

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO

Mecânica Técnica

Aula 6 – Equilíbrio do Ponto Material em Duas Dimensões

Prof. MSc. Luiz Eduardo Miranda J. Rodrigues

Tópicos Abordados Nesta Aula

- Equilíbrio do Ponto Material.
- Diagrama de Corpo Livre.
- Equações de Equilíbrio.
- Equilíbrio de Sistemas Bidimensionais.

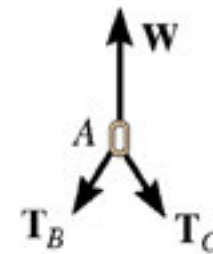
Condição de Equilíbrio do Ponto Material

- Um ponto material encontra-se em equilíbrio estático desde que esteja em repouso ou então possua velocidade constante.
- Para que essa condição ocorra, a soma de todas as forças que atuam sobre o ponto material deve ser nula, portanto:

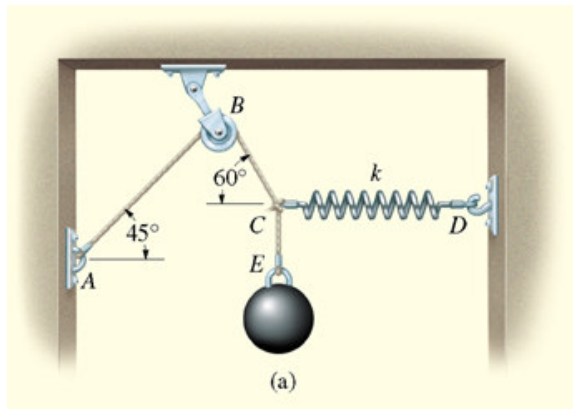
$$\sum F = 0$$

Diagrama de Corpo Livre

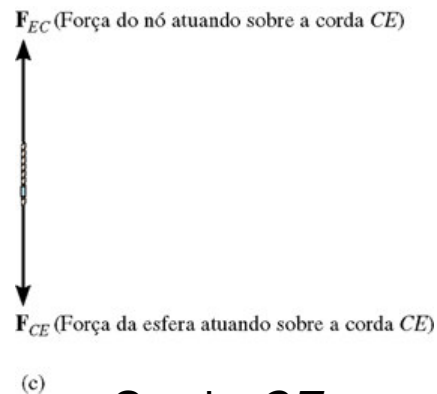
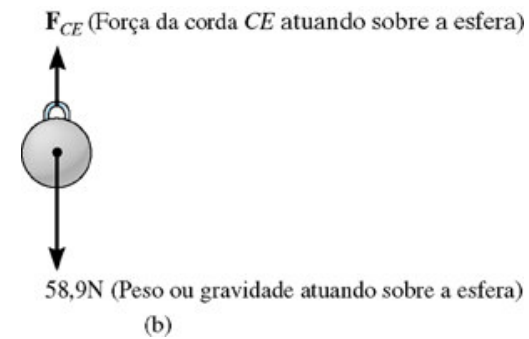
- O diagrama de corpo livre representa um esboço do ponto material que mostra todas as forças que atuam sobre ele.



