

Márcio Azulay

# FÍSICA

## ILUSTRADA

ESTÁTICA  
HIDROSTÁTICA  
GRAVITAÇÃO



# SUMÁRIO

**Física Ilustrada**  
Volume 3 • Estática  
Hidroestática e Gravitação  
3ª Edição • 2022

- 03** Sistema Internacional
- 04** Potências de 10
  
- 07** Decomposição de Vetores
- 11** Equilíbrio de Ponto Material
- 17** Equilíbrio de Corpo Extenso
  
- 24** Densidade
- 25** Pressão
- 29** Pressão Hidrostática
- 30** Vasos Comunicantes
- 35** Empuxo
  
- 40** Força Gravitacional e Gravitação
- 45** Leis de Kepler
- 50** Órbitas

**1.** Este terceiro volume se dedica a estudar o **equilíbrio de corpos no espaço**, propriedades dos **fluidos** e o **movimento dos planetas** no sistema solar.

**2.** Siga os números e depois as suas respectivas setas.

**3.** Os **exercícios respondidos** estão em verde, os **desafios** estão em laranja. **Boa leitura!**



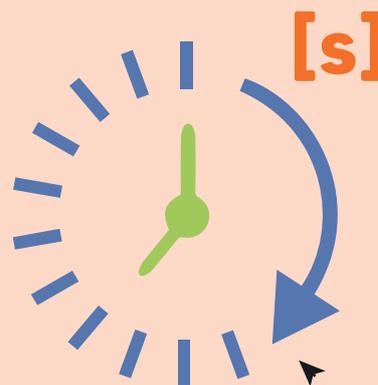
# Unidades de Medida

1. Para fazer ciência, é necessário seguir algumas regras básicas. Na física em geral, é comum se utilizar um padrão para as unidades de medida; para isso foi criado o **Sistema internacional de Medidas (S.I.)**

2. São 3 grandezas principais no SI: **Comprimento, massa e tempo.**

3. Para distância ou **comprimento** é utilizado o **metro (m)**.

[m]



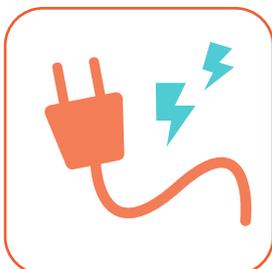
5. E usaremos o **segundo (s)** para medir o **tempo**.

4. Para medir a **massa** de um corpo, o padrão utilizado é o **quilograma (kg)**.

[kg]

Existem outras unidades do S.I. que veremos mais adiante, são elas:

CORRENTE ELÉTRICA



Ampere (A)

QUANTIDADE DE MATÉRIA

$6 \times 10^{23}$

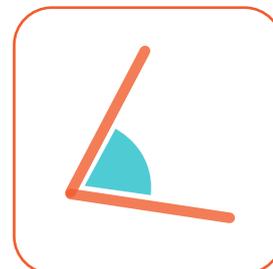
Mol (mol)

TEMPERATURA



Kelvin (K)

ÂNGULOS



Radianos (rad)

Todas as outras medidas são derivadas dessas medidas fundamentais.

Por exemplo, para medir **forças**, usaremos o **Newtons**, que também pode ser escrito como uma combinação da **distância e tempo e massa**:  $[kg \cdot m/s^2]$

# Prefixos

É comum também encontrar alguns prefixos nas unidades, eles serão utilizados para substituir números muito **grandes** (como massas de planetas) e até números muito **pequenos** (como distâncias entre átomos). Veja a seguir os principais prefixos usados na física:



## O grande

quilo

**k<sub>-</sub>**

**10<sup>3</sup>**

mega

**M<sub>-</sub>**

**10<sup>6</sup>**

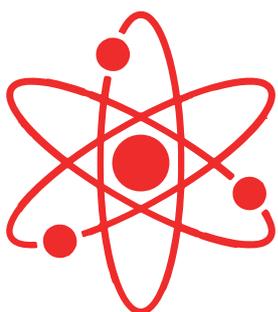
giga

**G<sub>-</sub>**

**10<sup>9</sup>**

**Ex:** 2 km = 2 quilômetros =  $2 \times 10^3$  m  
2 MHz = 2 megahertz =  $2 \times 10^6$  Hz  
2 GW = 2 gigawatts =  $2 \times 10^9$  W

www.marcioazulayexatas.com



## O pequeno

mili

**m<sub>-</sub>**

**10<sup>-3</sup>**

micro

**μ<sub>-</sub>**

**10<sup>-6</sup>**

nano

**n<sub>-</sub>**

**10<sup>-9</sup>**

**Ex:** 2 ms = 2 milisegundos =  $2 \times 10^{-3}$  s  
2 μJ = 2 microjoules =  $2 \times 10^{-6}$  J  
2 nm = 2 nanômetros =  $2 \times 10^{-9}$  m

**01 (Respondido)** "Em apenas 2 minutos, um carro de 1,2 toneladas consegue percorrer 3,6 quilômetros por uma rodovia."

Transforme todas as medidas do texto anterior para suas respectivas unidades do S.I. (Sistema Internacional de Medidas).

### RESOLUÇÃO

Minutos deve ser transformado para segundos, multiplique por 60:

$$2 \text{ min} \times (60) = 120 \text{ s}$$

Toneladas deve ser transformado para quilogramas (kg), multiplique por 1000:

$$1,2 \text{ to} \times (1000) = 1200 \text{ kg}$$

Quilômetros deve ser transformado para metros , multiplique por 1000:

$$3,6 \text{ km} \times (1000) = 3600 \text{ m}$$

**02.** "Todas as manhãs, João sai de sua casa e caminha por 4 minutos até a padaria; compra 500 g de pão e retorna a sua casa que fica a 0,2 km de distância"

Transforme todas as medidas do texto anterior para suas respectivas unidades do S.I. (Sistema Internacional de Medidas).

**03 (Respondido)** Faça as operações a seguir:

a)  $10^5 \times 10^{-3}$

b)  $10^5 : 10^{-3}$

### RESOLUÇÃO

a) Multiplicação com potências de 10: Mantenha a base e some o expoentes:

$$10^5 \times 10^{-3} = 10^{(5) + (-3)} = 10^2$$

b) Divisão com potências de 10: Mantenha a base e subtraia o expoentes:

$$10^5 \times 10^{-3} = 10^{(5) - (-3)} = 10^{(5 + 3)} = 10^8$$

**04.** Faça as operações a seguir:

a)  $10^5 \times 10^3$

b)  $10^{-1} \times 10^8$

c)  $10^{12} \times 10^{-9}$

d)  $10^{-4} \times 10^{-7}$

e)  $\frac{10^9}{10^4}$

f)  $\frac{10^5}{10^{-9}}$

g)  $\frac{10^{-3}}{10^3}$

h)  $\frac{10^{-1}}{10^{-2}}$

i)  $\frac{10^9 \times 10^{-2}}{10^7 \times 10}$

j)  $\frac{10^{-4} \times 10^6}{10^{-1} \times 10^7}$

**05.** Faça as transformações a seguir:

a) 20 cm = \_\_\_\_\_ m

b) 140 cm = \_\_\_\_\_ m

c) 8 cm = \_\_\_\_\_ m

d) 0,5 cm = \_\_\_\_\_ m

## RESPOSTAS

**02.** 4 minutos = 240 s ; 500 gramas = 0,5 kg ; 0,2 km = 200 m

**04.** a)  $10^8$

b)  $10^7$

c)  $10^3$

d)  $10^{-11}$

e)  $10^5$

f)  $10^{14}$

g)  $10^{-6}$

h)  $10^1$

i)  $10^{-1}$

j)  $10^{-4}$

**05.** a) 0,2 m

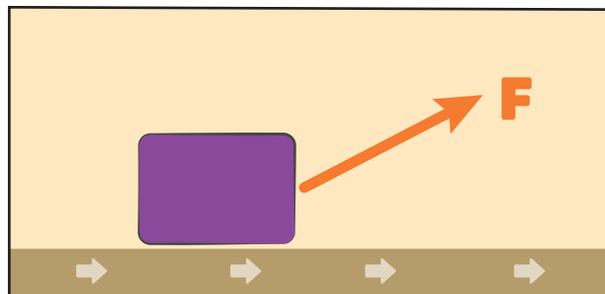
b) 1,4 m

c) 0,08 m

d) 0,005 m

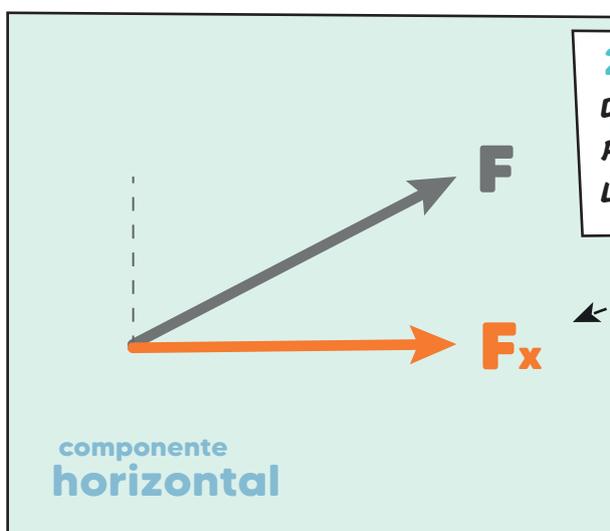
# Decomposição de Vetores

1. NA FÍSICA DO ENSINO MÉDIO, É RECOMENDADO EVITAR AO MÁXIMO O USO DE VETORES DIAGONAIS NO ESPAÇO.



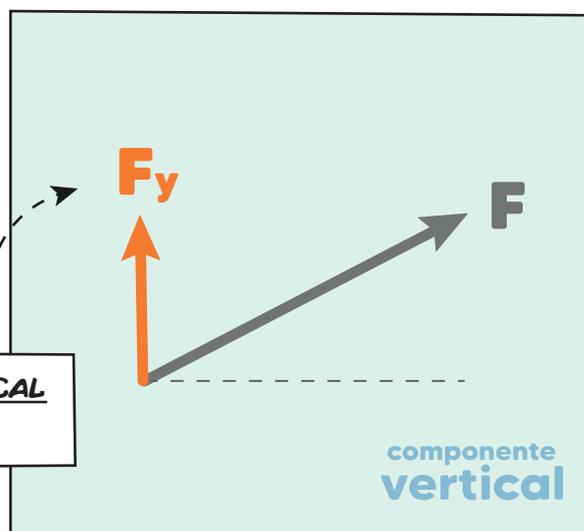
2. PODEMOS PERCEBER QUE PARTE DESSA FORÇA ESTÁ SENDO RESPONSÁVEL POR PUXAR A CAIXA PARA A DIREITA AO LONGO DO PLANO

CHAMAREMOS ESSA COMPONENTE HORIZONTAL DE "F<sub>x</sub>"



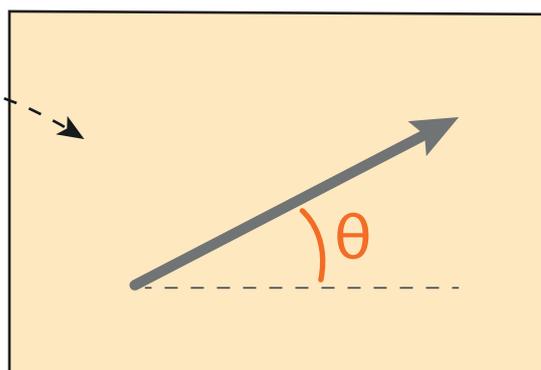
3. E AO MESMO TEMPO, OUTRA PARTE DESSA FORÇA PUXA A CAIXA PARA CIMA

ESSA COMPONENTE VERTICAL SERÁ CHAMADA DE "F<sub>y</sub>"



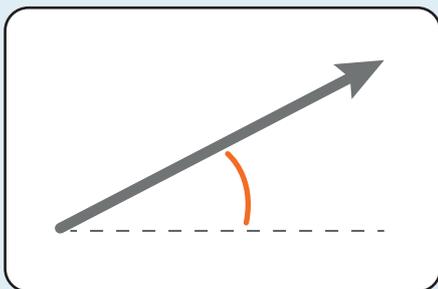
4. QUALQUER VETOR QUE ESTEJA NA DIAGONAL PODE SER DECOMPOSTO NESSAS DUAS COMPONENTES, BASTA SABER A INCLINAÇÃO DELE

5. E PARA ACHAR ESSES VALORES, VAMOS UTILIZAR AS FUNÇÕES SENO E COSSENO

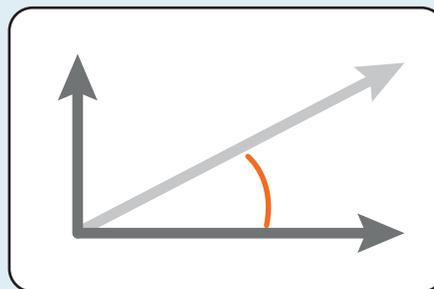


# Como decompor vetores

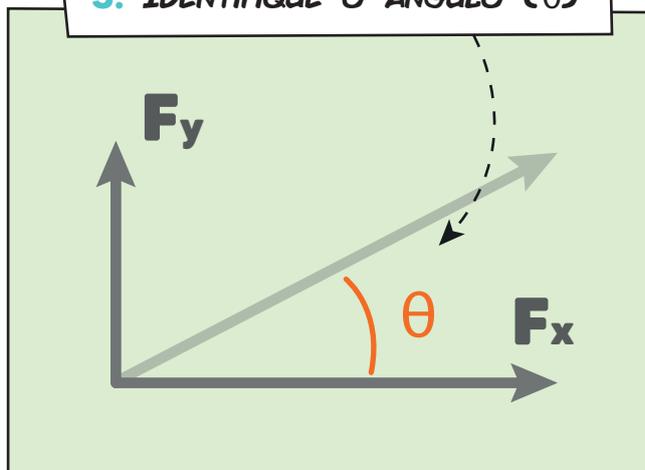
1. PRIMEIRO IDENTIFIQUE O SENTIDO DA SUA COMPONENTE HORIZONTAL E VERTICAL



2. SE UM VETOR APONTA PARA NORDESTE, CRIE UMA COMPONENTE QUE APONTA PARA O NORTE E OUTRA PARA O LESTE



3. IDENTIFIQUE O ÂNGULO ( $\theta$ )



4. PERCEBEU QUE A COMPONENTE  $F_x$  ESTÁ ENCOSTANDO NO ÂNGULO?

$$F_x = F \cdot \cos(\theta)$$

5. ISSO SIGNIFICA QUE ELA RECEBERÁ A FUNÇÃO COSSENO\*

6. E A COMPONENTE  $F_y$  NÃO ENCOSTA NO ÂNGULO

$$F_y = F \cdot \sin(\theta)$$

7. E POR ISSO RECEBE O SENO\*\*

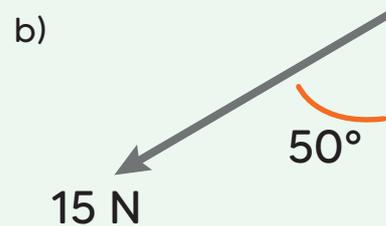
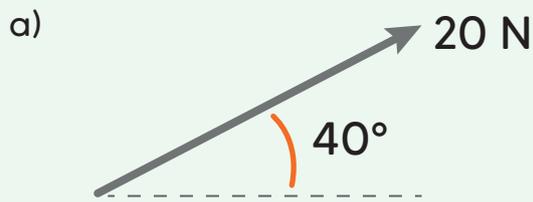
\***cosse**no: cateto **adjacente** dividido pela hipotenusa

\*\***seno**: cateto **oposto** dividido pela hipotenusa

## tabela para exercícios

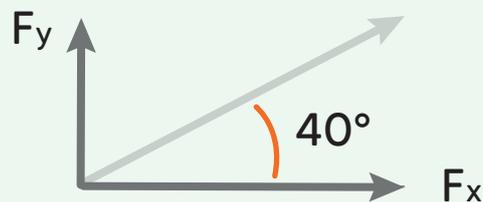
	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°
sen	0,17	0,34	0,50	0,64	0,71	0,77	0,87	0,94	0,98
cos	0,98	0,94	0,87	0,77	0,71	0,64	0,50	0,34	0,17

**01 (Respondido)** Decomponha os vetores a seguir em duas componentes (horizontal e vertical). N: Newtons (unidade para força)



### RESOLUÇÃO

a) Esse vetor aponta para cima e para a direita ao mesmo tempo:



- A componente horizontal ( $F_x$ ) encosta no ângulo: cosseno
- A componente vertical ( $F_y$ ) não encosta no ângulo: seno

$$F_x = F \cdot \cos(40^\circ)$$

$$F_x = (20) \cdot (0,77)$$

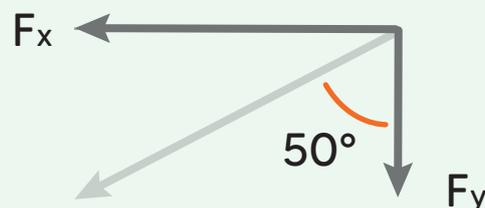
$$F_x = 15,4 \text{ N}$$

$$F_y = F \cdot \sin(40^\circ)$$

$$F_y = (20) \cdot (0,64)$$

$$F_y = 12,8 \text{ N}$$

b) Esse vetor aponta para cima e para a esquerda ao mesmo tempo:



