



Introducción



Introducción

Introducción



Introducción



Introducción

En esta parte se muestran algunas ideas generales en las que se basan los métodos de cálculo energéticos que se verán después

Tras exponer unas generalidades, se definirán los conceptos de trabajo externo e interno. Posteriormente se comentarán unas propiedades que cumple la energía de deformación. Finalmente, tras exponer los Principios de Conservación de la Energía y de los Trabajos Virtuales, se comentarán algunas observaciones que estarán relacionadas con los métodos de cálculo posteriores. Estos métodos son:

El 2º Teorema de Castigliano

El Teorema de Maxwell-Betti

El Teorema de los desplazamientos virtuales y finalmente,

El Teorema de las fuerzas virtuales o método de la carga unitaria



Introducción

Introducción



Introducción

Generalidades

Introducción



Generalidades



Generalidades

Los métodos energéticos están basados en una teoría que explica el comportamiento de la Naturaleza en términos generales y que fue desarrollada a lo largo del siglo XIX. A continuación se muestra un breve desarrollo histórico de la misma:



Generalidades

Los métodos energéticos están basados en una teoría que explica el comportamiento de la Naturaleza en términos generales y que fue desarrollada a lo largo del siglo XIX. A continuación se muestra un breve desarrollo histórico de la misma:

En 1842 el doctor Julius Robert Mayer propuso una teoría en la que en el origen del Universo existía una "fuerza única" (*ursache*) de valor constante formada por muchas "fuerzas menores", cada una de ellas conformando los fenómenos que se registran en la Naturaleza, como son los eléctricos, químicos, térmicos... etc. Posteriormente, el científico inglés William Thompson aplicó el término "energía" para referirse a tanto a la fuerza original como a las fuerzas menores



Generalidades

Los métodos energéticos están basados en una teoría que explica el comportamiento de la Naturaleza en términos generales y que fue desarrollada a lo largo del siglo XIX. A continuación se muestra un breve desarrollo histórico de la misma:

En 1842 el doctor Julius Robert Mayer propuso una teoría en la que en el origen del Universo existía una "fuerza única" (*ursache*) de valor constante formada por muchas "fuerzas menores", cada una de ellas conformando los fenómenos que se registran en la Naturaleza, como son los eléctricos, químicos, térmicos... etc. Posteriormente, el científico inglés William Thompson aplicó el término "energía" para referirse a tanto a la fuerza original como a las fuerzas menores

La teoría de Mayer no fue aceptada inicialmente, pero fue retomada por el físico alemán Rudolf Clausius, que pensaba que la Naturaleza estaba en constante transformación debido a continuos intercambios de energía producidos entre diferentes partes de la misma. Denominó como intercambios naturales a aquellos que ocurrían de manera espontánea y que tendían a uniformizar el nivel de energía en la Naturaleza. Cuando se llegara a una situación en la que la energía estuviera repartida uniformemente, se produciría la "muerte" de la Naturaleza. No existirían movimientos, sonidos, colores,...etc



Generalidades

Los métodos energéticos están basados en una teoría que explica el comportamiento de la Naturaleza en términos generales y que fue desarrollada a lo largo del siglo XIX. A continuación se muestra un breve desarrollo histórico de la misma:

En 1842 el doctor Julius Robert Mayer propuso una teoría en la que en el origen del Universo existía una "fuerza única" (*ursache*) de valor constante formada por muchas "fuerzas menores", cada una de ellas conformando los fenómenos que se registran en la Naturaleza, como son los eléctricos, químicos, térmicos... etc. Posteriormente, el científico inglés William Thompson aplicó el término "energía" para referirse a tanto a la fuerza original como a las fuerzas menores

La teoría de Mayer no fue aceptada inicialmente, pero fue retomada por el físico alemán Rudolf Clausius, que pensaba que la Naturaleza estaba en constante transformación debido a continuos intercambios de energía producidos entre diferentes partes de la misma. Denominó como intercambios naturales a aquellos que ocurrían de manera espontánea y que tendían a uniformizar el nivel de energía en la Naturaleza. Cuando se llegara a una situación en la que la energía estuviera repartida uniformemente, se produciría la "muerte" de la Naturaleza. No existirían movimientos, sonidos, colores,...etc

En 1877 el físico austriaco Ludwig Boltzmann propuso, además, que el Universo en su origen tenía un alto grado de organización (quizá descompuesto en sistemas con importantes diferencias de nivel de energía entre ellos)



Generalidades

Los métodos energéticos están basados en una teoría que explica el comportamiento de la Naturaleza en términos generales y que fue desarrollada a lo largo del siglo XIX. A continuación se muestra un breve desarrollo histórico de la misma:

En 1842 el doctor Julius Robert Mayer propuso una teoría en la que en el origen del Universo existía una "fuerza única" (*ursache*) de valor constante formada por muchas "fuerzas menores", cada una de ellas conformando los fenómenos que se registran en la Naturaleza, como son los eléctricos, químicos, térmicos... etc. Posteriormente, el científico inglés William Thompson aplicó el término "energía" para referirse a tanto a la fuerza original como a las fuerzas menores

La teoría de Mayer no fue aceptada inicialmente, pero fue retomada por el físico alemán Rudolf Clausius, que pensaba que la Naturaleza estaba en constante transformación debido a continuos intercambios de energía producidos entre diferentes partes de la misma. Denominó como intercambios naturales a aquellos que ocurrían de manera espontánea y que tendían a uniformizar el nivel de energía en la Naturaleza. Cuando se llegara a una situación en la que la energía estuviera repartida uniformemente, se produciría la "muerte" de la Naturaleza. No existirían movimientos, sonidos, colores,...etc

En 1877 el físico austriaco Ludwig Boltzmann propuso, además, que el Universo en su origen tenía un alto grado de organización (quizá descompuesto en sistemas con importantes diferencias de nivel de energía entre ellos)

A continuación se presentan unos esquemas que pueden explicar algunos de estos conceptos



