

Estática: equilíbrio de um corpo extenso

Aulas 45 e 46 / Pg. 263 / Alfa 6

Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**

Professor Caio – Física A

1. Revisão: Momento de uma força ou torque (M): modo

L



 $M = +F.L.sen \alpha$

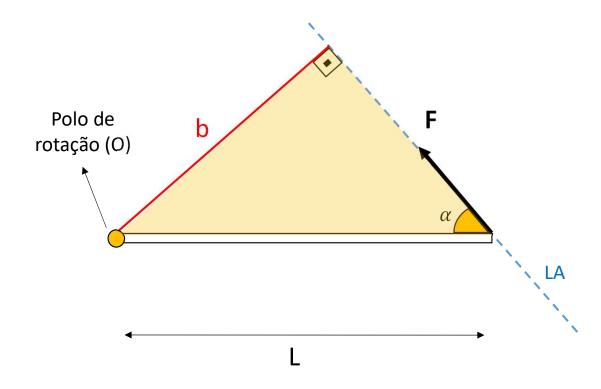


Tendência de rotação no sentido horário: M < 0



Tendência de rotação no sentido anti-horário: M > 0

1. Revisão: momento de uma força ou torque (M): modo 2



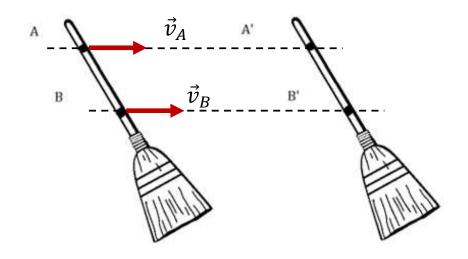
$$M = +F.b$$

2. Equilíbrio de um corpo extenso

Não há translação: R = 0

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

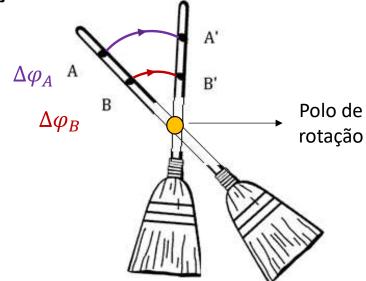
Translação



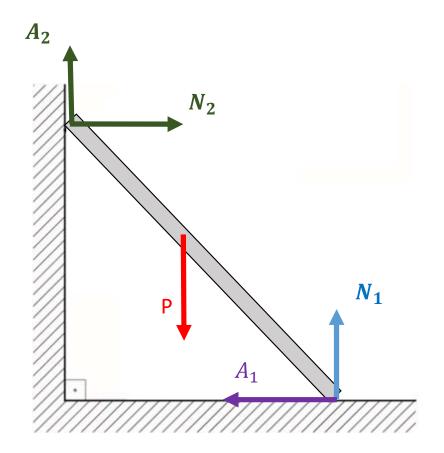
Não há rotação: $\sum M = 0$

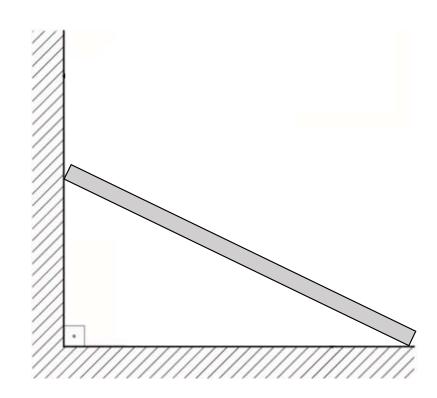
$$M_1 + M_2 + M_3 \dots M_n = 0$$

Rotação



3. Escada apoiada na parede





Tarefa

Material de consulta: Caderno de Estudos 3 – Física – Mecânica newtoniana – Capítulo 27

Tarefa Mínima

Aula 45

Faça as questões 11 a 14.

Aula 46

• Faça as questões 21 a 24

Tarefa Complementar

Aula 45

Faça as questões 15 a 18.

