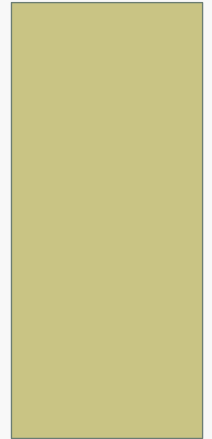




**Universidade Federal do Pará
Instituto de Tecnologia
Faculdade de Engenharia Mecânica**

MECÂNICA GERAL

**PROFESSOR: IGOR DOS SANTOS GOMES
E-MAIL: IGOR.GOMES@ITEC.UFPA.BR**



FORÇA, MOMENTO E SISTEMAS EQUIVALENTES

Parte 1:

- 2.1. Formulação escalar do momento de uma força
- 2.2. Produto vetorial
- 2.3. Formulação vetorial do momento de uma força

Parte 2:

- 2.4. Princípios dos momentos
- 2.5. Momento de uma força em relação a um eixo específico
- 2.6. Momento de um binário
- 2.7. Sistemas equivalentes

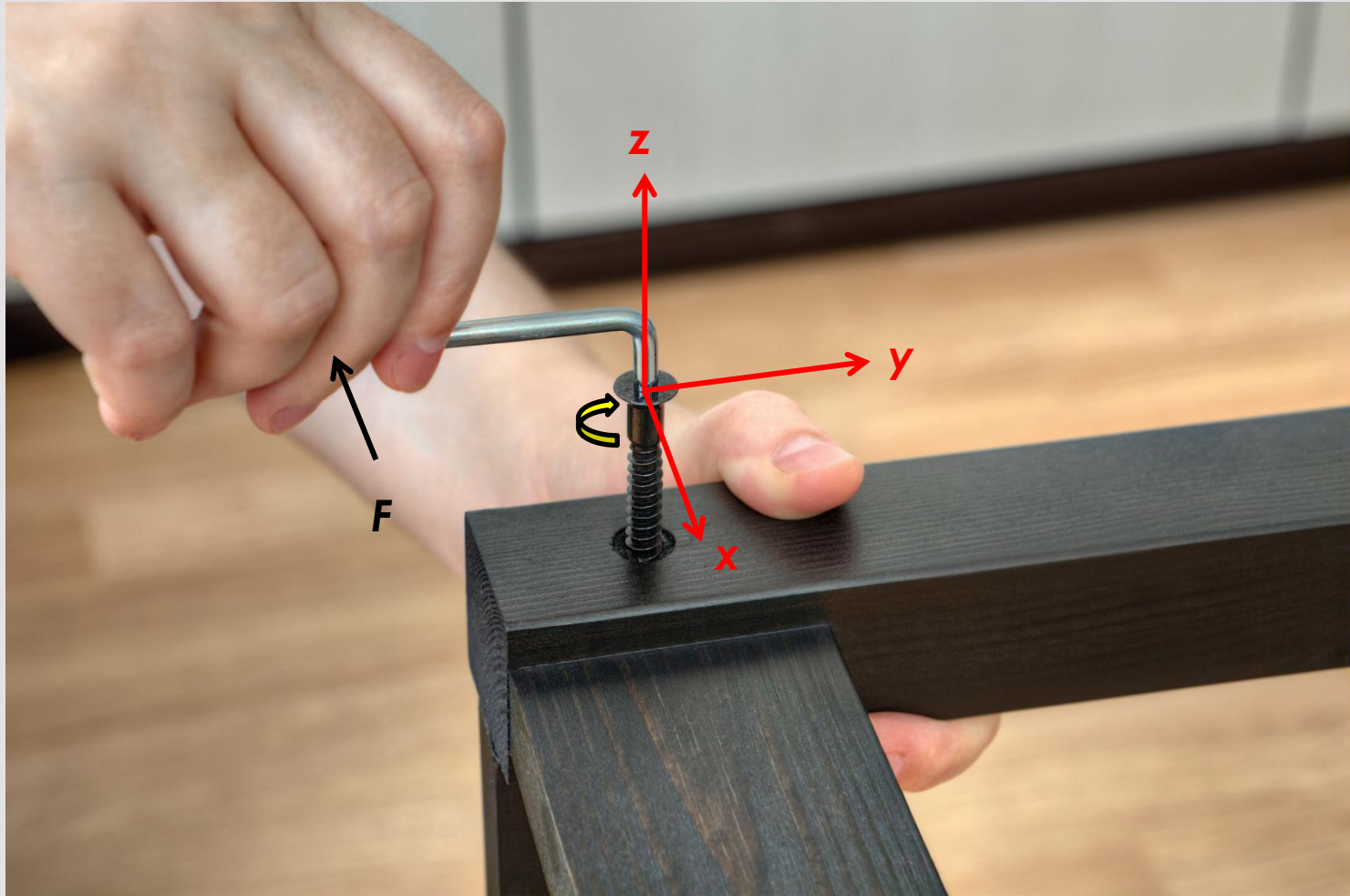
FORÇA, MOMENTO E SISTEMAS EQUIVALENTES

Parte 1:

