Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

El Teorema de Maxwell-Betti describe la relación que tiene que existir entre los trabajos realizados por dos estados de carga actuantes sobre una misma estructura para que la energía de deformación sea independiente del orden de aplicación de estos estados

Teorema de Maxwell-Betti

El Teorema de Maxwell-Betti describe la relación que tiene que existir entre los trabajos realizados por dos estados de carga actuantes sobre una misma estructura para que la energía de deformación sea independiente del orden de aplicación de estos estados

El Teorema se puede emplear para conocer flechas o desplazamientos en estructuras cargadas con un número importante de acciones manipulando convenientemente las acciones reales actuantes en el modelo. Su aplicación en la mayoría de los casos no conduce directamente a la solución, pero sí reduce considerablemente el número de operaciones que, mediante otros procedimientos, habría que realizar. Por esta razón este Teorema debe aplicarse en colaboración con otro procedimiento de cálculo

Teorema de Maxwell-Betti

El Teorema de Maxwell-Betti describe la relación que tiene que existir entre los trabajos realizados por dos estados de carga actuantes sobre una misma estructura para que la energía de deformación sea independiente del orden de aplicación de estos estados

El Teorema se puede emplear para conocer flechas o desplazamientos en estructuras cargadas con un número importante de acciones manipulando convenientemente las acciones reales actuantes en el modelo. Su aplicación en la mayoría de los casos no conduce directamente a la solución, pero sí reduce considerablemente el número de operaciones que, mediante otros procedimientos, habría que realizar. Por esta razón este Teorema debe aplicarse en colaboración con otro procedimiento de cálculo

La exposición comienza con la definición del Teorema y su demostración. Posteriormente se muestran sus aplicaciones y unos ejemplos

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Definición

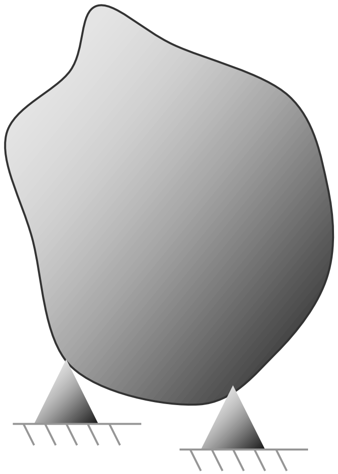
Definición

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:

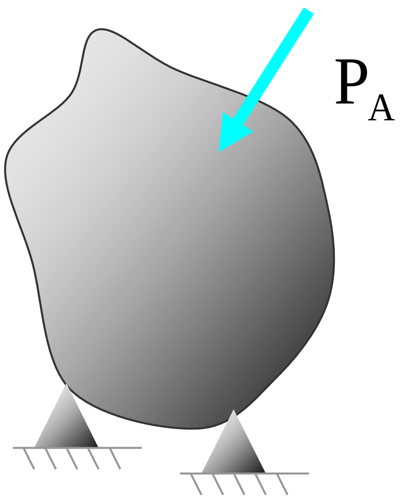
Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A **y** B **de acciones exteriores:**



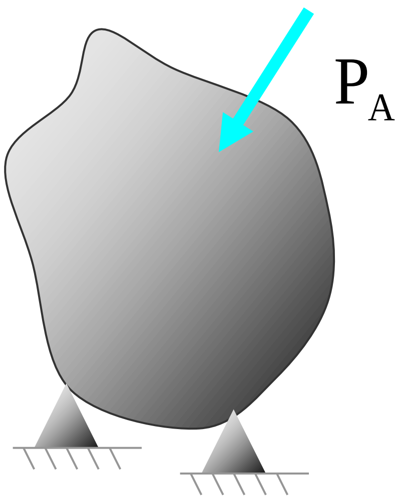
Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



Definición

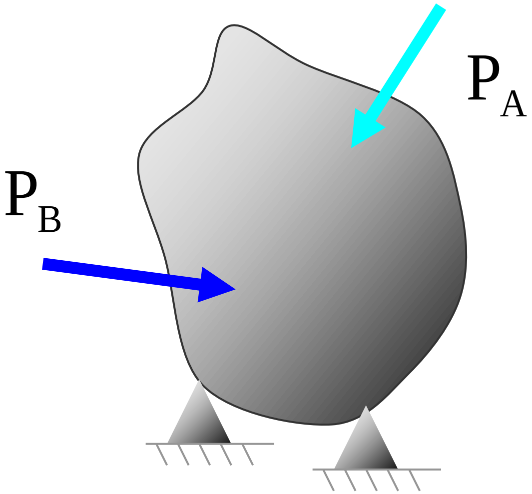
Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = **sistema A de acciones exteriores**

Definición

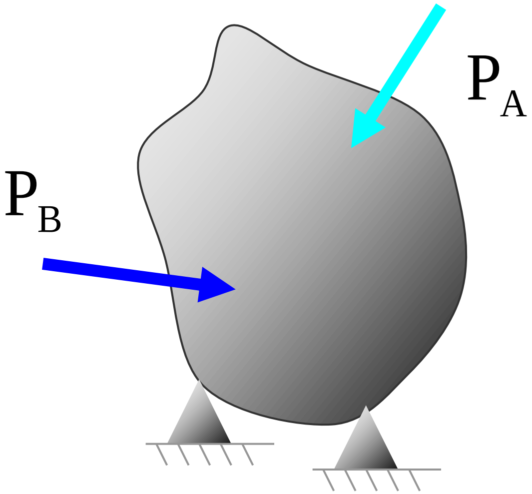
Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = **sistema A de acciones exteriores**

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:

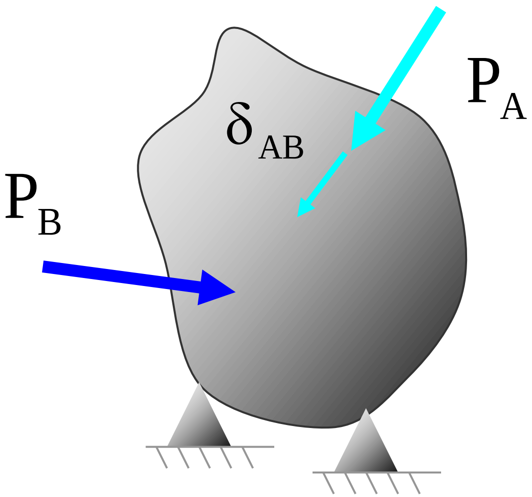


P_A **= sistema A de acciones exteriores**

P_B **= sistema B de acciones exteriores**

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:

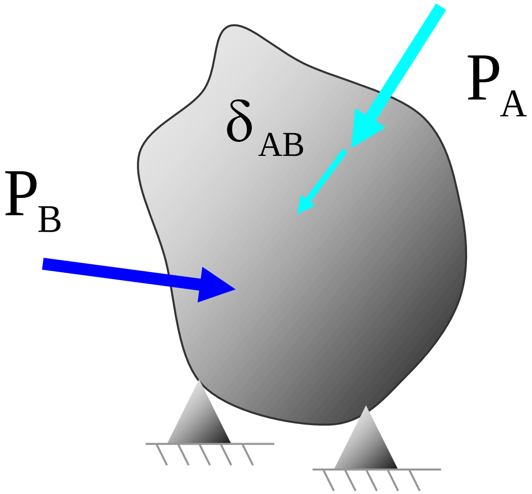


P_A = **sistema A de acciones exteriores**

P_B = **sistema B de acciones exteriores**

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



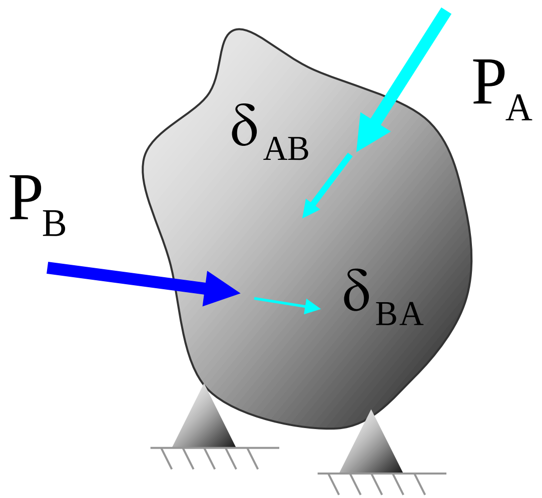
P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



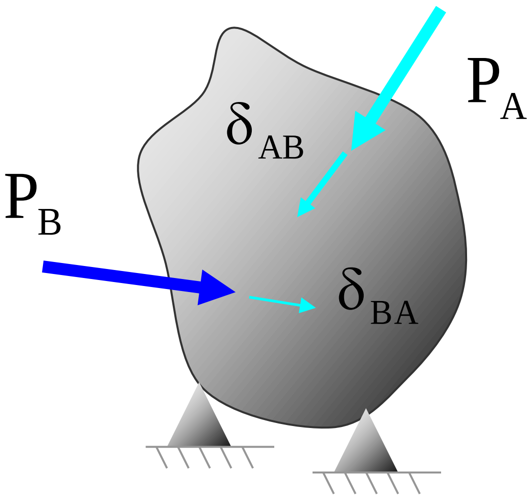
P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

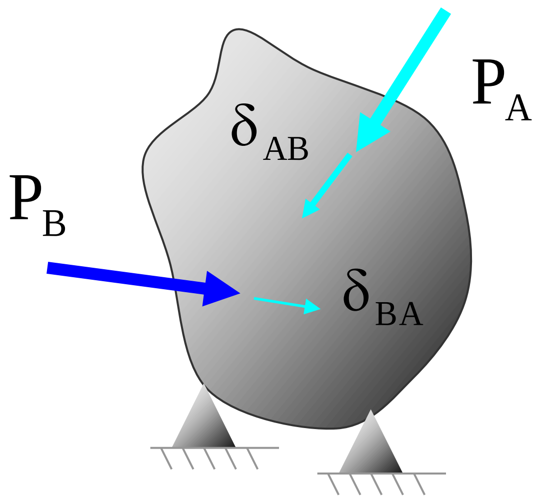
P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

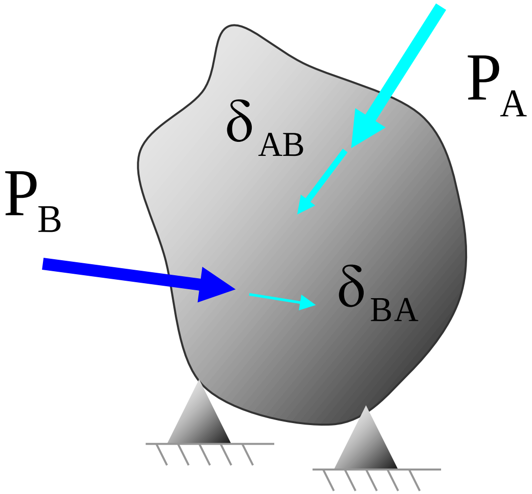
δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Si $\begin{cases} P_A \cdot \delta_{AB} \text{ = es el trabajo producido por las fuerzas de A debido a las fuerzas de B} \end{cases}$

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Si

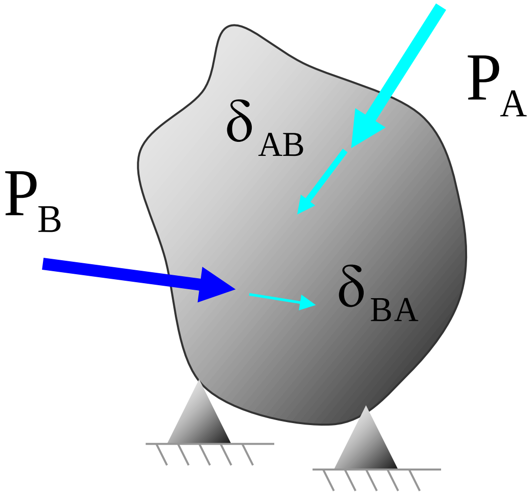
$P_A \cdot \delta_{AB}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de A debido a las fuerzas de B

y

$P_B \cdot \delta_{BA}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de B debido a las fuerzas de A

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Si $P_A \cdot \delta_{AB}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de A debido a las fuerzas de B

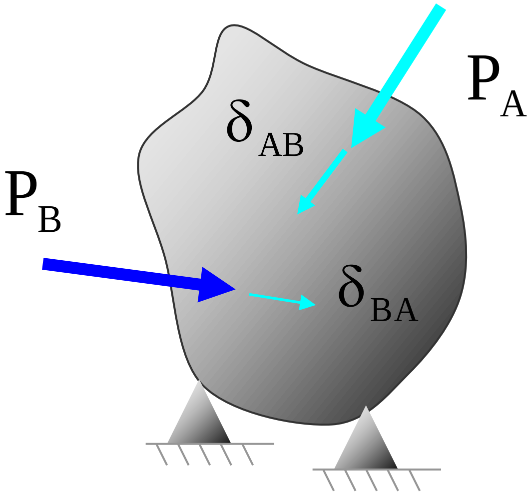
y

$P_B \cdot \delta_{BA}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de B debido a las fuerzas de A

Siempre se cumple:

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Si
- $P_A \cdot \delta_{AB}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de A debido a las fuerzas de B

  y

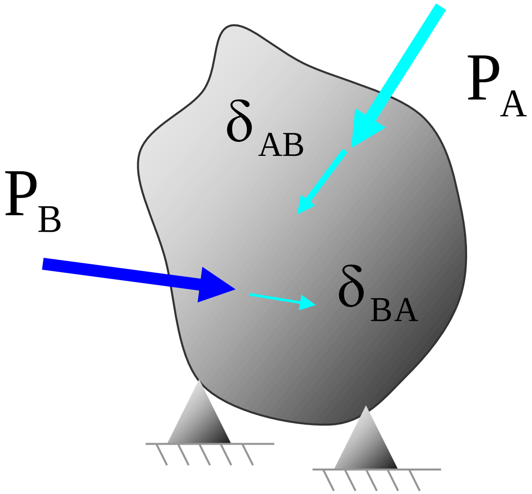
- $P_B \cdot \delta_{BA}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de B debido a las fuerzas de A

Siempre se cumple:

$$P_A \cdot \delta_{AB} = P_B \cdot \delta_{BA}$$

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Si
$P_A \cdot \delta_{AB}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de A debido a las fuerzas de B
y
$P_B \cdot \delta_{BA}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de B debido a las fuerzas de A

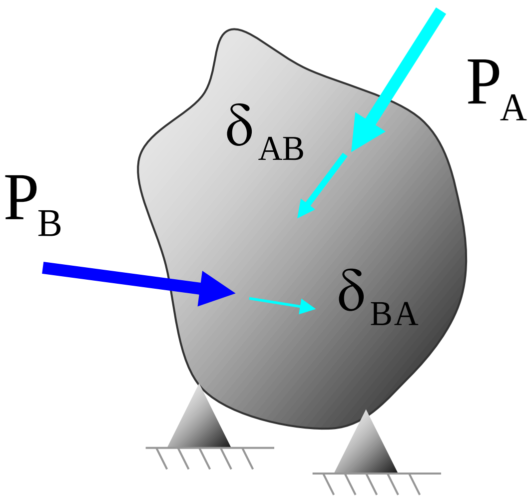
Siempre se cumple:

$$P_A \cdot \delta_{AB} = P_B \cdot \delta_{BA}$$

Teorema de Maxwell

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Si

$P_A \cdot \delta_{AB}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de A debido a las fuerzas de B

y

$P_B \cdot \delta_{BA}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de B debido a las fuerzas de A

Siempre se cumple:

$$P_A \cdot \delta_{AB} = P_B \cdot \delta_{BA}$$

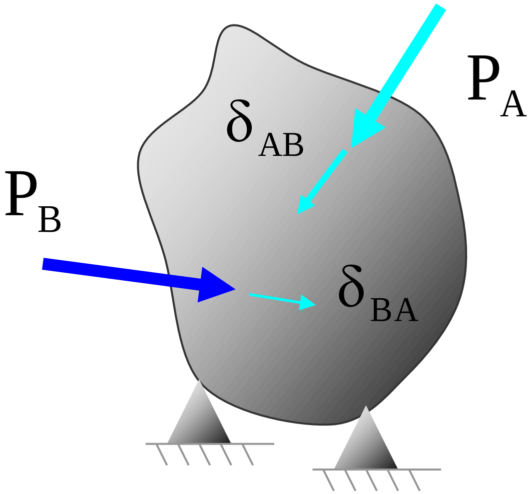
Teorema de Maxwell

Cuando

$P_A = P_B$

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Si
- $P_A \cdot \delta_{AB}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de A debido a las fuerzas de B

  y

- $P_B \cdot \delta_{BA}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de B debido a las fuerzas de A

Siempre se cumple:

$$P_A \cdot \delta_{AB} = P_B \cdot \delta_{BA}$$

Teorema de Maxwell

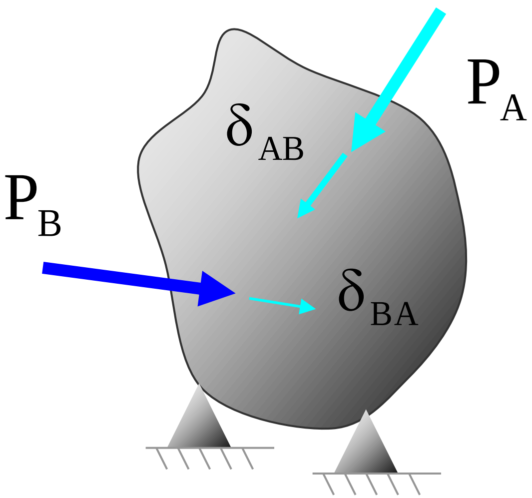
Cuando

$P_A = P_B$

$$\delta_{AB} = \delta_{BA}$$

Definición

Sea una estructura sometida simultáneamente a dos sistemas A y B de acciones exteriores:



P_A = sistema A de acciones exteriores

P_B = sistema B de acciones exteriores

δ_{AB} = desplazamientos de las acciones de A por la aplicación de las acciones de B

δ_{BA} = desplazamientos de las acciones de B por la aplicación de las acciones de A

Si $P_A \cdot \delta_{AB}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de A debido a las fuerzas de B

y

$P_B \cdot \delta_{BA}$ = es el trabajo producido por las fuerzas de B debido a las fuerzas de A

Siempre se cumple:

$$P_A \cdot \delta_{AB} = P_B \cdot \delta_{BA}$$

Teorema de Maxwell

Cuando $P_A = P_B$

$$\delta_{AB} = \delta_{BA}$$

Teorema de Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Definición

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti
- Definición
- Demostración

Demostración

Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura

Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura

Demostración

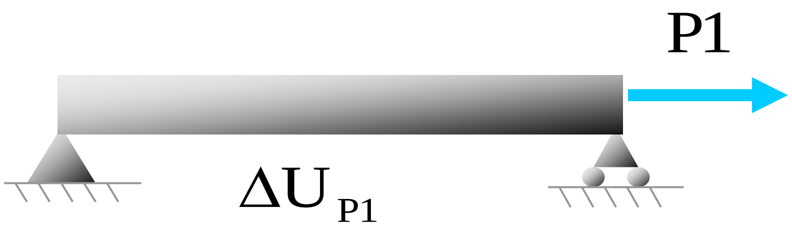
La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura

Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

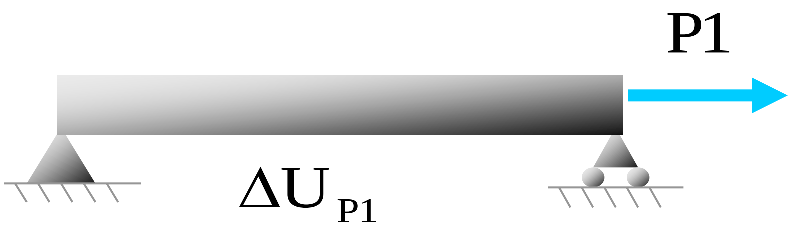
Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura



Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

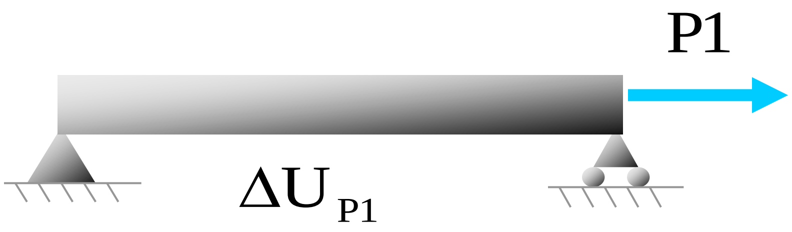
Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura

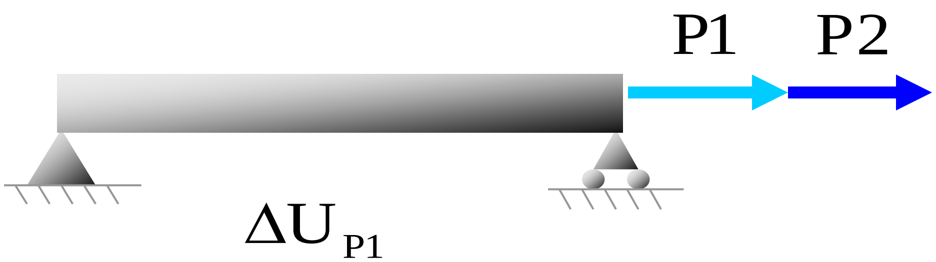


Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura

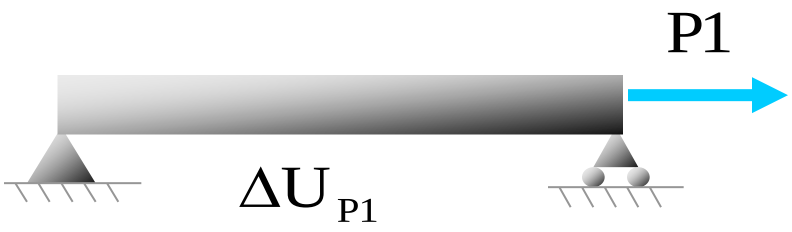


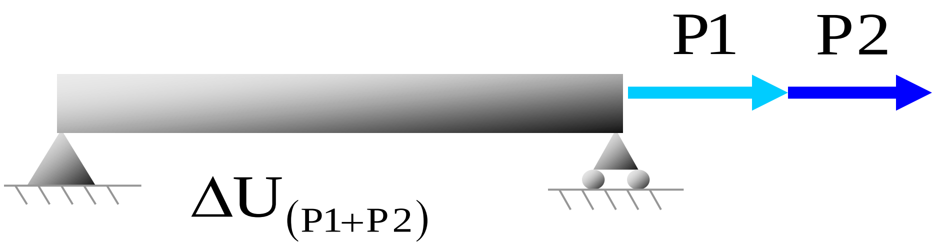


Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura

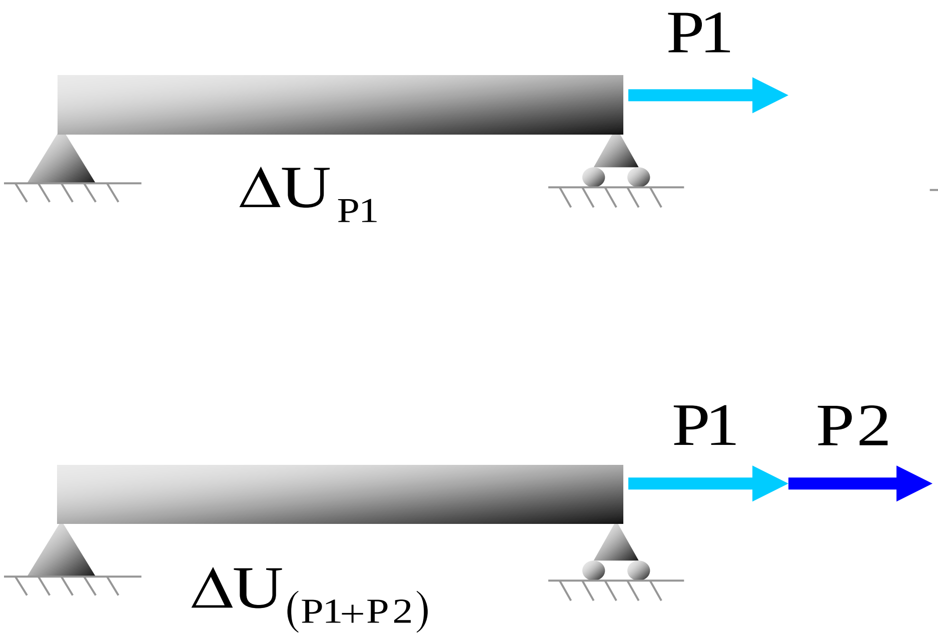




Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

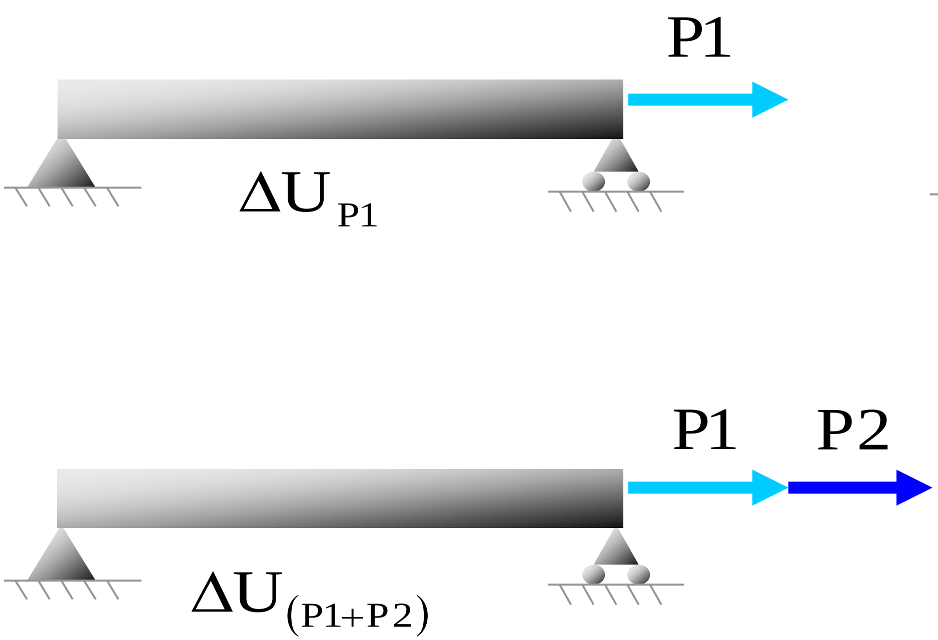
Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura



Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

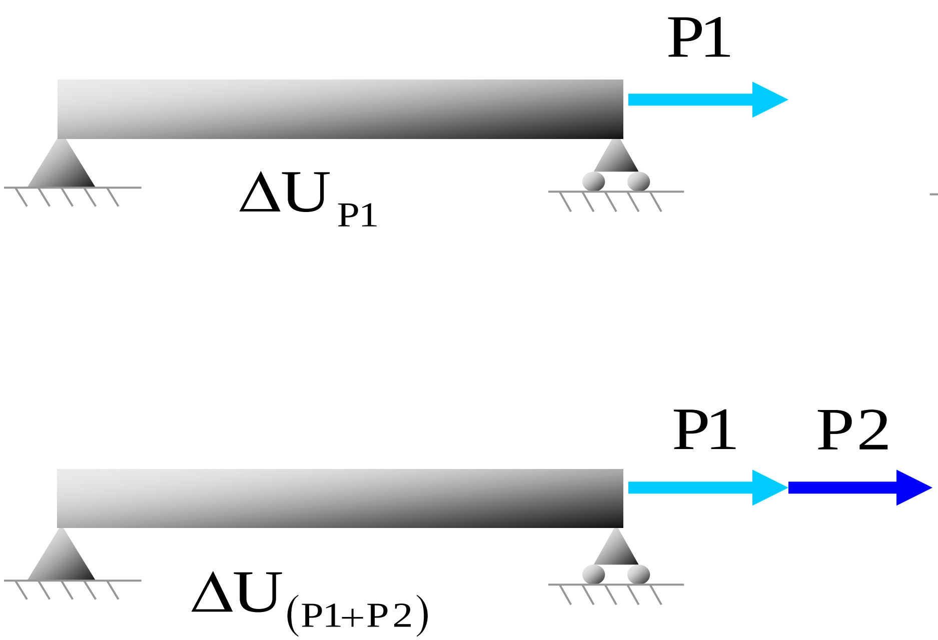
Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura



Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

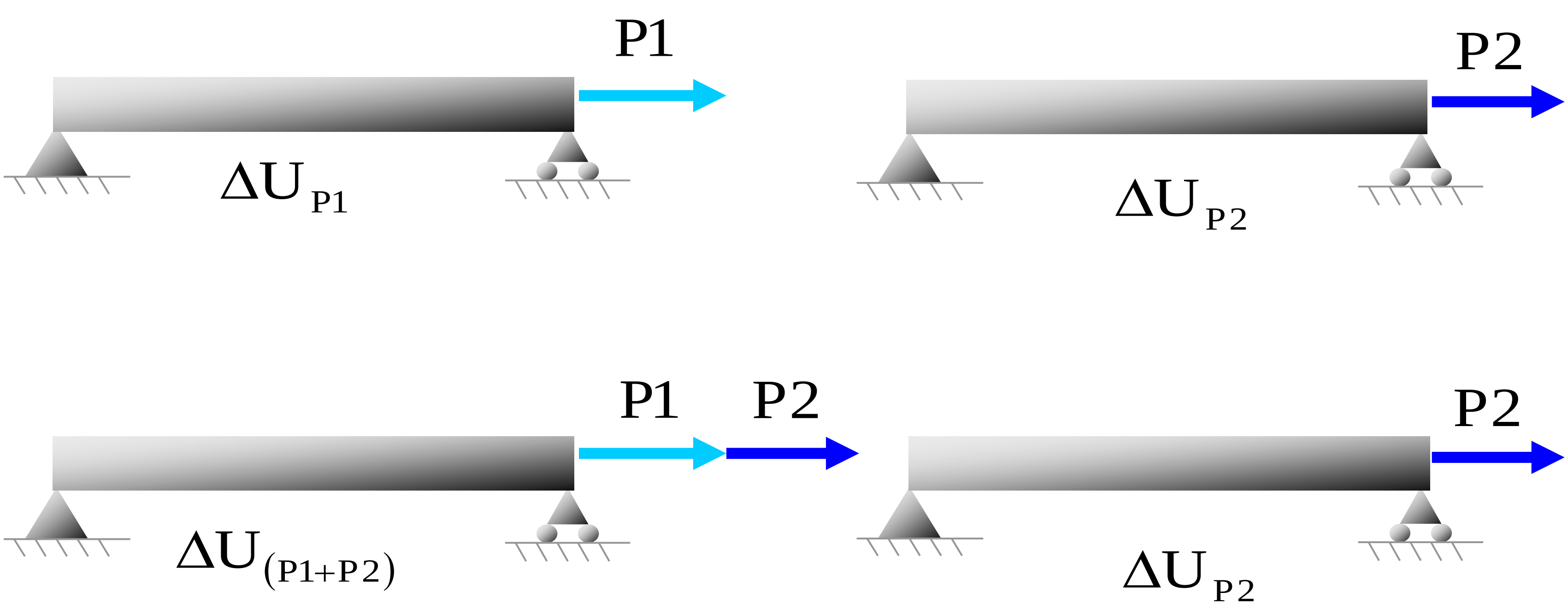
Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura



Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

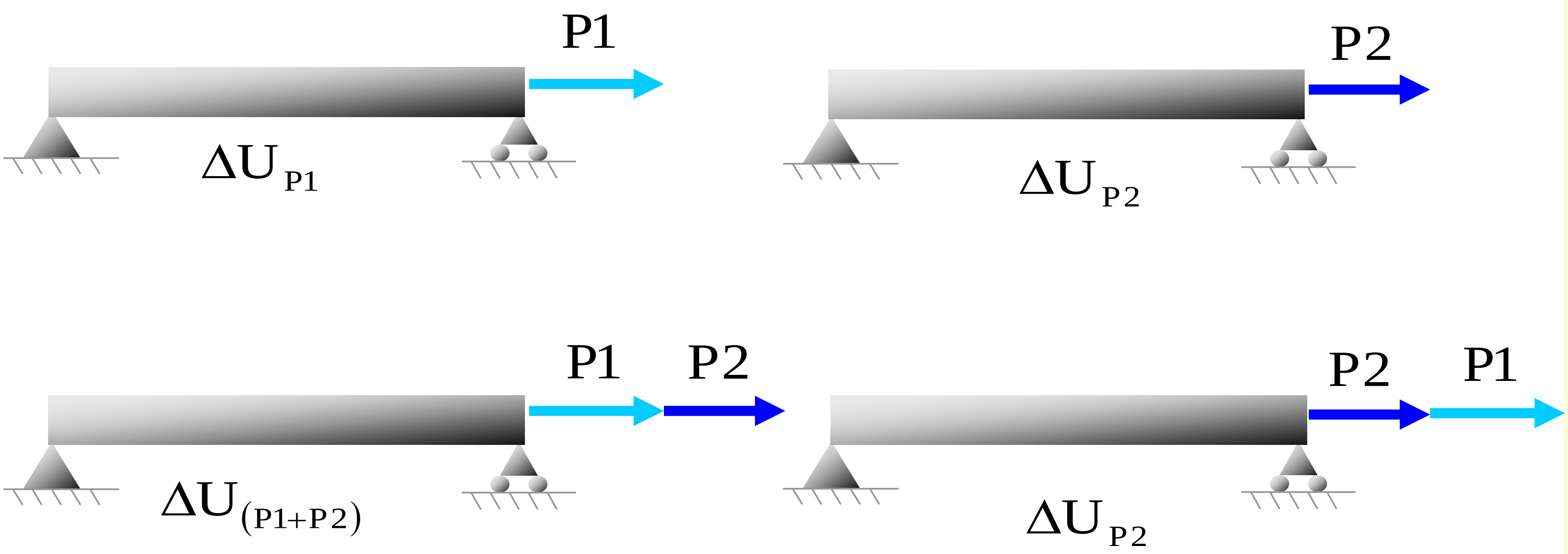
Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura



Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

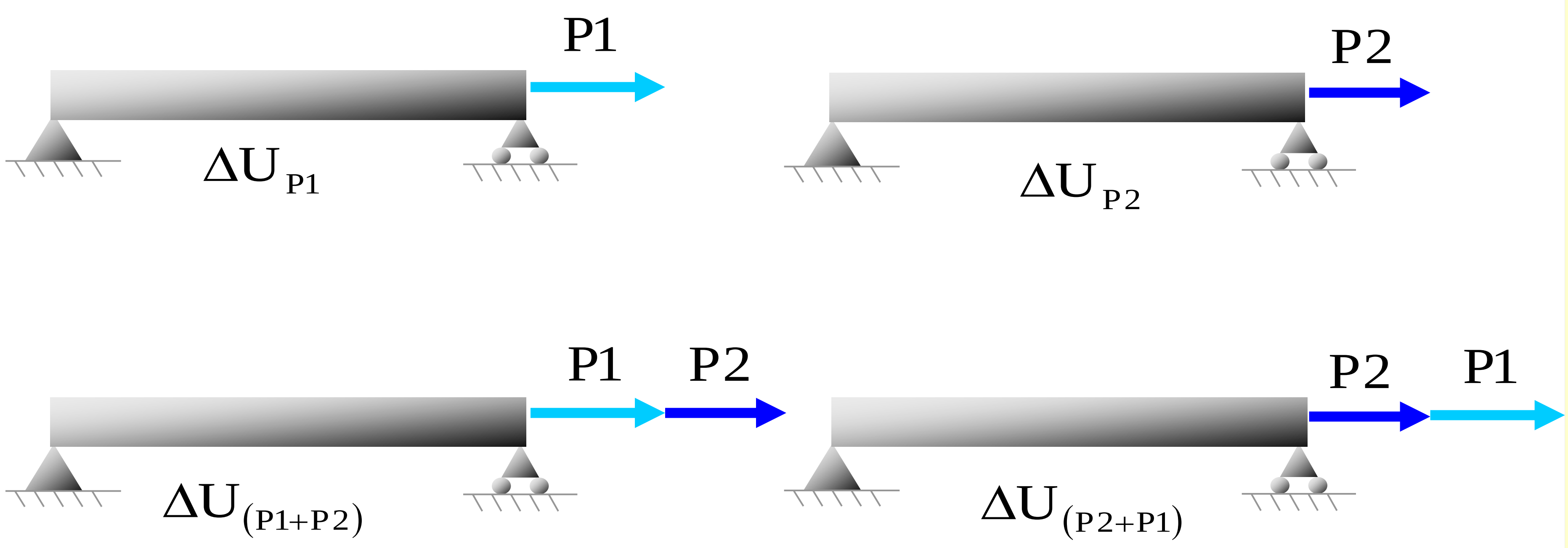
Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura



Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

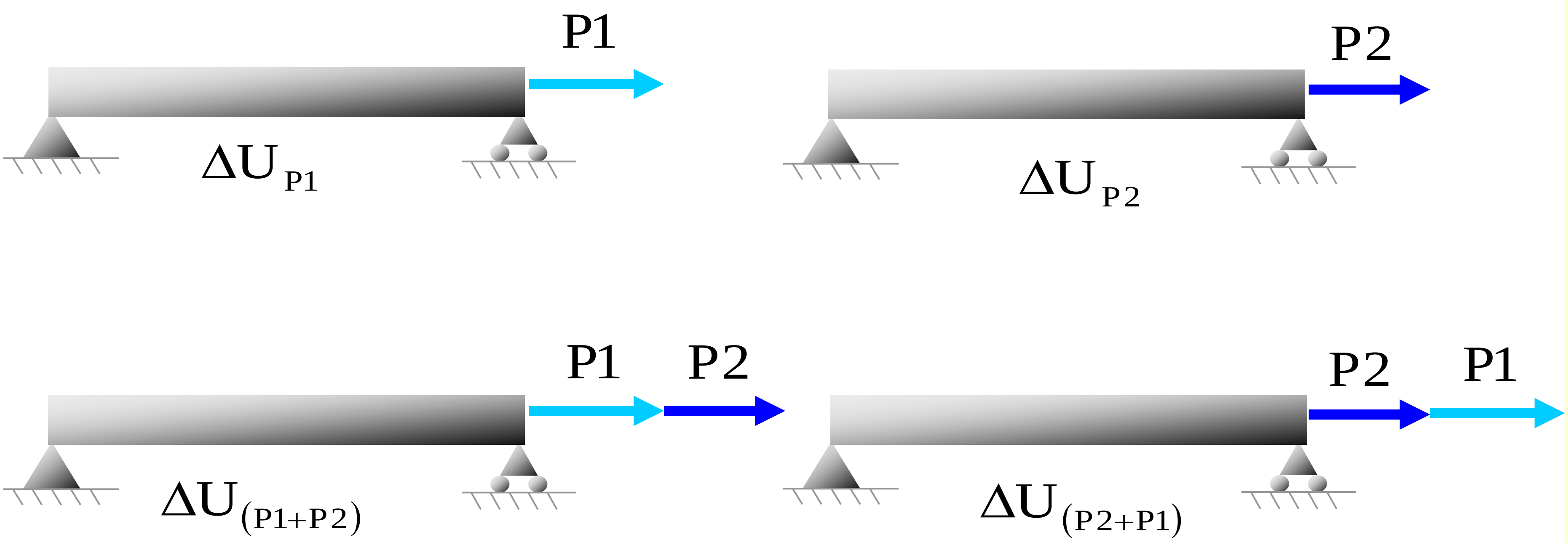
Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura



Demostración

La demostración se basa en que el orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Variación en el orden de aplicación de las acciones en una estructura



$$\Delta U_{(P1+P2)} = \Delta U_{(P2+P1)}$$

Demostración

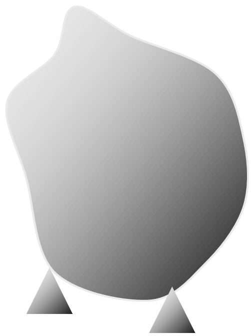
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Supongamos que se aplica un conjunto A de acciones exteriores sobre una estructura

Demostración

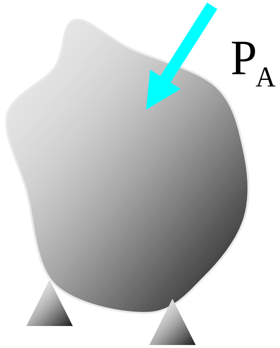


El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Demostración

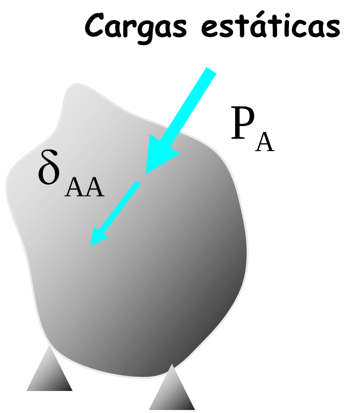
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Cargas estáticas



Demostración

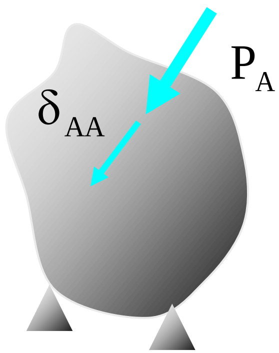
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Cargas estáticas

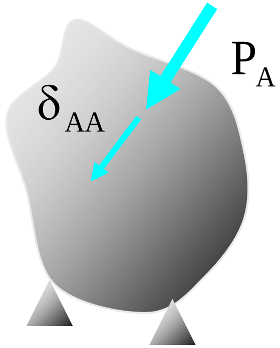


El trabajo producido por estas acciones vale:

Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Cargas estáticas

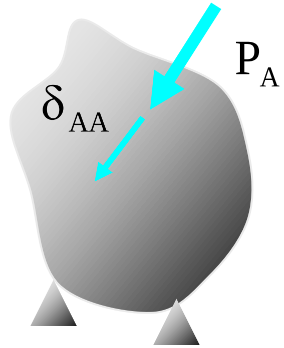


$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Cargas estáticas



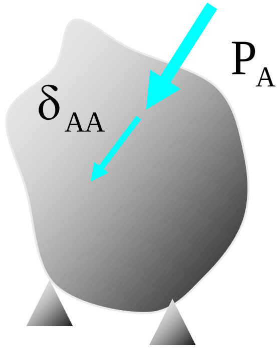
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

Supongamos que en la posición de equilibrio se aplica otro conjunto B de acciones

Demostración

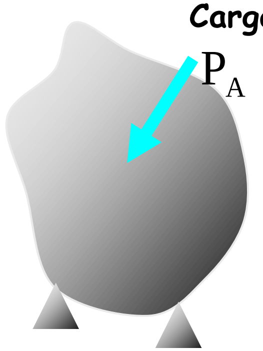
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Cargas estáticas



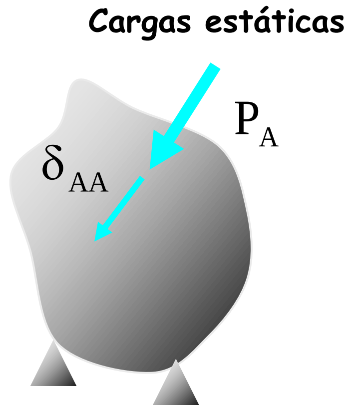
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

Cargas ctes

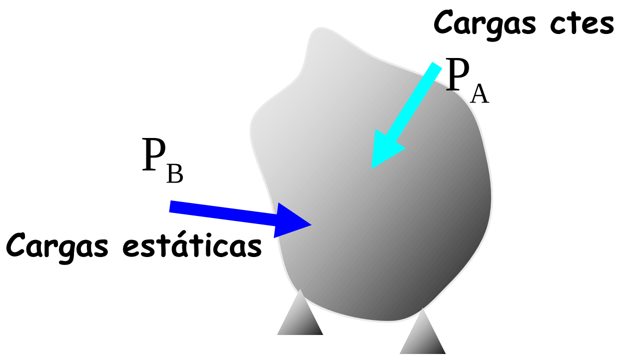


Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

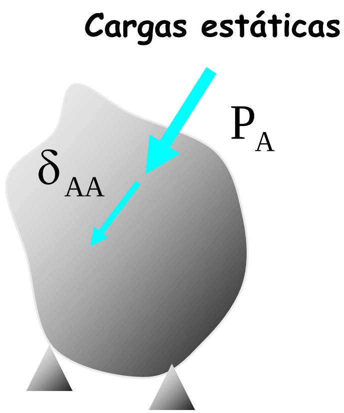


$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

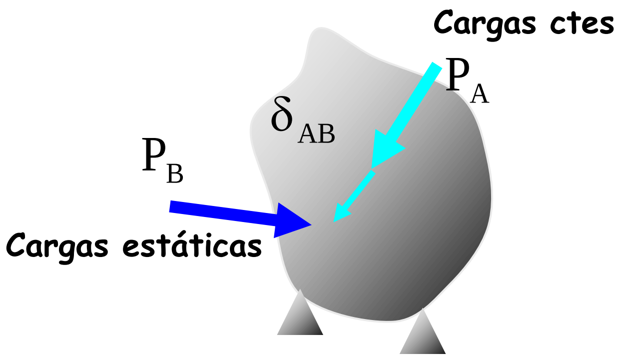


Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

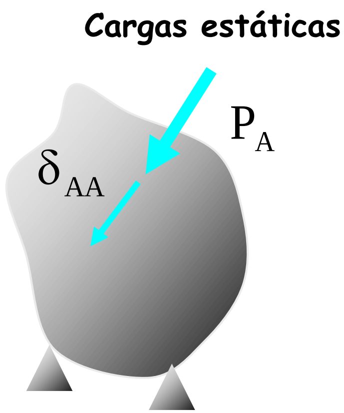


$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

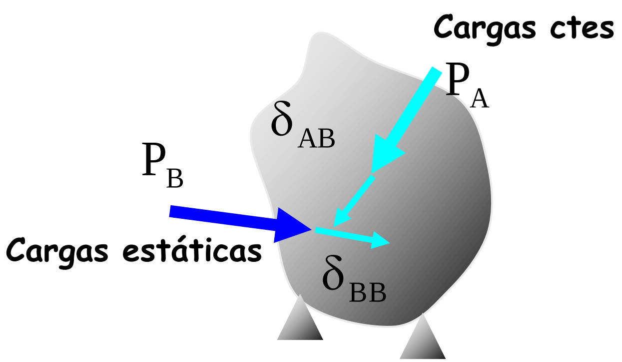


Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

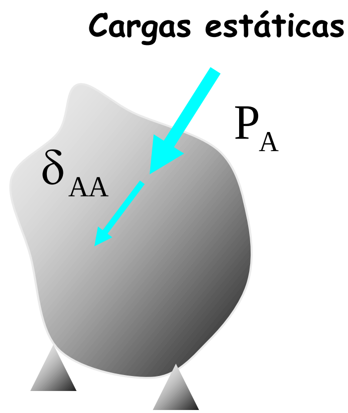


$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

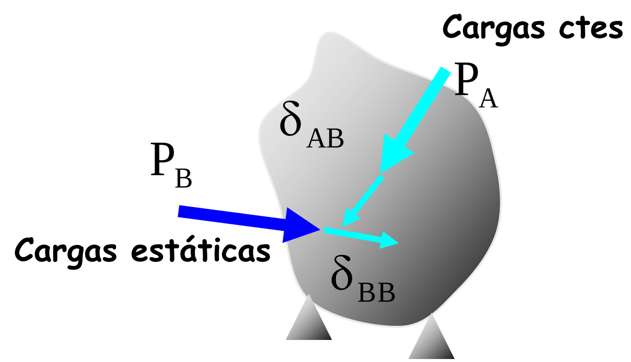


Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



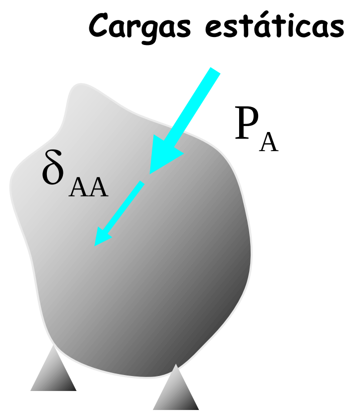
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

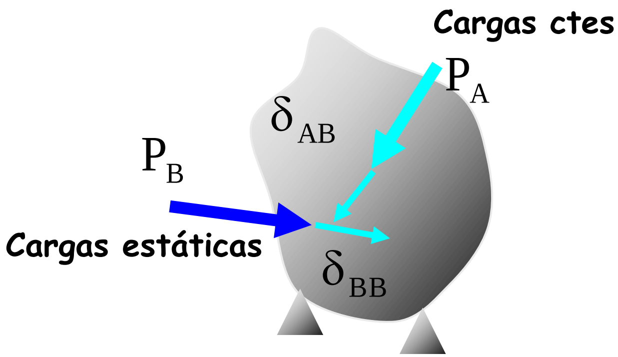


Ahora el trabajo realizado vale:

Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



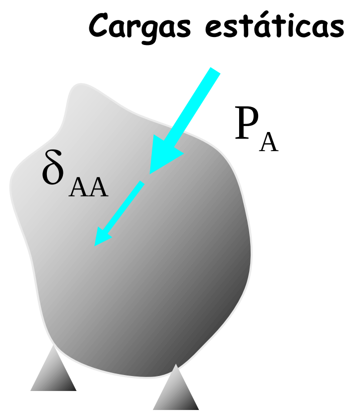


$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

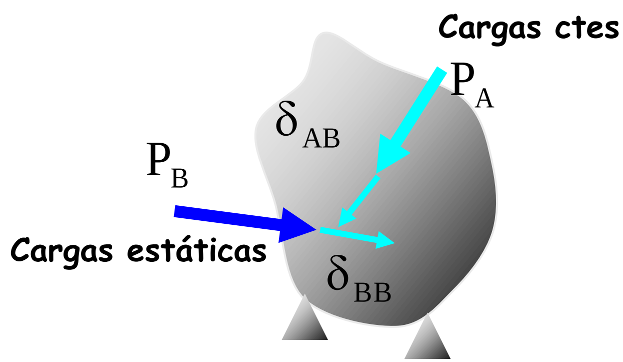
$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

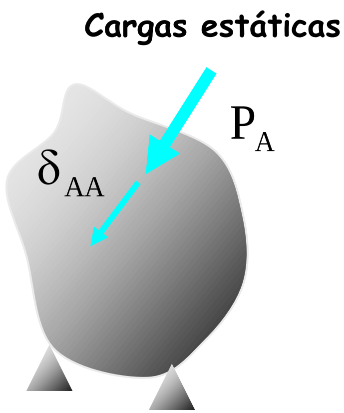


$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

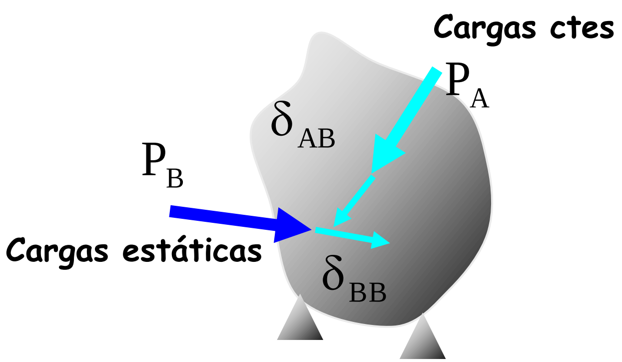
Este término es el trabajo de las acciones del sistema A al deformarse la estructura por las acciones del sistema B (durante el desplazamiento, las acciones de A no cambian de valor)

Demostración

El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

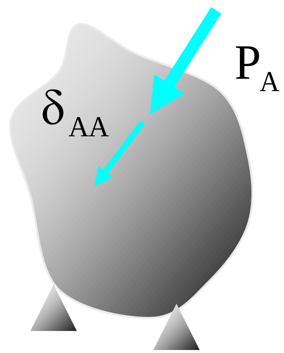


$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

Demostración

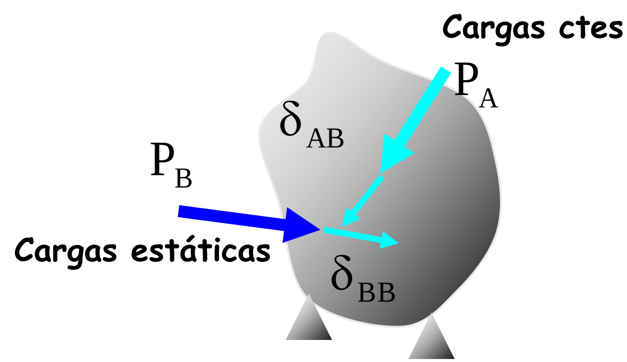
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

Cargas estáticas



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

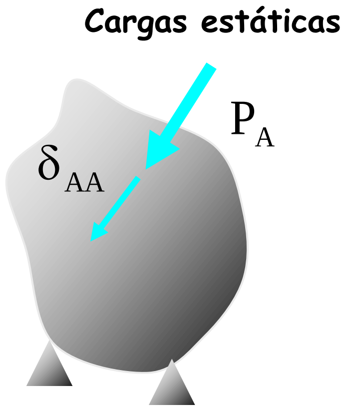
Supongamos que se invierte el orden de aplicación de las acciones: se aplica primero el conjunto B de acciones



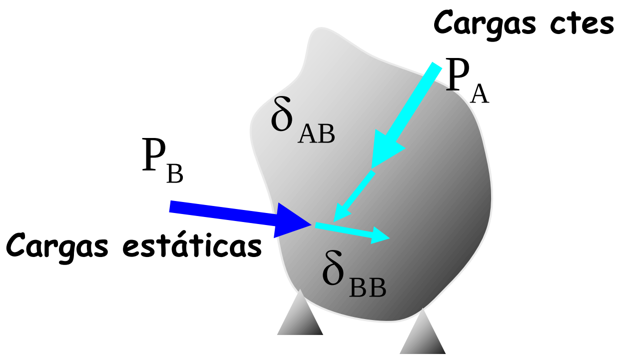
$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

Demostración

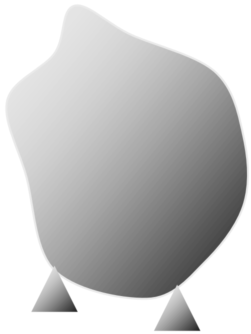
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

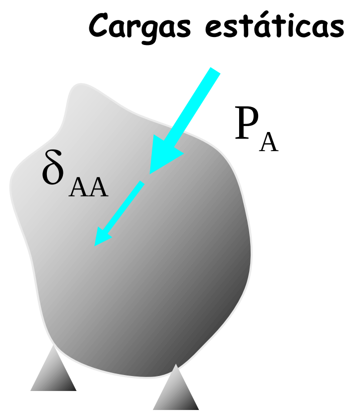


$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

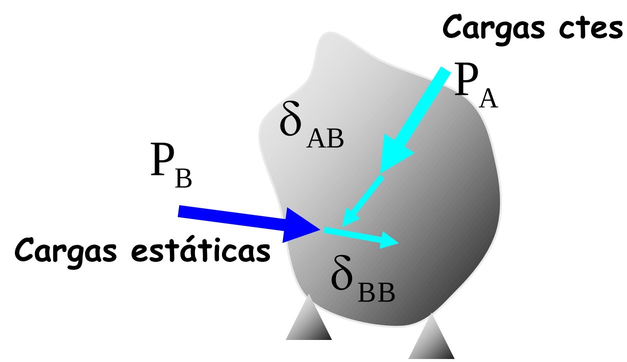


Demostración

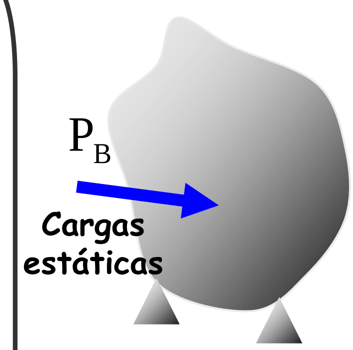
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

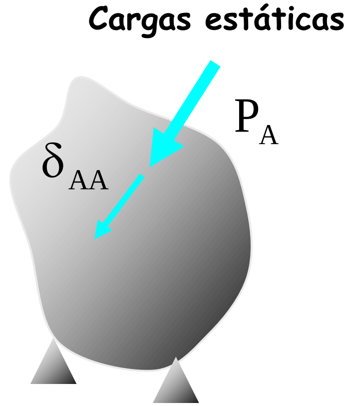


$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

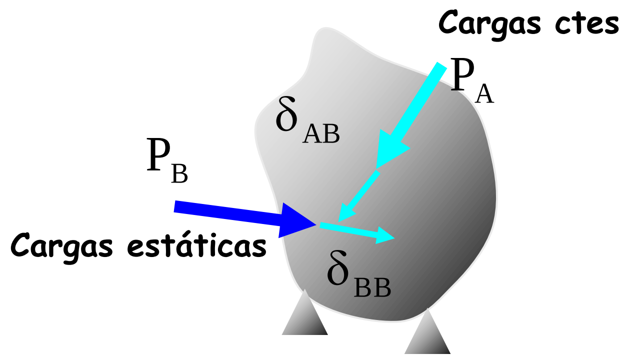


Demostración

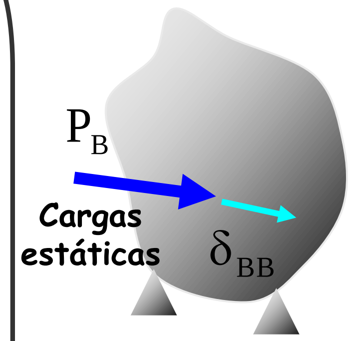
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

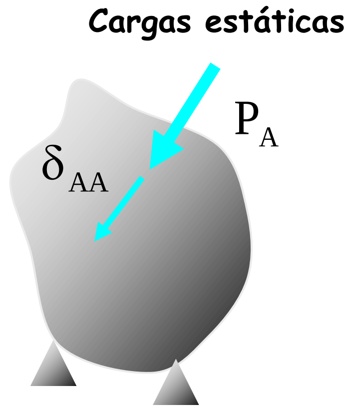


$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

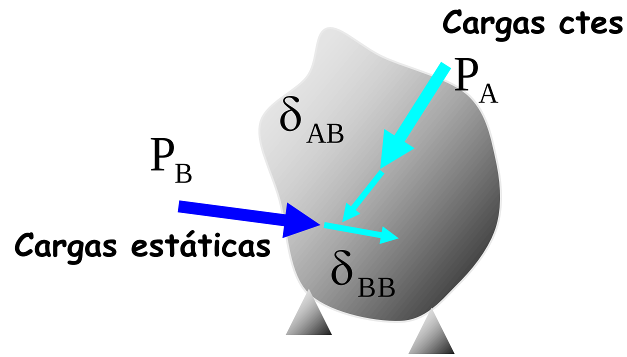


Demostración

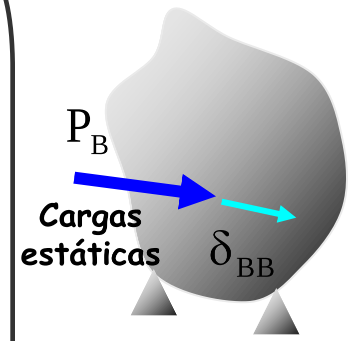
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



