**

3. a) Explique o conceito de *Inércia*.

b) A *Inércia* se relaciona com qual das Leis de Newton?

**CORREÇÃO**

a) A *Inércia* é a tendência dos corpos a manter sua condição de repouso ou de movimento (MRU).

b) Ela se relaciona à 1ª Lei de Newton, que é conhecida por este nome.

4. (PUC/BH-2006) Um trator, com velocidade constante, puxa horizontalmente um tronco de árvore por meio de uma corrente, exercendo sobre ela uma força de 1000N. Considerando-se que o tronco tem um peso 1500N, a força resultante sobre o tronco vale:

a)  $1000\text{ N}$

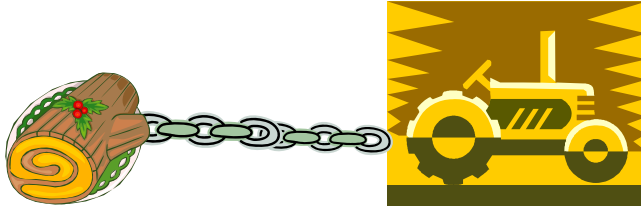
b)  $500\text{ N}$

- c) 0
- d) 2500 N

**CORREÇÃO**

Na verdade, este problema me parece uma espécie de pegadinha, para quem não conhece ou não estudou direito a **1ª Lei de Newton!** Porque, fora isto, ele é fácil demais!

Enunciado: “**velocidade constante, puxa horizontalmente...**”  $\Rightarrow$  MRU  $\Rightarrow F_R = 0$  (**1ª Lei de Newton**).

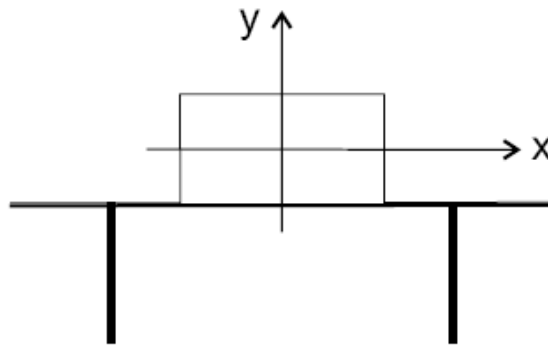


Os valores da força na corrente, peso do tronco, tudo isto, é só para “encher lingüiça”!

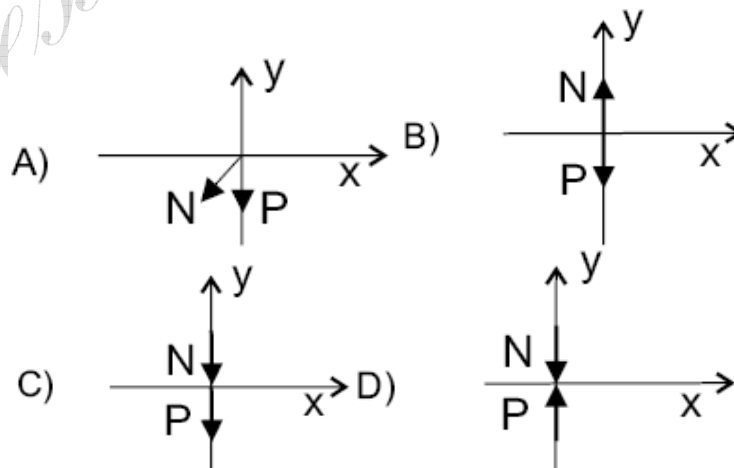
**GABARITO: C.**

**5.** (UFSJ – 2006)

Um bloco está em repouso sobre a superfície de uma mesa, conforme figura abaixo.



Se  $N$  e  $P$  os módulos das forças normal e peso, respectivamente, que atuam sobre o bloco, o correto diagrama de forças representativo dessa situação é o da alternativa



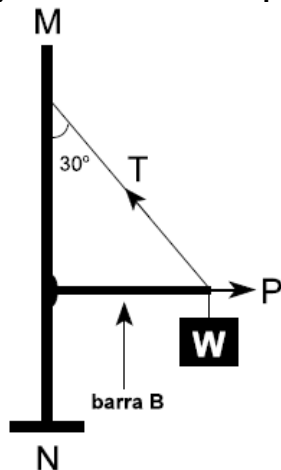
**CORREÇÃO**

Muito básica mesmo. **Repouso**  $\Rightarrow$  1ª Lei de Newton  $\Rightarrow F_R = 0$ . Duas forças que se anulam comumente, e mantém o corpo em Repouso: o **Peso**, vertical e para baixo, devido à **atração Gravitacional da Terra**, e a **Normal**, do apoio da mesa, vertical para cima.

**OPÇÃO: B.**

**6.** (UFVJM – 2006) Analise a seguinte situação-problema:

Um objeto, de peso  $W$ , está suspenso em um sistema constituído por uma barra  $B$  e um cabo  $T$  presos a uma parede  $MN$ , como ilustra a figura abaixo. O ângulo entre o cabo e a parede é de  $30^\circ$ .

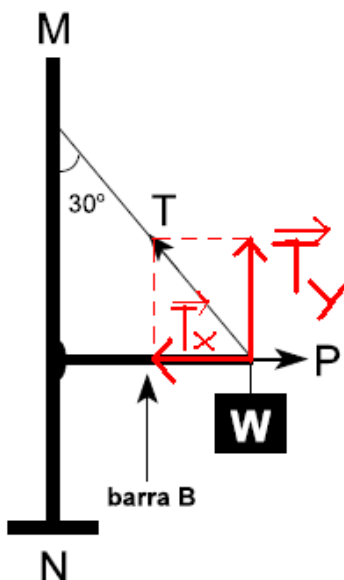


Considerando o objeto em equilíbrio e  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ ,  $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ , é **CORRETO** afirmar que o valor da força  $P$  que atua na barra é igual a

- A)  $\frac{\sqrt{3}}{3} W$
- B)  $\sqrt{3} W$
- C)  $\frac{\sqrt{3}}{2} W$
- D)  $\frac{1}{2} W$

**CORREÇÃO**

Embora não esteja explícito na questão, é de se supor o peso da própria barra como desprezível, tanto que não é nem mencionado. Nestas circunstâncias, a questão que a primeira vista pode parecer sobre Torque, **Equilíbrio** de um corpo extenso, pode ser resolvida apenas pela aplicação da 1ª Lei de Newton: **Equilíbrio**  $\Rightarrow F_R = 0$ . Observe a decomposição da Tração na horizontal e vertical.



A componente  $T_y$  equilibra o peso e  $T_x$  “força” a barra contra a parede, provocando a força  $P$ , que a anula. Matematicamente:

1)  $P = T_x = T \operatorname{sen}\theta$

2)  $T_y = W \Rightarrow T \operatorname{cos}\theta = W \Rightarrow T = \frac{W}{\operatorname{cos}\theta}$ ; substituindo em 1 temos, finalmente :

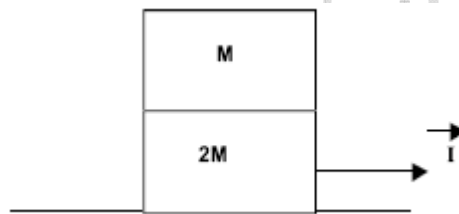
$$P = \frac{W}{\operatorname{cos}\theta} \cdot \operatorname{sen}\theta = W \operatorname{tan}\theta = W \cdot \frac{1}{2} / \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}} W = \frac{\sqrt{3}}{3} W.$$

Caso se levasse em conta o peso da barra, a questão seria mais complicada: o peso da própria barra e o peso  $W$  provocariam Momento no sentido horário, este sendo anulado pelo Momento anti-horário provocado pela componente  $Y$  da Tração.  $T_x$  e  $P$  não provocariam momento, pois atuam na direção do apoio, na parede. Estas seriam as novas condições de equilíbrio. A questão foi facilitada porque  $T_y$  e  $W$  atuam no mesmo ponto, ao passo que o peso da barra atuaria no centro de gravidade, no meio da barra. Claro, para resolver desta forma, novos dados seriam fornecidos.

Ficamos limitados a uma decomposição de vetores (forças) bem tradicional aplicada a uma questão de equilíbrio simples, também “manjada”. Deveria ser tranquila, pelas contas fáceis, para o aluno aplicado que resolveu vários exercícios semelhantes já no 1º ano.

**OPÇÃO: A.**

7. (UFSJ – 2ª – 2006) Dois blocos de mesmo formato estão dispostos como na figura abaixo.  
8.



Considere-se que o bloco de cima tem massa  $M$ , e o de baixo, massa  $2M$ . Aplicando-se um impulso no bloco de baixo, na direção horizontal, de modo a movimentá-lo, e considerando-se que o atrito entre os blocos é nulo, espera-se que

- A) ambos os blocos se movam na mesma direção da força aplicada.
- B) ambos os blocos se movam na mesma direção do impulso aplicado, mas em sentidos opostos.
- C) o bloco de cima caia, pois não será arrastado junto com o bloco de baixo.
- D) o bloco de baixo adquira metade da velocidade do bloco de cima.

**CORREÇÃO**

Faça a seguinte experiência em sua casa: pegue dois cubinhos de gelo no congelador em empilhe um sobre o outro numa mesa. Dê um peteleco no de baixo e observe o que ocorre com o de cima.

As forças de atrito são importantes e nem sempre atrapalham, às vezes ajudam...

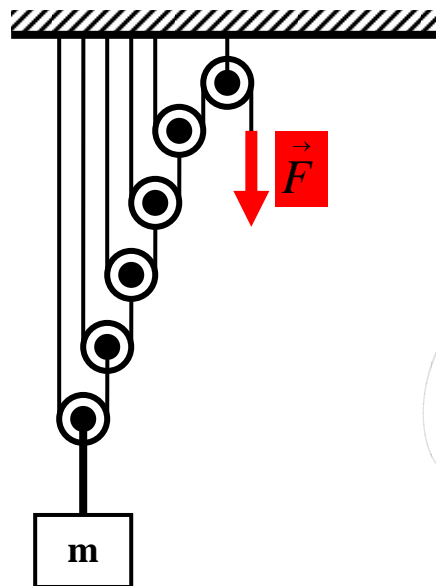
Se não há nenhum atrito, ao puxar o de baixo, qual força vai mover o de cima?  
Nenhuma... O de cima fica parado! Aliás, cai com a saída do de baixo! Fácil! Ainda mais para uma questão “específica”...

**OPÇÃO: C.**

9. Para erguer grandes massas, até hoje se usam os sistemas de roldanas (polias) conforme ilustrado na figura ao lado. Considerando uma massa de 3.200kg e este sistema, o valor da

força  $\vec{F}$  necessária para erguer o bloco  $m$  em equilíbrio é de:

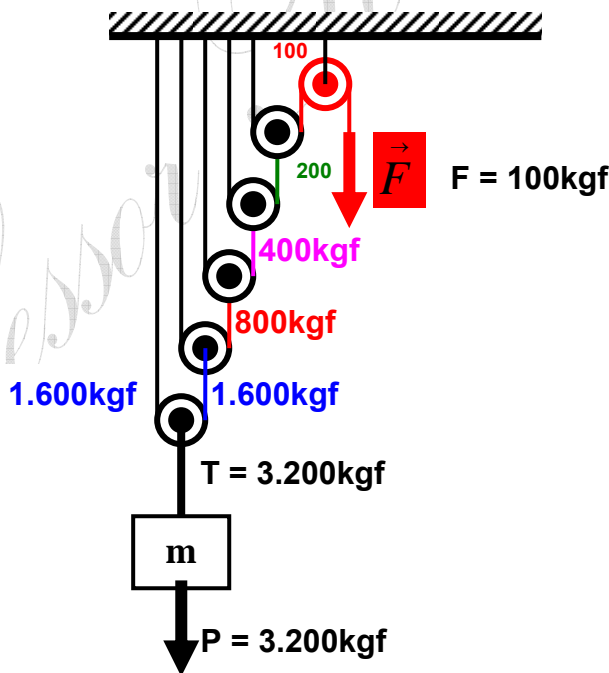
- a) 100kgf.
- b) 100N.
- c) 50kgf.
- d) 50N.



**CORREÇÃO**

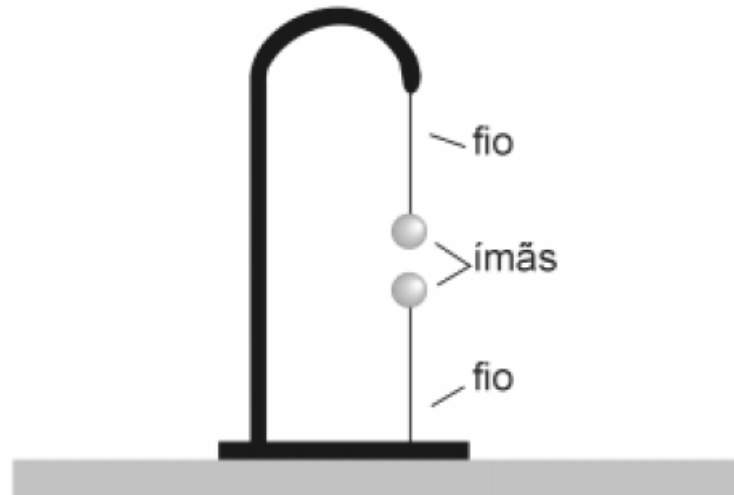
Sistema de roldanas tradicional, em que o valor da força se divide em dois a cada roldana. Observe que, a começar de baixo, um cabo de aço sustenta tudo e, logo acima, uma roldana é sustentada por dois cabos. A partir daí, a força vai se dividindo em dois até a última roldana, cuja função não é mais dividir a força, porém apenas permitir que a corda seja puxada de baixo. Veja novamente o esquema de divisão das forças na figura. E nunca é demais lembrar a 1ª Lei de Newton:

**EQUILÍBRIO**  $\Rightarrow$  1ª Lei de Newton  $\Rightarrow F_R = 0$ .



**OPÇÃO: A.**

10. (UFMG/02) Dois ímãs, presos nas extremidades de dois fios finos, estão em equilíbrio, alinhados verticalmente, como mostrado nesta figura:



Nessas condições, o módulo da tensão no fio que está preso no ímã de cima é

- A) igual ao módulo da tensão no fio de baixo.
- B) igual ao módulo do peso desse ímã.
- C) maior que o módulo do peso desse ímã.
- D) menor que o módulo da tensão no fio de baixo.