2.1. Formulação escalar do momento de uma força

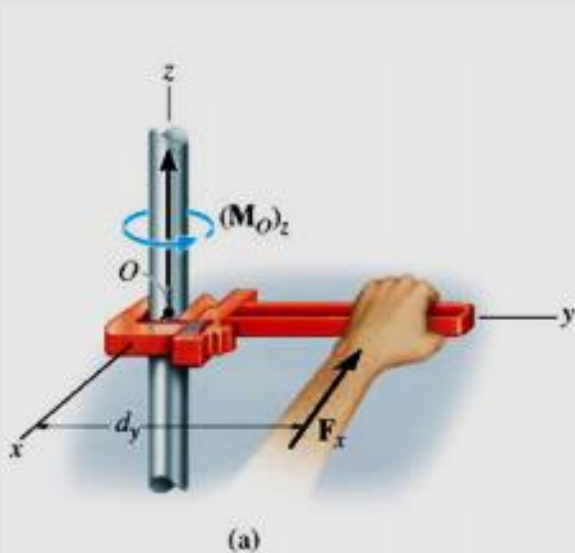
2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

➤ Observemos a seguinte situação:

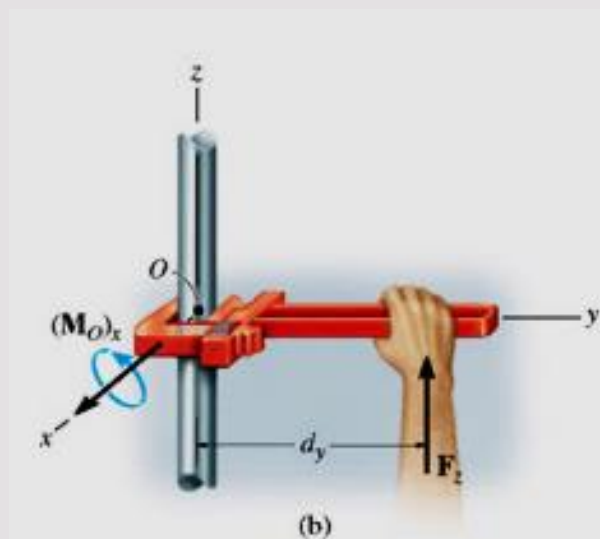


2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

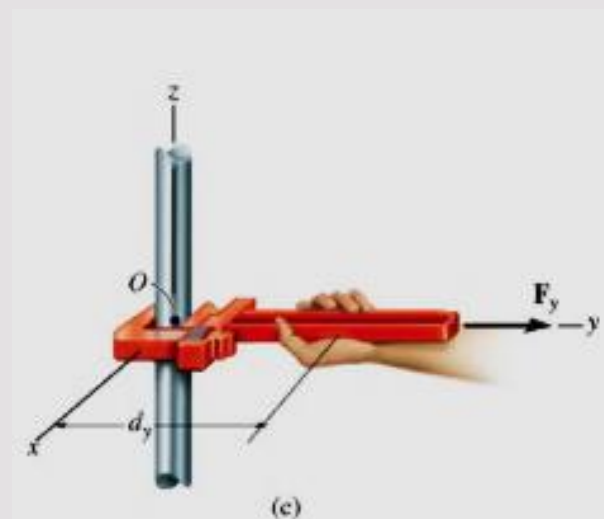
- O momento de uma força em relação a um ponto ou a um eixo fornece uma medida da tendência dessa força de provocar a rotação de um corpo em torno do ponto ou do eixo;
- Por exemplo, uma força horizontal F_x que age perpendicularmente ao cabo da chave inglesa e está localizada a uma distância d_y do ponto O ; essa força tende a provocar um giro do tubo em torno de z ;
- E quanto a F_y e F_z ?



