

### Estática: equilíbrio de um corpo extenso

- Aulas 45 e 46 / Pg. 263 / Alfa 6

#### Equilíbrio de um corpo extenso

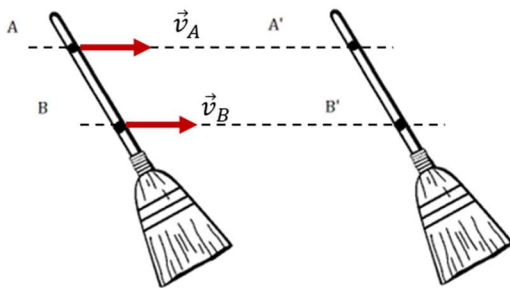
Não há translação:  $R = 0$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots \vec{F}_n = 0$$

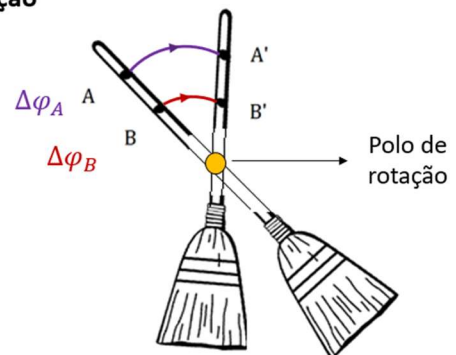
Não há rotação:  $\sum M = 0$

$$M_1 + M_2 + M_3 \dots M_n = 0$$

#### Translação

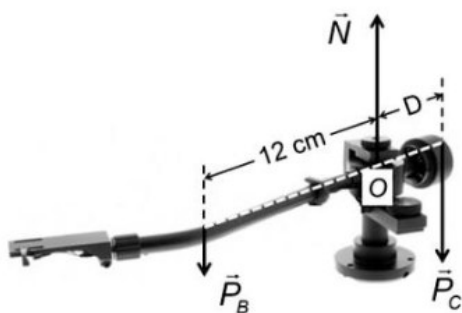


#### Rotação



#### Exercícios

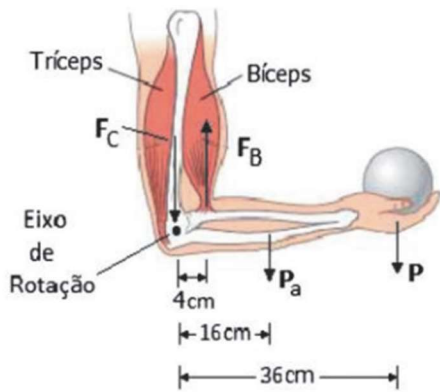
1. (Unicamp-SP) A figura ao lado mostra o braço de um toca-discos de vinil. Nela são indicadas, nos seus respectivos pontos de atuação, as seguintes forças: peso do braço ( $\vec{P}_B$ ) peso do contrapeso ( $\vec{P}_C$ ) e força normal aplicada pelo suporte do braço ( $\vec{N}$ ). Para que o braço fique em equilíbrio, é necessário que a soma dos torques seja igual a zero. No caso do braço da figura, o módulo do torque de cada força em relação ao ponto O (suporte do braço) é igual ao produto do módulo da força pela distância do ponto de aplicação da força até O. Adote torque positivo para forças que tendem a acelerar o braço no sentido horário e torque negativo para o sentido anti-horário.



Sendo  $|\vec{P}_C| = 1,5\text{N}$ ,  $|\vec{P}_B| = 0,3\text{N}$  e  $|\vec{N}| = 1,8\text{N}$  qual deve ser a distância D do contrapeso ao ponto O para que o braço fique em equilíbrio?

- a) 2,0 cm.
- b) 2,4 cm.
- c) 3,6 cm.
- d) 6,0 cm.

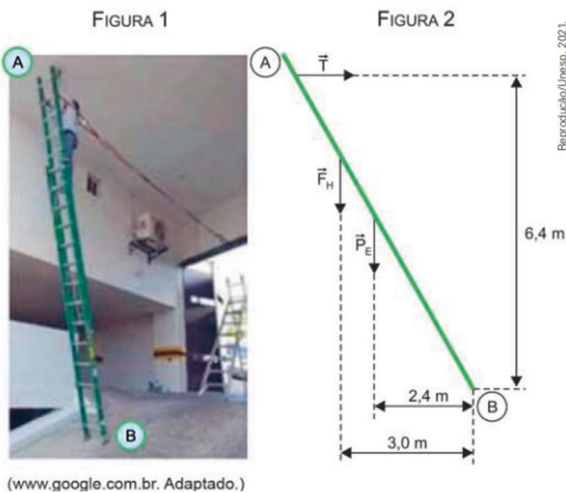
2. (UFRGS-RS) A figura abaixo representa esquematicamente o braço e o antebraço de uma pessoa que está sustentando um peso  $P$ . O antebraço forma um ângulo de  $90^\circ$  com o braço.  $F_B$  é a força exercida pelo bíceps sobre o antebraço, e  $F_C$  é a força na articulação do cotovelo.