**CORREÇÃO**

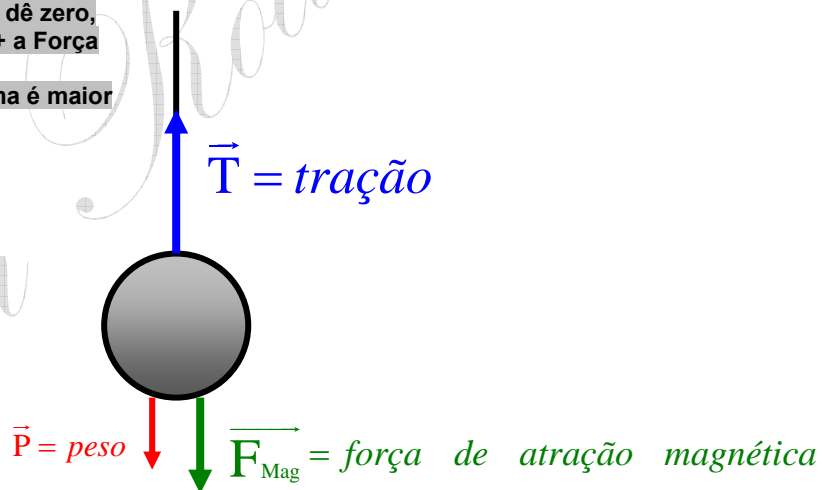
Esta é uma questão de **Equilíbrio: 1ª Lei de Newton. Repouso  $\Rightarrow F_{Res} = 0$** .

Observando a figura, ímãs não flutuam como o de baixo! Se está assim, esticando a corda, é porque é **atraído** pelo ímã de cima. Da **3ª Lei de Newton, Ação e Reação**, se o ímã de cima atrai o de baixo, é claro que o de baixo também atrai o de cima, como não poderia deixar de ser!

Desenhando as forças que atuam sobre o ímã de cima, a que a questão se refere:

Veja que, para que a **Força Resultante dê zero, o Equilíbrio, a Tração deve sustentar o Peso + a Força Magnética!**

Logo, **a tração na corda do ímã de cima é maior que seu peso.**



**OPÇÃO: C.**

11. Para que um ponto material esteja em EQUILÍBRIO, é NECESSÁRIO:
- A) que após a colisão a Quantidade de Movimento se conserve.
  - B) que a Força Impulsiva seja interna.
  - C) que a Força Resultante sobre o corpo seja nula.
  - D) que o Coeficiente de Restituição seja igual a 1.

**CORREÇÃO**

Basta a Força Resultante ser igual a zero: esta é a condição de equilíbrio.

**OPÇÃO: C.**

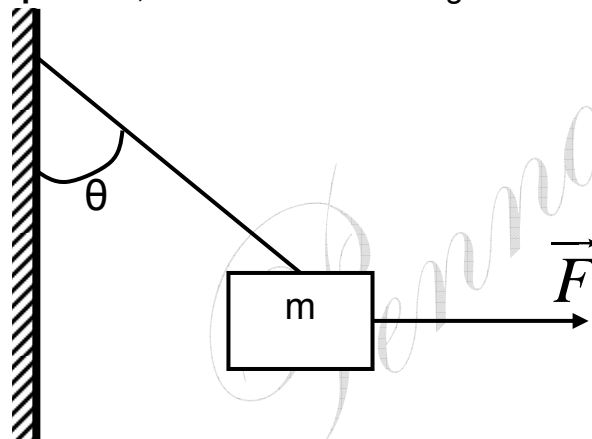
**12.** O corpo abaixo, de massa  $m$  igual a 1 kg, está em **equilíbrio**, conforme mostra a figura abaixo.

Uma pessoa puxa o corpo exercendo sobre

ele uma força  $\vec{F}$  e esticando a corda que faz um ângulo  $\theta$  igual a  $45^\circ$  com a parede.

**a) REPRESENTE** as forças que atuam sobre o corpo.

**b) CALCULE** a Tração na corda que forma um ângulo  $\theta$  com a parede.



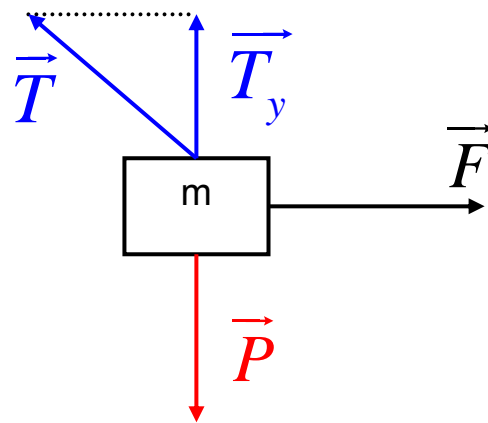
**CORREÇÃO**

a) São 3 as forças sobre o corpo: a força  $\vec{F}$  da pessoa, a Tração  $\vec{T}$  na corda e seu próprio peso  $\vec{P}$ .  
Veja:

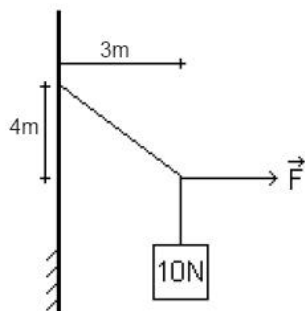
b) Calculando pela decomposição de vetores:

$$T_y = P \Rightarrow T \sin 45^\circ = mg \Rightarrow$$

$$T = \frac{mg}{\sin 45^\circ} = \frac{1 \cdot 10}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{10 \cdot 2}{\sqrt{2}} = \frac{10 \cdot \cancel{2} \cdot \sqrt{2}}{\cancel{2}} = 10\sqrt{2} \text{ N.}$$



**13.** (UFOP) O sistema representado está em equilíbrio estático.



Em função do que foi apresentado, o módulo de  $\mathbf{F}$  é igual a:

- a) 6,0 N.
- b) 7,5 N.
- c) 8,0 N.
- d) 9,0 N.

**CORREÇÃO**

Questão bem típica, que se começa desenhando as forças: Peso, Tração e F.

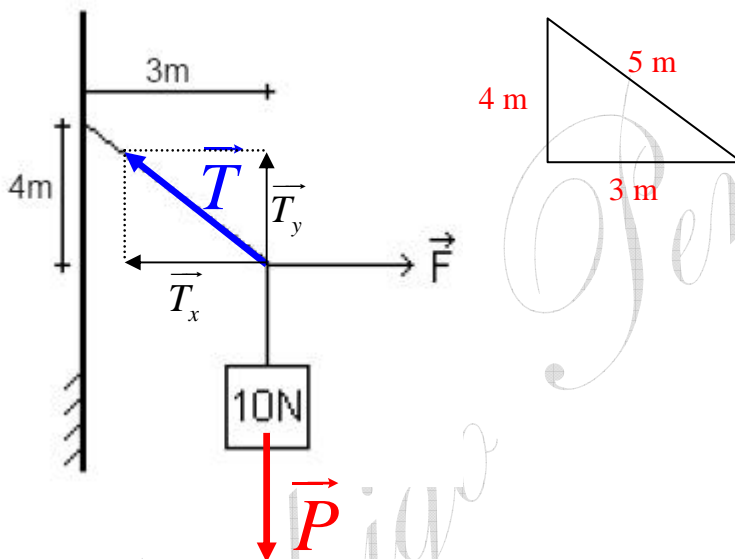
Equilíbrio  $\Rightarrow F_{Res} = 0$ .

$T_x = F$  e  $T_y = P = 10\text{ N}$ .

Por outro lado, o triângulo dado dispensa Pitágoras:

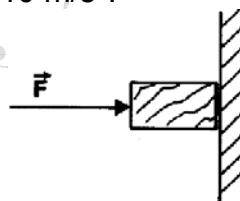
é o mais comum. Logo:

$$\frac{T_x}{T_y} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{T_x}{10} = \frac{3}{4} \Rightarrow T_x = 7,5\text{ N}$$



**OPÇÃO: B.**

- 14. (UFMG/94)** Na figura, está representada um bloco de 2,0 kg sendo pressionado contra a parede por uma força  $\vec{F}$ . O coeficiente de atrito estático entre esses corpos vale 0,5, o cinético vale 0,3. Considere  $g = 10\text{ m/s}^2$ .



Se  $F = 50\text{ N}$ , então a reação normal e a força de atrito que atuam sobre o bloco valem, respectivamente,

- A) 20 N e 6,0 N.      B) 20 N e 10 N.      C) 50 N e 20 N.      D) 50 N e 25 N.

**CORREÇÃO**

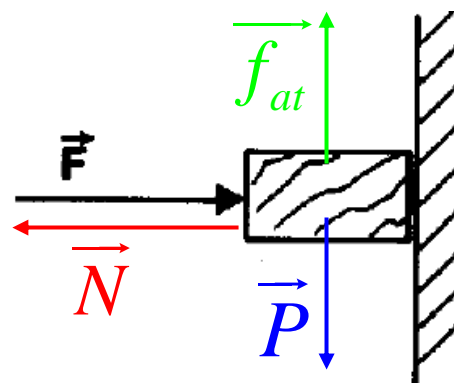
Se  $F = 50\text{ N}$ , a Normal valerá 50 N... Desenhemos as forças.

Podemos calcular a força de atrito estático máxima, e ver se é possível que ela sustente o peso.

$$\vec{F}_{at} = \mu N = 0,5 \cdot 50 = 25\text{ N}$$

Se suporta 25 N, suportará o peso:

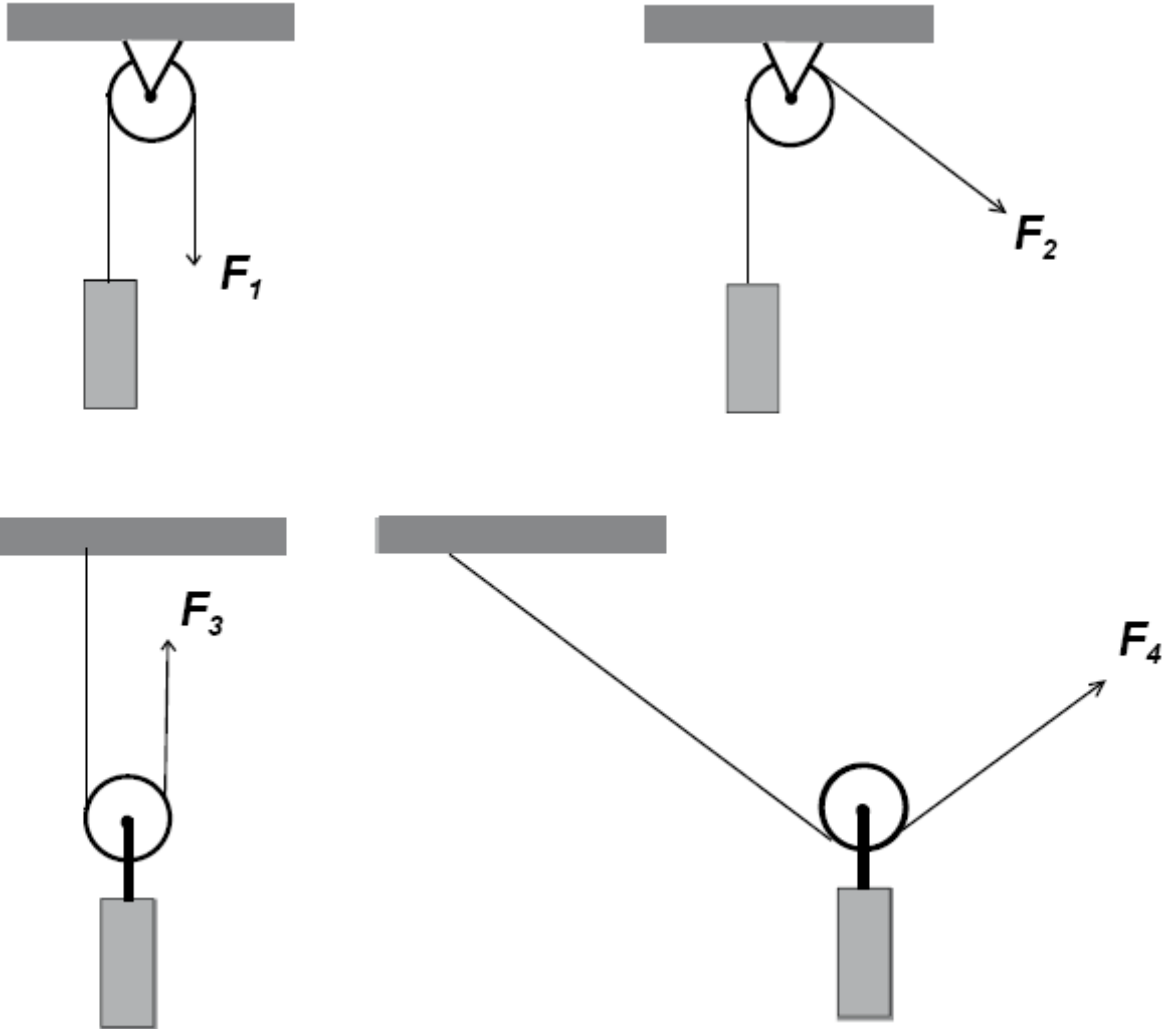
$$P = mg = 2 \cdot 10 = 20\text{ N}$$



Então, está em **Equilíbrio** e o atrito vale 20 N.