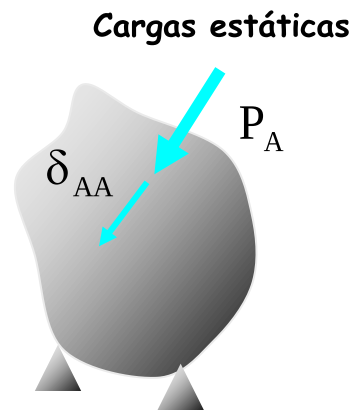
$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



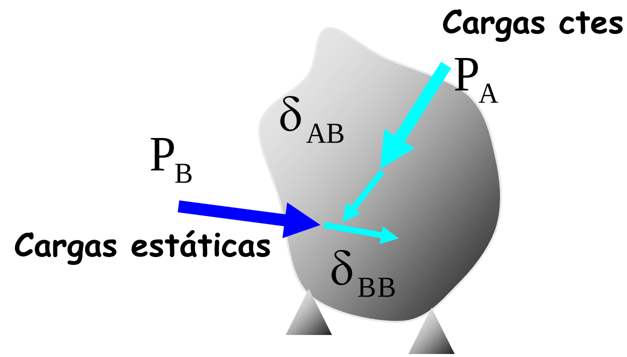
El trabajo producido por estas acciones vale:

Demostración

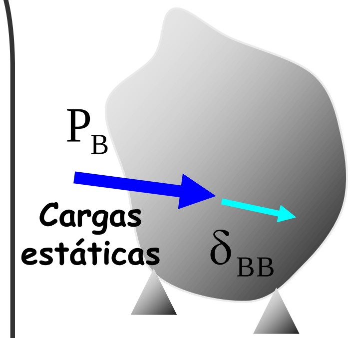
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



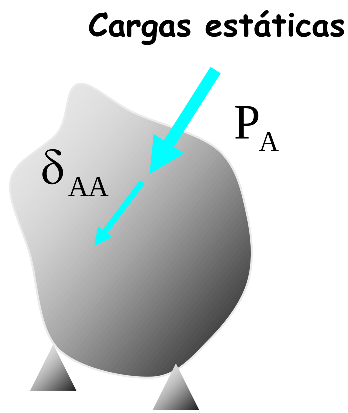
$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



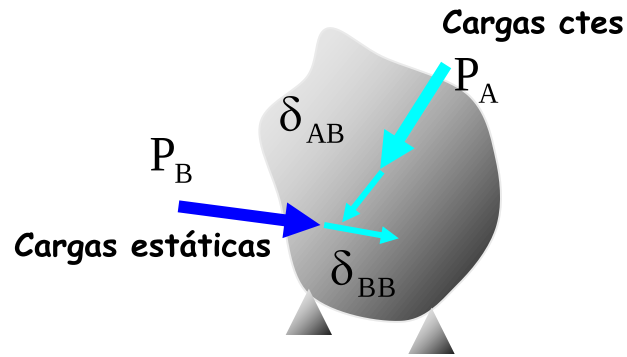
$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

Demostración

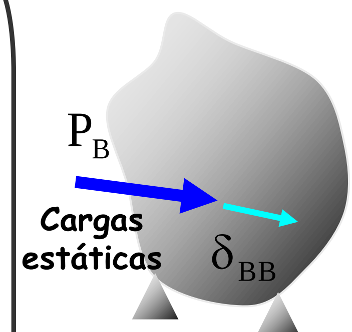
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

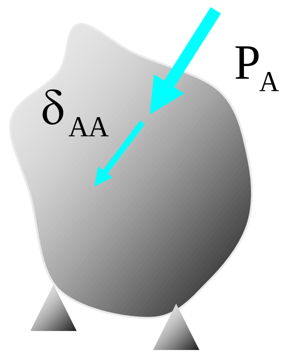


$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

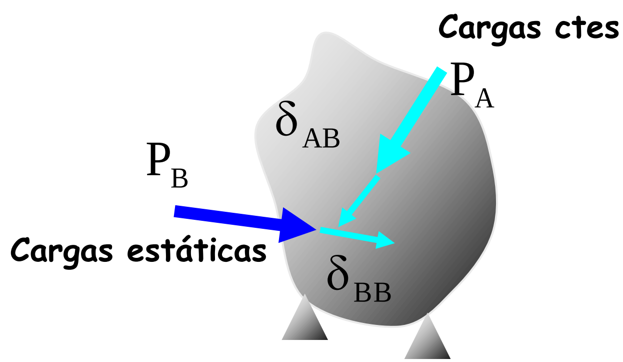
En la posición de equilibrio se aplica el conjunto A de acciones

Demostración

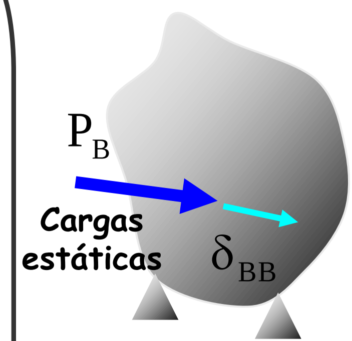
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



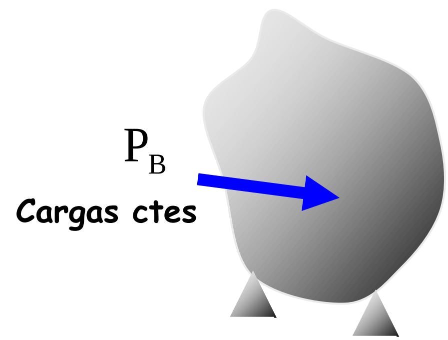
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

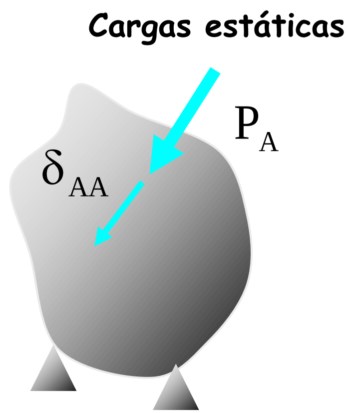


$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

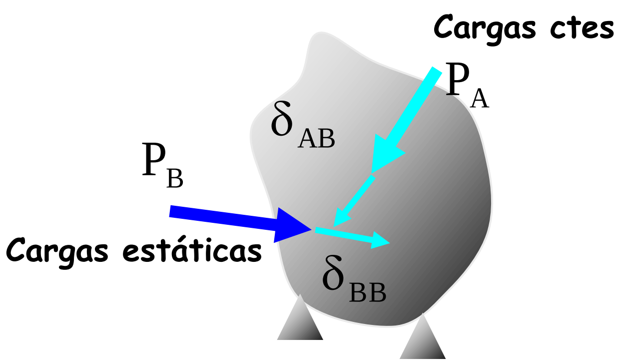


Demostración

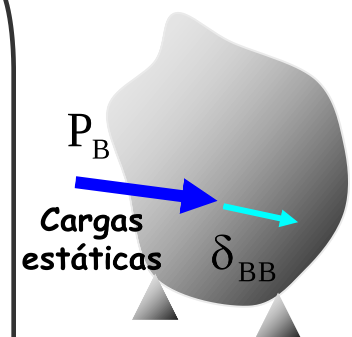
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



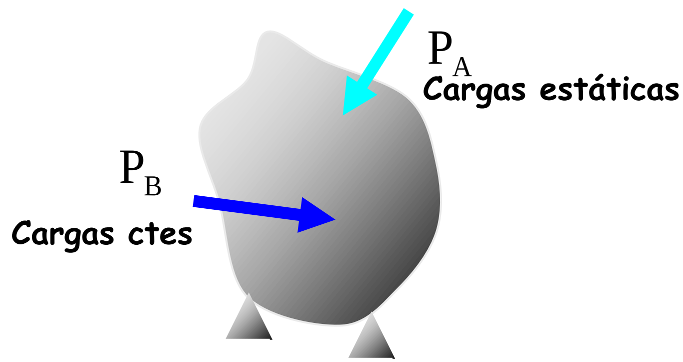
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

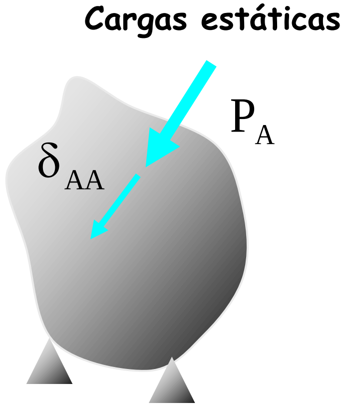


$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

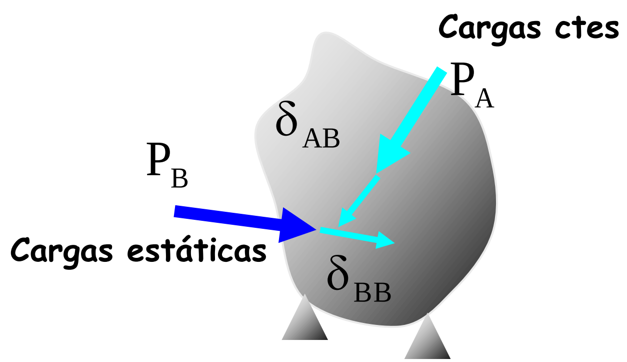


Demostración

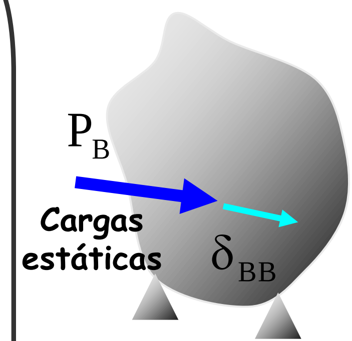
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



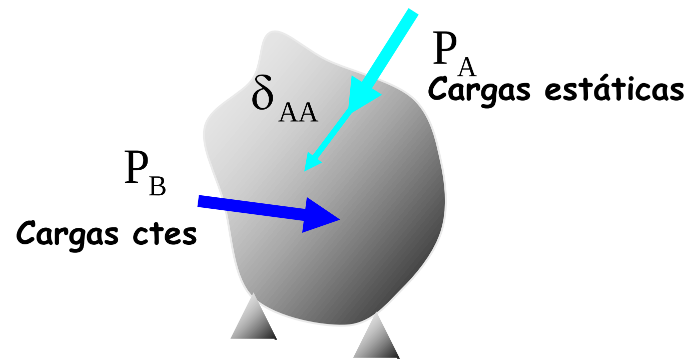
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

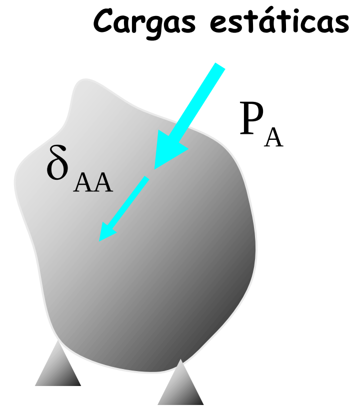


$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

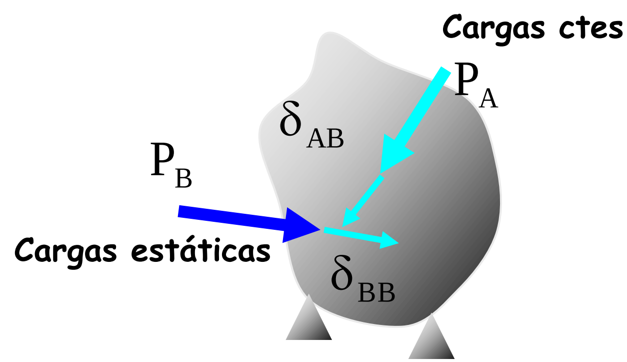


Demostración

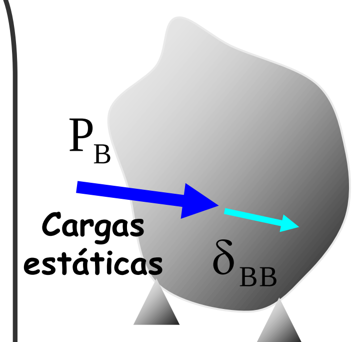
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



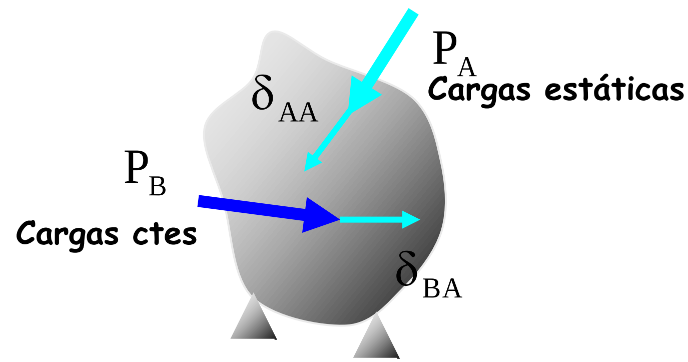
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$

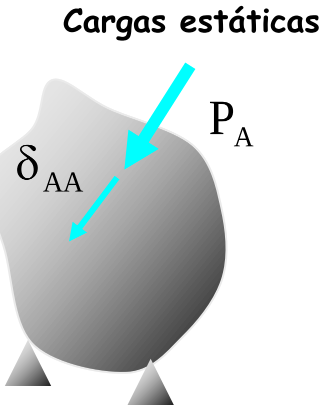


$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

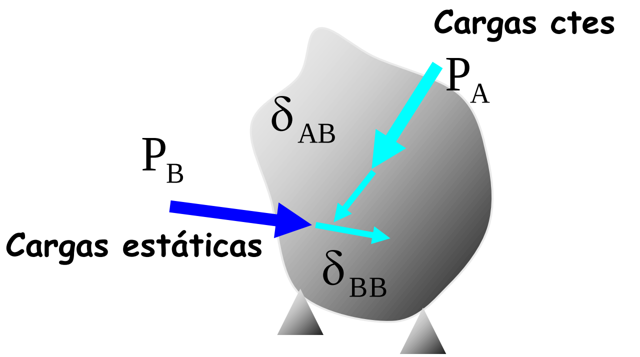


Demostración

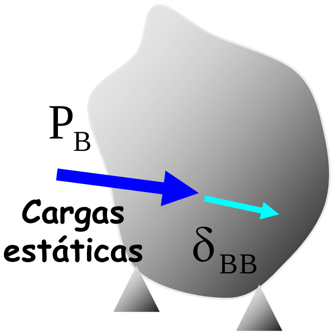
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



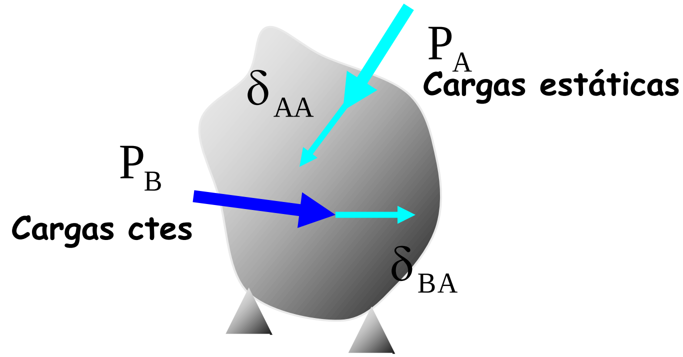
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



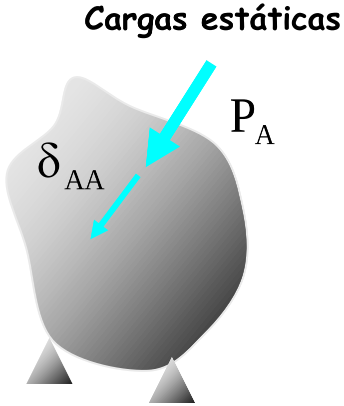
$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$



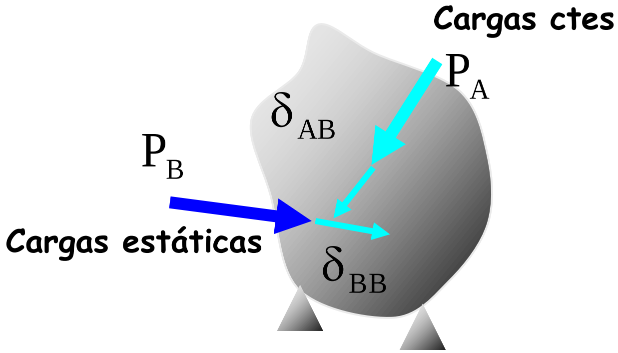
Ahora el trabajo realizado vale:

Demostración

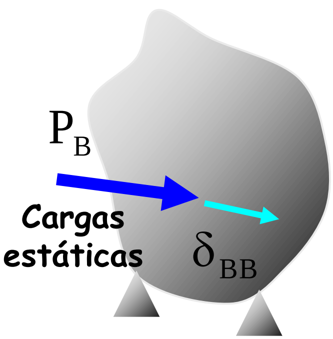
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



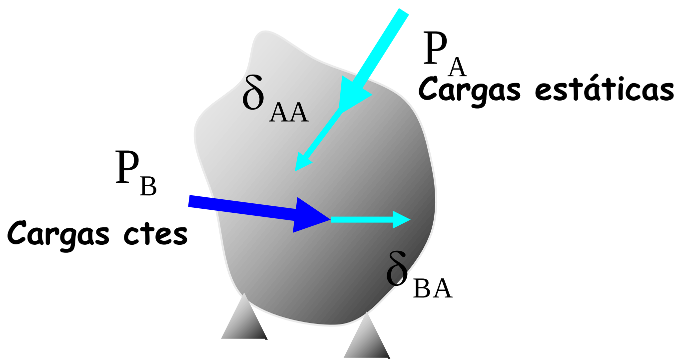
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



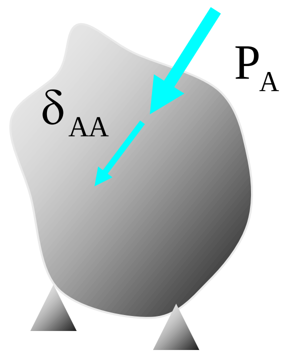
$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$



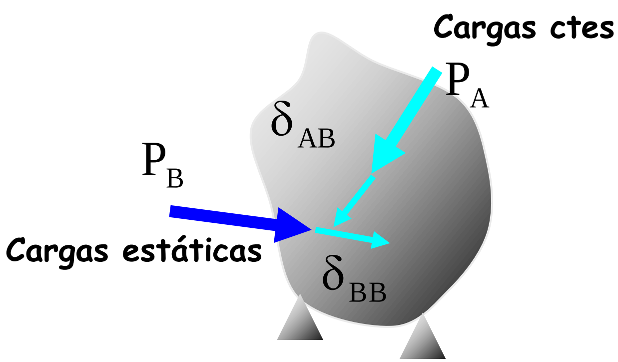
$$U_{(B+A)} = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + P_B \cdot \delta_{BA}$$

Demostración

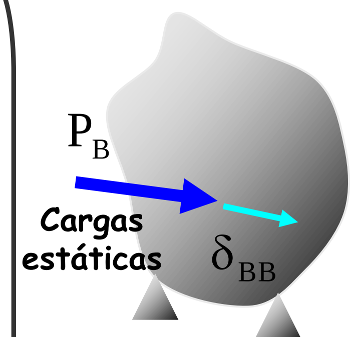
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



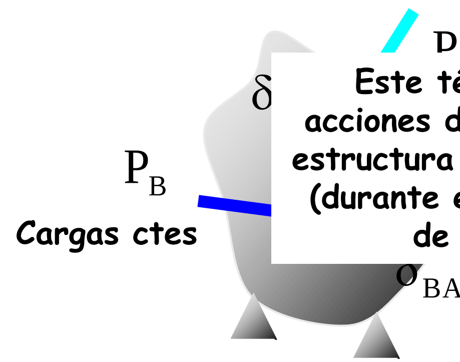
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

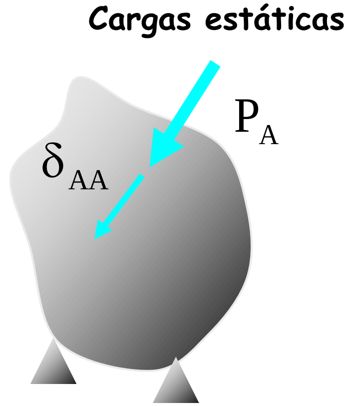


Este término es el trabajo de las acciones del sistema B al deformarse la estructura por las acciones del sistema A (durante el desplazamiento las acciones de B no cambian de valor)

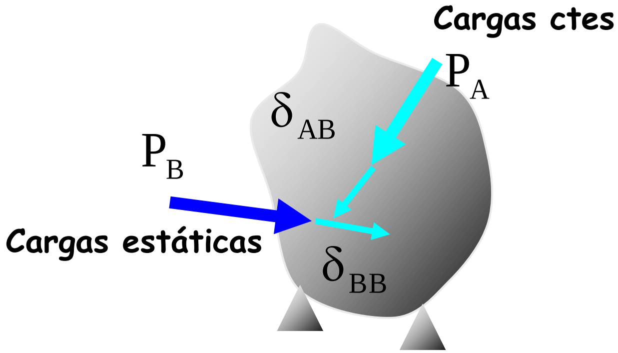
$$U_{(B+A)} = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + P_B \cdot \delta_{BA}$$

Demostración

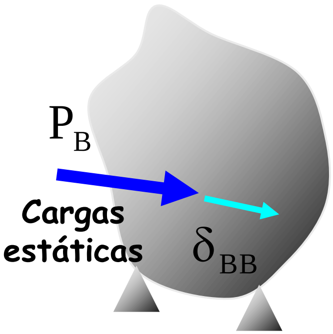
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



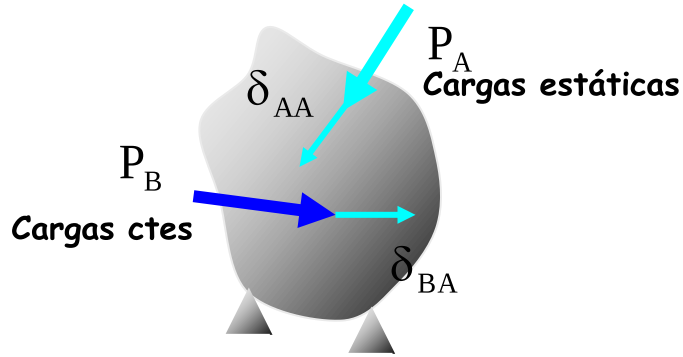
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



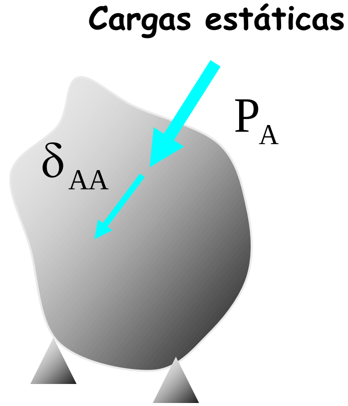
$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

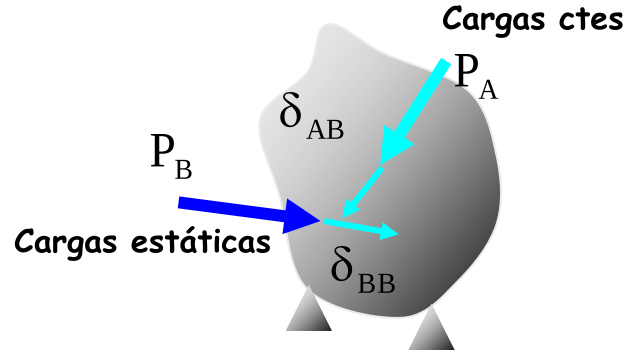


$$U_{(B+A)} = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + P_B \cdot \delta_{BA}$$

Demostración

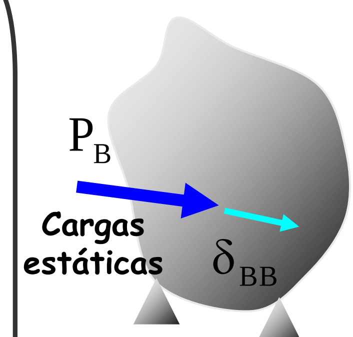
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación

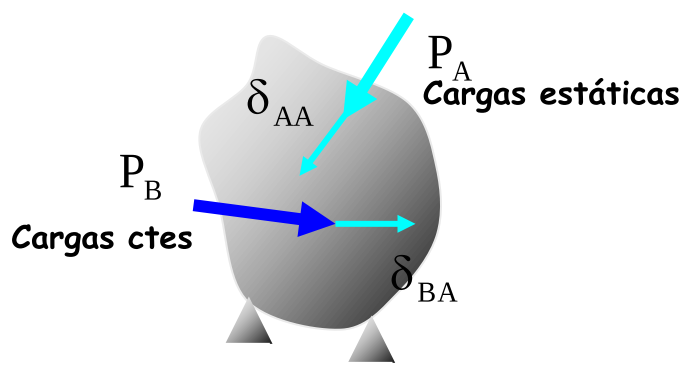




$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$

$$U_{(A+B)} = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$





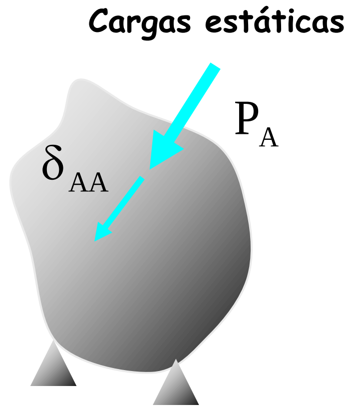
$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

$$U_{(B+A)} = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2} + P_B \cdot \delta_{BA}$$

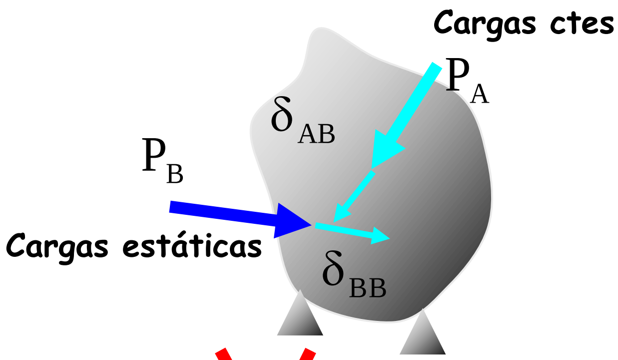
Deben ser iguales

Demostración

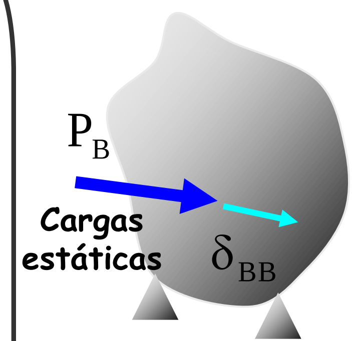
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



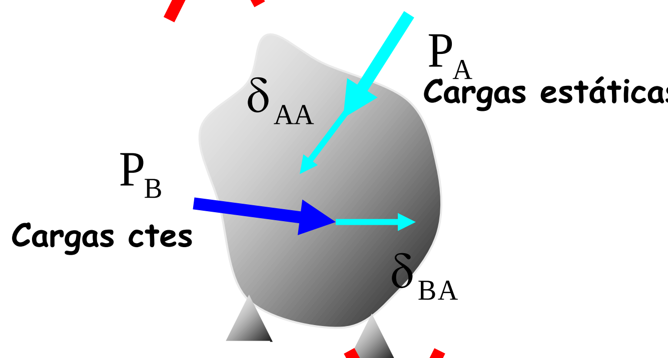
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \cancel{\frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}} + \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

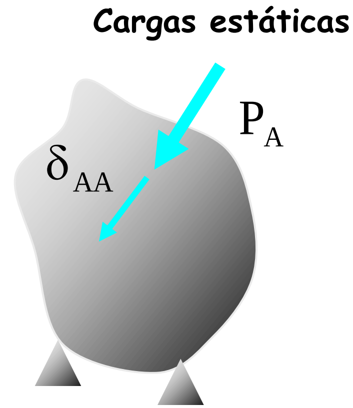


$$U_{(B+A)} = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2} + \cancel{\frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}} + P_B \cdot \delta_{BA}$$

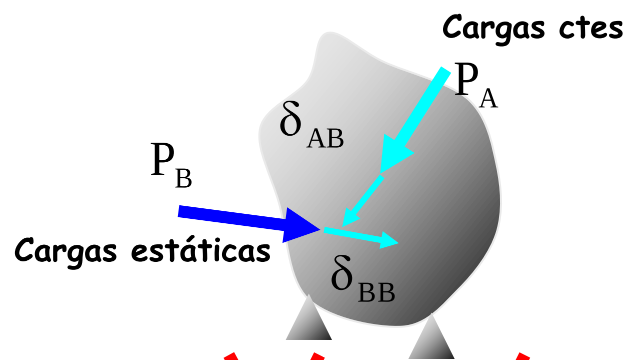
Deben ser iguales

Demostración

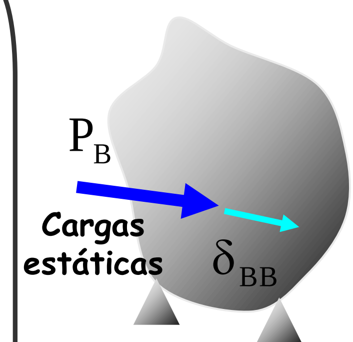
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



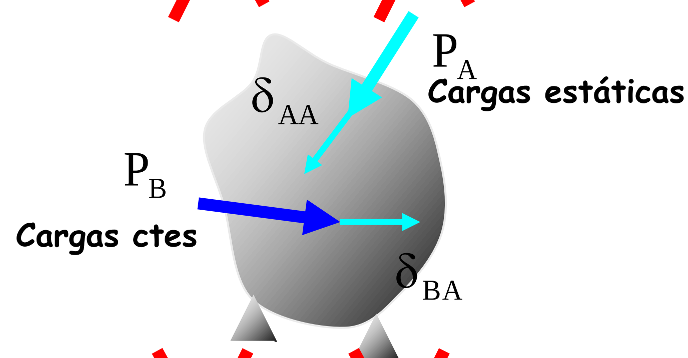
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \cancel{\frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}} + \cancel{\frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$

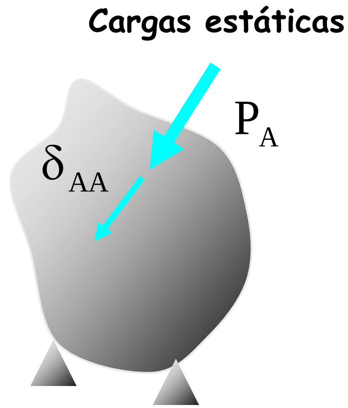


$$U_{(B+A)} = \cancel{\frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}} + \cancel{\frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}} + P_B \cdot \delta_{BA}$$

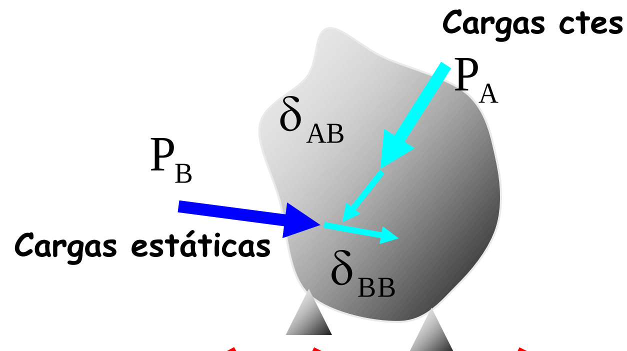
Deben ser iguales

Demostración

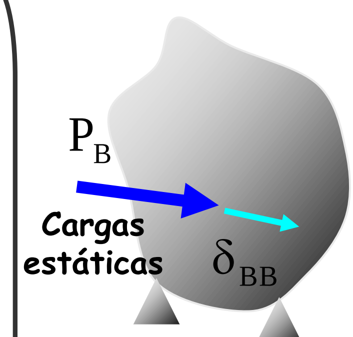
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



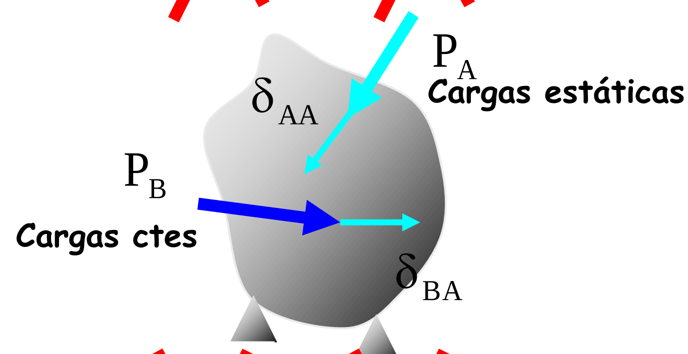
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \cancel{\frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}} + \cancel{\frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$



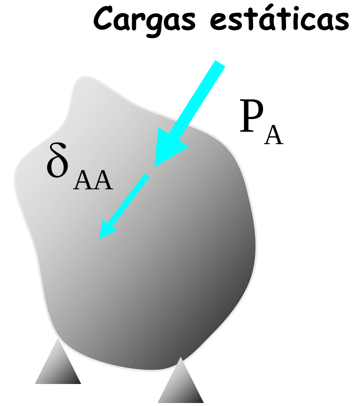
$$U_{(B+A)} = \cancel{\frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}} + \cancel{\frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}} + P_B \cdot \delta_{BA}$$

Deben ser iguales

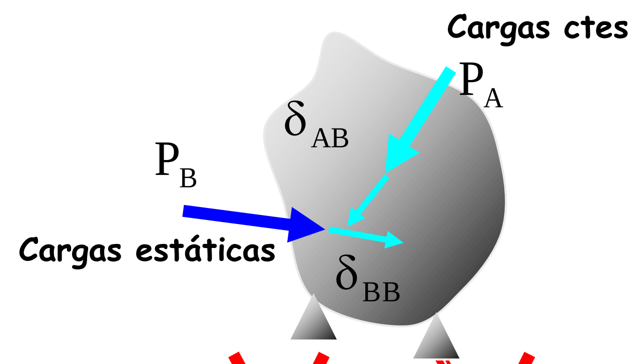
$$\boxed{P_A \cdot \delta_{AB} = P_B \cdot \delta_{BA}}$$

Demostración

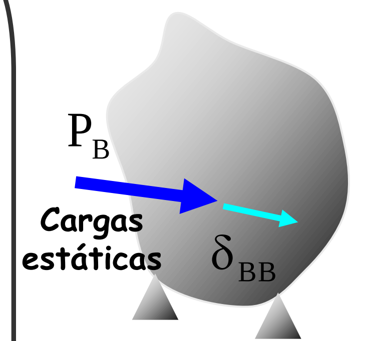
El orden de aplicación de las acciones no afecta al valor final de la energía de deformación



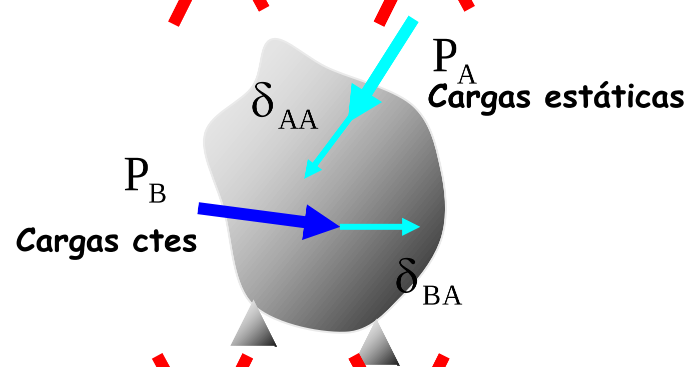
$$U_A = \frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}$$



$$U_{(A+B)} = \cancel{\frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}} + \cancel{\frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}} + P_A \cdot \delta_{AB}$$



$$U_B = \frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}$$



$$U_{(B+A)} = \cancel{\frac{P_B \cdot \delta_{BB}}{2}} + \cancel{\frac{P_A \cdot \delta_{AA}}{2}} + P_B \cdot \delta_{BA}$$

Deben ser iguales

$$\boxed{P_A \cdot \delta_{AB} = P_B \cdot \delta_{BA}}$$

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración
- Aplicaciones

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración
- Aplicaciones
  - Desplazamiento en cualquier sección

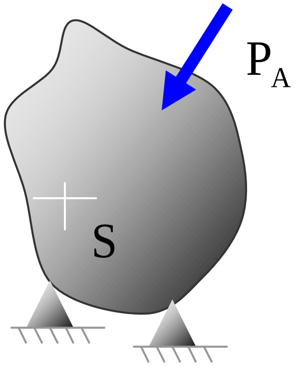
Desplazamiento en cualquier sección

Desplazamiento en cualquier sección

Sea una estructura sometida a unas acciones. Se desea conocer el desplazamiento de alguna sección S

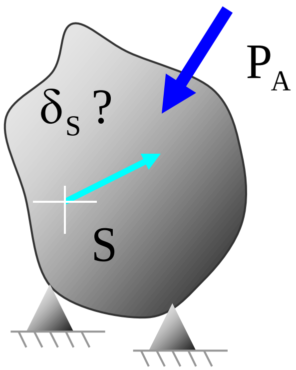
Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales



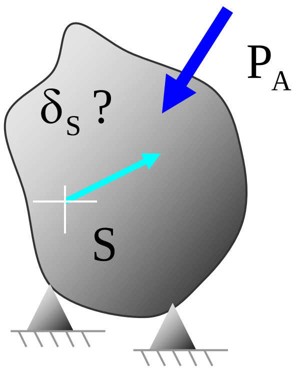
Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales



Desplazamiento en cualquier sección

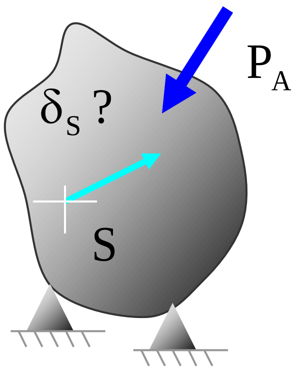
Cargas reales



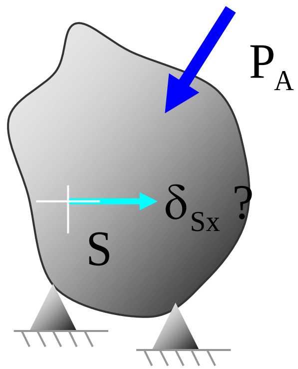
Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical

Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales

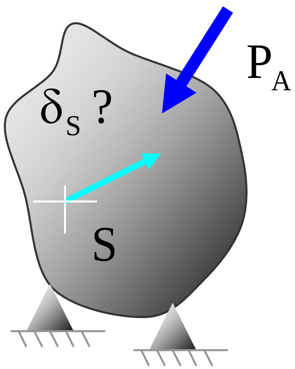


Si la dirección del desplazamiento es desconocida, el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical

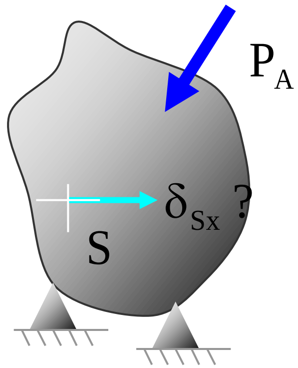


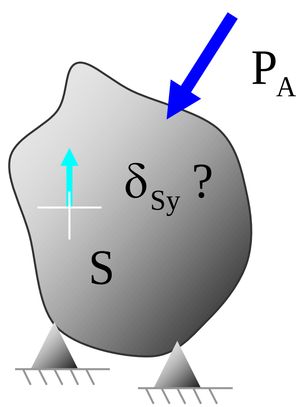
Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales



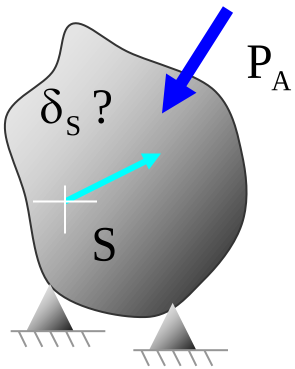
Si la dirección del desplazamiento es desconocida, el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



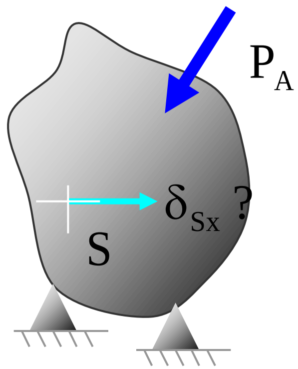


Desplazamiento en cualquier sección

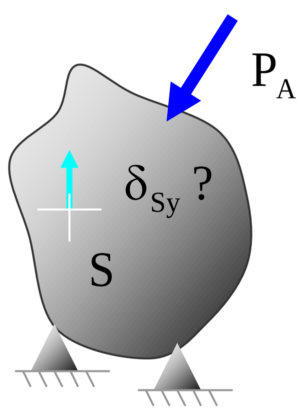
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical

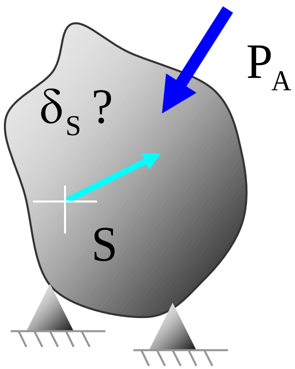


Para calcular el desplazamiento horizontal, se supone que, además de las cargas reales, existe una acción puntual unitaria y horizontal en S

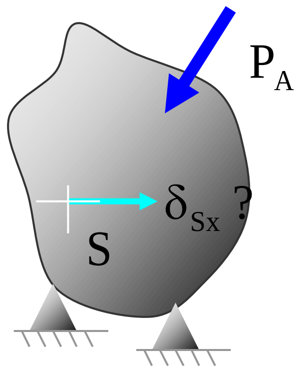


Desplazamiento en cualquier sección

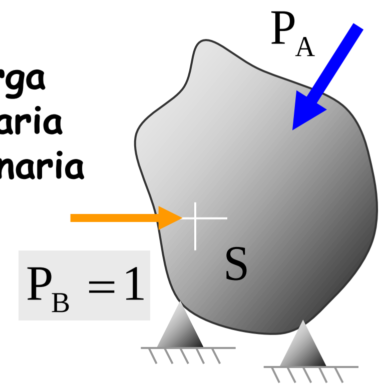
Cargas reales

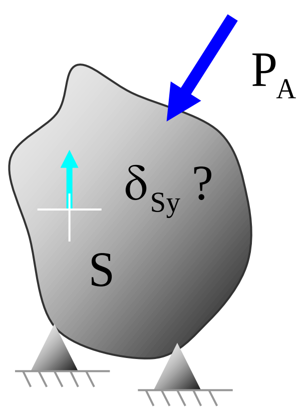


Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



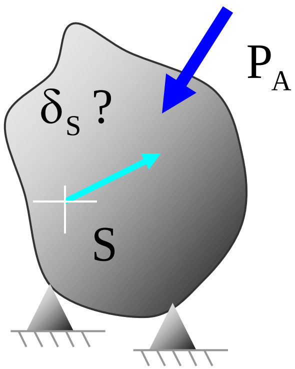
Carga unitaria imaginaria



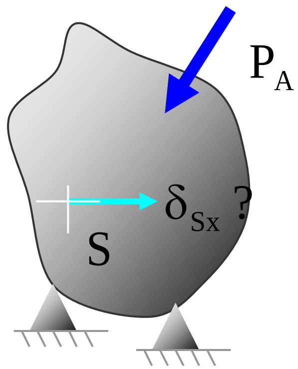


Desplazamiento en cualquier sección

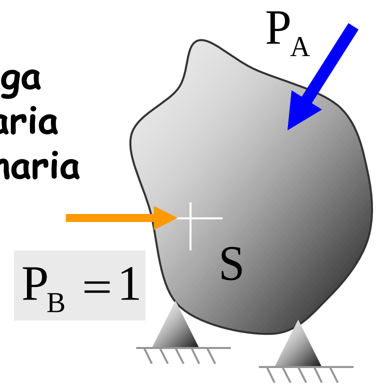
Cargas reales



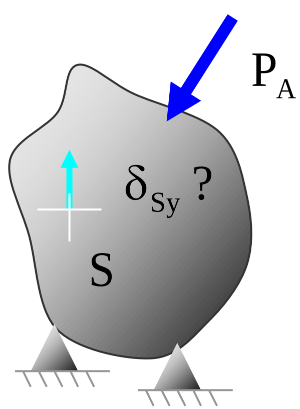
Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria

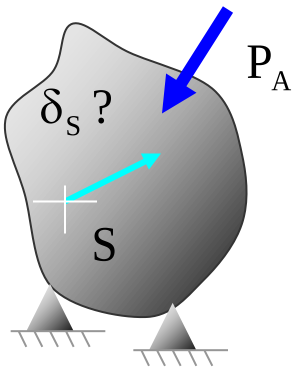


En esta situación aplicamos el teorema de Maxwell-Betti suponiendo que el sistema B es la carga unitaria. Así se obtiene el desplazamiento horizontal de S

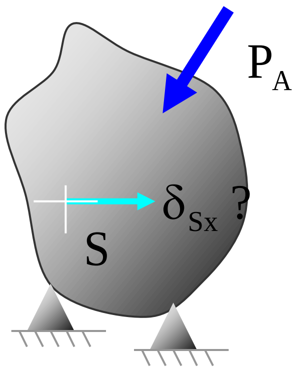


Desplazamiento en cualquier sección

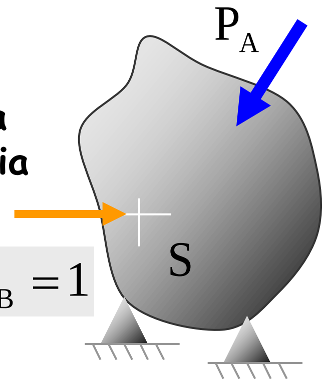
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical

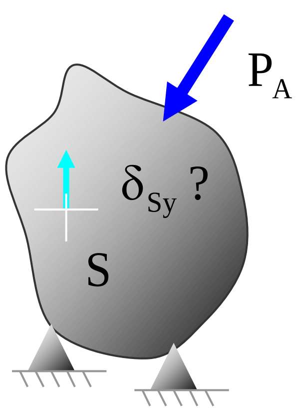


Carga unitaria imaginaria



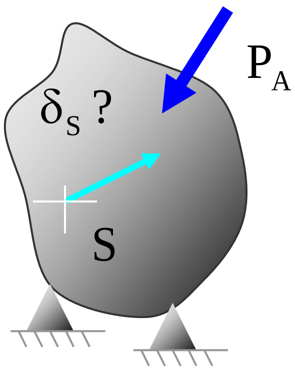
$P_B = 1$

$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

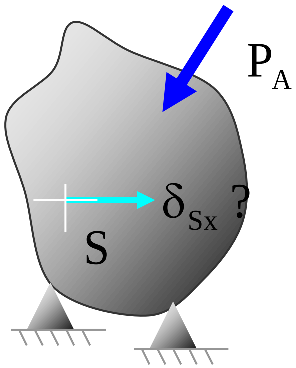


Desplazamiento en cualquier sección

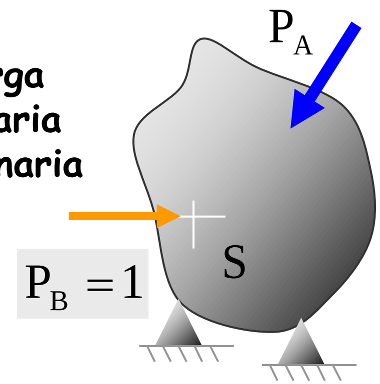
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical

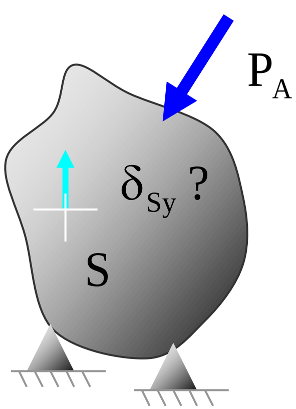


Carga unitaria imaginaria



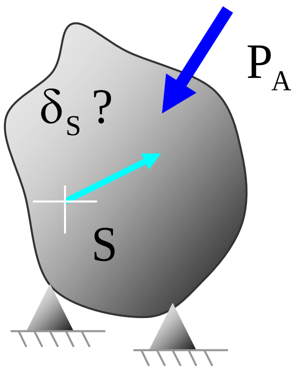
$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

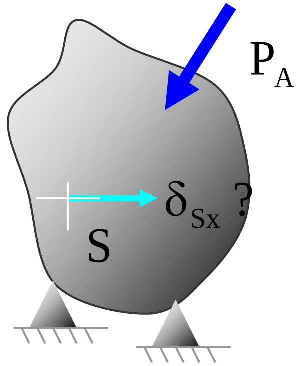


Desplazamiento en cualquier sección

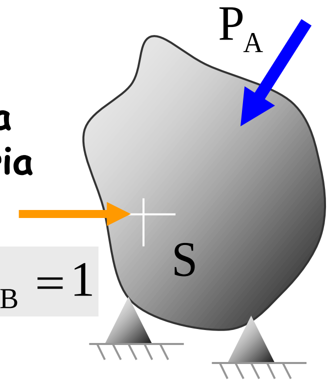
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria

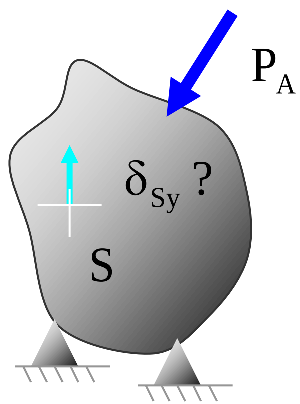


$P_B = 1$

$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

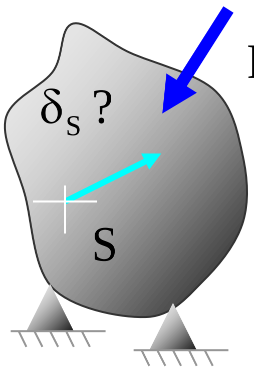
El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

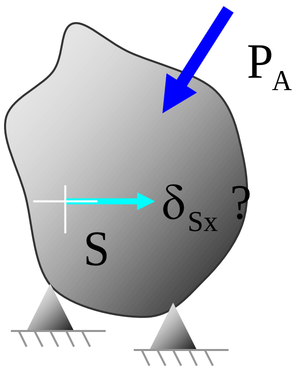


Desplazamiento en cualquier sección

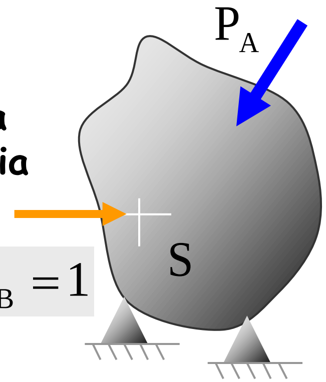
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria



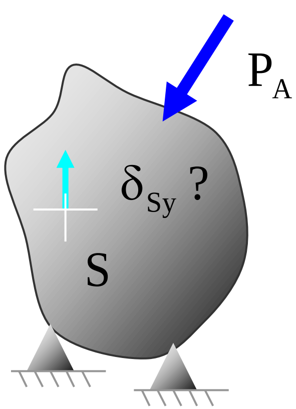
$P_B = 1$

$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

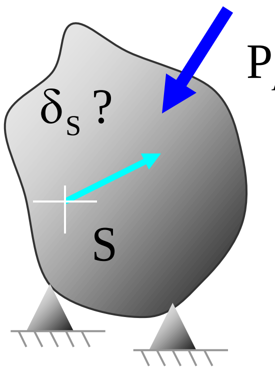
Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

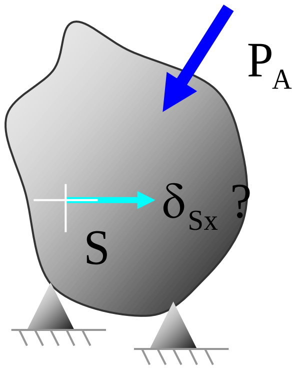


Desplazamiento en cualquier sección

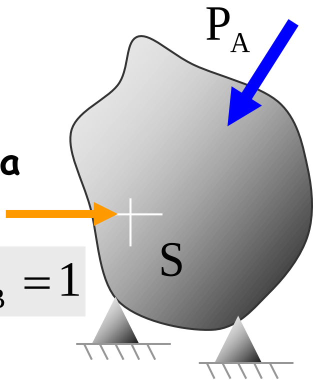
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria



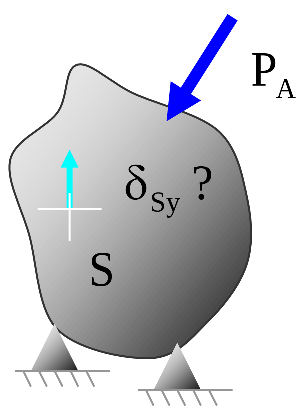
$P_B = 1$

$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

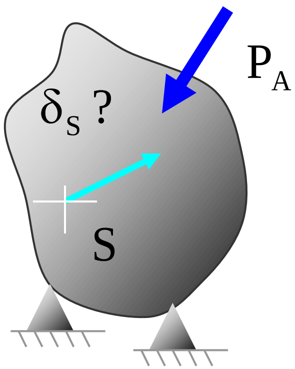
Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$



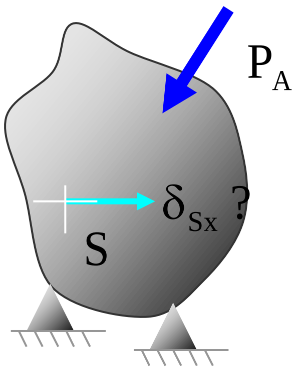
Para calcular el desplazamiento vertical, se supone que, además de las cargas reales, existe una acción puntual unitaria y vertical en S

Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales

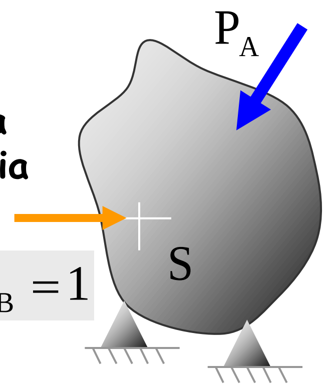


Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria

$P_B = 1$

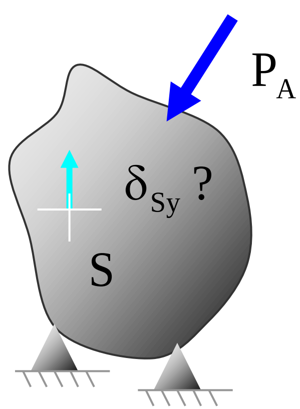


$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

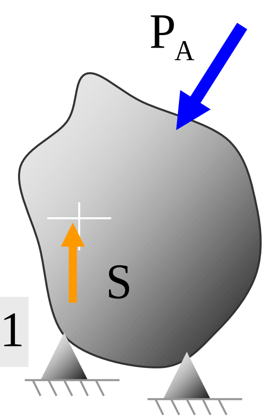
Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$



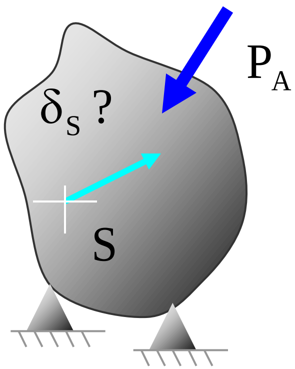
Carga unitaria imaginaria

$P_B = 1$

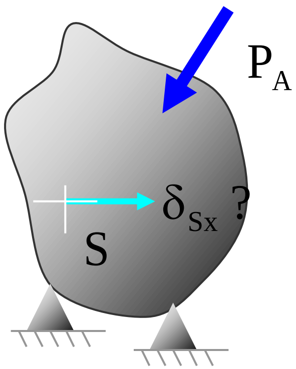


Desplazamiento en cualquier sección

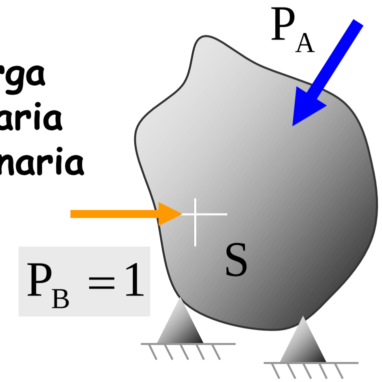
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria

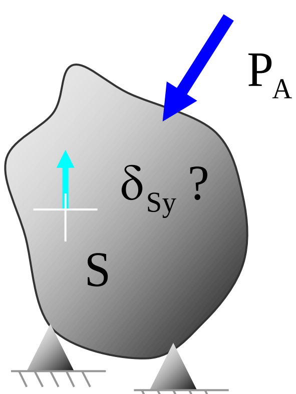


$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

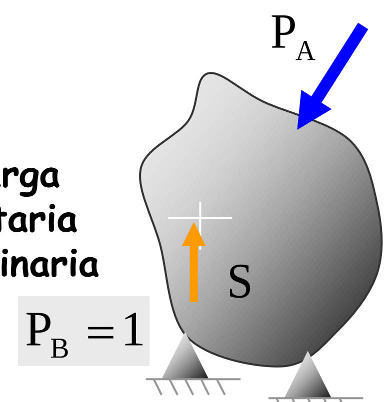
El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$



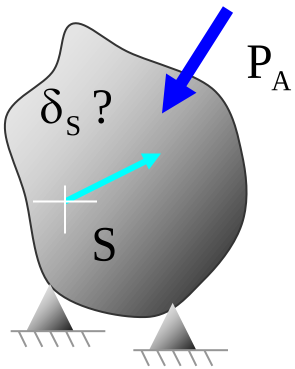
Carga unitaria imaginaria



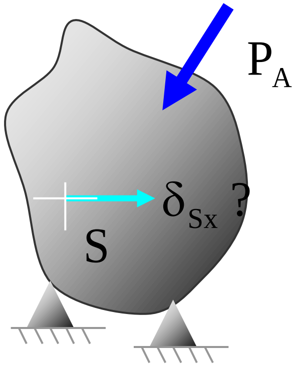
En esta situación aplicamos el teorema de Maxwell-Betti suponiendo que el sistema B es la carga unitaria. Así se obtiene el desplazamiento vertical de S

Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales

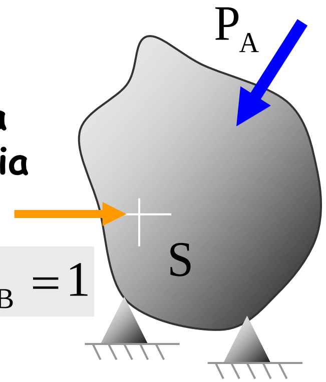


Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria

$P_B = 1$

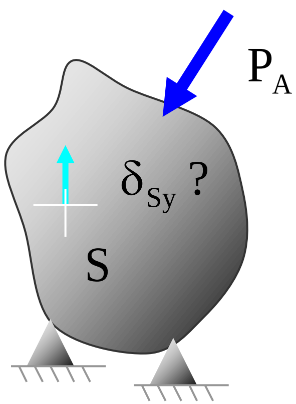


$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

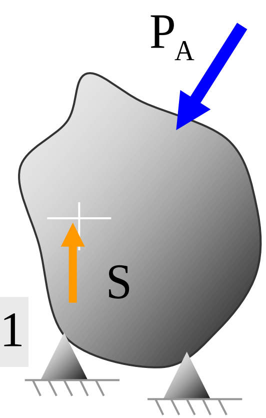
Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$