- A componente horizontal ( $F_x$ ) não encosta no ângulo: seno
- A componente vertical ( $F_y$ ) encosta no ângulo: cosseno

$$F_x = F \cdot \sin(50^\circ)$$

$$F_x = (15) \cdot (0,77)$$

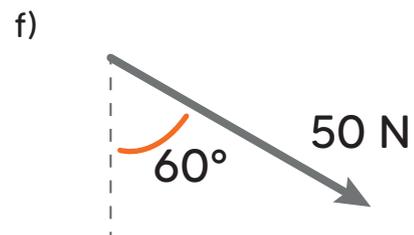
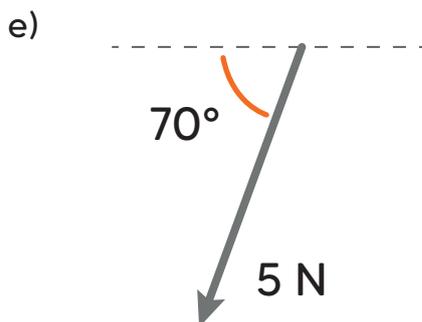
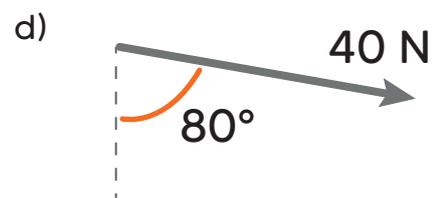
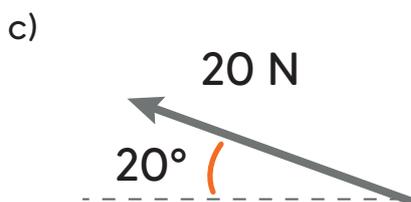
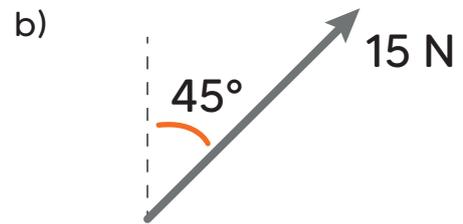
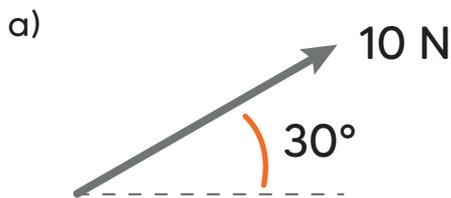
$$F_x = 11,55 \text{ N}$$

$$F_y = F \cdot \cos(50^\circ)$$

$$F_y = (15) \cdot (0,64)$$

$$F_y = 9,6 \text{ N}$$

**02.** Decomponha os vetores a seguir em duas componentes (horizontal e vertical).



**tabela para exercícios**

	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°
sen	0,17	0,34	0,50	0,64	0,71	0,77	0,87	0,94	0,98
cos	0,98	0,94	0,87	0,77	0,71	0,64	0,50	0,34	0,17

**RESPOSTAS**

**02. a)**  $F_x = 8,7 \text{ N}$  ;  $F_y = 5 \text{ N}$

**c)**  $F_x = 18,8 \text{ N}$  ;  $F_y = 6,8 \text{ N}$

**e)**  $F_x = 1,7 \text{ N}$  ;  $F_y = 4,7 \text{ N}$

**b)**  $F_x = 10,65 \text{ N}$  ;  $F_y = 10,65 \text{ N}$

**d)**  $F_x = 39,2 \text{ N}$  ;  $F_y = 6,8 \text{ N}$

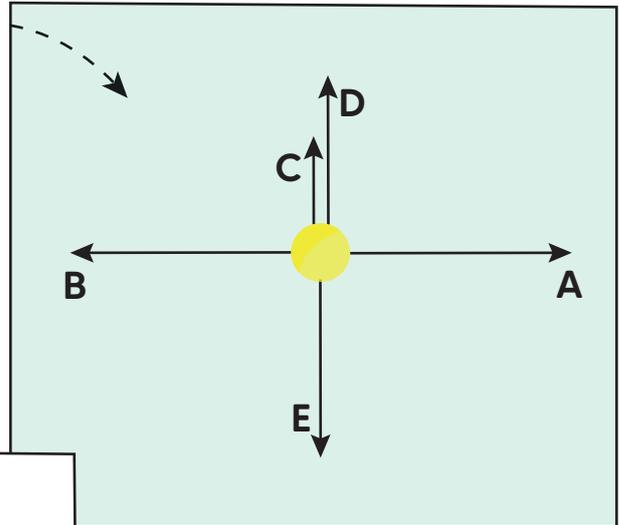
**f)**  $F_x = 43,5 \text{ N}$  ;  $F_y = 25 \text{ N}$

# Equilíbrio de Ponto

Para um corpo permanecer em Equilíbrio Estático, o somatório de todas as forças sobre ele resultará em zero. Nesse caso, o corpo pode estar parado ou em velocidade constante (Movimento Uniforme)

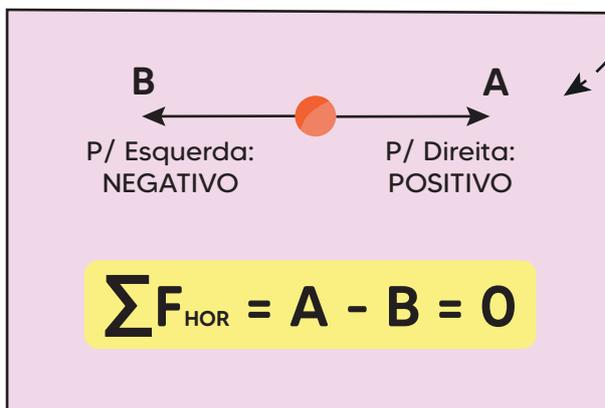
1. PRIMEIRO ANALISE AS FORÇAS QUE ESTÃO AGINDO SOBRE O OBJETO.

2. NÃO RESOLVEREMOS TUDO AO MESMO TEMPO, TODO PROBLEMA SERÁ DIVIDIDO EM DUAS PARTES: HORIZONTAL E VERTICAL. VEJA O EXEMPLO AO LADO:

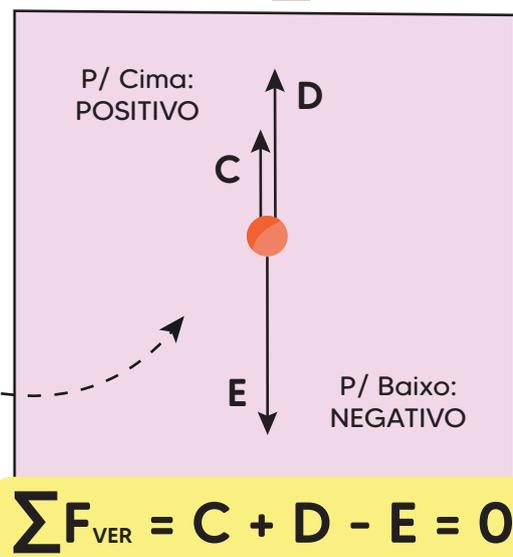


3. ESSE CORPO ESTÁ EQUILIBRADO HORIZONTALMENTE, PORTANTO O SOMATÓRIO DAS FORÇAS HORIZONTAIS É IGUAL A ZERO. (NÃO ESQUEÇA DOS SINAIS!)

VAMOS ADOTAR QUE TODAS AS FORÇAS QUE APONTAM PARA A DIREITA SÃO POSITIVAS E PARA A ESQUERDA SÃO NEGATIVAS



$\Sigma$  Somatório



4. E O SOMATÓRIO DAS FORÇAS VERTICAIS TAMBÉM É IGUAL A ZERO.

FORÇAS PARA CIMA SERÃO CONSIDERADAS POSITIVAS E FORÇAS PARA BAIXO, NEGATIVAS

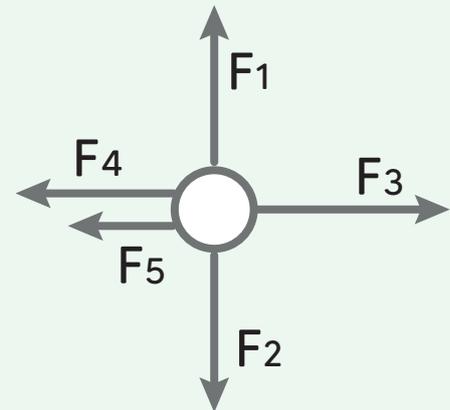
5. E FORÇAS NA DIAGONAL?

DECOMPONHA! (PÁG 8)

**01 (Respondido)** Um corpo de massa desprezível está em equilíbrio estático quando submetido pela ação de 5 forças como mostra a figura a seguir, os valores das forças são:

$$F_1 = 20 \text{ N}, F_3 = 15 \text{ N} \text{ e } F_4 = 5 \text{ N}.$$

Determine as intensidades das forças  $F_2$  e  $F_5$ .



### RESOLUÇÃO

O somatório das forças horizontais é igual a zero

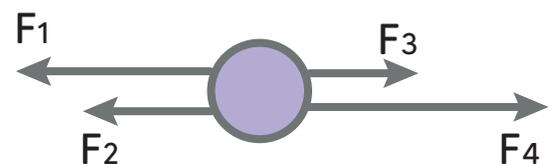
$$\begin{aligned} \sum F_{(\text{horizontal})} &= 0 \\ + F_3 - F_4 - F_5 &= 0 \\ + 15 - 5 - F_5 &= 0 \\ 10 - F_5 &= 0 \\ F_5 &= 10 \text{ N} \end{aligned}$$

O somatório das forças verticais é igual a zero

$$\begin{aligned} \sum F_{(\text{verticais})} &= 0 \\ + F_1 - F_2 &= 0 \\ + 20 - F_2 &= 0 \\ F_2 &= 20 \text{ N} \end{aligned}$$

**02.** Um corpo de massa desprezível está em equilíbrio estático quando submetido pela ação de 4 forças como mostra a figura a seguir, os valores das forças são:  $F_1 = 30 \text{ N}$ ,  $F_3 = 20 \text{ N}$ ,  $F_4 = 35 \text{ N}$ .

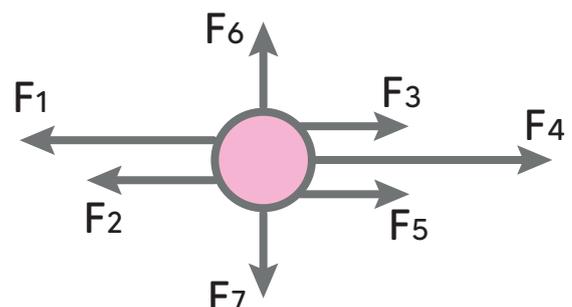
Determine a intensidade da força  $F_2$ .



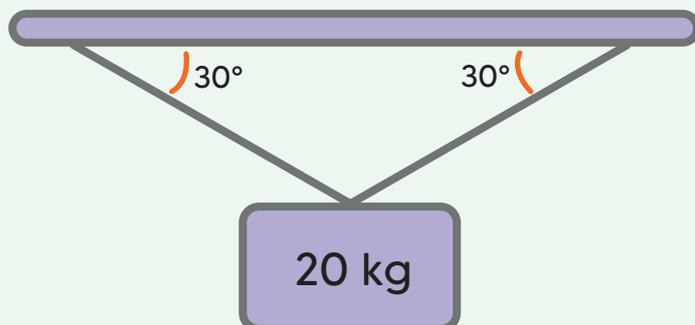
**03.** Um corpo de massa desprezível está em equilíbrio estático quando submetido pela ação de 7 forças como mostra a figura a seguir, os valores das forças são:

$$F_1 = 20 \text{ N}, F_2 = 12 \text{ N}, F_3 = 5 \text{ N}, \\ F_5 = 5 \text{ N}, F_6 = 5 \text{ N}.$$

Determine as intensidades das forças  $F_4$  e  $F_7$ .



**04 (Respondido)** Um bloco de 20 kg está pendurado por 2 fios T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> como mostra a figura, determine as trações nesses dois fios. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

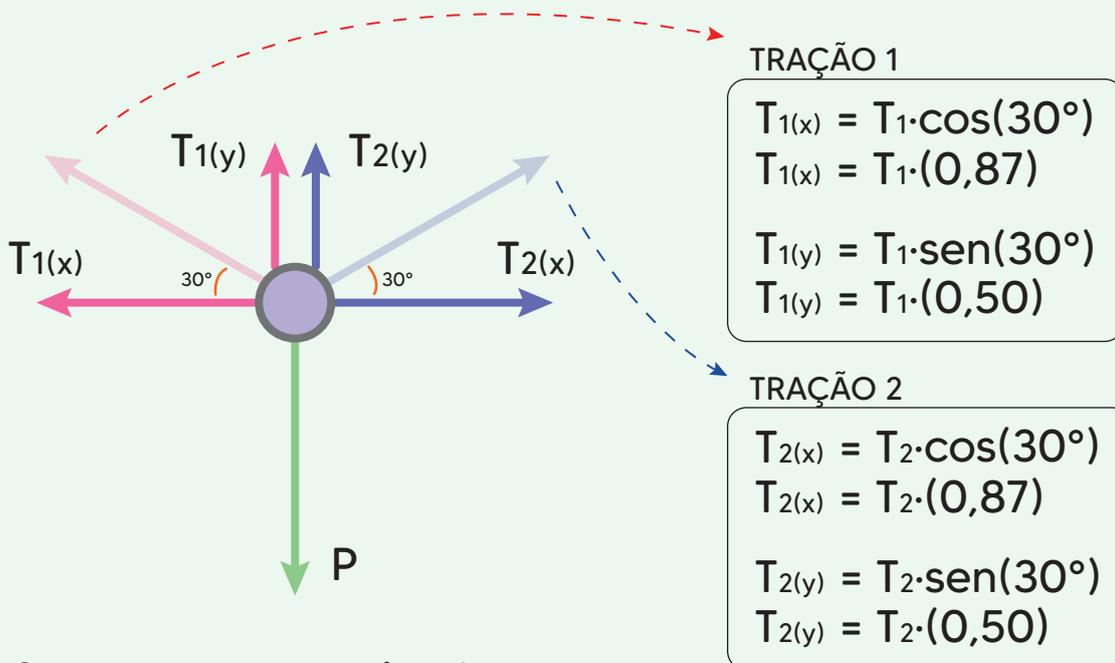
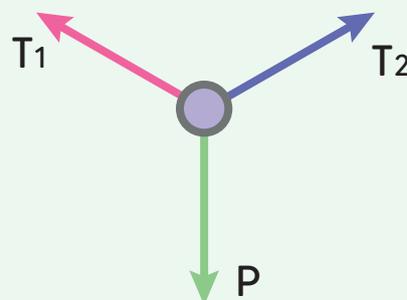


### RESOLUÇÃO

Faça um diagrama de forças, lembre-se que o peso ( $P$ ) do bloco é uma força que deve ser acrescentada (apontando para baixo):

Faça a decomposição das duas trações ( $T_1$  e  $T_2$ ) pois elas estão apontando para a diagonal.

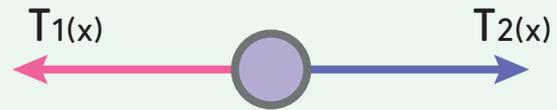
- A tração no fio 1 aponta para cima e esquerda,
- A tração no fio 2 aponta para cima e direita:



Se o vetor encosta no ângulo: cosseno  
Se o vetor não encosta no ângulo: seno

O somatório das forças horizontais é igual a zero:

$$\begin{aligned} \sum F_{(\text{horizontal})} &= 0 \\ T_{2(x)} - T_{1(x)} &= 0 \\ T_2 \cdot (0,87) - T_1 \cdot (0,87) &= 0 \\ T_2 \cdot (0,87) &= T_1 \cdot (0,87) \\ T_1 &= T_2 \end{aligned}$$

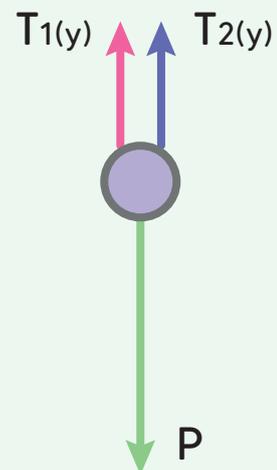


Provamos que a tração nos dois fios são iguais

O somatório das forças verticais é igual a zero:

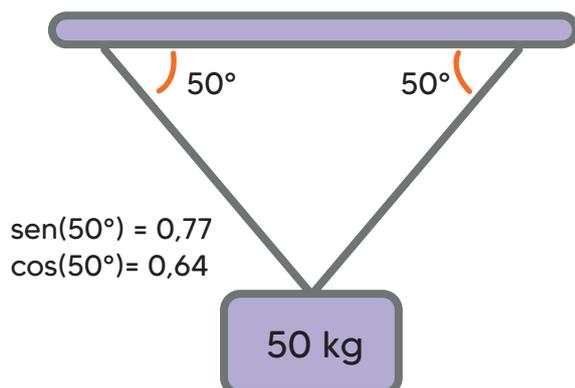
$$\begin{aligned} \sum F_{(\text{vertical})} &= 0 \\ T_{1(y)} + T_{2(y)} - P &= 0 \\ T_1 \cdot (0,50) + T_2 \cdot (0,50) - m \cdot g &= 0 \\ T_1 \cdot (0,50) + T_2 \cdot (0,50) - (20) \cdot (10) &= 0 \\ T_1 \cdot (0,50) + T_2 \cdot (0,50) - 200 &= 0 \\ T \cdot (0,50) + T \cdot (0,50) - 200 &= 0 \\ T - 200 &= 0 \\ T &= 200 \text{ N} \end{aligned}$$

$$T_1 = T_2 = T$$

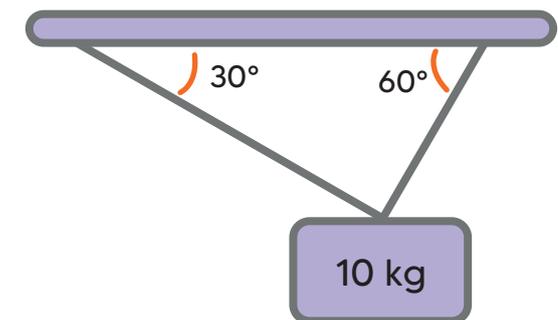


As duas trações são iguais a 200 Newtons.