**OPÇÃO: C.**

- 15.** (UFMG/2009) Observe estes quatro sistemas de roldanas, em que objetos de mesma massa são mantidos suspensos, em equilíbrio, por uma força aplicada na extremidade da corda:



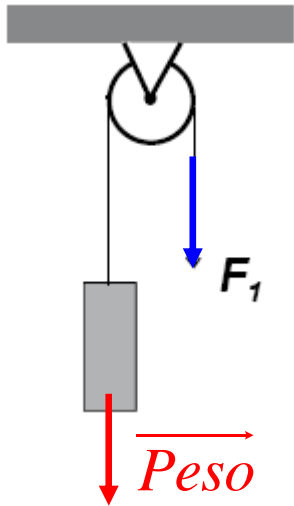
Sejam  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  e  $F_4$  as forças que atuam numa das extremidades das cordas em cada um desses sistemas, como representado na figura. Observe que, em dois desses sistemas, a roldana é fixa e, nos outros dois, ela é móvel. Considere que, em cada um desses sistemas, a roldana pode girar livremente ao redor do seu eixo; que a corda é inextensível; e que a massa da roldana e a da corda são desprezíveis. Considerando-se essas informações, em relação aos módulos dessas quatro forças, é **CORRETO** afirmar que

- A)  $F_1 = F_2$  e  $F_3 = F_4$ .
- B)  $F_1 < F_2$  e  $F_3 < F_4$ .
- C)  $F_1 = F_2$  e  $F_3 < F_4$ .
- D)  $F_1 < F_2$  e  $F_3 = F_4$ .

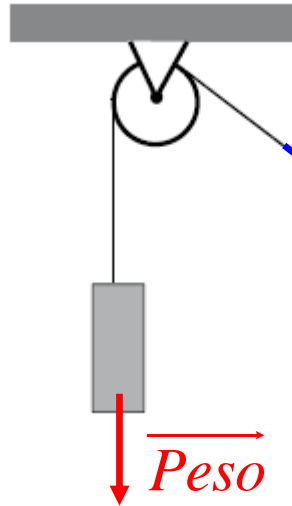
**CORREÇÃO**

Questão de **LEIS DE NEWTON, EQUILÍBRIO**, envolvendo **ROLDANAS**, que não apareciam desde 98 e 99!

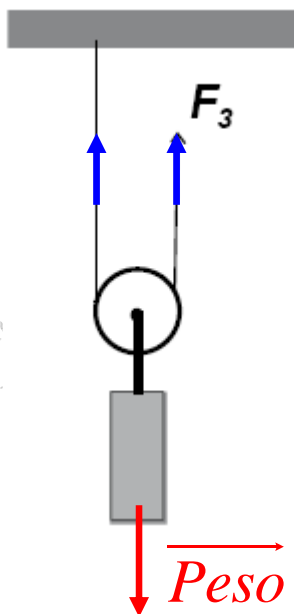
Lembrando da **1ª Lei de Newton: Equilíbrio**  $\Rightarrow F_{\text{Resultante}} = 0!$  Prefiro comentar cada caso... E **desenhando as forças**, como, aliás, sempre recomendo.



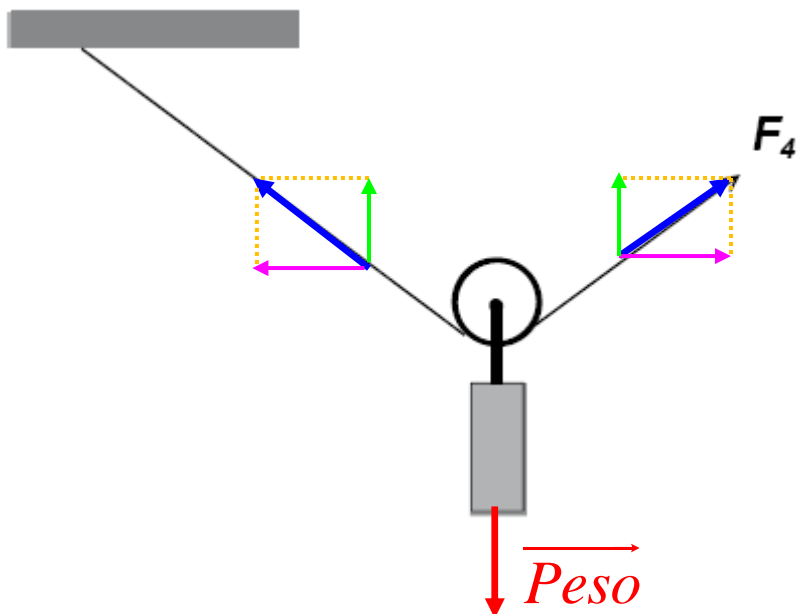
Neste caso, a força  $F_1$  deve igualar o **peso**.



A mesma coisa, só que a corda está inclinada!  $F_2 = \text{peso}$ .



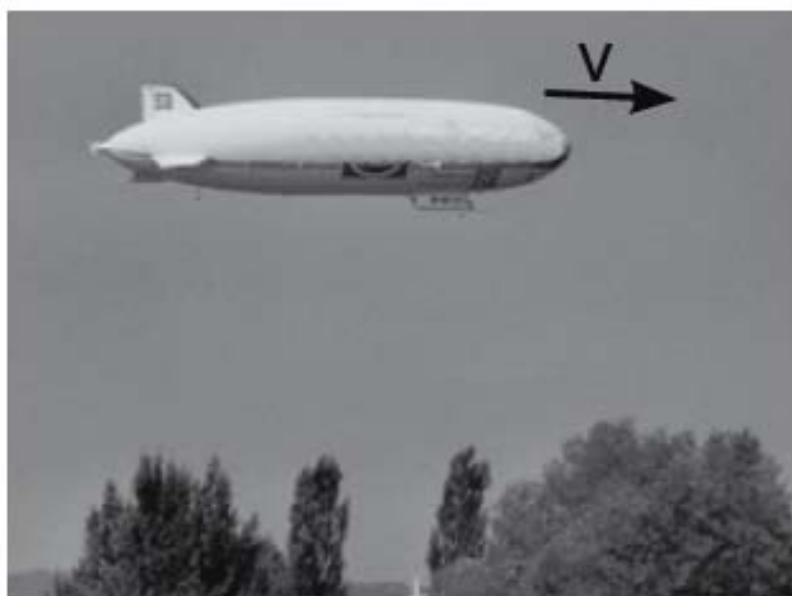
Agora muda! Como a **tração é a mesma em todos os pontos de uma corda esticada**, duas forças seguram o peso. Logo,  $F_3$  vale **metade do peso**.



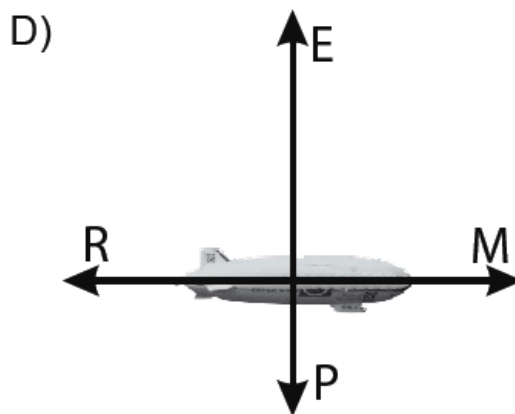
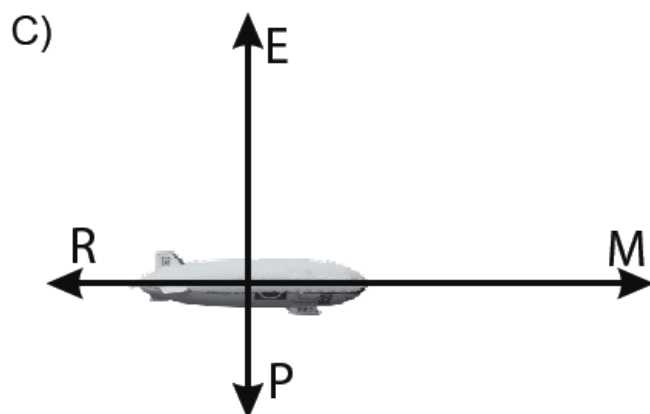
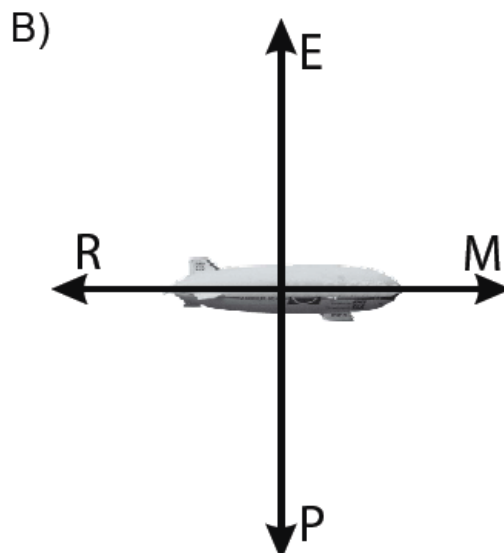
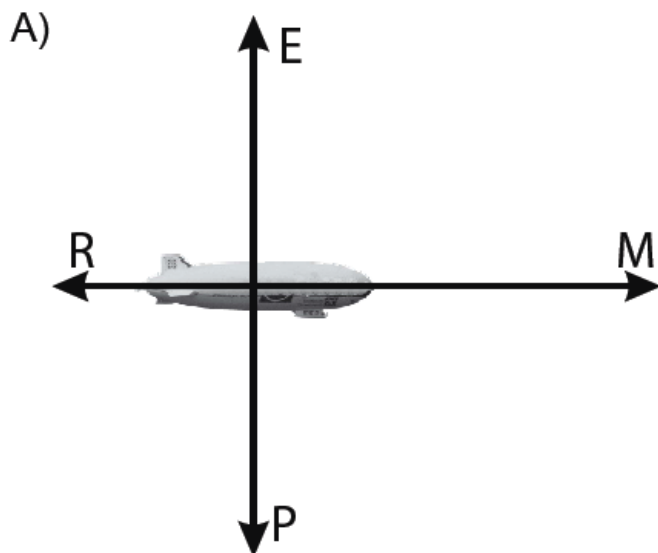
O caso mais complexo! Além da tração,  $F_4$ , aparecer dos dois lados, **deve ser decomposta**. Apenas as **componentes Y** ajudam a segurar o **peso**. Logo, cada **componente Y** vale **metade** do **peso**. Mas,  $F_4$  também tem a **componente X**. Assim,  $F_4$  é **mais do que a metade** do **peso**! E, no caso, é **maior que  $F_3$** .

**OPÇÃO: C.**

- 16.** (UFMG/2010) Nesta figura, está representado um balão dirigível, que voa para a direita, em altitude constante e com velocidade  $v$ , também constante:



Sobre o balão, atuam as seguintes forças: o peso  $P$ , o empuxo  $E$ , a resistência do ar  $R$  e a força  $M$ , que é devida à propulsão dos motores. Assinale a alternativa que apresenta o diagrama de forças em que estão **mais bem** representadas as forças que atuam sobre esse balão.



### CORREÇÃO

As **Leis de Newton**, cobradas de uma maneira bem simples. Ao voar para direita com velocidade constante o balão executa um **Movimento Retilíneo e Uniforme, MRU**. Assim como o repouso, de acordo com a **1ª Lei de Newton**, a **Força Resultante** deve ser **nula**, igual a zero.

O problema já especifica quais forças atuam no balão. Logo, para que se anulem, já que a questão deixa óbvio que são de sentidos contrários, basta **terem o mesmo módulo**, ou seja, em termos de desenho **vetorial**, o **mesmo tamanho**! E só!

Algumas pessoas vão votar na letra A, por acreditarem que para andar para direita é necessária uma força resultante para a direita. Newton, e Galileu, com o conceito de **Inércia**, mostraram que não!

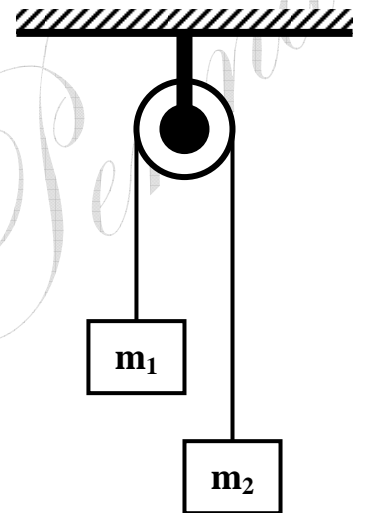
**OPÇÃO: B.**

## 2ª Lei: $F_{\text{Resultante}} = m \cdot a$

- 17.** O sistema abaixo é constituído por dois corpos de massas  $m_1 = 5 \text{ Kg}$  e  $m_2 = 15 \text{ Kg}$ . Eles são unidos através de uma corda considerada inextensível e de massa desprezível que passa através de uma roldana ideal conforme a figura.

Adotando-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando-se o atrito com o ar, a aceleração adquirida pelo sistema abandonado a partir do repouso será igual a:

- a)  $0,75 \text{ m/s}^2$ .
- b)  $7,5 \text{ m/s}^2$ .
- c)  $5 \text{ m/s}^2$ .
- d)  $10 \text{ m/s}^2$ .

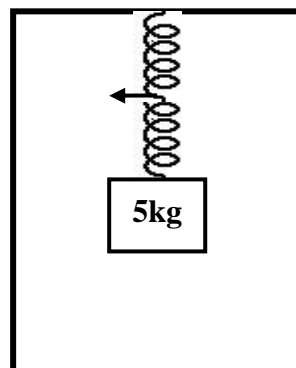


### CORREÇÃO

Lembrando que  $P = mg$ , temos  $F_R = P_2 - P_1 = 100 \text{ N}$ . As trações se anulam porque puxam um corpo em cada sentido. Pela 2ª Lei de Newton,  $F_R = ma$ , sendo que as duas massas se movem, temos  $100 = 20a$  e, logo,  $a = 5 \text{ m/s}^2$ .

### GABARITO: C

- 18.** Um corpo de massa  $5 \text{ Kg}$  se encontra em um elevador, preso a um dinamômetro (balança de mola) fixado no teto, conforme a figura.



- O dinamômetro marca seu “peso” como sendo igual a  $70 \text{ N}$ . Nestas circunstâncias, o elevador pode estar:
- a) descendo em movimento retilíneo e uniforme.
  - b) descendo em movimento acelerado.
  - c) subindo em movimento retardado.
  - d) subindo em movimento acelerado.