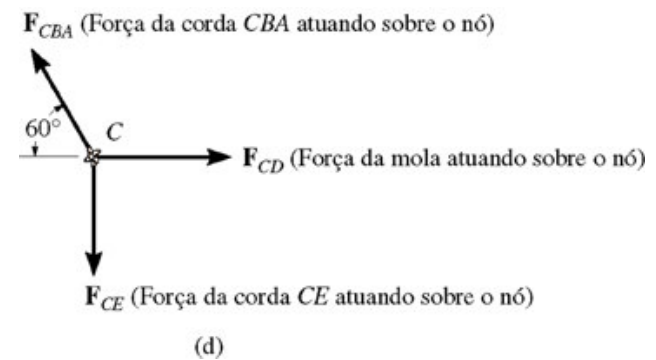
Exemplo de Diagrama de Corpo Livre



Esfera



Corda CE



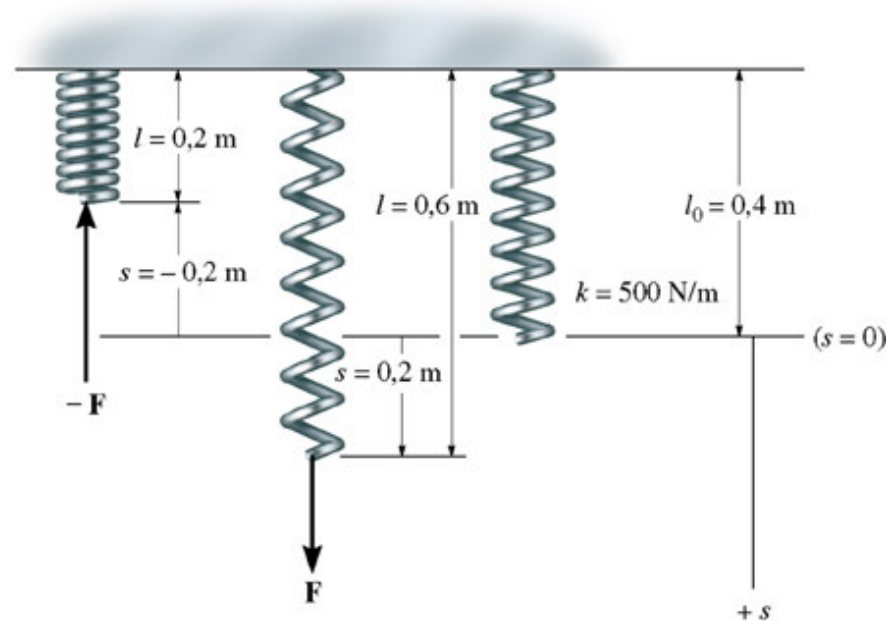
Nó C

Molas

- Quando se utilizar uma mola elástica, o comprimento da mola variará em proporção direta com a força que atua sobre ela.
- A equação da força atuante na mola é apresentada a seguir.

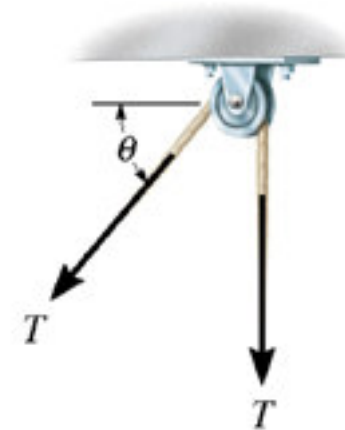
$$F = k \cdot s$$

- K = Constante elástica da mola.
- S = Deformação da mola.



Cabos e Polias

- Cabos suportam apenas uma força de tração que atuam na direção do mesmo.



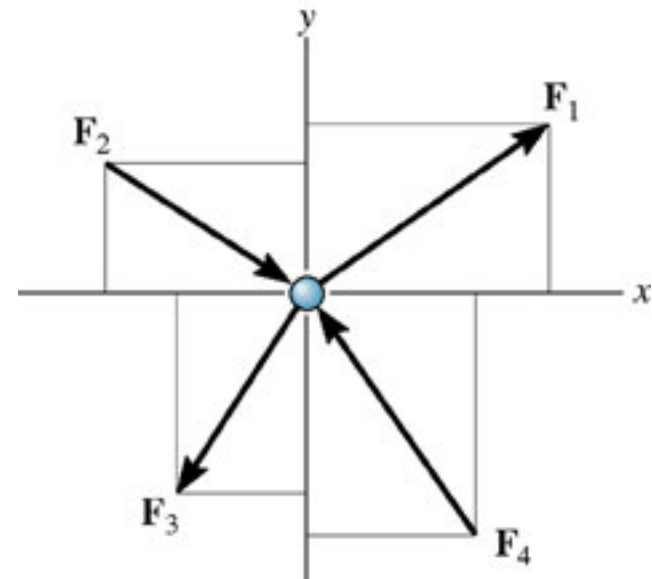
O cabo está em tensão

Equações de Equilíbrio

- Se um ponto material estiver submetido a um sistema de várias forças coplanares e colineares, cada força poderá ser decomposta em componentes x e y e para a condição de equilíbrio é necessário que as seguintes condições sejam atendidas.