**05.** Um bloco de 50 kg está pendurado por 2 fios T1 e T2 como mostra a figura, determine as trações nesses dois fios. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

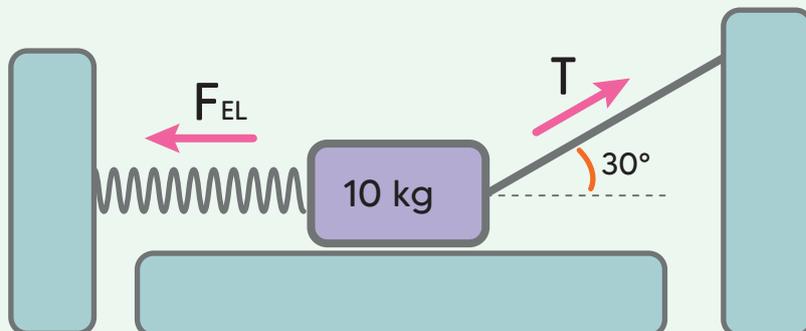


**06.** Um bloco de 10 kg está pendurado por 2 fios T1 e T2 como mostra a figura, determine as trações nesses dois fios. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



$$\begin{aligned} \text{sen}(30^\circ) &= \text{cos}(60^\circ) = 0,50 \\ \text{sen}(60^\circ) &= \text{cos}(30^\circ) = 0,87 \end{aligned}$$

**07 (Respondido)** Um bloco de 10 kg está sobre um plano horizontal e puxado por forças: uma força elástica ( $F_{EL}$ ) que puxa a caixa para a esquerda e uma força de tração ( $T$ ) que puxa a caixa para a diagonal



Sabe-se que a tração no fio é de 60 Newtons e o bloco está parado, Determine:

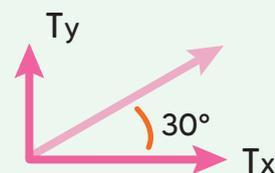
- As componentes horizontal e vertical da tração no fio
- A intensidade da força elástica
- O peso do bloco
- A força de reação ao contato entre o bloco e a superfície (Normal)

### RESOLUÇÃO

a) Faça a decomposição utilizando o ângulo de  $30^\circ$ :

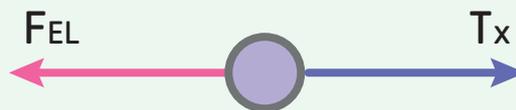
$$\begin{aligned} T_{(x)} &= T \cdot \cos(30^\circ) \\ T_{(x)} &= (60) \cdot (0,87) \\ T_{(x)} &= 52,2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{(y)} &= T \cdot \sin(30^\circ) \\ T_{(y)} &= (60) \cdot (0,50) \\ T_{(y)} &= 30 \text{ N} \end{aligned}$$



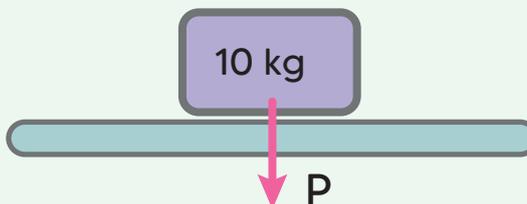
b) Faça o somatório das forças horizontais:

$$\begin{aligned} \sum F_{(\text{horizontal})} &= 0 \\ T_{(x)} - F_{EL} &= 0 \\ 52,2 - F_{EL} &= 0 \\ F_{EL} &= 52,2 \text{ N} \end{aligned}$$



c) Use a fórmula do peso:

$$\begin{aligned} P &= m \cdot g \\ P &= (10) \cdot (10) \\ P &= 100 \text{ N} \end{aligned}$$



d) Existem 3 forças verticais:

O peso do bloco ( $P$ ), a componente vertical da tração ( $T_y$ ) e força de reação ao contato ( $N$ ) que aponta para cima:

O somatório das forças verticais também é igual a zero:

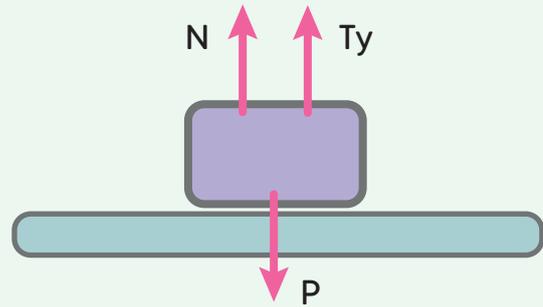
$$\sum F_{(\text{vertical})} = 0$$

$$N + T_y - P = 0$$

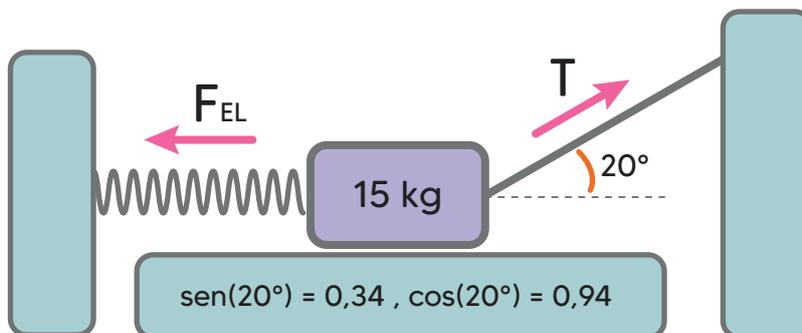
$$N + 30 - 100 = 0$$

$$N - 70 = 0$$

$$N = 70 \text{ N}$$



**08.** Um bloco de 15 kg está sobre um plano horizontal e puxado por forças: uma força elástica ( $F_{EL}$ ) que puxa a caixa para a esquerda e uma força de tração ( $T$ ) que puxa a caixa para a diagonal



Sabe-se que a tração no fio é de 100 Newtons e o bloco está parado, Determine:

- As componentes horizontal e vertical da tração no fio
- A intensidade da força elástica
- O peso do bloco
- A força de reação ao contato entre o bloco e a superfície (Normal)

## RESPOSTAS

**02.**  $F_2 = 25 \text{ N}$

**03.**  $F_4 = 22 \text{ N}$  ;  $F_7 = 5 \text{ N}$

**05.**  $T_1 = T_2 = 324,68 \text{ N}$

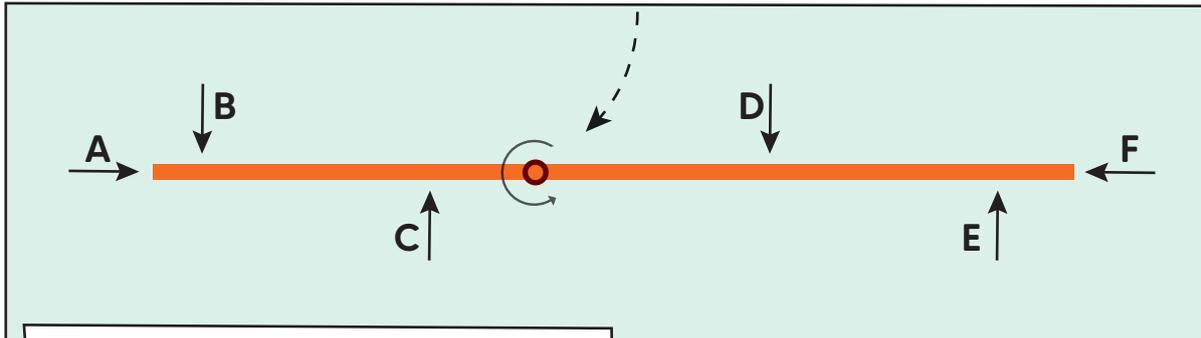
**06.**  $T_1 = 50 \text{ N}$  ;  $T_2 = 87 \text{ N}$

**08.** a)  $T_x = 94 \text{ N}$ ,  $T_y = 34 \text{ N}$  ; b)  $F_{EL} = 94 \text{ N}$  ; c)  $P = 150 \text{ N}$ ; d)  $N = 116 \text{ N}$

# Corpos Extensos

Exemplos de corpos extensos: maçanetas, gangorras, alavancas, pinças, alicates. Todas realizam um giro ao redor de um único ponto.

1. COMEÇAREMOS O PROBLEMA IDENTIFICANDO O PONTO FIXO, TODO O CORPO REALIZARÁ O GIRO AO REDOR DESSE ÚNICO PONTO

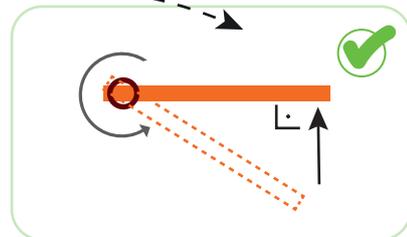
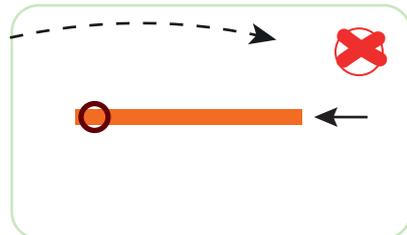


2. IDENTIFIQUE AS FORÇAS QUE CRIAM MOMENTO (ROTAÇÃO)

FORÇAS PARALELAS À ALAVANCA NÃO GERAM MOMENTO...

...SOMENTE AQUELAS QUE SÃO PERPENDICULARES AO BRAÇO (90°).

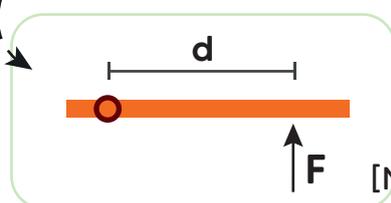
3. NESSE CASO, IREMOS CONSIDERAR SOMENTE AS FORÇAS B, C, D E E QUE SÃO PERPENDICULARES A ALAVANCA, AS FORÇAS A E F SERÃO DESCARTADAS.



www.marcoiazulayexatas.com

## Como calculo o momento?

1. O MOMENTO (M) DE UMA FORÇA É DADO PELO PRODUTO DA FORÇA (F) E DA DISTÂNCIA (D) DELA ATÉ O PONTO FIXO.



$$M_F = F \cdot d$$

[Newtons·metro - N·m]

2. FORÇAS QUE FAZEM A ALAVANCA GIRAR NO SENTIDO ANTI-HORÁRIO SÃO CONSIDERADAS POSITIVAS; FORÇAS QUE FAZEM O GIRO NO SENTIDO HORÁRIO SÃO NEGATIVAS.

Anti-horário



Horário



## Equilíbrio de corpo extenso

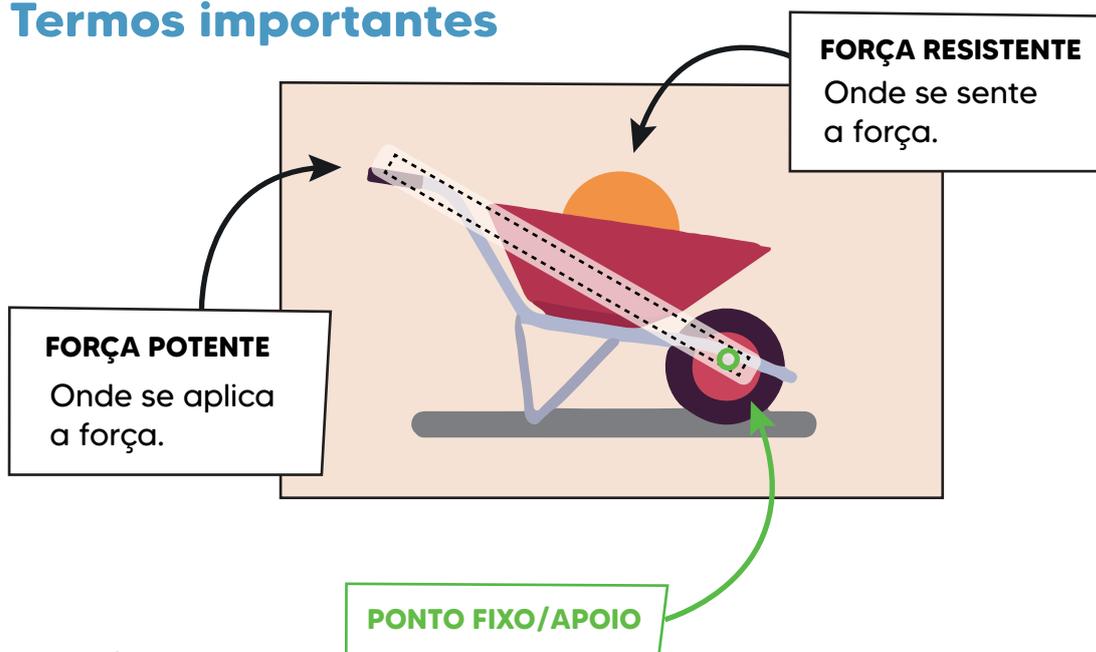
PARA QUE UM CORPO EXTENSO PRESO EM UM PONTO FIXO ESTEJA EM EQUILÍBRIO, O SOMATÓRIO DE TODOS MOMENTOS É IGUAL A ZERO:

$$\sum M = M_B - M_C - M_D + M_E = 0$$

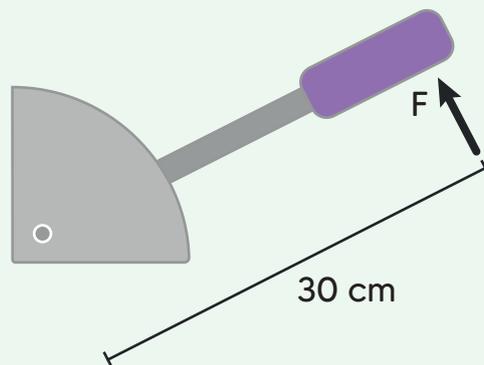


ANALISE COM CALMA TODAS AS FORÇAS E O SENTIDO DO GIRO CRIADO POR CADA UMA.

## Termos importantes



**01 (Respondido)** Uma alavanca com 30 cm de comprimento é levantada com uma força de 20 N como mostra a figura, determine o momento gerado pela força F.



**RESOLUÇÃO**

Use a fórmula do momento:

$$M = F \cdot d$$

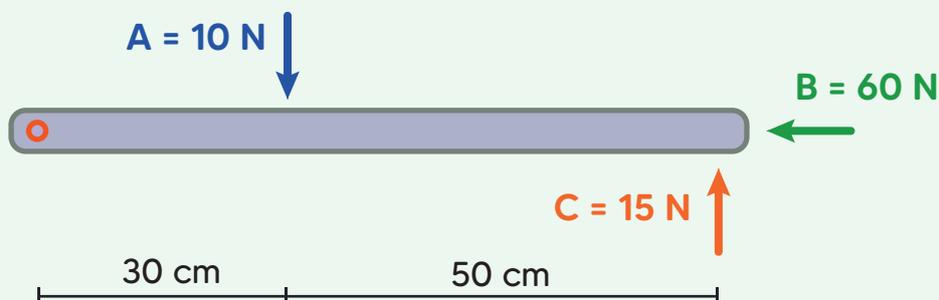
$$M = (20) \cdot (0,30)$$

$$M = 6 \text{ N}\cdot\text{m}$$

O giro é no sentido anti-horário, logo, positivo.

**02.** Uma alavanca com 60 cm de comprimento é levantada com uma força de 20 N, determine o momento gerado pela força F.

**03 (Respondido)** Determine a intensidade e o sentido dos momentos criados pelas forças A, B e C no exemplo a seguir:



**RESOLUÇÃO**

$$M_{(A)} = -F_{(A)} \cdot d_{(A)}$$

$$M_{(A)} = -(10) \cdot (0,30)$$

$$M_{(A)} = -3 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_{(B)} = 0 \text{ N}\cdot\text{m}$$

A força B não gera momento pois é paralela ao braço

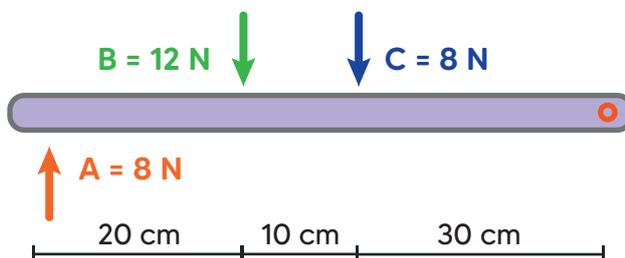
$$M_{(C)} = F_{(C)} \cdot d_{(C)}$$

$$M_{(C)} = (15) \cdot (0,80)$$

$$M_{(C)} = 12 \text{ N}\cdot\text{m}$$

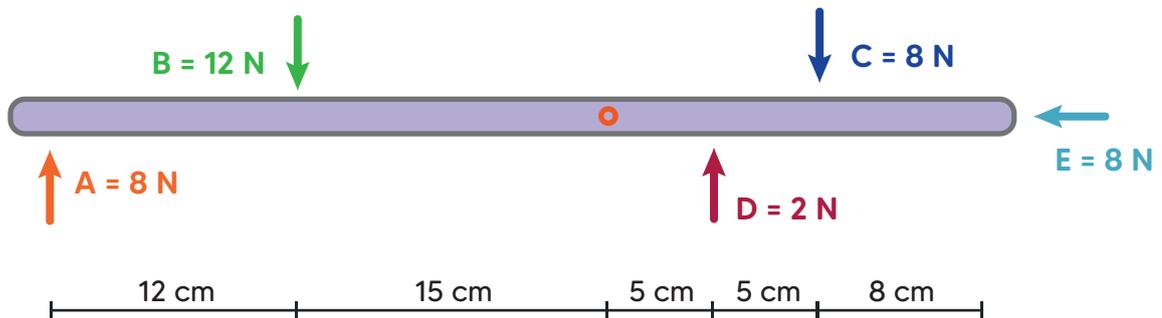
**04.** Veja o sistema abaixo e determine:

- a) A intensidade e o sentido dos momentos criados pelas forças A, B e C.
- b) O momento resultante.

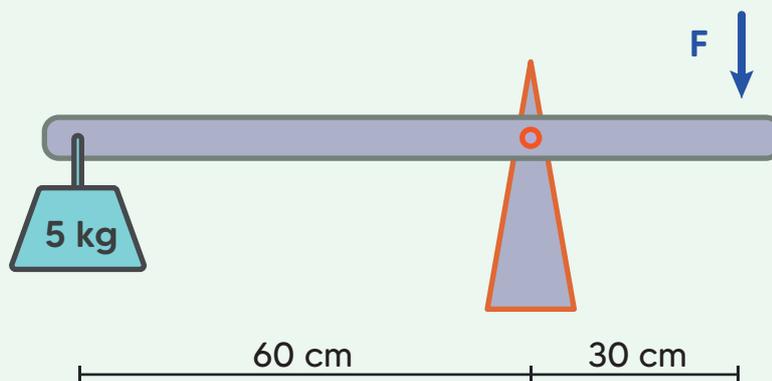


05. Veja o sistema abaixo e determine:

- a) A intensidade e o sentido dos momentos criados pelas forças A, B, C, D e E.
- b) O momento resultante?