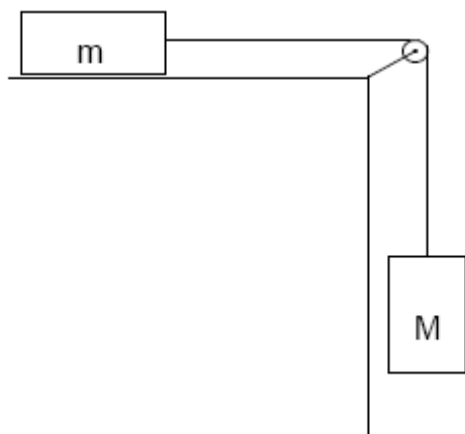
**CORREÇÃO**

Como o peso é dado por  $P = mg$  e  $g \cong 10 \text{ m/s}^2$ , o peso deveria ser igual a  $5 \cdot 10 = 50 \text{ N}$ . Mas, o dinamômetro marca 70N! O corpo, de fato, está submetido a duas forças: seu peso de 50N para baixo e a força do dinamômetro de 70N, para cima. Logo, há uma força resultante de  $70 - 50 = 20\text{N}$ , para cima, que provoca uma aceleração para cima.  $\vec{F}_R = m \vec{a}$ . Assim, o corpo acelera para cima. E pode estar subindo ou descendo, porém obrigatoriamente acelerado para cima.

**GABARITO: D**

**19. UFOP**

No sistema esboçado na figura, não atuam forças de atrito.



**Dados:**  
M e m são as massas dos blocos.

Então, a aceleração  $a$  dos blocos está relacionada à aceleração da gravidade  $g$  por:

- (A)  $a = mg/(m+M)$
- (B)  $a = g$
- (C)  $a = Mg/m$
- (D)  $a = Mg/(m+M)$

**CORREÇÃO**

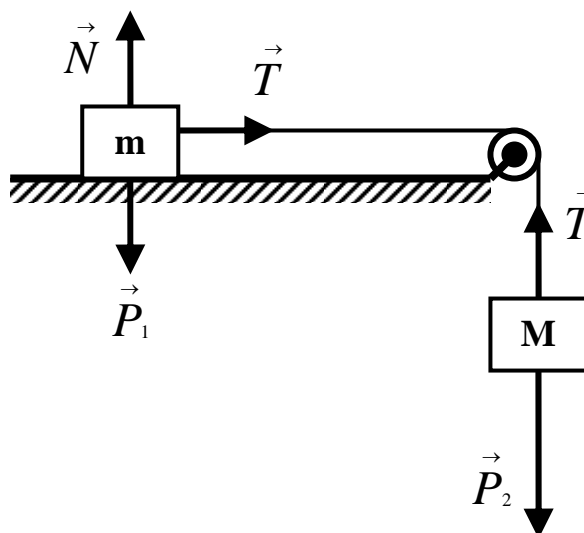
As forças que atuam no sistema são: os pesos, a Tração na corda e a Normal no bloco apoiado. Veja:

$P = mg, P_2 = Mg.$

a) Como  $P_1$  anula a Normal e as Trações também se anulam, temos  $F_R = P_2$ .

$\vec{F}_R = m \vec{a}$

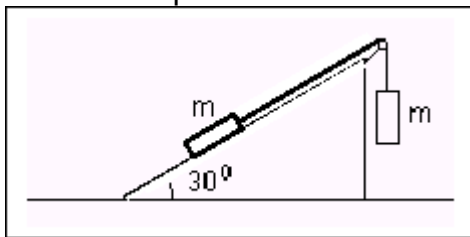
$Mg = (M+m)a \Rightarrow a = \frac{M \cdot g}{(M + m)}$



**GABARITO: D**

**20. (UFOP – 2003)**

O sistema apresentado na figura é constituído por dois blocos idênticos ligados por um cabo.



A aceleração é igual a:

- A)  $g/4$
- B)  $g/2$
- C)  $g/\sqrt{2}$
- D)  $g$

**CORREÇÃO**

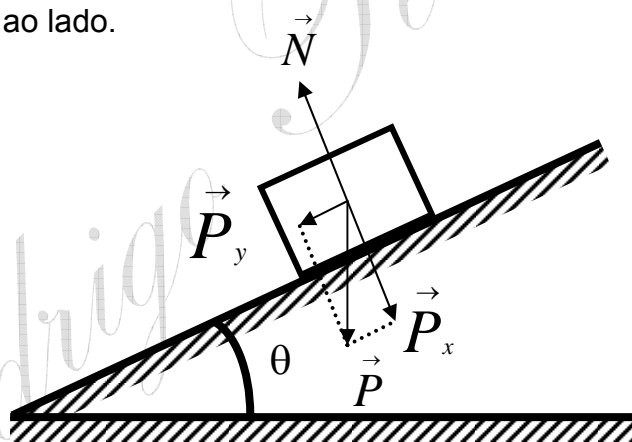
Decompomos o peso na rampa conforme a figura ao lado.

$$P_y = P \sin 30^\circ = mg/2.$$

O peso do bloco pendurado puxa o sistema:  $mg$ .

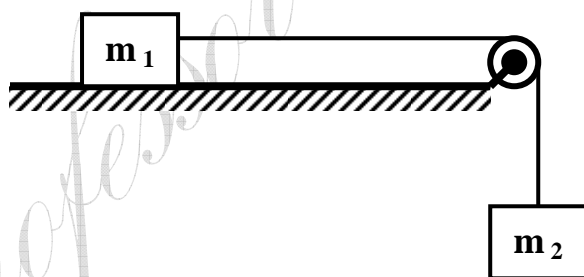
$$F_R = ma \Rightarrow mg - mg/2 = 2ma$$

$$a = g/4.$$



**GABARITO: A**

**21.** Um bloco  $m_1$  de massa igual a **3 Kg** desliza sobre uma mesa perfeitamente lisa puxado por uma corda inextensível e de massa desprezível que passa através de uma polia ideal e o liga ao bloco  $m_2$  de massa igual a **7 Kg**. Observe o esquema.



- a) Determine a **aceleração** do sistema constituído pelos dois blocos, desprezando todos os atritos. Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
- b) Calcule a força de **Tração** na corda.

**CORREÇÃO**

As forças que atuam no sistema são: os pesos, a Tração na corda e a Normal no bloco apoiado.

Veja:

$P = mg, P_2 = 70 \text{ N}.$

a) Como  $P_1$  anula a Normal e as Trações também se anulam, temos  $F_R = P_2.$

$$\vec{F}_R = m \vec{a}$$

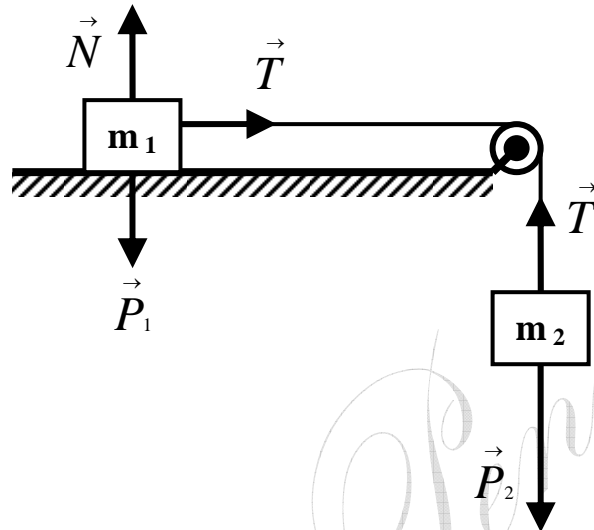
$70 = (3+7)a$

$a = 7 \text{ m/s}^2$

b) Considerando apenas o bloco  $m_1$ :  $F_R = T.$

$$\vec{F}_R = m \vec{a}$$

$T = 3 \cdot 7 = 21 \text{ N}$



22. Dois bloquinhos de massas 4kg e 6kg, presos através de uma corda inextensível e de massa desprezível, estão submetidos à ação de uma força 50N conforme o esquema da figura abaixo.



Considerando a superfície livre de atritos, calcule:

A) a aceleração adquirida pelo sistema formado pelos dois bloquinhos;

B) a tração na corda que une os dois bloquinhos. Dado:  $g = 10 \frac{m}{s^2}.$

### CORREÇÃO

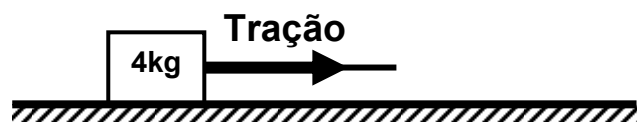
a) Quanto à primeira parte, é tranquilo. Os pesos são anulados pelas respectivas reações normais. Não se considera o atrito. Então, a **Força Resultante é a de 50N!**

Aplicando a **2ª Lei Newton**:  $F_R = m \cdot a$ , onde  $F_R$  é a Força Resultante(N),  $m$  massa(Kg) e a aceleração( $\frac{m}{s^2}$ ).

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F_R}{m} = \frac{50}{(4+6)} = 5 \frac{m}{s^2}$$

b) Quanto ao segundo item, como a Tração da corda puxa um bloquinho para a esquerda e outro para a direita, no sistema ela se anula. E para calcular seu valor, vamos **considerar um bloquinho apenas.**

Olhando só o bloquinho de 4kg: sobre ele, a **Força Resultante é a Tração!**  
 $F_R = T = m \cdot a = 4 \cdot 5 = 20\text{N}$



23. Um corpo em repouso, de massa 10kg, recebe a ação de forças cuja resultante tem intensidade 50N. Calcule:
- a) a aceleração do corpo.
  - b) sua velocidade após 10s de movimento.

**CORREÇÃO**

- a) Este problema é bem simples, e embora envolva contas, trata-se de aplicação direta de fórmulas.

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \Rightarrow a = \frac{F_R}{m} = \frac{50}{10} = 5 \frac{m}{s^2}$$

- b) Equação da Cinemática, setor 122, MRUV:

$V = V_0 + a \cdot t$ , onde  $V$  = velocidade ( $\frac{m}{s}$ ),  $V_0$  = velocidade inicial ( $\frac{m}{s}$ ),  $a$  = aceleração ( $\frac{m}{s^2}$ ),  $t$  = tempo(s).

$$V = V_0 + a \cdot t = 0 + 5 \cdot 10 = 50 \frac{m}{s}$$

24. (UFV – 2003) Uma partícula de massa igual a 10 kg é submetida a duas forças perpendiculares entre si, cujos módulos são 3,0 N e 4,0 N. Pode-se afirmar que o módulo de sua aceleração é:

- a) 5,0 m/s<sup>2</sup>
- b) 0,5 m/s<sup>2</sup>
- c) 7,0 m/s<sup>2</sup>
- d) 0,7 m/s<sup>2</sup>

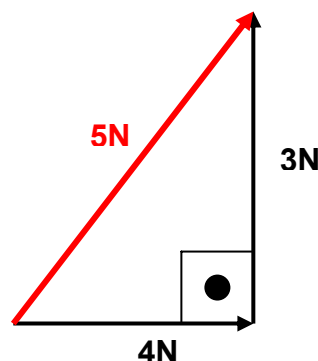
**CORREÇÃO**

Trata-se da aplicação direta da 2ª Lei Newton:  $F_R = m \cdot a$ , onde  $F_R$  é a Força Resultante(N),  $m$  massa(Kg) e a aceleração( $\frac{m}{s^2}$ ).

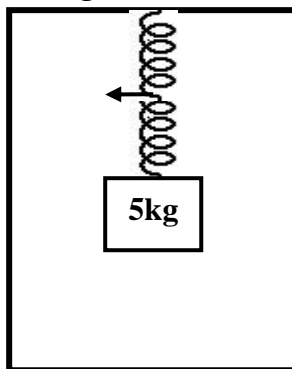
Desenhando os vetores: “duas forças perpendiculares entre si, cujos módulos são 3,0 N e 4,0 N.”

Sinceramente, neste triângulo manjadíssimo nem aplico mais **Pitágoras: o resultante vale 5N.**

Por fim:  $F_R = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F_R}{m} = \frac{5}{10} = 0,5 \frac{m}{s^2}$

**GABARITO: B.**

25. Um elevador tem preso a seu teto um dinamômetro (balança de mola). Pendurado à balança, se encontra um corpo de massa igual a 5kg, conforme o esquema.



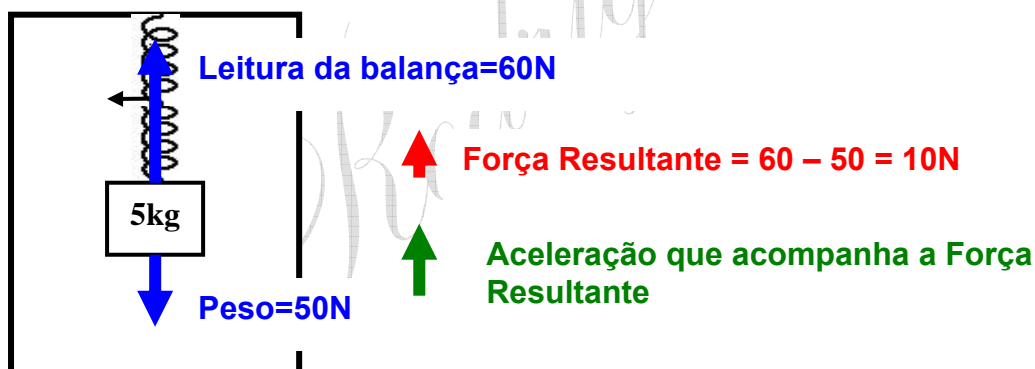
Apesar de a massa do corpo ser de 5kg, o dinamômetro marca uma força de 6kgf.

Baseado nos dados da questão, responda aos itens a seguir.  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .

- Diga em qual situação isto pode ocorrer.
- CALCULE a aceleração do elevador.

### CORREÇÃO

a) Como em quase todos os problemas de Leis de Newton, é sempre bom desenhar e analisar as forças. No caso, as que atuam no corpo. Lembre-se:  $1kgf \cong 10N$ .