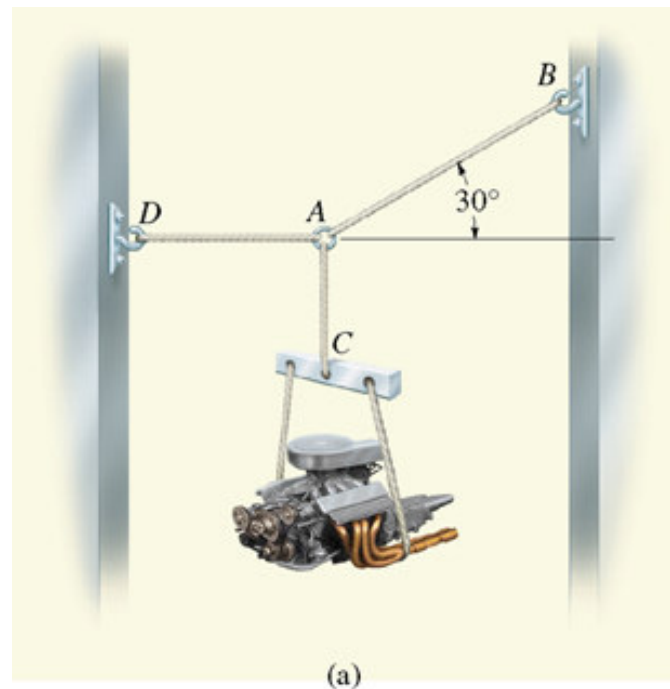
$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$



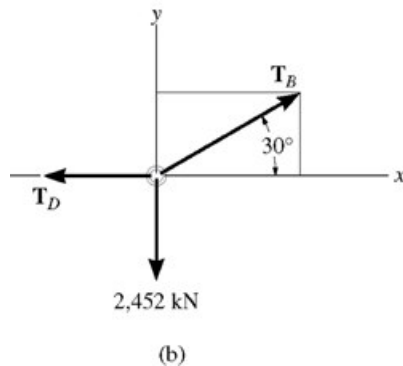
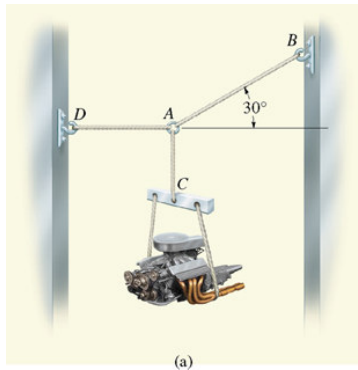
Exercício 1

- 1) Determine a tensão nos cabos AB e AD para o equilíbrio do motor de 250kg mostrado na figura.



Solução do Exercício 1

- Diagrama de corpo livre:



- Peso do motor:

$$P = m \cdot g \quad \Rightarrow \quad P = 250 \cdot 9,81$$

$$P = 2452\text{N}$$

- Equações de equilíbrio:

$$\sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad T_B \cdot \cos 30^\circ - T_D = 0 \quad (\text{I})$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad T_B \cdot \text{sen} 30^\circ - P = 0 \quad (\text{II})$$

- Resolvendo a equação II:

$$T_B \cdot \text{sen} 30^\circ - 2452 = 0 \quad \Rightarrow \quad T_B = \frac{2452}{\text{sen} 30^\circ}$$