Carga unitaria imaginaria

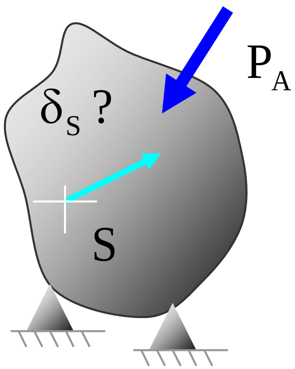
$P_B = 1$



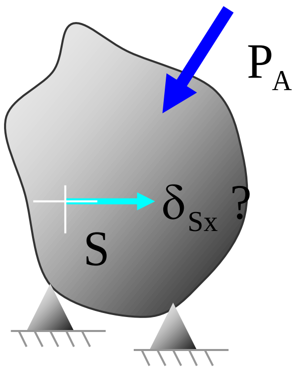
$$\delta_{P=1} = \delta_{Sy}$$

Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales

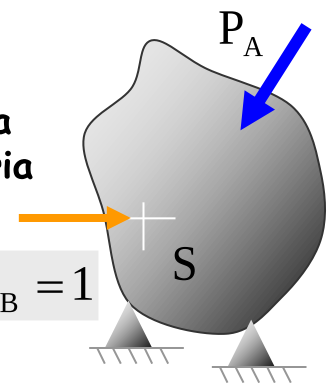


Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria

$P_B = 1$

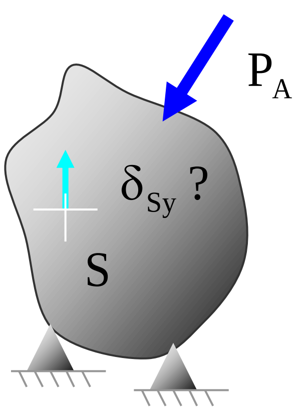


$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

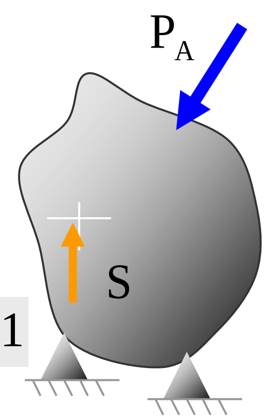
Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$



Carga unitaria imaginaria

$P_B = 1$

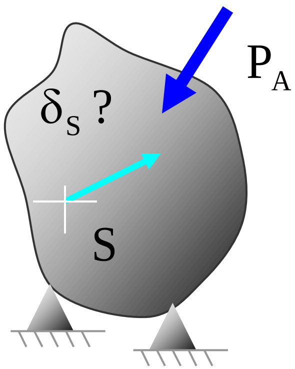


$$\delta_{P=1} = \delta_{Sy}$$

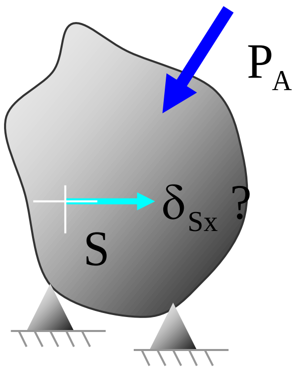
El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Desplazamiento en cualquier sección

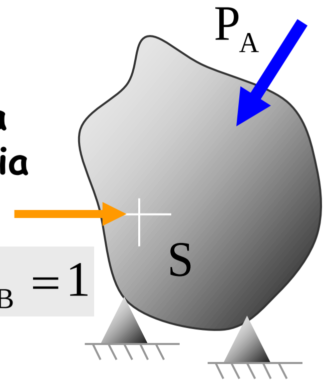
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria



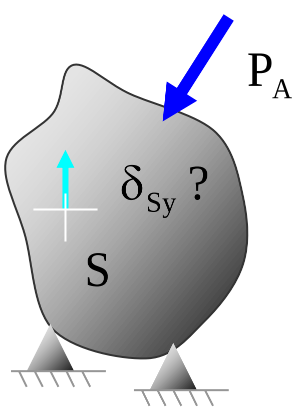
$P_B = 1$

$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

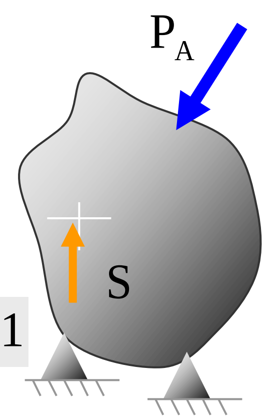
El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$



Carga unitaria imaginaria



$P_B = 1$

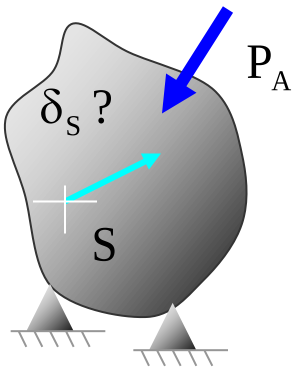
$$\delta_{P=1} = \delta_{Sy}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

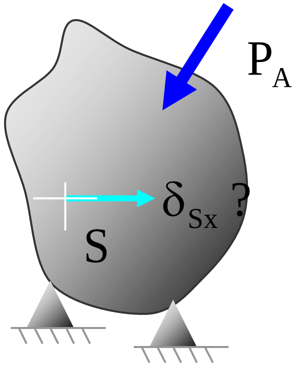
Si $\delta_{Sy} < 0 \rightarrow \uparrow \delta_{Sy}, \downarrow P_B$

Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales

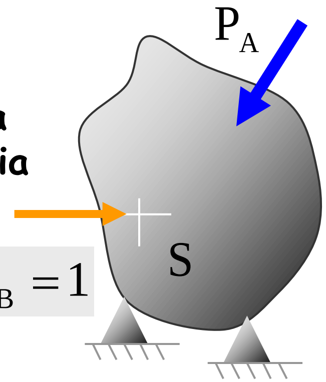


Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria

$P_B = 1$

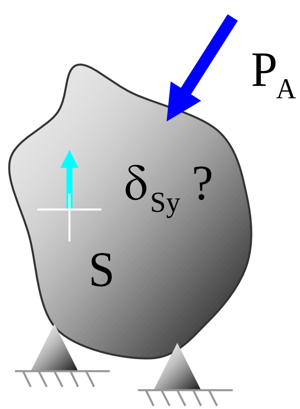


$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

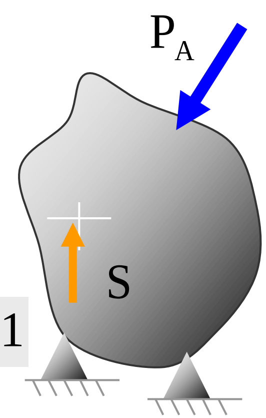
Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$



Carga unitaria imaginaria

$P_B = 1$



$$\delta_{P=1} = \delta_{Sy}$$

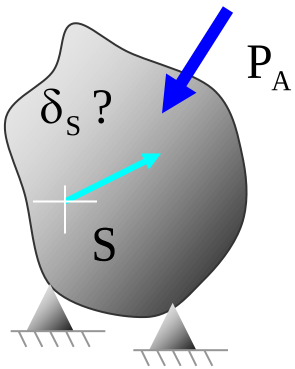
El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Si $\delta_{Sy} < 0 \rightarrow \uparrow \delta_{Sy}, \downarrow P_B$

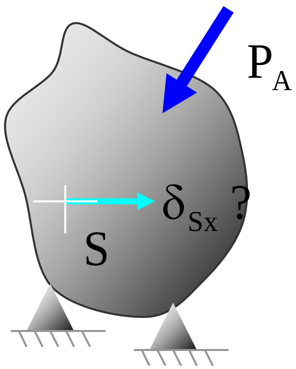
Si $\delta_{Sy} > 0 \rightarrow \uparrow \delta_{Sy}, \uparrow P_B$

Desplazamiento en cualquier sección

Cargas reales

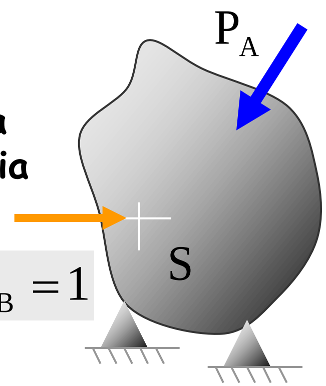


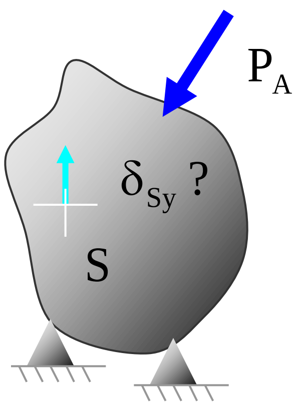
Si la dirección del desplazamiento es desconocida , el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria

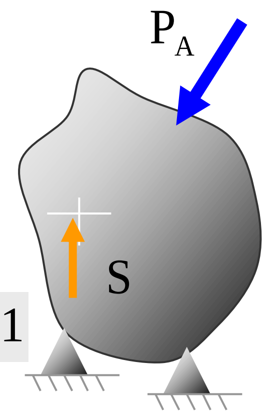
$P_B = 1$





Carga unitaria imaginaria

$P_B = 1$



$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

$$\delta_S = \sqrt{\delta_{Sx}^2 + \delta_{Sy}^2}$$

$$\delta_{P=1} = \delta_{Sy}$$

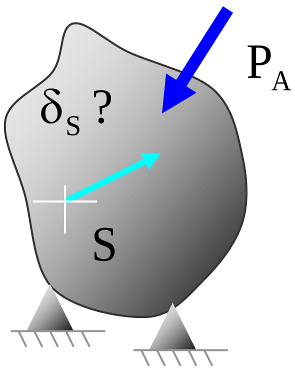
El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Si $\delta_{Sy} < 0 \rightarrow \uparrow \delta_{Sy}, \downarrow P_B$

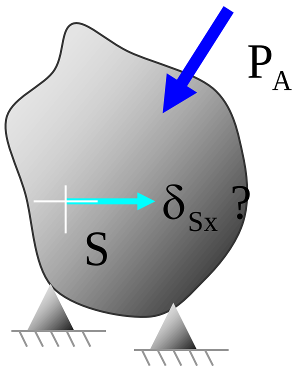
Si $\delta_{Sy} > 0 \rightarrow \uparrow \delta_{Sy}, \uparrow P_B$

Desplazamiento en cualquier sección

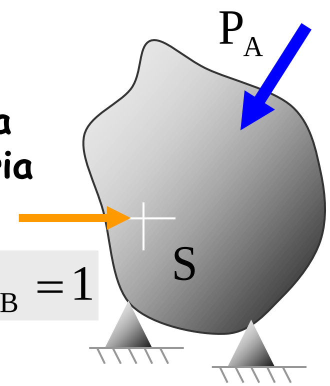
Cargas reales



Si la dirección del desplazamiento es desconocida, el desplazamiento se determina calculando sus componentes horizontal y vertical



Carga unitaria imaginaria



$$P_B = 1$$

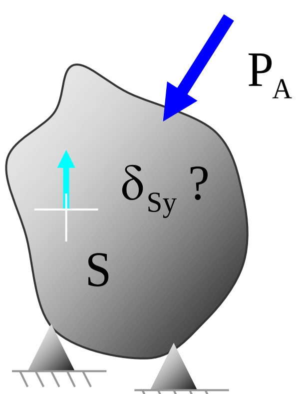
$$\delta_{P=1} = \delta_{Sx}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

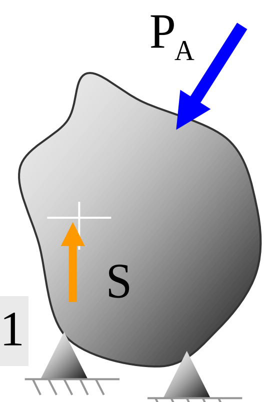
Si $\delta_{Sx} < 0 \rightarrow \overleftarrow{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

Si $\delta_{Sx} > 0 \rightarrow \vec{\delta}_{Sx}, \vec{P}_B$

$$\delta_S = \sqrt{\delta_{Sx}^2 + \delta_{Sy}^2}$$



Carga unitaria imaginaria



$$P_B = 1$$

$$\delta_{P=1} = \delta_{Sy}$$

El signo del desplazamiento indica si coincide o no con el sentido de la carga unitaria

Si $\delta_{Sy} < 0 \rightarrow \uparrow \delta_{Sy}, \downarrow P_B$

Si $\delta_{Sy} > 0 \rightarrow \uparrow \delta_{Sy}, \uparrow P_B$

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración
- Aplicaciones
  - Desplazamiento en cualquier sección

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

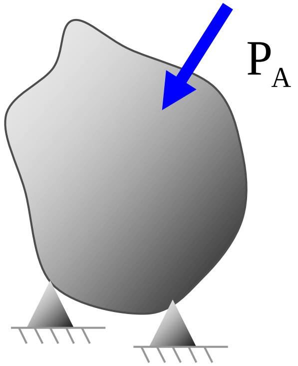
- Definición
- Demostración
- Aplicaciones
  - Desplazamiento en cualquier sección
  - Giro en cualquier sección

Giro en cualquier sección

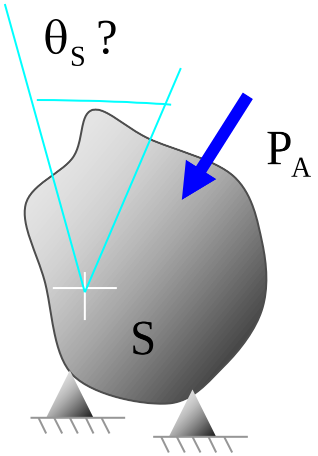
Giro en cualquier sección

Sea una estructura sometida a unas acciones. Se desea conocer el giro de alguna sección S

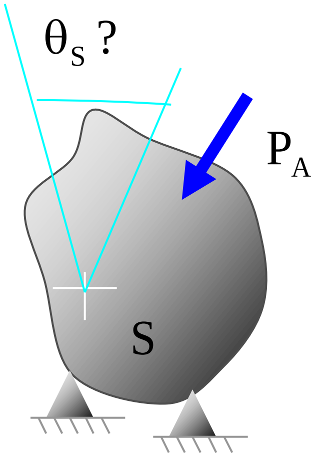
Giro en cualquier sección



Giro en cualquier sección

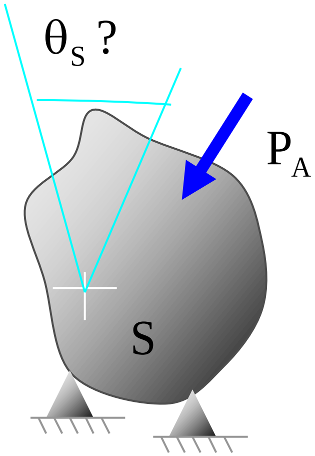


Giro en cualquier sección



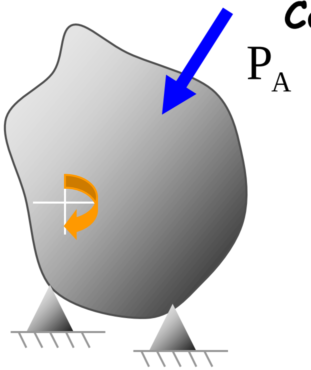
Para calcular el giro en S, se supone que, además de las cargas reales, existe un momento puntual unitario en S

Giro en cualquier sección



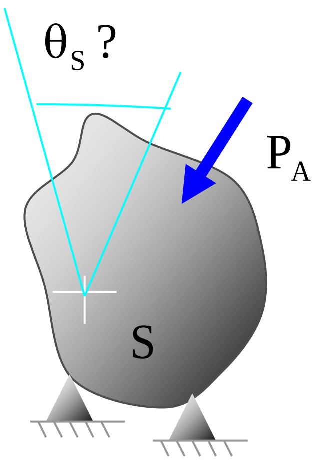
Momento imaginario

$m_B = 1$



Situación ficticia

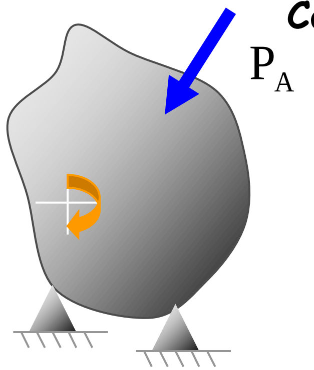
Giro en cualquier sección



Momento imaginario

$$m_B = 1$$

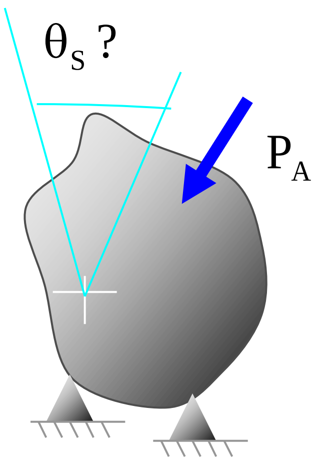
Cargas reales



Situación ficticia

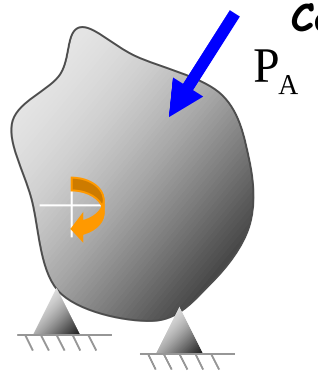
En esta situación aplicamos el teorema de Maxwell-Betti suponiendo que el sistema B es el momento unitario. Así se obtiene el giro de S

Giro en cualquier sección



Momento imaginario

$m_B = 1$

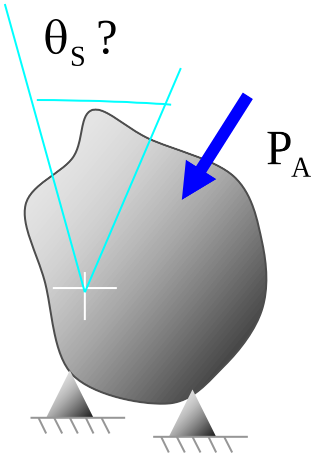


Cargas reales

Situación ficticia

$$\theta_m = \theta_S$$

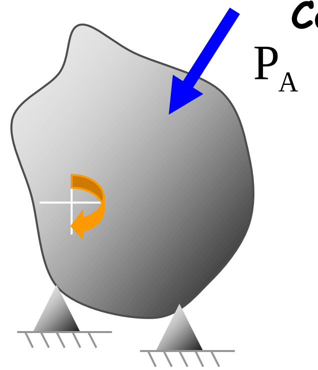
Giro en cualquier sección



Momento imaginario

$$m_B = 1$$

Cargas reales

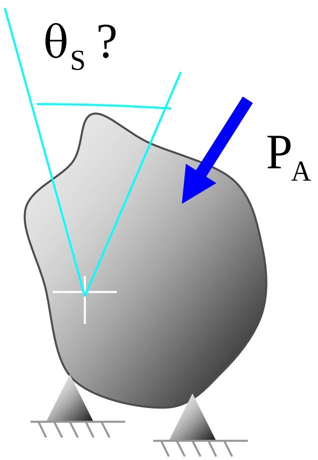


Situación ficticia

$$\theta_m = \theta_S$$

El signo del giro indica si coincide o no con el sentido del momento unitario

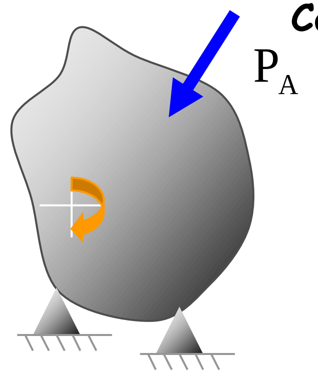
Giro en cualquier sección



Momento imaginario

$m_B = 1$

Cargas reales



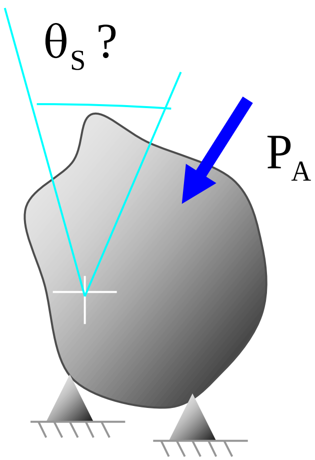
Situación ficticia

$$\theta_m = \theta_S$$

El signo del giro indica si coincide o no con el sentido del momento unitario

si $\theta_m > 0 \rightarrow m_B, \theta_m$

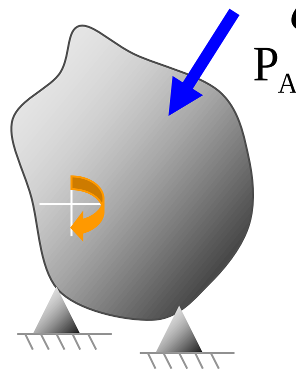
Giro en cualquier sección



Momento imaginario

$m_B = 1$

Cargas reales



Situación ficticia

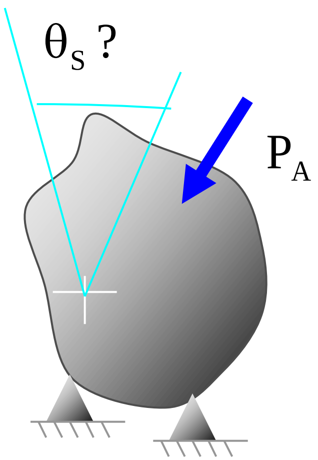
$$\theta_m = \theta_S$$

El signo del giro indica si coincide o no con el sentido del momento unitario

Si $\theta_m > 0 \rightarrow m_B, \theta_m$

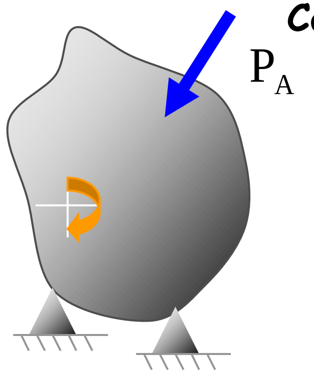
Si $\theta_m < 0 \rightarrow m_{>B}, \vartheta_m$

Giro en cualquier sección



Momento imaginario

$m_B = 1$



Cargas reales

Situación ficticia

$$\theta_m = \theta_S$$

El signo del giro indica si coincide o no con el sentido del momento unitario

si $\theta_m > 0 \rightarrow m_B, \theta_m$

si $\theta_m < 0 \rightarrow m_{>B}, \vartheta_m$

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración
- Aplicaciones
  - Desplazamiento en cualquier sección
  - Giro en cualquier sección

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración
- Aplicaciones
  - Desplazamiento en cualquier sección
  - Giro en cualquier sección
- Ejemplos

Teorema de Maxwell-Betti

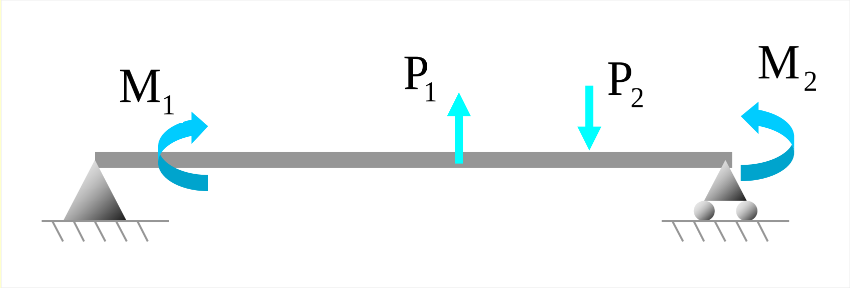
Ejemplo 1

Ejemplo 1

Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales

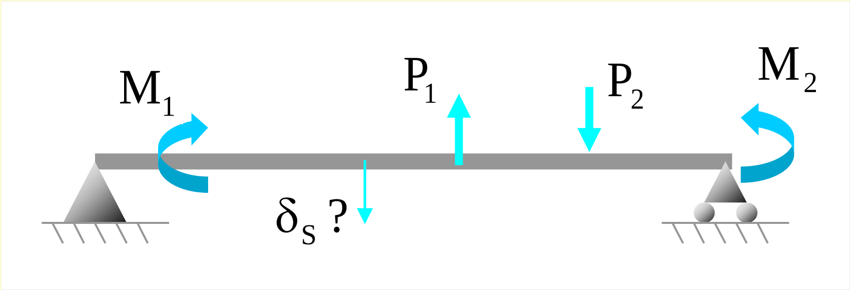
Ejemplo 1

Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



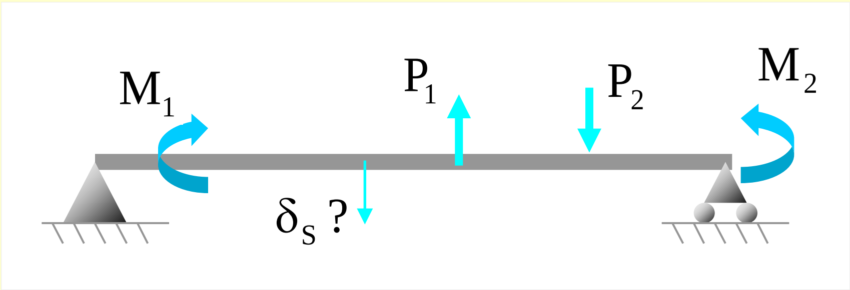
Ejemplo 1

Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Ejemplo 1

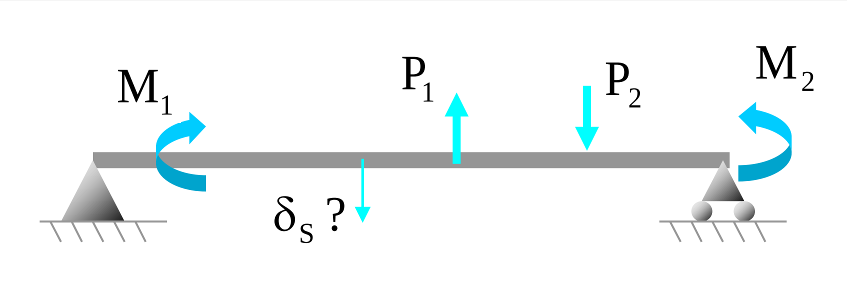
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



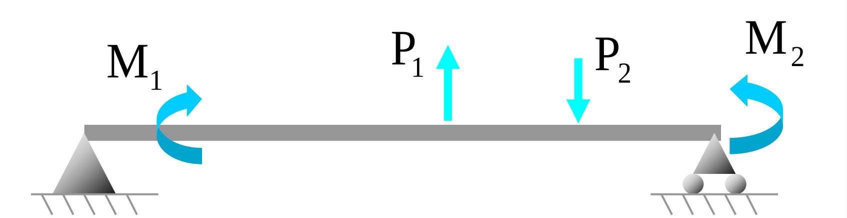
Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:

Ejemplo 1

Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



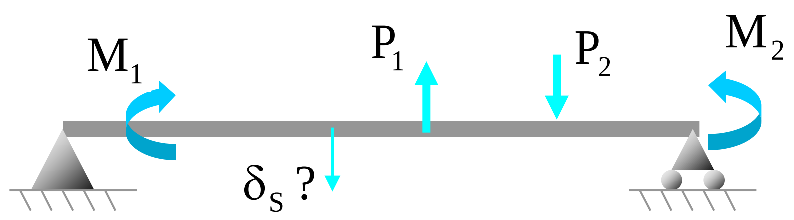
Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



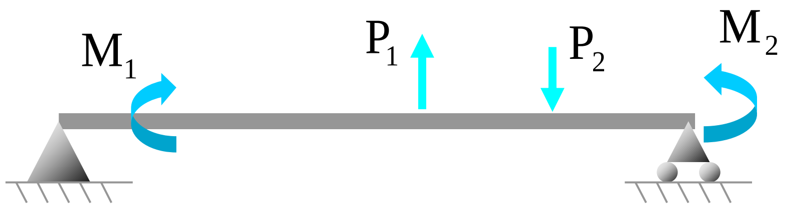
Sistema 1: las cargas reales

Ejemplo 1

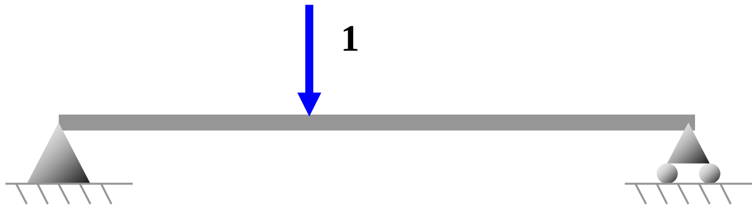
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



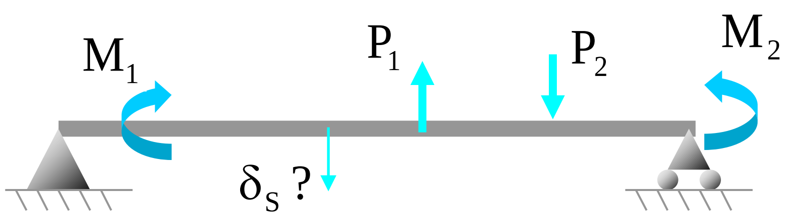
Sistema 1: las cargas reales



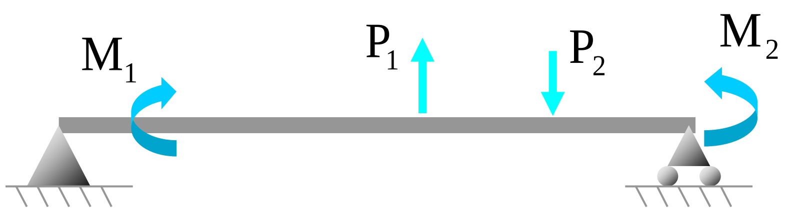
Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Ejemplo 1

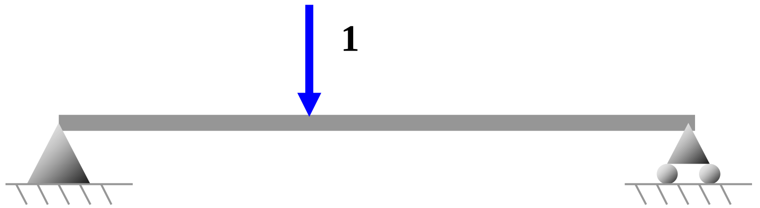
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales

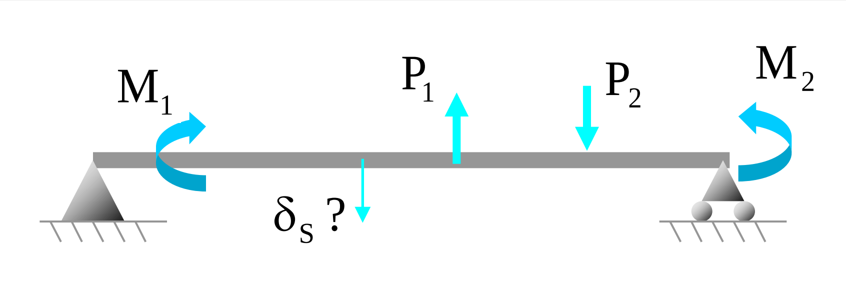


Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

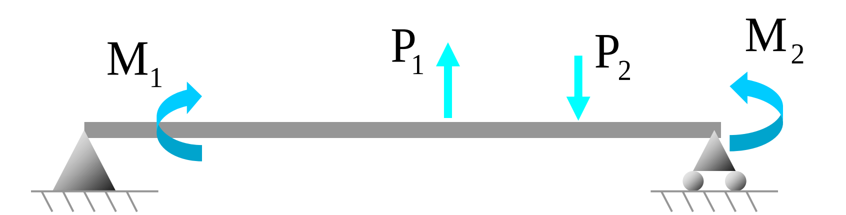
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

Ejemplo 1

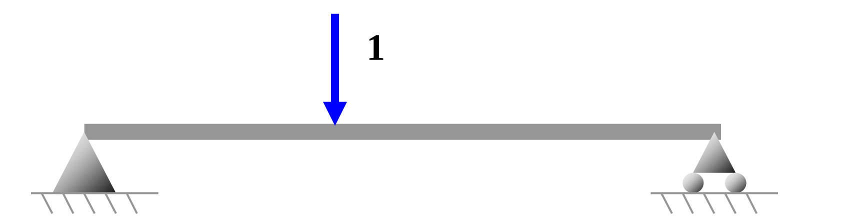
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



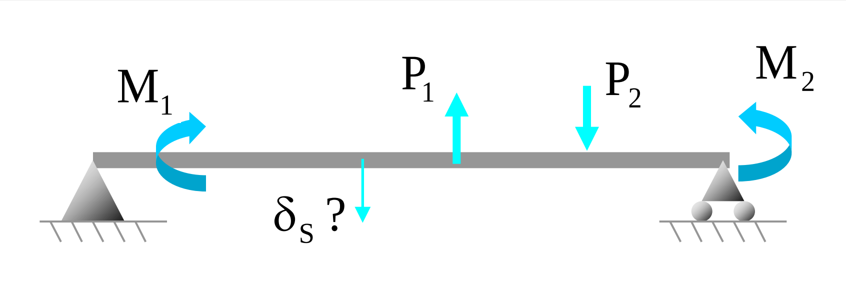
Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

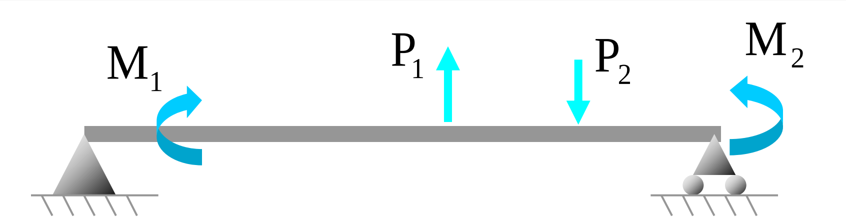
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Ejemplo 1

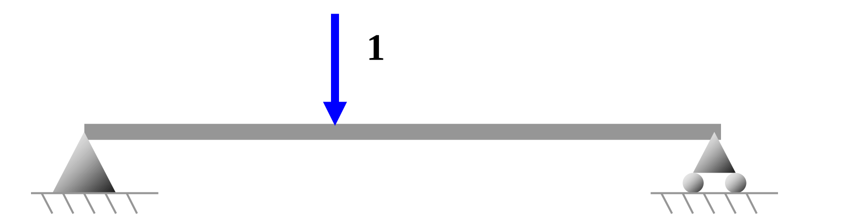
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



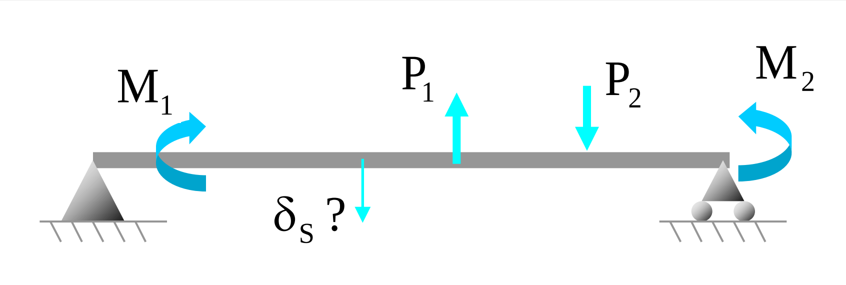
Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

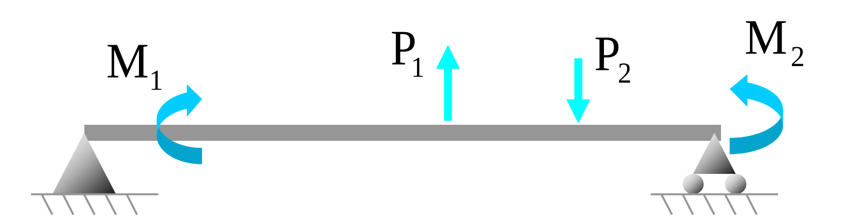
$$\underbrace{1\cdot\delta_S}_{\text{Trabajo del sistema 2 por las acciones del sistema 1}} = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

Ejemplo 1

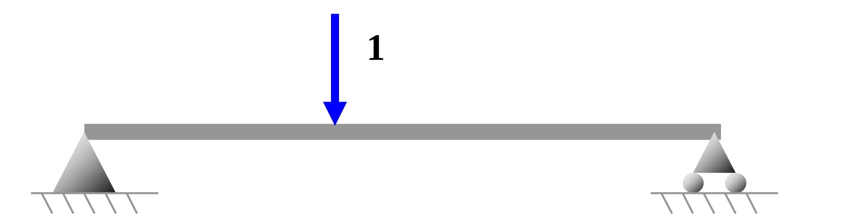
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



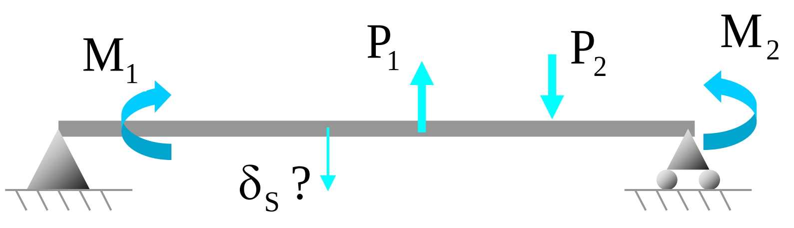
Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

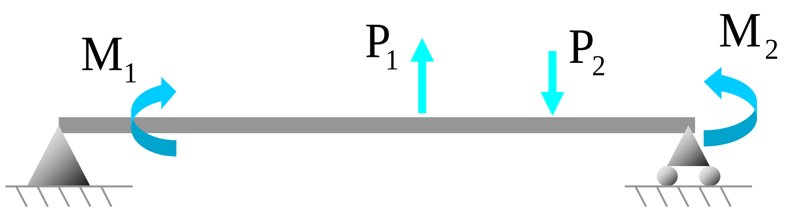
$$\underbrace{1\cdot\delta_S}_{\text{Trabajo del sistema 2 por las acciones del sistema 1}} = \underbrace{\sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i}_{\text{Trabajo del sistema 1 por las acciones del sistema 2}}$$

Ejemplo 1

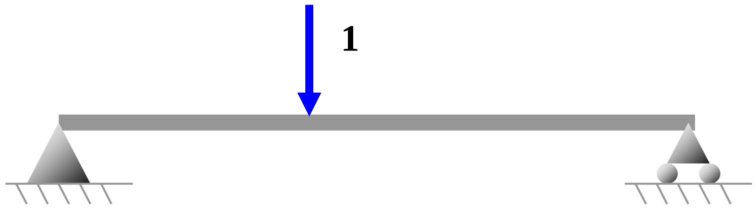
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



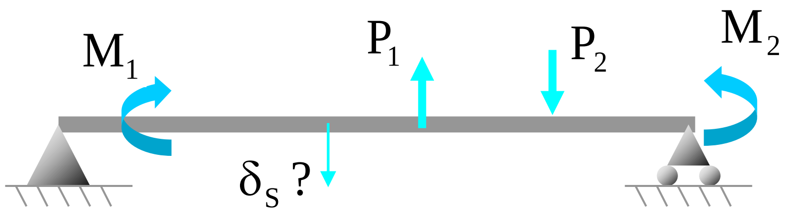
Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

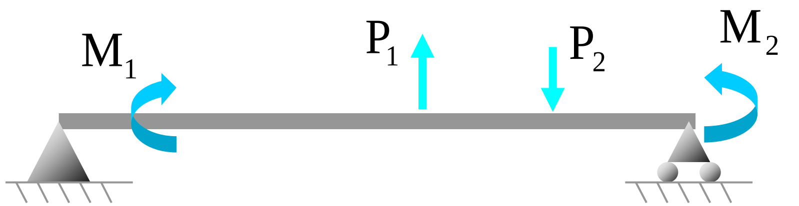
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Ejemplo 1

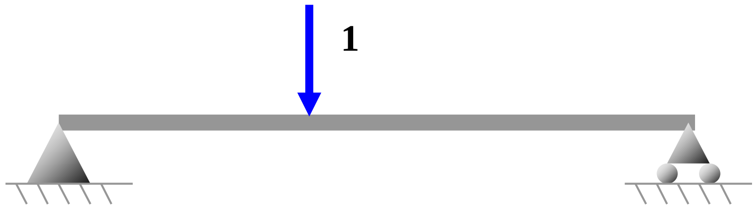
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

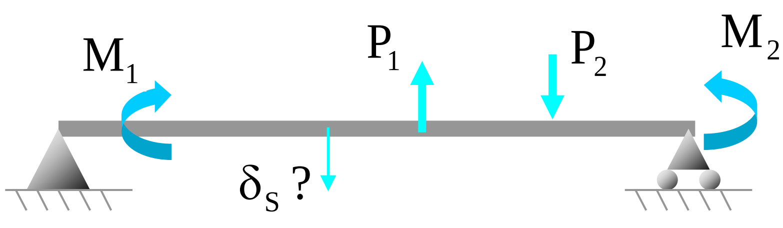
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

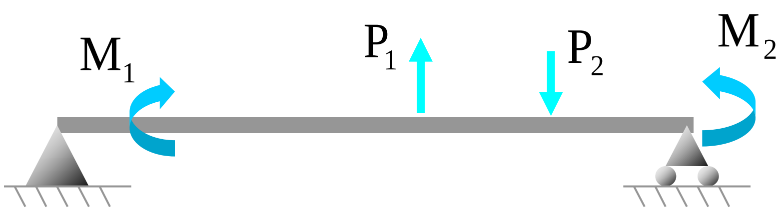
Desplazamiento de la sección S producido por las acciones reales

Ejemplo 1

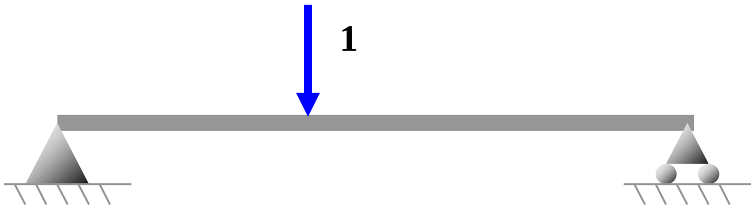
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

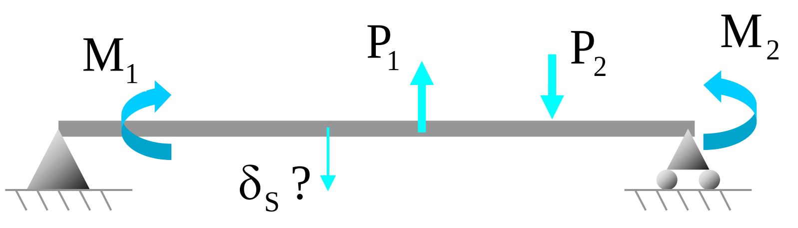
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

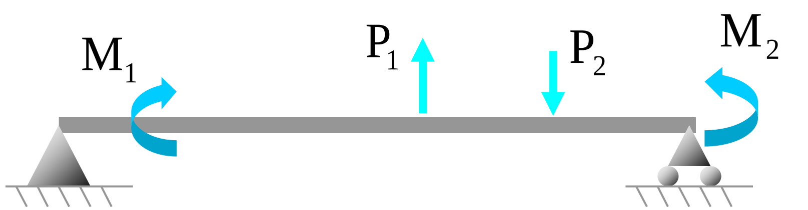
Acciones reales sobre la estructura

Ejemplo 1

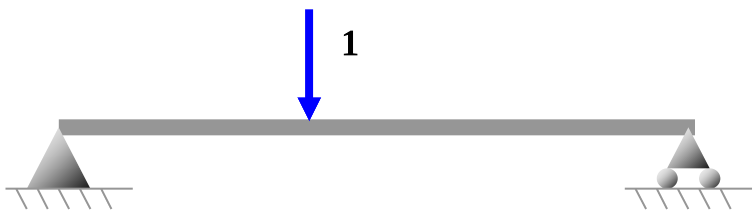
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

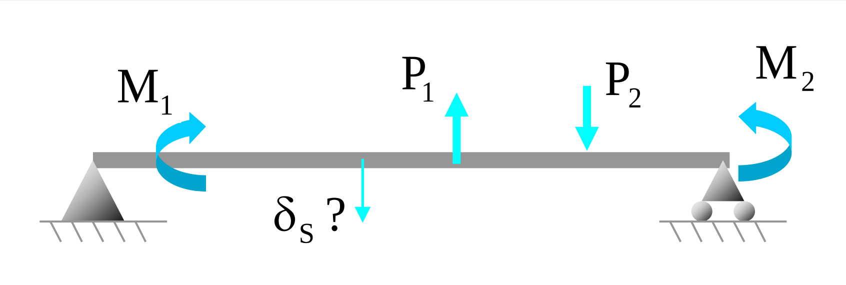
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1\cdot\delta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

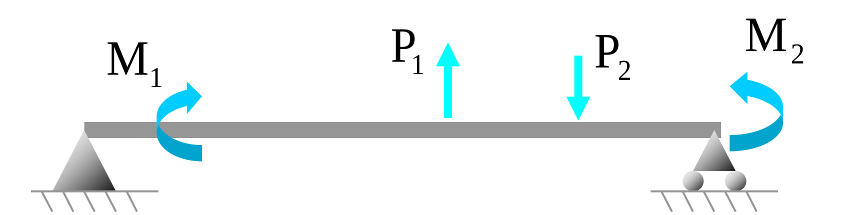
Movimientos de la estructura en los lugares y direcciones de las acciones reales producidos por la carga imaginaria

Ejemplo 1

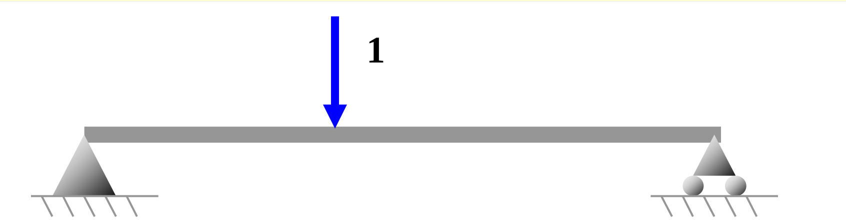
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

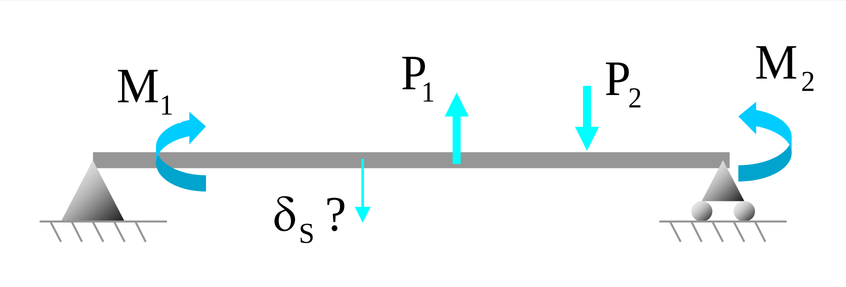
$$1\cdot\delta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

Movimientos de la estructura en los lugares y direcciones de las acciones reales producidos por la carga imaginaria

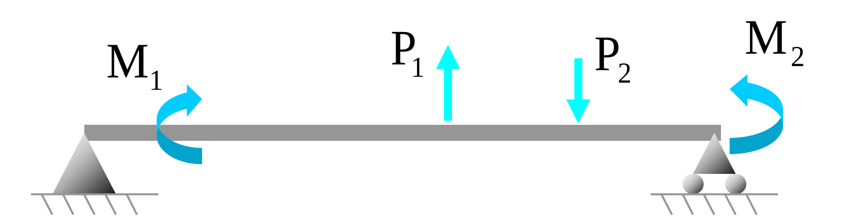
Para determinar los términos de esta igualdad puede actuarse de la siguiente manera:

Ejemplo 1

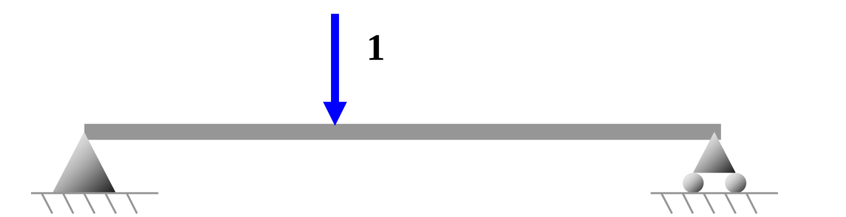
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

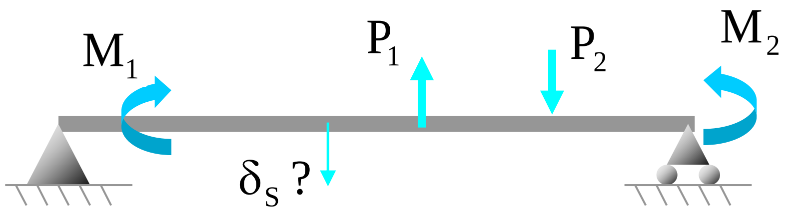
Movimientos de la estructura en los lugares y direcciones de las acciones reales producidos por la carga imaginaria

Para determinar los términos de esta igualdad puede actuarse de la siguiente manera:

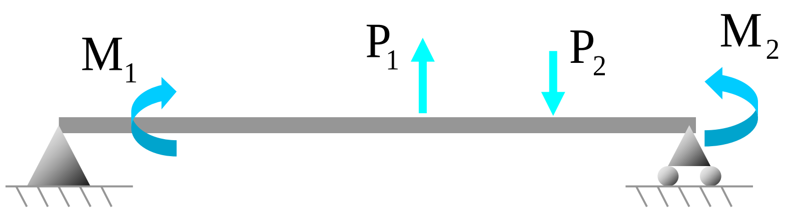
Representar la estructura en dos situaciones: una con el sistema 1 de cargas y otra con el sistema 2

Ejemplo 1

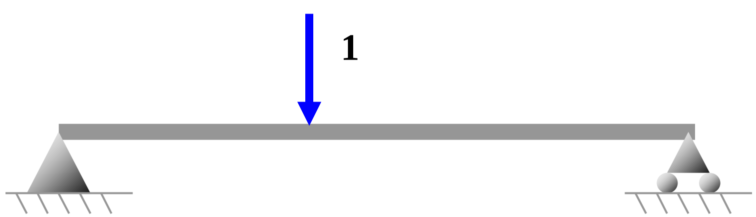
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



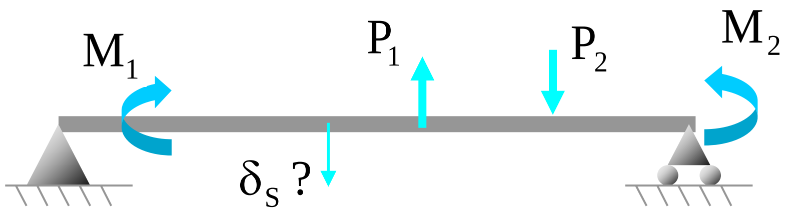
Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

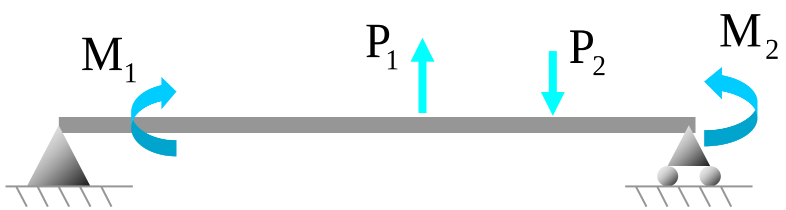
$$1\cdot\delta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

Ejemplo 1

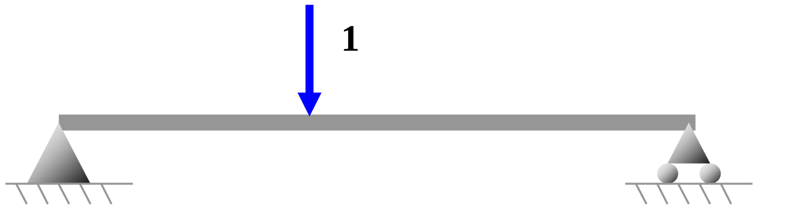
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



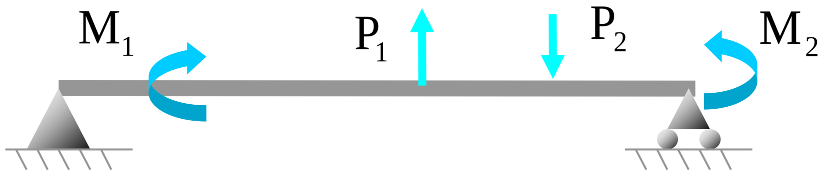
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

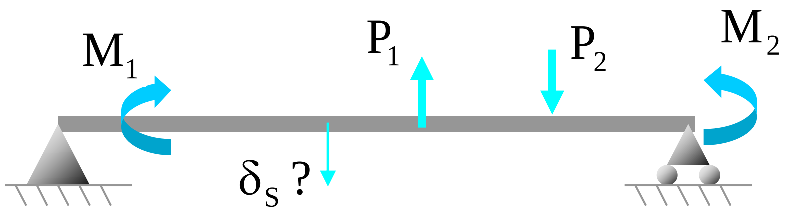
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

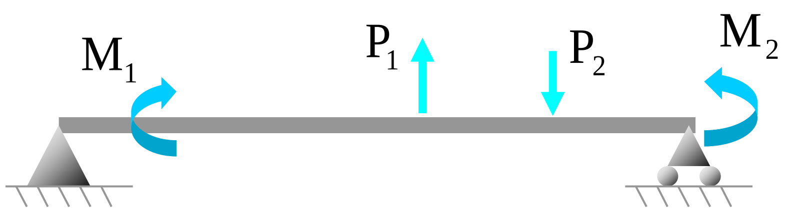


Ejemplo 1

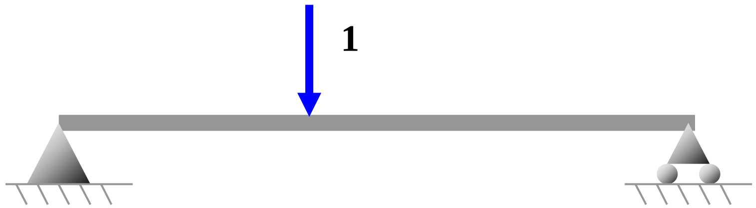
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



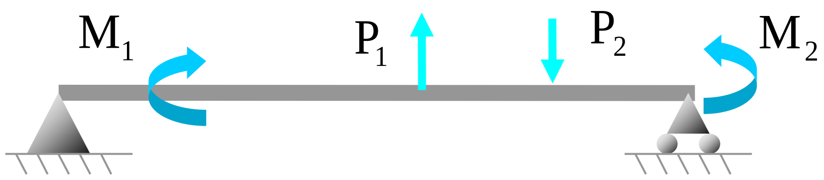
Sistema 1: las cargas reales

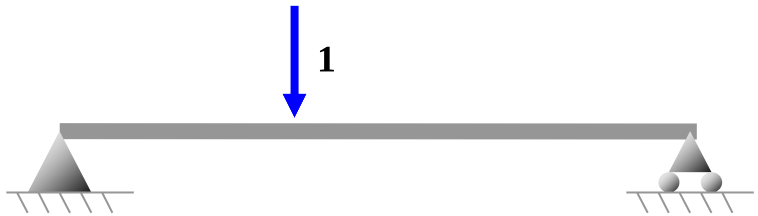


Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

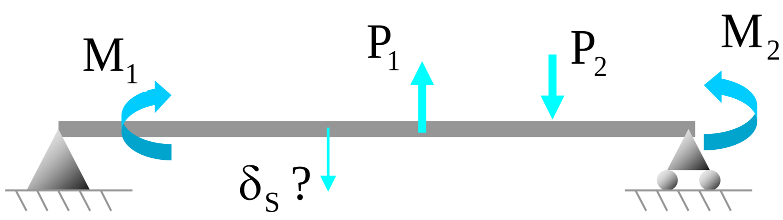
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



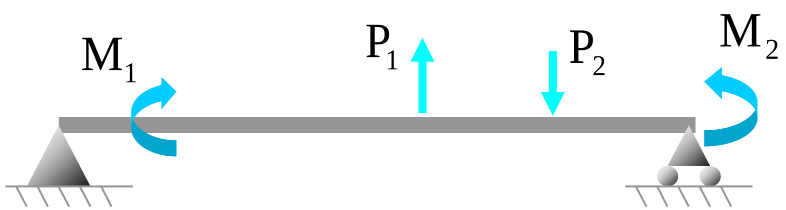


Ejemplo 1

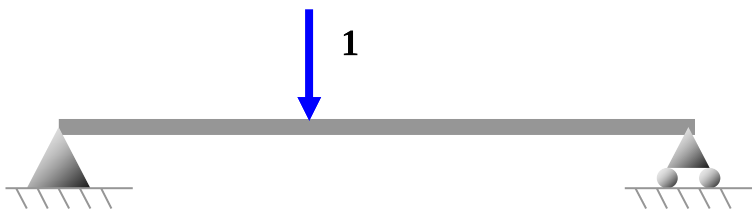
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



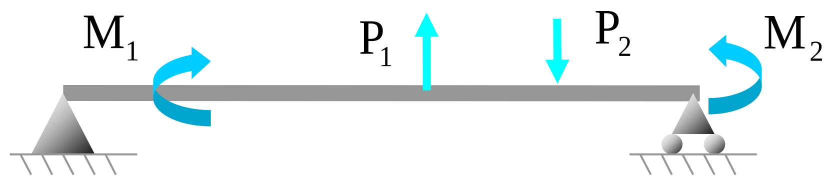
Sistema 1: las cargas reales



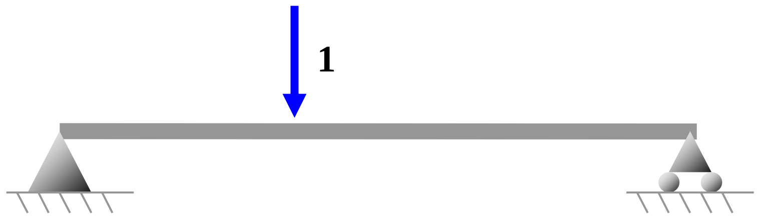
Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

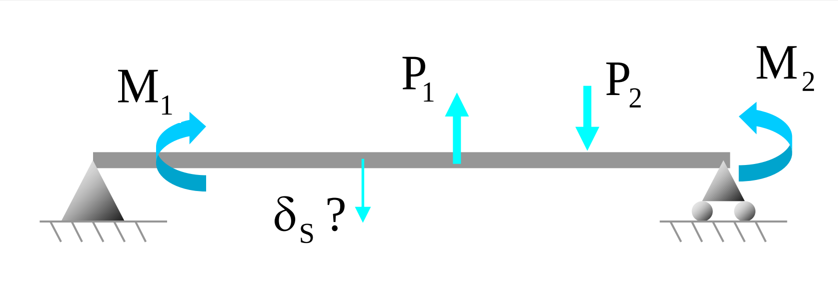


Representar en ambas situaciones las secciones de la estructura donde existan acciones puntuales