Vemos que há uma Força Resultante vertical, para cima. Da 2ª Lei de Newton,

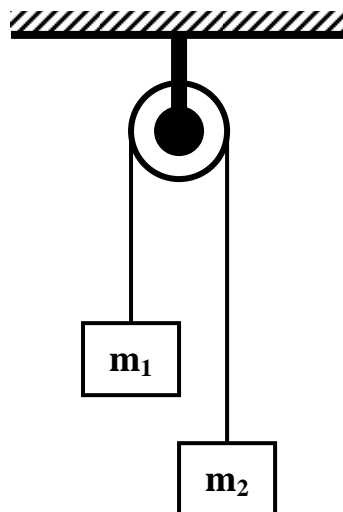
$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$ , por sinal uma equação VETORIAL, DEVEMOS TER UMA ACELERAÇÃO PARA CIMA!

Assim, o elevador, para ter uma balança que marca um valor maior que o peso do corpo, deve ter uma aceleração para cima. O interessante é que não importa o sentido da VELOCIDADE! Pode estar DESCENDO E COMEÇANDO A PARAR ou COMEÇANDO A SUBIR!

b) Feitas estas análises, o resto ficou fácil:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F_R}{m} = \frac{10}{5} = 2 \frac{m}{s^2}$$

26. O sistema ao lado é constituído por dois corpos de massas  $m_1 = 3 \text{ Kg}$  e  $m_2 = 7 \text{ Kg}$ . Eles são unidos através de uma corda considerada inextensível e de massa desprezível que passa através de uma roldana ideal conforme a figura.



Adotando-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando-se o atrito com o ar, a aceleração adquirida pelo sistema abandonado a partir do repouso será igual a:

- e)  $0,4 \text{ m/s}^2$ .
- f)  $4 \text{ m/s}^2$ .
- g)  $7 \text{ m/s}^2$ .
- h)  $10 \text{ m/s}^2$ .

### CORREÇÃO

Como sempre, é bom começar desenhando as forças...

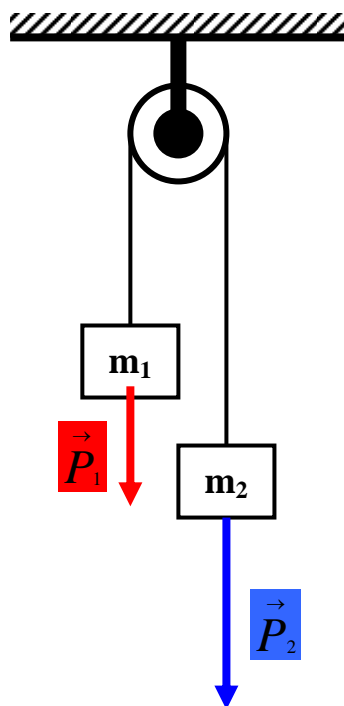
Lembrando que  $P = mg$ , temos  $F_R = P_2 - P_1 = 70 - 30 = 40 \text{ N}$ .

As trações se anulam porque puxam um corpo em cada sentido.

Pela 2ª Lei de Newton,  $F_R = ma$ ,

sendo que as duas massas se movem, temos:

$$40 = (3+7).a \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2.$$



**OPÇÃO: B.**

27. Uma mola esticada 20cm sustenta uma massa de 4kg conforme o esquema da figura 1, abaixo.

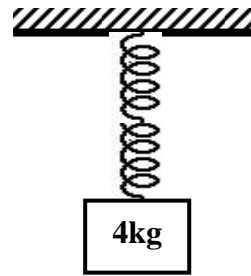


Figura 1

Comprimindo a mola os mesmos 20cm e usando-a para impulsionar o bloco de 4kg sobre uma mesa ideal (sem atrito), conforme a figura 2, a aceleração adquirida pelo bloco será:

- a)  $10 \text{ m/s}^2$ .
- b)  $4 \text{ m/s}^2$ .
- c)  $40 \text{ m/s}^2$ .
- d)  $1 \text{ m/s}^2$ .

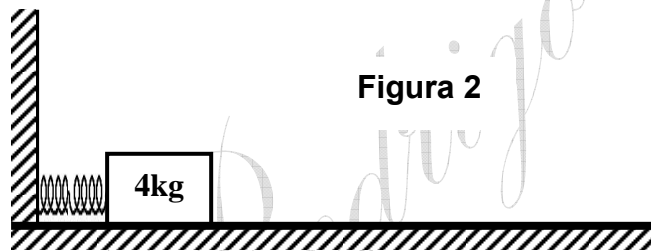


Figura 2

### CORREÇÃO

Pela figura 1, vemos que quando a mola se estica 20cm, **a força elástica anula o Peso, que vale  $P=mg=4 \cdot 10=40\text{N}$ .**

Assim, na figura 2, a força será de 40N sobre uma massa de 4kg. Lembre-se de que, apoiado como em 2, o Peso é anulado pela Normal.

Temos:  **$F_R = m \cdot a \Rightarrow a = F / m = 40 / 4 = 1 \text{ m/s}^2$ .**

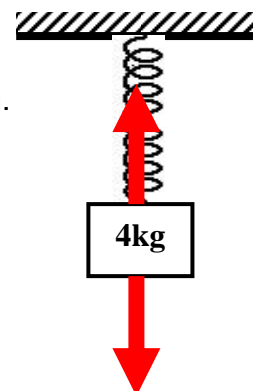


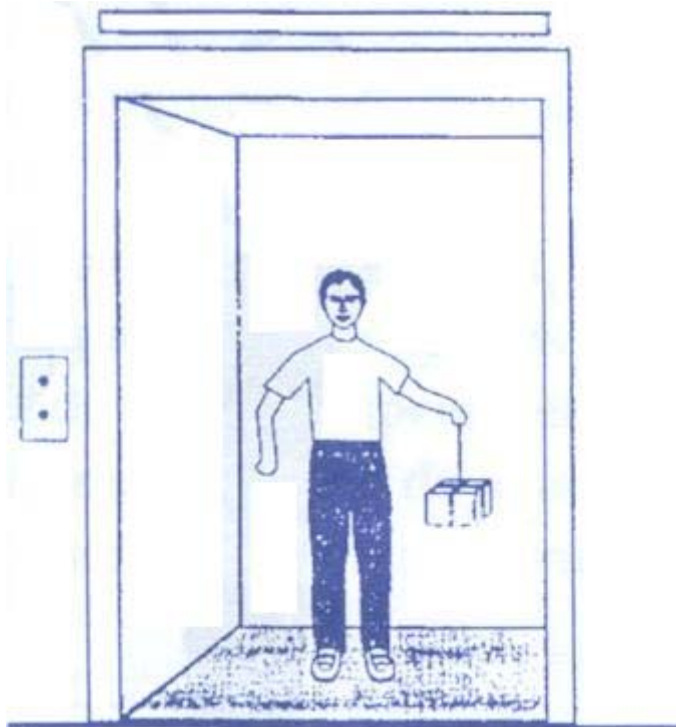
Figura 1

**OPÇÃO: D.**

28. (UFMG) Uma pessoa entra num elevador carregando uma caixa pendurada por um barbante *frágil*, como mostra a figura. O elevador sai do 6º andar e só pára no térreo.

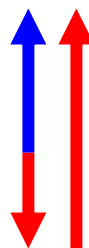
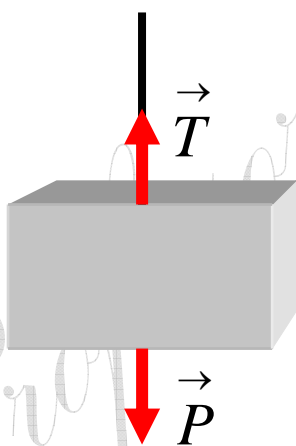
É correto afirmar que o barbante poderá arrebentar:

- no momento em que o elevador entrar em movimento, no 6º andar.
- no momento em que o elevador parar no térreo.
- quando o elevador estiver em movimento, entre o 5º e o 2º andar.
- somente em uma situação em que o elevador estiver subindo.



### CORREÇÃO

Concentrando a atenção no que interessa: o barbante que sustenta o pacote.



$$T - P = F_R = m \cdot a$$

A probabilidade do barbante arrebentar ocorre quanto a tração aumenta, para superar o peso e fornecer uma força resultante, e uma aceleração, para cima. Não importa o sentido da velocidade (subindo ou descendo), é mais provável arrebentar quando o elevador acelerar para cima!

Quando o elevador vem descendo (MRU) e começa a parar, acelera para cima. Ou poderia ser também quando o elevador começasse a subir, mas não tem esta opção.

**OPÇÃO: B.**

29.(CEFET/MG-2006)

Marcos puxa o bloco **A**, representado na Fig. 1, com uma força de 15 N, imprimindo-lhe uma aceleração para cima de  $5,0 \text{ m/s}^2$ . Para produzir igual aceleração para cima em **A**, ele poderia substituir sua força por um bloco **B** (Fig. 2) de massa, em kg, igual a

- a) 1,5.
- b) 3,0.
- c) 5,0.
- d) 10.
- e) 15.

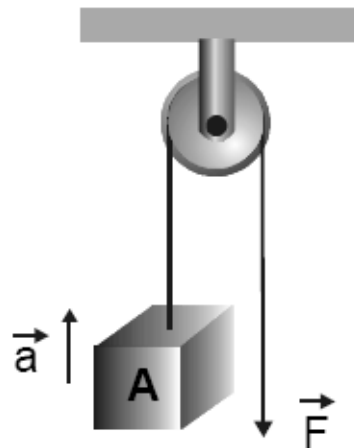


Fig. 1

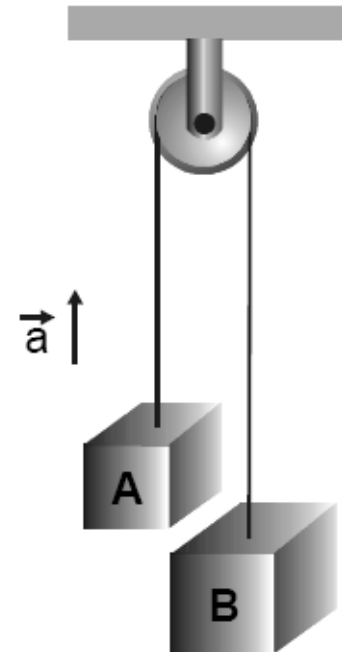


Fig. 2

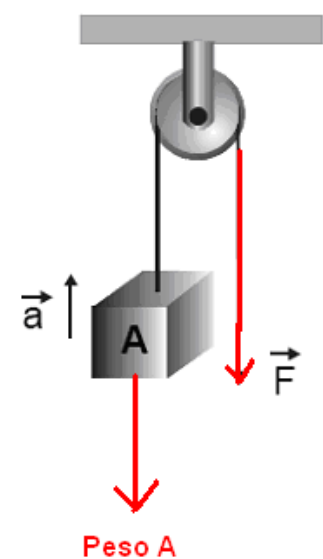
**CORREÇÃO**

Como sempre, nas **Leis de Newton**, devemos analisar as forças.

Para que o bloco suba acelerando, temos que:

$$F - P_A = F_R = m \cdot a \quad P = m \cdot g, \quad g \cong 10 \frac{m}{s^2}$$

Calculando a massa de A:



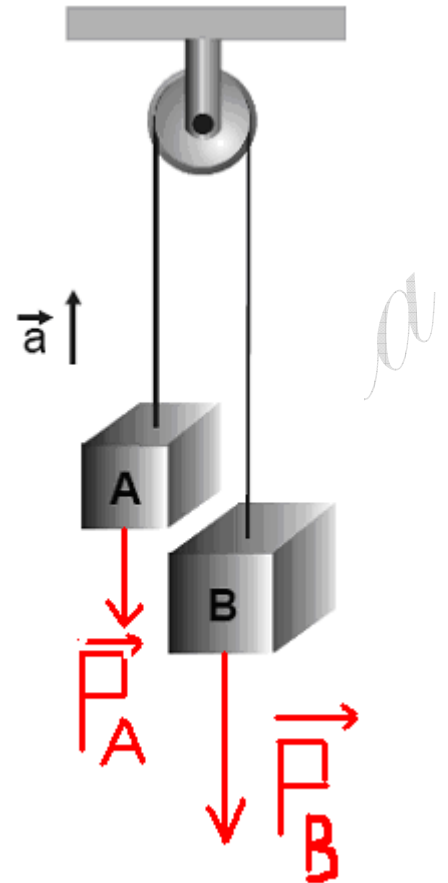
$$F - P_A = m_A \cdot a \Rightarrow F - m_A \cdot g = m_A \cdot a \Rightarrow 15 - m_A \cdot 10 = m_A \cdot 5 \Rightarrow m_A = 1 \text{ kg}$$

Agora, com o bloco B, fazemos uma análise semelhante:

$$P_B - P_A = F_R = m \cdot a$$

Calculando a massa de B:

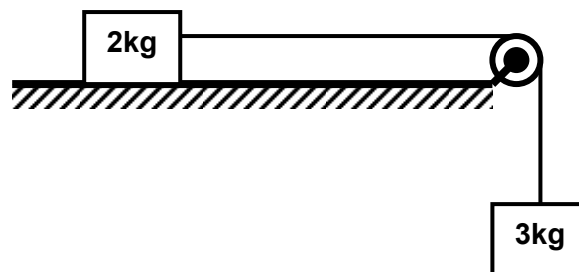
$$P_B - P_A = (m_A + m_B) \cdot a \Rightarrow m_B \cdot 10 - 10 = (1 + m_B) \cdot 5 \Rightarrow m_B = 3\text{kg}$$



**OPÇÃO: B.**

30. No sistema abaixo, um bloco de 3kg é amarrado em uma corda susposta inextensível, que passa por uma polia ideal e é ligada a outro bloco de 2kg. Desprezando todos os atritos, o valor da *força de tração*  $\vec{T}$  na corda vale: ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

- a) 30N.
- b) 10N.
- c) 4N.
- d) 12N.



**CORREÇÃO**

Outro sistema comum, em que vamos aplicar as Leis de Newton.