Generalidades



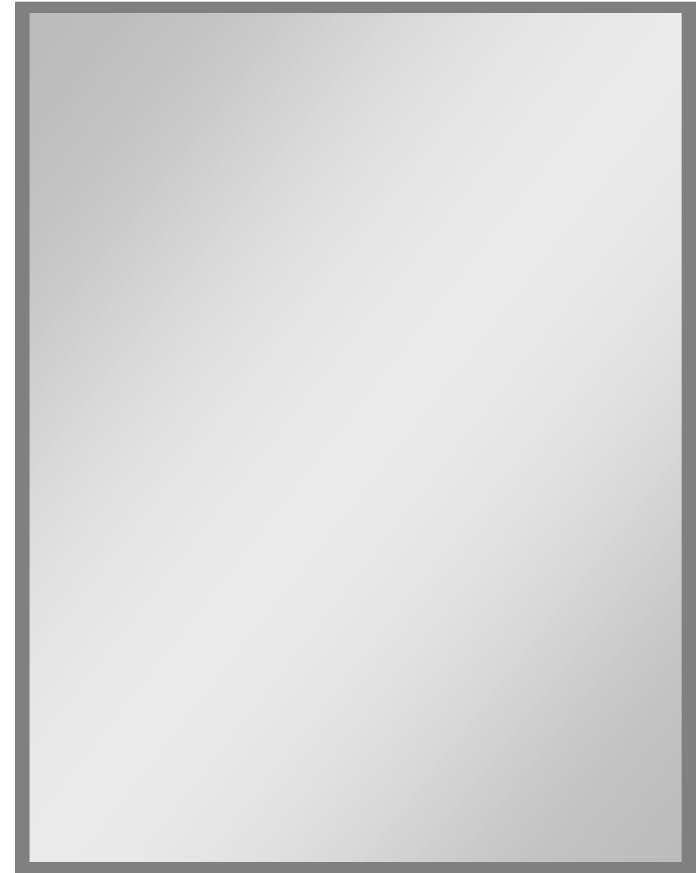
Generalidades

**Representación de la Naturaleza
(superficie rectangular)**



Generalidades

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

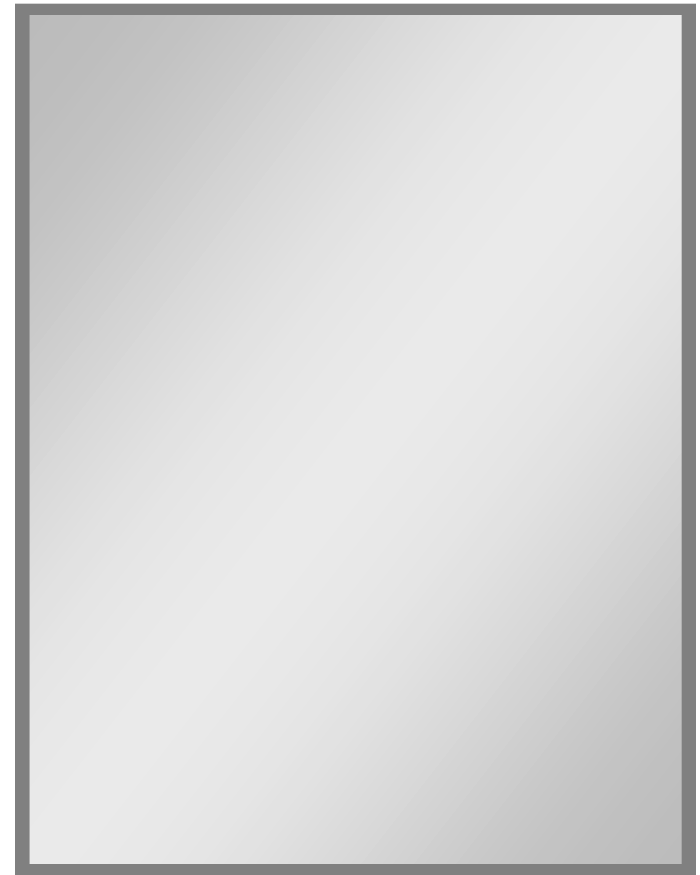




Generalidades

Origen de la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

La Naturaleza desequilibrada se representa descomponiendo el rectángulo en diferentes sistemas, teniendo cada uno de ellos distintos niveles de energía



Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)



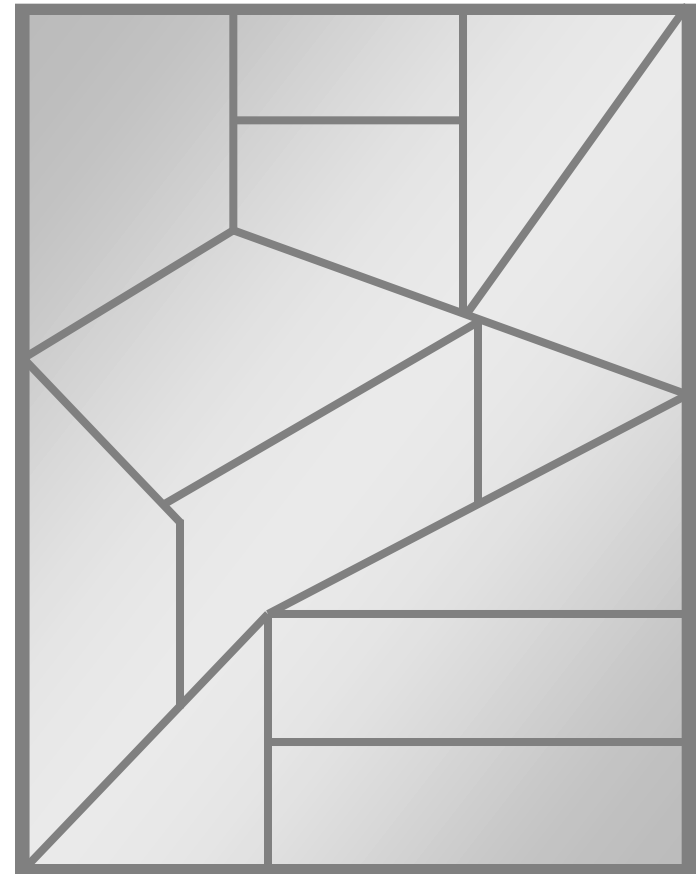


Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)