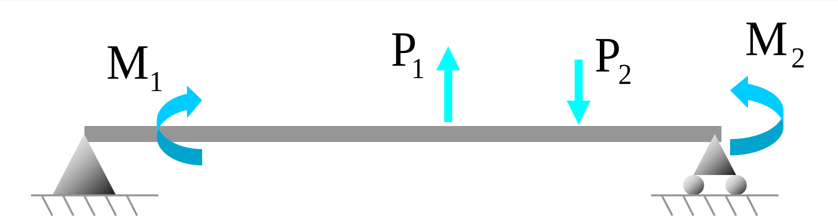


Ejemplo 1

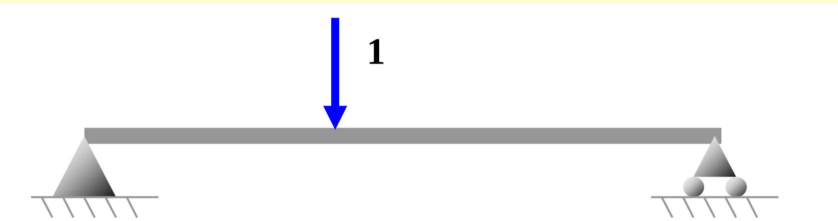
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



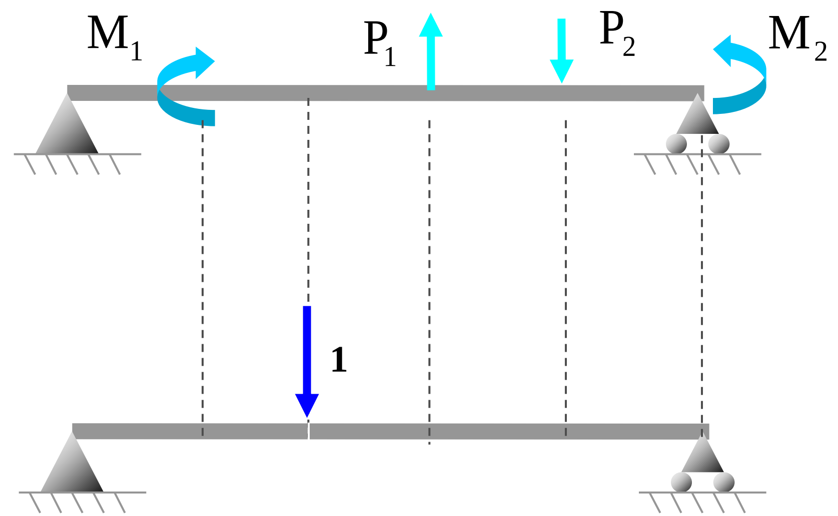
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

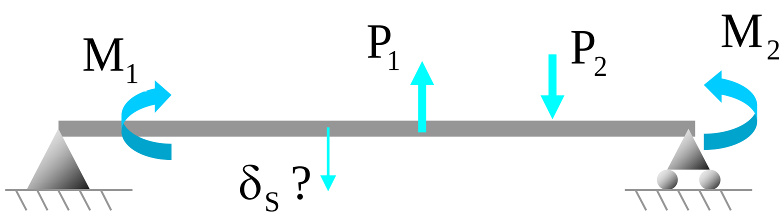
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

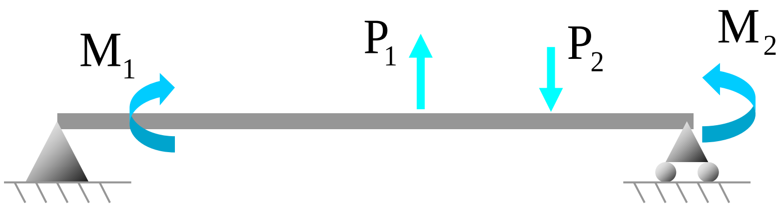


Ejemplo 1

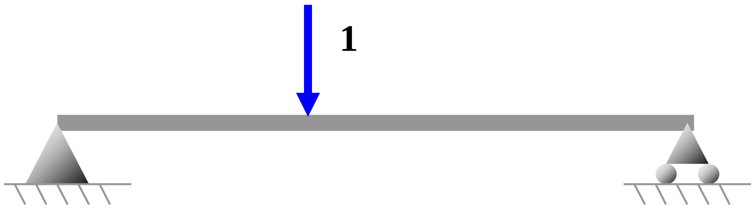
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



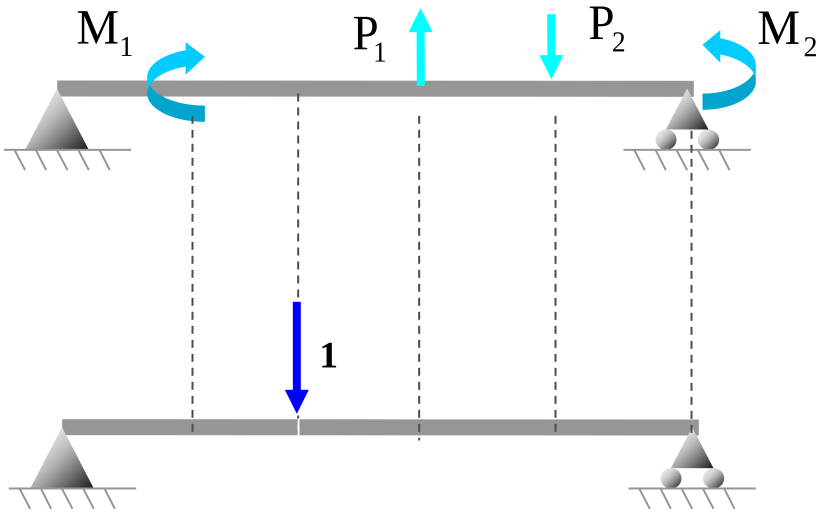
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

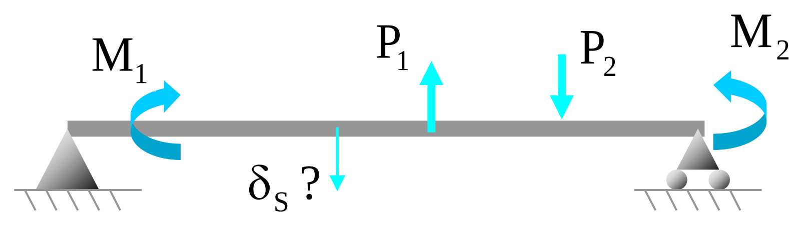
$$1\cdot\delta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$



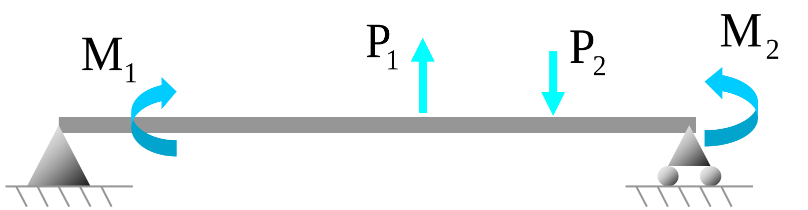
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 1

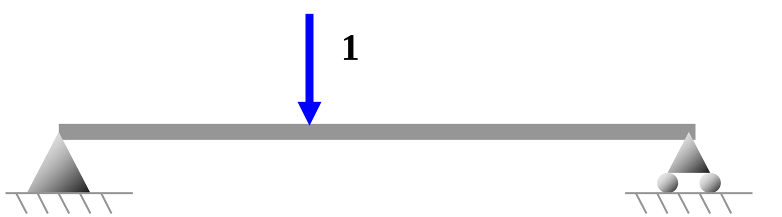
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



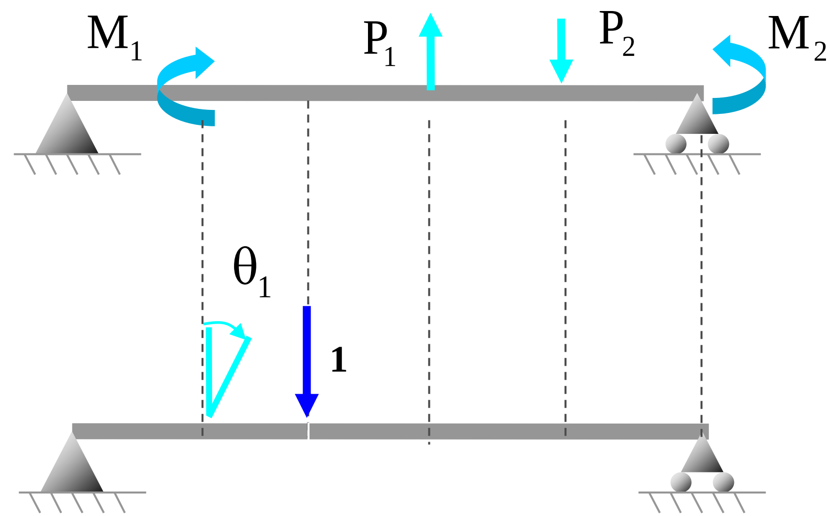
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

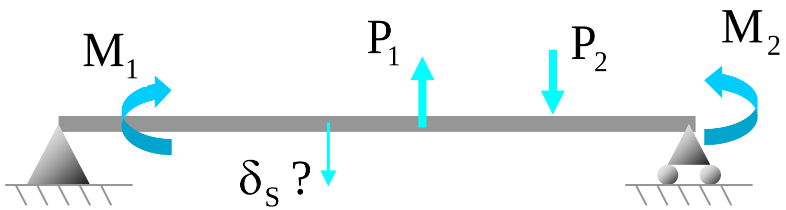
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



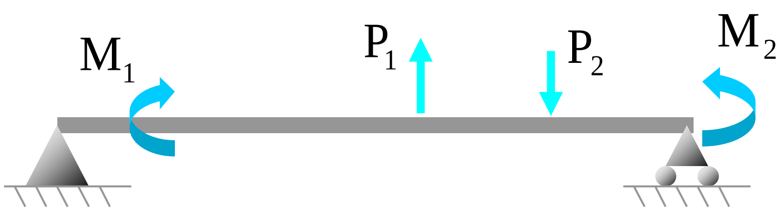
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 1

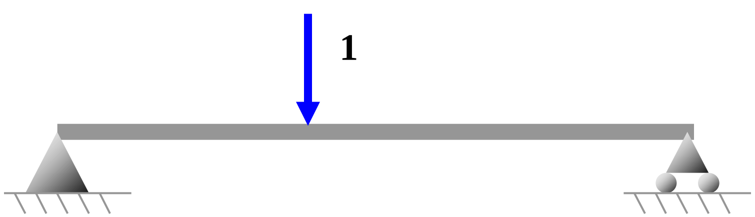
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



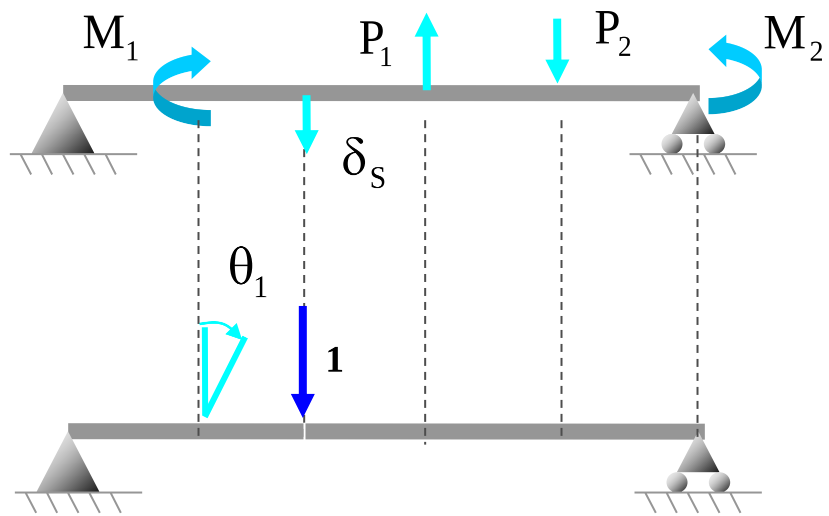
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

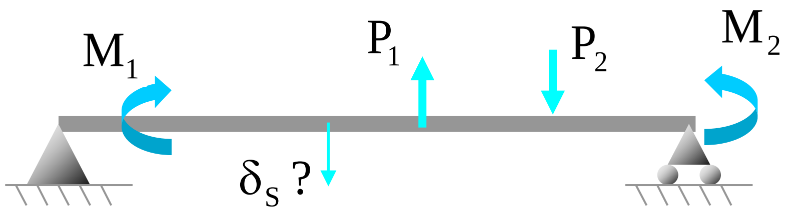
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



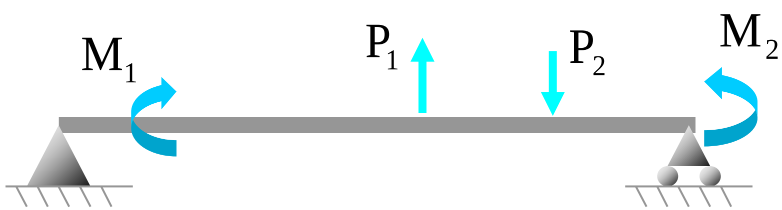
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 1

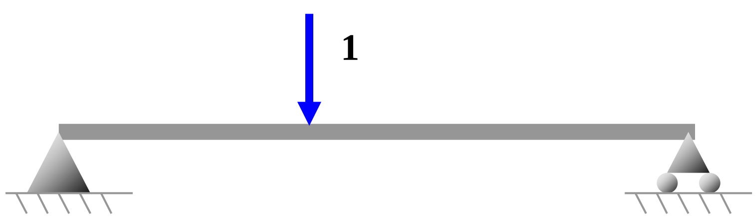
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



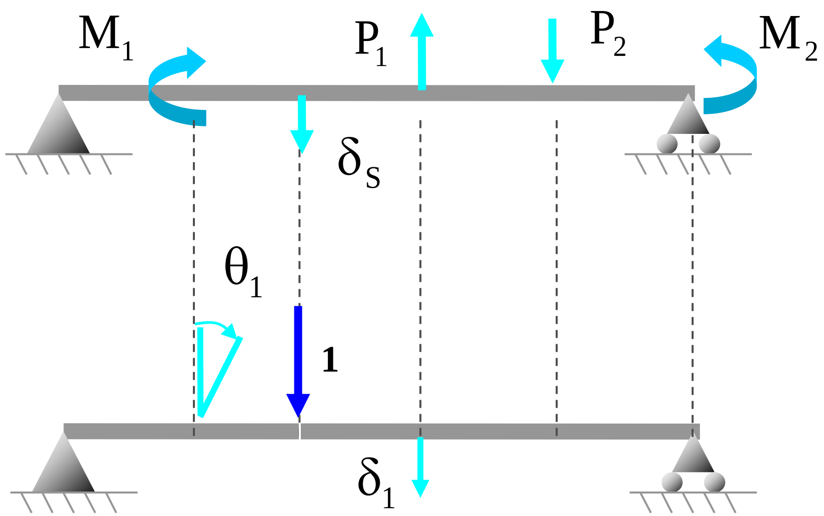
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

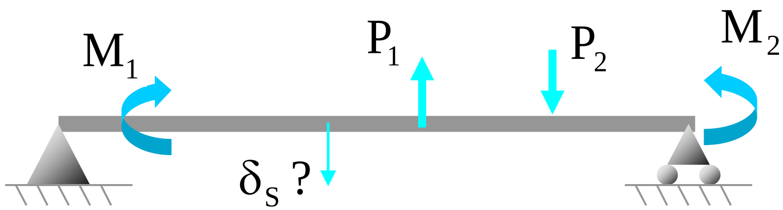
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



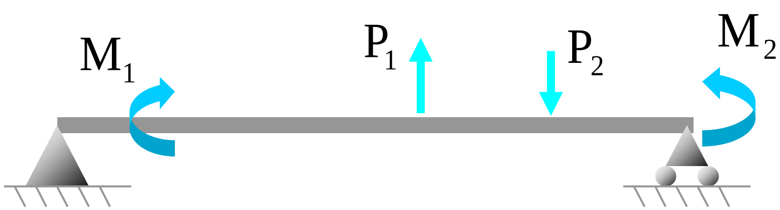
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 1

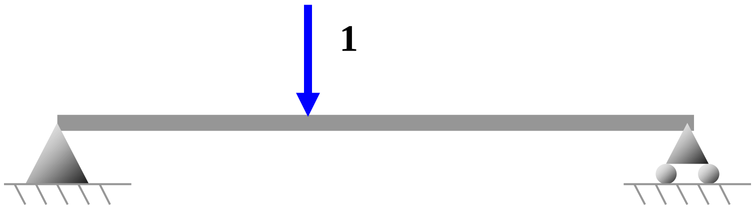
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



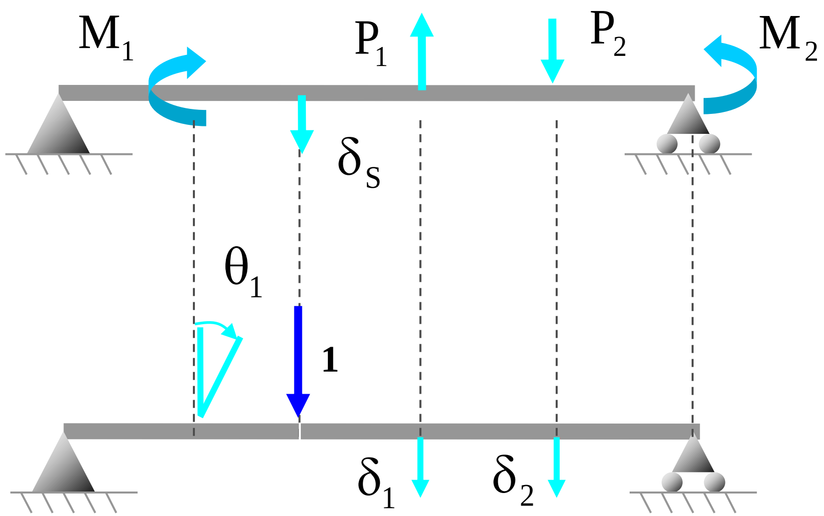
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

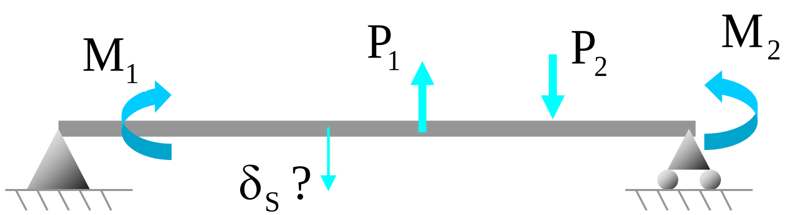
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



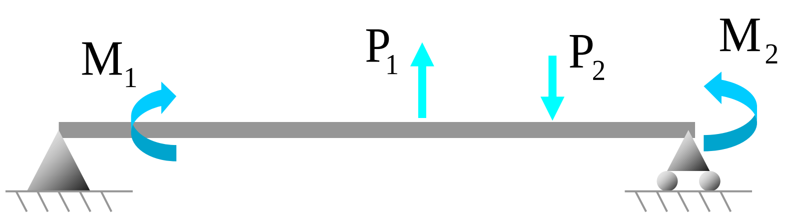
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 1

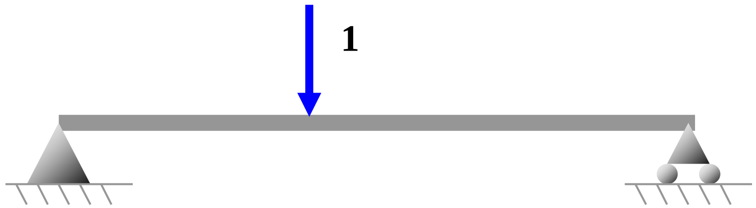
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



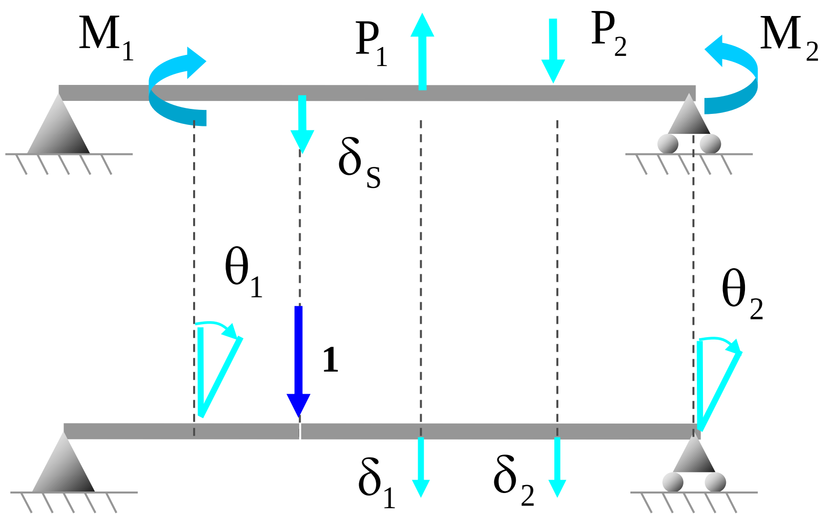
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

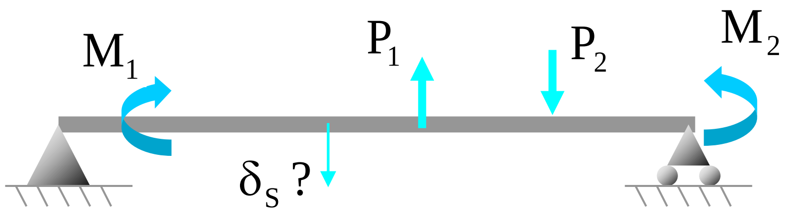
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



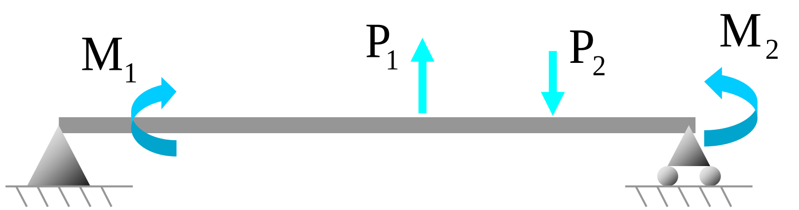
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 1

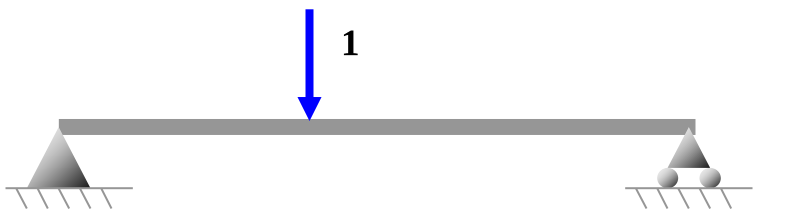
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



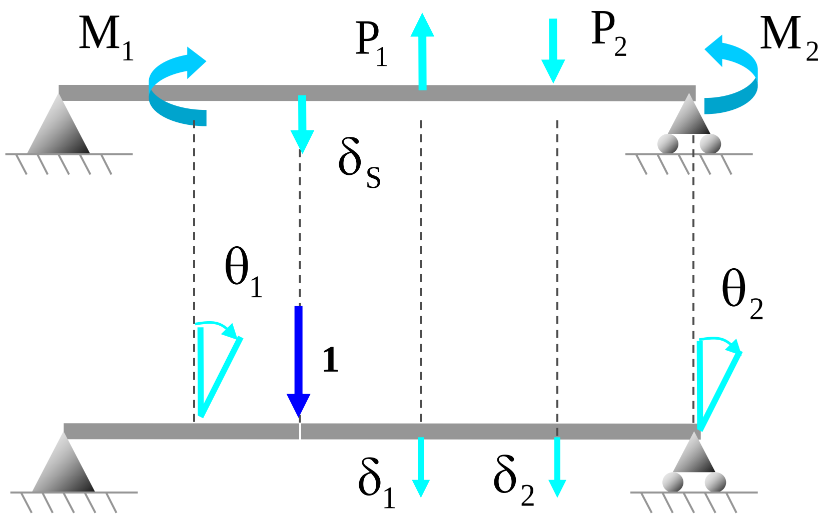
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

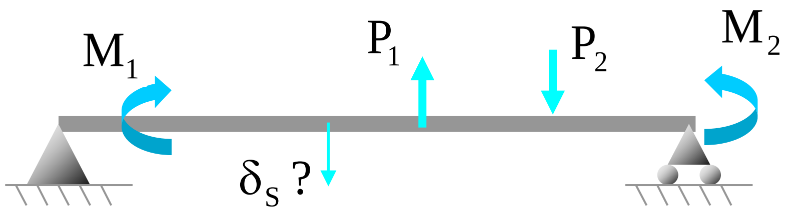
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



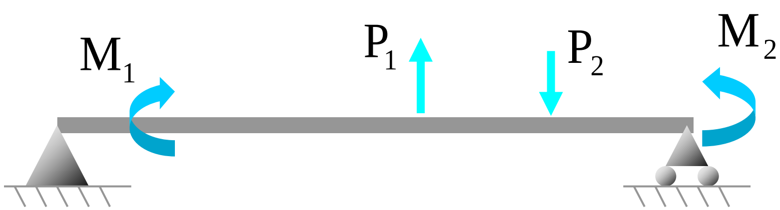
Calcular los trabajos recíprocos de los dos sistemas e igualarlos entre sí

Ejemplo 1

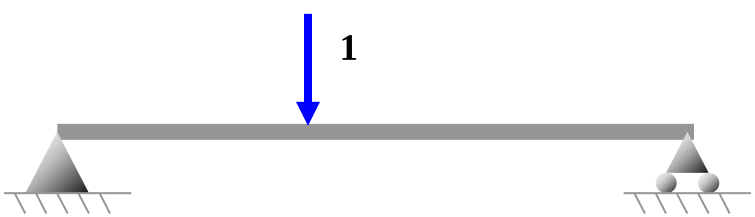
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



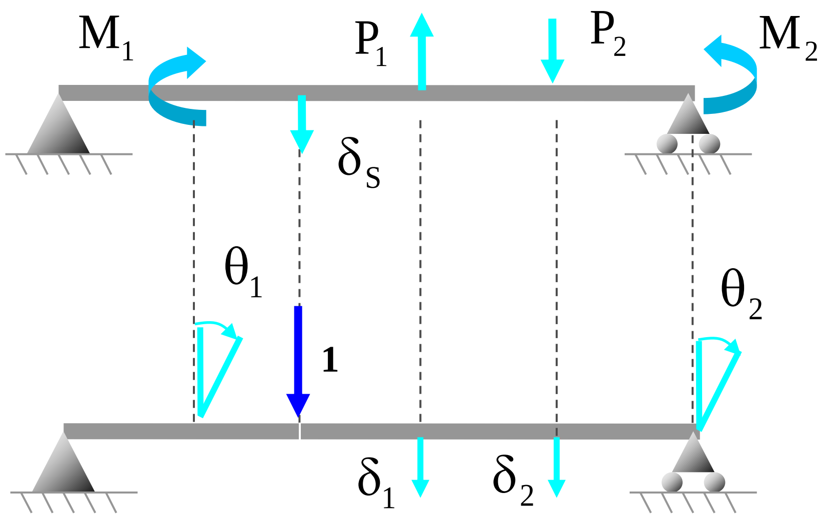
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

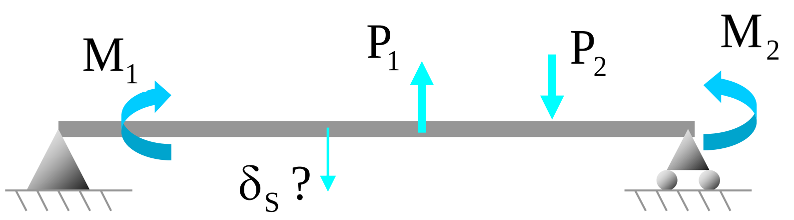
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



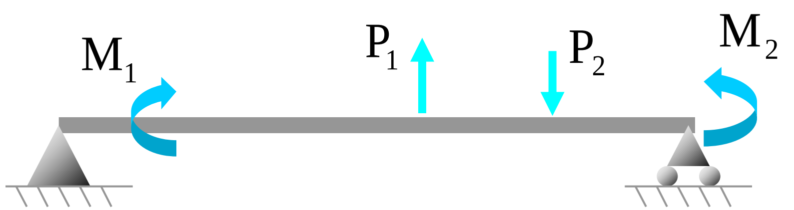
$$\delta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

Ejemplo 1

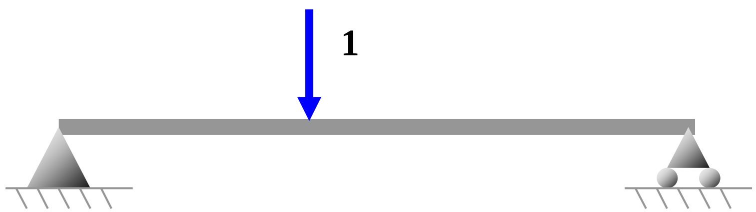
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



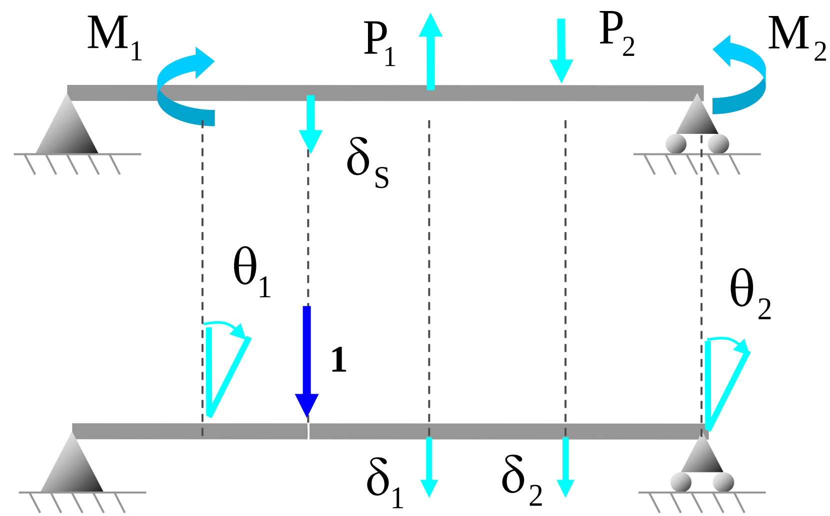
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

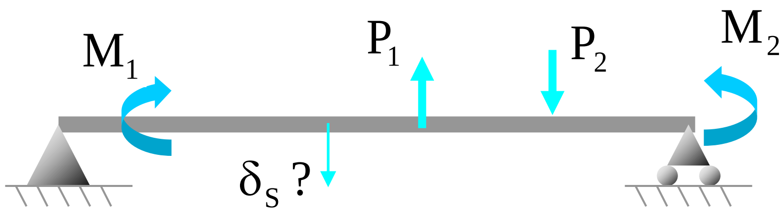


$$\delta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

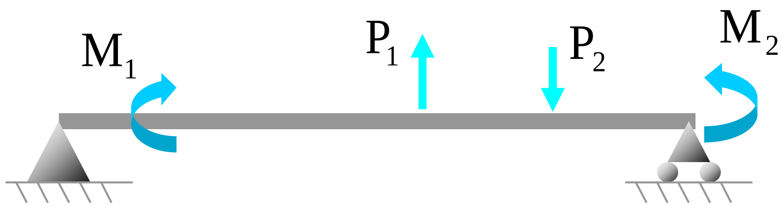
El valor de la flecha queda determinado con cuatro desplazamientos producidos por la carga imaginaria. Estos desplazamientos son más sencillos de calcular que el producido en S por las cargas reales

Ejemplo 1

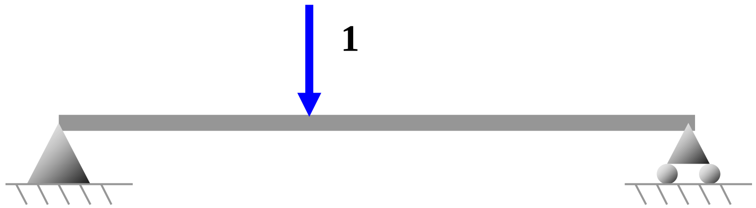
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



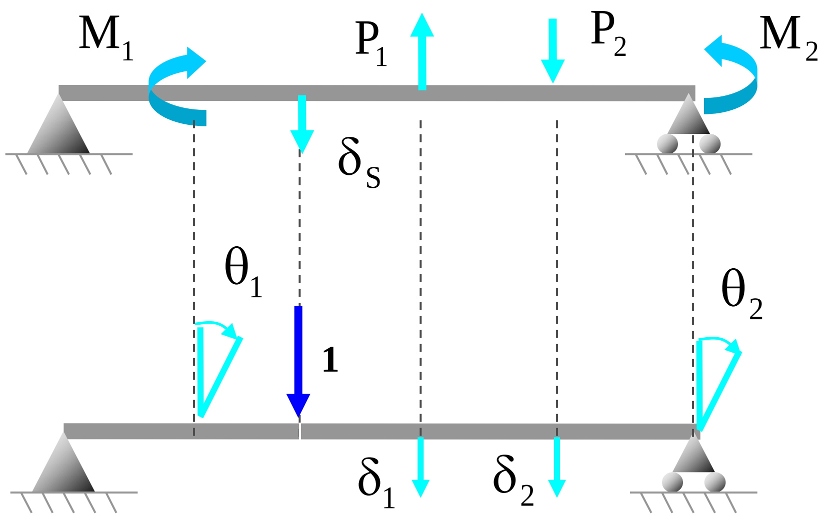
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

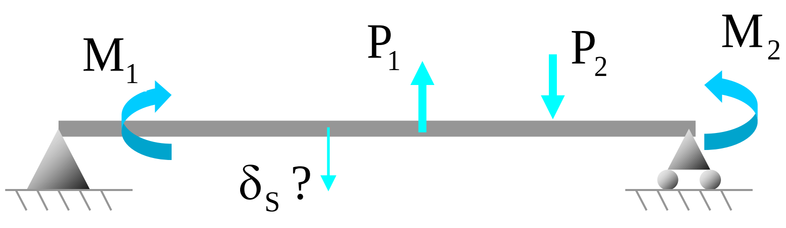


$$\delta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

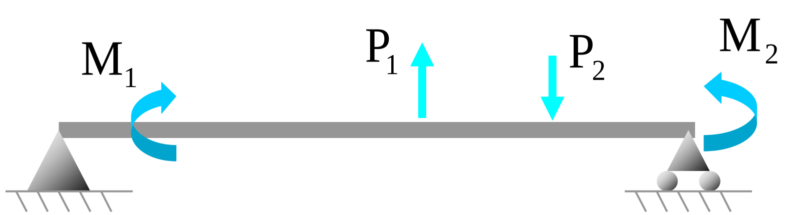
$$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$$

Ejemplo 1

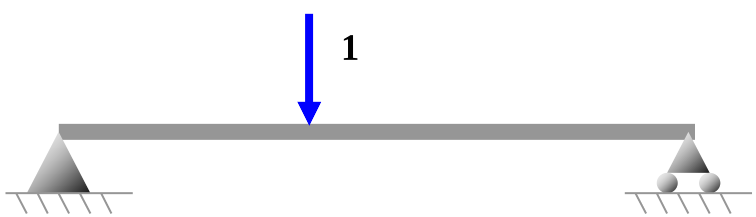
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



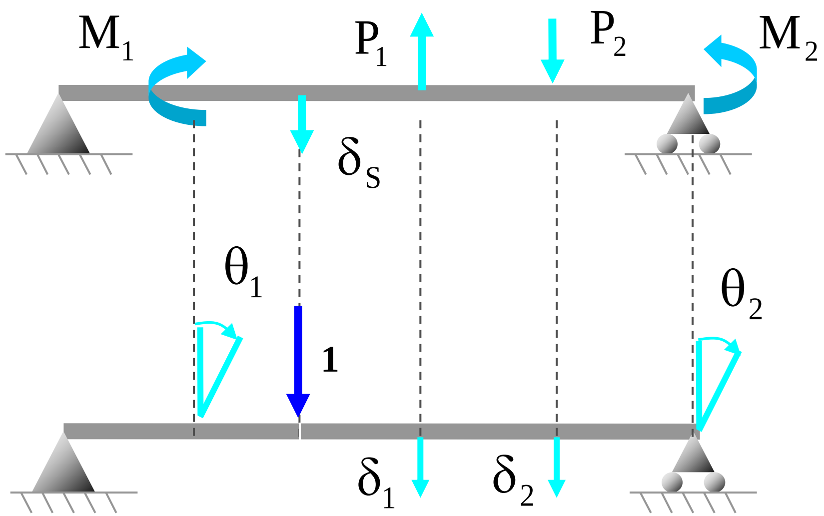
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1\cdot\delta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$



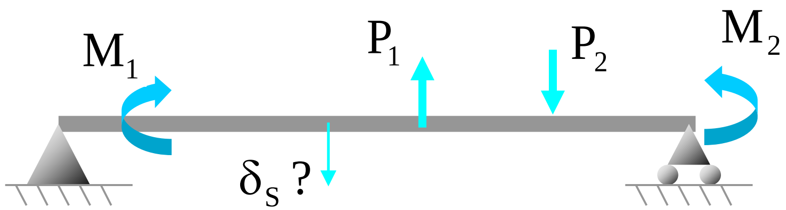
$$\delta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

$$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$$

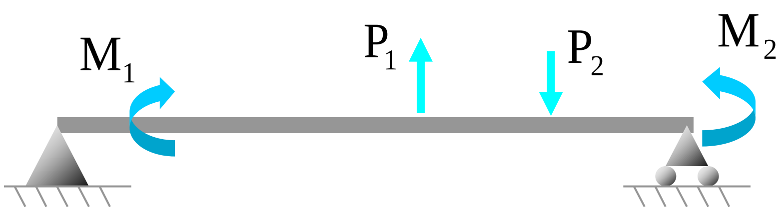
Pueden calcularse utilizando los métodos matemáticos

Ejemplo 1

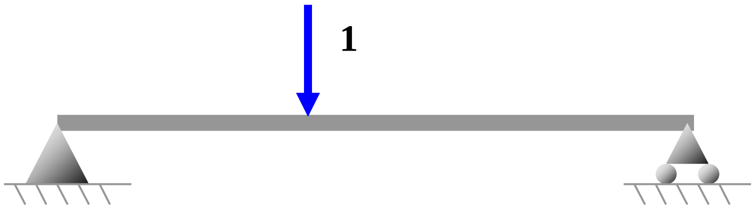
Calculo de la flecha en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ninguna acción sobre S, se altera la realidad suponiendo que sobre la estructura actúan dos sistemas de carga:



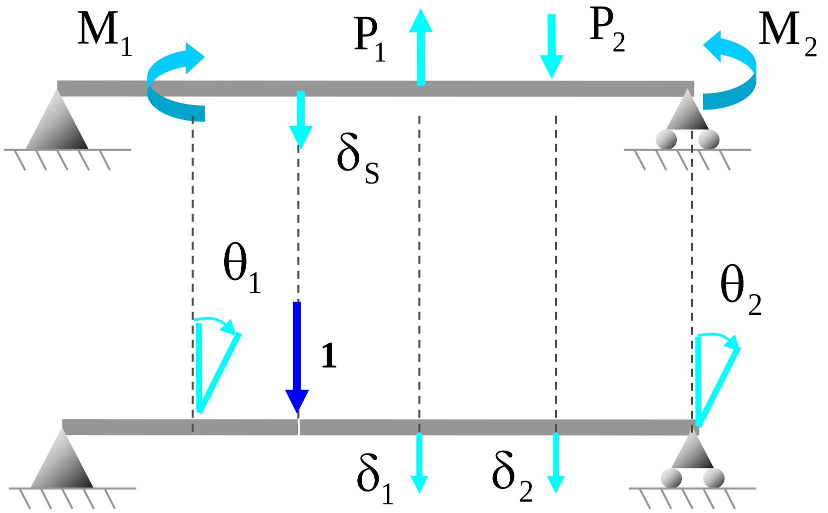
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: una carga puntual aplicada en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el desplazamiento

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los sistemas no afecte el valor final de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



$$\delta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

$$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$$

Pueden calcularse utilizando los métodos matemáticos

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

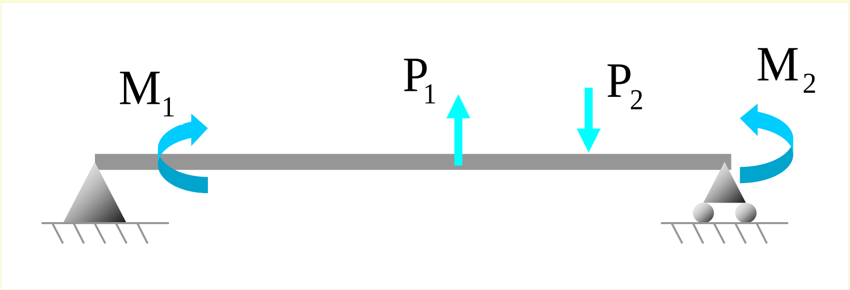
Ejemplo 2

Ejemplo 2

Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales

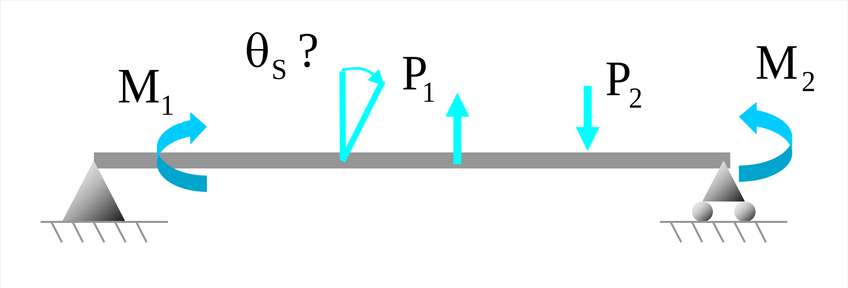
Ejemplo 2

Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



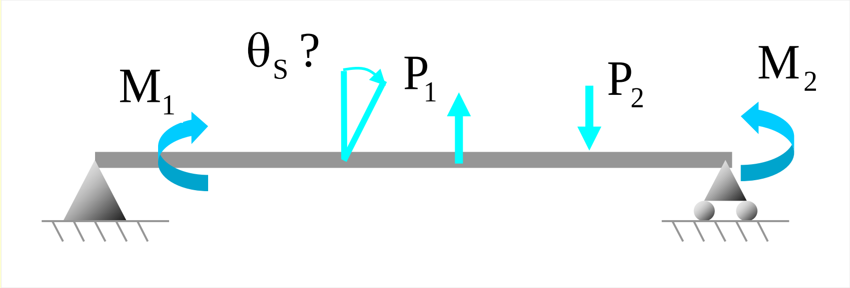
Ejemplo 2

Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Ejemplo 2

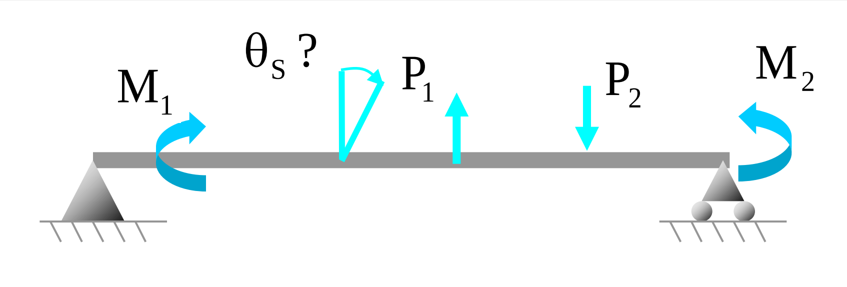
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



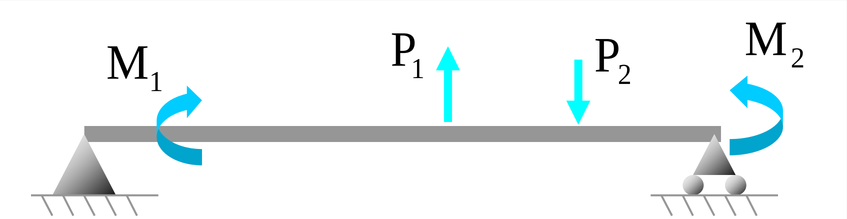
Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:

Ejemplo 2

Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



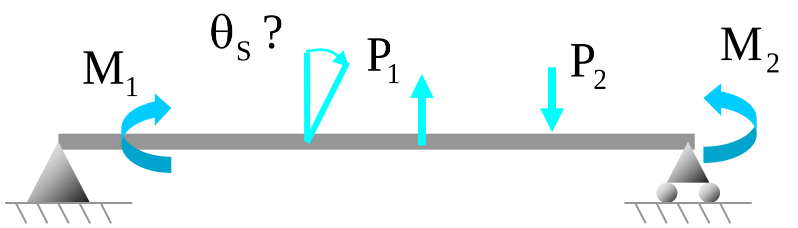
Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



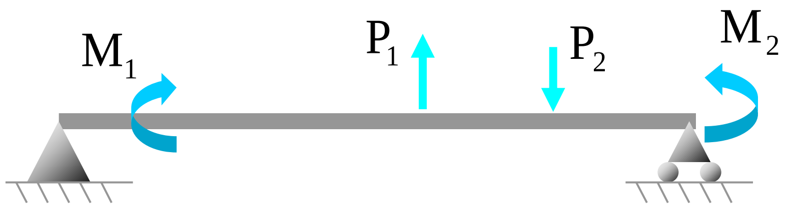
Sistema 1: las cargas reales

Ejemplo 2

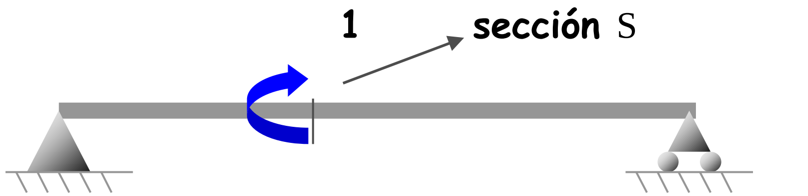
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



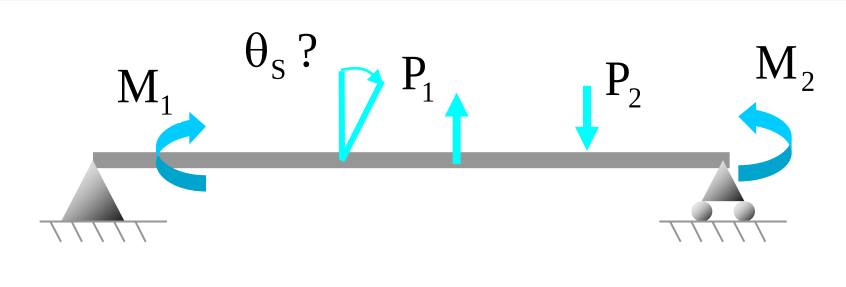
Sistema 1: las cargas reales



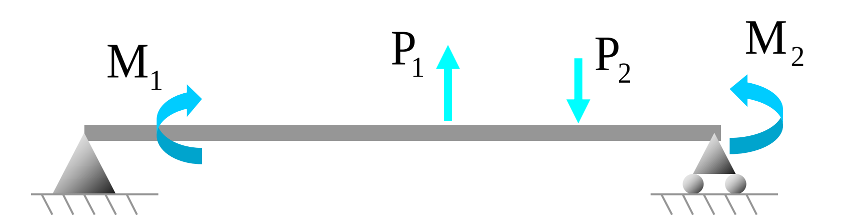
Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Ejemplo 2

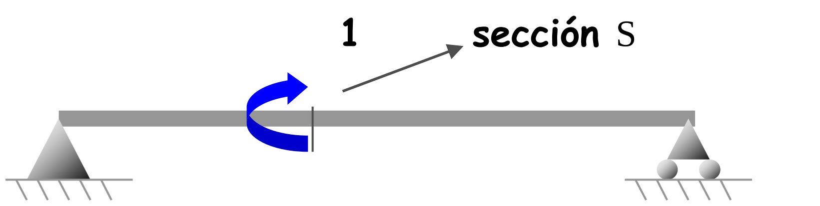
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales

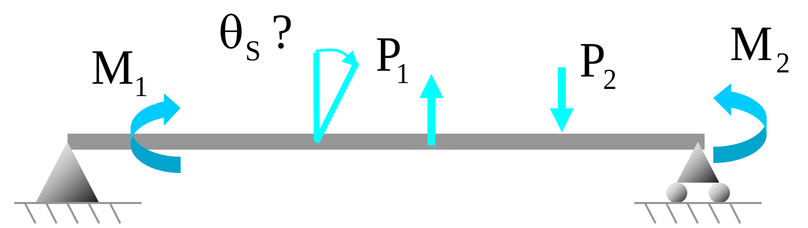


Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

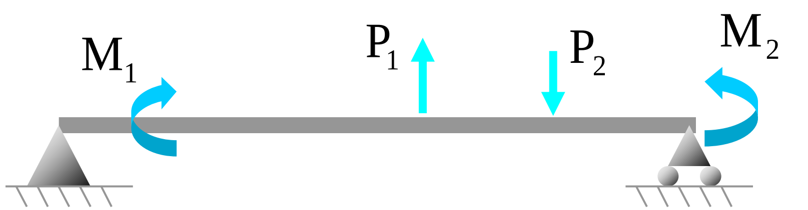
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

Ejemplo 2

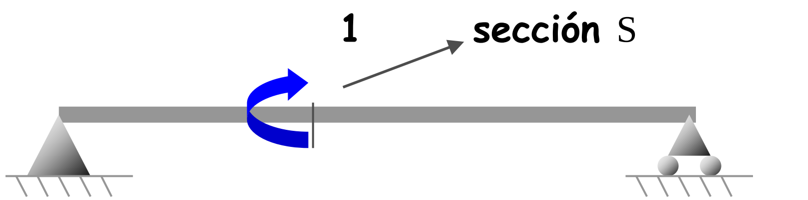
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



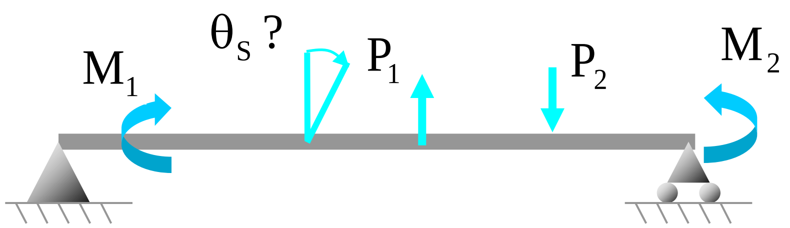
Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

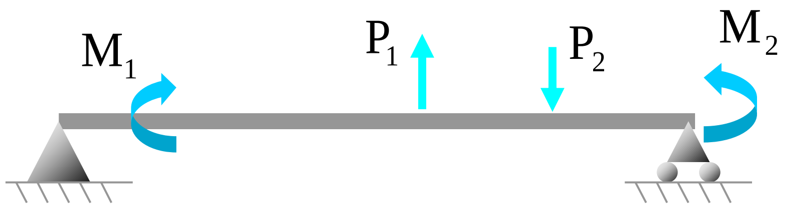
$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Ejemplo 2

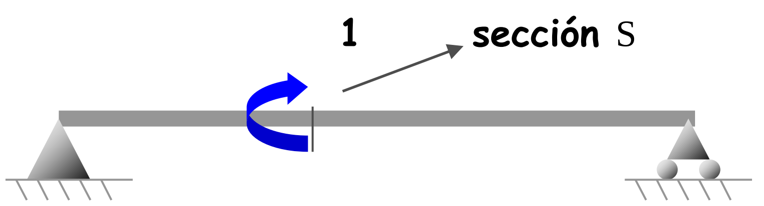
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



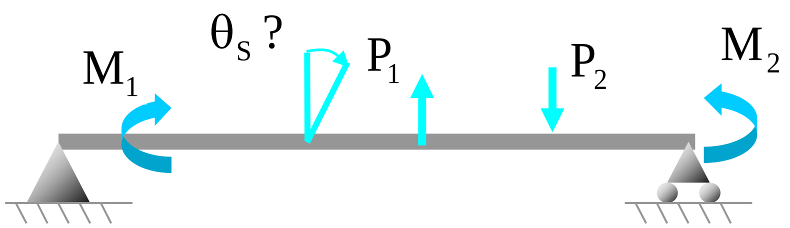
Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

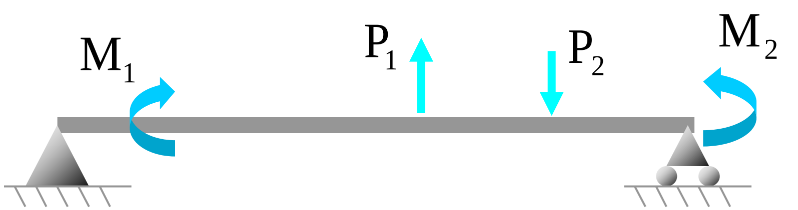
$$\underbrace{1 \cdot \theta_S}_{\text{Trabajo del sistema 2 por las acciones del sistema 1}} = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Ejemplo 2

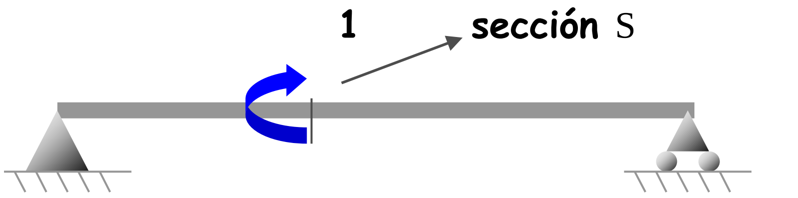
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



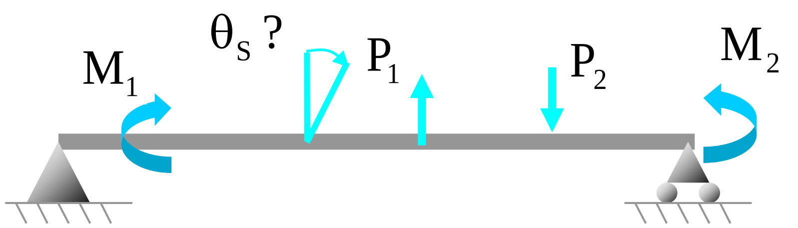
Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

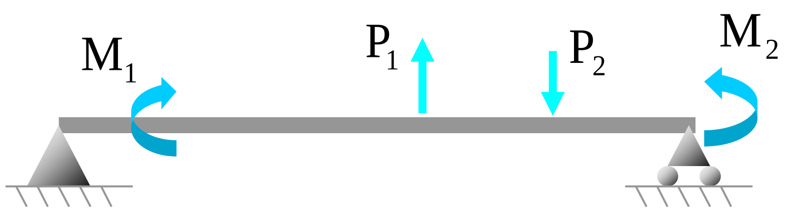
$$\underbrace{1 \cdot \theta_S}_{\text{Trabajo del sistema 2 por las acciones del sistema 1}} = \underbrace{\sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i}_{\text{Trabajo del sistema 1 por las acciones del sistema 2}}$$

Ejemplo 2

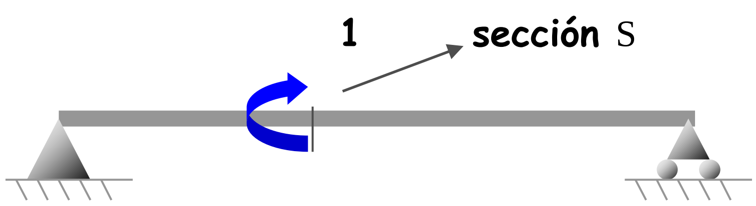
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



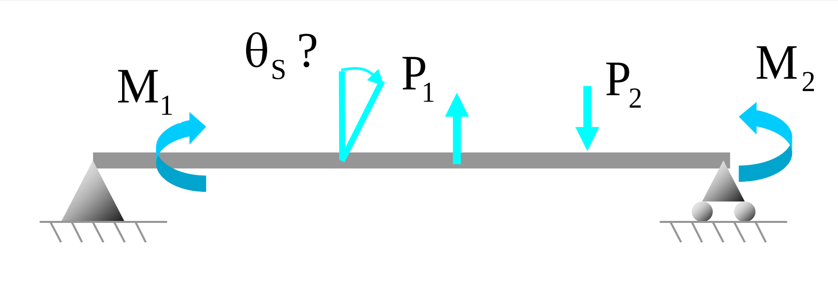
Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

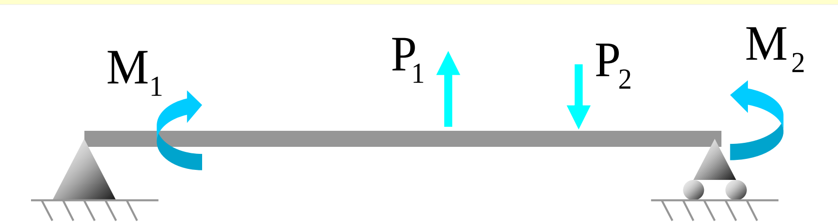
$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Ejemplo 2

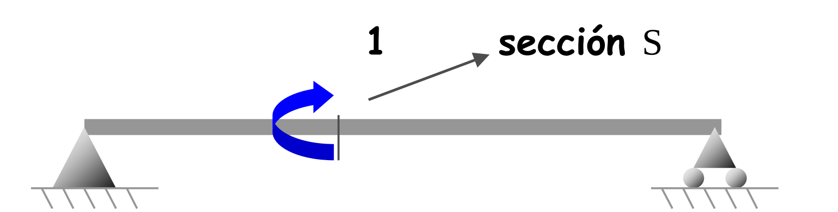
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

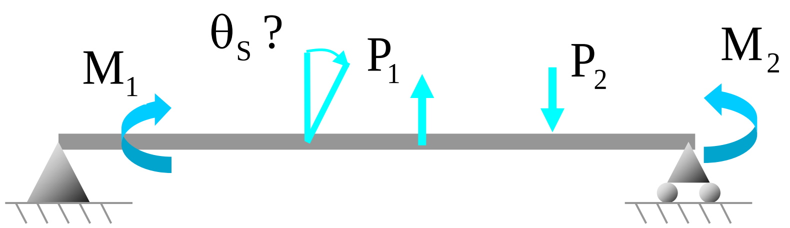
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

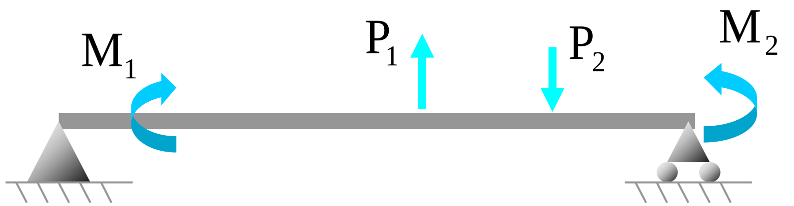
Giro de la sección S producido por las acciones reales