$F_R = m \cdot a$ ,  $P = m \cdot g$ . Devemos sempre desenhar as forças que atuam no sistema e ver a resultante.

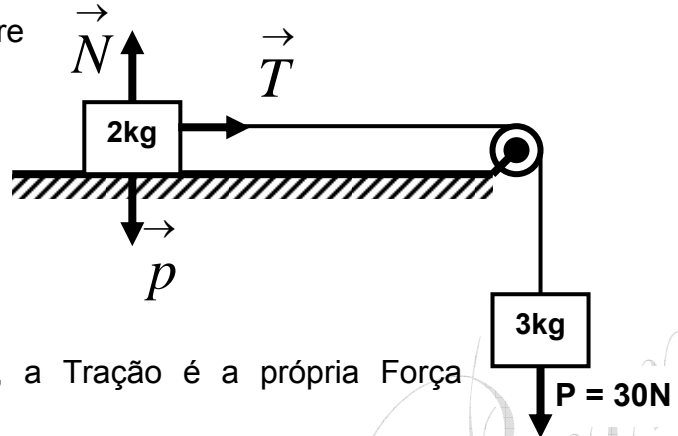
Temos que a Normal do bloco sobre a mesa é anulada pelo seu peso. No sistema inteiro, dois blocos, a tração se anula, pois puxa cada parte para um lado. Então:

$$F_R = 30 = m \cdot a$$

$$a = \frac{30}{(2+3)} = 6 \frac{m}{s^2}$$

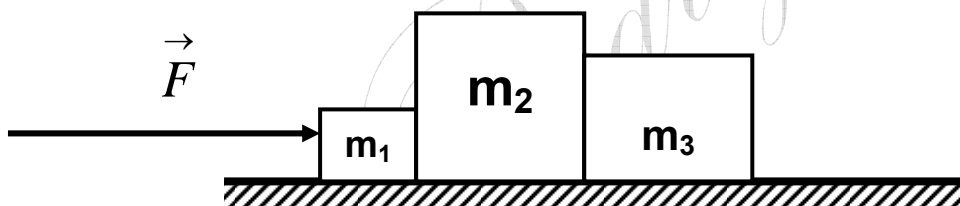
Por outro lado, para o bloco de 2kg, a Tração é a própria Força Resultante! Assim:

$$F_R = T = m \cdot a = 2 \cdot 6 = 12 \text{ N}$$



**OPÇÃO: D.**

- 31.** Três corpos se encontram sobre uma superfície de atrito desprezível, submetidos à ação de uma força  $\vec{F}$  de módulo igual a **50N**. Veja a figura.



As massas dos corpos  $m_1$ ,  $m_2$  e  $m_3$  são, respectivamente, **2kg**, **5kg** e **3kg**. Considerando  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ , determine o valor da força que o bloco  $m_2$  exerce sobre o bloco  $m_3$ .

**CORREÇÃO**

Problema tradicional sobre **Sistema de Blocos**, aplicação das **Leis de Newton**.

Resolvendo por etapas... Primeiro, uma breve análise das **forças** que atuam no sistema. **Os pesos dos blocos são anulados pelas respectivas reações normais**. Então, temos como **Força Resultante**, já que o atrito é desprezível, a força de **50N**.

**2ª Lei Newton:**  $F_R = m \cdot a$ , onde  $F_R$  é a Força Resultante(N),  $m$  massa(Kg) e a aceleração( $\frac{m}{s^2}$ ).

$$a = \frac{F_R}{m} = \frac{50}{(2+5+3)} = 5 \frac{m}{s^2}$$

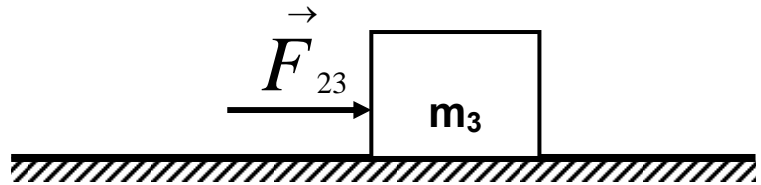
Temos a aceleração do sistema.

Para calcular a força que o bloco  $m_2$  exerce sobre o bloco  $m_3$ , considere apenas o bloco  $m_3$ .

Ele se move devido à Força Resultante sobre ele,

$\vec{F}_{23}$ ! Aplicando outra vez a 2ª Lei...

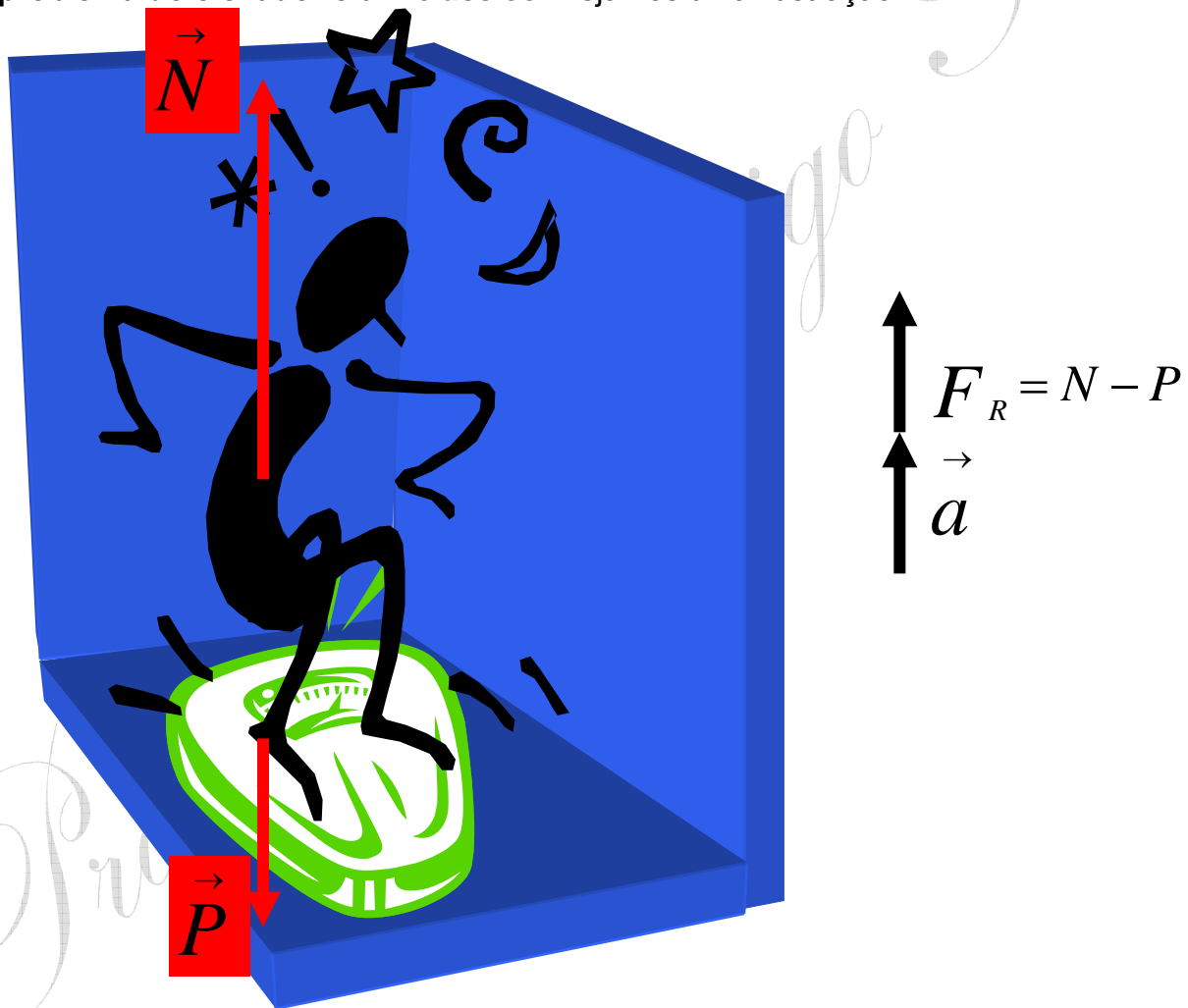
$F_R = F_{23} = m \cdot a = 3.5 = 15N.$



32. Uma pessoa de massa igual a 60kg se encontra sobre uma balança, no interior de um elevador. Estranhamente, a balança **marca um peso de 72Kgf!** Sobre esta situação, responda:
- a) Se a marcação da balança está correta, então o que pode estar acontecendo?
  - b) CALCULE o valor da aceleração do elevador. Considere  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .

**CORREÇÃO**

O problema do elevador é um clássico! Vejamos uma ilustração.



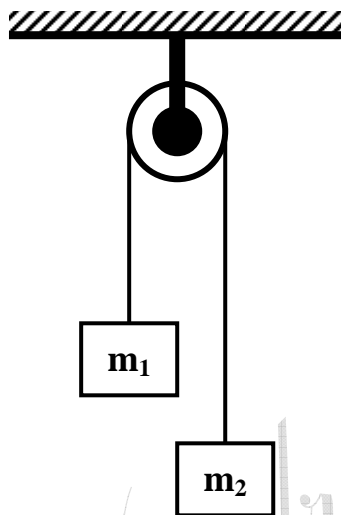
A balança marca a **NORMAL**, que está maior que o peso! Com isto, temos uma **Força Resultante para cima**, que provoca uma **Aceleração para cima** ( $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$ )!

Respondendo à letra a, o elevador está **acelerado para cima**. Mas, a velocidade pode ser para cima ou para baixo! Isto é, ou **o elevador está descendo e começando a parar** ou **começando a subir!**

Quanto à letra b, aplicamos a 2ª Lei:  $\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$ . E, claro,  $P = m \cdot g$  e  $1kgf \cong 10 \text{ m/s}^2$ .

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \Rightarrow N - P = ma \Rightarrow a = \frac{N - P}{m} = \frac{720 - 600}{60} = 2 \frac{m}{s^2}!$$

33. Dois bloquinhos  $m_1$  e  $m_2$  de massas 4kg e 6kg, respectivamente, presos através de uma corda inextensível e de massa desprezível, estão presos a uma polia considerada ideal, conforme a figura abaixo.



Desprezando todos os atritos, calcule:

- a) a aceleração adquirida pelo sistema formado pelos dois bloquinhos;  
 b) a tração na corda que une os dois bloquinhos. Dado:  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .

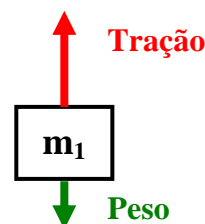
### CORREÇÃO

a) Primeiramente, a **Força Resultante** precisa ser calculada. Lembrando que  $P = m \cdot g$ , a força resultante será então a **diferença** entre os pesos:  **$60 - 40 = 20N$** .  
 Aplicando a **2ª Lei Newton**:  $F_R = m \cdot a$ , onde  $F_R$  é a Força Resultante(N),  $m$  massa(Kg) e a aceleração( $\frac{m}{s^2}$ ).

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F_R}{m} = \frac{20}{(4+6)} = 2 \frac{m}{s^2}$$

b) Quanto ao segundo item, como a **Tração da corda** puxa um bloquinho para cima e outro para baixo, no sistema ela se anula. E para calcular seu valor, vamos **considerar um bloquinho apenas**.

Olhando só o bloquinho de 4kg:  
 sobre ele, a **Força Resultante é a Tração - Peso!**  
 **$F_R = T - P = m \cdot a \Rightarrow T - 40 = 4 \cdot 2 \Rightarrow T = 48N$** .



34. (PUC/BH – modificada) Observe atentamente a situação descrita na figura abaixo. Ela mostra o interior de um elevador, em circunstâncias não muito comuns!



- a) Diga o que poderia estar acontecendo.  
b) Determine a aceleração do elevador.

**CORREÇÃO**

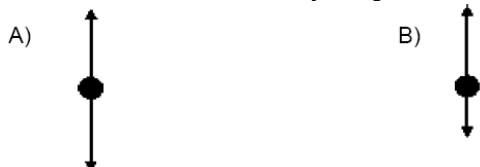
a) Ao olhar a figura, vemos as pessoas **surpreendentemente flutuando!** Ora, se não estão nem sequer encostadas no chão, **não possuem sequer também Reação Normal!** O elevador deve estar caindo, e as pessoas “ficando para trás”!

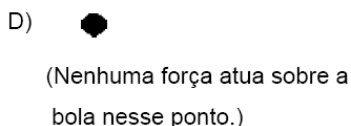
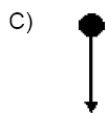
b) Se não há Normal, a **Força Resultante é o Peso.** Neste caso, a aceleração que ele provoca é a da **Gravidade,  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .** Como em toda **Queda Livre.**

35. (UFMG/02) Durante uma brincadeira, Bárbara arremessa uma bola de vôlei verticalmente para cima, como mostrado nesta figura:



Assinale a alternativa cujo diagrama **melhor** representa a(s) força(s) que atua(m) na bola no ponto **mais** alto de sua trajetória.



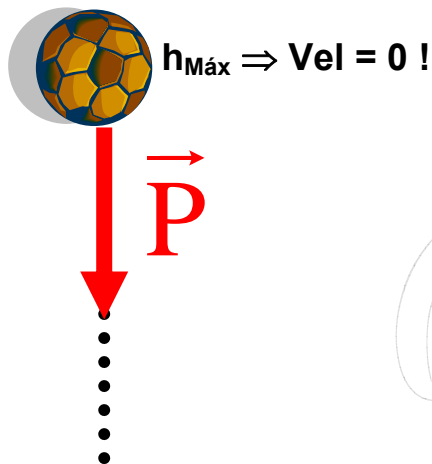


**CORREÇÃO**

Toda questão sobre **FORÇAS** no vestibular, direta ou indiretamente, envolve as **Leis de Newton**. No caso desta, bem típica, vamos analisar apenas o **ponto mais alto** da trajetória da bola.

Como a **velocidade é zero na altura máxima**, nem existe atrito! Assim, sobra uma força, **infalível: O PESO! Vertical e para baixo**, como sempre, aliás.