$$T_B = 4904\text{N}$$

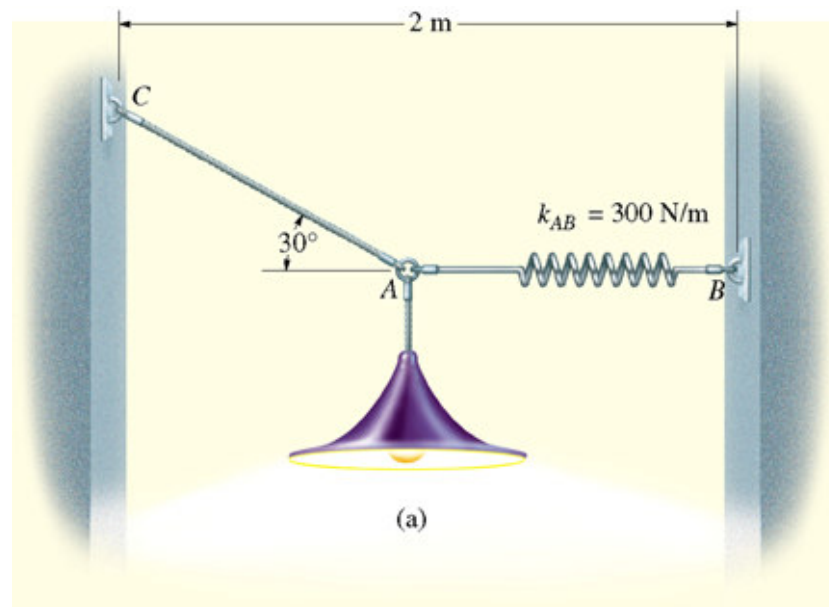
- Substituindo em I:

$$4904 \cdot \cos 30^\circ - T_D = 0 \quad \Rightarrow \quad T_D = 4904 \cdot \cos 30^\circ$$

$$T_D = 4247\text{N}$$

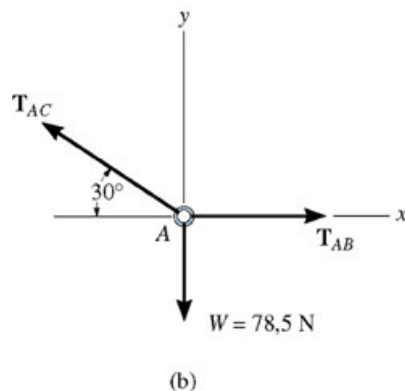
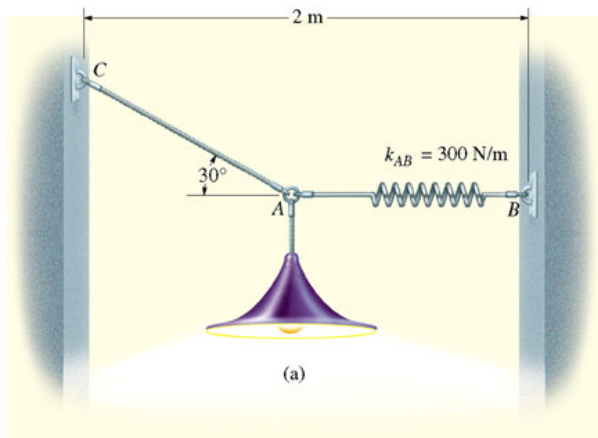
Exercício 2

- 2) Determine o comprimento da corda AC da figura, de modo que a luminária de 8kg seja suspensa na posição mostrada. O comprimento não deformado da mola é $l'_{AB} = 0,4\text{m}$ e a mola tem rigidez $k_{AB} = 300\text{N/m}$.



Solução do Exercício 2

- Diagrama de corpo livre:



- Peso da luminária:

$$P = m \cdot g \quad \Rightarrow \quad P = 8 \cdot 9,81$$

$$P = 78,5 \text{ N}$$

- Equações de equilíbrio:

$$\sum F_x = 0 \quad \Rightarrow \quad T_{AB} - T_{AC} \cdot \cos 30^\circ = 0 \quad (\text{I})$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad T_{AC} \cdot \sin 30^\circ - P = 0 \quad (\text{II})$$