Ejemplo 2

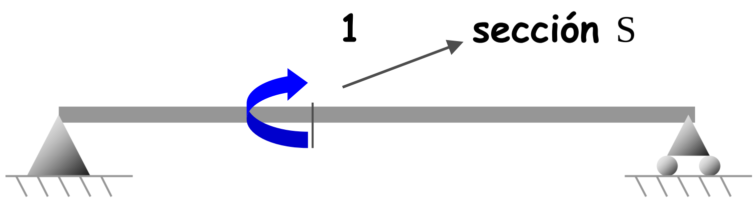
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

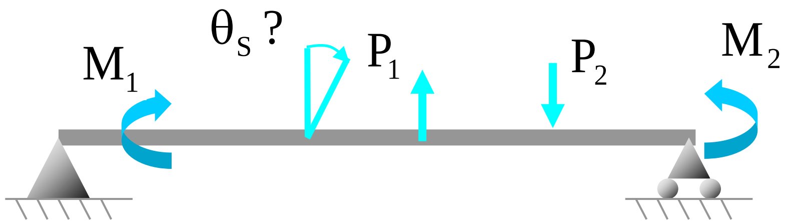
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

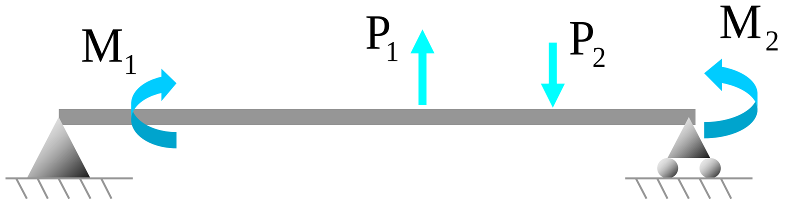
Acciones reales sobre la estructura

Ejemplo 2

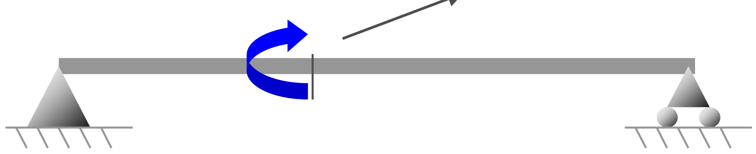
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

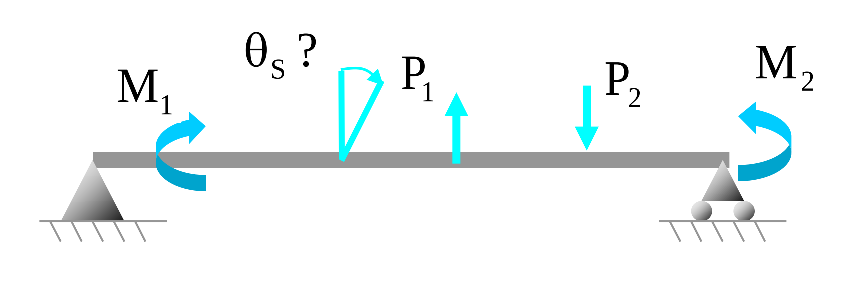
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

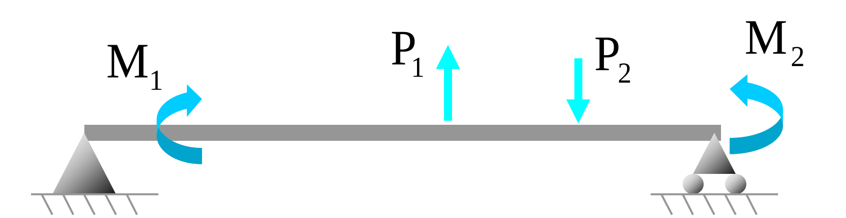
Movimientos de la estructura en los lugares y direcciones de las acciones reales producidos por el momento imaginario

Ejemplo 2

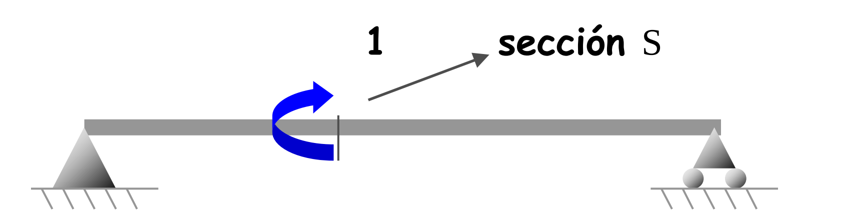
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

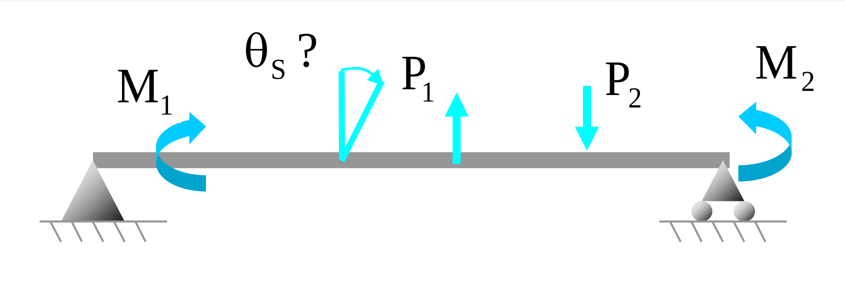
$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

Movimientos de la estructura en los lugares y direcciones de las acciones reales producidos por el momento imaginario

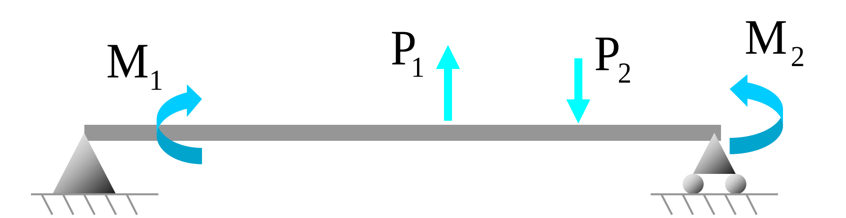
Para determinar los términos de esta igualdad, se puede actuar de la siguiente manera:

Ejemplo 2

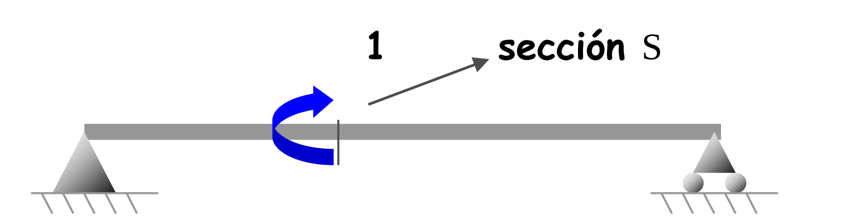
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1\cdot\theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

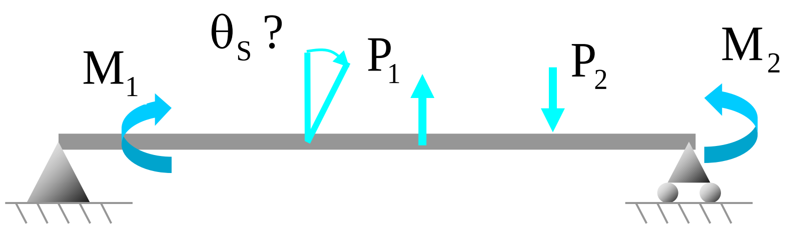
Movimientos de la estructura en los lugares y direcciones de las acciones reales producidos por el momento imaginario

Para determinar los términos de esta igualdad, se puede actuar de la siguiente manera:

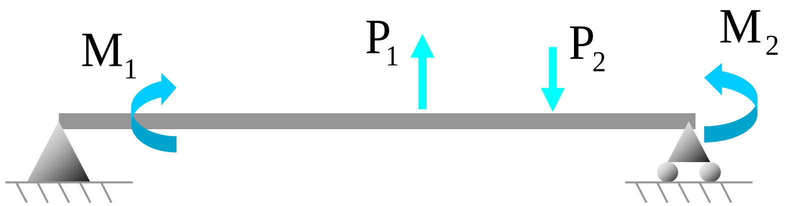
Representar la estructura en dos situaciones: una con el sistema 1 de cargas y otra con el sistema 2

Ejemplo 2

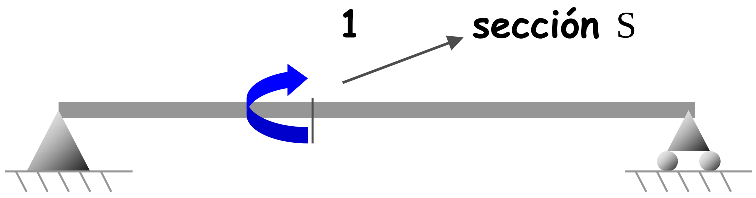
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



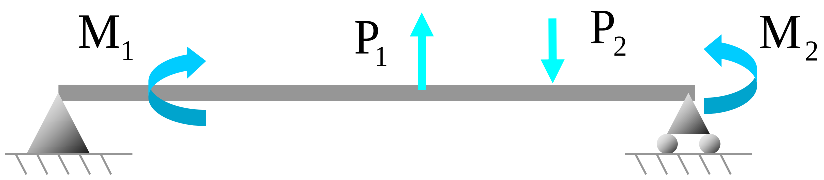
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

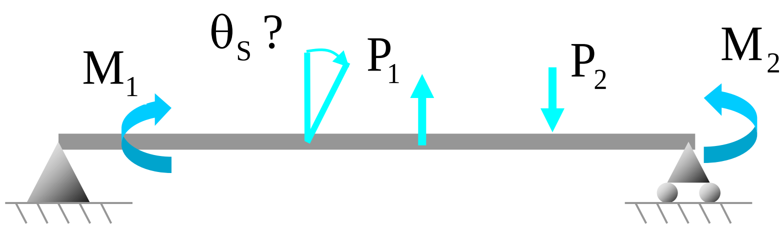
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

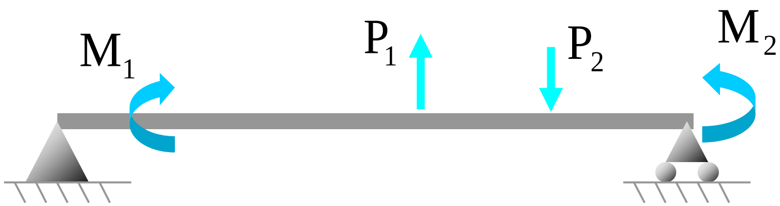


Ejemplo 2

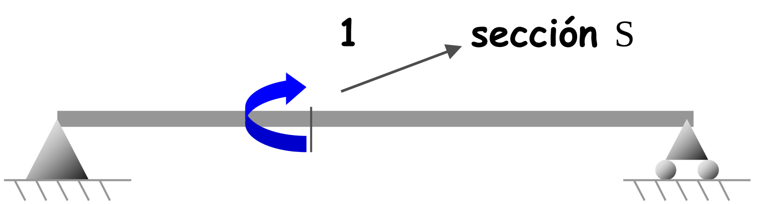
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



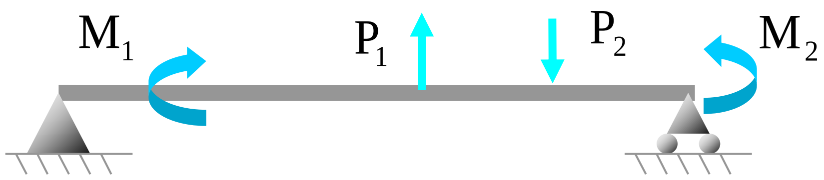
Sistema 1: las cargas reales

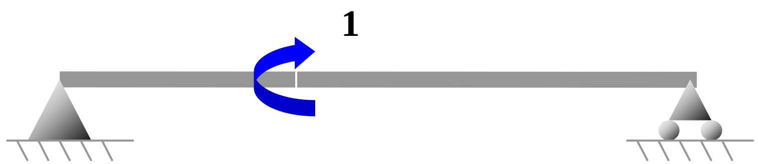


Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

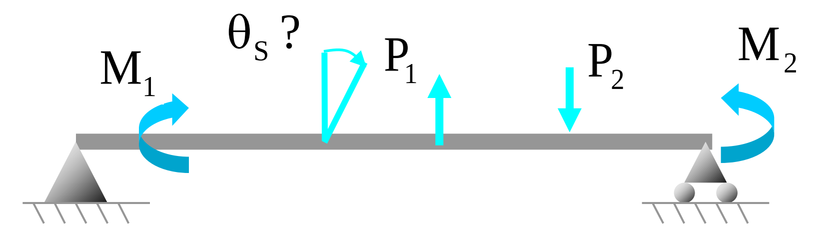
$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$



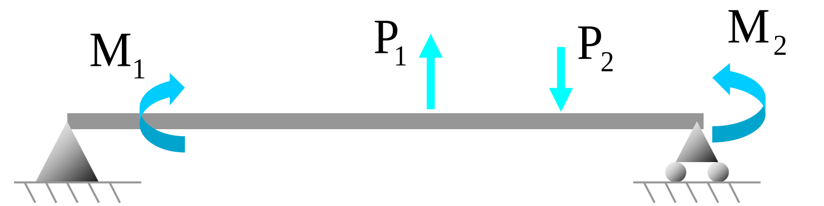


Ejemplo 2

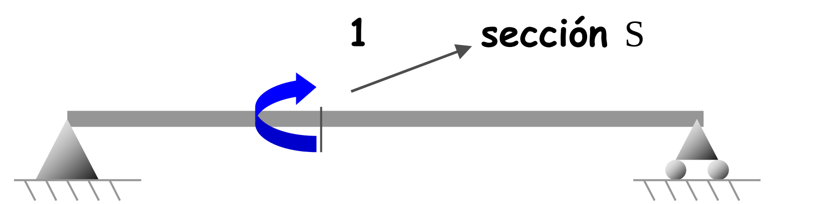
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



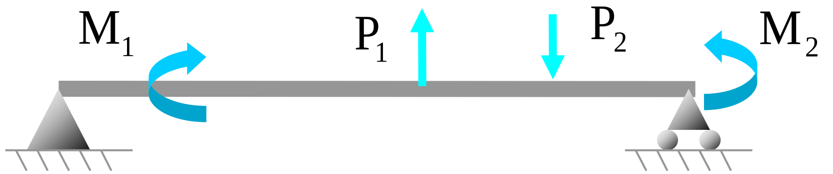
Sistema 1: las cargas reales



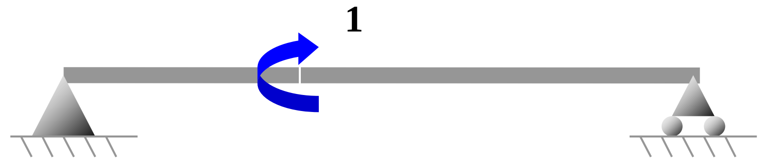
Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

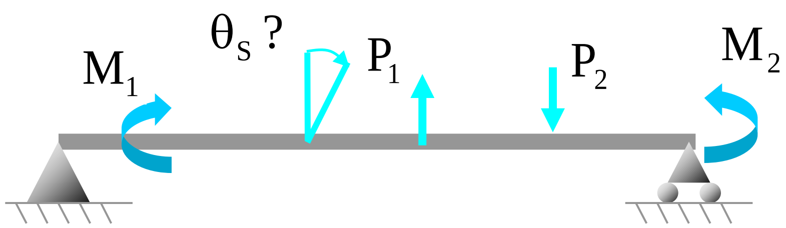


Representar en ambas situaciones las secciones donde existan acciones puntuales

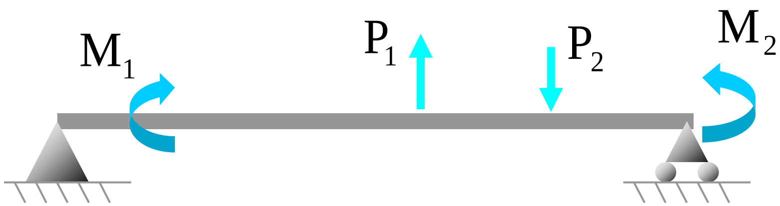


Ejemplo 2

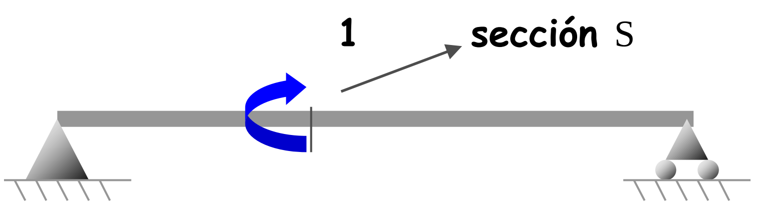
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



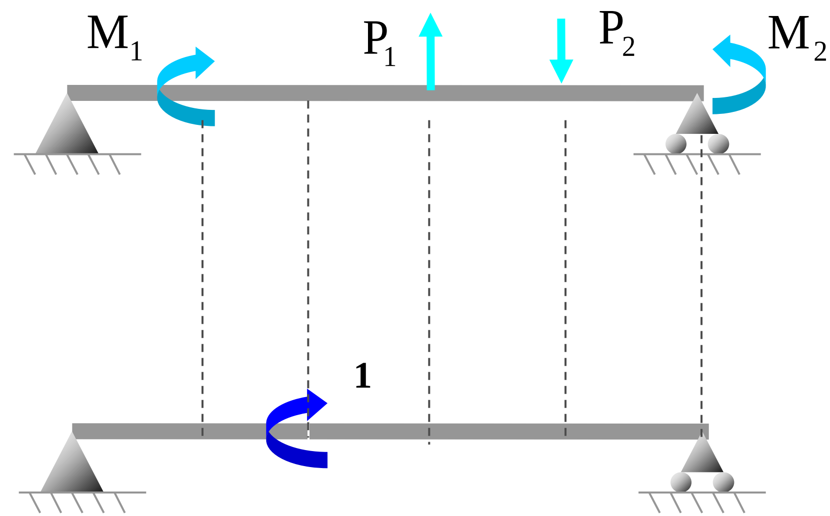
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

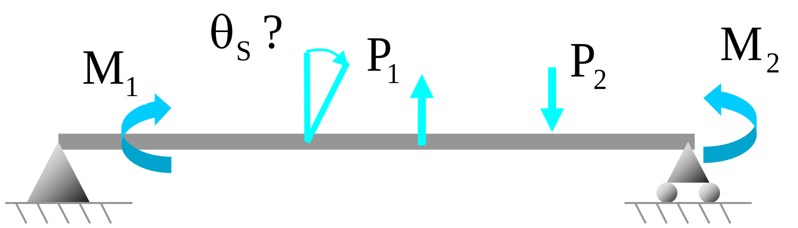
Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

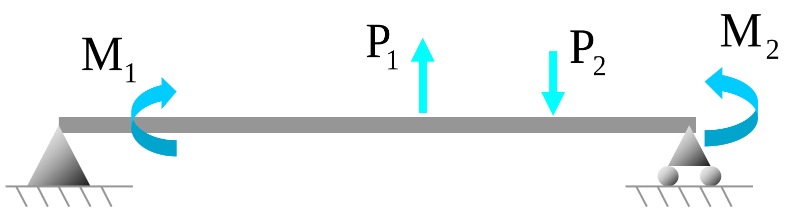


Ejemplo 2

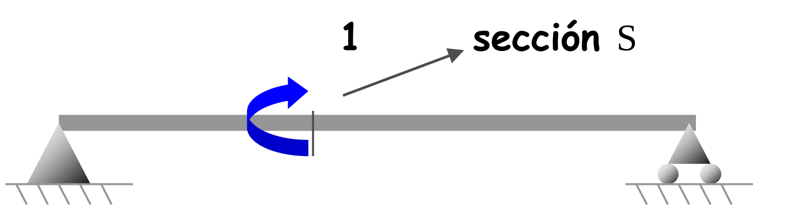
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



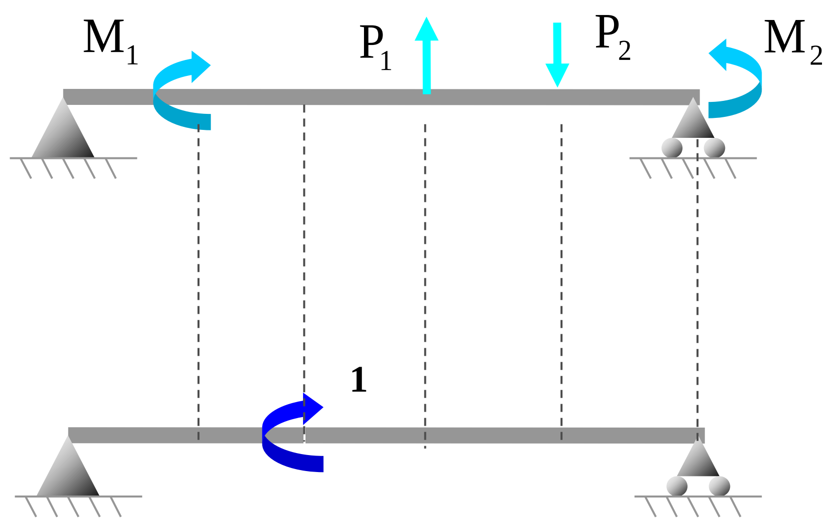
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

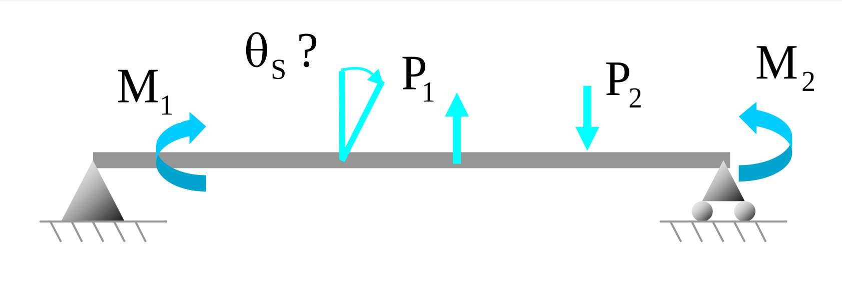
$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



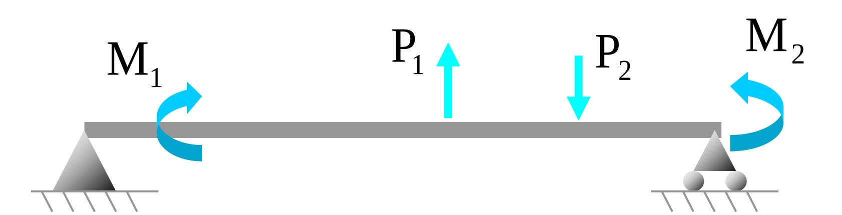
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 2

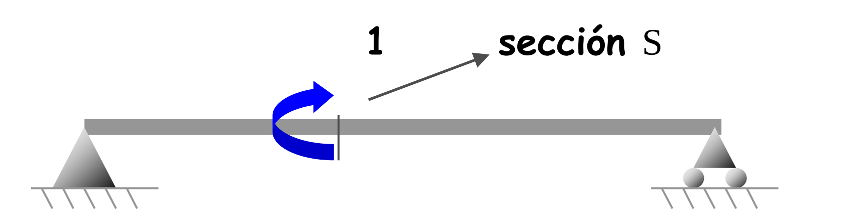
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



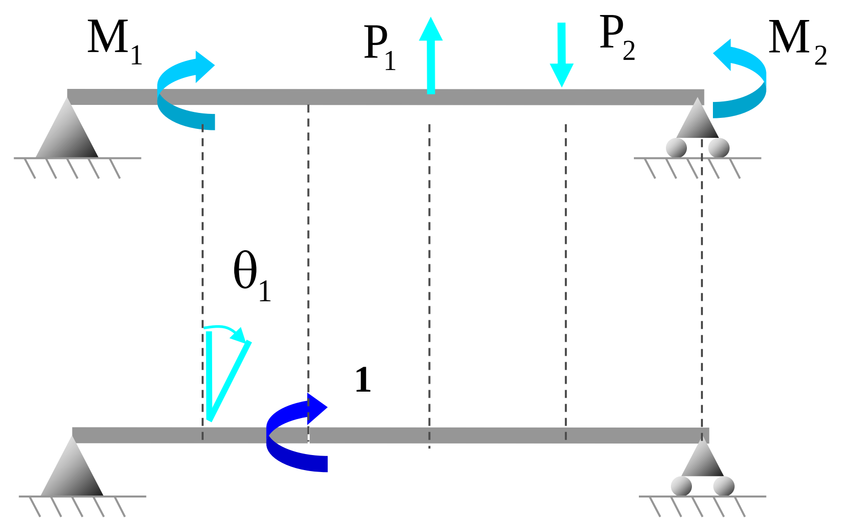
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

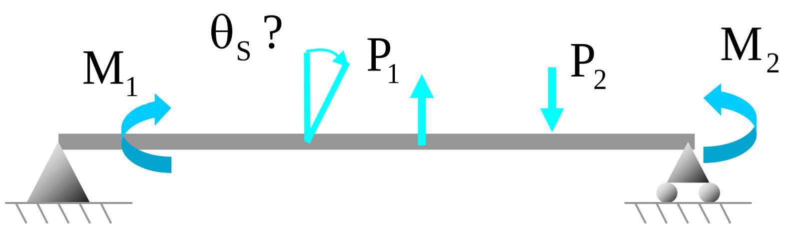
$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



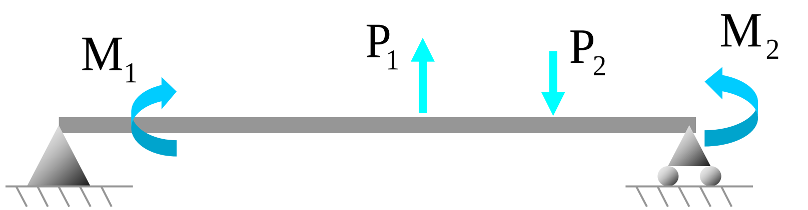
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 2

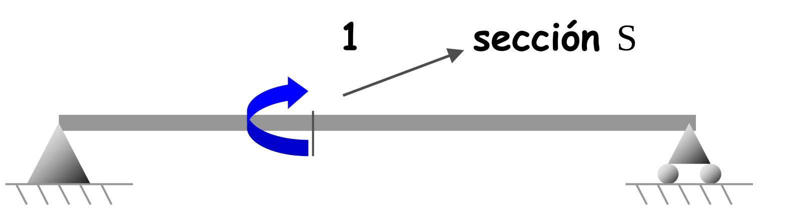
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



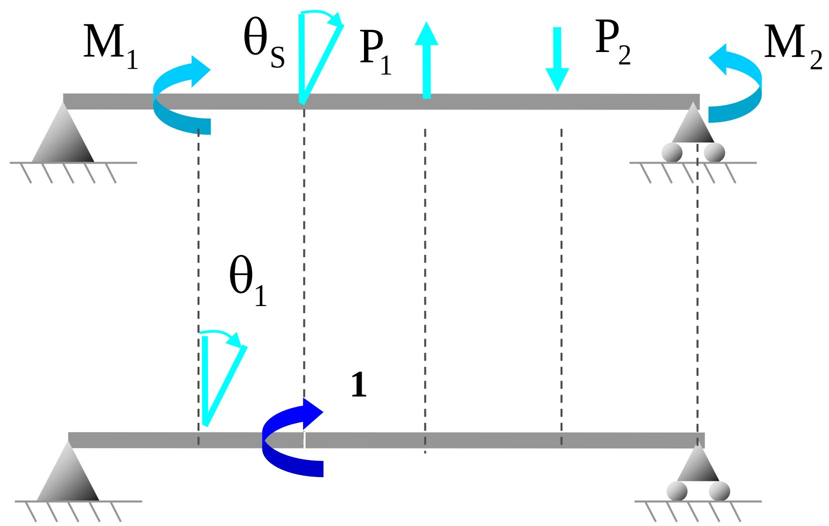
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

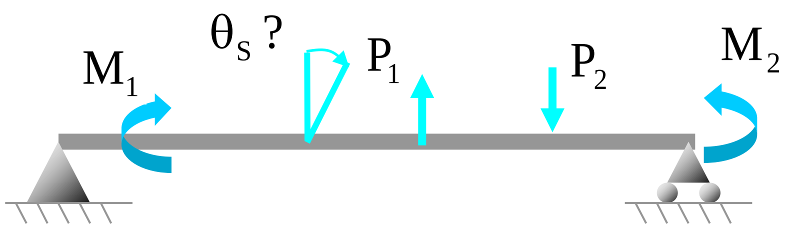
$$1\cdot\theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



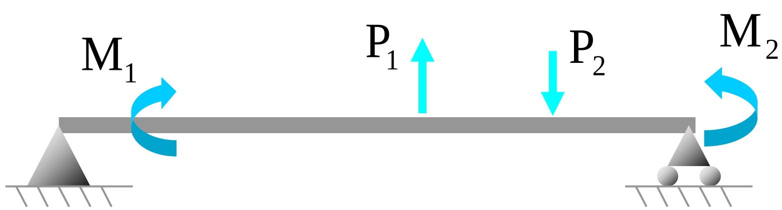
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 2

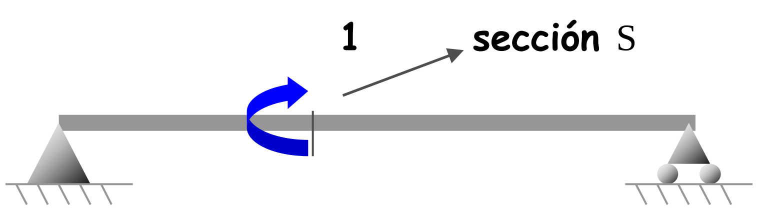
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



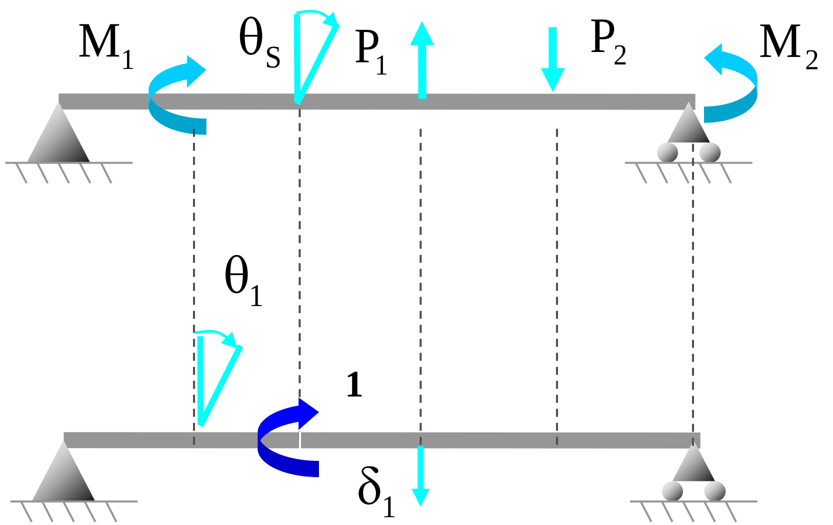
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

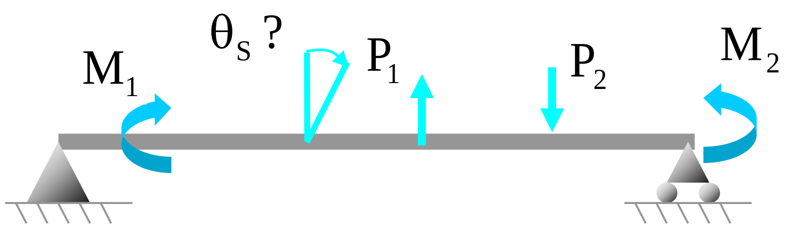
$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$



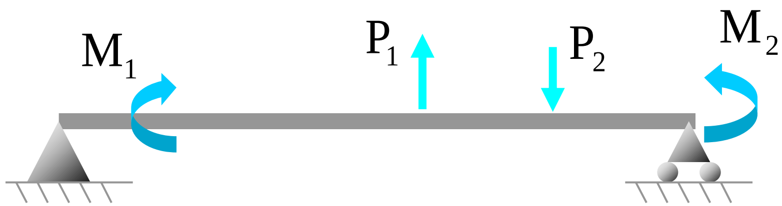
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 2

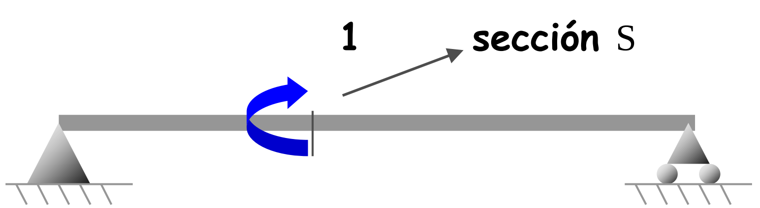
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



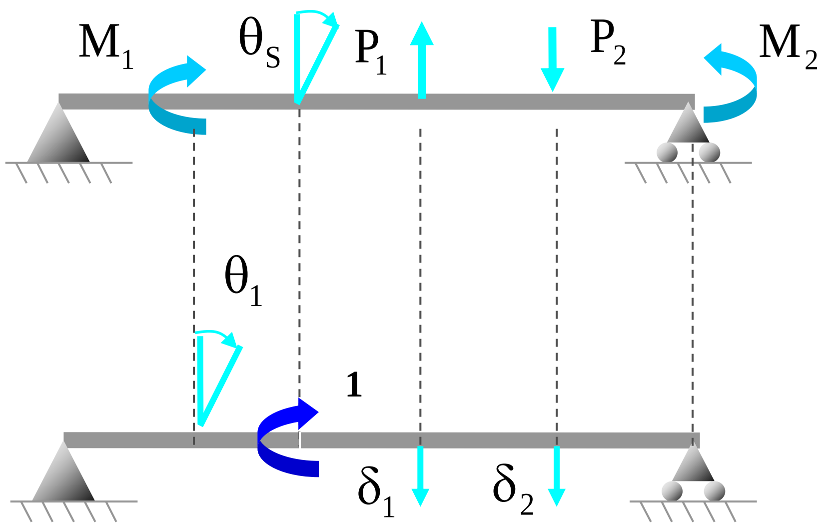
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

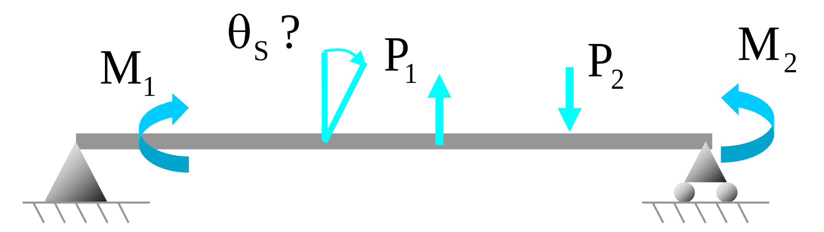
$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$



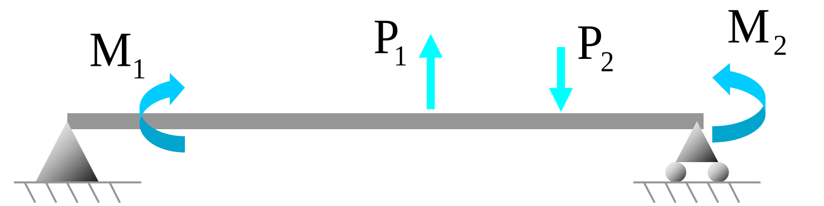
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 2

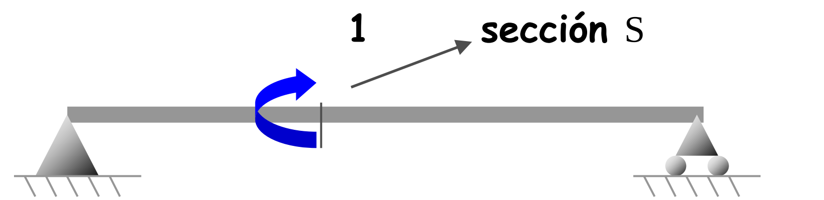
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



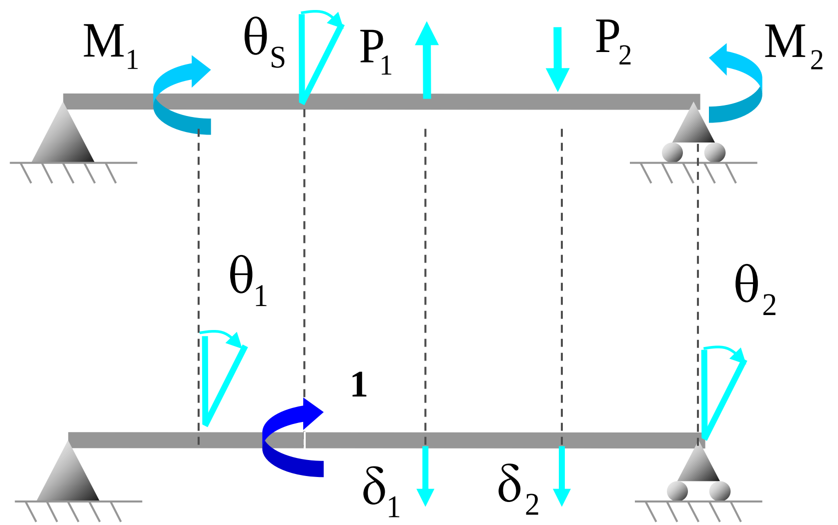
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

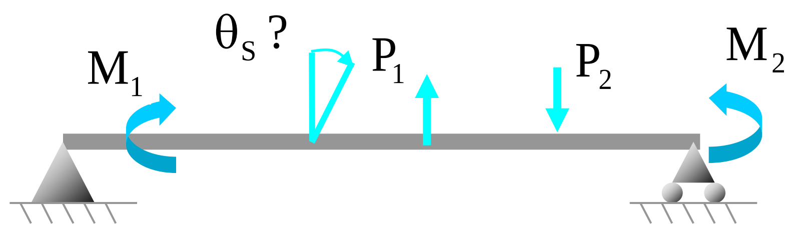
$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$



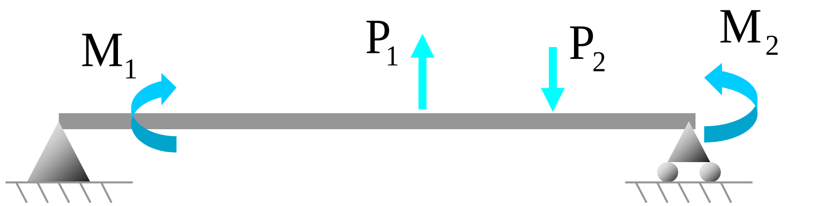
Plantear los movimientos de las secciones donde actúan las acciones (dibujar las flechas hacia abajo y los giros a favor de las agujas del reloj)

Ejemplo 2

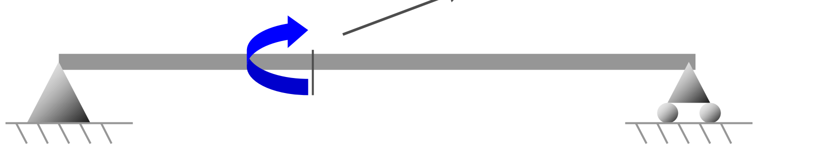
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



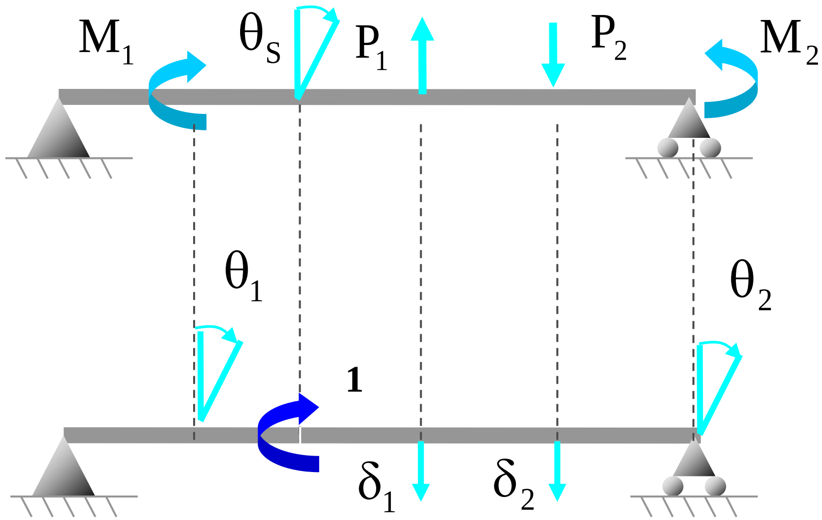
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

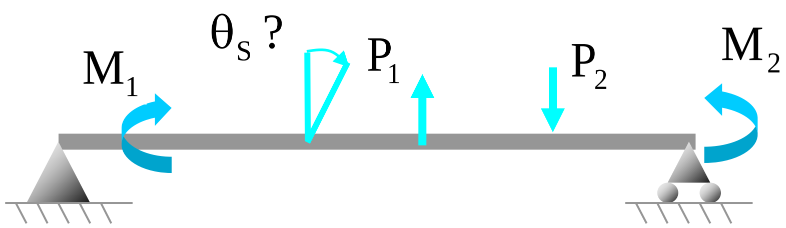
$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



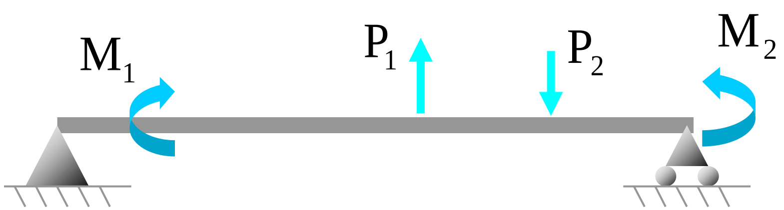
Calcular los trabajos recíprocos de los dos sistemas e igualarlos entre sí

Ejemplo 2

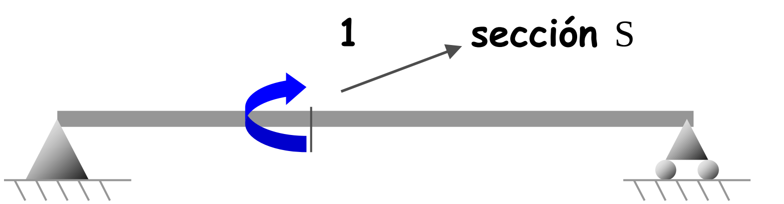
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



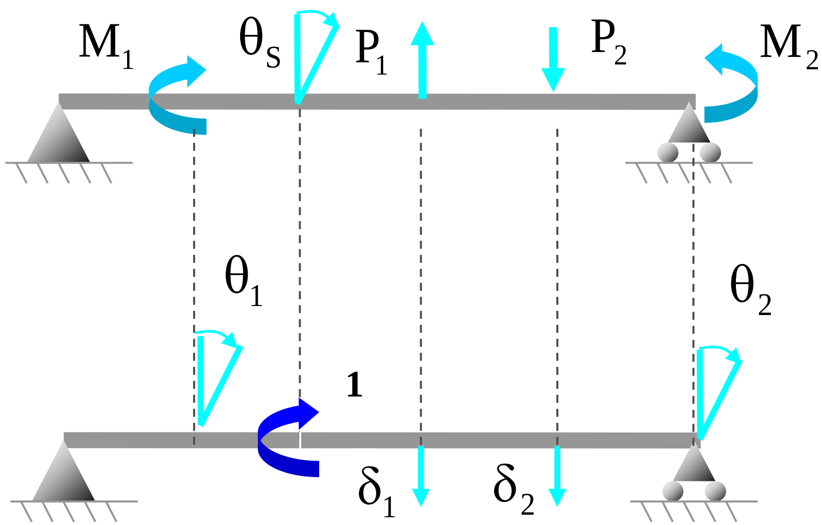
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

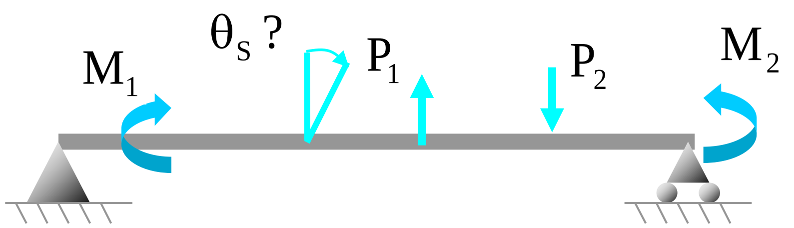
$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



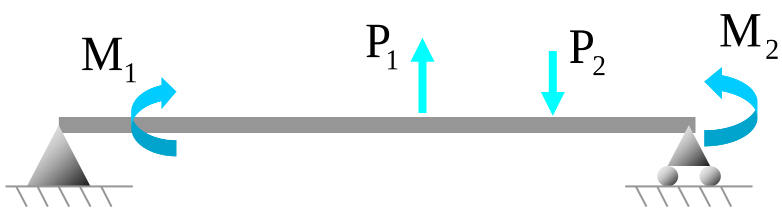
$$\theta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

Ejemplo 2

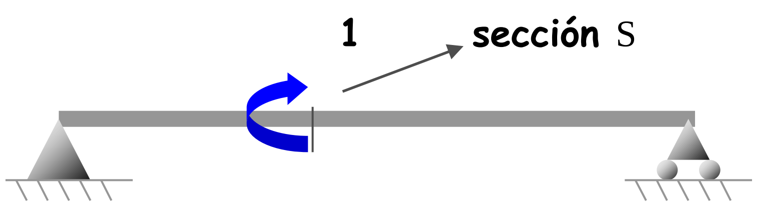
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



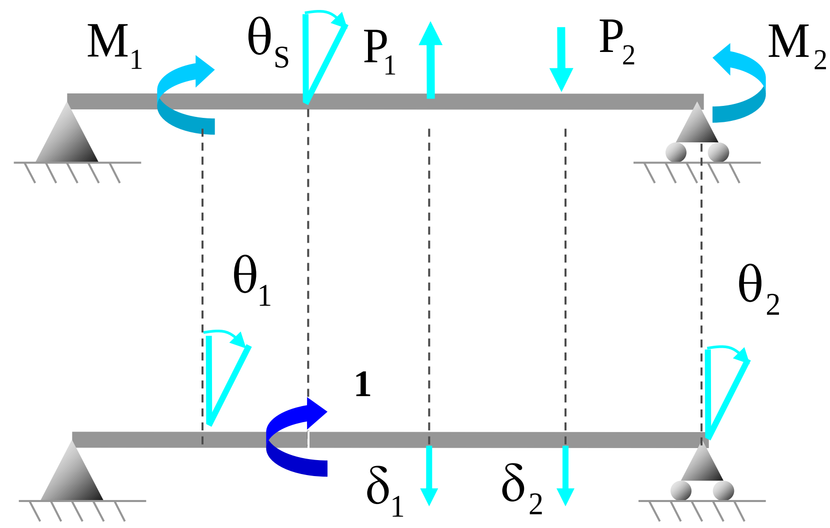
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

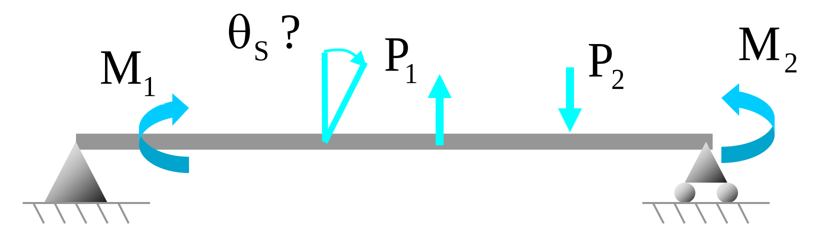


$$\theta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

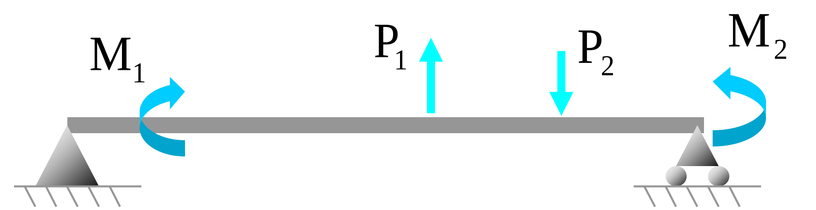
El valor del giro queda determinado con cuatro movimientos producidos por el momento imaginario. Es más sencillo calcular estos desplazamientos que el producido en S por las cargas reales

Ejemplo 2

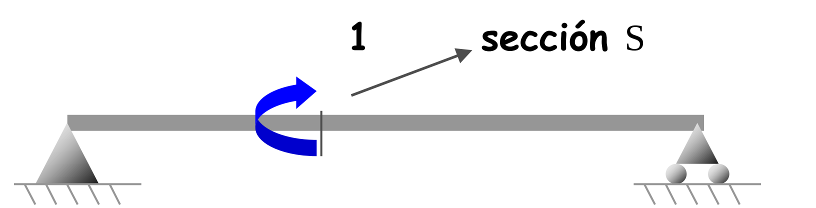
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



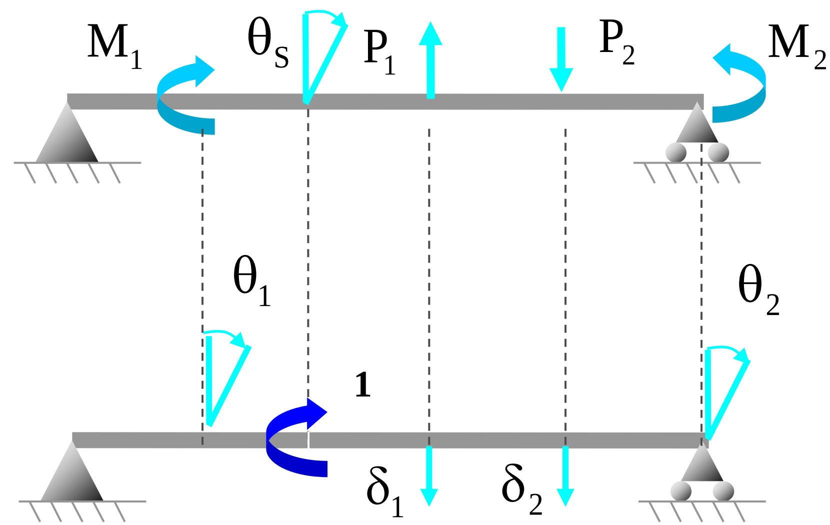
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

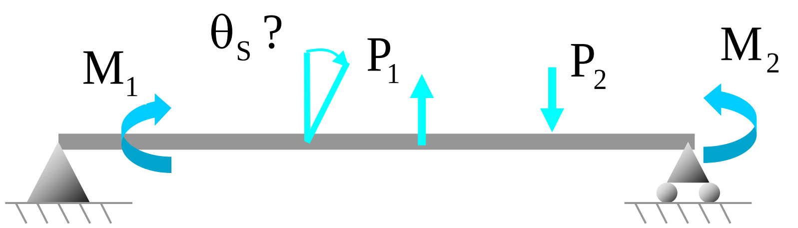


$$\theta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

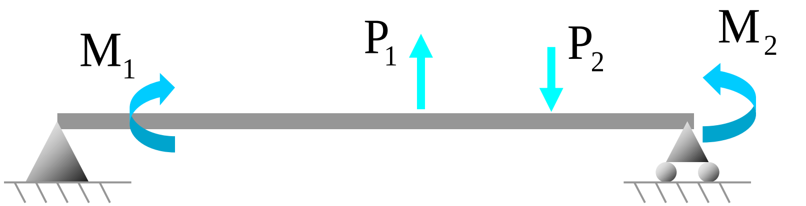
$$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$$

Ejemplo 2

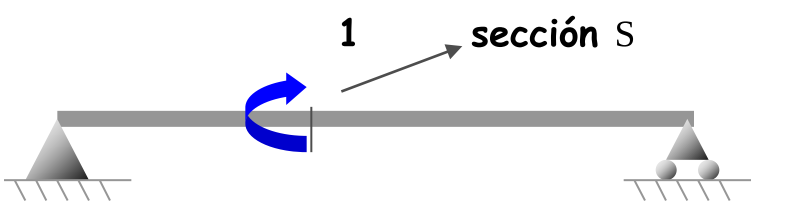
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



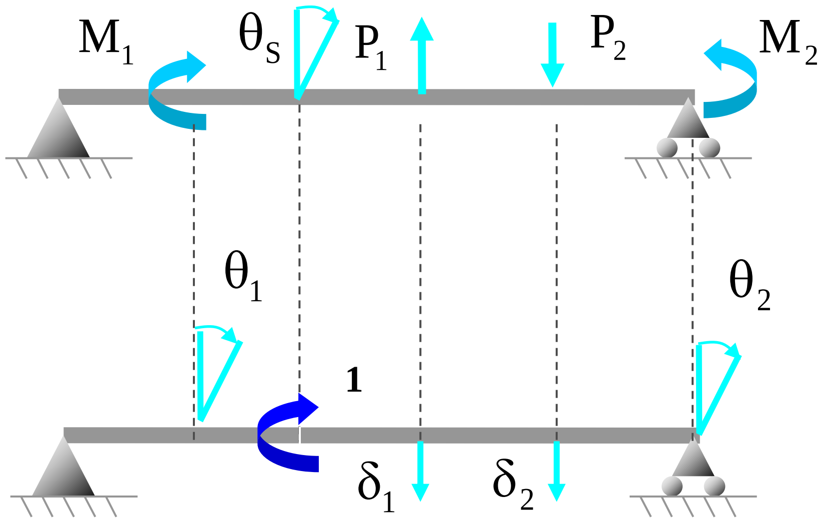
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



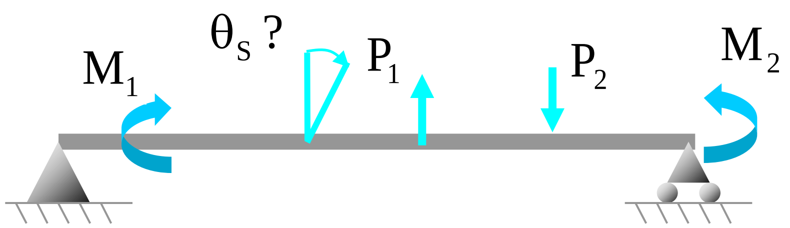
$$\theta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

$$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$$

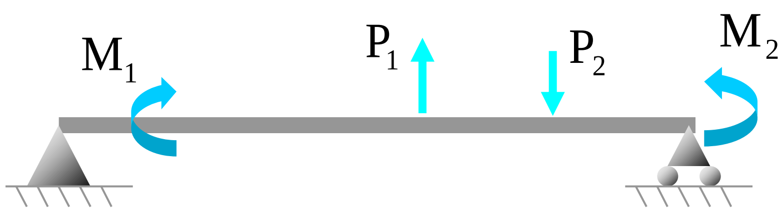
Pueden calcularse utilizando los métodos matemáticos

Ejemplo 2

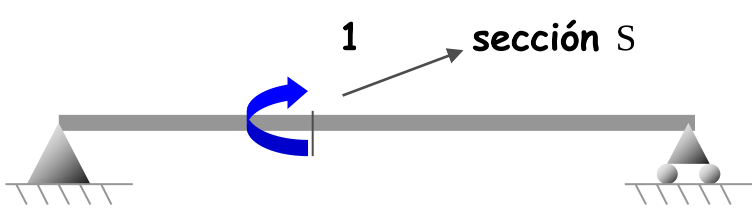
Calculo del giro en una sección de una viga biapoyada bajo acciones puntuales



Como no existe ningún momento sobre S, se altera la realidad suponiendo que actúan dos sistemas de carga:



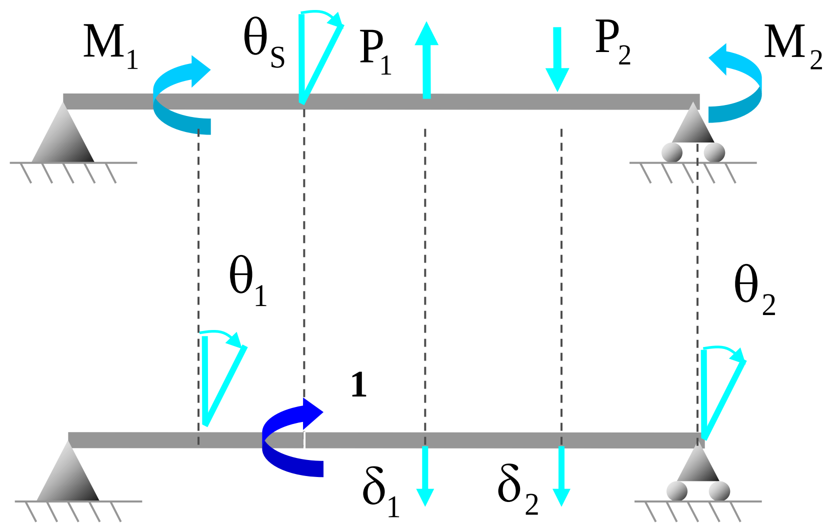
Sistema 1: las cargas reales



Sistema 2: un momento puntual aplicado en el lugar y en el sentido donde se desea conocer el giro

Aplicación del Teorema: para que el orden de aplicación de los dos sistemas no afecte el valor de la energía de deformación, se debe cumplir la siguiente reciprocidad de trabajos:

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$



$$\theta_S = M_1\theta_1 - P_1\delta_1 + P_2\delta_2 - M_2\theta_2$$

$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$ Pueden calcularse utilizando los métodos matemáticos

Teorema de Maxwell-Betti

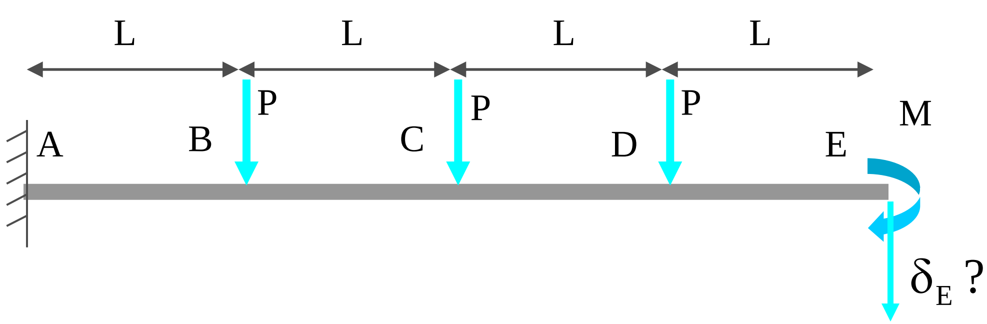
- Teorema de Maxwell-Betti
  - Definición
  - Demostración
  - Aplicaciones
    - Desplazamiento en cualquier sección
    - Giro en cualquier sección
  - Ejemplos
    - Ejemplo 1
    - Ejemplo 2