Momento – Eixo z



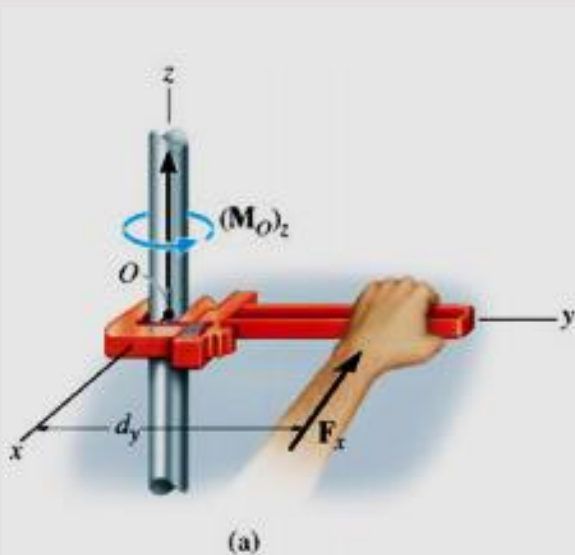
Momento – Eixo x



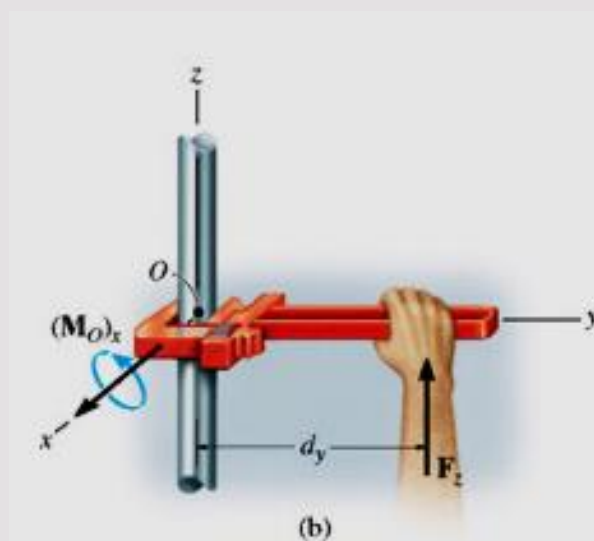
Não há momento no tubo

2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

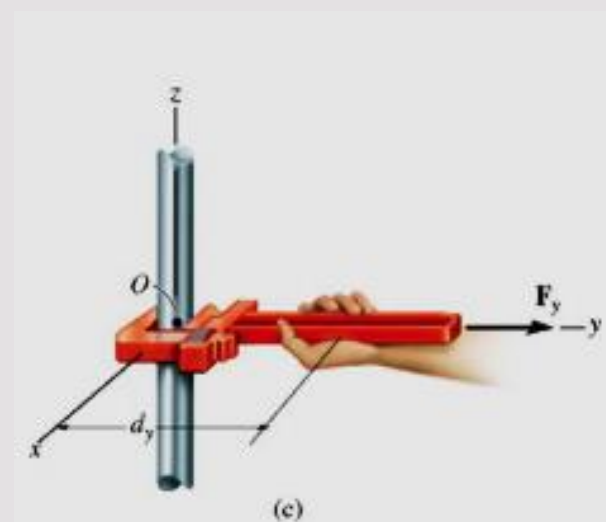
- Para o caso (a), o eixo do momento (z) é perpendicular ao plano sombreado (x - y), o qual contém tanto F_x quando d_y , e que intercepta o plano no ponto O ;
- Quanto maior a força ou a distância (braço de momento), maior é o efeito da rotação;
- Essa tendência de rotação é chamada também de **torque**, **momento de uma força** ou **simplesmente momento**;