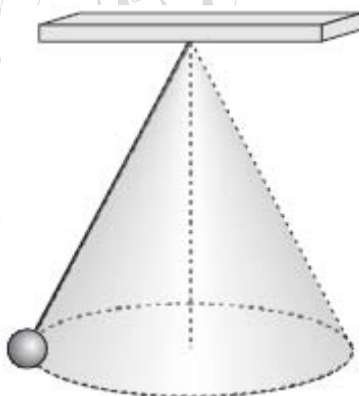
Muitos alunos chegam a confundir, mas não há Normal, pois não há apoio, nem Tração, pois não tem corda, ou qualquer outra força! E a bola **não está em Equilíbrio**: sob ação do Peso, ela irá cair, acelerando...



**OPÇÃO: C.**

**36. (UFMG/2006)** (Constituída de três itens.)

Durante uma aula de Física, o Professor Raimundo faz uma demonstração com um pêndulo cônico. Esse pêndulo consiste em uma pequena esfera pendurada na extremidade de um fio, como mostrado nesta figura:



Nesse pêndulo, a esfera descreve um movimento circular com velocidade de módulo constante, em um plano horizontal, situado a 1,6 m abaixo do ponto em que o fio está preso ao teto.

A massa da esfera é 0,40 kg, o raio de sua trajetória é 1,2 m e o comprimento do fio é 2,0 m.

Considere a massa do fio desprezível. Despreze, também, qualquer tipo de atrito.

Com base nessas informações:

1. **DESENHE** e **NOMEIE**, na figura, as forças que atuam na esfera.

**RESPONDA:**

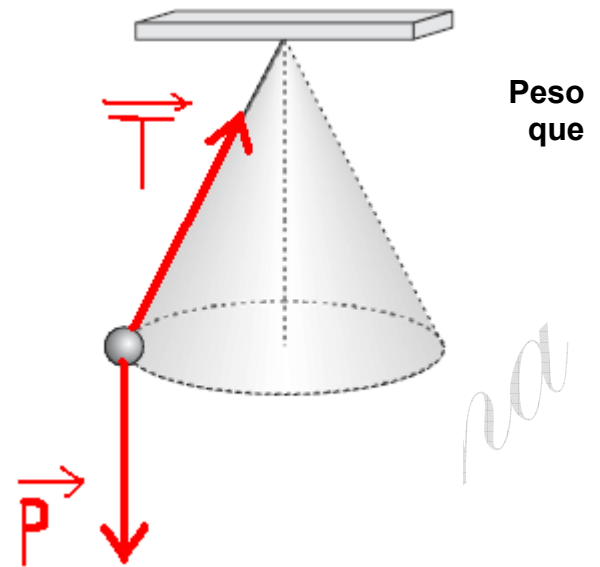
Quais são os agentes que exercem essas forças?

**CORREÇÃO**

O pêndulo cônico é uma questão tradicional, muito explorada e explicada em sala de aula. Envolve uma boa noção sobre forças e Leis de Newton, além de Movimento Circular.

Como se desprezam os atritos, sobram apenas duas forças: o **Peso** e a **Tração**. Veja:

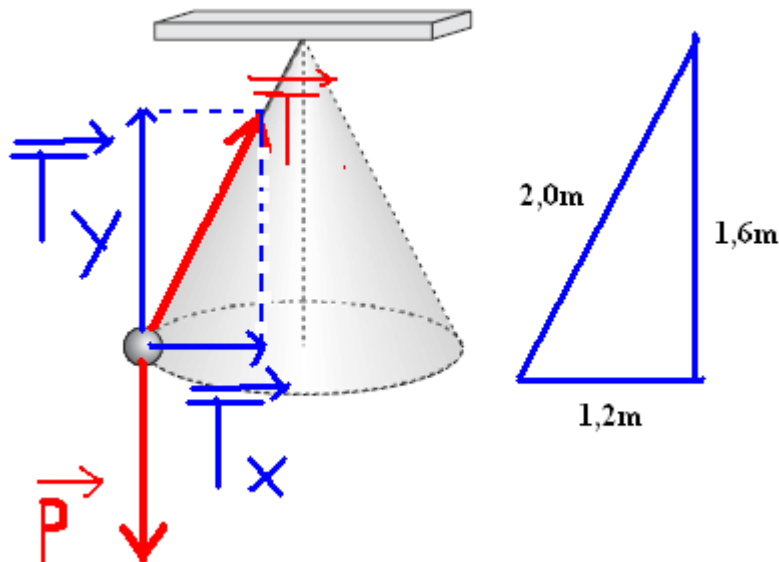
Embora seja comum observar alguma confusão nas correções que faço quando pergunto este tipo de coisa, a “origem” das forças, é claro que o agente que exerce o é a Terra, através da atração gravitacional e o agente exerce a Tração é a corda, amarrada ao pêndulo.



2. CALCULE a tensão no fio.

### CORREÇÃO

O bom aluno, que estuda, já resolveu alguma vez esta questão. Assim, para ele, não haverá novidades. Tecendo considerações: uma parte da tração anula o peso e outra parte fornece a **Força Centrípeta** necessária ao movimento circular no plano horizontal. Temos valores e podemos aplicar um pouco de trigonometria ou semelhança básica. Na figura abaixo, vemos a Tração já decomposta. A sua componente Y anula o Peso e a X faz o papel de força centrípeta.



$$\frac{T}{T_y} = \frac{2}{1,6} \Rightarrow T = \frac{5T_y}{4}, \text{ mas } T_y = P = mg \Rightarrow T = \frac{5 \cdot 0,4 \cdot 10}{4} = 5,0N$$

3. CALCULE a energia cinética da esfera.

## CORREÇÃO

A componente x é a Força Centrípeta, que está relacionada à velocidade.

$$\frac{T_x}{T} = \frac{1,2}{2} \Rightarrow T_x = \frac{3T}{5} = 3N, \text{ por semelhança, e } T_x = F_c = \frac{mv^2}{R}. \text{ Substituindo, temos:}$$

$$T_x = 3 = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow 3 = \frac{0,4v^2}{1,2} \Rightarrow v = 3,0 \frac{m}{s}$$

Agora, a Energia Cinética:  $E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 3^2}{2} = 1,8J$  Poderíamos ter feito as contas

apenas no final, substituindo nas fórmulas, mas pelo que vejo a maioria dos alunos não gosta ou não costuma fazer assim. Enfim, a Matemática deixa vários caminhos.

Questão típica, números escolhidos para contas tranqüilas, muito boa para o bom aluno.

37. (UFMG/2007) Um ímã e um bloco de ferro são mantidos fixos numa superfície horizontal, como mostrado nesta figura:



Em determinado instante, ambos são soltos e movimentam-se um em direção ao outro, devido à força de atração magnética.

Despreze qualquer tipo de atrito e considere que a massa  $m$  do ímã é igual à metade da massa do bloco de ferro.

Sejam  $a_i$  o módulo da aceleração e  $F_i$  o módulo da resultante das forças sobre o ímã. Para o bloco de ferro, essas grandezas são, respectivamente,  $a_f$  e  $F_f$ .

Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que

- A)  $F_i = F_f$  e  $a_i = a_f$ .
- B)  $F_i = F_f$  e  $a_i = 2a_f$ .
- C)  $F_i = 2F_f$  e  $a_i = 2a_f$ .
- D)  $F_i = 2F_f$  e  $a_i = a_f$ .

## CORREÇÃO

Eis a **infalível** questão sobre **Leis de Newton**. Sabemos que ímãs atraem ferro e, por **Ação e Reação**, as forças são de **módulos iguais e contrárias**.



Sem atritos, os corpos se deslocarão, acelerando conforme a 2ª Lei de Newton:

$$a = \frac{F_R}{m}$$

, a **aceleração é inversamente proporcional à massa**. Logo, **quem tem metade da massa (ímã) terá o dobro da aceleração para forças de módulos iguais**. Eis um detalhe que alguns alunos simplesmente não levam em conta: forças de valor igual, em corpos diferentes, provocam efeitos – acelerações – diferentes.

**OPÇÃO: B.**

**38. (UFOP/2º 2007)** Um ônibus caminha com velocidade constante em uma estrada horizontal quando, subitamente, o motorista acelera o veículo, fazendo com que os passageiros experimentem uma força que os impele para trás. Assinale a alternativa **correta**:

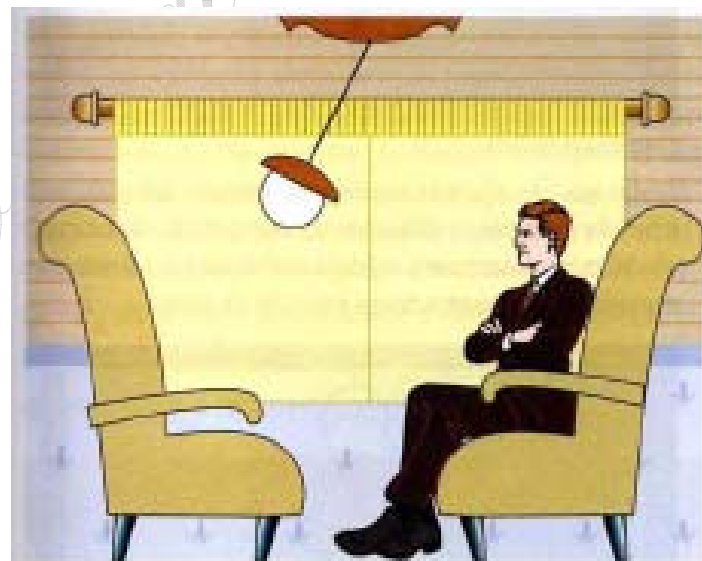
- A) A força que os passageiros experimentam é de natureza fictícia ou inercial e proporcional ao peso de cada passageiro.
- B) A força que os passageiros experimentam é de natureza fictícia ou inercial, mas independe do peso de cada passageiro.
- C) A força que os passageiros experimentam é real, mas depende do campo gravitacional da Terra.
- D) A força que os passageiros experimentam é real, mas independe do campo gravitacional da Terra.

**CORREÇÃO**

O conceito de *força fictícia* é utilizado em **Referenciais Não Inerciais**, e o ônibus é um referencial assim: **está acelerado!** Das opções oferecidas, notamos que não consta a explicação tradicional no Ensino Médio, que seria a **Inércia**: os passageiros não são empurrados para traz no referencial da estrada. Apenas *ficam para traz* quando o ônibus acelera, pois o motor não fez força sobre eles!

Porém, imaginando um ônibus todo fechado, sem janelas, onde os passageiros nem vissem a estrada, de repente eles “são impelidos para traz”, assim, do nada! Neste referencial hipotético, para explicar esta força que os impele, criou-se o conceito de **Força Fictícia**: ela empurra os passageiros para traz. E esta força não tem nada a ver com o peso, ou seja, **não está ligada nem ao peso nem ao campo gravitacional da Terra**. Sobra só B.

Este tópico está no programa: “1.3.3 Os sistemas de referência”... No caso citado, é como se mudássemos nosso ponto de vista, ou seja, nosso sistema de referência. Seriam mais comum pensar que **o ônibus acelera e os passageiros, por Inércia, ficam para traz**, mas pode ser diferente: **no referencial do ônibus, ele mantém seu**



O lustre dentro do vagão inclina-se quando o trem é acelerado.



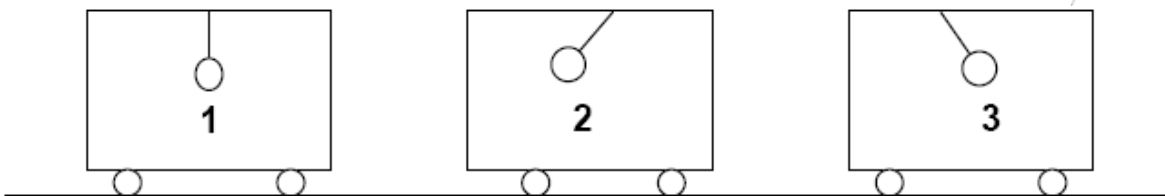
A marcação do dinamômetro onde a carga está pendurada se altera quando o elevador acelera.

movimento, sem acelerar, e os passageiros são empurrados para trás pela força fictícia! O valor da aceleração do ônibus no referencial da estrada ( $F=ma$ ) e da aceleração dos passageiros pela força fictícia é o mesmo, e não tem nada a ver com o peso de cada um nem com o campo gravitacional da Terra. A força fictícia em cada passageiro depende da **aceleração do ônibus e da massa (que não é Peso)** de cada passageiro.

Veja estas figuras inspiradoras, que tirei do livro **Física, Mecânica**, vol. 1, **Alberto Gaspar**, 1ª Edição, Editora Ática, 2002. Como explicar que o lustre se inclina ou que o dinamômetro marca um peso diferente nos referenciais do trem e do elevador? Recomendo a leitura do tópico **Forças Fictícias**, na pág. 175, que traz também uma ótima discussão sobre a força **Centrífuga**.

**OPÇÃO: B.**

**39. (PUC-MG/2008)** A figura representa um vagão, que se move em trilhos retos horizontais, com um pêndulo simples pendurado em seu teto, estando o pêndulo em repouso em relação ao vagão.



- I. O vagão 1 está em movimento uniformemente variado.
- II. O vagão 2 move-se para a direita em movimento acelerado.
- III. O vagão 2 move-se para a direita em movimento retardado.
- IV. O vagão 3 move-se para a esquerda em movimento acelerado.
- V. O vagão 3 move-se para a direita em movimento retardado.

São **CORRETAS** as afirmações:

- a) I, II, III e V estão corretas.
- b) II, IV e V apenas.
- c) III, IV e V apenas.
- d) I, II, III e IV.