06. (Respondido) O sistema a seguir está em equilíbrio, determine a intensidade da força F.

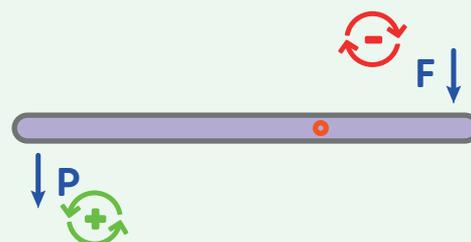


**RESOLUÇÃO**

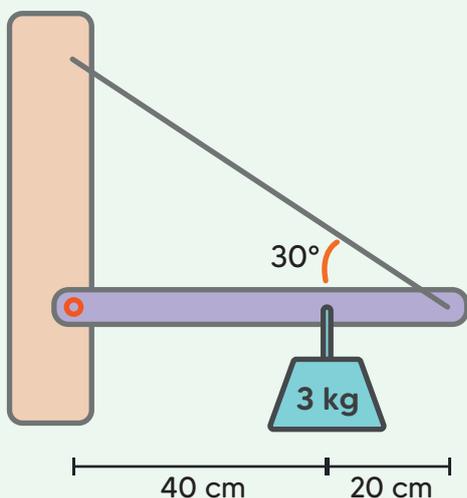
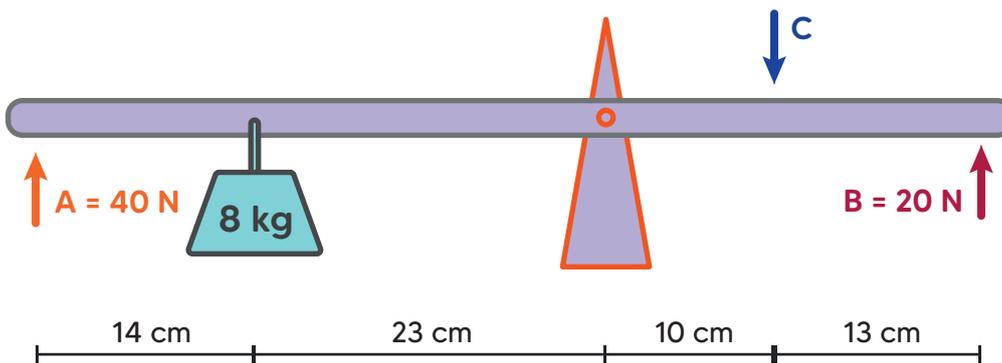
Se a massa é 5 kg, o peso é de 50 Newtons. ( $P = mg$ )

O sistema está em equilíbrio, ou seja, o somatório de todos os momentos é igual a zero:

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ + M_P - M_F &= 0 \\ P \cdot d - F \cdot d &= 0 \\ (50) \cdot (0,6) - F \cdot (0,3) &= 0 \\ 30 - 0,3 \cdot F &= 0 \\ 0,3 \cdot F &= 30 \\ F &= 100 \text{ N} \end{aligned}$$



07. O sistema a seguir está em equilíbrio, determine a intensidade da força C.

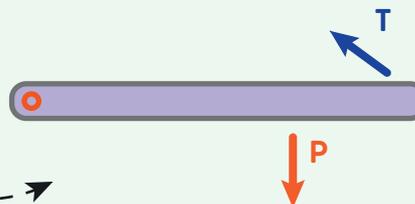


08 (Respondido) O sistema a seguir está em equilíbrio, determine a intensidade da tração no fio.

**RESOLUÇÃO**

Se a massa é 3 kg, o peso é de 30 Newtons. ( $P = mg$ )

Faça um diagrama de forças:



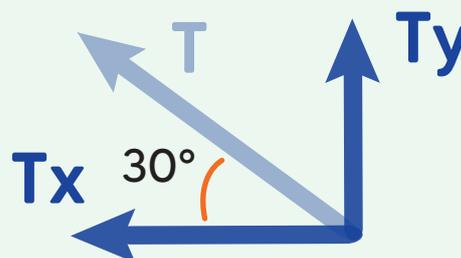
Percebeu que a tração está apontando para a diagonal? Decomponha:

$$T_{(x)} = T \cdot \cos(30^\circ)$$

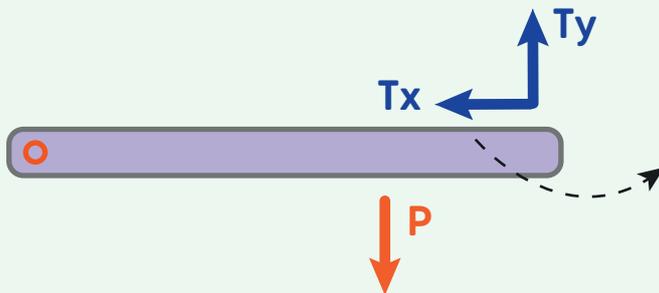
$$T_{(x)} = T \cdot (0,87)$$

$$T_{(y)} = T \cdot \sin(30^\circ)$$

$$T_{(y)} = T \cdot (0,50)$$



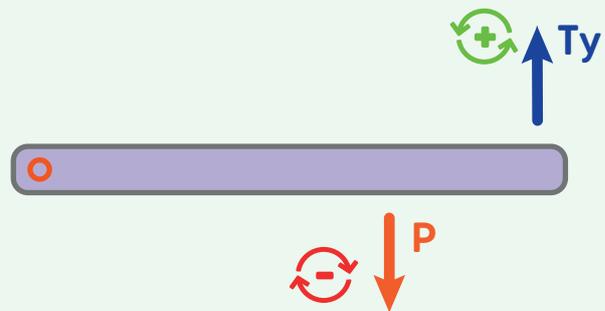
Veja o diagrama de forças depois da decomposição:



Note que a componente Tx é paralela a barra, logo, não gera momento (descarte).

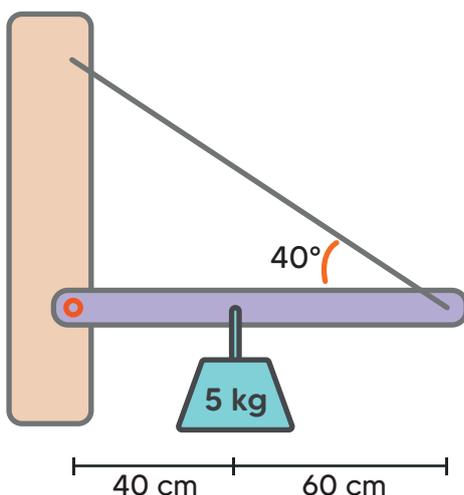
O somatório dos momentos é igual a zero:

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ + M_{Ty} - M_P &= 0 \\ Ty \cdot d - P \cdot d &= 0 \\ Ty \cdot (0,6) - (30) \cdot (0,4) &= 0 \\ Ty \cdot (0,6) - 12 &= 0 \\ Ty \cdot (0,6) &= 12 \\ Ty &= 20 \text{ N} \end{aligned}$$



20 Newtons é o valor da componente vertical da tração, a tração é:

$$\begin{aligned} Ty &= 20 \\ T \cdot (0,50) &= 20 \\ T &= 40 \text{ N} \end{aligned}$$

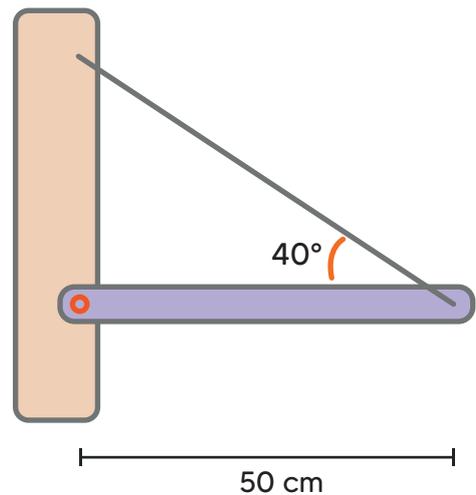


09. O sistema a seguir está em equilíbrio, determine a intensidade da tração no fio.

$$\begin{aligned} \text{sen } 40^\circ &= 0,64 \\ \text{cos } 40^\circ &= 0,77 \end{aligned}$$

10. O sistema a seguir está em equilíbrio, determine a intensidade da tração no fio sabendo que a barra possui massa de 30 kg

(Dica: O peso de um corpo extenso homogêneo deve ser acrescentado exatamente no meio da barra, apontando para baixo)



## RESPOSTAS

02.  $M = 12 \text{ N.m}$

04. a)  $M_A = -4,8 \text{ N.m}$  ;  $M_B = +4,8 \text{ N.m}$ ,  $M_C = +2,4 \text{ N.m}$

b)  $M_R = + 2,4 \text{ N.m}$  (giro no sentido anti-horário)

05. a)  $M_A = -2,16 \text{ N.m}$  ;  $M_B = +1,8 \text{ N.m}$ ,  $M_C = -0,8 \text{ N.m}$  ;  $M_D = +0,1 \text{ N.m}$ ,  $M_E = 0$

b)  $M_R = - 1,06 \text{ N.m}$  (giro no sentido horário)

07.  $C = 82 \text{ N}$

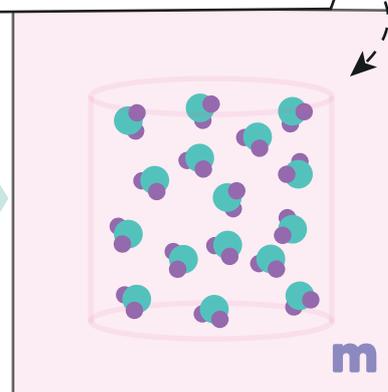
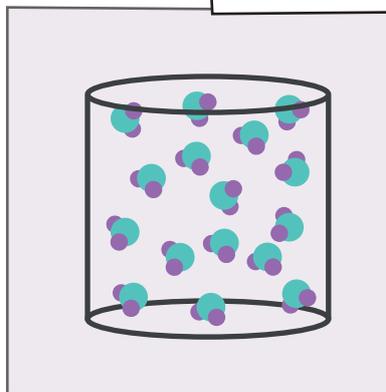
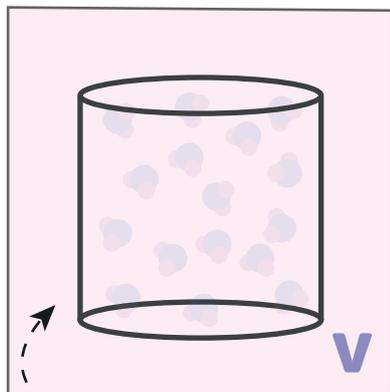
09.  $T = 31,25 \text{ N}$

10.  $T = 234,375 \text{ N}$

# Densidade

1. É A GRANDEZA QUE MEDE A CONCENTRAÇÃO DE CERTA MATÉRIA NO ESPAÇO.

2. PARA CALCULAR A DENSIDADE, ENCONTRE A MASSA TOTAL DESSE CORPO...



3. ...E DIVIDA PELO VOLUME OCUPADO POR ELE.

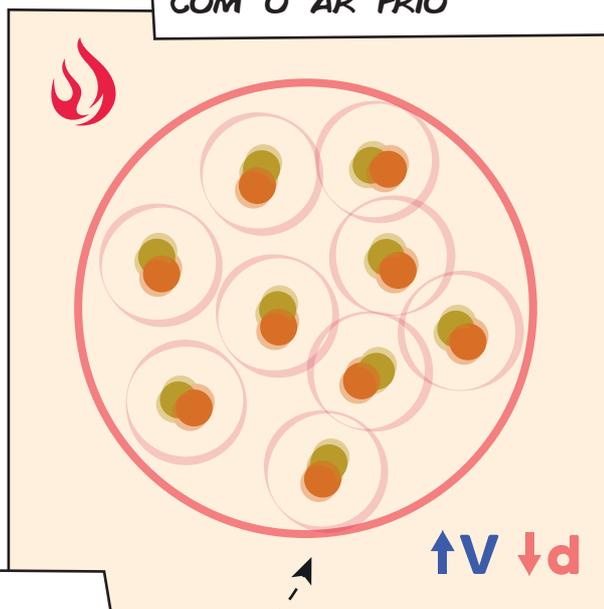
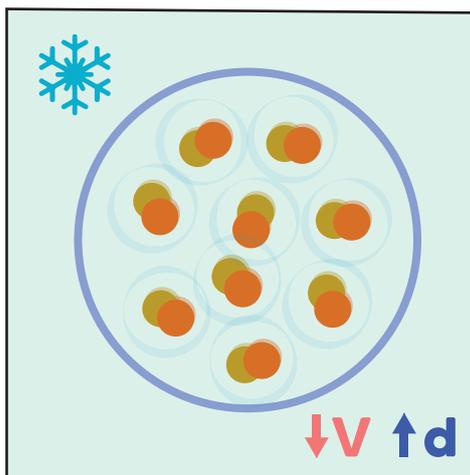
VEJA A FÓRMULA

$$d = \frac{m}{V}$$

[kg/m<sup>3</sup>]

4. O AR, POR EXEMPLO, PODE TER DIVERSAS DENSIDADES QUE DEPENDEM DA SUA TEMPERATURA

5. O AR QUENTE POSSUI MENOR DENSIDADE COMPARADO COM O AR FRIO



www.marcioazulayexatas.com

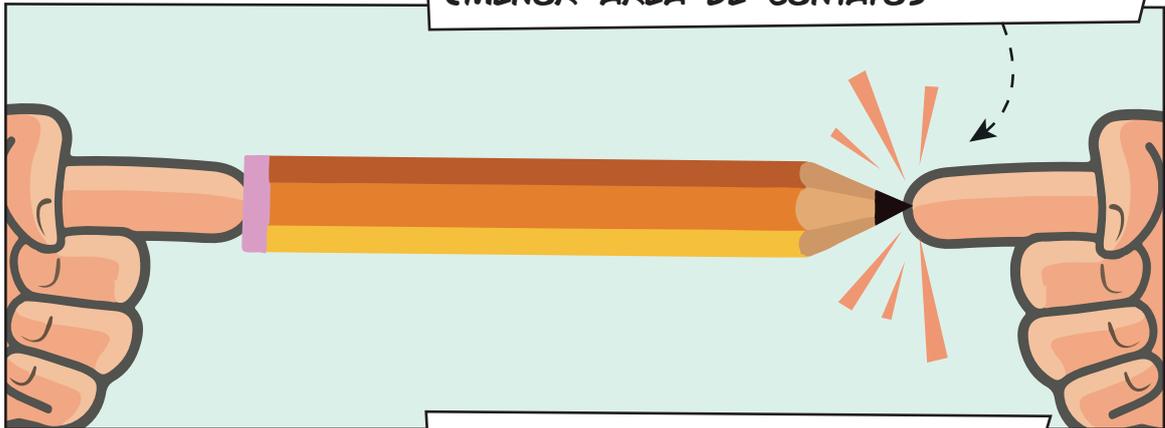
6. ISSO ACONTECE PORQUE O AR QUENTE OCUPA O MAIOR ESPAÇO DEVIDO A SUA MAIOR TAXA DE "AGITAÇÃO" DAS MOLÉCULAS

E MAIOR VOLUME SIGNIFICA UMA MENOR DENSIDADE

# Pressão

1. É A RAZÃO ENTRE A FORÇA E A ÁREA DE CONTATO

2. POR EXEMPLO, QUANDO PRESSIONAMOS OS DOIS LADOS DE UM LÁPIS COM A MESMA FORÇA, SENTIREMOS A MAIOR PRESSÃO NO LADO MAIS FINO (MENOR ÁREA DE CONTATO)



3. A UNIDADE DE MEDIDA PARA A PRESSÃO É O "NEWTONS POR METRO QUADRADO".

QUE PODE SER SUBSTITUÍDA POR "PASCAL" (PA)

$$P = \frac{F}{A}$$

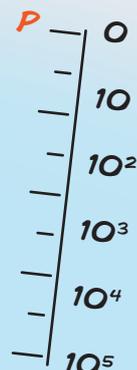
[N/m<sup>2</sup>] ou [Pascal - Pa]

## Pressão Atmosférica

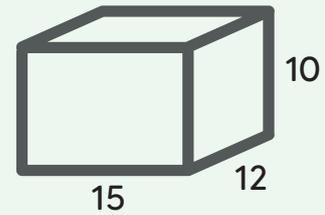
1. É A PRESSÃO EXERCIDA PELO PESO DO AR DA ATMOSFERA SOBRE OS CORPOS

2. AO NÍVEL DO MAR, ESSA PRESSÃO VALE 100.000 PA (10<sup>5</sup>)

3. E VAI DIMINUINDO A MEDIDA QUE NOS AFASTAMOS DA SUPERFÍCIE



**01 (Respondido)** Um paralelepípedo com dimensões iguais a 15, 12 e 10 cm possui massa total de 3,6 kg. Determine a densidade desse sólido.