Momento – Eixo z

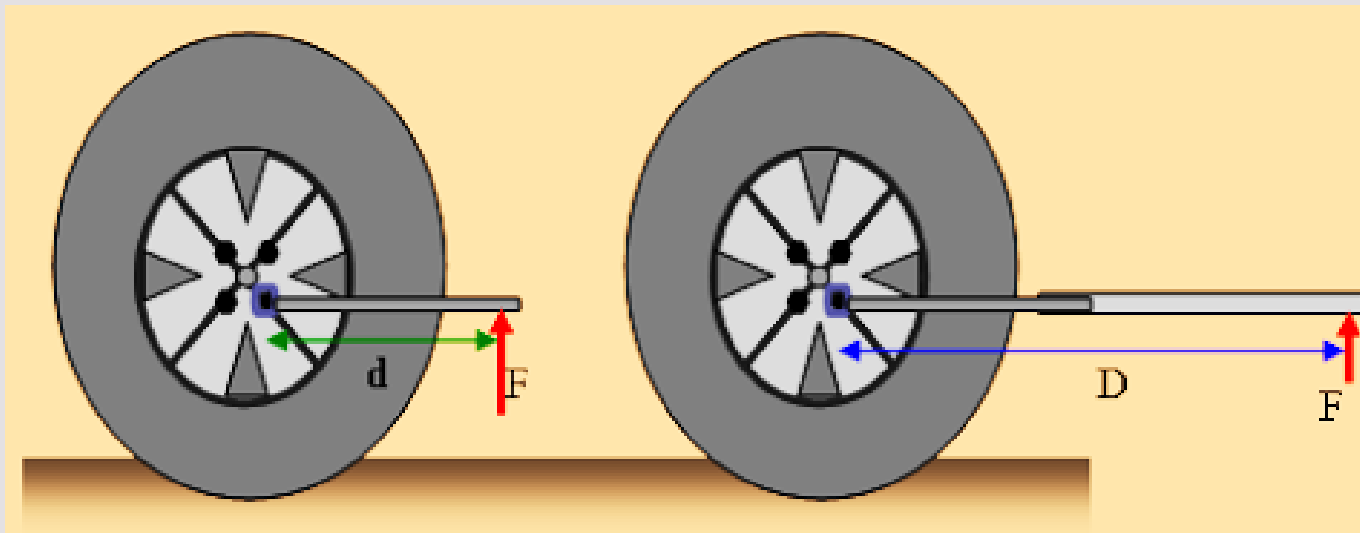
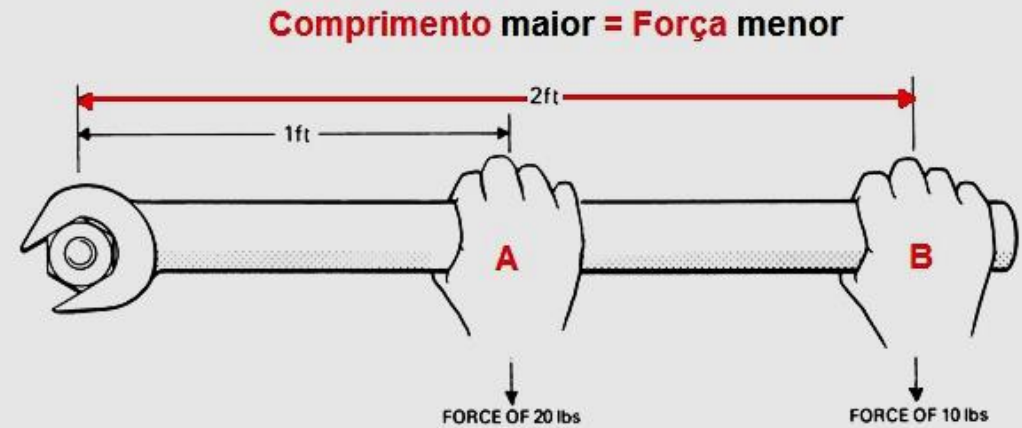
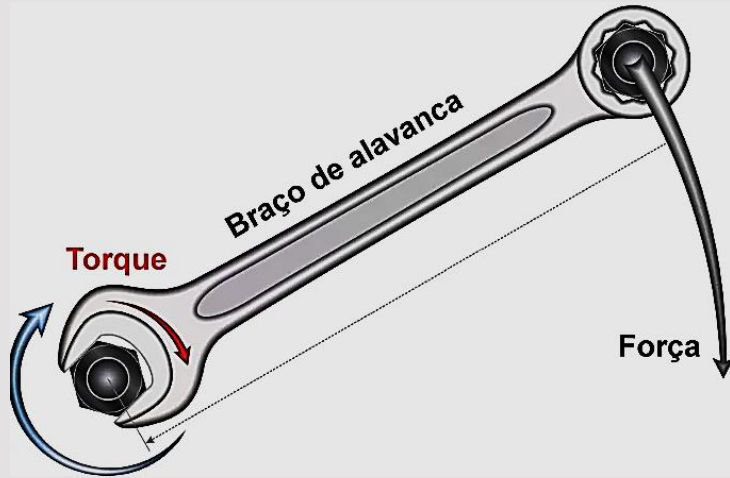


Momento – Eixo x



Não há momento no tubo

2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

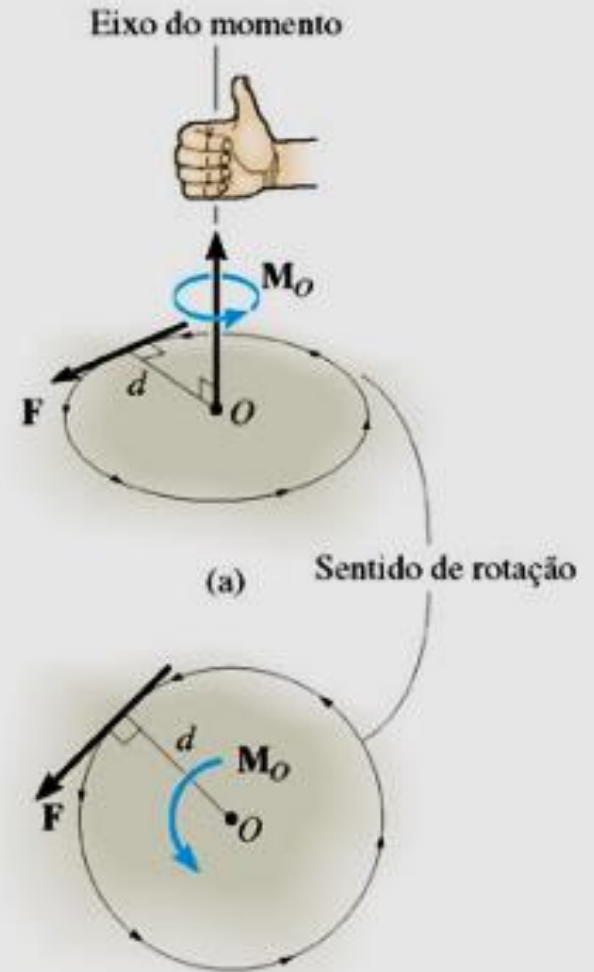


2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

- Para generalizar a discussão, considera-se uma força \mathbf{F} e um ponto O , situados em um plano sombreado;
- O momento \mathbf{M}_O em relação ao ponto O , ou ainda em relação a um eixo que passa por O perpendicularmente ao plano, é uma quantidade vetorial;
- Deste modo, o momento \mathbf{M}_O depende de intensidade (ou módulo), direção e sentido para ser determinado:
- A **intensidade** de \mathbf{M}_O é:

$$M_O = Fd$$

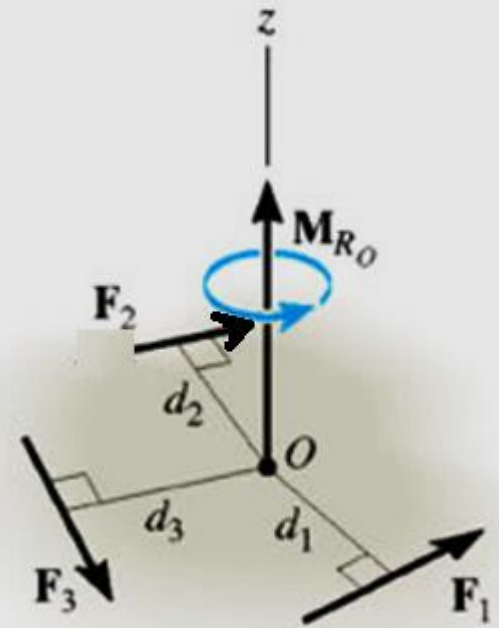
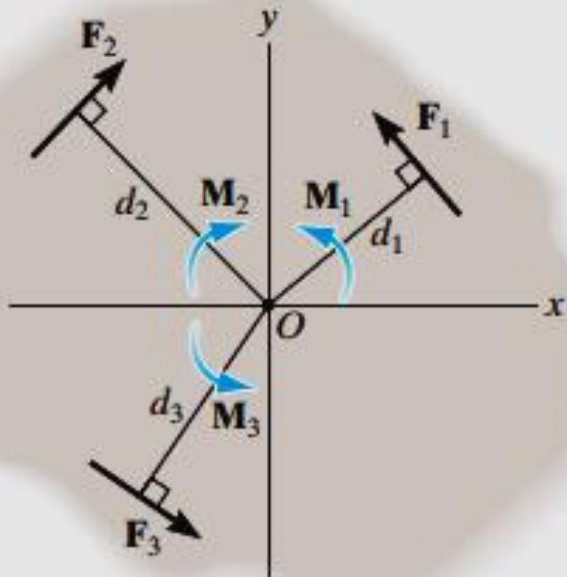
- A **direção** e **sentido** de \mathbf{M}_O devem ser determinadas pela regra da mão direita;



2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

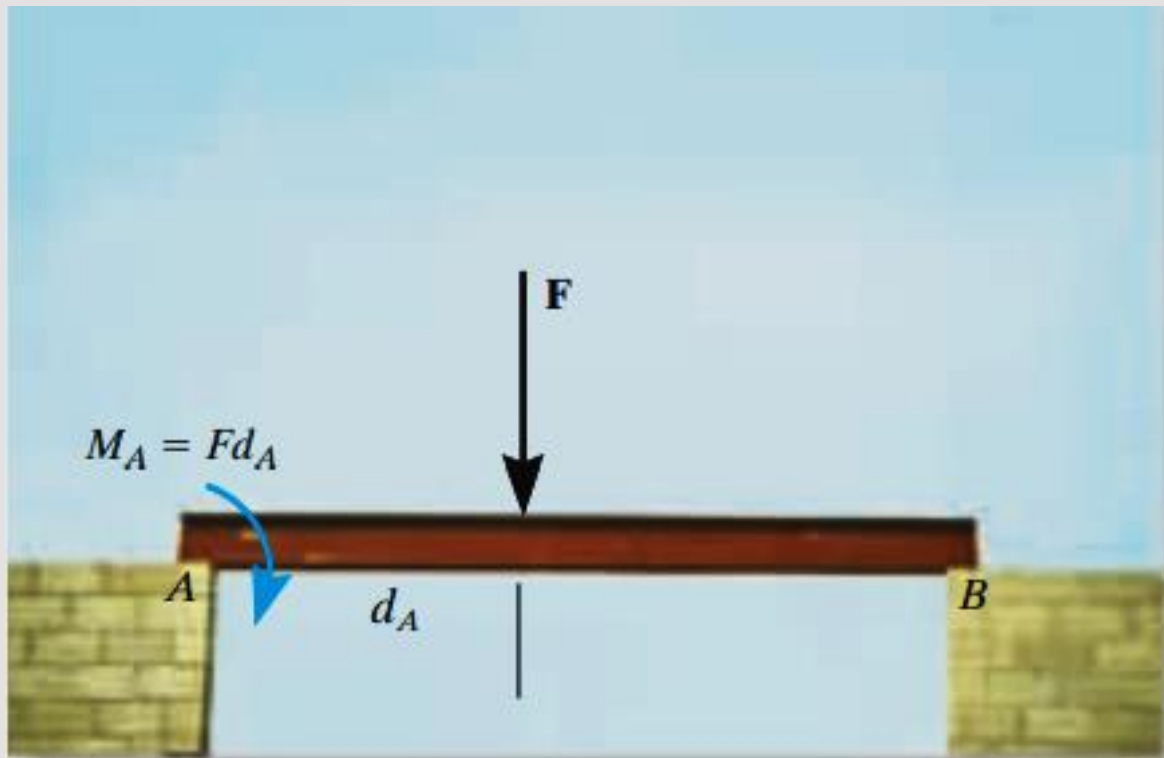
- Se um sistema de forças se situa em um plano x - y , então o momento produzido por cada força em relação ao ponto O é direcionado ao longo do eixo z ;
- Em consequência disto, o momento resultante deste sistema de forças coplanares pode ser determinado somando-se algebricamente os momentos de todas as forças, uma vez que os momentos vetores são colineares. Logo:

$$\zeta + (M_R)_O = \sum Fd; \quad (M_R)_O = F_1d_1 - F_2d_2 + F_3d_3$$



2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

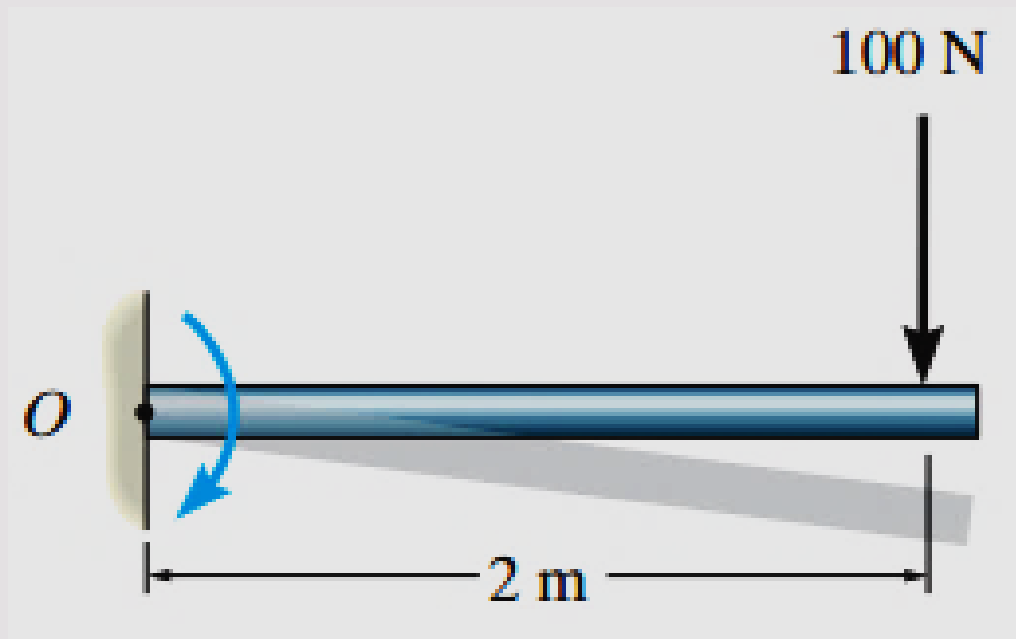
- A força \mathbf{F} tende a rotacionar a viga em torno do ponto A, com o momento $M_A = Fd_A$;
- Retirar pregos com um “pé de cabra” requer que o momento da força \mathbf{F}_H em relação ao ponto O seja maior que o momento da força \mathbf{F}_N em relação ao mesmo ponto O.



2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

Exercício 8:

- Determine o momento em cada uma das situações a seguir.

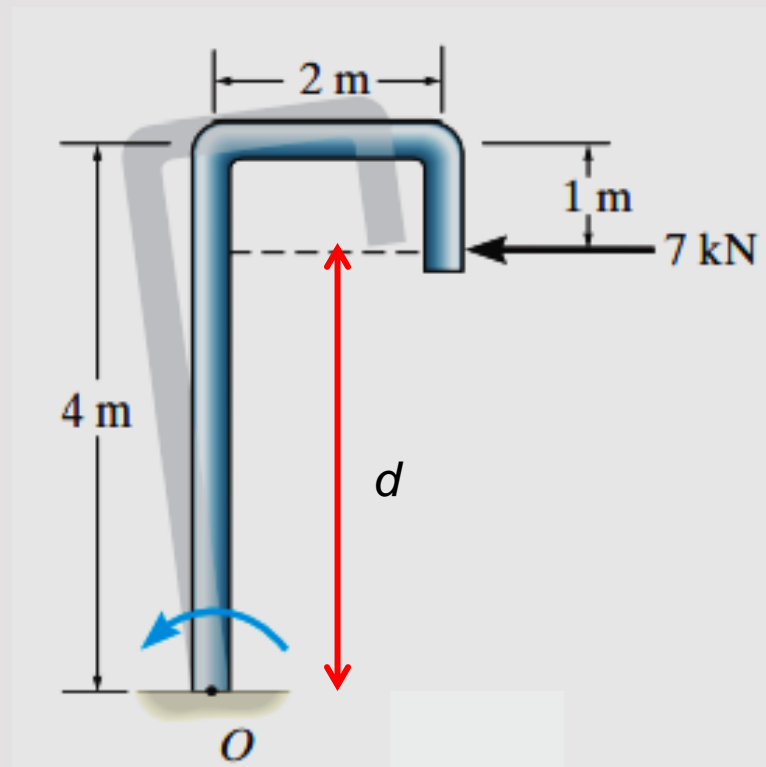


$$M_O = F \cdot d = (100 \text{ N})(2 \text{ m}) = 200 \text{ N} \cdot \text{m} \curvearrowleft$$

2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

Exercício 8:

- Determine o momento em cada uma das situações a seguir.