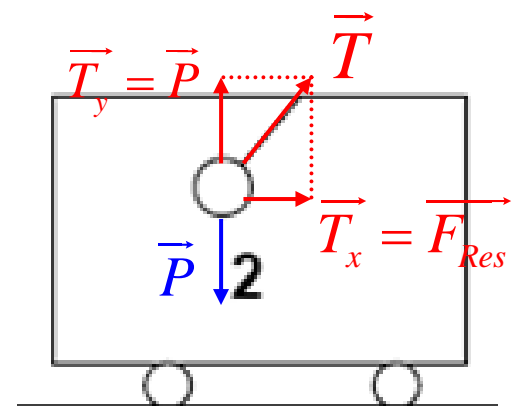
**CORREÇÃO**

Quanto ao vagão 1, pela posição do pêndulo, vemos que ele está **ou em repouso ou em MRU (1ª Lei de Newton)**, afinal, ele se encontra em equilíbrio.

No vagão dois não: veja a decomposição da tração na corda.

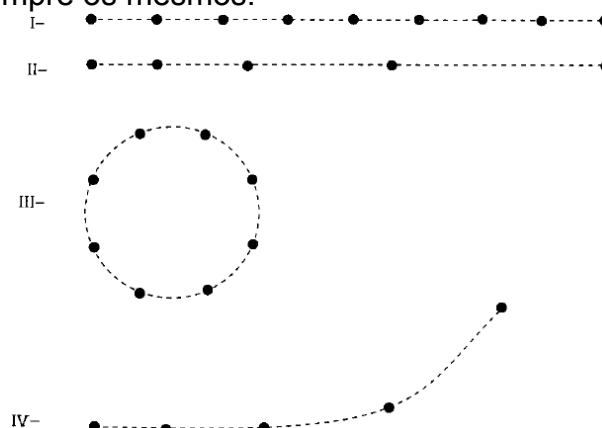
O vagão está acelerado! *Sobra* uma força resultante da tração  $x$ . Então, ou ele está acelerando para a direita ou o vagão está andando para a esquerda e freando.

Quanto ao vagão 3, ocorre o mesmo que em 2, porém em sentido contrário.



**OPÇÃO: B.**

40. (UFMG/96) Cada um dos itens, I, II, III e IV, representa uma seqüência de posições de objetos em movimento. Os intervalos de tempo entre duas posições consecutivas assinaladas são sempre os mesmos.



Assinale a alternativa que indica **TODOS** os itens em que há movimento acelerado.

- A) I e III    B) II, III e IV    C) II e IV    D) III e IV

**CORREÇÃO**

Em 1, temos um MRU  $\Rightarrow$  SEM ACELERAÇÃO (1ª Lei de Newton).  
 Em 2, pelas distâncias que aumentam, vemos que o corpo acelera.  
 Em 3, curva, toda curva é acelerada! Aceleração centrípeta.  
 Em 4, temos tanto aceleração tangencial quanto centrípeta.

**OPÇÃO: B.**

41. (PUC-MG/2008) Um carro está movendo-se para a direita com uma determinada velocidade, quando os freios são aplicados. Assinale a opção que dá o sentido correto para a velocidade  $v$  do carro, sua aceleração  $a$  e a força resultante  $F$  que atua no carro enquanto ele freia.

	$v$	$a$	$F$
a)	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\leftarrow$
b)	$\rightarrow$	$\leftarrow$	$\leftarrow$
c)	$\leftarrow$	$\leftarrow$	$\leftarrow$
d)	$\rightarrow$	$\leftarrow$	$\rightarrow$



**CORREÇÃO**

Embora muitos alunos confundam, a **velocidade não se vincula à força**. Quem se vincula à força é a **aceleração**: 2ª Lei de Newton diz  $\vec{F} = m\vec{a}$ . Ela mostra que a **força tem o mesmo sentido da aceleração**, já que a massa é sempre positiva. Para frear, o atrito faz uma **força para traz**. Logo a aceleração também é **para traz**, enquanto a velocidade é **para frente**, conforme a figura.

**OPÇÃO: B.**

1. (UFMG/2009) Considere que dois objetos de massas  $M$  e  $m$  estão pendurados nas extremidades de uma corda que passa por uma polia, como representado na figura ao lado:

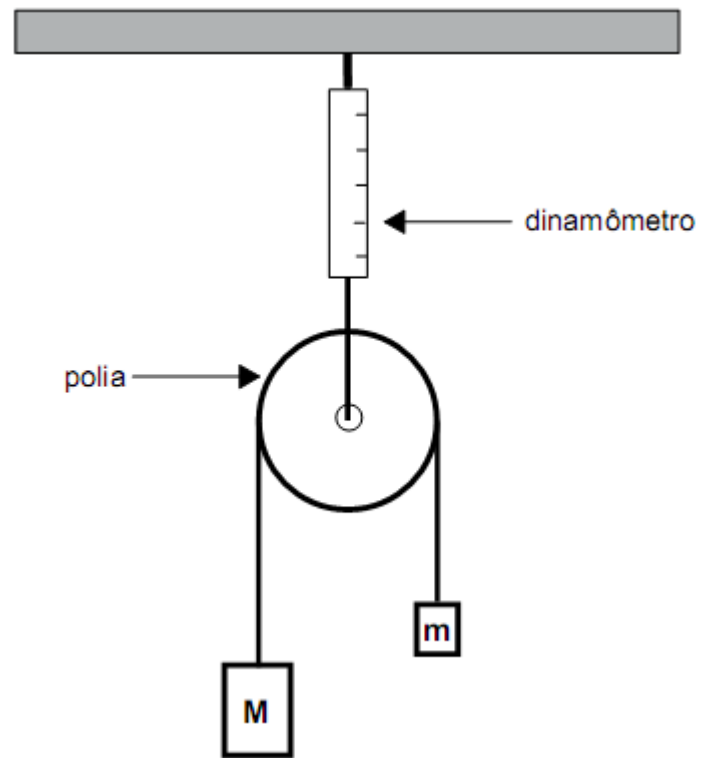
O eixo da polia é sustentado por um dinamômetro.

Considere que  $M > m$ ; que a massa da corda e a da polia são desprezíveis; que a corda é inextensível; e que a polia pode girar livremente em torno de seu eixo.

Considerando essas informações,

1. A) **DESENHE** e **NOMEIE**, diretamente na figura, as forças que atuam nos objetos  $M$  e  $m$ .
- B) **DETERMINE** a aceleração do objeto de massa  $m$  em função de  $M$ ,  $m$  e  $g$ .

2. **DETERMINE** a força indicada no dinamômetro em função de  $M$ ,  $m$  e  $g$ .



## CORREÇÃO

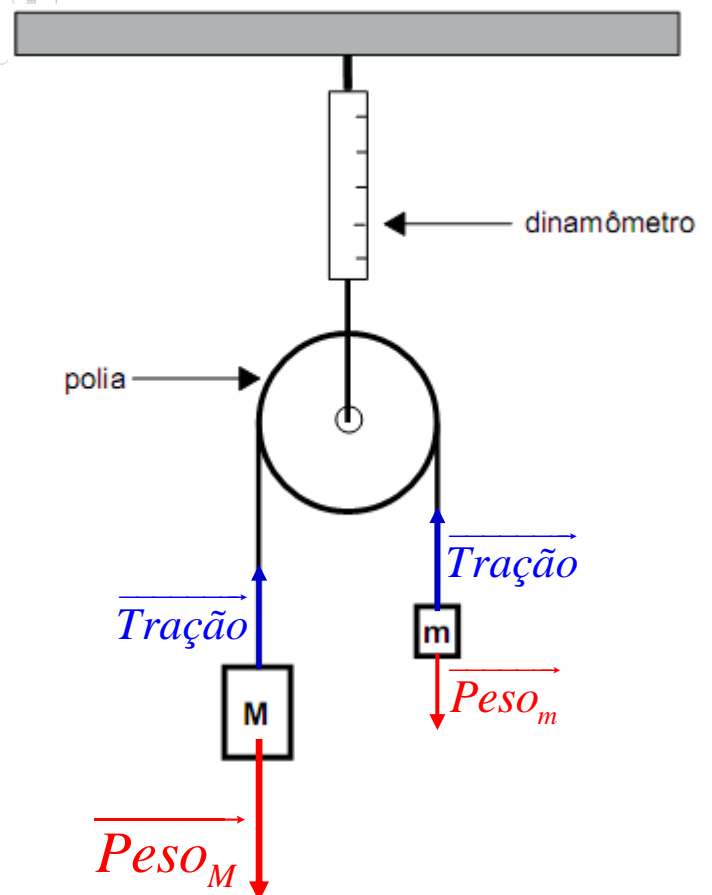
Eis uma típica questão de **Leis de Newton**.

O item 1 A, além de mais simples, é *necessário* para a solução do problema. Vamos copiar a figura e desenhar as forças.

Veja que desenhamos as forças em **escala**:  $P_M > \text{Tração} > P_m$ . E são apenas estas duas forças em cada objeto: seu **peso**, a força de atração gravitacional da Terra sobre eles, e a **Tração**, provocada pela corda esticada e amarrada nos dois.

Para calcularmos a aceleração de  $m$ , por sinal a mesma em módulo de  $M$  – só que o primeiro sobe enquanto o segundo desce – precisamos da **Força resultante** que atua sobre o sistema. Note que a **Tração**, no sistema, se anula, pois puxa um objeto para *cada lado*. Ou, se preferir, pense que a **Tração** é uma força *interna*, não sendo capaz de acelerar o sistema. E, uma última forma de enxergar a situação, imagine a corda *estica em linha reta*: a **Tração** nas duas cordas se anula porque fica uma para cada lado!

Sobram os dois pesos (demais desprezíveis, além do atrito) e um deles é maior:  $P_M$ . Este faz acelerar o sistema no seu sentido pela **diferença de peso**. Calculando e, básico:  $P = mg$ . Erro comum: **as duas massas ( $M+m$ ) aceleram!**



$$F_{\text{Res}} = P_M - P_m = \text{massa}_{\text{sistema}} \cdot a \quad (2^{\text{a}} \text{ Lei de Newton}) \Rightarrow$$

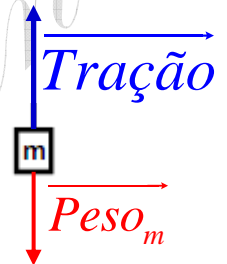
$$Mg - mg = (M + m) \cdot a \Rightarrow a = \frac{(M - m)}{(M + m)} g$$

Note que se as massas forem iguais a aceleração seria zero:  $M - m = 0!$  E  $a < g!$

Quanto ao item 2, um bom começo é calcular a **Tração** que atua na corda. Para começar, como discutimos que ela **se anula** no sistema inteiro, vamos analisar só um objeto, o  $m$ .

A **2ª Lei de Newton** permite calcular a **Tração**:

$$F_{\text{Res}(m)} = T - P_m = m \cdot a \Rightarrow T = ma + mg = m(a + g)$$



Mas, sabemos a **aceleração**, calculada anteriormente. Substituímos:

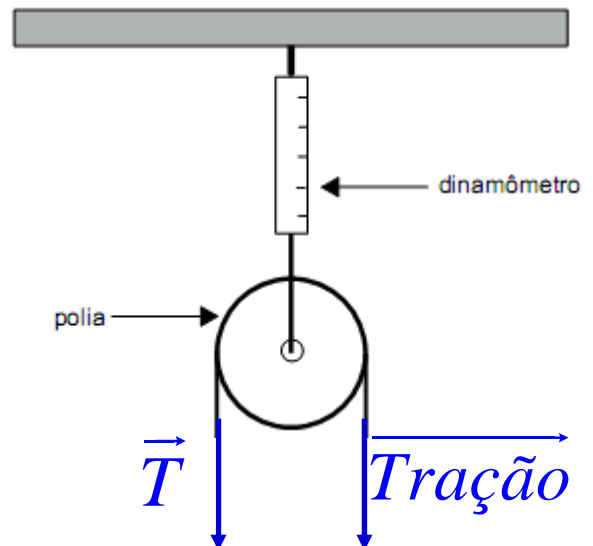
$$T = m \left[ \frac{(M - m)}{(M + m)} g + g \right] = mg \left[ \frac{(M - m)}{(M + m)} + 1 \right]$$

Grande, mas nada grave! Porém, um *detalhe* que, creio, irá provocar até mais erros, é o último. Percebe-se quando se analisa a corda atuando **na roldana**. Veja:

Estando a corda **toda esticada**, ela puxa a polia **dos dois lados!** Este tipo de situação é sempre comentado em sala de aula, pois problemas de roldanas são dos mais comuns nos exemplos feitos sobre as Leis de Newton.

É o conjunto das duas **Trações**, e não os pesos, que puxa a polia de massa desprezível, lembre-se. Então, o dinamômetro, que não passa de um medidor de força, mede **2T**, duas trações!

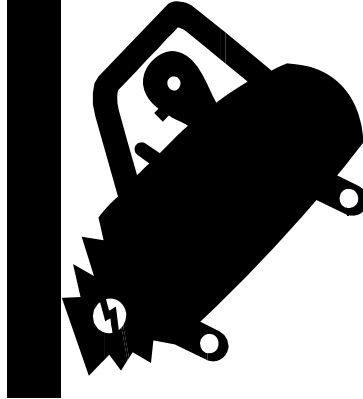
$$Força_{\text{din}} = 2mg \left[ \frac{(M - m)}{(M + m)} + 1 \right]$$



Creio que o índice de erros será alto, mas não deveria, pois a questão é mais do que tradicional. Falhas do ensino...

## Ação e Reação: 3ª Lei

42. Num trágico acidente, um motorista perde o controle do carro atingindo frontalmente um poste.



- a) A força que o carro aplica ao poste na batida é maior, menor ou igual à que o poste aplica ao carro? EXPLIQUE E JUSTIFIQUE.
- b) Por quê o carro se estraga tanto ao passo que o poste permanece de pé, com apenas alguns arranhões.

### CORREÇÃO

- a) **3ª Lei de Newton: Ação e Reação!** As forças têm o mesmo módulo, de acordo com esta Lei da Física.
- b) Forças de módulos iguais, porém aplicadas em corpos diferentes, não provocam os mesmos efeitos! Apesar de valores iguais, a lataria do carro é menos resistente que o concreto com aço do poste, por isto se danifica mais. Para os carros atuais, que são feitos para se deformar absorvendo o impacto nas colisões, é possível amassar até com a mão, mesmo!