Aula 46

• Faça as questões 25 a 28.

Tarefa Desafio

Aula 45

Faça as questões 19 e 20.

Aula 46

• Faça as questões 29 e 30.

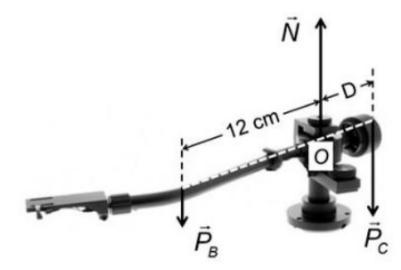
^{*}Igual à tarefa proposta pela apostila. Os três exercícios finais da TC são bem desafiadores.

Exercícios da apostila

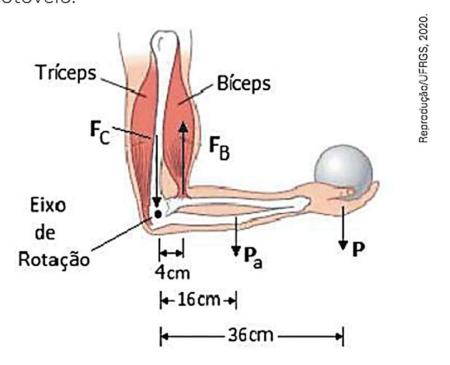
1. (Unicamp-SP) A figura ao lado mostra o braço de um toca-discos de vinil. Nela são indicadas, nos seus respectivos pontos de atuação, as seguintes forças: peso do braço (\vec{P}_B) peso do contrapeso (\vec{P}_C) e força normal aplicada pelo suporte do braço (\vec{N}) . Para que o braço fique em equilíbrio, 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 $|\vec{P}_C|$ = 1,5N, $|\vec{P}_B|$ = 0,3N e $|\vec{N}|$ = 1,8N 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.



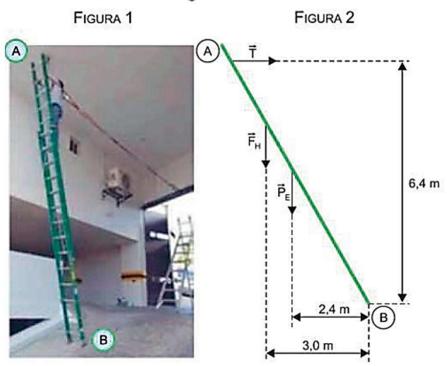
(UFRGS-RS) A figura abaixo representa esquematicamente o braço e o antebraço de uma pessoa que está sustentando um peso P. O antebraço forma um ângulo de 90° com o braço. $F_{\rm B}$ é a força exercida pelo bíceps sobre o antebraço, e $F_{\rm C}$ é a força na articulação do cotovelo.



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

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

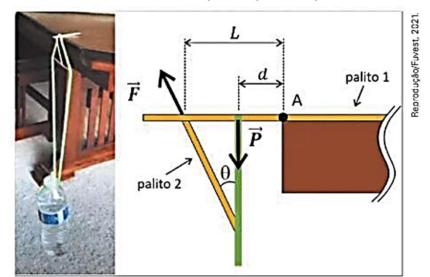
(Unesp-SP) Para alcançar o teto de uma garagem, uma pessoa sobe em uma escada AB e fica parada na posição indicada na figura 1. A escada é mantida em repouso, presa por cordas horizontais, e apoiada no chão. Na figura 2 estão indicadas algumas distâncias e desenhadas algumas forças que atuam sobre a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

(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, \vec{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), \vec{P} é a componente vertical da força que a corda exerce sobre o palito 1 (aplicada a uma distância **d** do ponto A) e θ é o ângulo entre a direção da força \vec{F} e a vertical. Para que o conjunto se mantenha estático, porém na iminência de rotacionar, a relação entre os módulos de \vec{F} e \vec{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)
$$|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|d}{L \operatorname{sen} \theta}$$
.