Sendo o módulo do peso  $P = 50 \text{ N}$  e o módulo do peso do antebraço  $P_a = 20 \text{ N}$ , qual é o módulo da força  $F_B$  ?

- a) 70 N.
- b) 370 N.
- c) 450 N.
- d) 460 N.
- e) 530 N

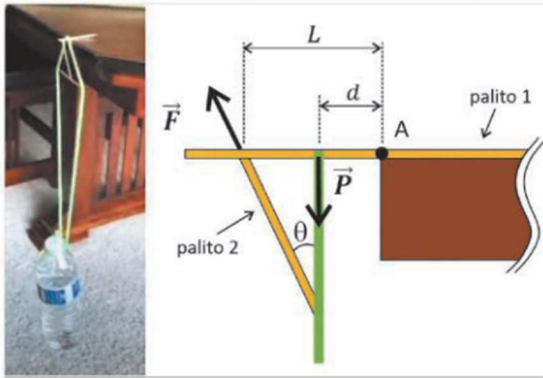
3. (Unesp-SP) Para alcançar o teto de uma garagem, uma pessoa sobe em uma escada AB e fica parada na posição indicada na figura 1. A escada é mantida em repouso, presa por cordas horizontais, e apoiada no chão. Na figura 2 estão indicadas algumas distâncias e desenhadas algumas forças que atuam sobre a escada nessa situação: seu peso  $P_E = 300 \text{ N}$ , a força aplicada pelo homem sobre a escada  $F_H = 560 \text{ N}$  e a tração aplicada pelas cordas,  $T$ . A força de contato com o solo, aplicada no ponto B, não está indicada nessa figura.



Considerando um eixo passando pelo ponto B, perpendicular ao plano que contém a figura 2, para o cálculo dos momentos aplicados pelas forças sobre a escada, a intensidade da força de tração é

- a) 375 N.
- b) 280 N
- c) 430 N
- d) 525 N.
- e) 640 N

4. (Fuvest-SP) Um vídeo bastante popular na internet mostra um curioso experimento em que uma garrafa de água pendurada por uma corda é mantida suspensa por um palito de dente apoiado em uma mesa.



O “truque” só é possível pelo uso de outros palitos, formando um tipo de treliça. A figura à direita da foto mostra uma visão lateral do conjunto, destacando duas das forças que atuam sobre o palito 1. Nesta figura,  $F$  é a força que o palito 2 exerce sobre o palito 1 (aplicada a uma distância  $L$  do ponto  $A$  na borda da mesa),  $P$  é a componente vertical da força que a corda exerce sobre o palito 1 (aplicada a uma distância  $d$  do ponto  $A$ ) e  $\theta$  é o ângulo entre a direção da força  $F$  e a vertical. Para que o conjunto se mantenha estático, porém na iminência de rotacionar, a relação entre os módulos de  $F$  e  $P$  deve ser:

Note e adote:

- Despreze o peso dos palitos em relação aos módulos das forças  $F$  e  $P$

a)  $|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|d}{L \cos \theta}$ .

b)  $|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|d}{L \sin \theta}$ .

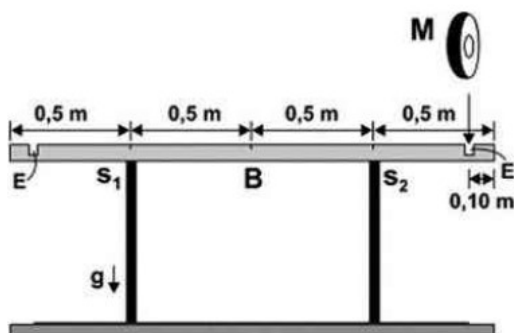
c)  $|\vec{F}| = |\vec{P}| \cos \theta$ .

d)  $|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|L \cos \theta}{d}$ .

e)  $|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|L \sin \theta}{d}$ .