- Resolvendo a equação II:

$$T_{AC} \cdot \sin 30^\circ - 78,5 = 0 \quad \Rightarrow \quad T_{AC} = \frac{78,5}{\sin 30^\circ}$$

$$T_{AC} = 157 \text{ N}$$

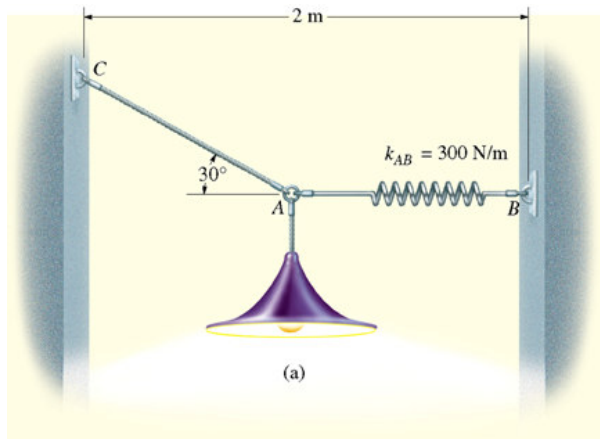
- Substituindo em I:

$$T_{AB} - 157 \cdot \cos 30^\circ = 0 \quad \Rightarrow \quad T_{AB} = 157 \cdot \cos 30^\circ$$

$$T_{AB} = 136 \text{ N}$$

Solução do Exercício 2

- Alongamento da mola:



$$T_{AB} = k_{AB} \cdot s_{AB}$$

$$136 = 300 \cdot s_{AB}$$

$$s_{AB} = \frac{136}{300}$$

$$s_{AB} = 0,453 \text{ m}$$

- Comprimento deformado da mola:

$$l_{AB} = l'_{AB} + s_{AB}$$

$$l_{AB} = 0,4 + 0,453$$

$$l_{AB} = 0,853 \text{ m}$$

- Comprimento do cabo AC:

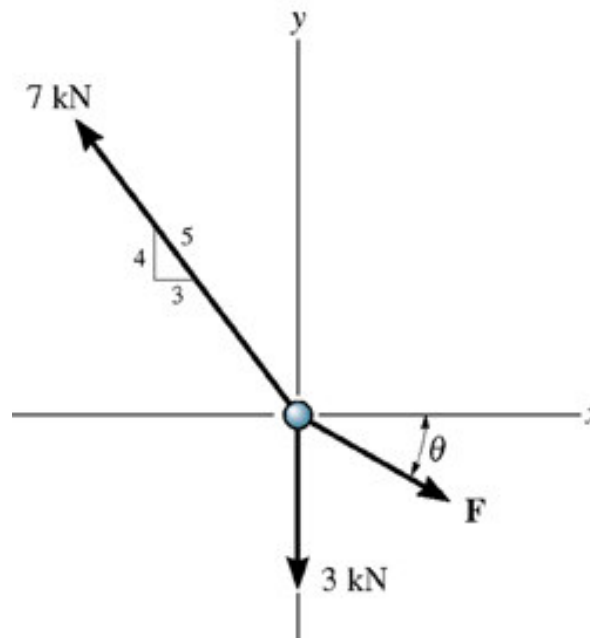
$$2 = l_{AC} \cdot \cos 30^\circ + l_{AB} \quad \rightarrow \quad 2 = l_{AC} \cdot \cos 30^\circ + 0,853$$