### RESOLUÇÃO

Use as dimensões do paralelepípedo para encontrar o seu volume:

$$\begin{aligned} V &= a \cdot b \cdot c \\ V &= (0,15) \cdot (0,12) \cdot (0,10) \\ V &= 0,0018 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Use a fórmula da densidade:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{3,6}{0,018} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

**02.** Um cubo com 20 cm de aresta possui massa total de 6 kg. Determine a densidade desse sólido.

**03.** A densidade da água é de  $1000 \text{ kg/m}^3$ , determine a massa de água contida em uma garrafa com 3 litros de capacidade. ( $1\text{m}^3 = 1000 \text{ L}$ )

**04. (Respondido)** Faça as transformações das densidades a seguir:

a)  $1,2 \text{ g/cm}^3$  para  $\text{kg/m}^3$

b)  $500 \text{ kg/m}^3$  para  $\text{g/cm}^3$

### RESOLUÇÃO

Multiplique por 1000 para transformar de  $\text{g/cm}^3$  para  $\text{kg/m}^3$ :

$$1,2 \times (1000) = 1200 \text{ kg/m}^3$$

Divida por 1000 para transformar de  $\text{kg/m}^3$  para  $\text{g/cm}^3$ :

$$500 : (1000) = 0,5 \text{ g/cm}^3$$

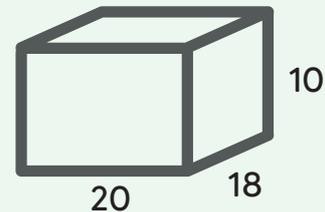
**05.** Faça as transformações das densidades a seguir:

a)  $1,01 \text{ g/cm}^3$  para  $\text{kg/m}^3$

b)  $1900 \text{ kg/m}^3$  para  $\text{g/cm}^3$

**06.** Certa quantidade de oxigênio foi comprimida até alcançar a metade do seu volume inicial. Em quantas vezes a densidade irá reduzir ou aumentar?

**07. (Respondido)** Um bloco de 9 kg possui dimensões iguais a 10, 18 e 20 cm, determine a menor e a maior pressão que esse bloco pode exercer sobre um plano horizontal reto. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



### RESOLUÇÃO

A menor pressão que esse bloco pode exercer é quando ele está apoiado sobre a maior superfície (área), ou seja, sobre os lados 20 e 18 cm

$$P_{(\min)} = \frac{P_{\text{eso}}}{A} = \frac{m \cdot g}{(0,20) \cdot (0,18)} = \frac{(9) \cdot (10)}{(0,20) \cdot (0,18)} = 2500 \text{ Pa}$$

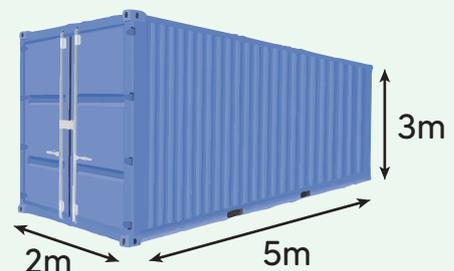
A maior pressão que esse bloco pode exercer é quando ele está apoiado sobre a menor superfície (área), ou seja, sobre os lados 18 e 10 cm

$$P_{(\max)} = \frac{P}{A} = \frac{m \cdot g}{(0,18) \cdot (0,10)} = \frac{(9) \cdot (10)}{(0,18) \cdot (0,10)} = 5000 \text{ Pa}$$

**08.** Um bloco de 20 kg possui dimensões iguais a 10, 16 e 16 cm, determine a menor e a maior pressão que esse bloco pode exercer sobre um plano horizontal reto. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

**09. (Respondido)** As dimensões de um container com 10 toneladas de massa estão mostradas na figura ao lado, determine a pressão que ele exerce no solo.

Compare a pressão atmosférica com o valor encontrado.



### RESOLUÇÃO

Encontre a área da base, use os lados 2 e 5 metros:

$$A = (2) \cdot (5)$$

$$A = 10 \text{ m}^2$$

Use a fórmula da pressão (10 to = 10000 kg):

$$P = \frac{P_{\text{Peso}}}{A} = \frac{m \cdot g}{A} = \frac{(10000) \cdot (10)}{10} = 10.000 \text{ Pa}$$

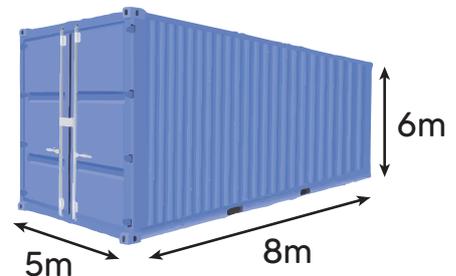
Para fazer a relação, divida a pressão atmosférica pela pressão encontrada:

$$\frac{100.000 \text{ Pa}}{10.000 \text{ Pa}} = 10$$

A pressão atmosférica é 10 vezes maior que a pressão feita pelo container

**10.** As dimensões de um container com 20 toneladas de massa estão mostradas na figura ao lado, determine a pressão que ele exerce no solo.

Compare a pressão atmosférica com o valor encontrado.



## RESPOSTAS

**02.**  $d = 750 \text{ kg/m}^3$

**03.**  $m = 3 \text{ kg}$  Dica:  $3L = 0,003 \text{ m}^3$

**05.** a)  $d = 1010 \text{ kg/m}^3$  ; b)  $d = 1,9 \text{ g/cm}^3$

**06.** A densidade irá dobrar

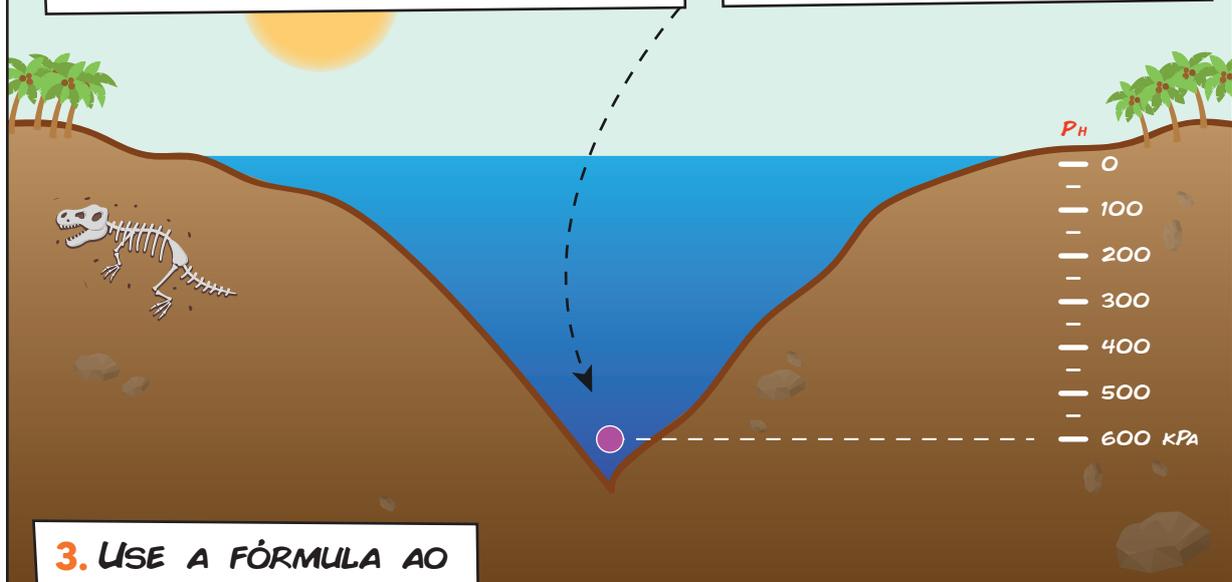
**08.**  $P_{(\text{max})} = 12.500 \text{ Pa}$  ;  $P_{(\text{min})} = 7.812,5 \text{ Pa}$

**10.**  $P = 5000 \text{ Pa}$  (A pressão atmosférica é 20 vezes maior)

# Pressão Hidrostática

1. É A PRESSÃO SENTIDA POR CORPOS QUANDO ESTÃO INSERIDOS EM UM FLUIDO QUALQUER (GERADO PELO PESO DO LÍQUIDO)

2. QUANTO MAIOR FOR A PROFUNDIDADE, MAIOR SERÁ A PRESSÃO SENTIDA NESSE PONTO

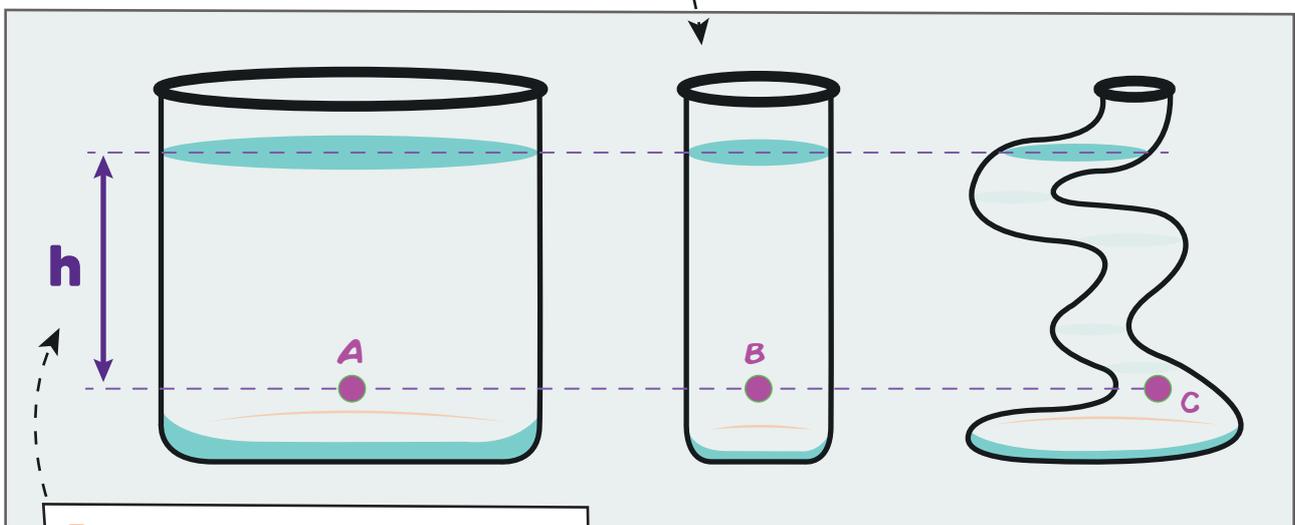


3. USE A FÓRMULA AO LADO PARA CALCULAR

4. E ATENÇÃO! ESSA PRESSÃO NÃO DEPENDERÁ DO FORMATO DO RECIPIENTE

$$P_H = d \cdot g \cdot h \quad [\text{Pa}]$$

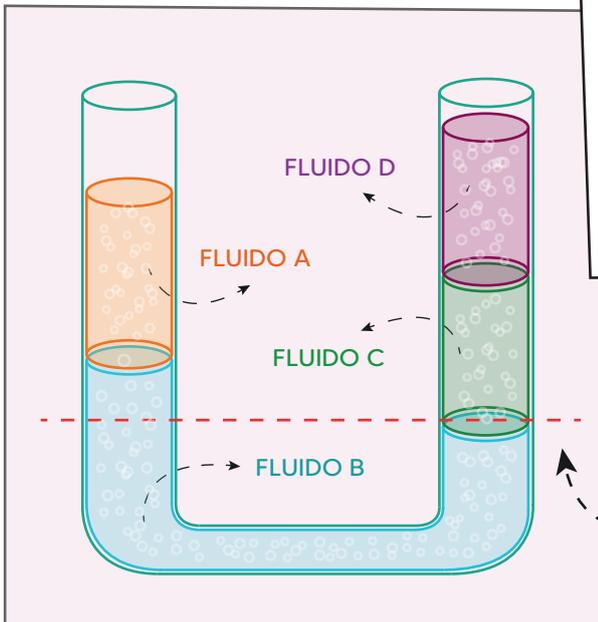
d: Densidade do fluido [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]  
g: Gravidade [ $\text{m}/\text{s}^2$ ]  
h: Profundidade [m]



5. APENAS DA PROFUNDIDADE QUE SE ENCONTRA O PONTO

LOGO,  $P_A = P_B = P_C$

# Vasos Comunicantes

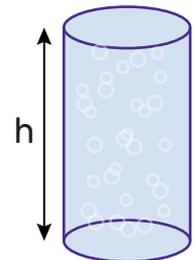


**1. VÁRIOS LÍQUIDOS DE DENSIDADES DIFERENTES (QUE NÃO SE MISTURAM ENTRE SI) ESTÃO PERFEITAMENTE EQUILIBRADOS NO SISTEMA; ISSO ACONTECE QUANDO AS PRESSÕES EXERCIDAS DOS DOIS LADOS DO TUBO SÃO IGUAIS.**

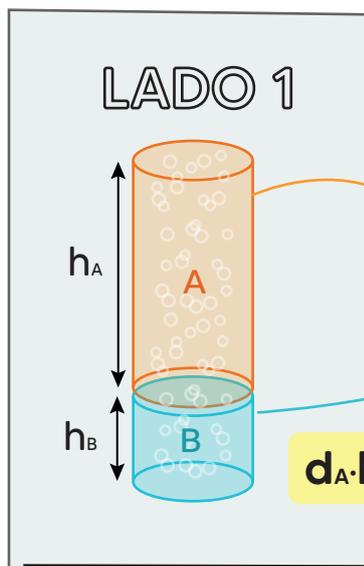
**2. COMEÇAMOS CRIANDO UMA LINHA IMAGINÁRIA; O FLUIDO ABAIXO DESSA LINHA DEVE SER O MESMO DOS DOIS LADOS (NESSE CASO É O LÍQUIDO B). TRABALHAREMOS SOMENTE COM OS FLUIDOS DESNIVELADOS QUE ESTÃO ACIMA DESSA LINHA.**

**3. COMO VISTO ANTERIORMENTE, A PRESSÃO EXERCIDA POR UMA COLUNA DE FLUIDO É DADA POR:**

$$P = d \cdot g \cdot h$$



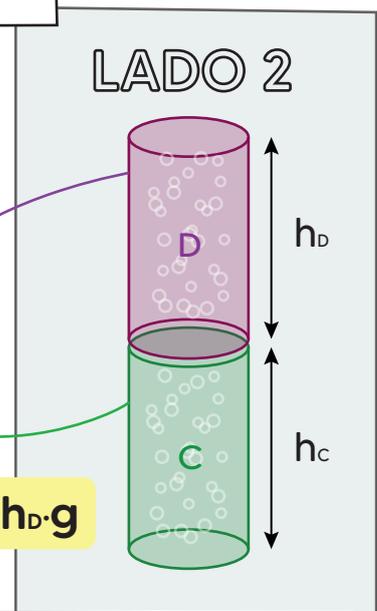
**4. IGUALA TODAS AS PRESSÕES HIDROSTÁTICAS DA ESQUERDA COM AS DA DIREITA.**



$$P_1 = P_2$$

$$P_A + P_B = P_C + P_D$$

$$d_A \cdot h_A \cdot g + d_B \cdot h_B \cdot g = d_C \cdot h_C \cdot g + d_D \cdot h_D \cdot g$$



**5. SOMENTE 1 LADO DO TUDO ESTÁ ABERTO E EXPOSTO AO AR? SOME A PRESSÃO ATMOSFÉRICA ( $10^5$  Pa) NAQUELE LADO.**

**01 (Respondido)** Um mergulhador está nadando a 8 metros da superfície de um lago. Sabendo que a densidade da água é de  $1000 \text{ kg/m}^3$ , determine:

- A pressão hidrostática sentida pelo mergulhador
- A pressão total sentida pelo mergulhador

### RESOLUÇÃO

a) Use a fórmula da pressão hidrostática:

$$P_H = d \cdot g \cdot h$$

$$P_H = (1000) \cdot (10) \cdot (8)$$

$$P_H = 80.000 \text{ Pa}$$

A pressão atmosférica deve ser somada a pressão hidrostática:

$$P_{\text{TOTAL}} = P_H + P_{\text{ATM}}$$

$$P_{\text{TOTAL}} = 80.000 + 100.000$$

$$P_H = 180.000 \text{ Pa}$$

**02.** Um mergulhador está nadando a 12 metros da superfície de um lago. Sabendo que a densidade da água é de  $1000 \text{ kg/m}^3$ , determine:

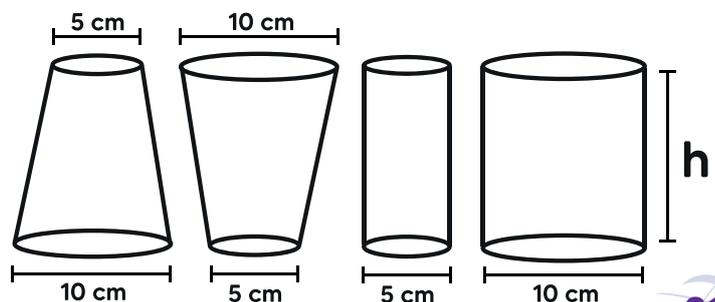
- A pressão hidrostática sentida pelo mergulhador
- A pressão total sentida pelo mergulhador

**03.** "De acordo com o Guinness Book, o livro dos recordes, o mergulhador de combate egípcio, Ahmed Gamal Gabr, bateu o recorde de mergulho em profundidade ao atingir com equipamento autônomo os 332,35 metros."

(Fonte: <https://marsemfim.com.br/recordes-de-mergulho-egipcio-desce-a-33235metros/#:~:text=Recorde%20de%20mergulho%3A%20egipcio%20atingiu,autônomo%20os%20332%2C35%20metros>)

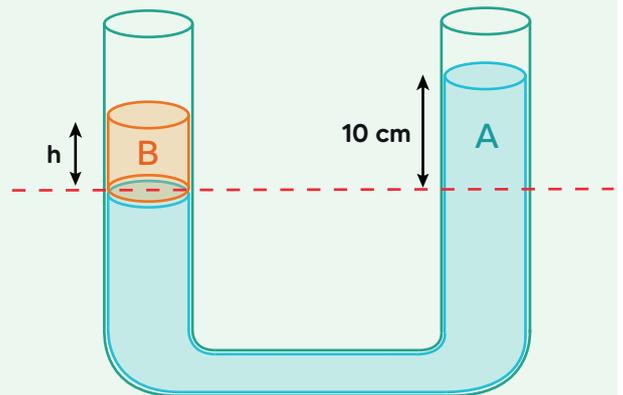
Determine a pressão total sentida por esse mergulhador.  $d(\text{água}) = 1000 \text{ kg/m}^3$

**04.** 4 reservatórios com formatos diferentes foram completamente preenchidos com água; determine em qual desses reservatórios a pressão no fundo é maior?