5. (Fuvest - Adaptada) Em uma academia de musculação, uma barra  $B$ , com 2,0 m de comprimento e massa de 10 kg, está apoiada de forma simétrica em dois suportes,  $S_1$  e  $S_2$ , separados por uma distância de 1,0 m, como indicado na figura. Para a realização de exercícios, vários discos, de diferentes massas  $M$ , podem ser colocados em encaixes,  $E$ , com seus centros a 0,10 m de cada extremidade da barra. O primeiro disco deve ser escolhido com cuidado, para não desequilibrar a barra.

Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) Quais as intensidades das forças aplicadas pelos suportes  $S_1$  e  $S_2$  sobre a barra quando a massa do disco for  $M = 5 \text{ kg}$ ?
- b) Qual a maior massa  $M$  que pode ser pendurada para que a barra não tombe?

Bagarito: 1) B 2) E 3) A 4) A 5)

# Teorema de Stevin

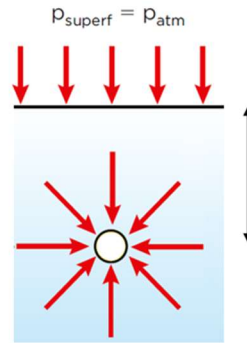
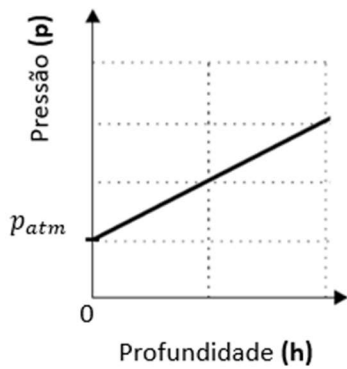
- Aula 48 / Caderno 7 / Página 245

## 1. Teorema de Stevin

$$p = p_{atm} + d \cdot g \cdot h$$

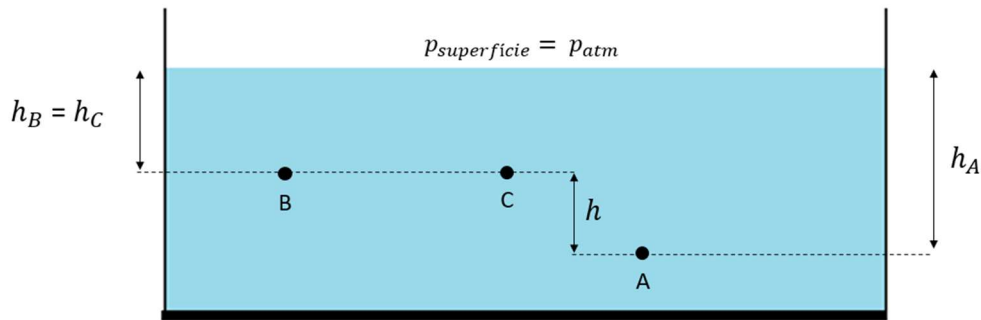
Pressão efetiva

Pressão hidrostática

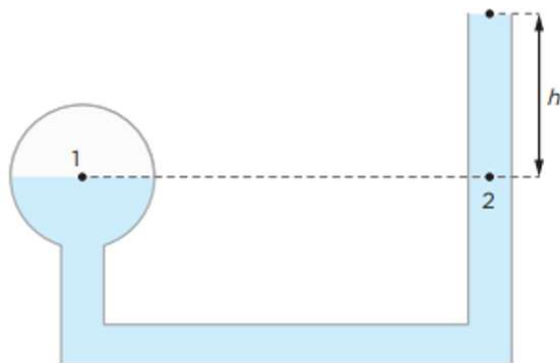


- $p$ : pressão: SI:  $N/m^2$
- $d$ : densidade do fluido – SI:  $kg/m^3$
- $g$ : aceleração da gravidade – SI:  $m/s^2$
- $h$ : profundidade – SI:  $m$

$$1 \text{ atm} \cong 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2} = 760 \text{ mmHg} = 10,3 \text{ mca}$$



Consequência:



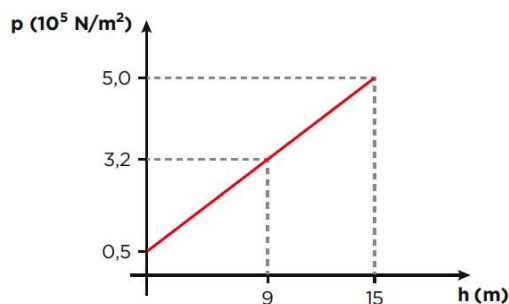
$$p_1 = p_2 = p_{atm} + d \cdot g \cdot h$$

Pontos sobre a mesma linha horizontal e imersos no mesmo líquido estão submetidos a mesma pressão