Teorema de Maxwell-Betti

Ejemplo 3

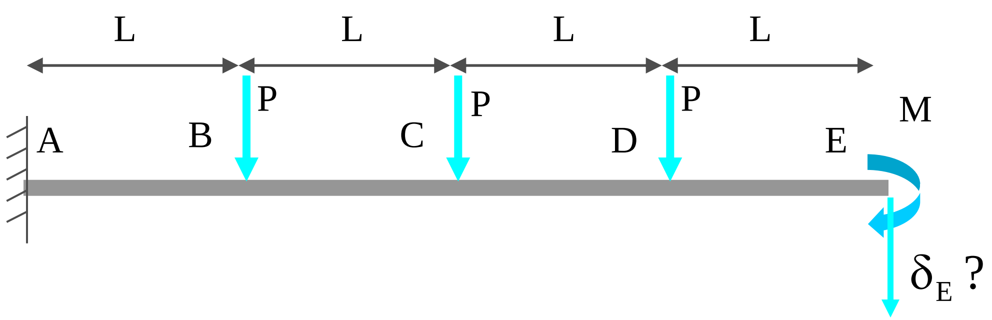
Ejemplo 3

Utilizando el Teorema de Maxwell-Betti y los Teoremas de área de momentos, obtener en el voladizo la flecha en E



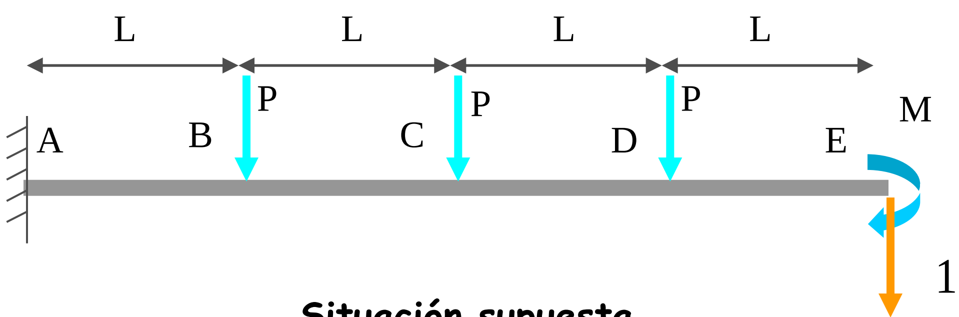
Ejemplo 3

Utilizando el Teorema de Maxwell-Betti y los Teoremas de área de momentos, obtener en el voladizo la flecha en E



Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

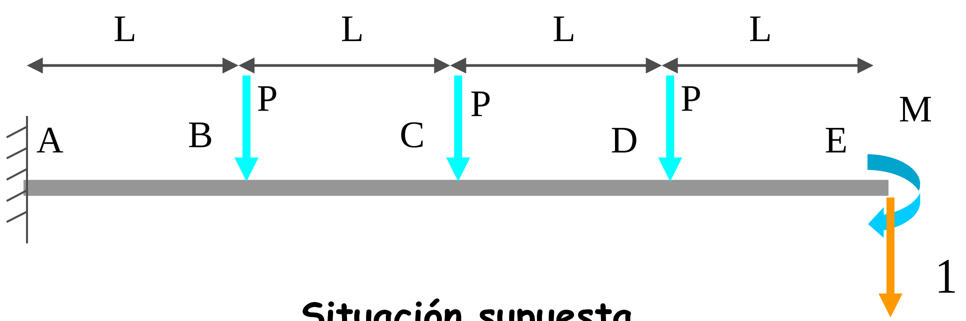
Ejemplo 3



Situación supuesta

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Ejemplo 3

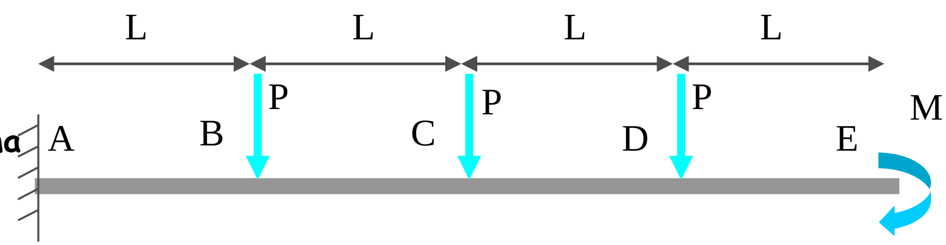


Situación supuesta

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

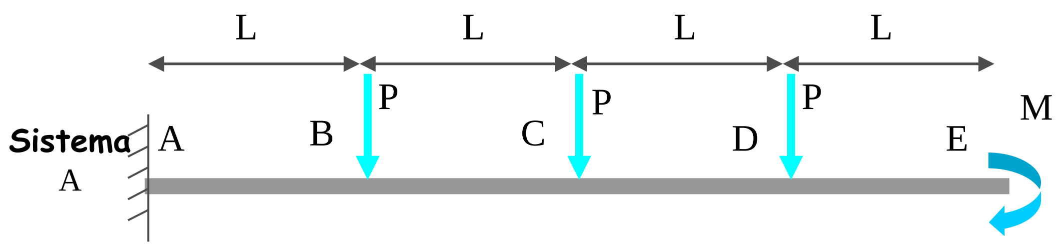
Ejemplo 3

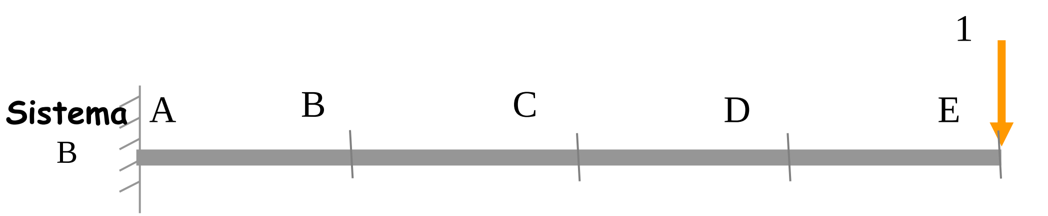


Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Ejemplo 3

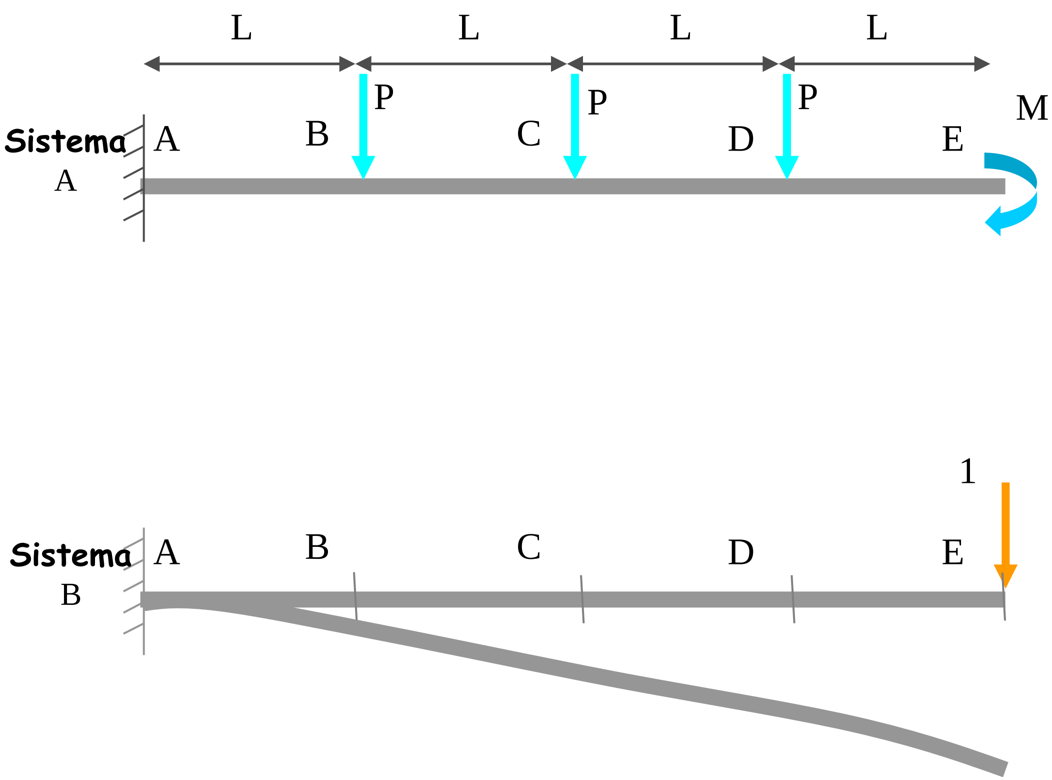




Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

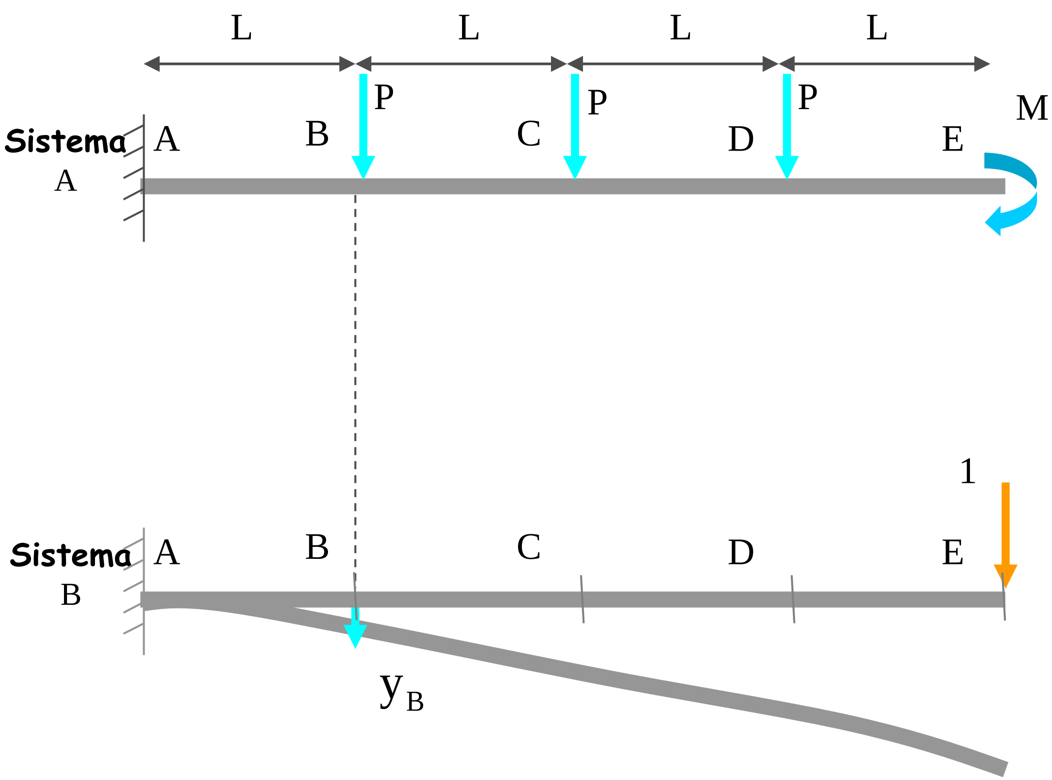
Ejemplo 3



Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

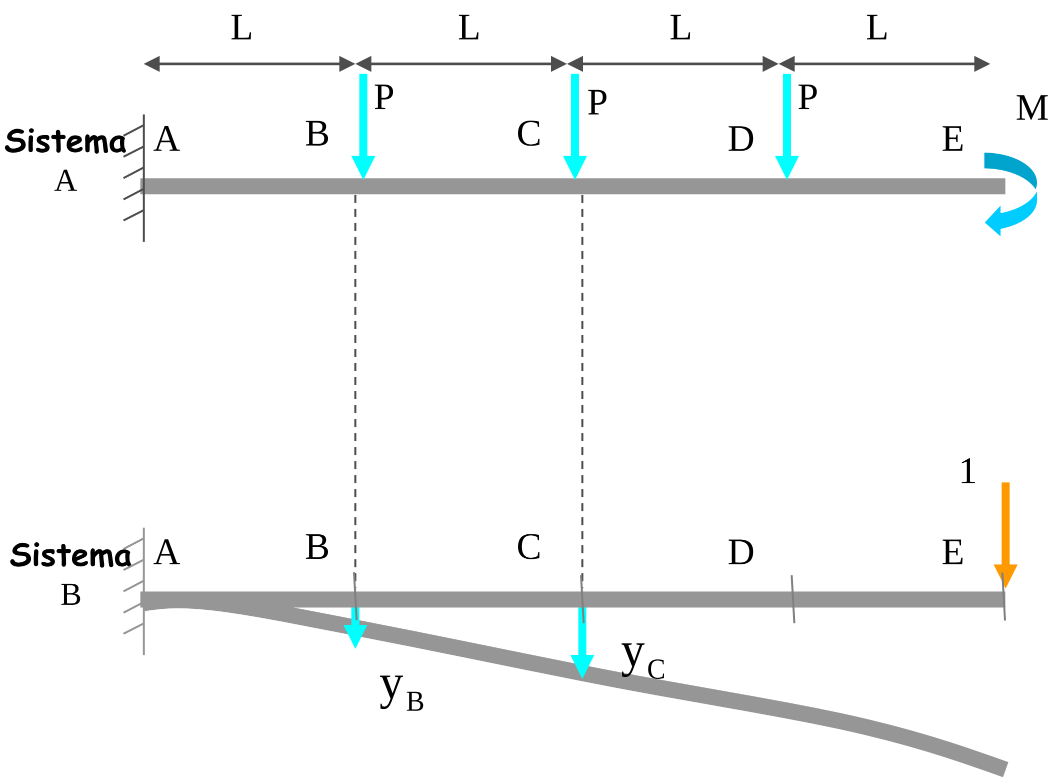
Ejemplo 3



Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

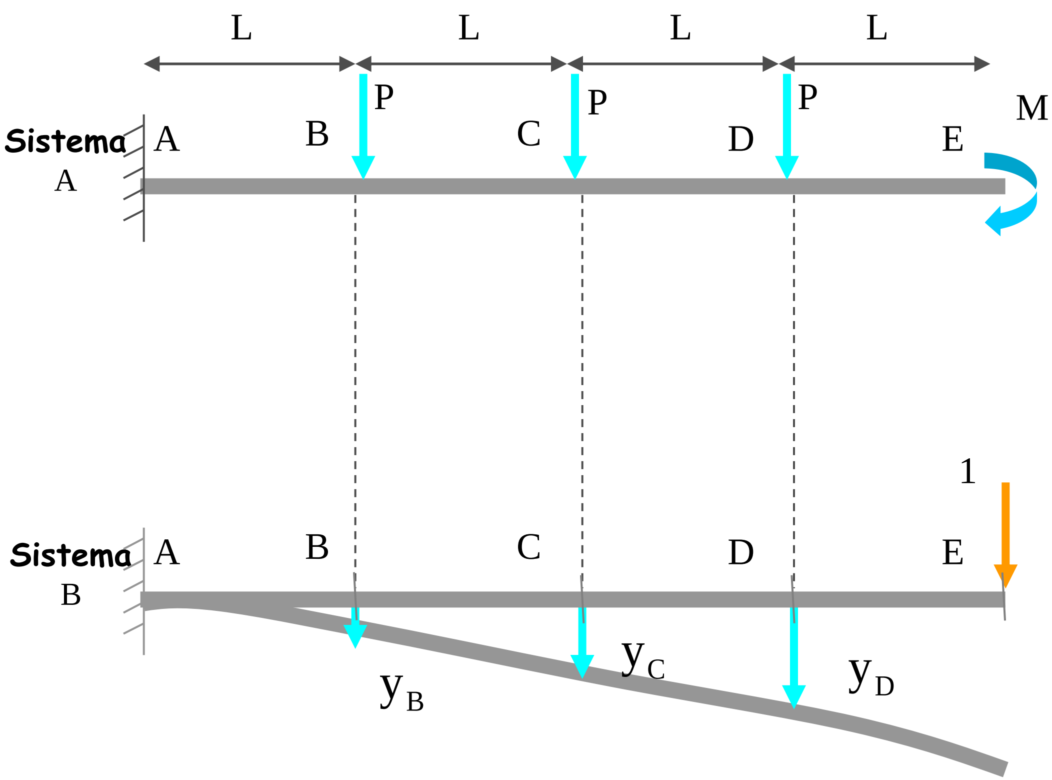
Ejemplo 3



Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

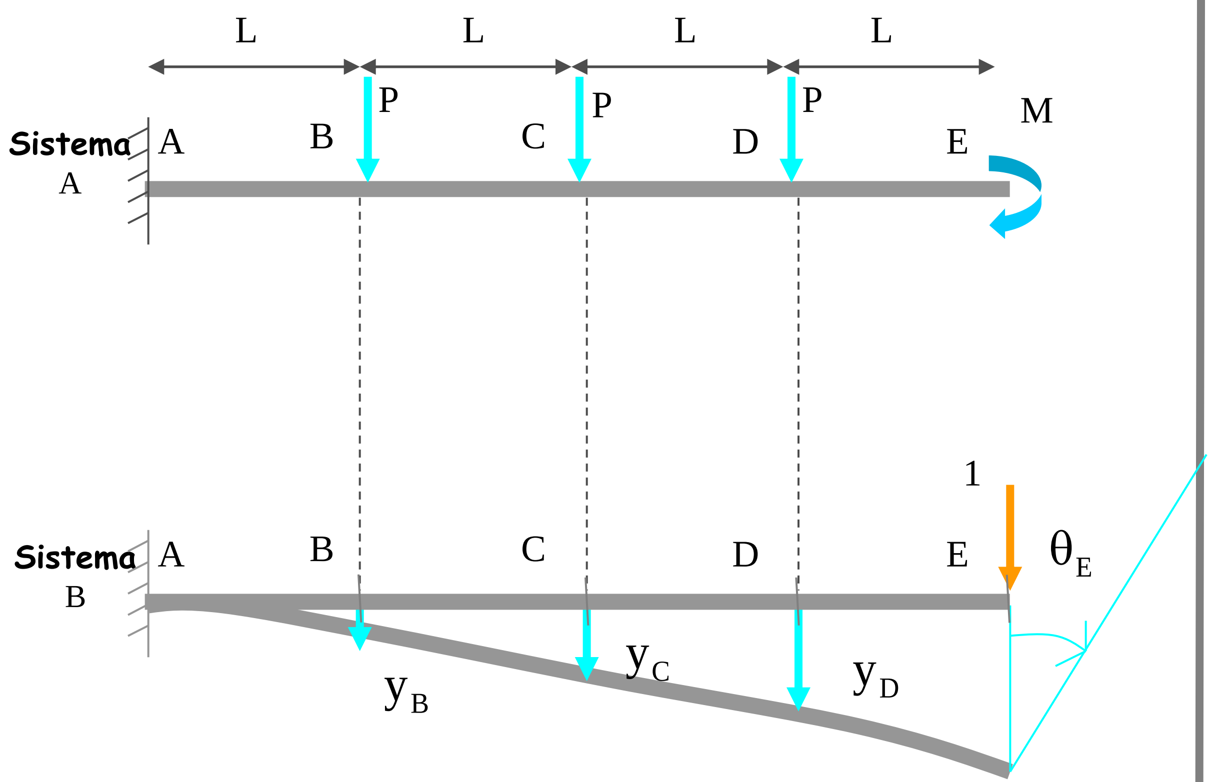
Ejemplo 3



Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

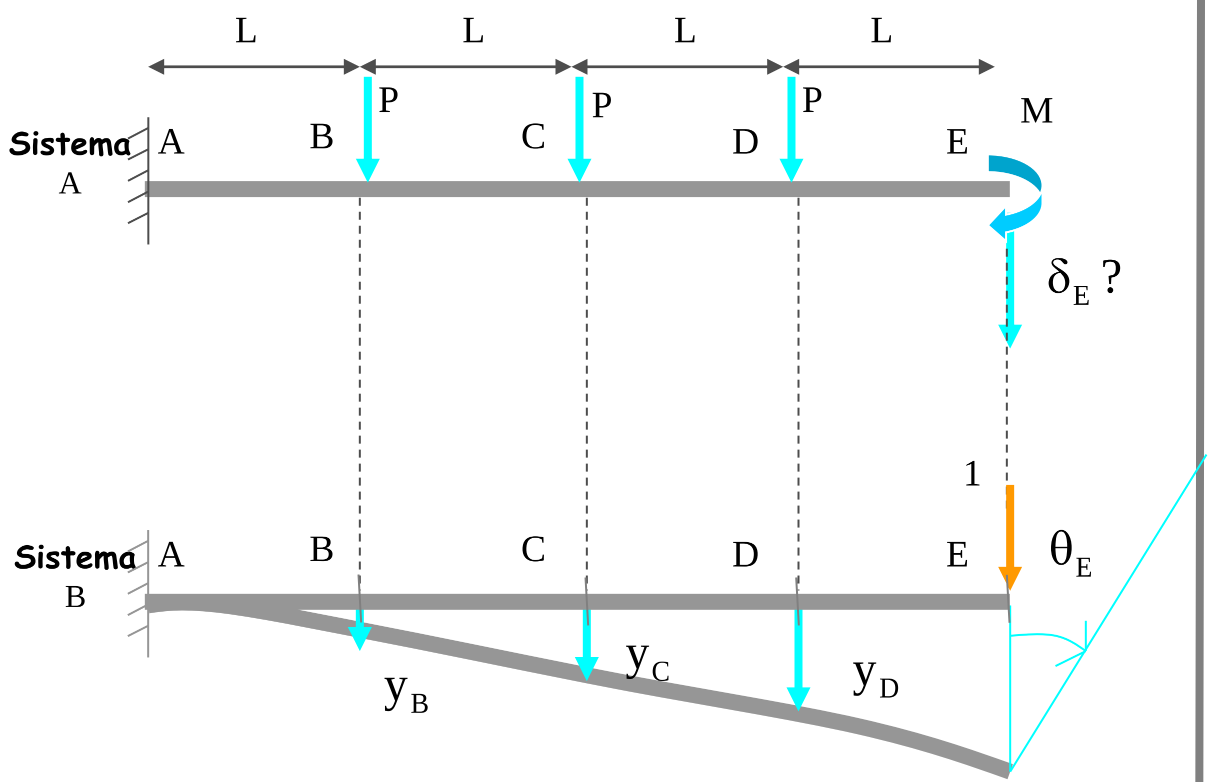
Ejemplo 3



Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

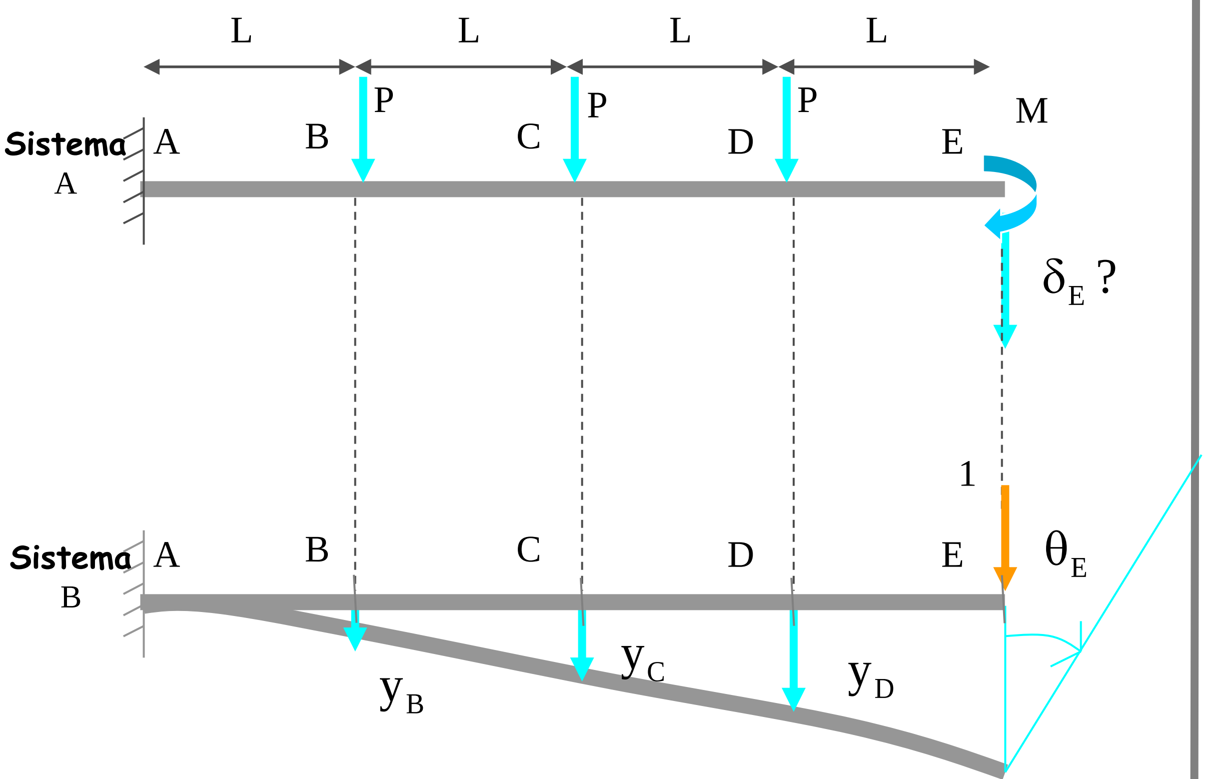
Ejemplo 3



Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Ejemplo 3

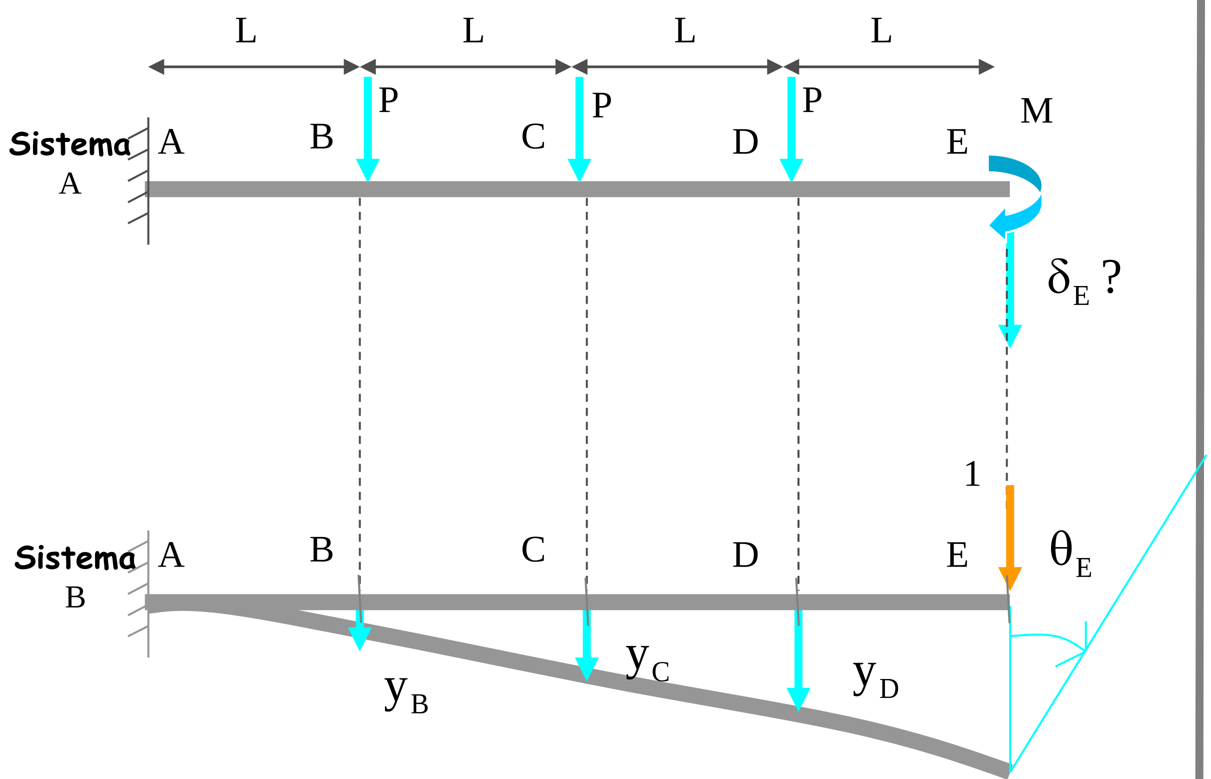


$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Ejemplo 3



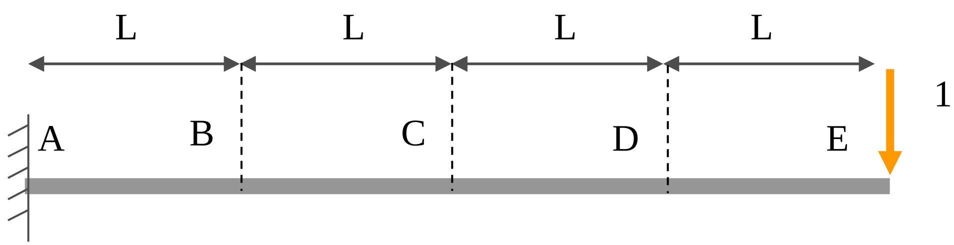
$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3

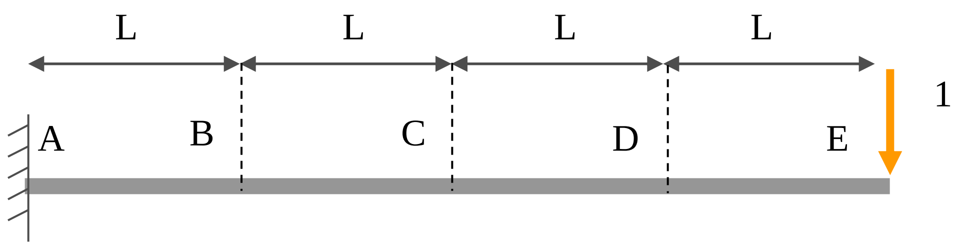


Diagrama de $\frac{M}{EI}$ en la estructura por la carga unitaria:

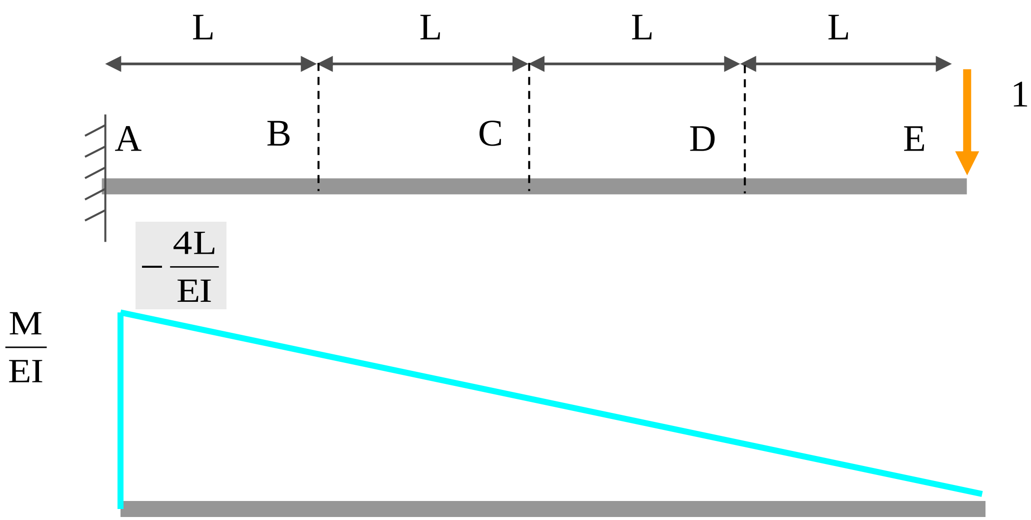
$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



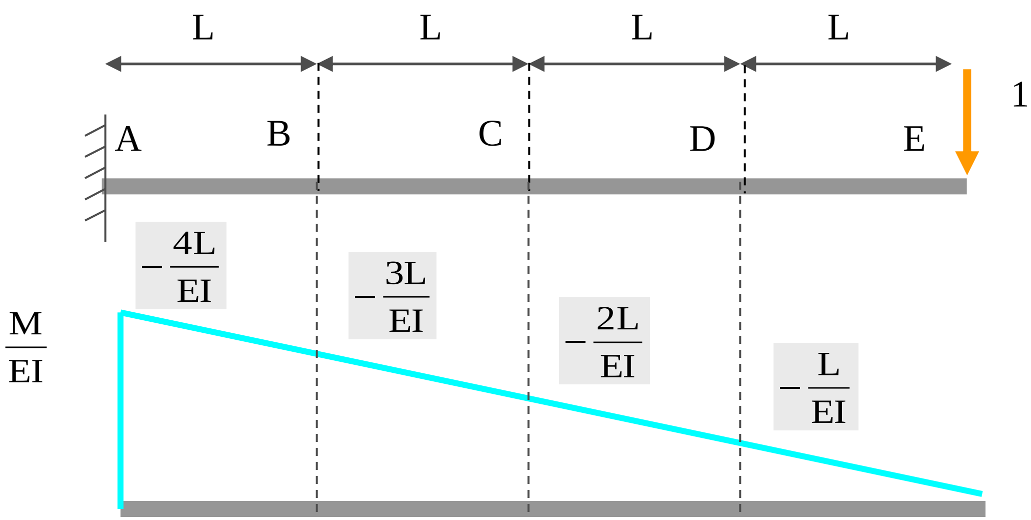
$$1\cdot\delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



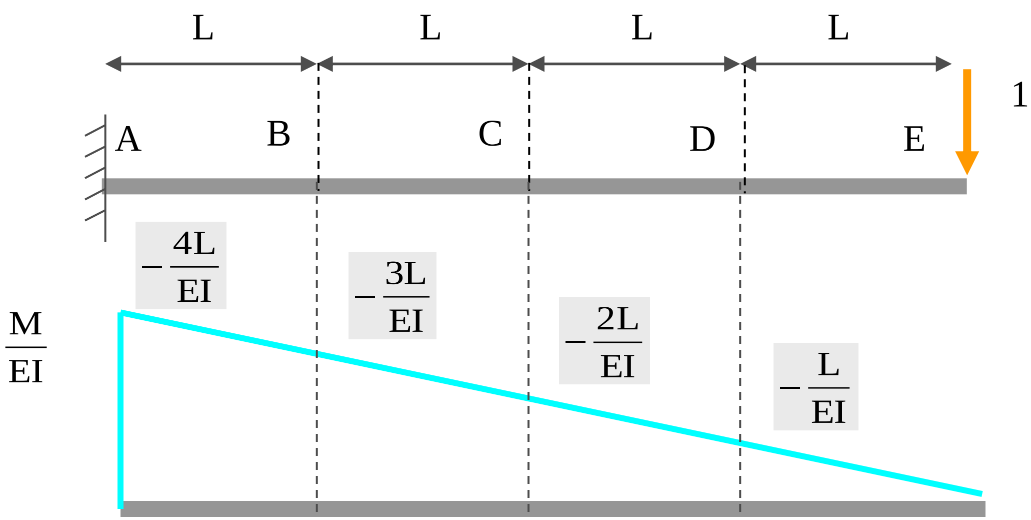
$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M \theta_E$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



Obtención de la flecha en B:

Aplicación del 2° Teorema de área de momentos entre las secciones A y B

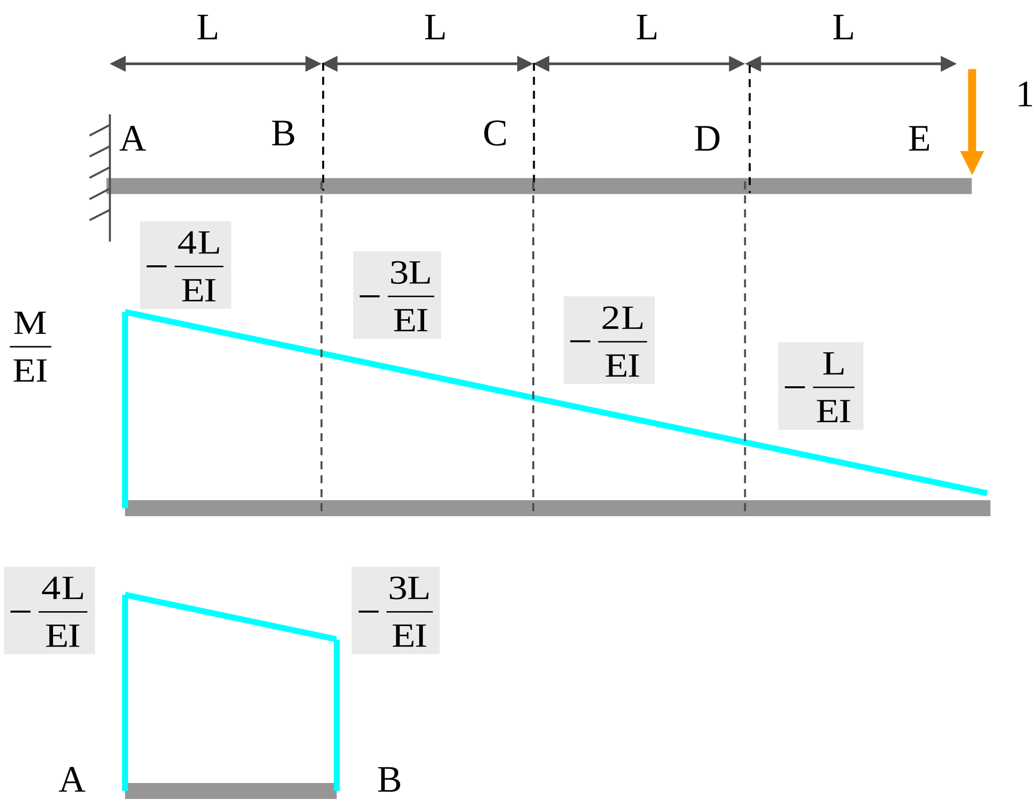
$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



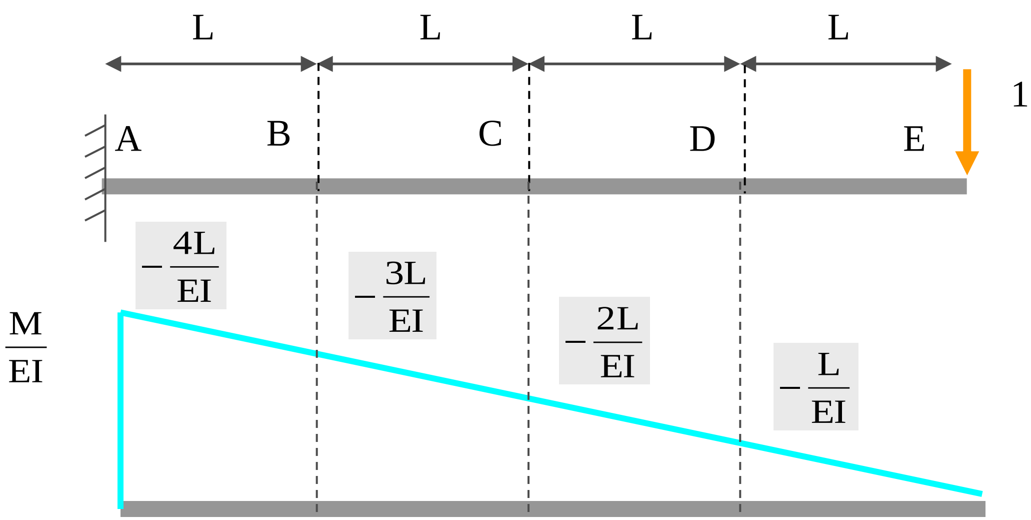
$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M \theta_E$$

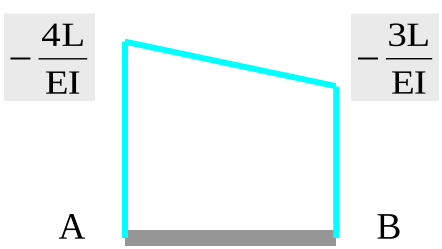
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3





$$y_B = y_A + \theta_A L_{AB} - A_{AB} x_{GB}$$

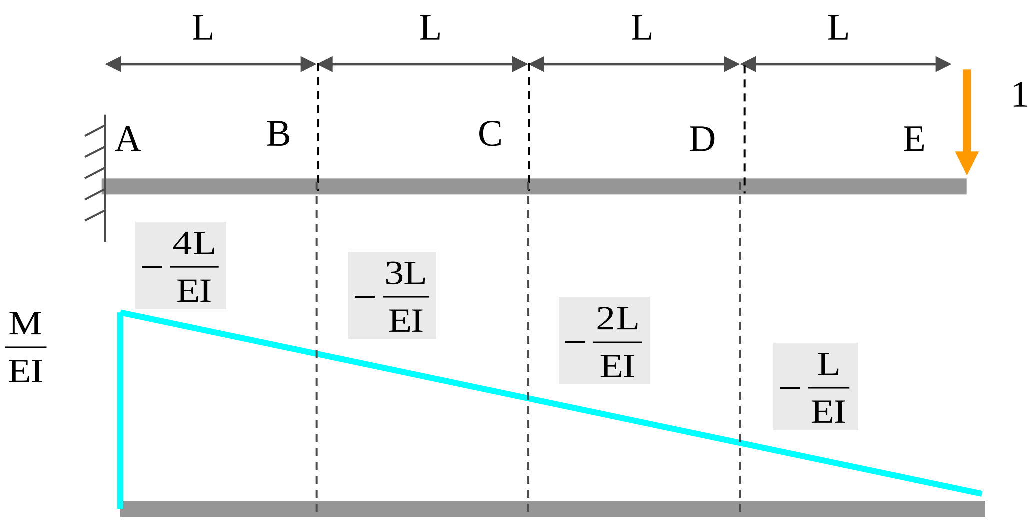
$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

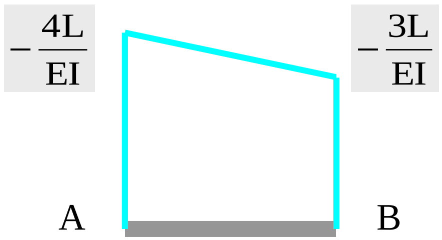
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3





$$y_B = y_A + \theta_A L_{AB} - A_{AB} x_{GB}$$

$$y_B = \frac{11L^3}{6EI}$$

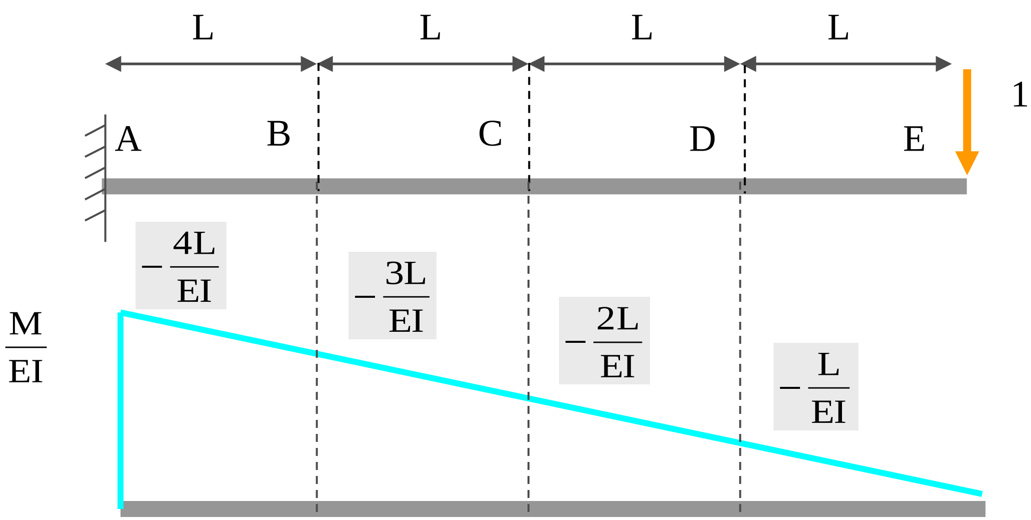
$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M \theta_E$$

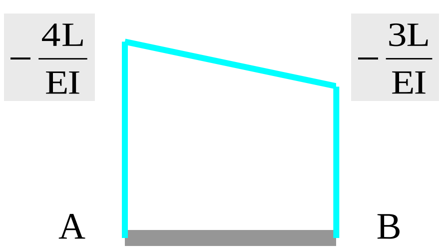
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3





$$y_B = y_A + \theta_A L_{AB} - A_{AB} x_{GB}$$

$$y_B = \frac{11L^3}{6EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

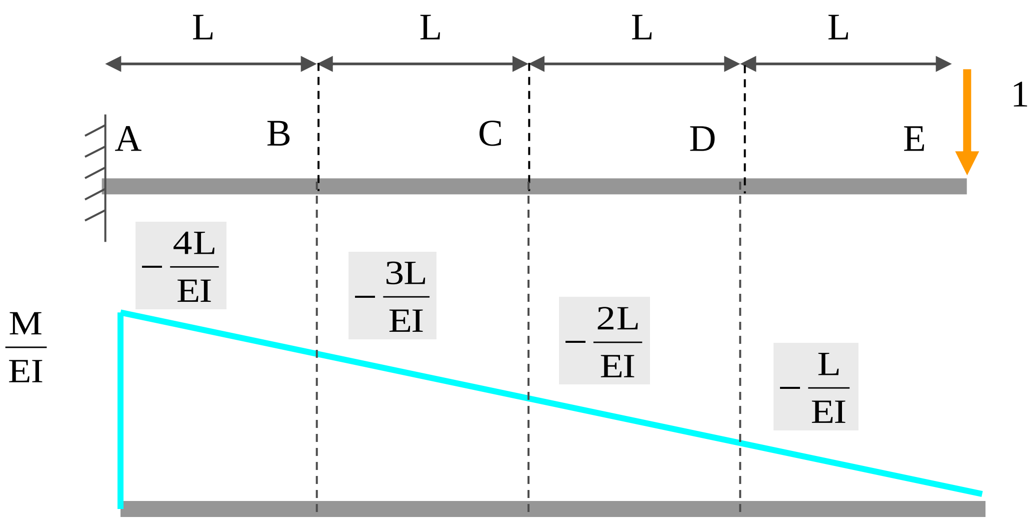
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

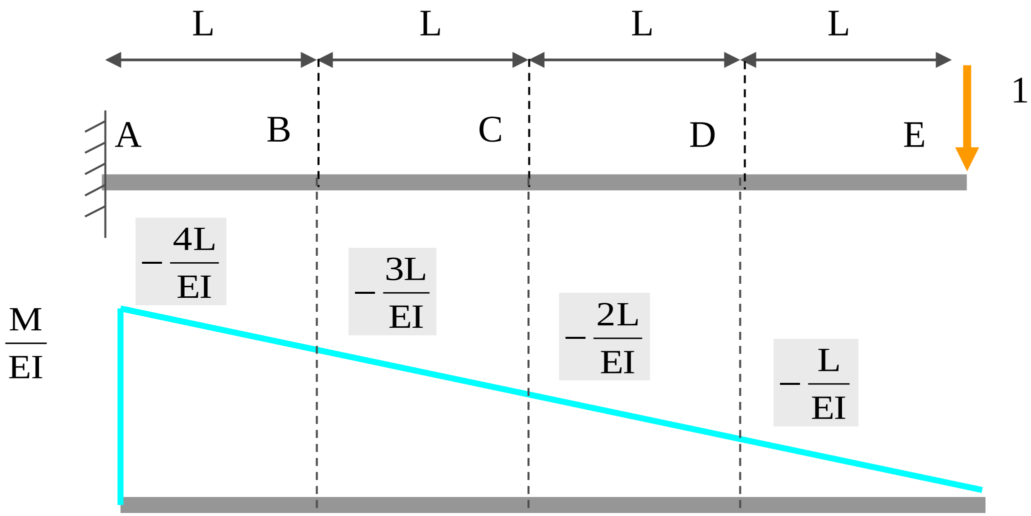
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



Obtención de la flecha en C**:**

Aplicación del 2º Teorema de área de momentos entre las secciones A **y** C

$$1\cdot\delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

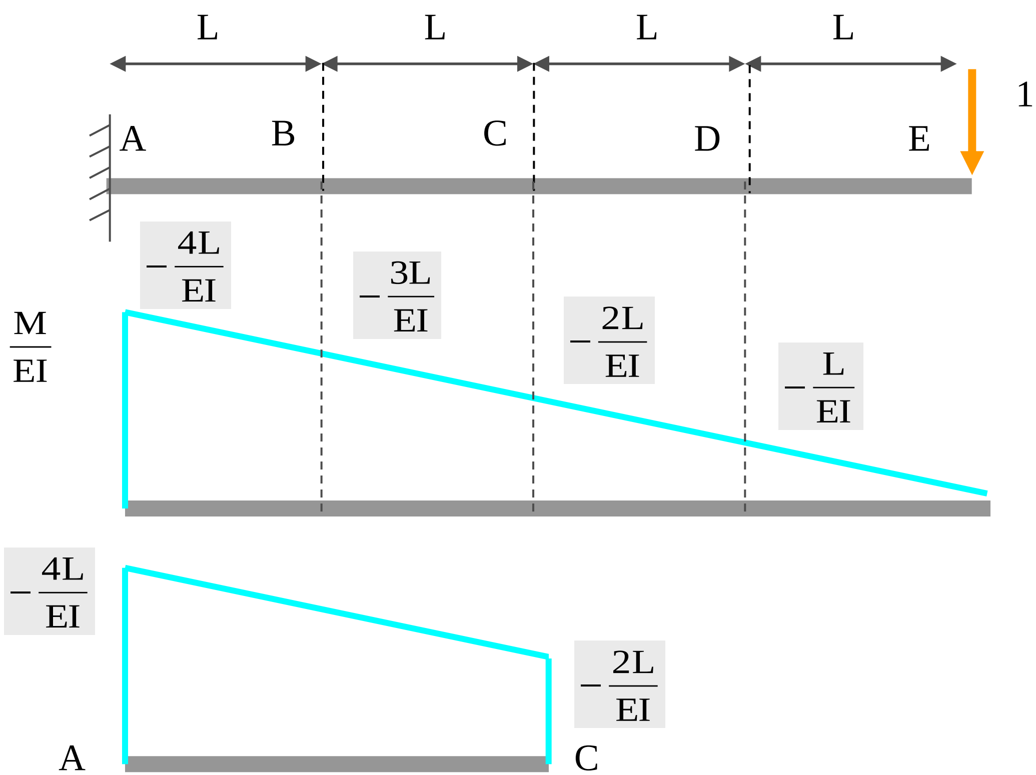
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E**, orientada según el movimiento de la flecha**

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A **y la carga unitaria forma el** B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M \theta_E$$

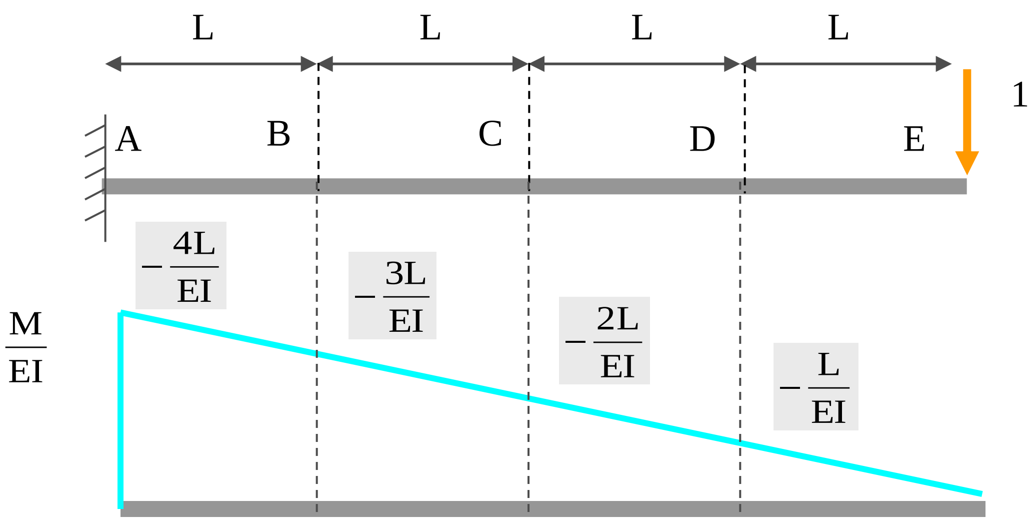
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI}$$

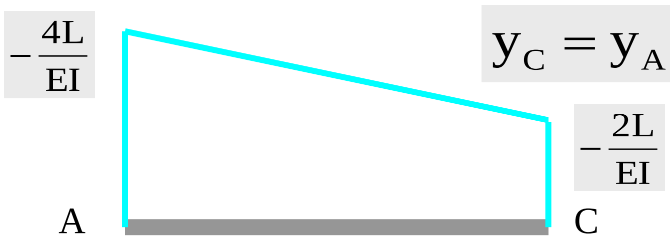
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3





$$y_C = y_A + \theta_A L_{AC} - A_{AC} x_{GC}$$

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M \theta_E$$

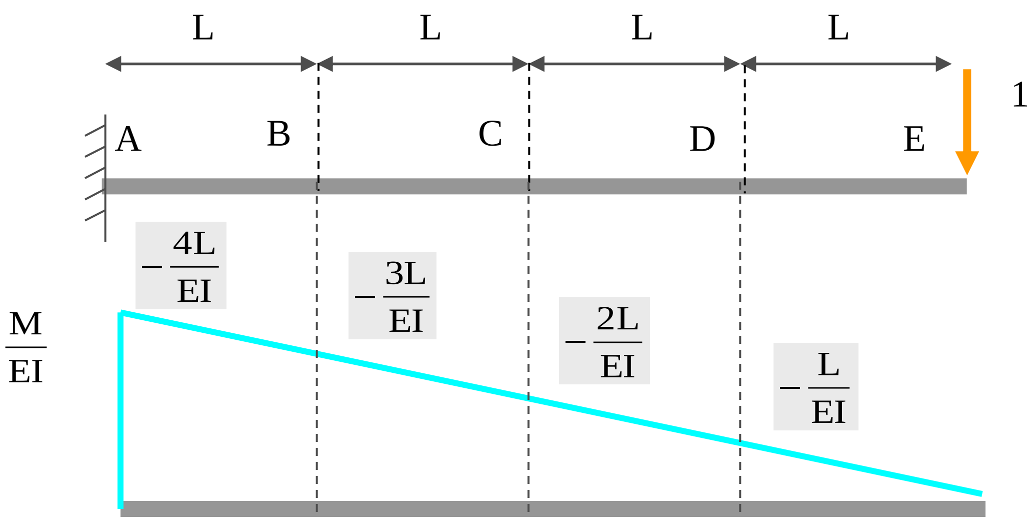
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI}$$

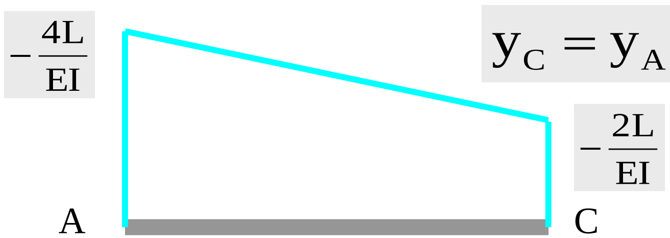
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3





$$y_C = y_A + \theta_A L_{AC} - A_{AC} x_{GC}$$

$$y_C = \frac{20L^3}{3EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

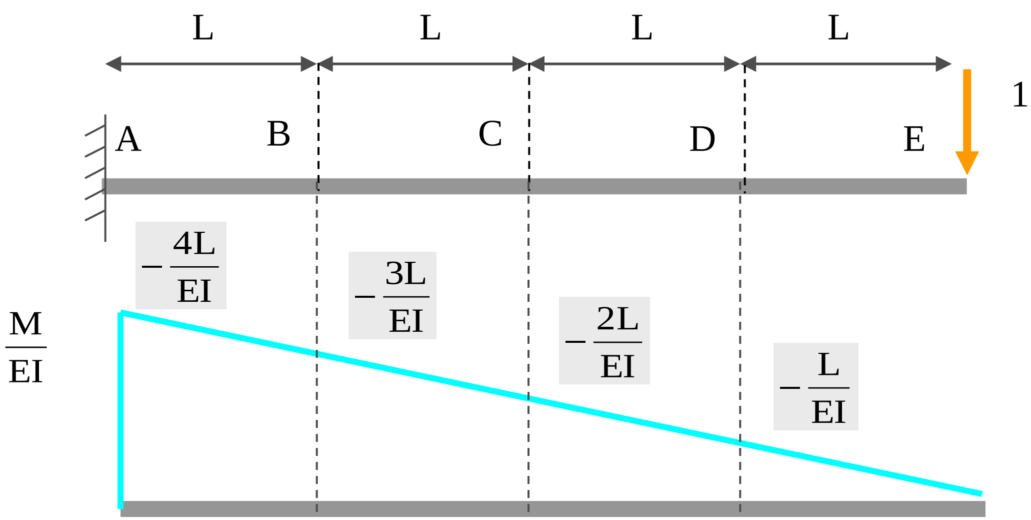
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI}$$

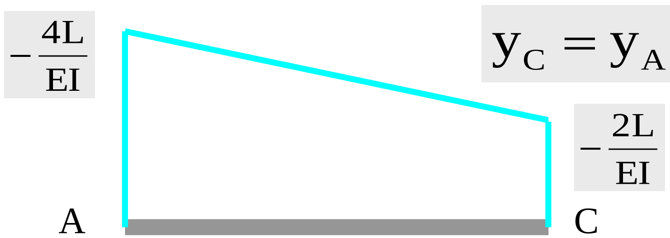
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3





$$y_C = y_A + \theta_A L_{AC} - A_{AC} x_{GC}$$

$$y_C = \frac{20L^3}{3EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

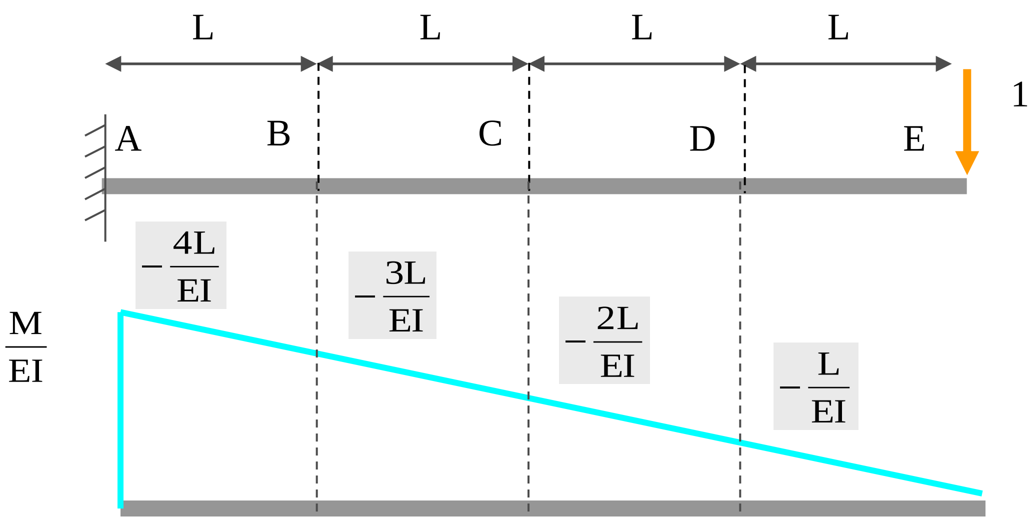
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