**05 (Respondido)** O sistema abaixo de vasos comunicantes está em equilíbrio estático. Dadas as densidades dos fluidos:  $d_A = 900 \text{ kg/m}^3$ ,  $d_B = 1200 \text{ kg/m}^3$ .

Determine a altura "h" da coluna do fluido B.



**RESOLUÇÃO**

Igual a pressão dos dois lados. Acima da linha imaginária temos o fluido B do lado esquerdo e somente o fluido A do lado direito:

$$P_H \text{ (direita)} = P_H \text{ (esquerda)}$$

$$P_H \text{ (B)} = P_H \text{ (A)}$$

Use a fórmula da pressão hidrostática:

$$d_B \cdot g \cdot h_B = d_A \cdot g \cdot h_A$$

$$(1200) \cdot (10) \cdot h = (900) \cdot (10) \cdot (0,10)$$

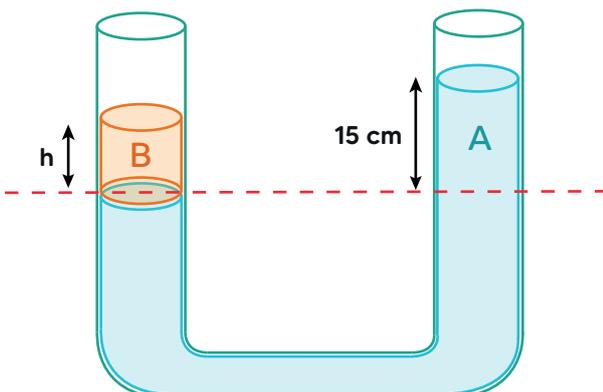
$$12000 \cdot h = 900$$

$$h = 0,075 \text{ m}$$

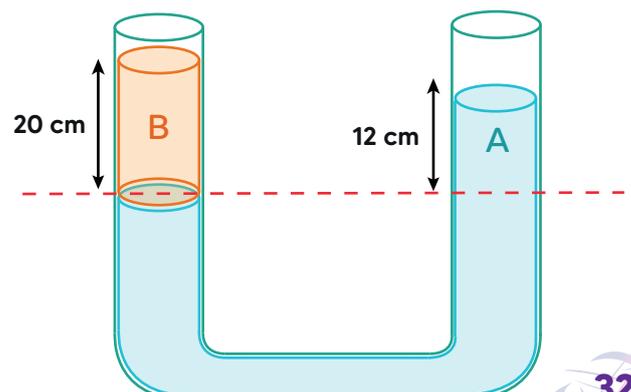
$$h = 7,5 \text{ cm}$$

OBS: Os dois lados do tubo estão expostos ao ar, logo, não é necessário somar a pressão atmosférica.

**06.** O sistema abaixo de vasos comunicantes está em equilíbrio estático. Dadas as densidades:  $d_A = 800 \text{ kg/m}^3$ ,  $d_B = 1500 \text{ kg/m}^3$ . Determine a altura "h" da coluna do fluido B.



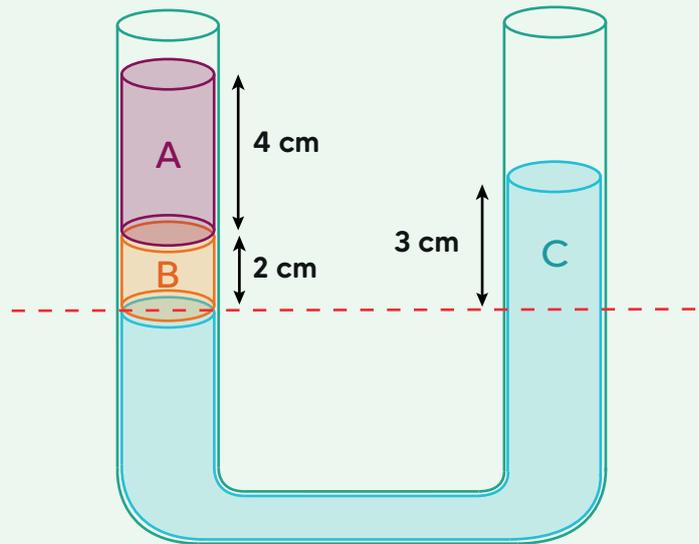
**07.** O sistema abaixo de vasos comunicantes está em equilíbrio estático. Dado a densidade:  $d_A = 900 \text{ kg/m}^3$ . Determine a densidade do fluido B



**08. (Respondido)** Um tubo contém 3 líquidos imiscíveis A, B e C.

As densidades e alturas estão representadas no desenho a seguir, determine o valor de x.

Densidade A:  $2,0 \text{ g/cm}^3$   
 Densidade B:  $3,5 \text{ g/cm}^3$   
 Densidade C:  $x \text{ g/cm}^3$



**RESOLUÇÃO**

Igual a pressão dos dois lados. Acima da linha imaginária temos os fluidos A e B do lado esquerdo e somente o fluido C do lado direito:

$$P_H \text{ (direita)} = P_H \text{ (esquerda)}$$

$$P_H \text{ (A)} + P_H \text{ (B)} = P_H \text{ (C)}$$

Use a fórmula da pressão hidrostática (transforme as densidades para "kg/m<sup>3</sup>" e as alturas para "m")

$$d_A \cdot g \cdot h_A + d_B \cdot g \cdot h_B = d_C \cdot g \cdot h_C$$

$$(2000) \cdot (10) \cdot (0,04) + (3500) \cdot (10) \cdot (0,02) = (x) \cdot (10) \cdot (0,03)$$

$$800 + 700 = 0,3x$$

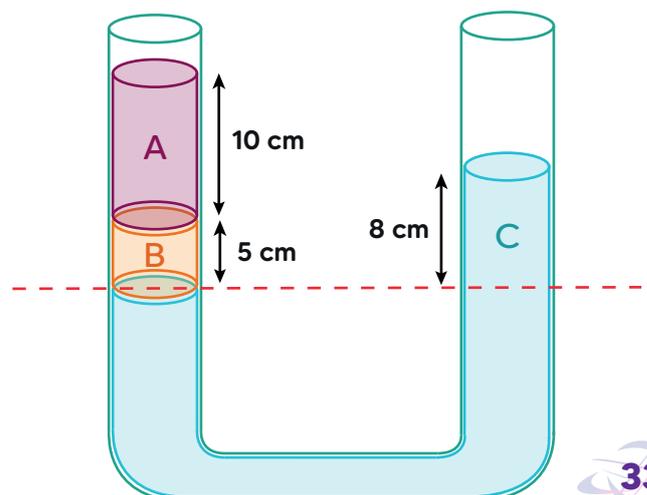
$$0,3x = 1500$$

$$x = 5000 \text{ kg/m}^3 \quad (5 \text{ g/cm}^3)$$

**09.** Um tubo contém 3 líquidos imiscíveis A, B e C.

As densidades e alturas estão representadas no desenho a seguir, determine o valor de x.

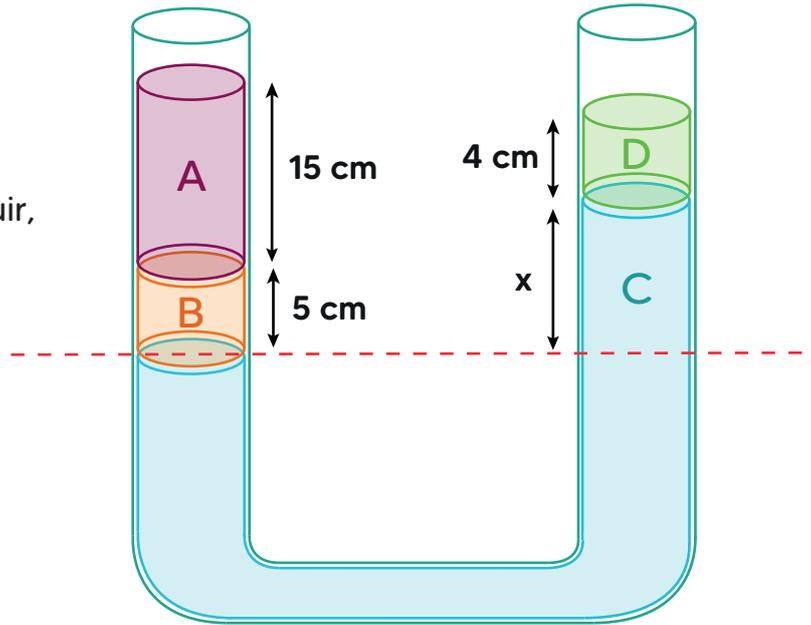
Densidade A:  $1,6 \text{ g/cm}^3$   
 Densidade B:  $2,4 \text{ g/cm}^3$   
 Densidade C:  $x \text{ g/cm}^3$



**10.** Um tubo contém 4 líquidos imiscíveis A, B, C e D.

As densidades e alturas estão representadas no desenho a seguir, determine o valor de  $x$ .

- Densidade A:  $1,2 \text{ g/cm}^3$
- Densidade B:  $1,4 \text{ g/cm}^3$
- Densidade C:  $1,6 \text{ g/cm}^3$
- Densidade D:  $1,5 \text{ g/cm}^3$



**RESPOSTAS**

**02. a)  $P_H = 120.000 \text{ Pa}$  ; b)  $P_T = 220.000 \text{ Pa}$**

**03.  $P_T = 3.423.500 \text{ Pa}$**  (Dica:  $3.323.500 + 100.000$ )

**04. Todos são iguais** (A pressão no fundo de todos os reservatórios é igual independentemente do formato. A pressão depende apenas da profundidade do recipiente.)

**06.  $h = 8 \text{ cm}$  (0,08 m)**

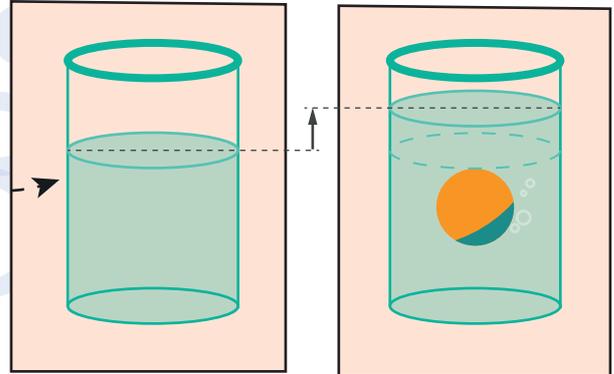
**07.  $d_B = 540 \text{ kg/m}^3$**  (ou  $0,54 \text{ g/cm}^3$ )

**09.  $x = 3,5 \text{ g/cm}^3$**  Dica:  $3500 \text{ kg/m}^3 = 3,5 \text{ g/cm}^3$

**10.  $x = 11,875 \text{ cm}$**

# Empuxo

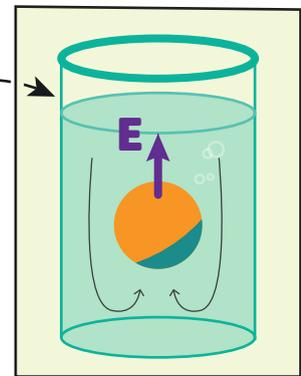
1. QUANDO MERGULHAMOS UM CORPO EM UM FLUIDO QUALQUER, O NÍVEL DELE NO RECIPIENTE IRÁ SE ELEVAR.



2. O YOLUME DE LÍQUIDO QUE FOI DESLOCADO É IGUAL AO YOLUME DO CORPO QUE FOI MERGULHADO.

UM ESPAÇO NÃO PODE SER OCUPADO POR DOIS CORPOS AO MESMO TEMPO!

3. ESSE FLUIDO QUE FOI DESLOCADO SERÁ PUXADO DE VOLTA PARA BAIXO PELA AÇÃO DA GRAVIDADE. ISSO CRIA UMA FORÇA QUE TENTA EMPURRAR O OBJETO DE VOLTA PARA A SUPERFÍCIE.



4. ESSA FORÇA QUE EMPURRA O CORPO PARA CIMA É CHAMADA DE EMPUXO. PODEMOS O CALCULAR PELA FÓRMULA:

$$E = d \cdot g \cdot V$$

[Newton - N]

d: Densidade do fluido [kg/m<sup>3</sup>]

g: Gravidade local [m/s<sup>2</sup>]

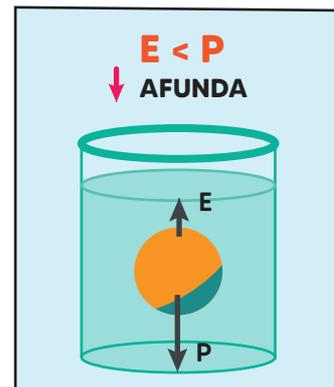
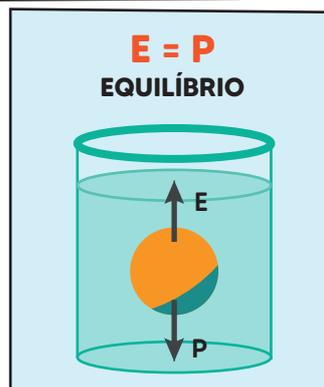
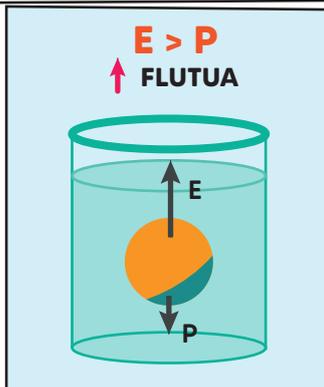
V: Volume do líquido deslocado/  
corpo imergido [m<sup>3</sup>]

5. EMPUXO É UMA FORÇA, LOGO SUA UNIDADE DE MEDIDA É O NEWTON [N]

## Afunda ou flutua?

SÓ EXISTEM 2 FORÇAS QUE ATUAM SOBRE UM OBJETO IMERSO: O PESO (P) E O EMPUXO (E) CAUSADO PELO FLUIDO.

TUDO DEPENDERÁ DE QUEM FOR MAIOR.



(O corpo com maior densidade sempre tende a ficar no fundo)

**01 (Respondido)** Um cubo de 5 cm de aresta é mergulhado inteiramente em água. Determine:

- O peso do cubo sabendo que a sua densidade é de  $0,8 \text{ g/cm}^3$ .
- O empuxo sofrido por ele.
- Qual é a força resultante sobre o bloco? Ele irá afundar ou boiar?

(Adote:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $d(\text{água}) = 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

### RESOLUÇÃO

a) Encontre o volume do cubo que é o mesmo volume de água deslocada:

$$\begin{aligned} V &= a^3 \\ V &= (5)^3 \\ V &= 125 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Use a densidade para encontrar a massa:

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow 0,8 = \frac{m}{125} \rightarrow m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

E finalmente use a fórmula do peso:

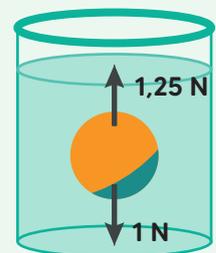
$$P = m \cdot g = (0,1) \cdot (10) = 1 \text{ N}$$

b) Use a fórmula do empuxo:

$$\begin{aligned} E &= d \cdot g \cdot V \\ E &= (1000) \cdot (10) \cdot (0,000125) \\ E &= 1,25 \text{ N} \end{aligned}$$

Transformação do volume:  
 $125 \text{ cm}^3 = 0,000125 \text{ m}^3$

$$\begin{array}{ccc} \text{m}^3 & \text{dm}^3 & \text{cm}^3 \\ \text{:1000} & & \text{:1000} \end{array}$$



c) O empuxo é maior do que o peso do bloco, ele irá flutuar.

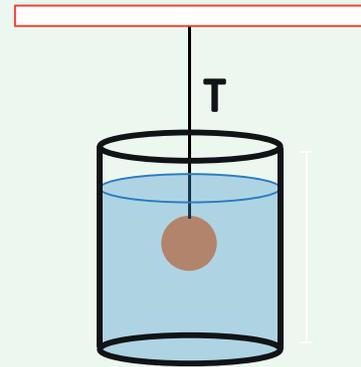
$$F_R = E - P = 1,25 - 1 = 0,25 \text{ N}$$

**02.** Um cubo de 8 cm de aresta é mergulhado inteiramente e água. Determine:  
(Adote:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $d(\text{água}) = 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

- O peso do cubo sabendo que a sua densidade é de  $1,5 \text{ g/cm}^3$ .
- O empuxo sofrido por ele.
- Qual é a força resultante sobre o bloco? Ele irá afundar ou boiar?

**03 (Respondido)** Uma esfera maciça de 30 cm de raio foi mergulhada em um líquido de densidade igual a  $1,6 \text{ g/cm}^3$  e preso por um fio inextensível no teto como mostra a figura ao lado:

A esfera possui uma massa total de 200 kg e encontra-se em equilíbrio estático. Determine a tração no fio. Adote  $\pi = 3$ .



### RESOLUÇÃO

Temos três forças agindo sobre a esfera:  
O peso, empuxo e a tração no fio.

Vamos começar achando o volume da esfera que é o mesmo volume de água deslocada:

$$V = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3} = \frac{4 \cdot 3 \cdot (0,3)^3}{3} = 0,108 \text{ m}^3$$

→ Anota ai! Fórmula para o volume de uma esfera.