$$l_{AC} = \frac{2 - 0,853}{\cos 30^\circ}$$

$$l_{AC} = 1,32 \text{ m}$$

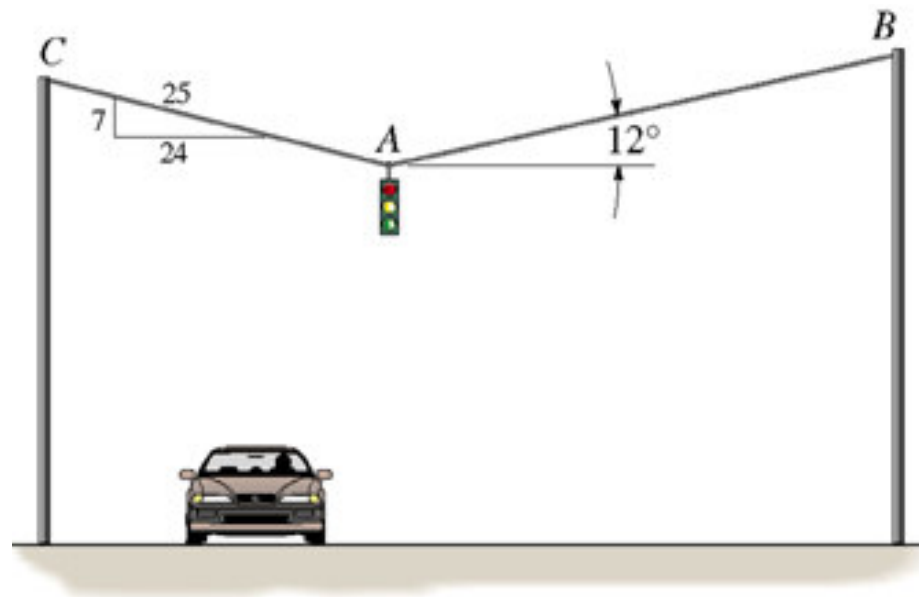
Exercícios Propostos

- 1) Determine o ângulo θ e a intensidade de F de modo que o ponto material esteja em equilíbrio estático.



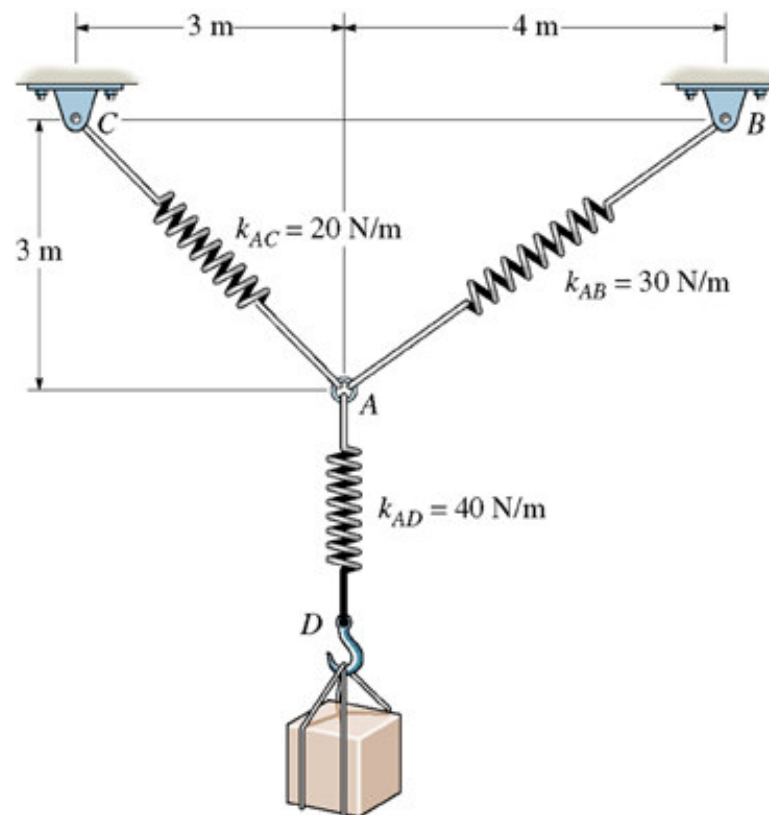
Exercícios Propostos

- 2) Determine a força necessária nos cabos AB e AC para suportar o semáforo de 12kg.