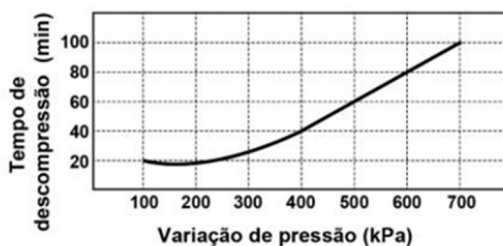
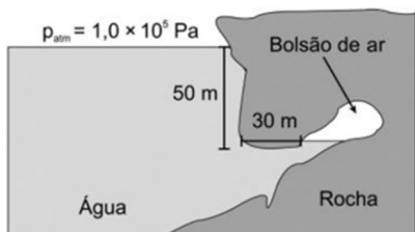
## Exercícios

1. (Udesc) O gráfico a seguir ilustra a variação da pressão em função da profundidade, para um líquido contido em um reservatório aberto.



Para o local onde se encontra o reservatório, calcule os valores da pressão atmosférica e da densidade do líquido.

2. (ENEM) Um mergulhador fica preso ao explorar uma caverna no oceano. Dentro da caverna formou-se um bolsão de ar, como mostrado na figura, onde o mergulhador se abrigou.



Durante o resgate, para evitar danos a seu organismo, foi necessário que o mergulhador passasse por um processo de decompressão antes de retornar à superfície para que seu corpo ficasse novamente sob pressão atmosférica. O gráfico mostra a relação entre os tempos de decompressão recomendados para indivíduos nessa situação e a variação de pressão.

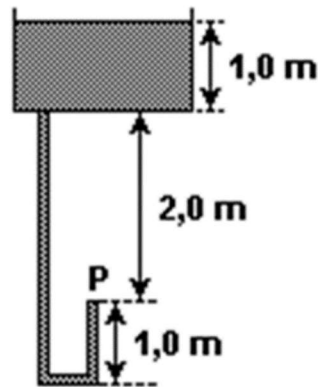
Considere que a aceleração da gravidade seja igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e que a densidade da água seja de  $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ .

Em minutos, qual é o tempo de decompressão a que o mergulhador deverá ser submetido?

- a) 100 b) 80 c) 60 d) 40 e) 20

3. (Ufg) A instalação de uma torneira num edifício segue o esquema ilustrado na figura a seguir.

Considere:  
 Densidade da água:  $1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$   
 Aceleração da gravidade:  $10,0 \text{ m/s}^2$   
 Pressão atmosférica:  $1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$



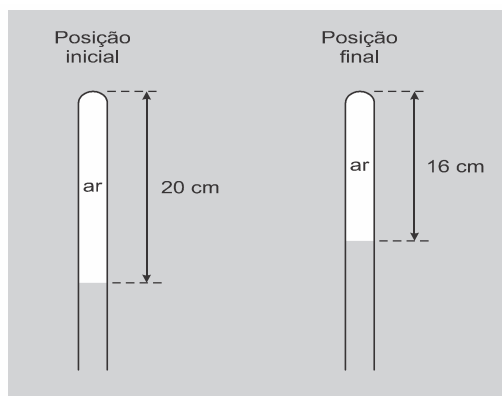
Considerando que a caixa d'água está cheia e destampada, a pressão no ponto P, em  $\text{N/m}^2$ , onde será instalada a torneira, é

- a)  $2,00 \cdot 10^4$    b)  $1,01 \cdot 10^5$    c)  $1,21 \cdot 10^5$    d)  $1,31 \cdot 10^5$    e)  $1,41 \cdot 10^5$

4. (Famerp 2017) O profundímetro é um instrumento utilizado por mergulhadores para indicar a que profundidade estão em relação à superfície da água. A imagem mostra dois mergulhadores utilizando um profundímetro rudimentar constituído de um tubo de vidro com a extremidade inferior aberta e a superior fechada, aprisionando determinada quantidade de ar. Quando o tubo se desloca verticalmente dentro da água, o volume ocupado pelo ar varia, indicando uma variação da pressão exercida pela água.

Considere um mergulhador inicialmente sob pressão absoluta de 2 atm. Nessa situação, a altura da coluna de ar dentro do tubo de vidro é de 20 cm. Após afundar um pouco, o mergulhador para em uma posição em que a altura da coluna de ar é igual a 16 cm, conforme a figura.

Considerando que uma coluna de água, em equilíbrio, com 10 m de altura exerce uma pressão de 1 atm, que o ar é um gás ideal e que a temperatura é constante durante o mergulho, é correto afirmar que a variação de profundidade sofrida por esse mergulhador foi de



- a) 2m   b) 4m   c) 3m   d) 5m   e) 1m