Use a fórmula do Empuxo:

$$E = d \cdot g \cdot V$$

$$E = (1600) \cdot (10) \cdot (0,108)$$

$$E = 1728 \text{ N}$$

$$1,6 \text{ g/cm}^3 = 1600 \text{ kg/m}^3$$

E também podemos encontrar o Peso:

$$P = m \cdot g$$

$$P = (200) \cdot (10)$$

$$P = 2000 \text{ N}$$

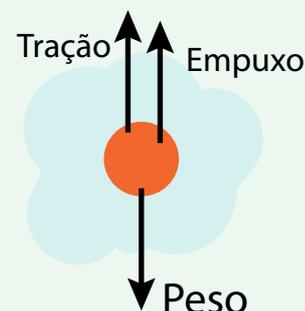
O corpo está em equilíbrio vertical, ou seja, o somatório de todas as forças é igual a zero:

$$\sum F_{(\text{vertical})} = 0$$

$$T + E - P = 0$$

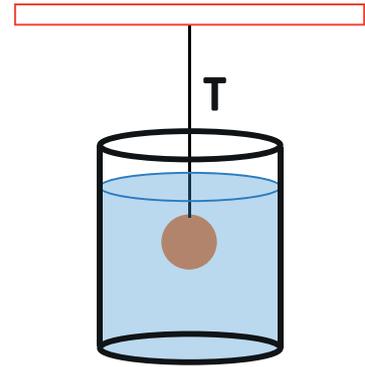
$$T + 1728 - 2000 = 0$$

$$T = 272 \text{ N}$$



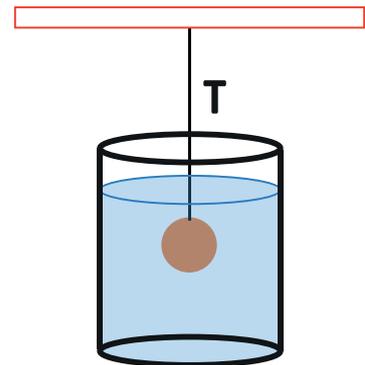
**04.** Uma esfera maciça de 20 cm de raio foi mergulhada em um líquido de densidade igual a 1,5 g/cm<sup>3</sup> e preso por um fio inextensível no teto como mostra a figura ao lado:

A esfera possui uma massa total de 180 kg e encontra-se em equilíbrio estático. Determine a tração no fio. Adote  $\pi = 3$ .



**05.** Uma esfera maciça de 20 cm de raio foi mergulhada em um líquido de densidade desconhecida e preso por um fio inextensível no teto como mostra a figura ao lado:

A esfera possui uma massa total de 250 kg e encontra-se em equilíbrio estático. Determine a densidade no fluido sabendo que a tração no fio é de 2100 N. Adote  $\pi = 3$ .



**06. (Respondido)** Um cubo de 7,68 kg foi posto em um líquido com densidade igual a 1,2 g/cm<sup>3</sup> e somente 80% de seu volume ficou submerso; determine a aresta desse cubo.

**RESOLUÇÃO**

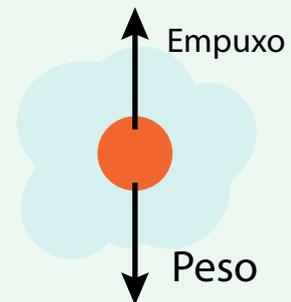
Só existem duas forças agindo sobre o cubo: o empuxo e o peso. Esse cubo está equilibrado, logo, o somatório das forças é zero:

$$\begin{aligned} \sum F_{(\text{vertical})} &= 0 \\ E - P &= 0 \\ E &= P \end{aligned}$$

Use as fórmulas do empuxo e peso:

$$\begin{aligned} d \cdot g \cdot V &= m \cdot g \\ d \cdot V &= m \\ (1200) \cdot V &= 7,68 \\ V &= 0,0064 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Corte a gravidade (g) dos dois lados



O volume encontrado é o volume do líquido deslocado, ele corresponde a 80% (0,8) do volume do cubo:

$$V_{(\text{líquido})} = 0,8 \cdot V_{(\text{cubo})}$$

$$0,0064 = 0,8 \cdot V_{(\text{cubo})}$$

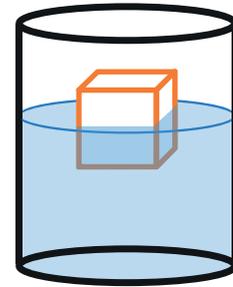
$$0,008 = V_{(\text{cubo})}$$

$$0,008 = a^3$$

$$a = 0,2 \text{ m} \quad (20 \text{ cm})$$

O volume de um cubo é dado pela aresta (a) elevada ao cubo

**07.** Um cubo de 2,048 kg foi posto em um líquido com densidade igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$  e somente 50% de seu volume ficou submerso; determine a aresta desse cubo.



## RESPOSTAS

**02. a) P = 7,68 N ; b) E = 5,12 N ; c) FR = -2,56 (afunda)**

Dica:  $m = 768 \text{ g} = 0,768 \text{ kg}$

**04. T = 1320 N** Dica:  $V = 0,032 \text{ m}^3$ ,  $E = 480 \text{ N}$ ,  $P = 1800 \text{ N}$

**05. d = 1250 kg/m<sup>3</sup>**

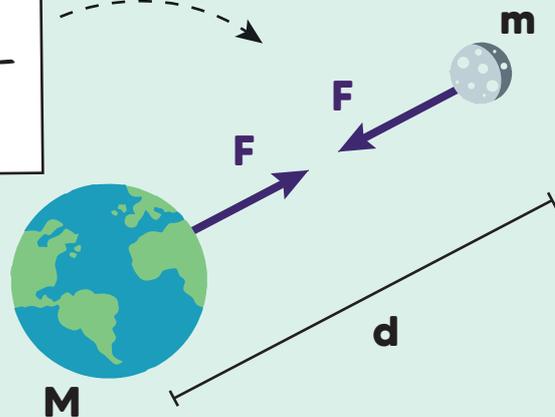
**07. a = 16 cm (0,16 m)** Dica:  $V(\text{líq}) = 0,002048 \text{ m}^3$ ,  $V(\text{cub}) = 0,004096 \text{ m}^3$

# Gravitação

## Força Gravitacional

1. A FORÇA COM QUE DOIS CORPOS SE ATRAEM NO ESPAÇO É PROPORCIONAL AS SUAS MASSAS ( $M$  E  $m$ ) E INVERSAMENTE PROPORCIONAL AO QUADRADO DA SUA DISTÂNCIA ( $d$ ).

2. OS DOIS CORPOS IRÃO SENTIR A MESMA FORÇA (AÇÃO E REAÇÃO), MAS AQUELE CORPO COM MENOR MASSA SENTIRÁ A MAIOR ACELERAÇÃO (2ª LEI DE NEWTON).



3. PODEMOS CALCULAR ESSA FORÇA PELA FÓRMULA:

$$F = G \frac{m \cdot M}{d^2} \quad [\text{Newtons}]$$

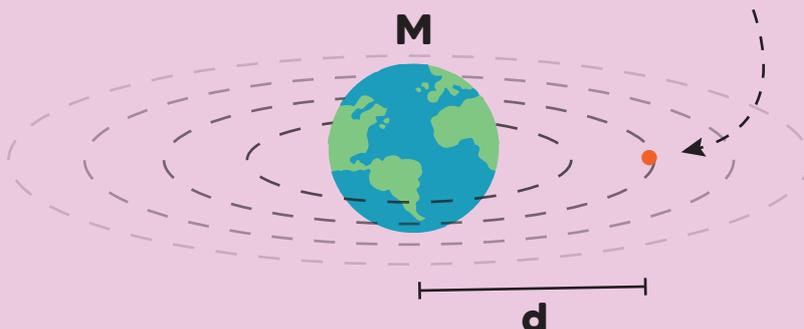
4. O "G" QUE ESTÁ NA FÓRMULA SE CHAMA CONSTANTE GRAVITACIONAL, SEU VALOR É:

$$G = 6,674 \cdot 10^{-11} \quad [\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2]$$

## Campo Gravitacional (Gravidade)

1. É A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE QUE UM CORPO DE GRANDE MASSA CRIA AO SEU REDOR. QUANTO MAIS PRÓXIMO DESSE CORPO, MAIOR SERÁ A ACELERAÇÃO GRAVITACIONAL SENTIDA NESSE PONTO.

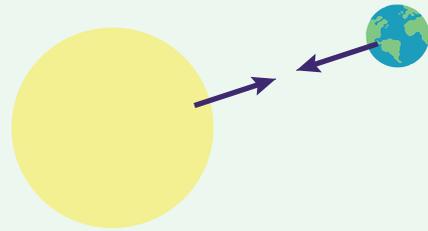
2. PODEMOS ACHAR A GRAVIDADE EXERCIDA POR UMA CORPO DE MASSA ( $M$ ) EM UM PONTO QUALQUER PELA FÓRMULA:



$$g = G \frac{M}{d^2} \quad [\text{m/s}^2]$$

**01 (Respondido)** Determine a força de atração entre a Terra e o Sol.

Dados:  $M_{\text{SOL}} = 2,0 \times 10^{30}$  kg;  
 $M_{\text{TERRA}} = 6,0 \times 10^{24}$  kg;  
 Distância entre o Sol e Terra =  $1,5 \times 10^{11}$  m  
 $G = 6,7 \times 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>



### RESOLUÇÃO

Use a fórmula da força gravitacional:

$$F = G \frac{m \cdot M}{d^2}$$

$$F = (6,7 \times 10^{-11}) \frac{(6 \times 10^{24}) \cdot (2 \times 10^{30})}{(1,5 \times 10^{11})^2}$$

$$F = (6,7 \times 10^{-11}) \frac{(6 \times 10^{24}) \cdot (2 \times 10^{30})}{(2,25 \times 10^{22})}$$

$$F = \frac{(6,7) \cdot (6) \cdot (2)}{(2,25)} \cdot \frac{(10^{-11}) \cdot (10^{24}) \cdot (10^{30})}{(10^{22})}$$

$$F = 35,7 \times 10^{21} \text{ Newtons}$$

Faça as operações com os coeficientes numéricos e com as potências de 10 separadamente

Dados para as questões 2 e 3:

$M_{\text{SOL}} = 2,0 \times 10^{30}$  kg;

$M_{\text{TERRA}} = 6,0 \times 10^{24}$  kg;

$M_{\text{MARTE}} = 6,4 \times 10^{23}$  kg;

$M_{\text{LUA}} = 7,3 \times 10^{22}$  kg;

Distância entre o Sol e Marte =  $2,3 \times 10^{11}$  m

Distância entre a Terra e Lua =  $3,8 \times 10^8$  m

$G = 6,7 \times 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>

**02.** Determine a força de atração entre Marte e o Sol.

**03.** Determine a força de atração entre a Terra e a Lua.

**04 (Respondido)** Determine a gravidade exercida pela terra ao nível do mar.

Dados:  $M_{\text{TERRA}} = 6,0 \times 10^{24}$  kg;  
Raio da Terra =  $6,4 \times 10^6$  m

### RESOLUÇÃO

Use a fórmula da gravidade, a distância do centro até o ponto analisado (superfície) é igual ao próprio raio da Terra:

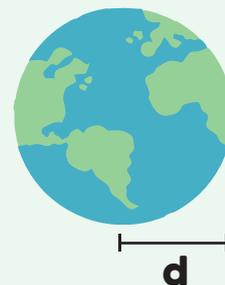
$$g = G \frac{M}{d^2}$$

$$g = (6,7 \times 10^{-11}) \frac{6 \times 10^{24}}{(6,4 \times 10^6)^2}$$

$$g = (6,7 \times 10^{-11}) \frac{6 \times 10^{24}}{40,96 \times 10^{12}}$$

$$g = \frac{(6,7) \cdot (6)}{40,96} \cdot \frac{(10^{-11}) \cdot (10^{24})}{(10^{12})}$$

$$g = 0,981 \times 10^1 = 9,81 \text{ m/s}^2$$



Faça as operações com os coeficientes numéricos e com as potências de 10 separadamente

Provamos que a gravidade ao nível do mar é de 9,81 (aproximadamente 10)

Dados para as questões 5 a 7:

$M_{\text{JÚPITER}} = 1,9 \times 10^{27}$  kg;  
 $M_{\text{MARTE}} = 6,4 \times 10^{23}$  kg;  
 $M_{\text{LUA}} = 7,3 \times 10^{22}$  kg;  
Raio da Júpiter =  $7,0 \times 10^7$  m  
Raio da Marte =  $3,4 \times 10^6$  m  
Raio da Lua =  $1,7 \times 10^6$  m  
 $G = 6,7 \times 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>

**05.** Determine a gravidade na superfície de Júpiter

**06.** Determine a gravidade na superfície de Marte

**07.** Determine a gravidade na superfície da Lua

**08 (Respondido)** Determine a gravidade exercida pela Terra na Estação Espacial Internacional que se encontra a  $0,4 \times 10^6$  metros da superfície da Terra.

Dados:  $M_{\text{TERRA}} = 6,0 \times 10^{24}$  kg;

Raio da Terra =  $6,4 \times 10^6$  m

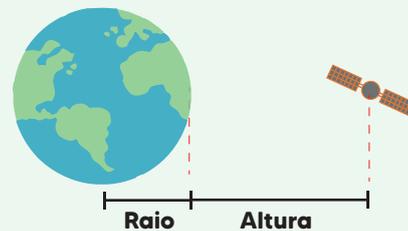
### RESOLUÇÃO

A distância do centro da Terra até o ponto analisado será a soma do raio da Terra mais a altura da Estação:

$$d = \text{Raio da Terra} + \text{Altura}$$

$$d = 6,4 \times 10^6 + 0,4 \times 10^6$$

$$d = 6,8 \times 10^6$$



A distância do centro da Terra até o ponto analisado será a soma do raio da Terra mais a altura da Estação:

$$g = G \frac{M}{d^2}$$

$$g = (6,7 \times 10^{-11}) \frac{6 \times 10^{24}}{(6,8 \times 10^6)^2}$$

$$g = (6,7 \times 10^{-11}) \frac{6 \times 10^{24}}{46,24 \times 10^{12}}$$

$$g = \frac{(6,7) \cdot (6)}{46,24} \cdot \frac{(10^{-11}) \cdot (10^{24})}{(10^{12})}$$

$$g = 0,869 \times 10^1 = 8,69 \text{ m/s}^2$$

Faça as operações com os coeficientes numéricos e com as potências de 10 separadamente

A gravidade diminui a medida que nos afastamos do centro

Dados para as questões 9 e 10:  $M_{\text{TERRA}} = 6,0 \times 10^{24}$  kg; Raio da Terra =  $6,4 \times 10^6$  m

**09.** Determine a gravidade sentida por um satélite que se encontra a  $0,6 \times 10^6$  metros da superfície da Terra.

**10.** Determine a gravidade sentida por um satélite que se encontra a  $1,1 \times 10^6$  metros da superfície da Terra.

**11 (Respondido)** A velocidade da luz no vácuo é igual a  $3 \times 10^8$  m/s, determine o tempo necessário para que a luz do Sol chegue até a Terra.

(Distância entre o Sol e Terra =  $1,5 \times 10^{11}$  m)

### RESOLUÇÃO

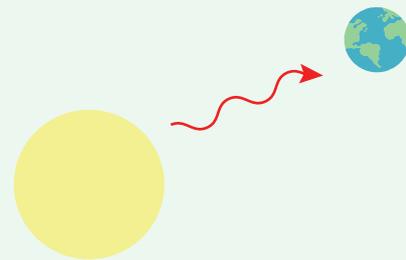
Use a fórmula para a velocidade:

$$V = \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}}$$

$$3 \times 10^8 = \frac{1,5 \times 10^{11}}{t}$$

$$t = \frac{1,5 \times 10^{11}}{3 \times 10^8} = 0,5 \times 10^3$$

$$t = 500 \text{ segundos (8,33 minutos)}$$



**12.** A velocidade da luz no vácuo é igual a  $3 \times 10^8$  m/s, determine o tempo necessário para que a luz do Sol chegue até Mercúrio.

(Distância entre o Sol e Mercúrio =  $5,8 \times 10^{10}$  m)

**13.** Um pulso eletromagnético foi emitido para o rover "Curiosity" em Marte que ao receber o sinal retornou uma mensagem para o seu operador na Terra. O delay total entre ao comando emitido e a resposta foi de 34 minutos.

Determine a distância entre a Terra e Marte nessa situação.  
(Velocidade da luz no vácuo:  $3 \times 10^8$  m/s)

OBS: Valores aproximados:

### RESPOSTAS

**02.**  $F = 1,62 \times 10^{21}$  N

**03.**  $F = 2,03 \times 10^{20}$  N

**05.**  $g = 26$  m/s<sup>2</sup>

**06.**  $g = 3,7$  m/s<sup>2</sup>

**07.**  $g = 1,7$  m/s<sup>2</sup>

**09.**  $g = 8,2$  m/s<sup>2</sup>

**10.**  $g = 7,1$  m/s<sup>2</sup>

**12.**  $t = 193$  s ( 3,22 min)

**13.**  $d = 3,06 \times 10^{11}$  m Dica: 34 minutos = 2040 segundos

Dica: Divida a distância por 2 (ida + volta)

1ª  
LEI

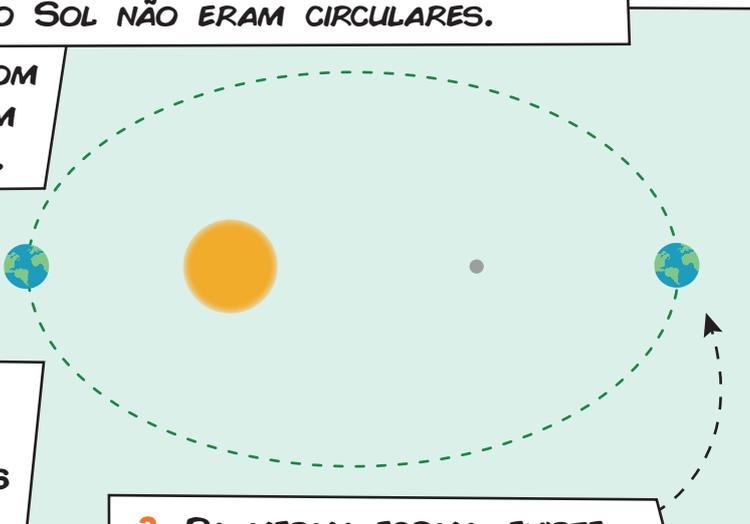
## Lei das Órbitas

1. DIFERENTEMENTE DO SE ACREDITAVA NO PASSADO, AS ÓRBITAS DOS PLANETAS AO REDOR DO SOL NÃO ERAM CIRCULARES.

ELAS SÃO ELÍPTICAS, E COM O SOL LOCALIZADO EM UM DOS FOCOS DESSA ELIPSE.