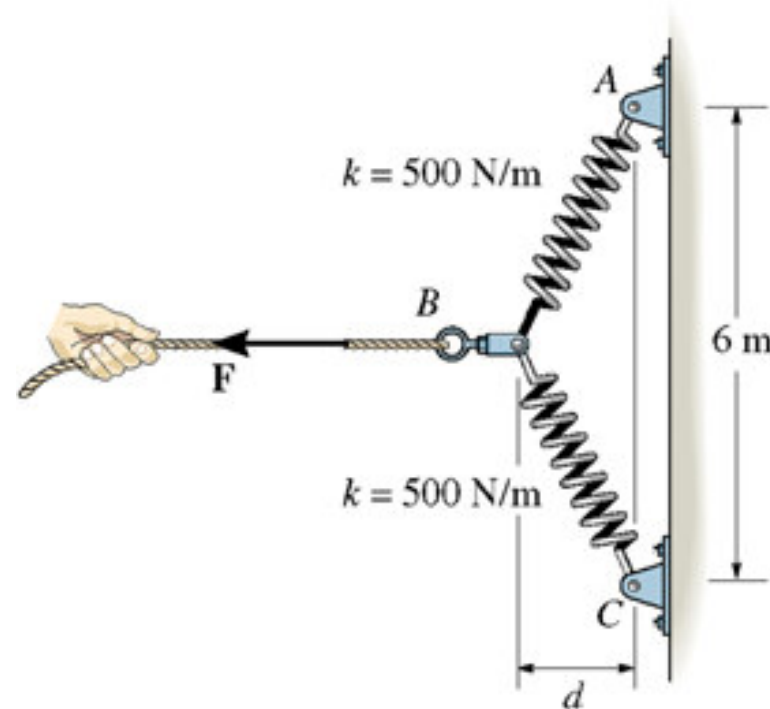
Exercícios Propostos

- 3) Determine a deformação que cada mola deve ter para equilibrar o bloco de 2kg. As molas encontram-se em posição de equilíbrio.



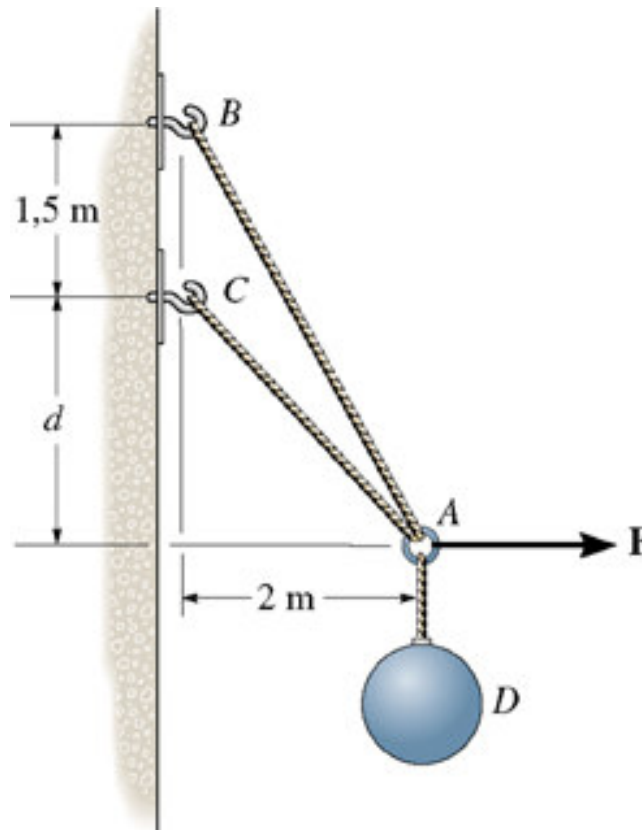
Exercícios Propostos

- 4) A mola ABC da figura tem rigidez de 500N/m e comprimento sem deformação de 6m . Determine a força horizontal \mathbf{F} aplicada a corda que está presa ao anel B de modo que o deslocamento do anel em relação a parede seja $d=1,5\text{m}$.



Exercícios Propostos

- 5) Determine as forças necessárias nos cabos AB e AC da figura para manter a esfera D de 20kg em equilíbrio. Dados: $F = 300\text{N}$ e $d = 1\text{m}$.



Próxima Aula

- Equilíbrio do Ponto Material de Sistemas Tridimensionais.
- Diagrama de Corpo Livre de Sistemas Tridimensionais.
- Equações de Equilíbrio de Sistemas Tridimensionais.