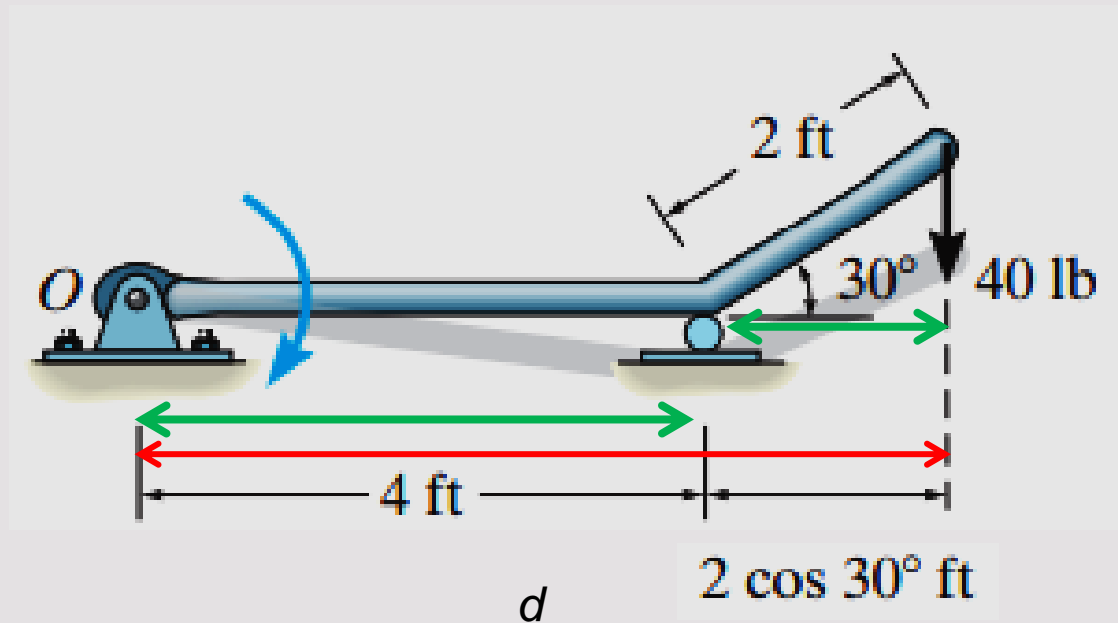


$$M_O = F \cdot d = (7 \text{ kN})(4 \text{ m} - 1 \text{ m}) = 21.0 \text{ kN} \cdot \text{m} \curvearrowleft$$

2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

Exercício 8:

- Determine o momento em cada uma das situações a seguir.

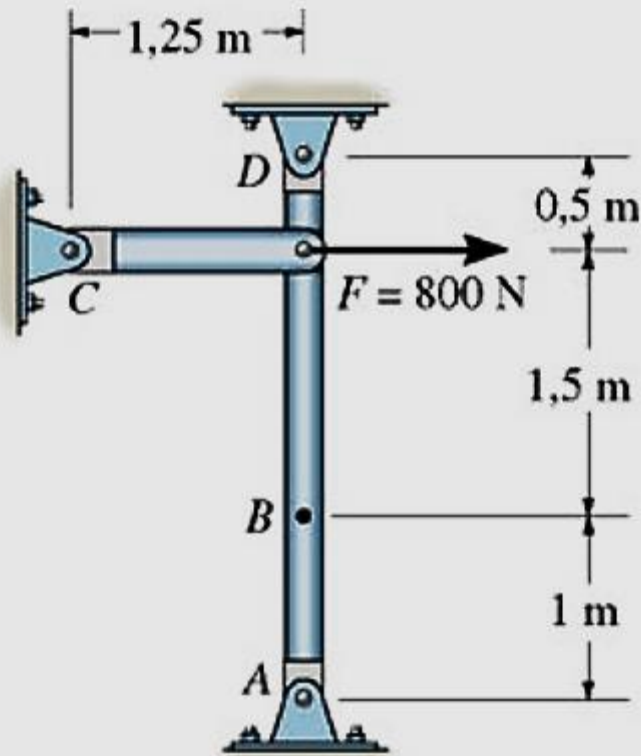


$$M_O = F \cdot d = (40 \text{ lb})(4 \text{ ft} + 2 \cos 30^\circ \text{ ft}) = 229 \text{ lb} \cdot \text{ft} \curvearrowleft$$

2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

Exercício 9:

- Determine os momentos da força de 800N em relação aos pontos **A**, **B**, **C** e **D**.



