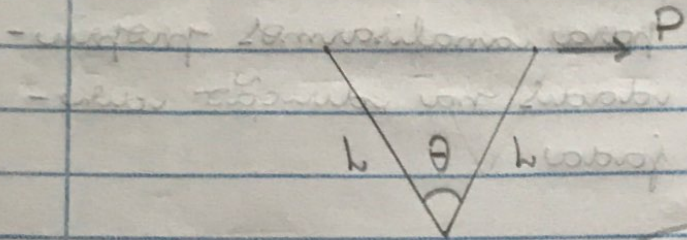


Aula 10  
Mec. Geral

Trabalho Virtual

O que é trabalho virtual?



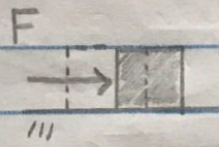
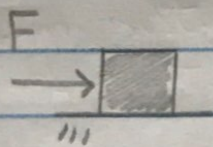
nas barras articuladas  
se aplicarmos uma  
força P, há o deslocamento das duas barras.

Situação virtual -

para aplicar o PV

• Trabalho de uma força

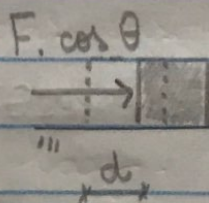
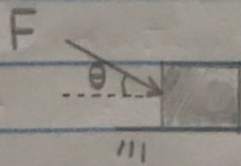
→ o que ela gera?



d

$$W = F \cdot d$$

força no sentido do deslocamento

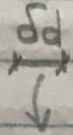
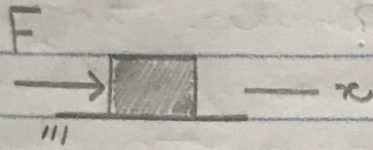


$$W = F \cdot \cos \theta \cdot d$$

(5)

• Trabalho virtual

$\delta d$  não existe.

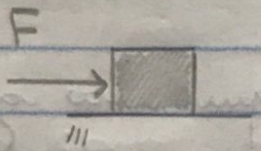


deslocamento virtual

$\rightarrow$  é um conceito útil para analisarmos propriedades na direção desejada

$\delta d \sim dx$

$\rightarrow$  deslocamento virtual ( $\delta$ )

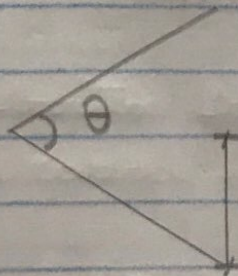


$\delta = d(x^2 + L) = 2x$  ou

$d_x = x^2 + L$  derivada  $\rightarrow dx$

$\delta u = 2x$

$\rightarrow$  deslocamento virtual ( $\delta$ ) com dependência angular.



$d = 3 + \cos \theta$

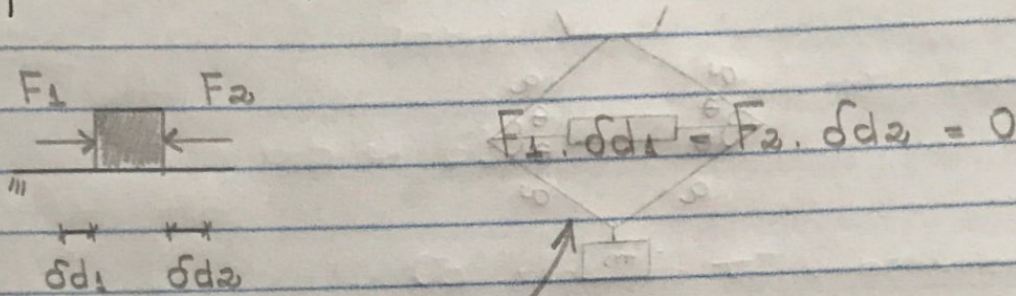
$d \cdot \theta = W$

$\delta = \frac{d(3 + \cos \theta)}{d\theta} = -\sin \theta$

• Diagrama de forças ativas  $\rightarrow$  DCL

- forças ativas: podem gerar trabalho virtual
- " reativas: não realizam trabalho
- " internas: " " " "

\* Equilíbrio a princípio do trabalho virtual (PTV)



$\rightarrow$  um equilíbrio

" Em um sistema em equilíbrio, a soma dos trabalhos virtuais é nula " PTV

$$\delta U = \delta F_1 + \delta F_2 + \dots = 0$$

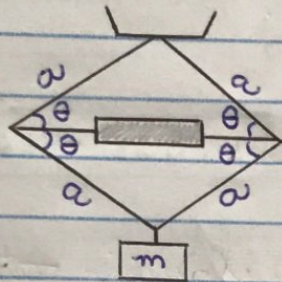
ou

$$\delta U = \delta U_1 + \delta U_2 + \dots = 0$$

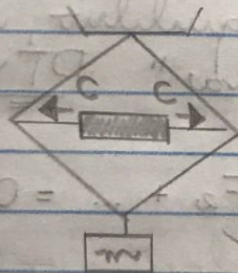
Passo a passo

- 1 - identificar todas as forças ativas
- 2 - calcular o trabalho que cada uma dessas forças faz.
- 3 - somar o trabalho virtual total e igualar a zero.

Exemplo: O cilindro hidráulico é usado para afastar as corcêas e alisar a carga  $m$ . Determine a força compressiva  $C$  no cilindro, para a posição mostrada. Despreze a massa de todas as partes, a exceção da  $m$ .



Passo 1 - diagrama de forças ativas



que gram trabalho

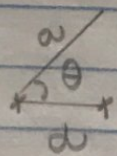
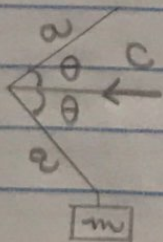
$0 = \dots + \dots + \dots$  compressão as barras

$0 = \dots + p \cdot \Delta + \dots = 0$

Passo 2 - PTV

$\delta U_p = \delta U_c + \delta U_m = 0$

$\delta U_c = ?$



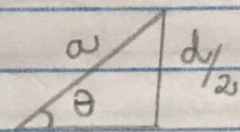
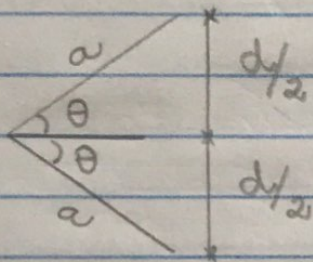
$d = a \cdot \cos \theta$

$$\delta U_c = 2C \cdot \delta d \rightarrow \text{derivar}$$

$$\delta U_c = 2C \cdot \frac{d(a \cdot \cos \theta)}{d\theta}$$

$$\delta U_c = -2 \cdot a \cdot C \cdot \sin \theta$$

$$\delta U_p = ?$$



$$d = 2a \sin \theta$$

- Partículas para baixo uma distância d

$$\delta U_p = P \cdot \delta d$$

$$\delta U_p = m \cdot g \cdot \frac{d(2a \sin \theta)}{d\theta}$$

$$\delta U_p = 2 \cdot m \cdot g \cdot a \cdot \cos \theta$$

$$\delta U = 0$$

$$\delta U_c + \delta U_p = 0$$

$$-2 \cdot C \cdot a \cdot \sin \theta + 2 \cdot m \cdot g \cdot a \cdot \cos \theta = 0$$

$$C = \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot a \cdot \cos \theta}{2 \cdot a \cdot \sin \theta} = m \cdot g \cdot \cot \theta$$