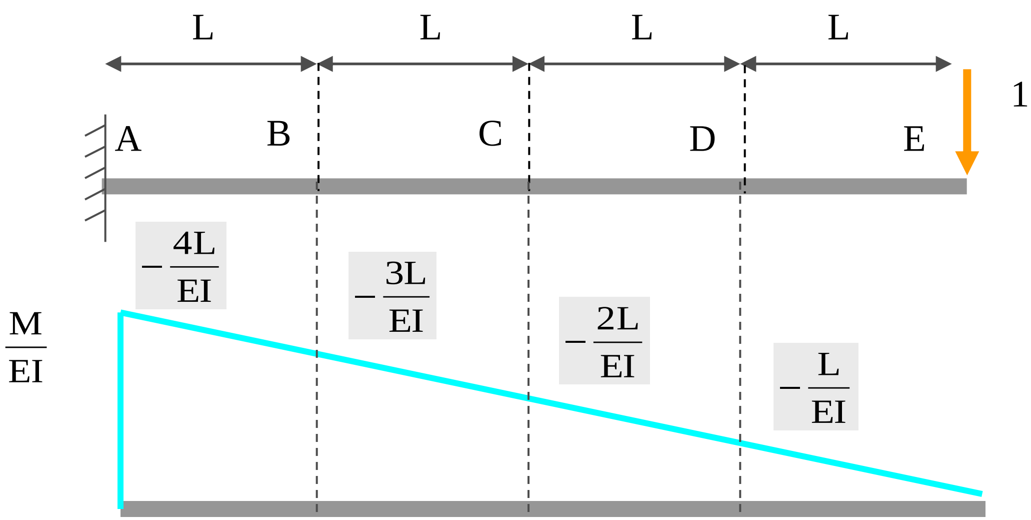
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



Obtención de la flecha en D:

Aplicación del 2° Teorema de área de momentos entre las secciones A y D

$$1\cdot\delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

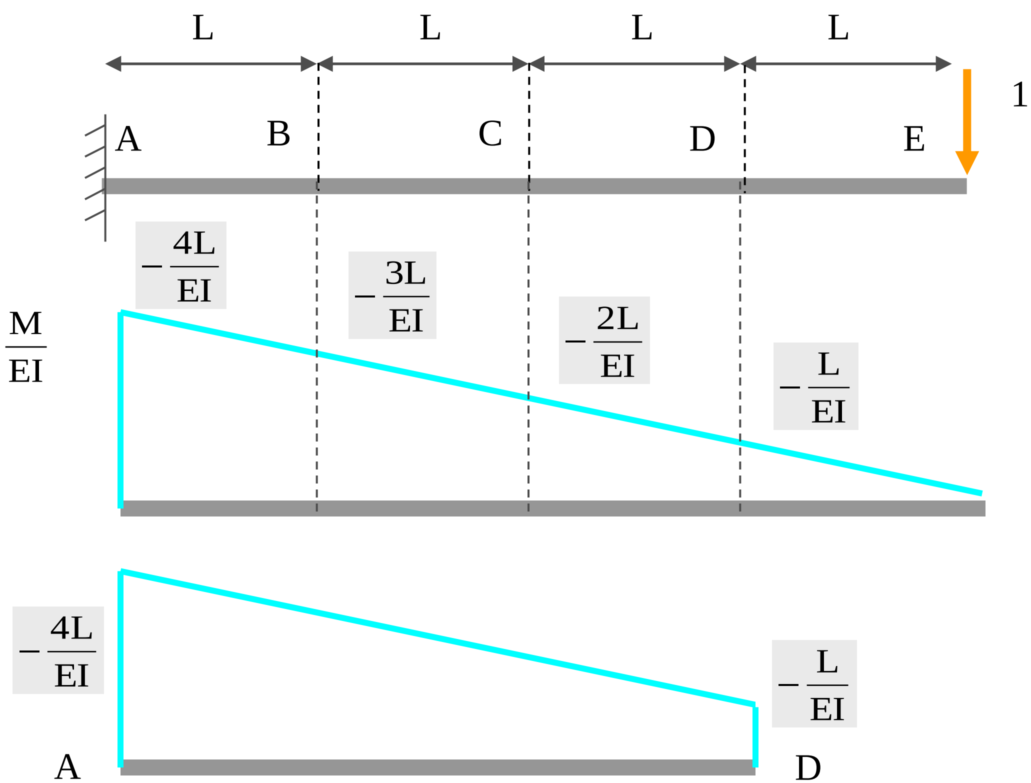
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

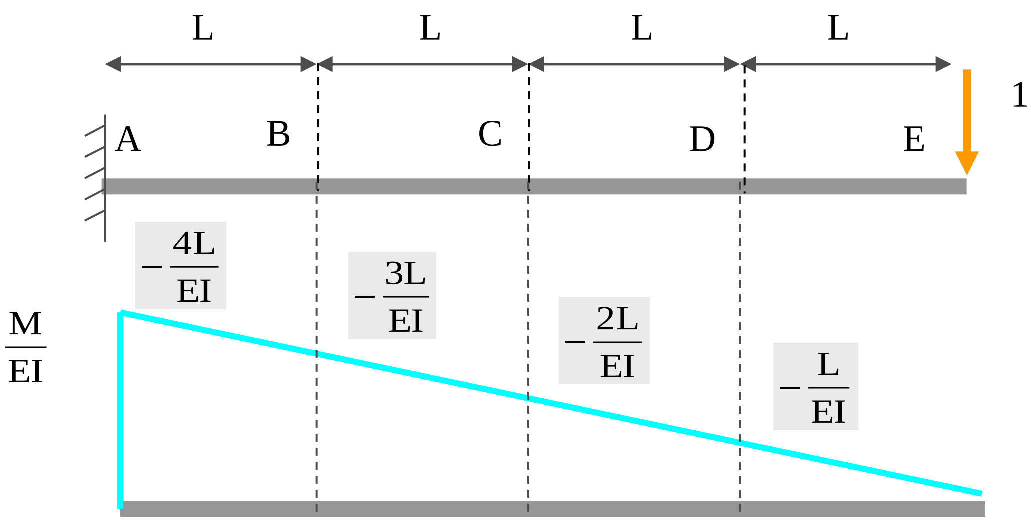
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

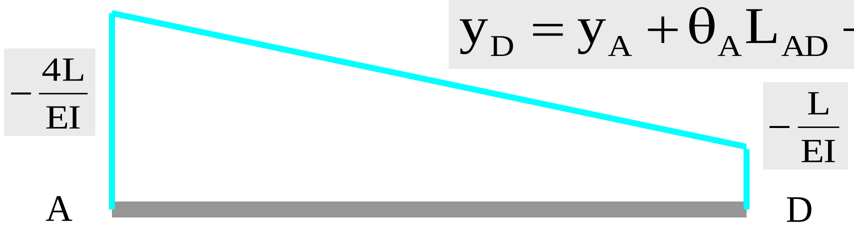
Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$y_D = y_A + \theta_A L_{AD} - A_{AD} x_{GD}$$



$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M \theta_E$$

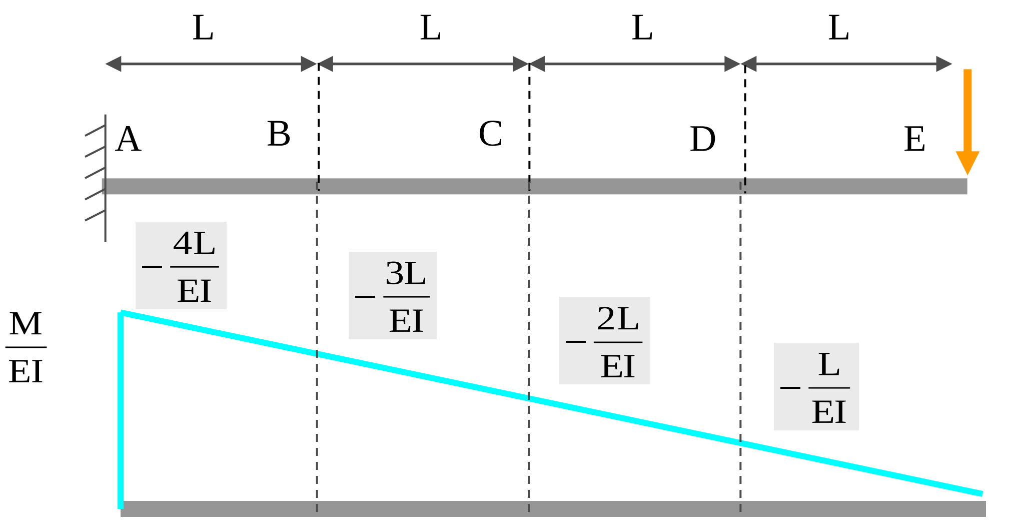
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

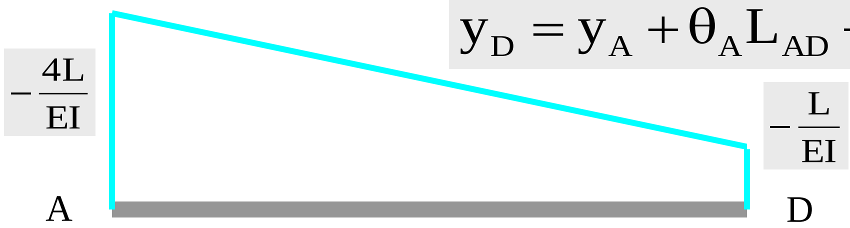
Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$y_D = y_A + \theta_A L_{AD} - A_{AD} x_{GD}$$



$$y_D = \frac{27L^3}{2EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

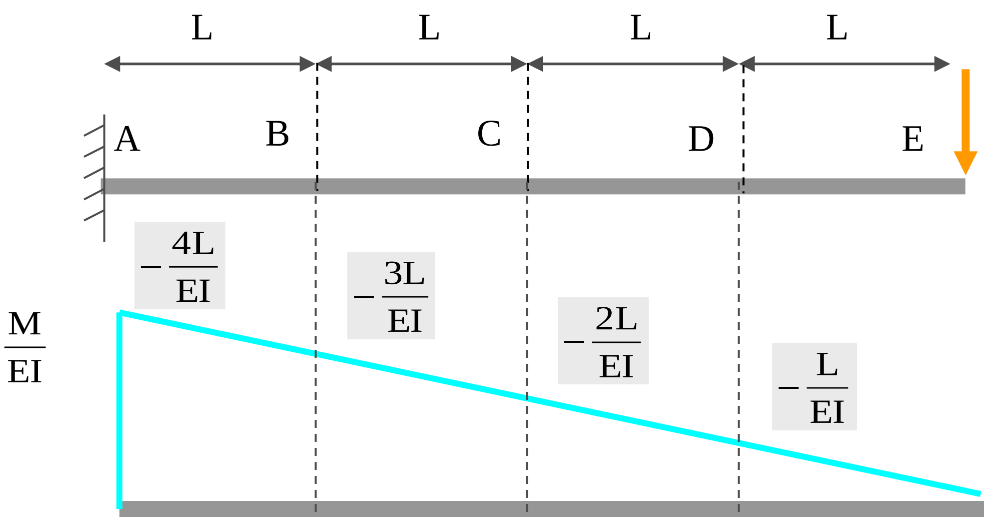
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI}$$

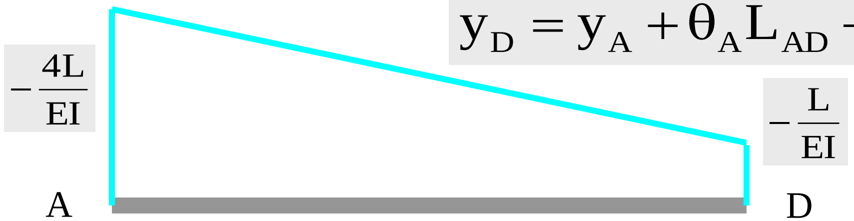
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3





$$y_D = y_A + \theta_A L_{AD} - A_{AD} x_{GD}$$

$$y_D = \frac{27L^3}{2EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

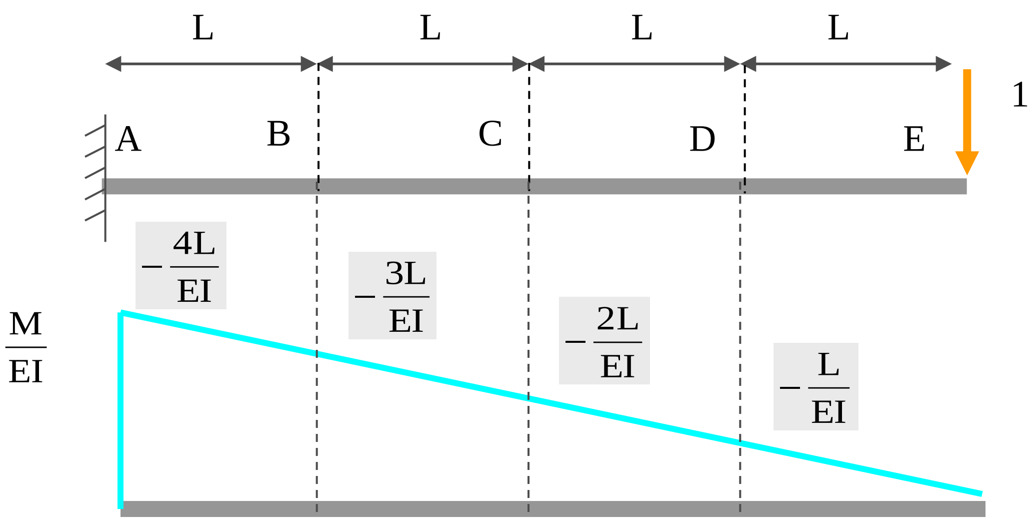
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$1\cdot\delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

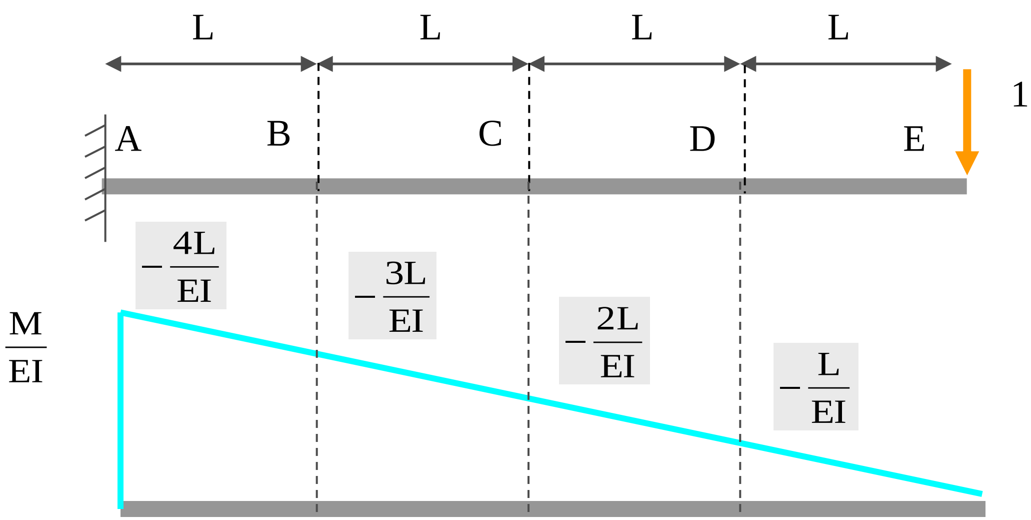
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



Obtención del giro en E:

Aplicación del 1° Teorema de área de momentos entre las secciones A y E

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

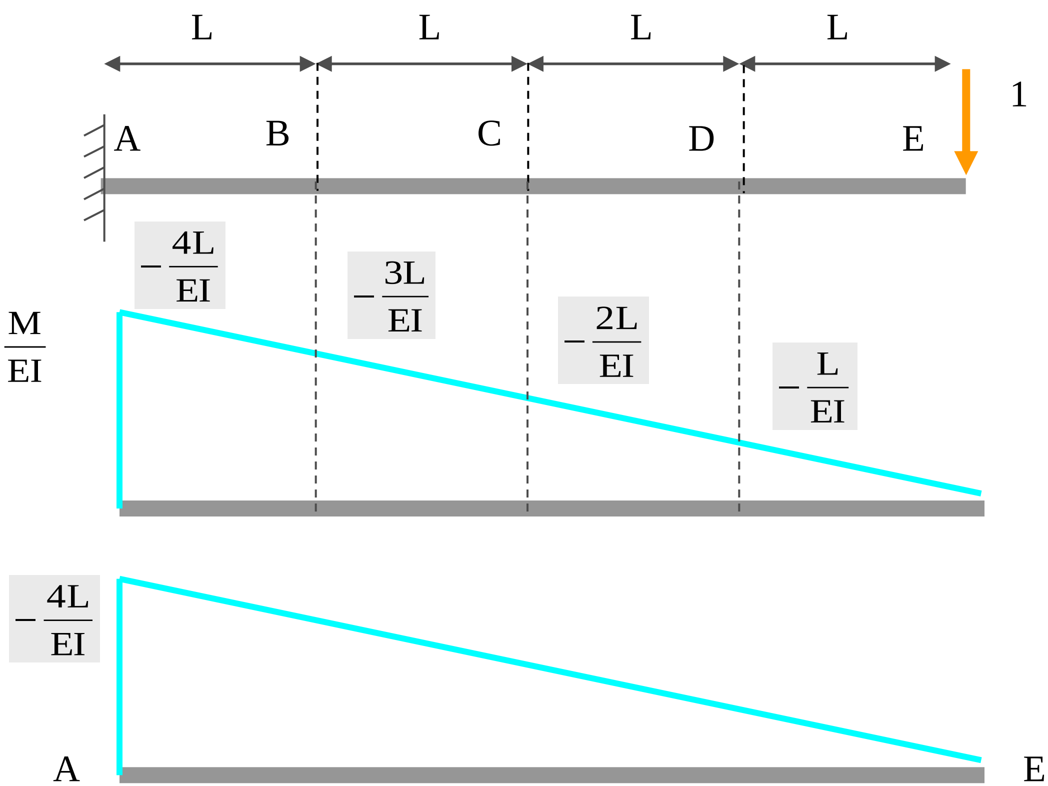
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

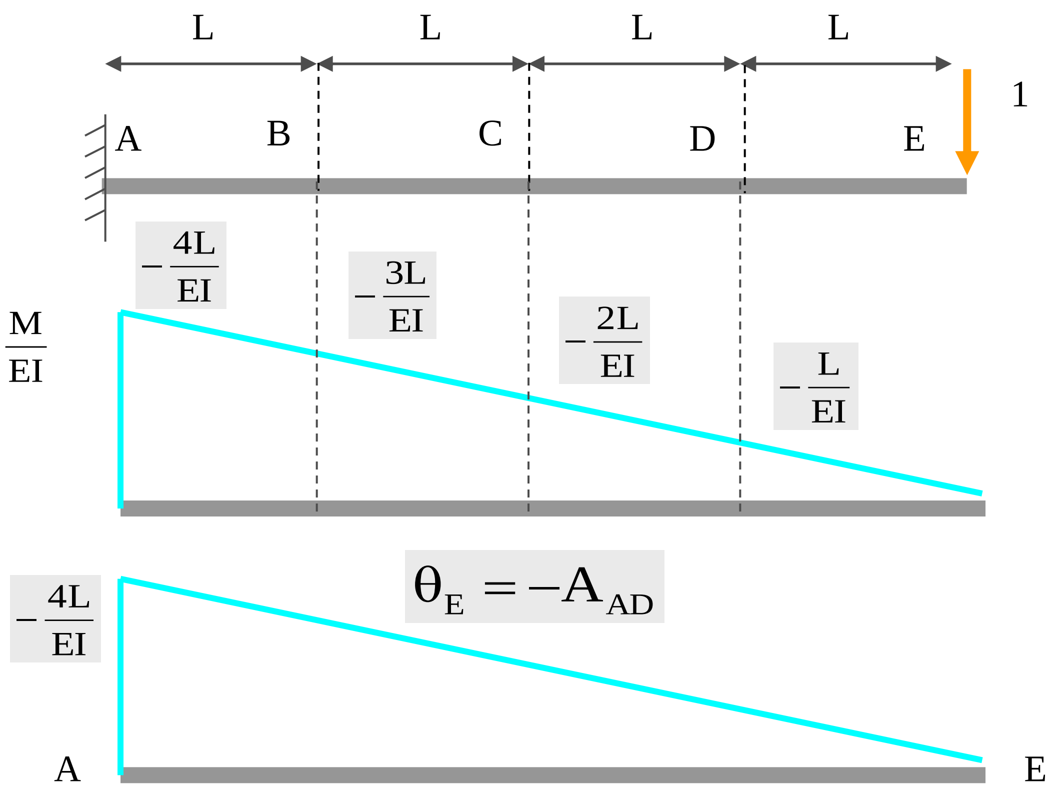
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$\theta_E = -A_{AD}$$

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

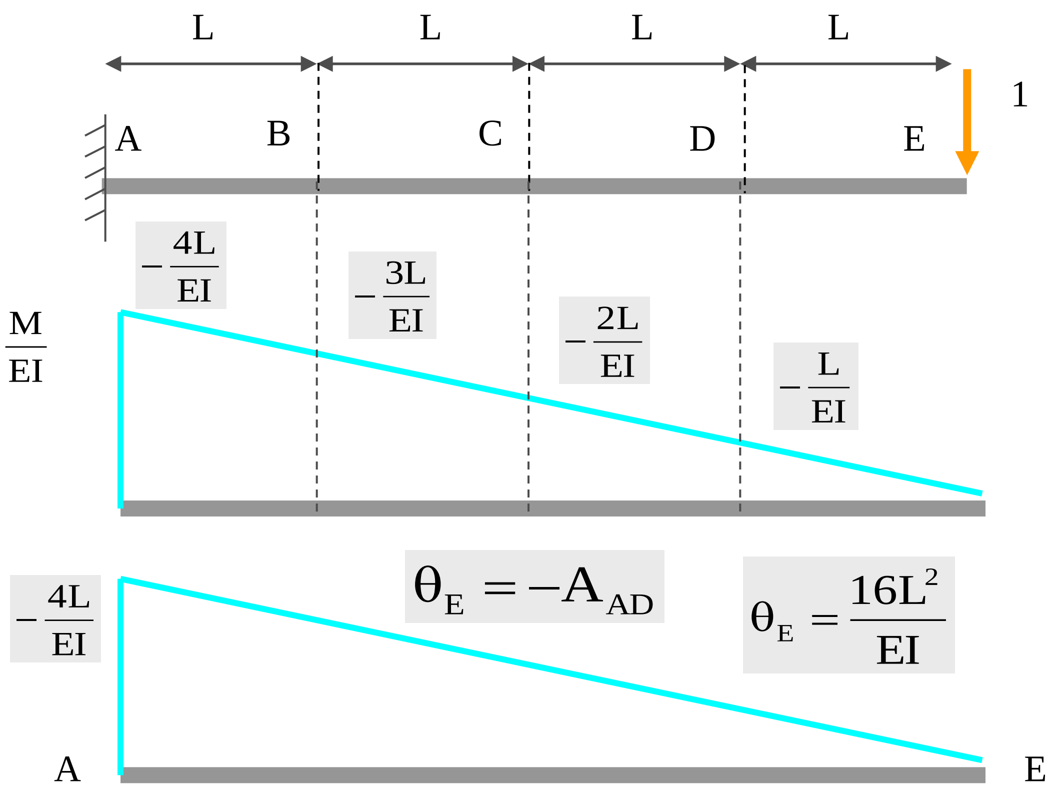
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$\theta_E = -A_{AD}$$

$$\theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

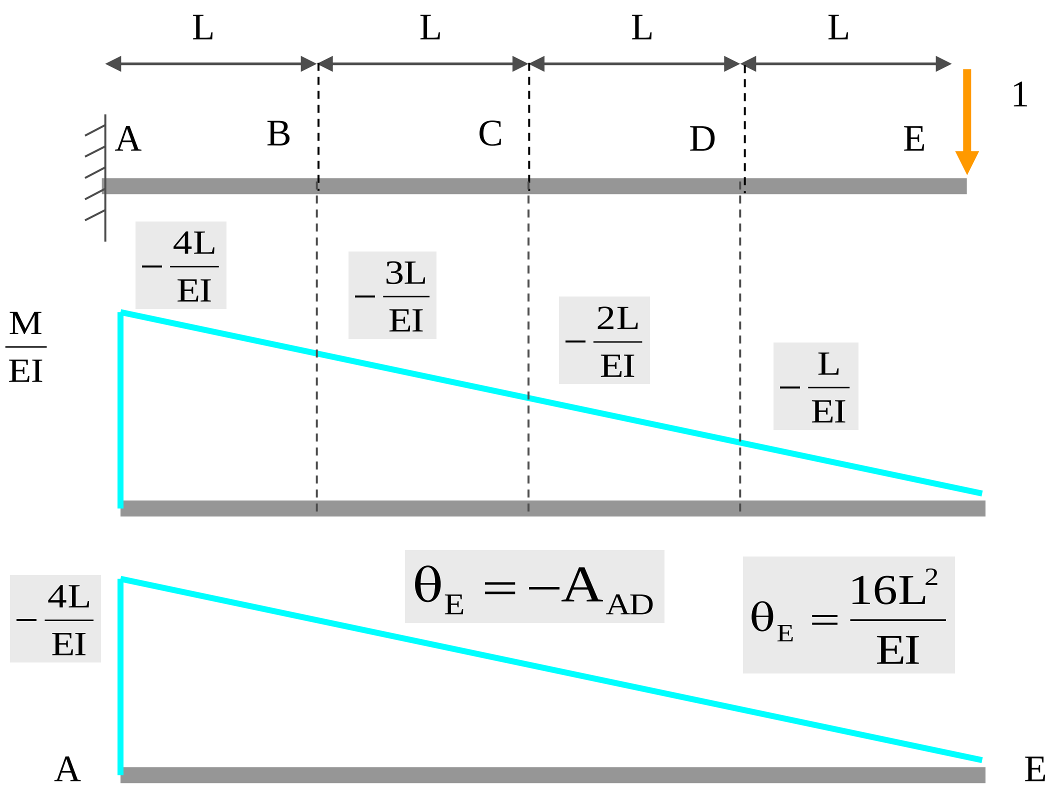
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$\theta_E = -A_{AD}$$

$$\theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = P y_B + P y_C + P y_D + M\theta_E$$

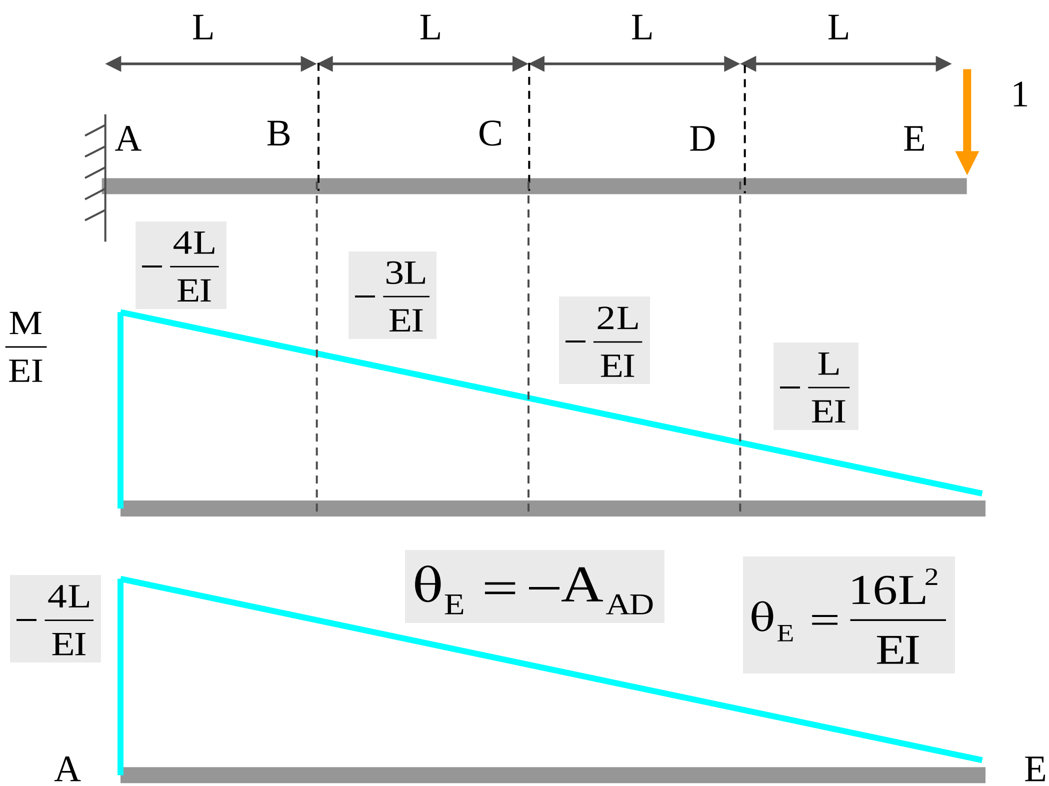
$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI} \qquad \theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Ejemplo 3



$$\theta_E = -A_{AD}$$

$$\theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI} \qquad \theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

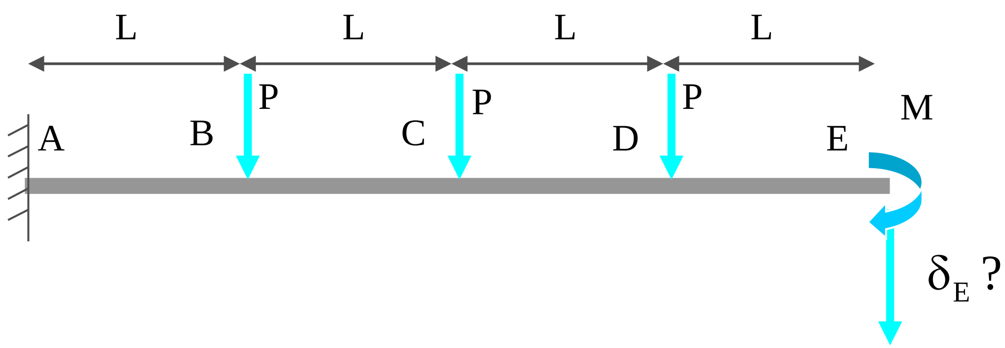
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Obtener la flecha aplicando la ecuación deducida del Teorema de Maxwell-Betti

Ejemplo 3



$$1\cdot\delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \quad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \quad y_D = \frac{27L^3}{2EI} \quad \theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

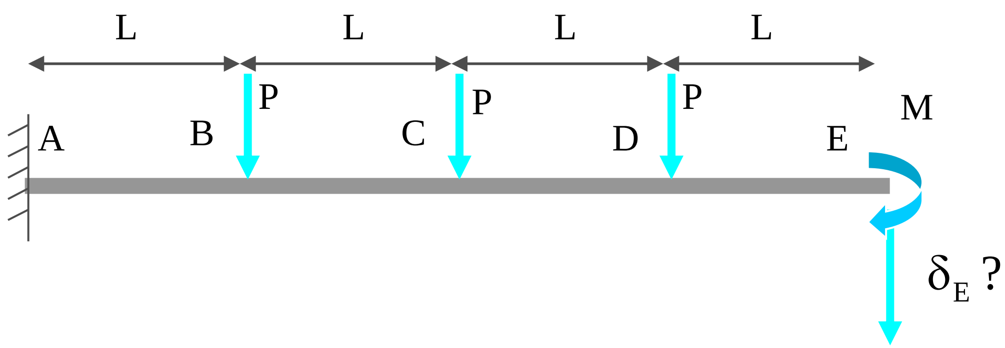
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Obtener la flecha aplicando la ecuación deducida del Teorema de Maxwell-Betti

Ejemplo 3



$$\delta_E = \frac{22PL^3}{EI} + \frac{16ML^2}{EI}$$

$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \qquad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \qquad y_D = \frac{27L^3}{2EI} \qquad \theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

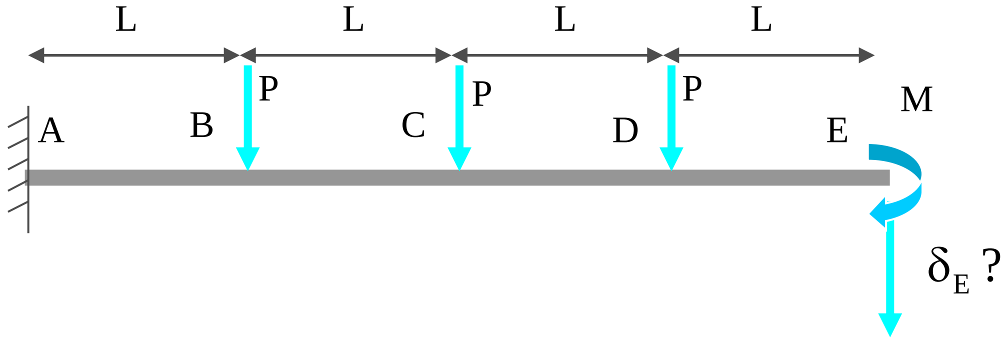
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Obtener la flecha aplicando la ecuación deducida del Teorema de Maxwell-Betti

Ejemplo 3



$$\delta_E = \frac{22PL^3}{EI} + \frac{16ML^2}{EI}$$

Por ser positiva, el sentido de la flecha coincide con el de la carga unitaria

$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \quad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \quad y_D = \frac{27L^3}{2EI} \quad \theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

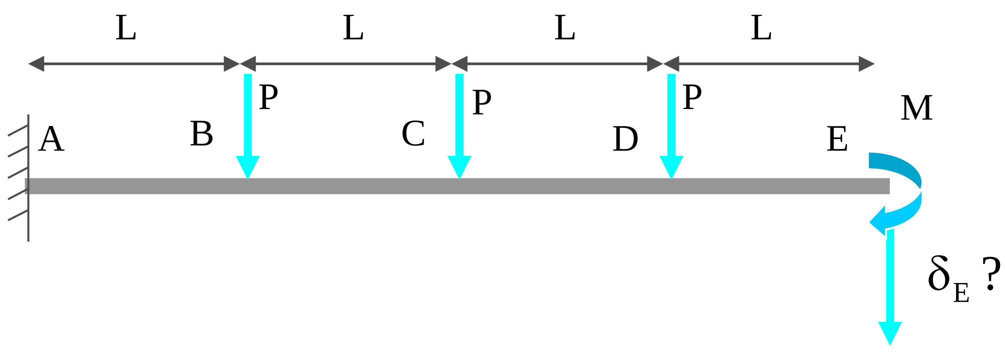
Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Obtener la flecha aplicando la ecuación deducida del Teorema de Maxwell-Betti

Ejemplo 3



$$\delta_E = \frac{22PL^3}{EI} + \frac{16ML^2}{EI}$$

Por ser positiva, el sentido de la flecha coincide con el de la carga unitaria

$$1 \cdot \delta_E = Py_B + Py_C + Py_D + M\theta_E$$

$$y_B = \frac{11L^3}{6EI} \quad y_C = \frac{20L^3}{3EI} \quad y_D = \frac{27L^3}{2EI} \quad \theta_E = \frac{16L^2}{EI}$$

Suponer que existe también una acción unitaria aplicada en E, orientada según el movimiento de la flecha

Aplicar el Teorema suponiendo que las acciones reales forman el sistema A y la carga unitaria forma el B

Obtener los valores de los desplazamientos y giros de la ecuación utilizando los Teoremas de área de momentos

Obtener la flecha aplicando la ecuación deducida del Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración
- Aplicaciones
  - Desplazamiento en cualquier sección
  - Giro en cualquier sección
- Ejemplos
  - Ejemplo 1
  - Ejemplo 2
  - Ejemplo 3
- Observaciones

Teorema de Maxwell-Betti

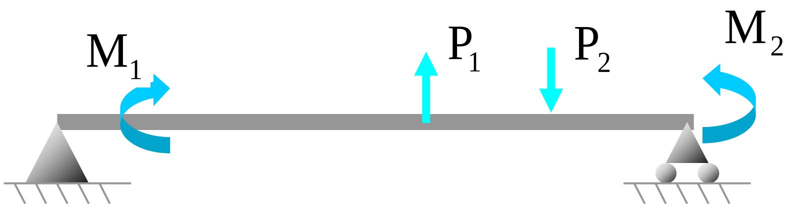
Observación 1

Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales

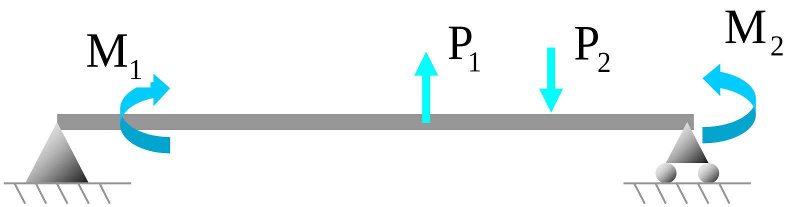
Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



Observación 1

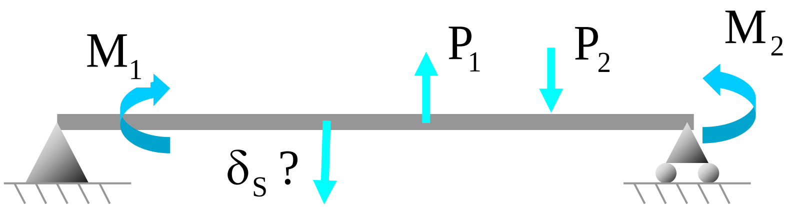
Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



Cálculo del desplazamiento de una sección S

Observación 1

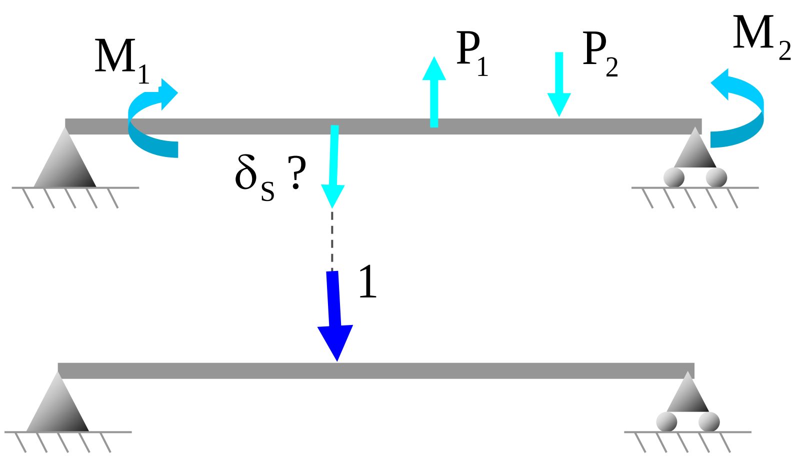
Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



Cálculo del desplazamiento de una sección S

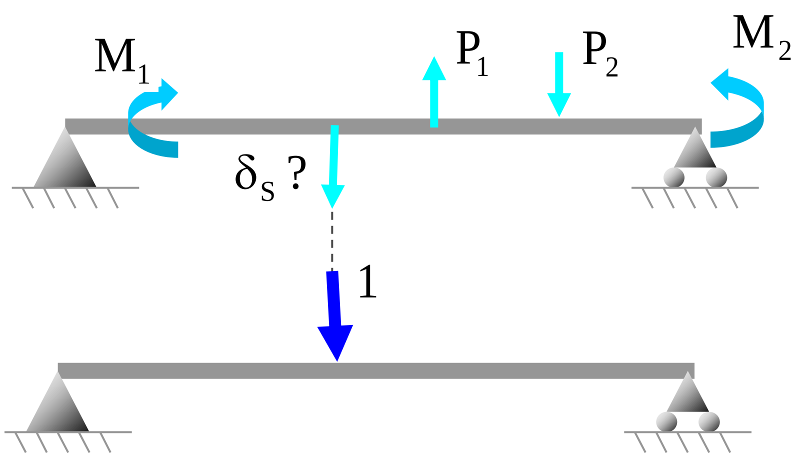
Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



Observación 1

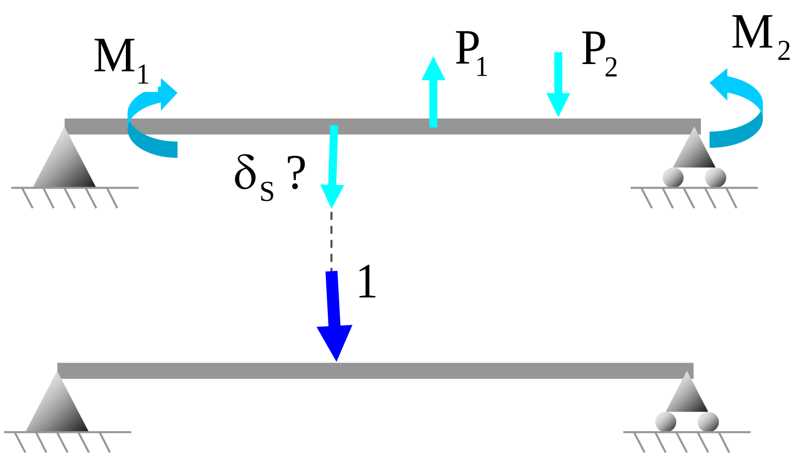
Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



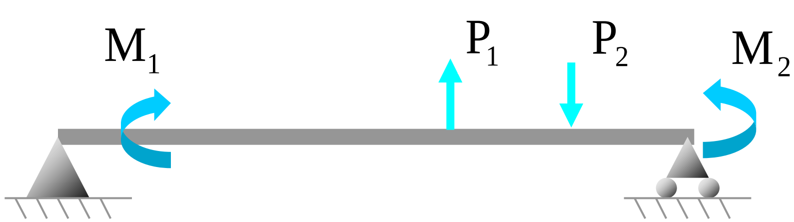
Cálculo del giro de la sección S

Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales

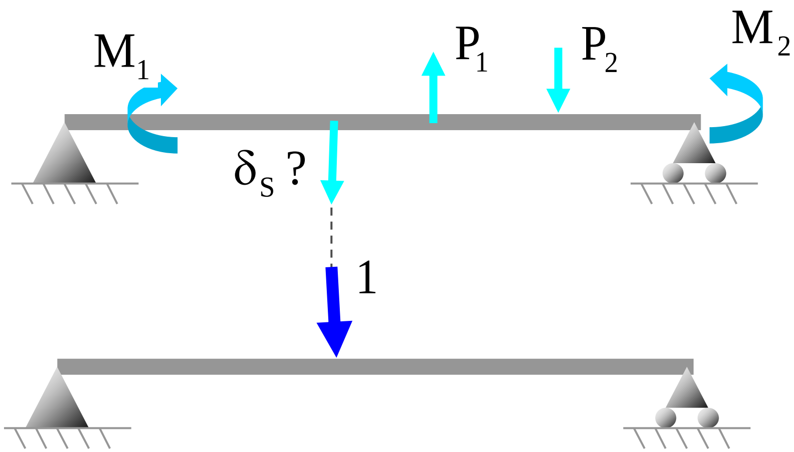


Cálculo del giro de la sección S

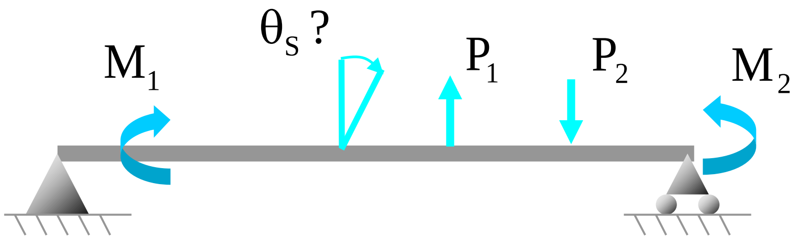


Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales

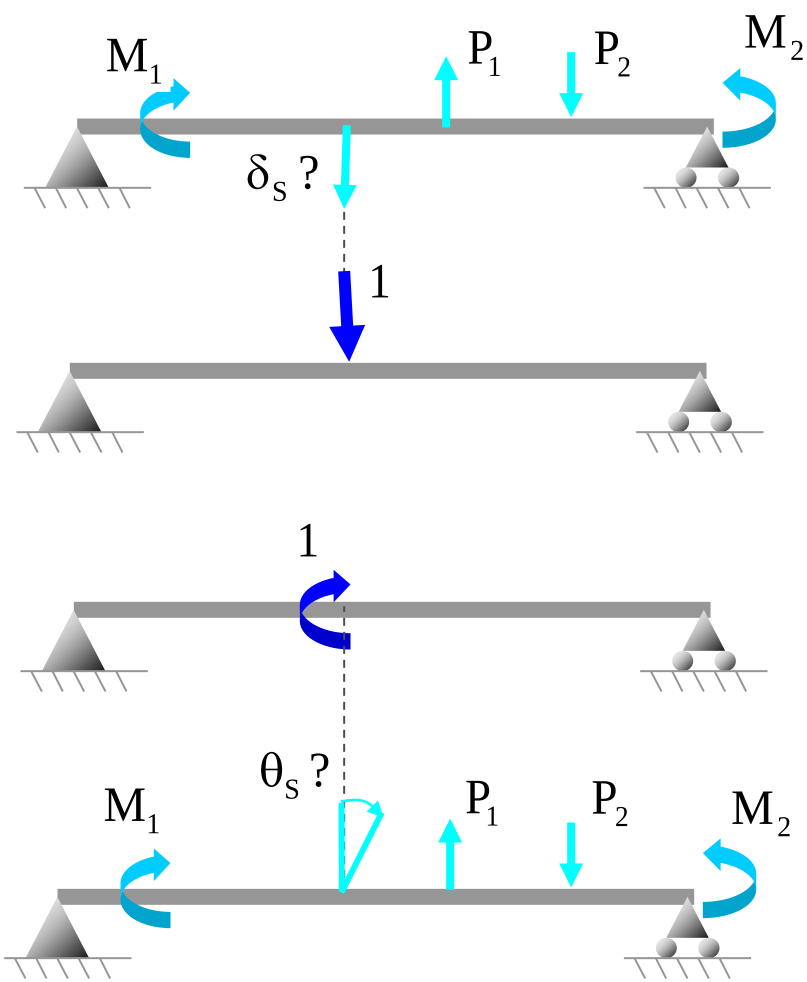


Cálculo del giro de la sección S



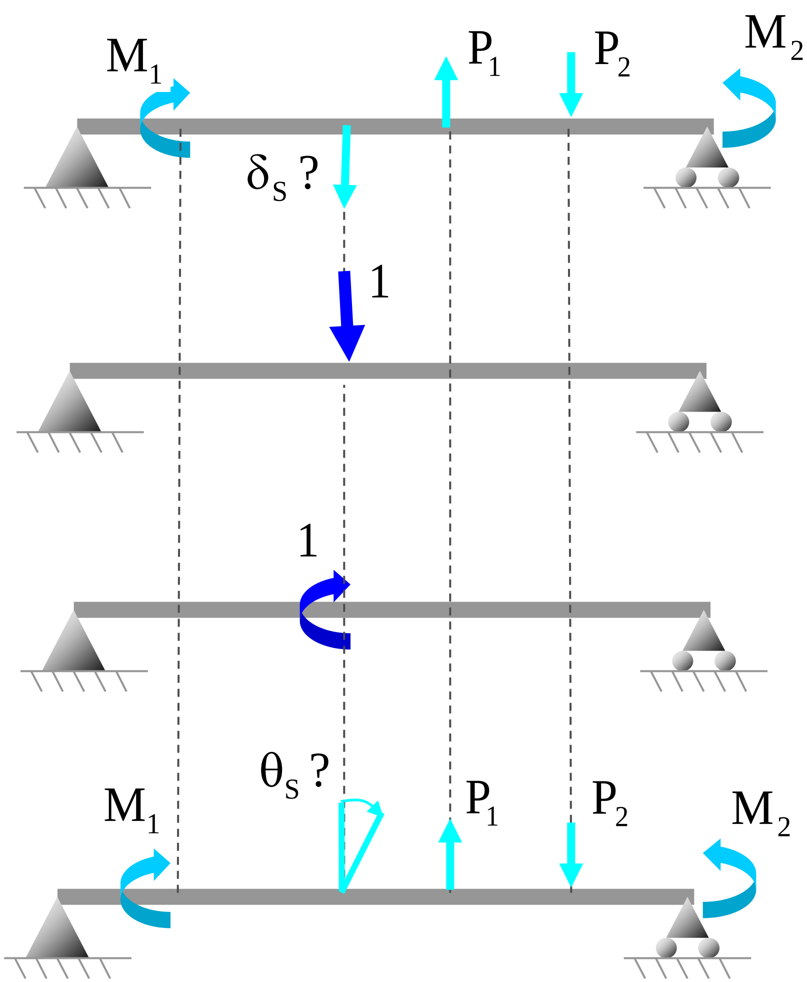
Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



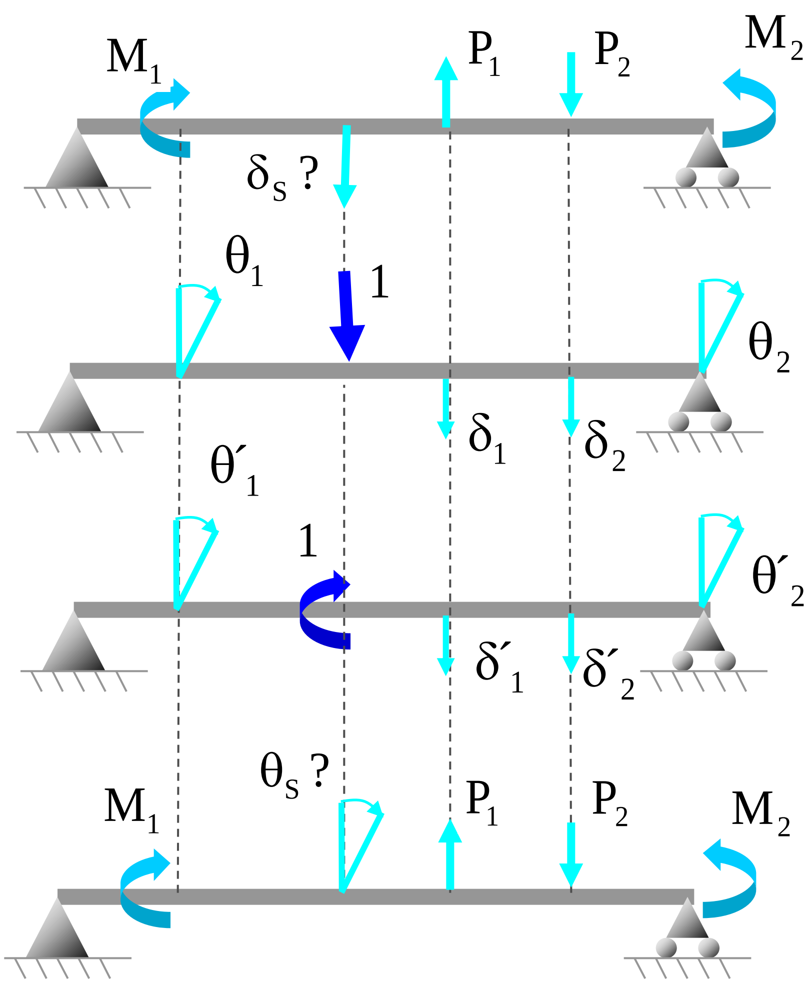
Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



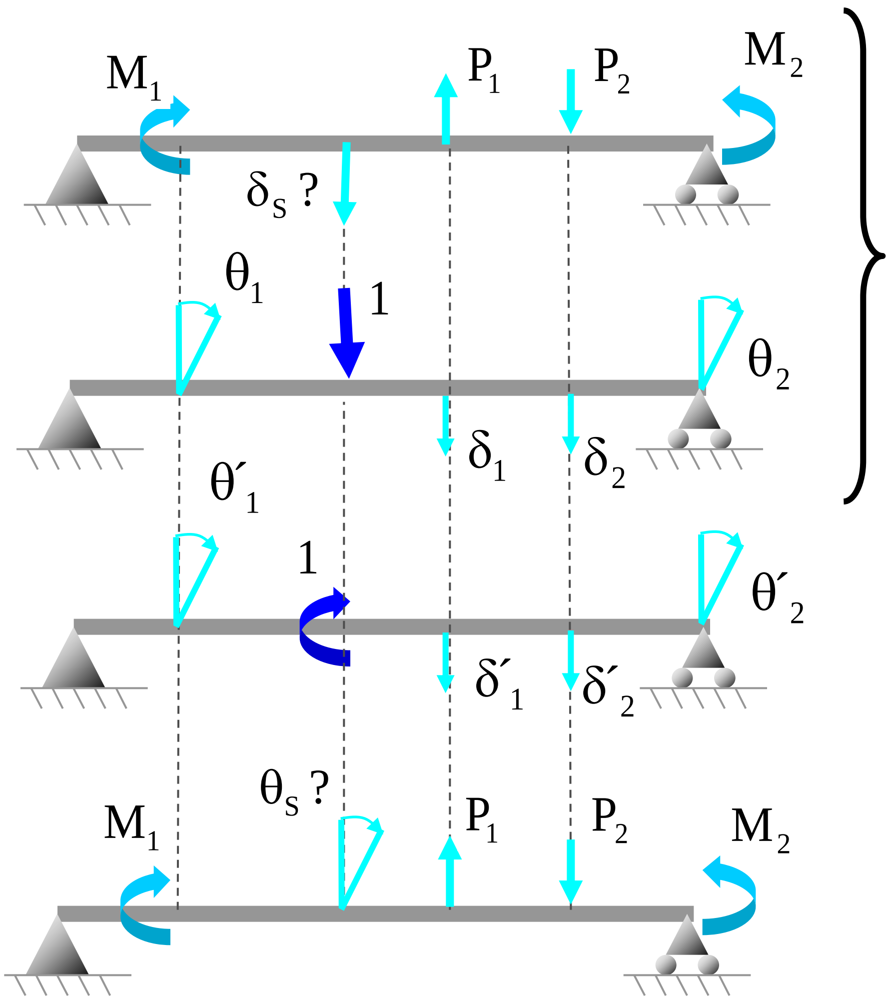
Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



Observación 1

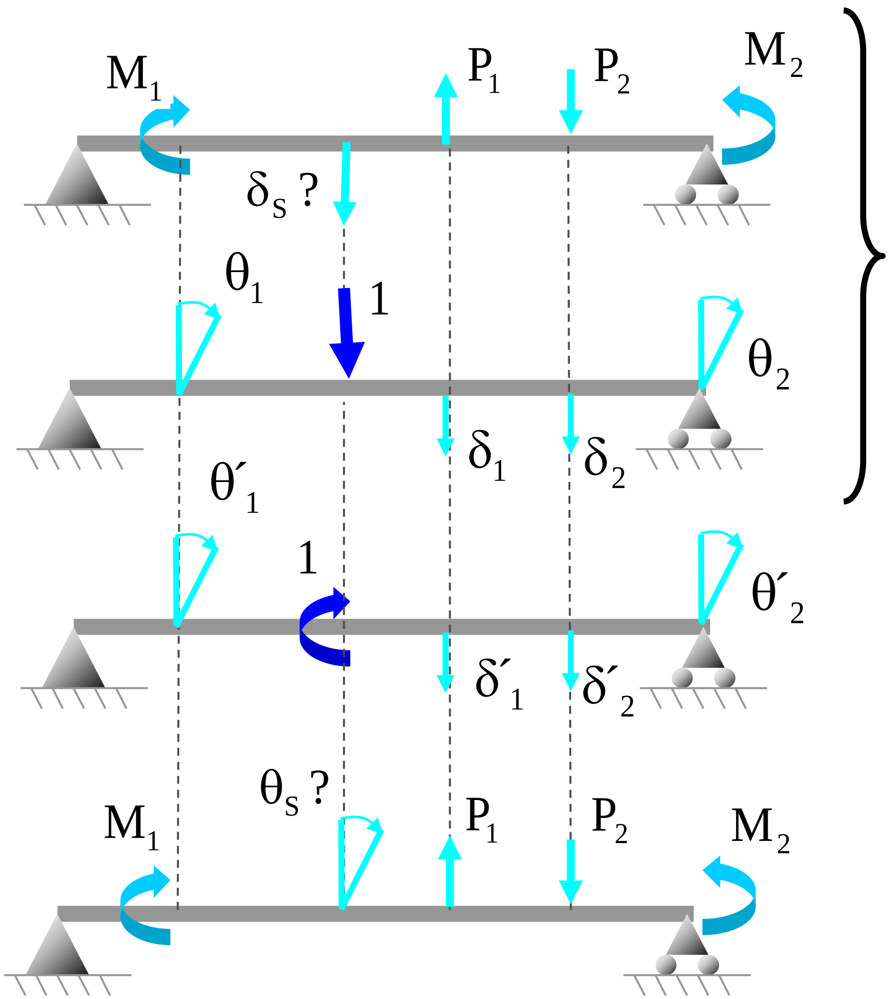
Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