2. ESSA DESCOBERTA IMPLICA QUE EXISTE UMA ÉPOCA DO ANO QUE A TERRA ESTÁ MAIS PRÓXIMA DO SOL, ELA SE CHAMA PERIÉLIO.

3. DA MESMA FORMA, EXISTE UMA ÉPOCA QUE ELA ESTÁ MAIS AFASTADA, ELA SE CHAMA AFÉLIO.



www.marcoiazulayexatas.com

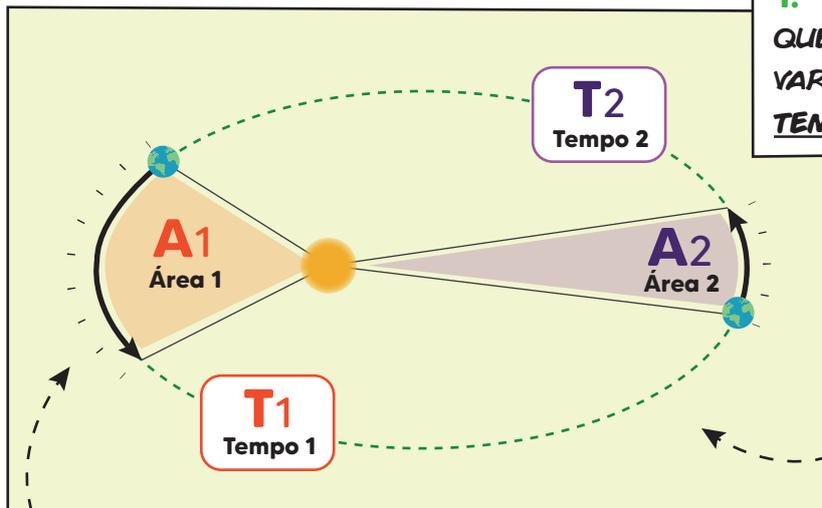
2ª  
LEI

## Lei das Áreas

1. ESSA LEI DIZ QUE: A RETA QUE LIGA O PLANETA E O SOL VARRE ÁREAS IGUAIS EM TEMPOS IGUAIS.

2. NESSO EXEMPLO, SE AS ÁREAS DAS FATIAS A1 E A2 FOREM IGUAIS,

OS TEMPOS T1 E T2 DESSSES MOVIMENTOS TAMBÉM SERÃO!



3. PERCEBA QUE NO PERIÉLIO, A DISTÂNCIA PERCORRIDA FOI MAIOR QUE A DISTÂNCIA NO AFÉLIO PARA O MESMO INTERVALO DE TEMPO.

4. ISSO SIGNIFICA A VELOCIDADE DE UM PLANETA AO REDOR DO SOL NÃO É CONSTANTE;

ELE É MAIS RÁPIDO NO PERIÉLIO, E MAIS LENTO NO AFÉLIO.

# 3ª LEI

## Lei dos Períodos

1. QUANDO PEGAMOS O QUADRADO DO PERÍODO DE TRANSLAÇÃO DA TERRA AO REDOR DO SOL...

2. ...E DIVIDIMOS PELO CUBO DA DISTÂNCIA ENTRE ELES.

$$\frac{\text{Período}^2}{\text{Distância}^3} = \frac{4 \cdot \pi}{G \cdot M}$$

G: Constante Gravitacional  
M: Massa do Sol

3. ACHAMOS UM VALOR QUE ACABA SENDO CONSTANTE PARA TODOS OS PLANETAS

4. COMO O VALOR É O MESMO, PODEMOS FAZER AS IGUALDADES A SEGUIR:

$$\frac{T_{(\text{MERCURIO})}^2}{D_{(\text{MERCURIO-SOL})}^3} = \frac{T_{(\text{VÊNUS})}^2}{D_{(\text{VÊNUS-SOL})}^3} = \frac{T_{(\text{TERRA})}^2}{D_{(\text{TERRA-SOL})}^3} = \frac{T_{(\text{MARTE})}^2}{D_{(\text{MARTE-SOL})}^3} =$$

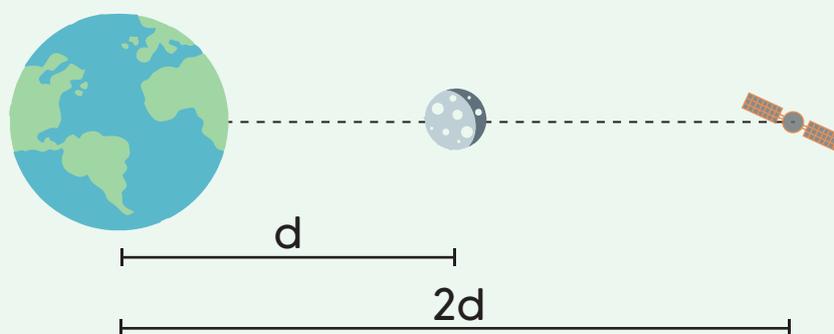
$$\frac{T_{(\text{JÚPITER})}^2}{D_{(\text{JÚPITER-SOL})}^3} = \frac{T_{(\text{SATURNO})}^2}{D_{(\text{SATURNO-SOL})}^3} = \frac{T_{(\text{URANO})}^2}{D_{(\text{URANO-SOL})}^3} = \frac{T_{(\text{NETUNO})}^2}{D_{(\text{NETUNO-SOL})}^3}$$



**01.** Determine quais das afirmações são falsas e as corrija.

- A velocidade de um planeta diminui à medida que ele se afasta do Sol.
- A velocidade de um planeta aumenta à medida que ele se afasta do Sol.
- O período de translação de um planeta é inversamente proporcional a distância entre ele e o Sol.
- O verão na Terra acontece quando ele está no periélio e o inverno acontece quando ele está no afélio.

**02 (Respondido)** Um satélite artificial da Terra possui o dobro da distância entre os centros da Terra e da Lua, sabe-se que o período de órbita da Lua é de 28 dias, calcule o período de órbita desse satélite.



### RESOLUÇÃO

Ambos, a Lua e o satélite estão em órbita ao redor da Terra, use a fórmula da terceira Lei de Kepler:

Corte "d<sup>3</sup>" dos dois denominadores

$$\frac{T_{(LUA)}^2}{D_{(LUA)}^3} = \frac{T_{(SAT)}^2}{D_{(SAT)}^3}$$

$$\frac{(28)^2}{(d)^3} = \frac{T_{(SAT)}^2}{(2d)^3}$$

$$\frac{784}{d^3} = \frac{T_{(SAT)}^2}{8d^3}$$

$$\frac{784}{1} = \frac{T_{(SAT)}^2}{8}$$

$$T_{(SAT)}^2 = 6.272$$

$$T_{(SAT)} = 79,2 \text{ dias}$$

**03.** Um satélite artificial da Terra possui o triplo da distância entre os centros da Terra e da Lua, sabe-se que o período de órbita da Lua é de 28 dias, calcule o período de órbita desse satélite.

**04.** Um satélite artificial da Terra possui a metade da distância entre os centros da Terra e da Lua, sabe-se que o período de órbita da Lua é de 28 dias, calcule o período de órbita desse satélite.

**05 (Respondido)** A distância entre o Sol e a Terra é de  $1,5 \times 10^{11}$  m e a distância entre o Sol e Júpiter é de  $7,7 \times 10^{11}$  m. Determine o período de translação entre o Sol e Júpiter.

**RESOLUÇÃO**

Ambos, a Terra e Júpiter estão em órbita ao redor do Sol, use a fórmula da terceira Lei de Kepler:

O período de órbita da Terra é de 1 ano.

Corte "  $10^{33}$  " dos dois denominadores.

$$\frac{T_{(TER)}^2}{D_{(TER)}^3} = \frac{T_{(JUP)}^2}{D_{(JUP)}^3}$$

$$\frac{(1)^2}{(1,5 \times 10^{11})^3} = \frac{T_{(JUP)}^2}{(7,8 \times 10^{11})^3}$$

$$\frac{1}{3,4 \times 10^{33}} = \frac{T_{(JUP)}^2}{474,6 \times 10^{33}}$$

$$\frac{1}{3,4} = \frac{T_{(JUP)}^2}{474,6}$$

$$3,4 \cdot T_{(JUP)}^2 = 474,4$$

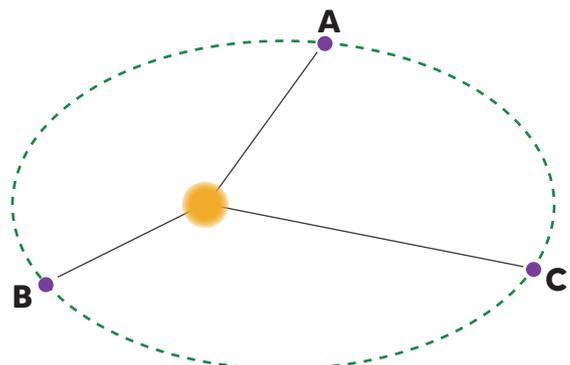
$$T_{(JUP)}^2 = 139,5$$

$$T_{(JUP)} = 11,8 \text{ anos}$$

**06.** A distância entre o Sol e a Terra é de  $1,5 \times 10^{11}$  m e a distância entre o Sol e Netuno é de  $4,5 \times 10^{12}$  m. Determine o período de translação entre o Sol e Netuno.

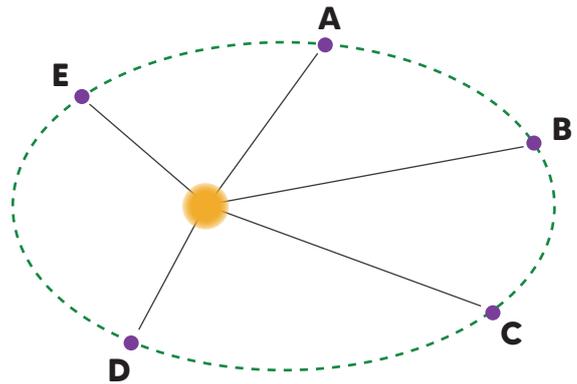
**07.** Um planeta teve a sua órbita dividida em 3 partes com áreas iguais como mostra a figura ao lado.

Sabe-se que o planeta demora 5 meses para ir de A até B, determine o período de translação desse planeta



**08.** Um planeta teve a sua órbita dividida em 5 partes com áreas iguais como mostra a figura ao lado.

Sabe-se que o planeta demora 8 meses para ir de A até B, determine o período de translação desse planeta



- Você pode usar a calculadora nessas questões!
- Todos os valores possuirão uma margem de erro devido a utilização de dados aproximados ou arredondados.

## RESPOSTAS

**01. 01. V, F, F, F**

- b) A velocidade de um planeta diminui quando ele se afasta do Sol (afélio) e aumenta quando ele se aproxima do Sol (periélio)
- c) Segundo a 3ª Lei de Kepler, quanto maior a distância entre o Sol e o seu planeta, maior é o período de translação.
- d) O verão e o inverno acontecem devido a inclinação do globo terrestre que distribui os raios solares de forma desigual entre os hemisférios norte e sul da Terra. O afélio e o periélio não influenciam nas estações do ano.

**03. T = 145,5 dias**

**04. T = 9,9 dias**

**06. T = 164,3 anos**

**07. T = 15 meses** Dica: 3 partes com 5 meses cada

**08. T = 40 meses** Dica: 5 partes com 8 meses cada

# Órbitas

## Velocidade Média

www.marcioazulayexatas.com

1. JÁ SABEMOS QUE UM CORPO EM ÓRBITA POSSUI VELOCIDADE VARIÁVEL.

2. MAS PODEMOS ENCONTRAR UMA VELOCIDADE MÉDIA.

VEJA A FÓRMULA:

$$V = \sqrt{\frac{G \cdot M}{d}}$$

[m/s]

3. PERCEBEU QUE A VELOCIDADE NÃO DEPENDE DA MASSA DO CORPO EM ÓRBITA? DEPENDE SOMENTE DA MASSA DO PLANETA QUE ESTÁ NO CENTRO.

G: Constante Gravitacional  
M: Massa do Corpo no Centro [kg]  
d: Distância (Raio Orbital) [m]

## Período de Órbita

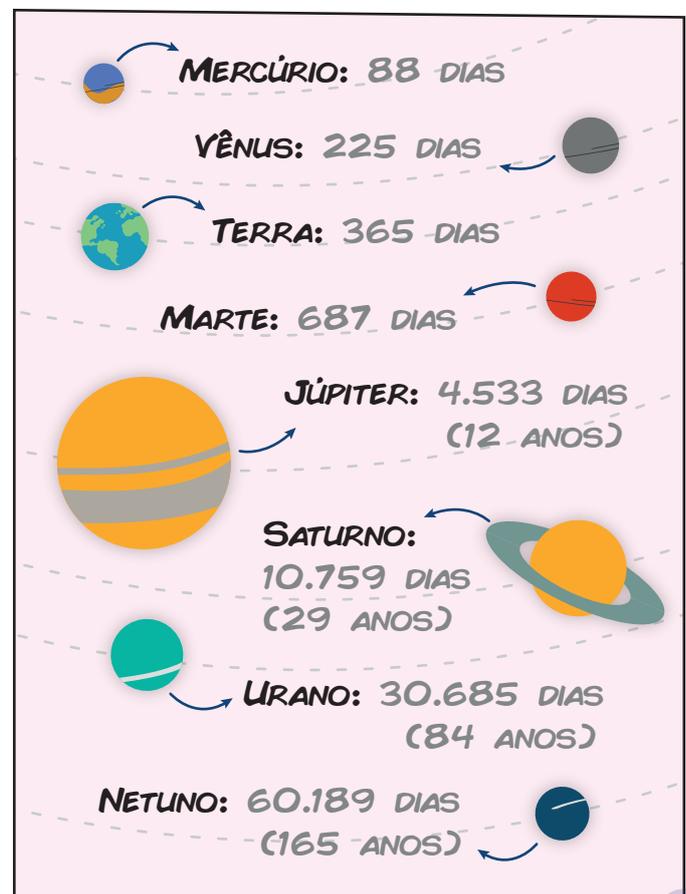
1. TAMBÉM TEMOS UMA FÓRMULA PARA CALCULAR O PERÍODO (TEMPO) DE UMA VOLTA COMPLETA

2. CADA PLANETA TEM O SEU, E QUANTO MAIS LONGE DO SOL, MAIOR SERÁ O TEMPO PARA DAR UMA VOLTA COMPLETA.

3. VEJA A FÓRMULA (QUE É DERIVADA DA VELOCIDADE ORBITAL "V")

$$T = \frac{2\pi d}{V}$$

[segundos - s]



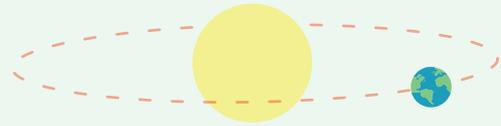
**01 (Respondido)** Determine a velocidade média da Terra ao redor do Sol.

$$M_{\text{SOL}} = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg};$$

$$M_{\text{TERRA}} = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg};$$

$$\text{Distância entre o Sol e Terra} = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$$



### RESOLUÇÃO

Não use a massa do corpo em órbita (Terra), use somente a massa do corpo no centro (Sol). Aplique a fórmula:

$$V = \sqrt{\frac{G \cdot M}{d}}$$

$$V = \sqrt{\frac{(6,7 \times 10^{-11}) \cdot (2,0 \times 10^{30})}{(1,5 \times 10^{11})}}$$

$$V = \sqrt{8,93 \times 10^8}$$

$$V = 2,98 \times 10^4$$

$$V = 2.988,9 \text{ m/s} \quad (\text{aproximado})$$

Dados para as questões 2 a 4:

$$M_{\text{SOL}} = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg};$$

$$M_{\text{TERRA}} = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg};$$

$$M_{\text{MARTE}} = 6,4 \times 10^{23} \text{ kg};$$

$$M_{\text{SATURNO}} = 5,7 \times 10^{26} \text{ kg};$$

$$M_{\text{LUA}} = 7,3 \times 10^{22} \text{ kg};$$

$$\text{Distância entre a Terra e Lua} = 3,84 \times 10^8 \text{ m}$$

$$\text{Distância entre o Sol e Marte} = 2,28 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$\text{Distância entre o Sol e Saturno} = 1,4 \times 10^{12} \text{ m}$$

$$G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$$

**02.** Determine a velocidade média de órbita da Lua ao redor da Terra

**03.** Determine a velocidade média de órbita de Marte ao redor do Sol

**04.** Determine a velocidade média de órbita de Saturno ao redor do Sol

**05 (Respondido)** Determine o período orbital da Terra ao redor do Sol.

Distância entre o Sol e Terra =  $1,5 \times 10^{11}$  m

### RESOLUÇÃO

Podemos usar a velocidade orbital encontrada no exercício 1 para achar o período:

$$T = \frac{2\pi d}{V}$$

$$T = \frac{2 \cdot (3,14) \cdot (1,5 \times 10^{11})}{(2.988,9)}$$

$$T = 3,14 \times 10^7 \text{ segundos}$$

$$T = 364,76 \text{ dias}$$

Divida por 86.400 para transformar de segundos para dias.  
(24 dias x 60 h x 60 min)

O valor real é de 365,25 dias, a diferença foi gerada pelos arredondamentos.

Dados para as questões de 6 a 8:

Use as velocidades encontradas nas questões de 2 a 4

Distância entre a Terra e Lua =  $3,84 \times 10^8$  m

Distância entre o Sol e Marte =  $2,28 \times 10^{11}$  m

Distância entre o Sol e Saturno =  $1,4 \times 10^{12}$  m

**06.** Determine o período de translação da Lua ao redor da Terra

**07.** Determine o período de translação de Marte ao redor do Sol

**08.** Determine o período de translação de Saturno ao redor do Sol

**RESPOSTAS** (Valores aproximados)

**02.**  $V = 1023,2$  m/s

**03.**  $V = 24.242,9$  m/s

**04.**  $V = 9.783,4$  m/s

**06.**  $T = 27,3$  dias

**07.**  $T = 683,6$  dias

**08.**  $T = 10728$  dias