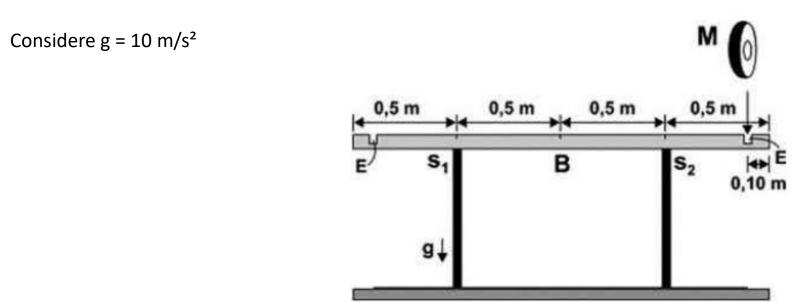
c)
$$|\vec{F}| = |\vec{P}| \cos \theta$$
.

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

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

Exercícios do Caio

1. (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.

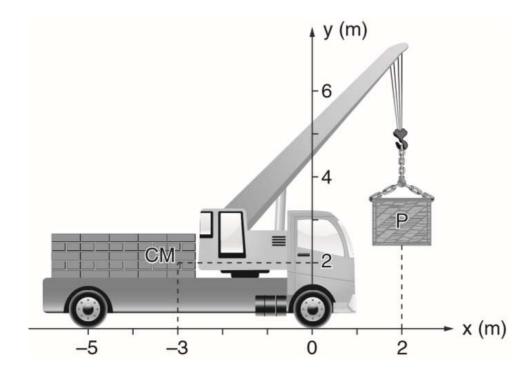


- a) Quais as intensidades das forças aplicadas pelos suportes S_1 e S_2 sobre a barra quando a massa do disco for M = 5 kg?
- b) Qual a maior massa M que pode ser pendurada para que a barra não tombe?

Resposta:

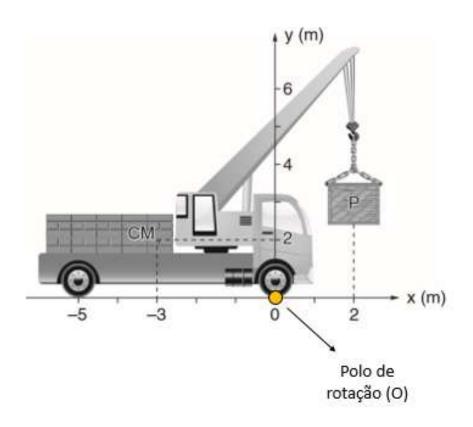
a) 30N e 120 N b) 12,5 kg

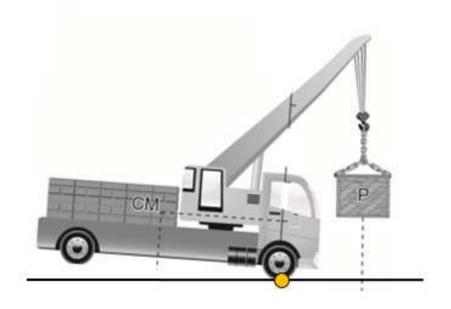
2. (Fuvest-SP)