Em relação a **A**:

$$\begin{aligned}M_A &= F \cdot d \\M_A &= 800 \cdot 2,5 \\M_A &= 2000 \text{ Nm} \end{aligned}$$

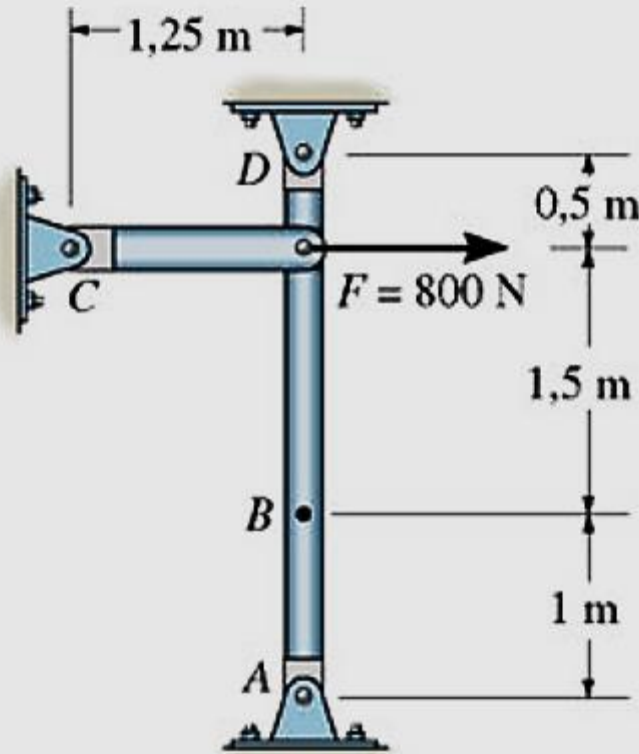
Em relação a **B**:

$$\begin{aligned}M_B &= F \cdot d \\M_B &= 800 \cdot 1,5 \\M_B &= 1200 \text{ Nm} \end{aligned}$$

2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

Exercício 9:

- Determine os momentos da força de 800N em relação aos pontos **A**, **B**, **C** e **D**.



Em relação a **C**:

$$M_C = F \cdot d$$

$$M_C = 800 \cdot 0$$

$$M_C = 0$$

Em relação a **D**:

$$M_D = F \cdot d$$

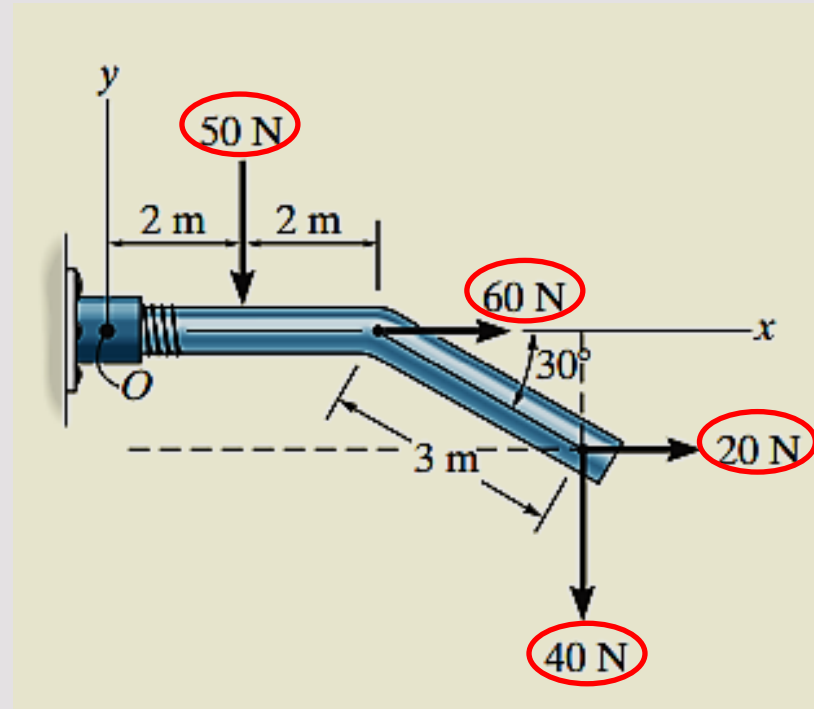
$$M_D = 800 \cdot 0,5$$

$$M_D = 400 \text{ Nm} \curvearrowright$$

2.1. FORMULAÇÃO ESCALAR DO MOMENTO DE UMA FORÇA

Exercício 10:

- Determine o momento resultante das 4 forças atuantes na haste em relação ao ponto O.



$$\zeta + (M_R)_O = \sum Fd$$

$$(M_R)_O = -50 \text{ N}(2 \text{ m}) + 60 \text{ N}(0) + 20 \text{ N}(3 \sin 30^\circ \text{ m}) - 40 \text{ N}(4 \text{ m} + 3 \cos 30^\circ \text{ m})$$

$$(M_R)_O = -334 \text{ N} \cdot \text{m} = 334 \text{ N} \cdot \text{m} \zeta$$

ATÉ A PRÓXIMA!