Aplicación del Teorema de Maxwell-Betti

Observación 1

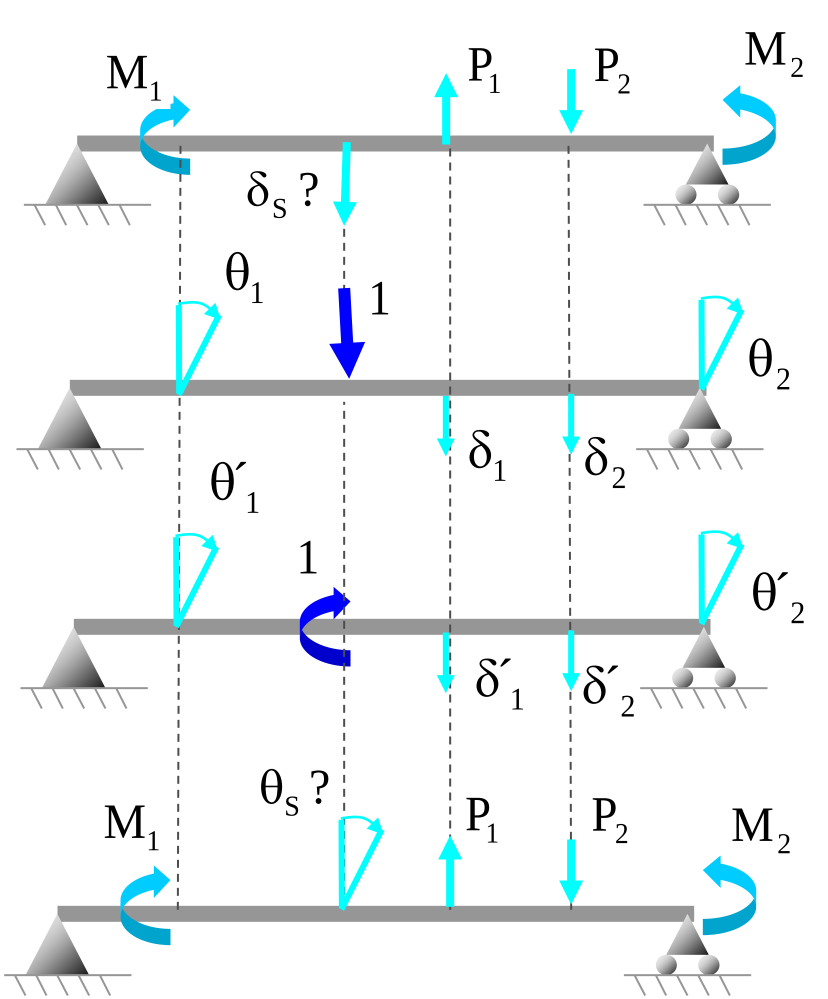
Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



$$1\cdot\delta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales

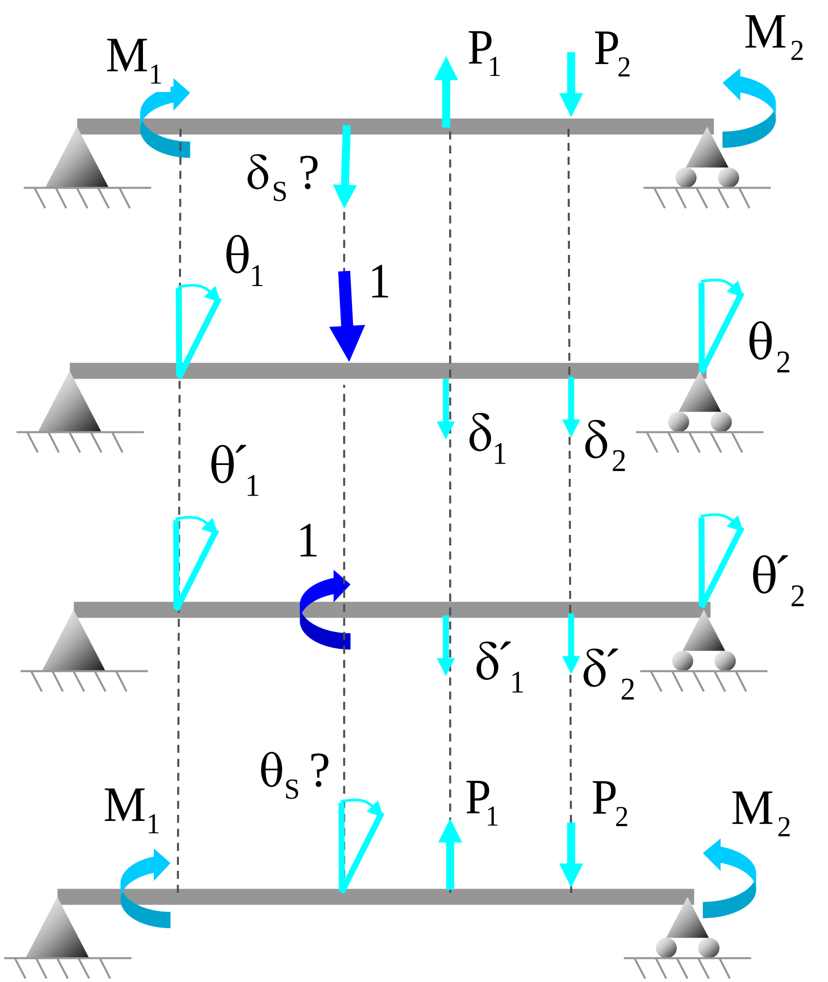


$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$ **Producidos por la carga unitaria**

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



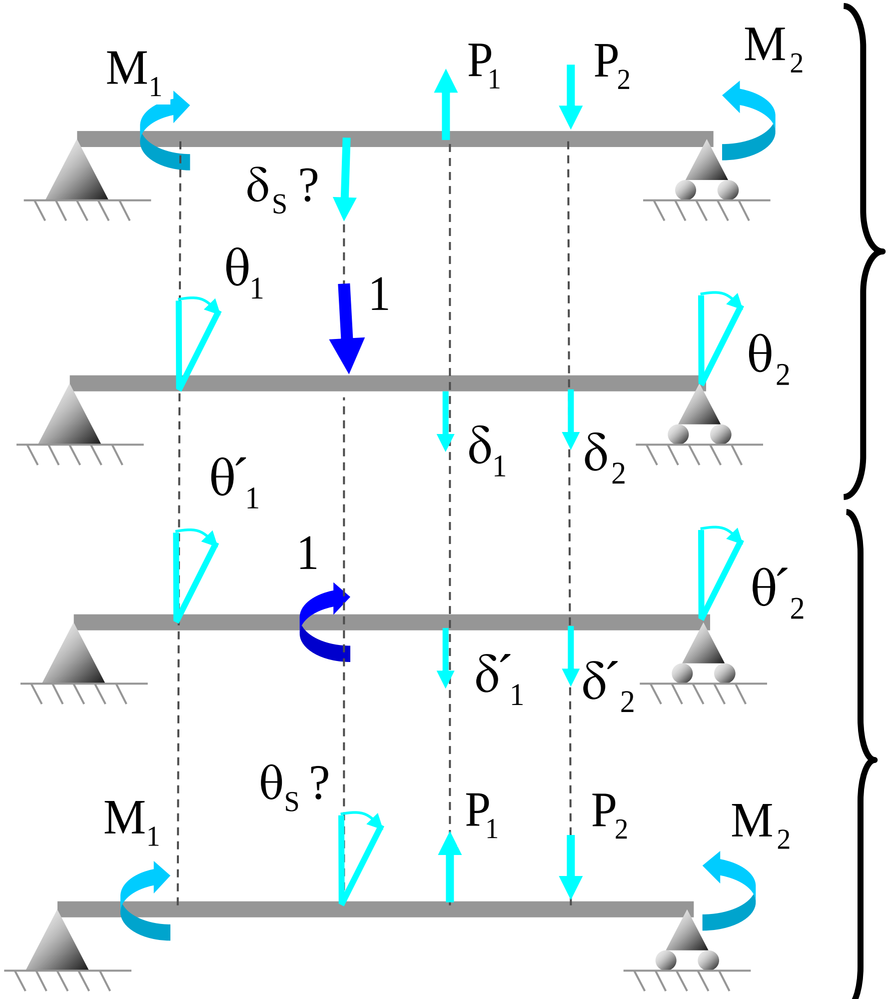
$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$ **Producidos por la carga unitaria**

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Aplicación del Teorema de Maxwell-Betti

Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



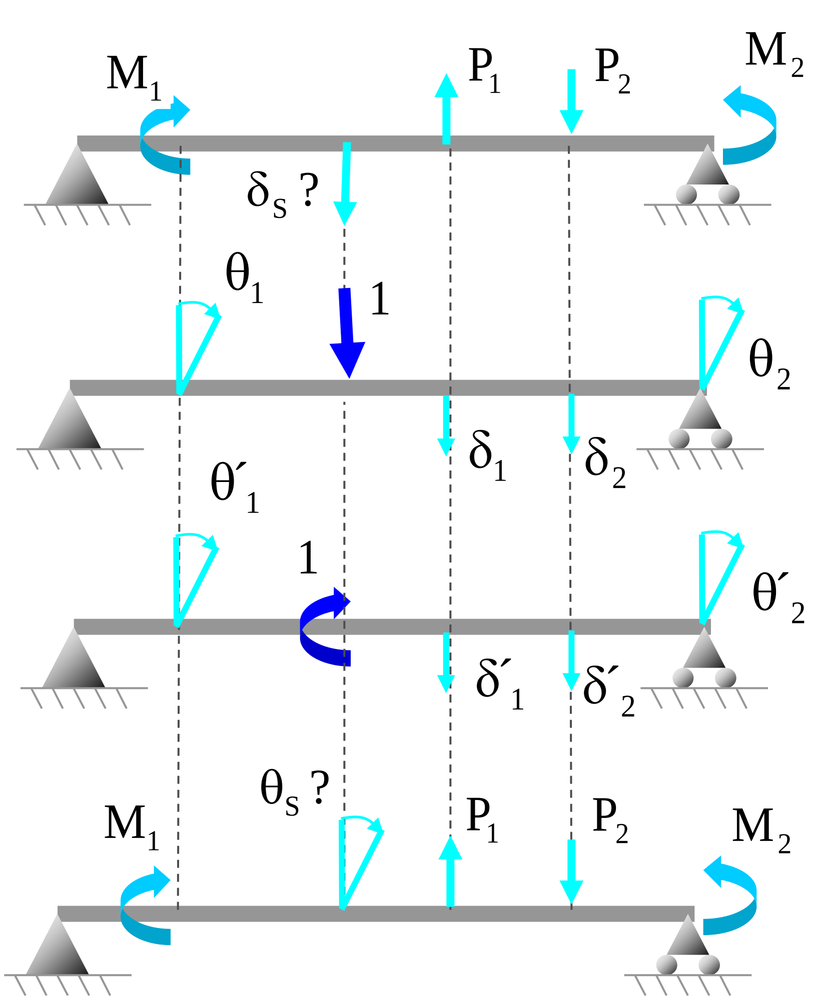
$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$ **Producidos por la carga unitaria**

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta'_i + \sum M_i \cdot \theta'_i$$

Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



$\theta_1,\delta_1,\delta_2,\theta_2$ **Producidos por la carga unitaria**

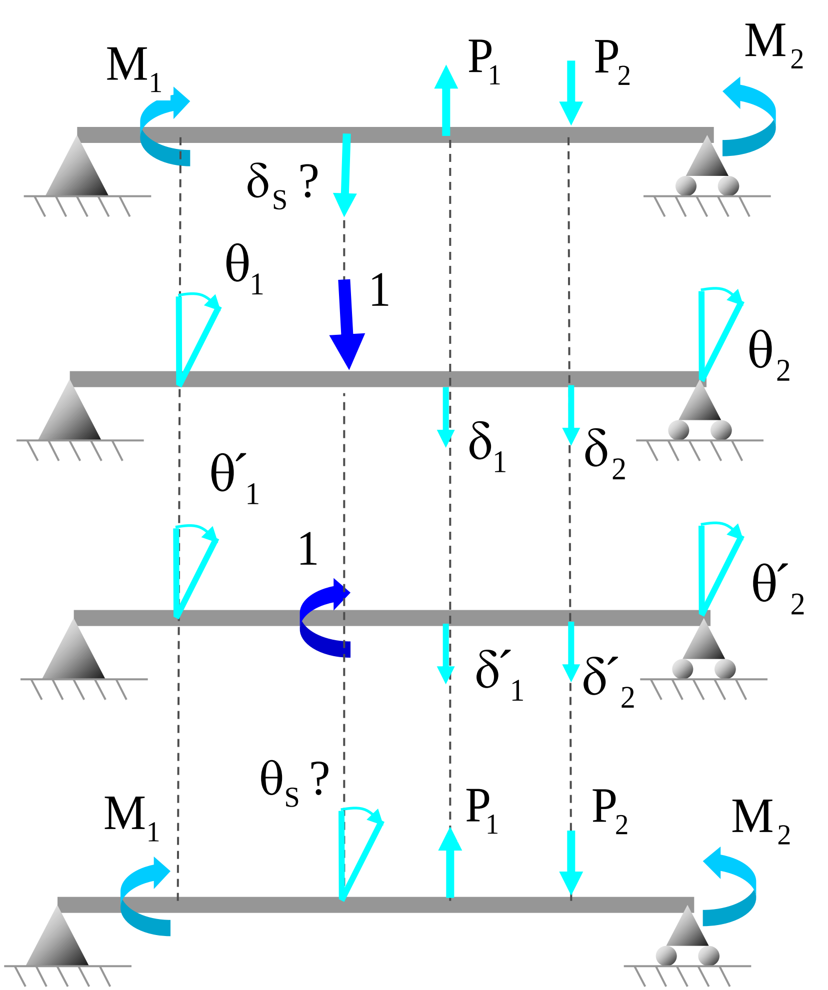
$$1\cdot\delta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta'_i + \sum M_i\cdot\theta'_i$$

$\theta'_1,\delta'_1,\delta'_2,\theta'_2$ **Producidos por el momento unitario**

Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$ **Producidos por la carga unitaria**

$$1\cdot\delta_S = \sum P_i\cdot\delta_i + \sum M_i\cdot\theta_i$$

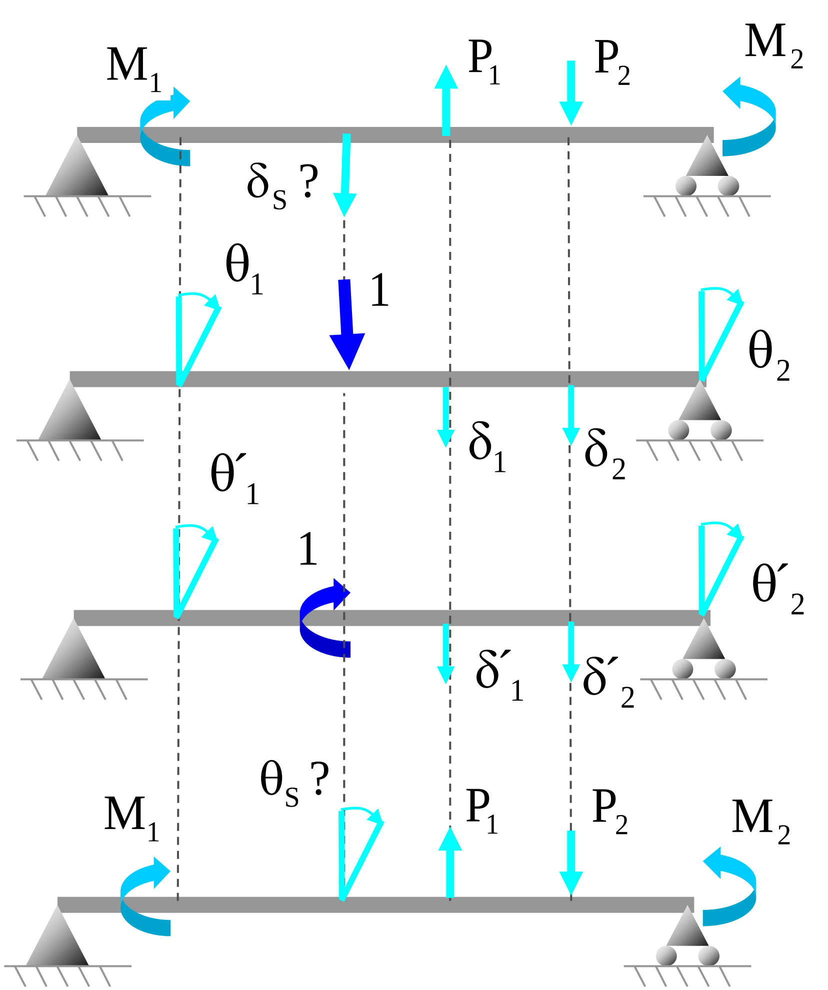
Es el mismo esquema

$$1\cdot\theta_S = \sum P_i\cdot\delta'_i + \sum M_i\cdot\theta'_i$$

$\theta'_1, \delta'_1, \delta'_2, \theta'_2$ **Producidos por el momento unitario**

Observación 1

Independientemente de si se calcula el giro o el desplazamiento de una sección, los movimientos que aparecen en la ecuación del Teorema, además de estar producidos por la acción unitaria, se localizan siempre donde actúan las acciones reales



$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$ **Producidos por la carga unitaria**

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Es el mismo esquema

$$1 \cdot \theta_S = \sum P_i \cdot \delta'_i + \sum M_i \cdot \theta'_i$$

$\theta'_1, \delta'_1, \delta'_2, \theta'_2$ **Producidos por el momento unitario**

Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración
- Aplicaciones
  - Desplazamiento en cualquier sección
  - Giro en cualquier sección
- Ejemplos
  - Ejemplo 1
  - Ejemplo 2
  - Ejemplo 3
- Observaciones
  - Observación 1

Teorema de Maxwell-Betti

- Teorema de Maxwell-Betti
  - Definición
  - Demostración
  - Aplicaciones
    - Desplazamiento en cualquier sección
    - Giro en cualquier sección
  - Ejemplos
    - Ejemplo 1
    - Ejemplo 2
    - Ejemplo 3
  - Observaciones
    - Observación 1
    - Observación 2

Observación 2

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Observación 2

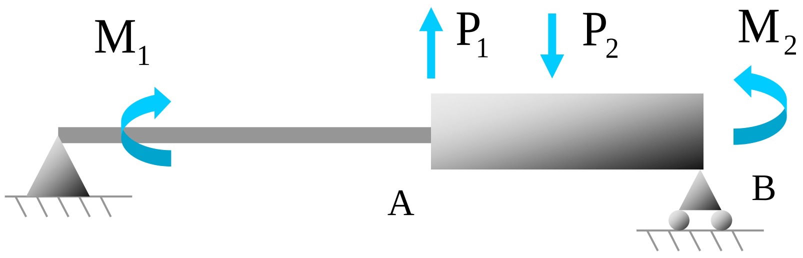
La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables

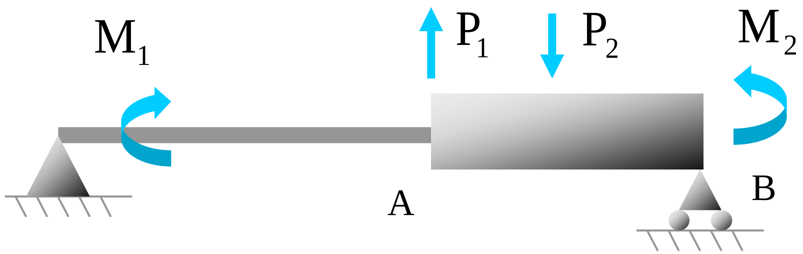


AB **indeformable**

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables



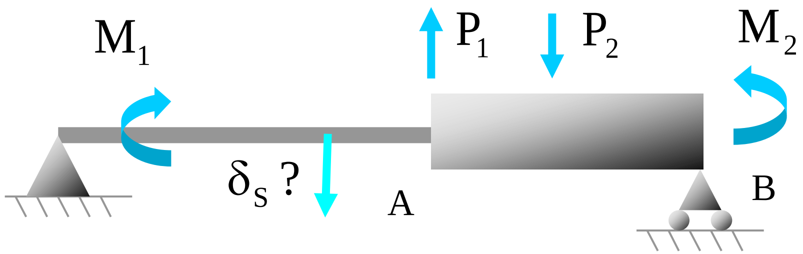
AB **indeformable**

Se desea calcular la flecha en una sección S

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables

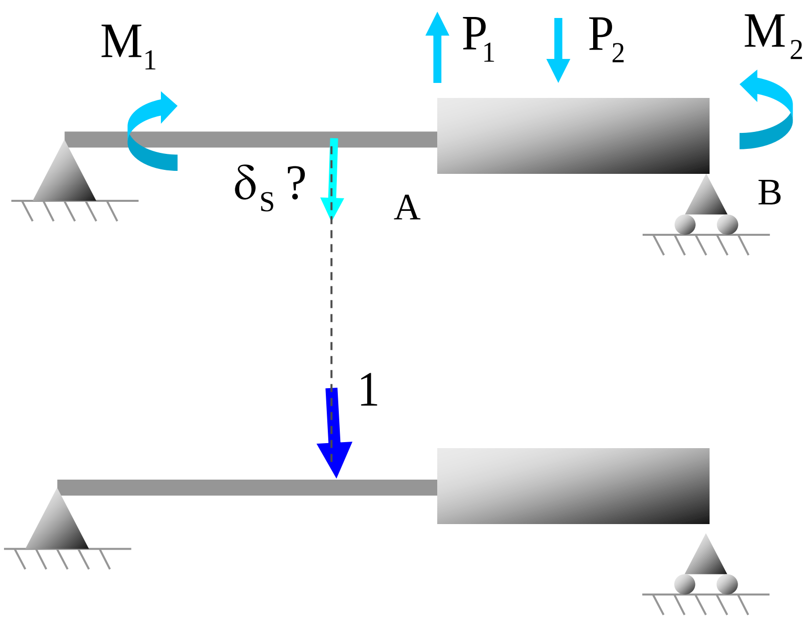


AB **indeformable**

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables

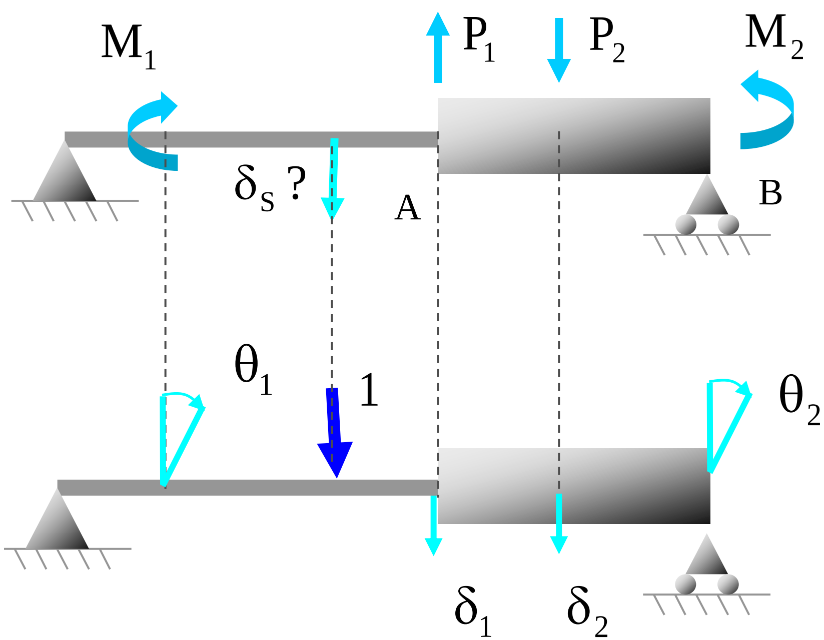


AB **indeformable**

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables

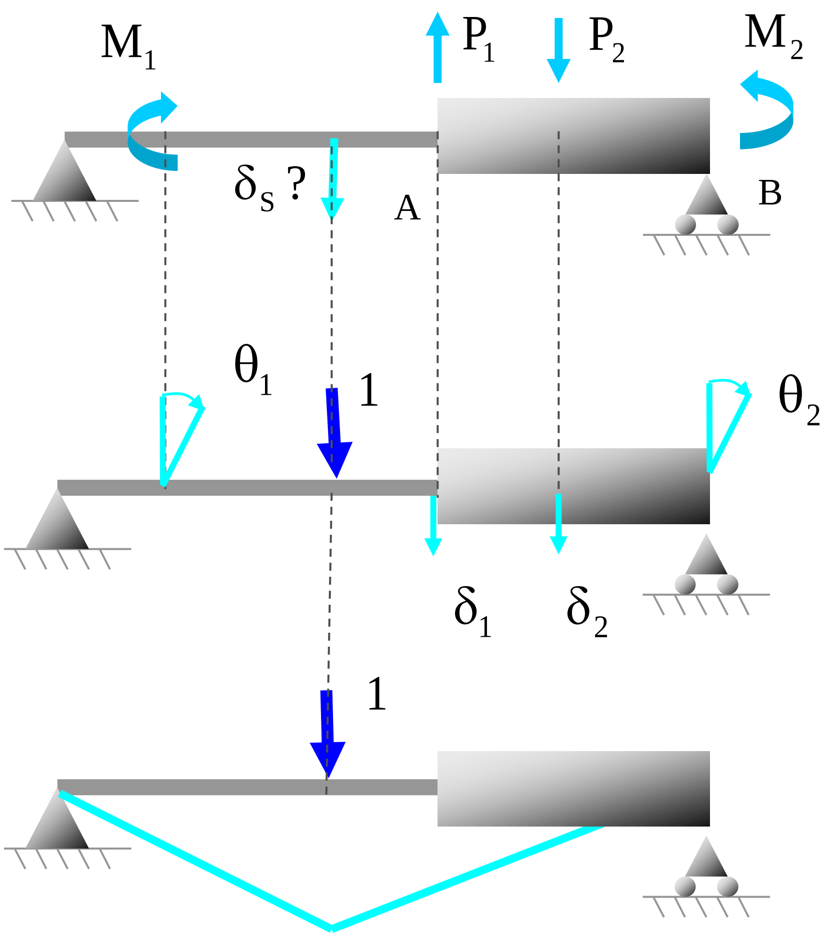


AB **indeformable**

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables



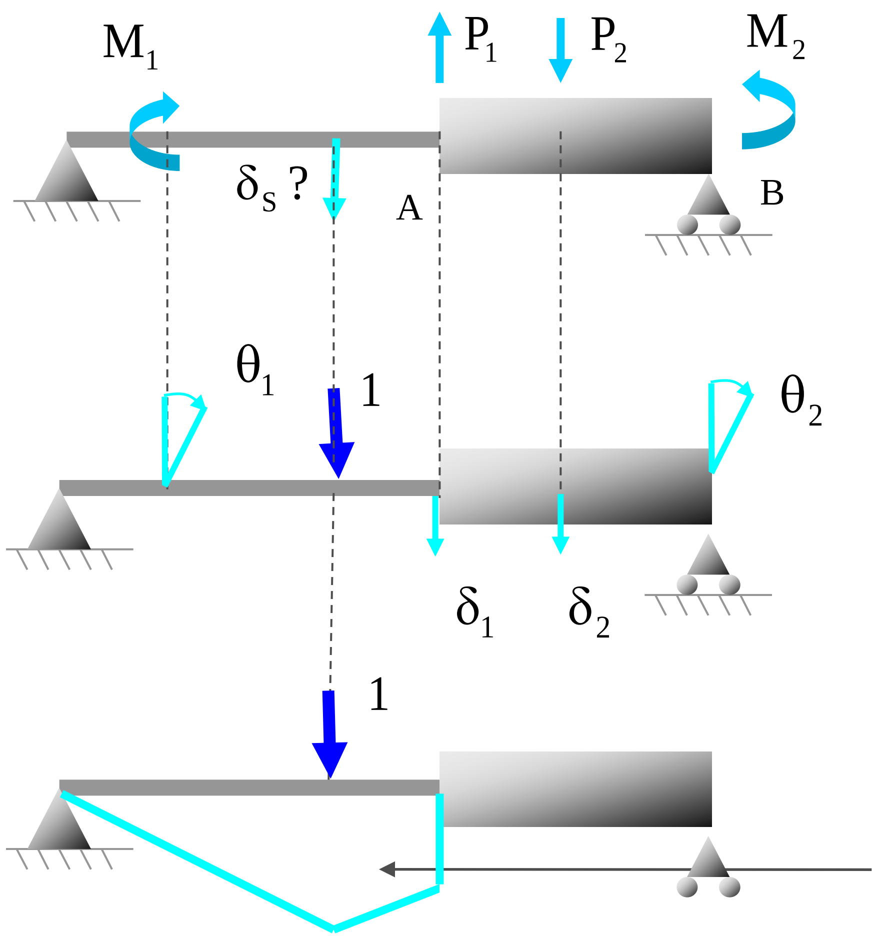
AB **indeformable**

Diagrama de momentos

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables



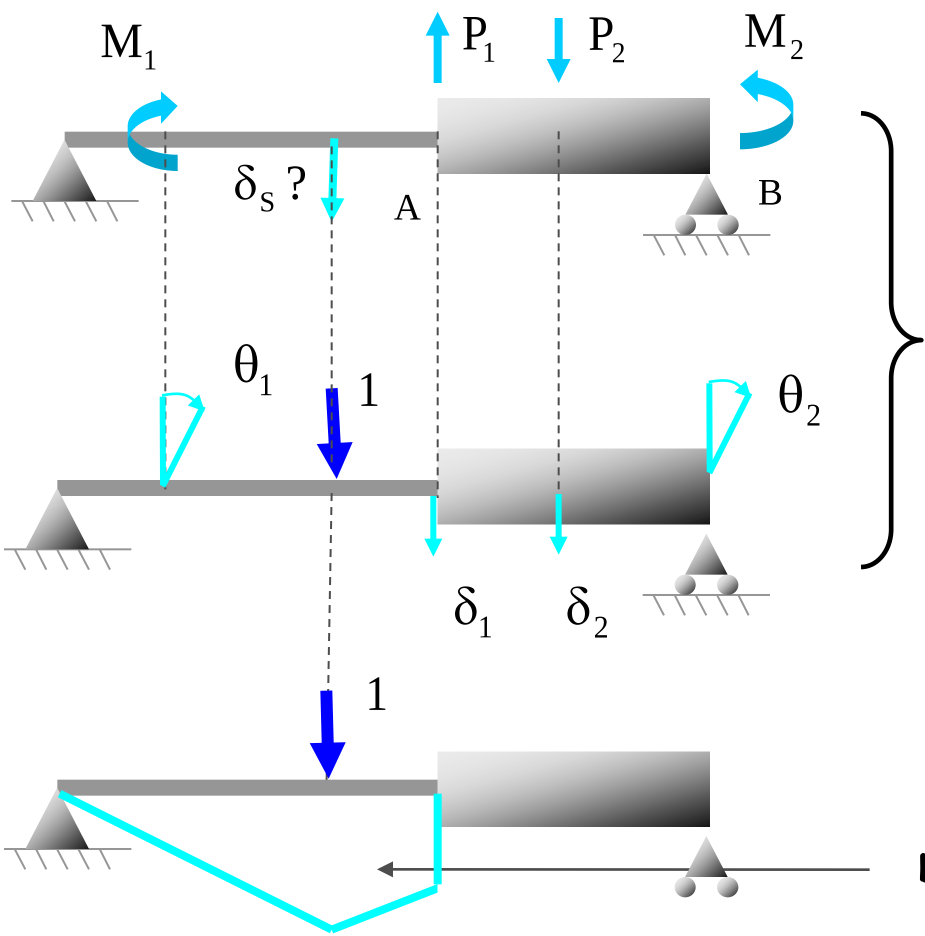
AB **indeformable**

Diagrama de momentos reducido

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables



AB **indeformable**

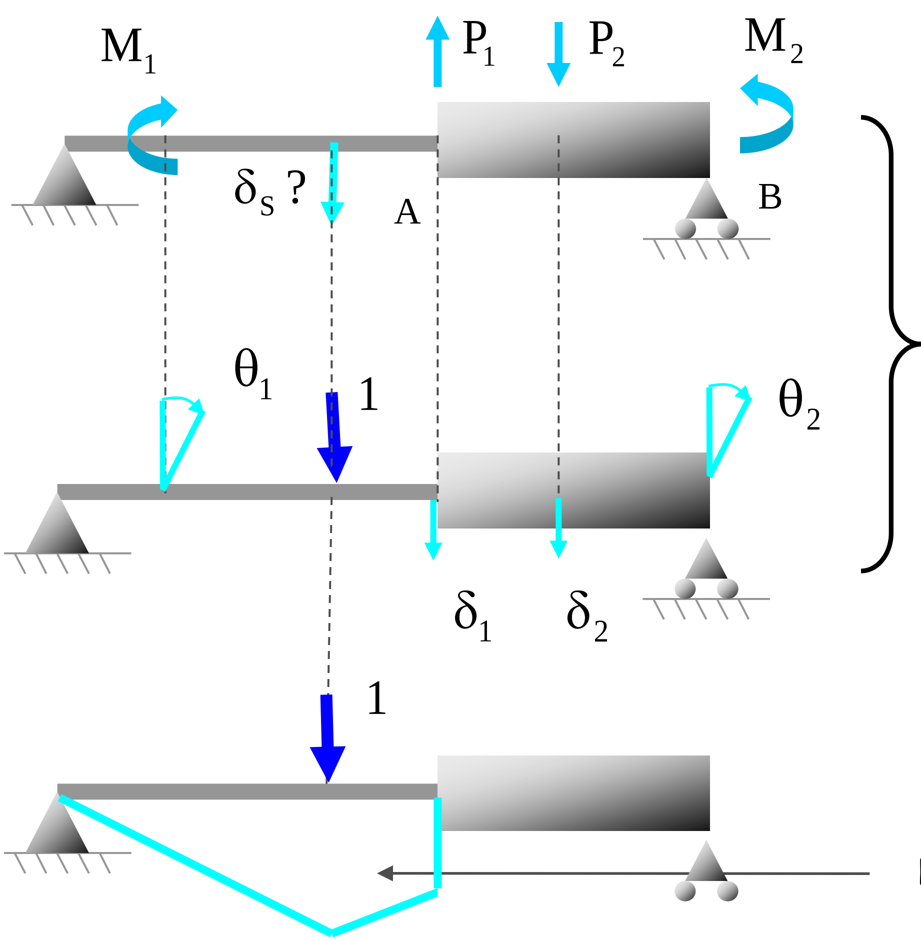
Aplicación del Teorema

Diagrama de momentos reducido

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables



AB **indeformable**

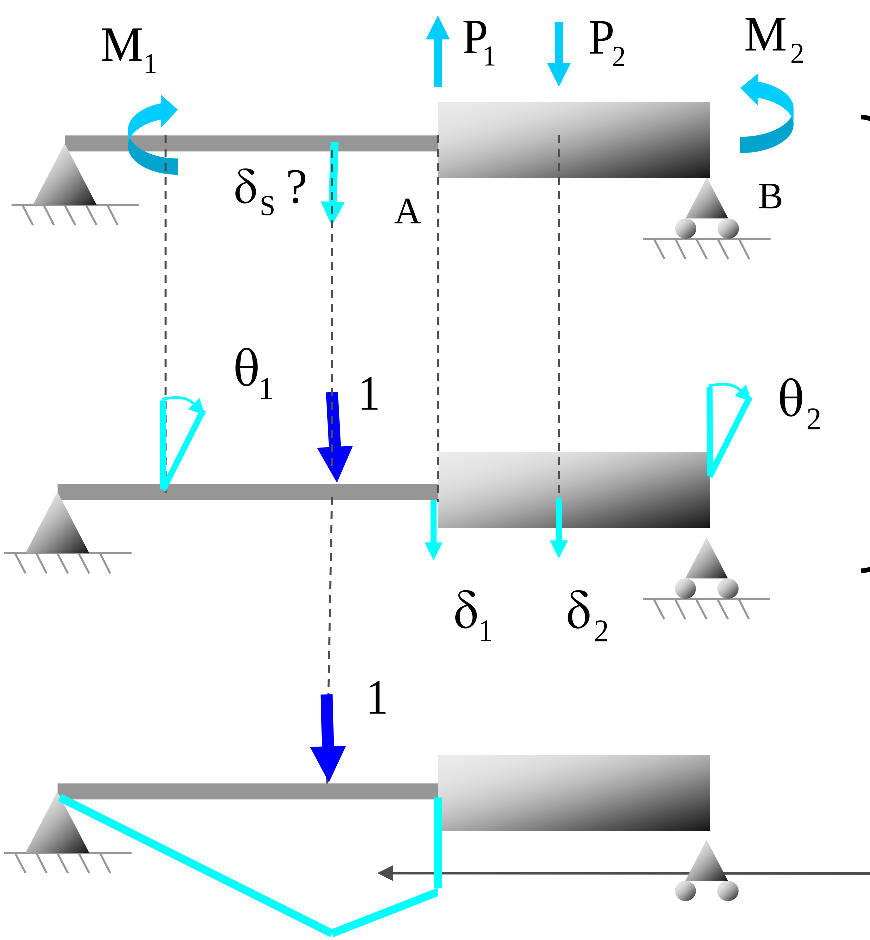
$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

Diagrama de momentos reducido

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables



AB **indeformable**

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

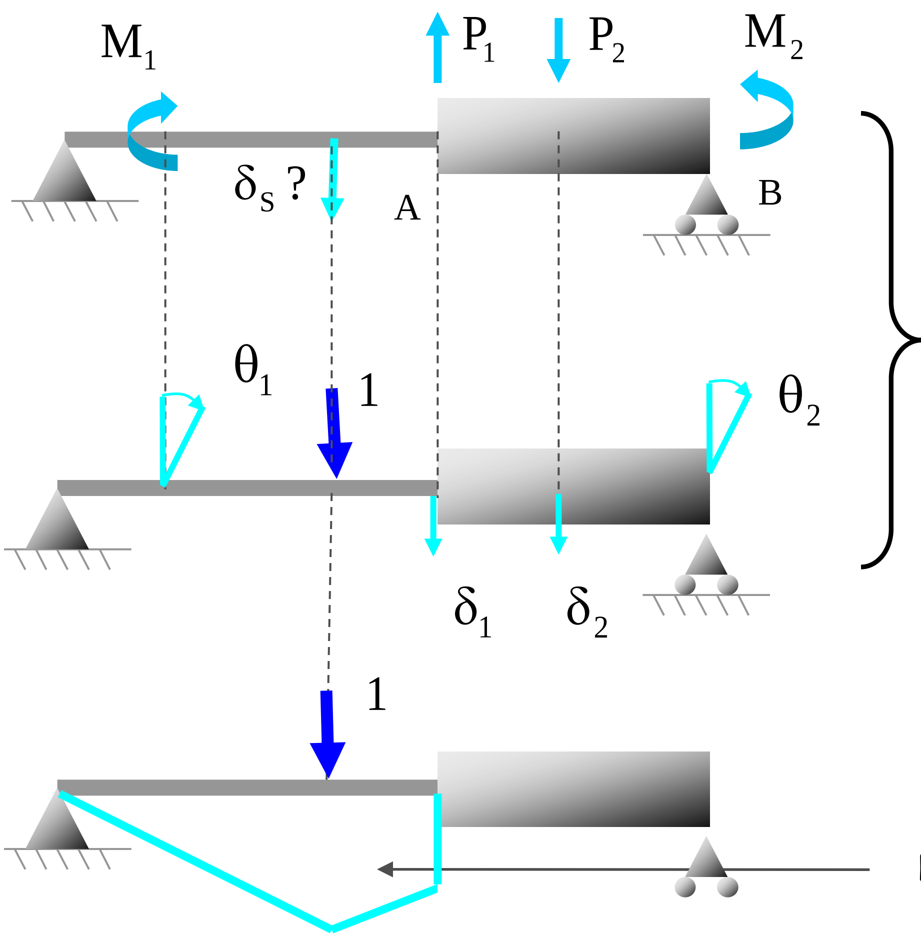
$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$ **Están producidos por la carga unitaria utilizando el diagrama de momentos reducido**

Diagrama de momentos reducido

Observación 2

La condición de indeformabilidad de un tramo se introduce sin considerar en el cálculo los diagramas de momentos de dicho tramo

Aplicación del Teorema con tramos indeformables



AB **indeformable**

$$1 \cdot \delta_S = \sum P_i \cdot \delta_i + \sum M_i \cdot \theta_i$$

$\theta_1, \delta_1, \delta_2, \theta_2$ **Están producidos por la carga unitaria utilizando el diagrama de momentos reducido**

Diagrama de momentos reducido

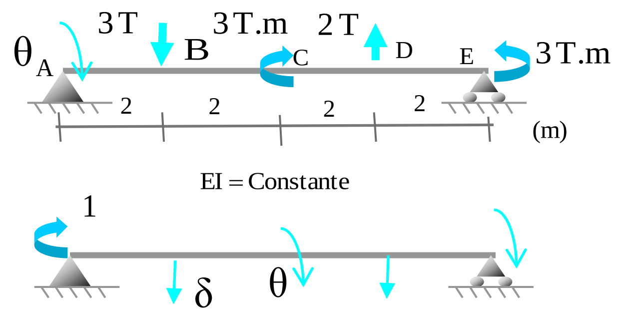
Teorema de Maxwell-Betti

Teorema de Maxwell-Betti

- Definición
- Demostración
- Aplicaciones
  - Desplazamiento en cualquier sección
  - Giro en cualquier sección
- Ejemplos
  - Ejemplo 1
  - Ejemplo 2
  - Ejemplo 3
- Observaciones
  - Observación 1
  - Observación 2

Teorema de Maxwell-Betti

Autoevaluación



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en A conduce a la expresión:

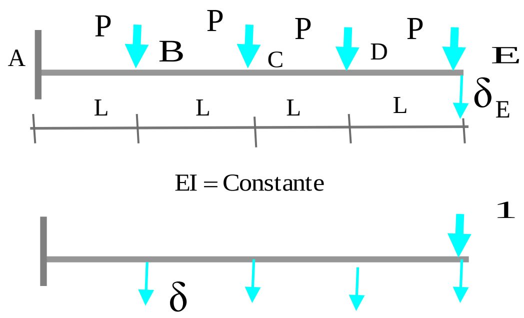
a) $\theta_A = 3\delta_B + 3\theta_C + 2\delta_D - 3\theta_E$

b) $\theta_A = 3\delta_B + 3\theta_C - 2\delta_D - 3\theta_E$

c) $\theta_A = 3\delta_B - 3\theta_C - 2\delta_D + 3\theta_E$

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer la flecha en E conduce a la expresión:

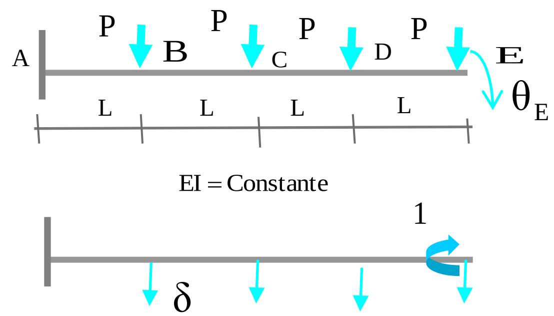
a) $\delta_E = 4P(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$

b) $\delta_E = P(\delta_B + \delta_D + \delta_E)$

c) $\delta_E = \dfrac{P}{EI}(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en E conduce a la expresión:

a)

$$\theta_E = P(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

b)

$$\theta_E = \frac{P}{EI}(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

c)

$$\theta_E = PEI(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) El Teorema de Betti es un caso particular del Teorema de Maxwell

b) El Teorema de Maxwell es un caso particular del Teorema de Betti

c) El Teorema siempre hay que aplicarlo con otro método para calcular con él algún giro o desplazamiento

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7

Señalar la respuesta correcta

a) Con la aplicación del Teorema no se calcula ni giros ni desplazamientos, sino trabajos que numéricamente coinciden con un giro o desplazamiento de la figura

b) Una figura indeformable cargada podría producir deformaciones

c) Aplicando el Teorema no se puede calcular el giro relativo entre dos secciones

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) Sea una figura bajo acciones Fi. Para calcular el desplazamiento de una de las fuerzas (F), se puede aplicar el Teorema considerando dos conjuntos de carga. Uno formado por las cargas Fi y otro formado por una acción unitaria alineada con F

b) Sea una figura bajo acciones Fi. Para calcular el desplazamiento de una de las fuerzas (F), se puede aplicar el Teorema considerando dos conjuntos de carga. Uno formado por todas las cargas menos F y otro formado por F

c) Son correctas a) y b)

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) El trabajo realizado por una fuerza F a lo largo de su desplazamiento D vale F.D cuando F no varía de valor durante D

b) El Teorema hay que emplearlo siempre combinando una acción unitaria imaginaria con las acciones reales. De otro modo no sería posible calcular con él en ningún caso giros y desplazamientos reales

c) Cuando calculamos la flecha de una viga con el Teorema y sale negativa, siempre quiere decir que el desplazamiento es hacia arriba

d) Ninguna de las anteriores

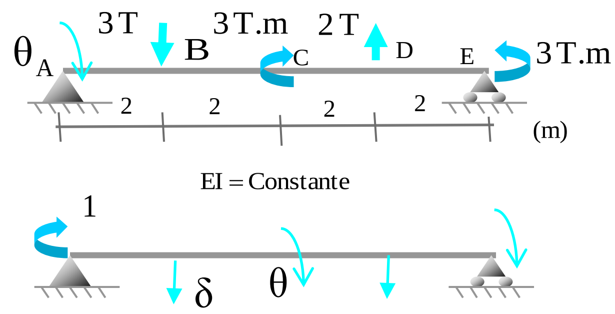
Teorema de Maxwell-Betti

Índice

Anexos

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en A conduce a la expresión:

a)

$\theta_A = \ldots 3\theta_E$

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

b)

$$\theta_A = 3\delta_B + 3\theta_C - 2\delta_D - 3\theta_E$$

c)

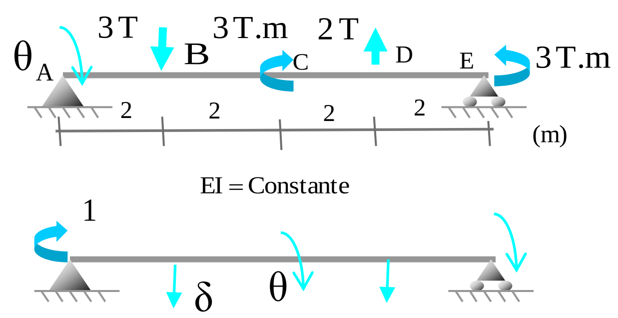
$$\theta_A = 3\delta_B - 3\theta_C - 2\delta_D + 3\theta_E$$

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en A conduce a la expresión:

a)

$$\theta_A = 3\delta_B + 3\theta_C + 2\delta_D - 3\theta_E$$

b)

θ_A

Respuesta correcta

Pulsar para volver

$3\theta_E$

c)

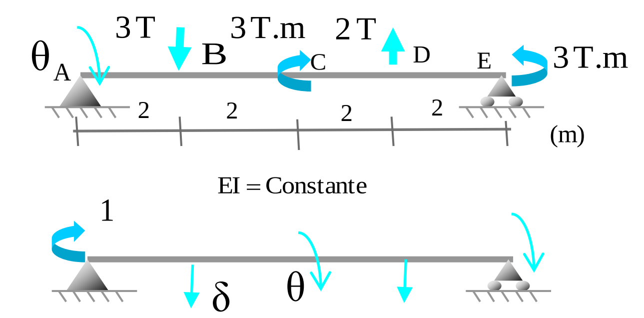
$$\theta_A = 3\delta_B - 3\theta_C - 2\delta_D + 3\theta_E$$

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en A conduce a la expresión:

a)

$$\theta_A = 3\delta_B + 3\theta_C + 2\delta_D - 3\theta_E$$

b)

$$\theta_A = 3\delta_B + 3\theta_C - 2\delta_D - 3\theta_E$$

c)

$\theta_A =$ … θ_E

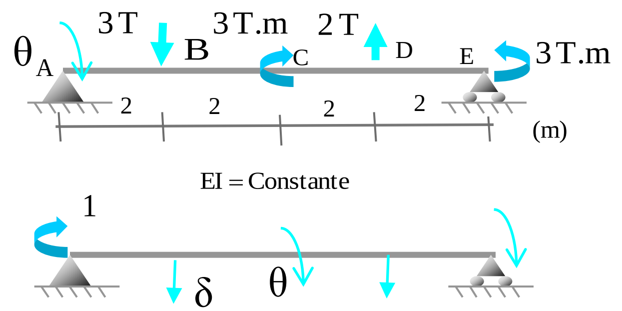
Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en A conduce a la expresión:

a)

$$\theta_A = 3\delta_B + 3\theta_C + 2\delta_D - 3\theta_E$$

b)

$$\theta_A = 3\delta_B + 3\theta_C - 2\delta_D - 3\theta_E$$

c)

$$\theta_A = 3\delta_B - 3\theta_C - 2\delta_D + 3\theta_E$$

d)

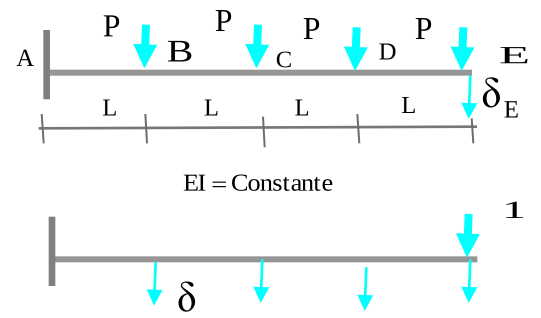
Nin s

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer la flecha en E conduce a la expresión:

a) $\downarrow \delta_E =$ … $\delta_E)$

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

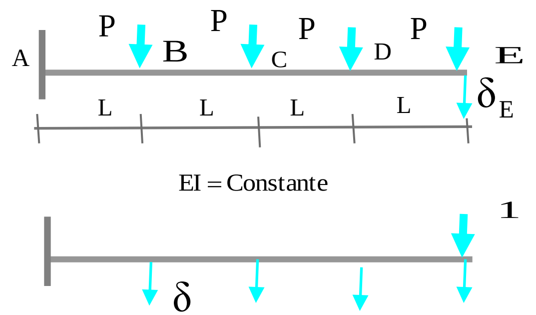
b) $\downarrow \delta_E = P(\delta_B + \delta_D + \delta_E)$

c) $\downarrow \delta_E = \dfrac{P}{EI}(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer la flecha en E conduce a la expresión:

a)

$$\downarrow \delta_E = 4P(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

b)

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

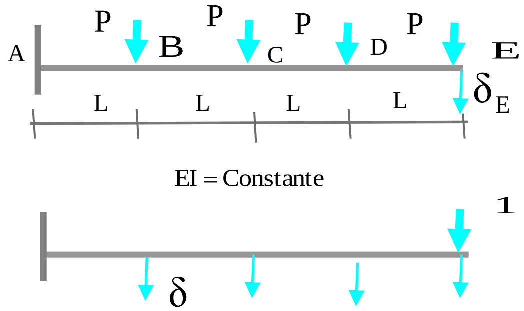
c)

$$\downarrow \delta_E = \frac{P}{EI}(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer la flecha en E conduce a la expresión:

a) $\downarrow \delta_E = 4P(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$

b) $\downarrow \delta_E = P(\delta_B + \delta_D + \delta_E)$

c) $\downarrow \delta_E =$ … $\delta_E)$

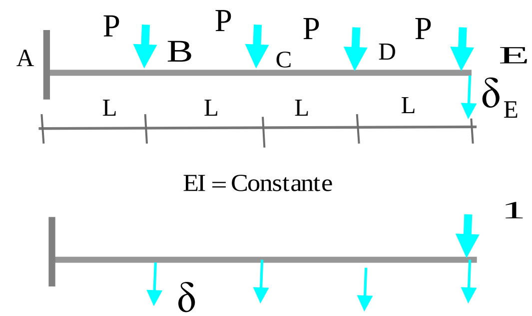
Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- **Pregunta 2**
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer la flecha en E conduce a la expresión:

a)

$$\downarrow \delta_E = 4P(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

b)

$$\downarrow \delta_E = P(\delta_B + \delta_D + \delta_E)$$

c)

$$\downarrow \delta_E = \frac{P}{EI}(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

d)

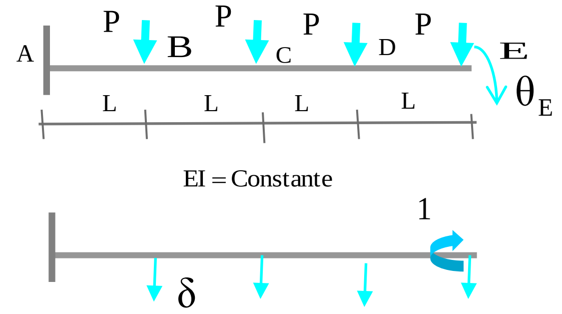
Ni … s

Respuesta correcta

Pulsar para volver

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- **Pregunta 3**
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en E conduce a la expresión:

a)

$\theta_E =$ … $_E)$

Respuesta correcta

Pulsar para volver

b)

$$\theta_E = \frac{P}{EI}(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

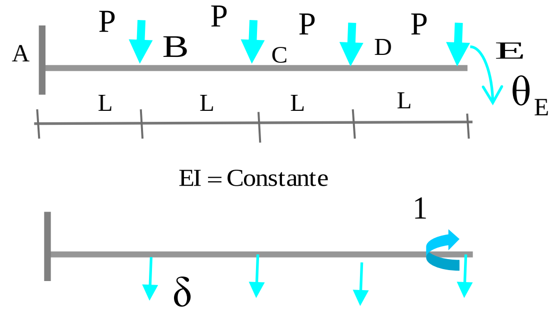
c)

$$\theta_E = PEI(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en E conduce a la expresión:

a)

$$\theta_E = P(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

b)

$\theta_E =$ … $\delta_E)$

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

c)

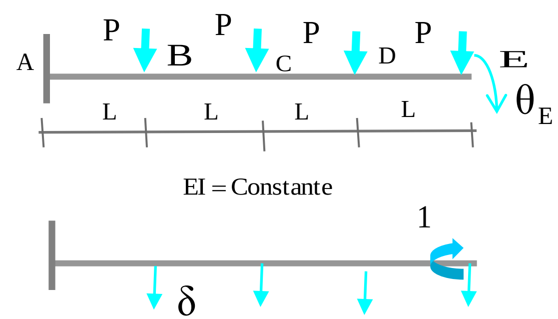
$$\theta_E = PEI(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en E conduce a la expresión:

a)

$$\theta_E = P(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

b)

$$\theta_E = \frac{P}{EI}(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

c)

$\theta_E =$ I … $_E)$

Respuesta incorrecta

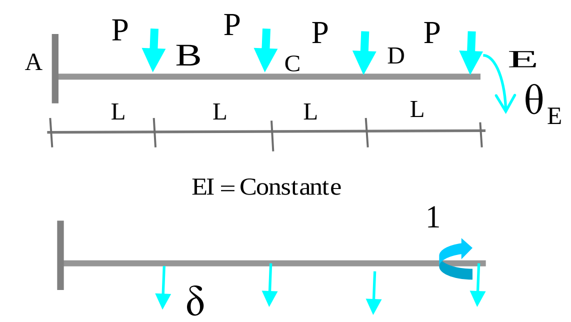
Pulsar para volver

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- **Pregunta 3**
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7



La aplicación del Teorema de Maxwell_Betti para conocer el giro en E conduce a la expresión:

a)

$$\theta_E = P(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

b)

$$\theta_E = \frac{P}{EI}(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

c)

$$\theta_E = PEI(\delta_B + \delta_C + \delta_D + \delta_E)$$

d)

Nin

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a)

El Teo … caso
partic… Maxwell

Respuesta correcta

Pulsar para volver

b)

El Teorema de Maxwell es un caso particular del Teorema de Betti

c)

El Teorema siempre hay que aplicarlo con otro método para calcular con él algún giro o desplazamiento

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) El Teorema de Betti es un caso particular del Teorema de Maxwell

b) El Teo… un caso partic… Betti

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

c) El Teorema siempre hay que aplicarlo con otro método para calcular con él algún giro o desplazamiento

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) El Teorema de Betti es un caso particular del Teorema de Maxwell

b) El Teorema de Maxwell es un caso particular del Teorema de Betti

c) El Teo… …e aplica… …ara calcul… despl…

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) El Teorema de Betti es un caso particular del Teorema de Maxwell

b) El Teorema de Maxwell es un caso particular del Teorema de Betti

c) El Teorema siempre hay que aplicarlo con otro método para calcular con él algún giro o desplazamiento

d) Ni ... s

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a)

Con lo ... ma no se ... desplo ... ajos que n ... en con u ... o de la figura

Respuesta correcta

Pulsar para volver

b)

Una figura indeformable cargada podría producir deformaciones

c)

Aplicando el Teorema no se puede calcular el giro relativo entre dos secciones

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) Con la aplicación del Teorema no se calcula ni giros ni desplazamientos, sino trabajos que numéricamente coinciden con un giro o desplazamiento de la figura

b) Una carg defo

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

c) Aplicando el Teorema no se puede calcular el giro relativo entre dos secciones

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) Con la aplicación del Teorema no se calcula ni giros ni desplazamientos, sino trabajos que numéricamente coinciden con un giro o desplazamiento de la figura

b) Una figura indeformable cargada podría producir deformaciones

c) Aplic… puede… …ivo entre…

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) Con la aplicación del Teorema no se calcula ni giros ni desplazamientos, sino trabajos que numéricamente coinciden con un giro o desplazamiento de la figura

b) Una figura indeformable cargada podría producir deformaciones

c) Aplicando el Teorema no se puede calcular el giro relativo entre dos secciones

d) Ning

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a)

Sea una … Fi.
Para ca… to de
una de … ede
aplicar … ndo dos
conjunt… nado
por las … ado por
una acción unitaria alineada con F

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

b)

Sea una figura bajo acciones Fi. Para calcular el desplazamiento de una de las fuerzas (F), se puede aplicar el Teorema considerando dos conjuntos de carga. Uno formado por todas las cargas menos F y otro formado por F

c)

Son correctas a) y b)

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7

Señalar la respuesta correcta

a) Sea una figura bajo acciones Fi. Para calcular el desplazamiento de una de las fuerzas (F), se puede aplicar el Teorema considerando dos conjuntos de carga. Uno formado por las cargas Fi y otro formado por una acción unitaria alineada con F

b) Sea … es Fi. Para … ento de una … puede aplic… rando dos conju… rmado por t… F y otro formado por F

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

c) Son correctas a) y b)

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) Sea una figura bajo acciones Fi. Para calcular el desplazamiento de una de las fuerzas (F), se puede aplicar el Teorema considerando dos conjuntos de carga. Uno formado por las cargas Fi y otro formado por una acción unitaria alineada con F

b) Sea una figura bajo acciones Fi. Para calcular el desplazamiento de una de las fuerzas (F), se puede aplicar el Teorema considerando dos conjuntos de carga. Uno formado por todas las cargas menos F y otro formado por F

c) Son

Respuesta correcta

Pulsar para volver

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

- Pregunta 1
- Pregunta 2
- Pregunta 3
- Pregunta 4
- Pregunta 5
- Pregunta 6
- Pregunta 7

Señalar la respuesta correcta

a)

Sea una figura bajo acciones Fi. Para calcular el desplazamiento de una de las fuerzas (F), se puede aplicar el Teorema considerando dos conjuntos de carga. Uno formado por las cargas Fi y otro formado por una acción unitaria alineada con F

b)

Sea una figura bajo acciones Fi. Para calcular el desplazamiento de una de las fuerzas (F), se puede aplicar el Teorema considerando dos conjuntos de carga. Uno formado por todas las cargas menos F y otro formado por F

c)

Son correctas a) y b)

d)

Nin s

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a)

El trab[...] fuerza F a lo l[...]ento D vale F.D[...] valor durante

Respuesta correcta

Pulsar para volver

b)

El Teorema hay que emplearlo siempre combinando una acción unitaria imaginaria con las acciones reales. De otro modo no sería posible calcular con él en ningún caso giros y desplazamientos reales

c)

Cuando calculamos la flecha de una viga con el Teorema y sale negativa, siempre quiere decir que el desplazamiento es hacia arriba

d)

Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) El trabajo realizado por una fuerza F a lo largo de su desplazamiento D vale F.D cuando F no varía de valor durante D

b)
El Teor … lo
siempre … ón
unitari … cciones
reales. … ía
posible … gún
caso gi … reales

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

c) Cuando calculamos la flecha de una viga con el Teorema y sale negativa, siempre quiere decir que el desplazamiento es hacia arriba

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a) El trabajo realizado por una fuerza F a lo largo de su desplazamiento D vale F.D cuando F no varía de valor durante D

b) El Teorema hay que emplearlo siempre combinando una acción unitaria imaginaria con las acciones reales. De otro modo no sería posible calcular con él en ningún caso giros y desplazamientos reales

c) Cuand… de una vi… sale negat… ecir que e… acia

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver

d) Ninguna de las anteriores

Autoevaluación

Señalar la respuesta correcta

a)

El trabajo realizado por una fuerza F a lo largo de su desplazamiento D vale F.D cuando F no varía de valor durante D

b)

El Teorema hay que emplearlo siempre combinando una acción unitaria imaginaria con las acciones reales. De otro modo no sería posible calcular con él en ningún caso giros y desplazamientos reales

c)

Cuando calculamos la flecha de una viga con el Teorema y sale negativa, siempre quiere decir que el desplazamiento es hacia arriba

d)

Ni ... es

Respuesta incorrecta

Pulsar para volver