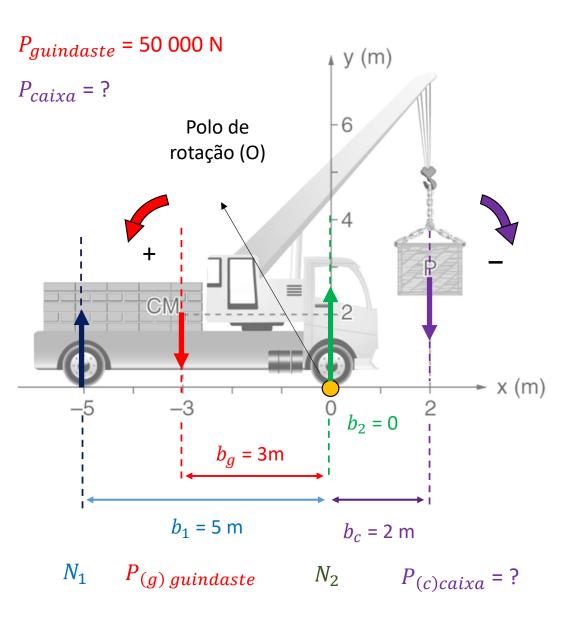


O guindaste da figura acima pesa 50 000 N sem carga e os pontos de apoio de suas rodas no solo horizontal estão em x = 0 e x = -5 m. O centro de massa (CM) do guindaste sem carga está localizado na posição (x = -3 m, y = 2 m). Na situação mostrada na figura, a maior carga P que esse guindaste pode levantar pesa

- a) 7 000 N
- b) 50 000 N
- c) 75 000 N
- d) 100 000 N
- e) 150 000 N







$$\sum M = 0$$

$$M_{N_1} + M_{Pg} + M_{N_2} + M_{pc} = 0$$

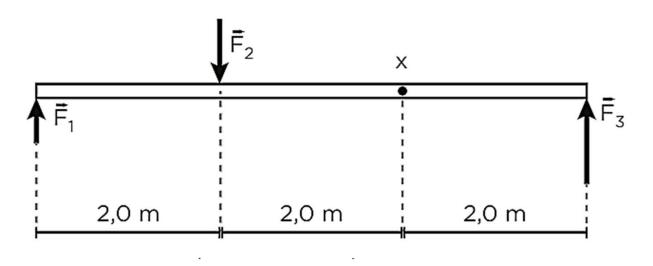
Na iminência de tombamento $N_1\cong 0$

$$0 + (+50000.3) + 0 + (-P_c.2) = 0$$

$$150000 = 2P_c$$
 \longrightarrow $P_c = 75\,000\,\text{N}$



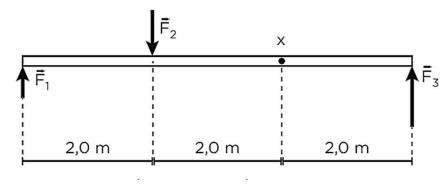
4. (Mack-SP) A barra homogênea, de peso desprezível, está sob a ação de três forças de intensidades F_1 = 20 N, F_2 = 40 N e F_3 =60 N.



A rotação produzida na barra em torno do ponto x é

- a) no sentido anti-horário com um momento resultante de 1,2 . $10^2\,\mathrm{N}$. m.
- b) no sentido horário com um momento resultante de 1,2 . $10^2\,\mathrm{N}$. m.
- c) no sentido anti-horário com um momento resultante de 1,6 . $10^2\,\mathrm{N}$. m.
- d) no sentido horário com um momento resultante de 1,6 . $10^2\,\mathrm{N}$. m.
- e) inexistente.

 F_1 = 20 N, F_2 = 40 N e F_3 =60 N.



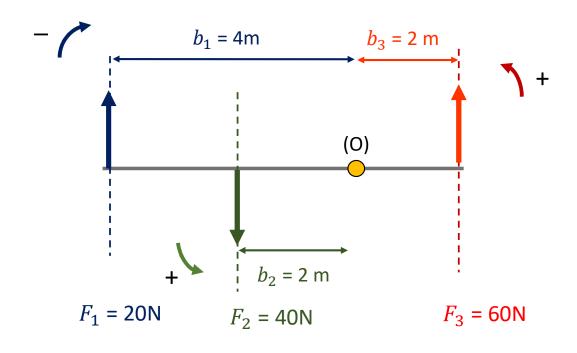
A rotação produzida na barra em torno do ponto x é?

$$M = \pm F.b$$





a) no sentido anti-horário com um momento resultante de 1,2 . $10^2\,\mathrm{N.m}$



$$\sum M = M_1 + M_2 + M_3$$

$$\sum M = -20.4 + 40.2 + 60.2$$

$$\sum M = -80 + 80 + 120$$

$$\sum M = +120 \text{ N.m}$$

5. (Enem) O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade. No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em