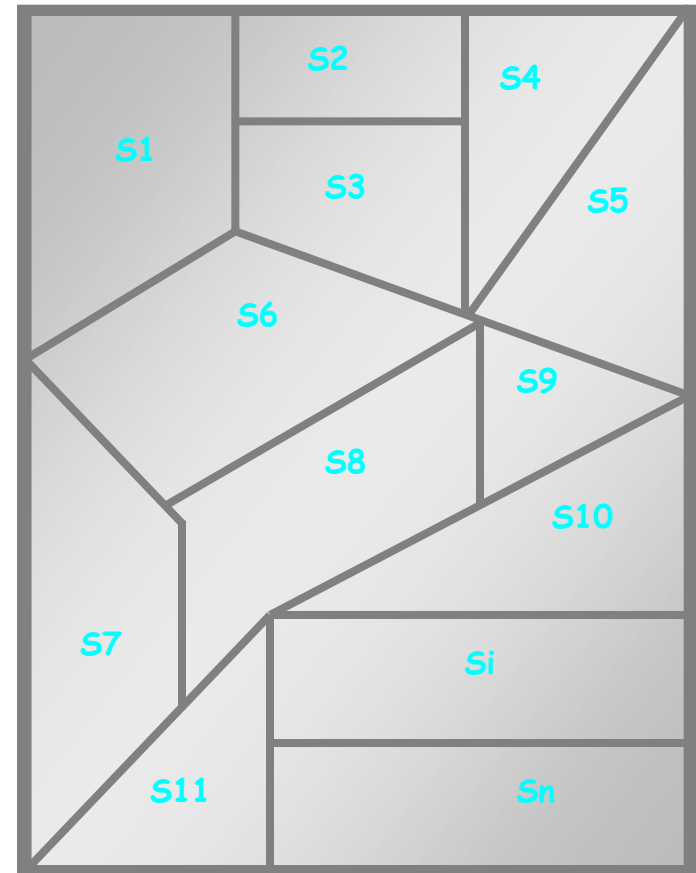


Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





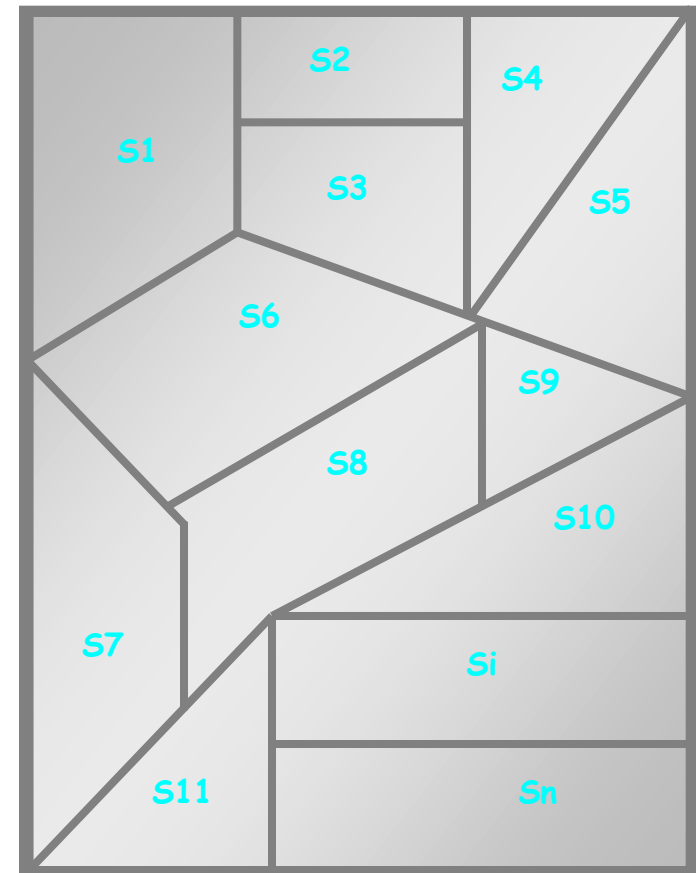
Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Si: Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





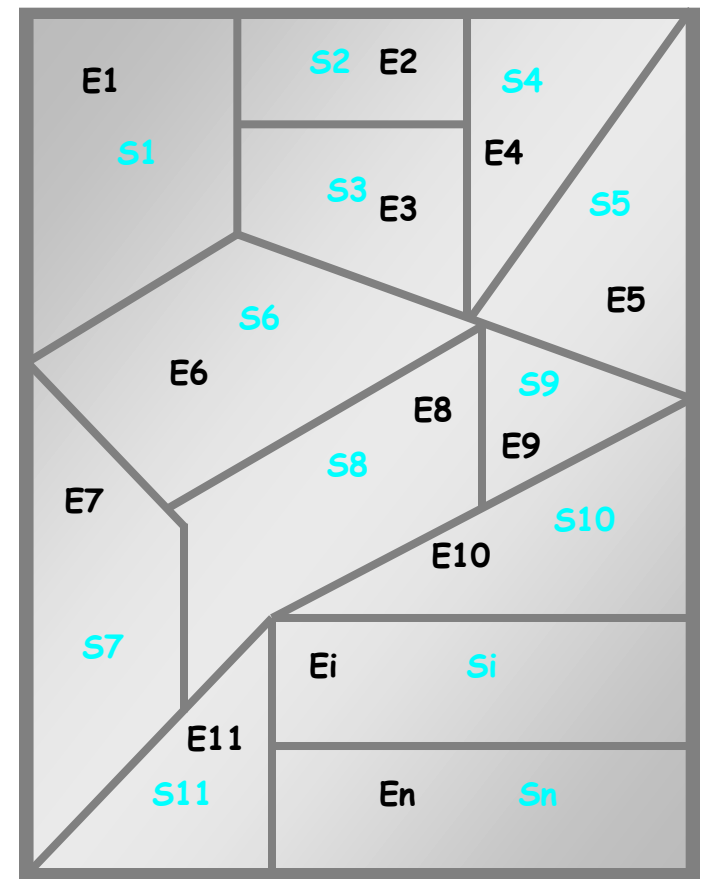
Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Si: Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

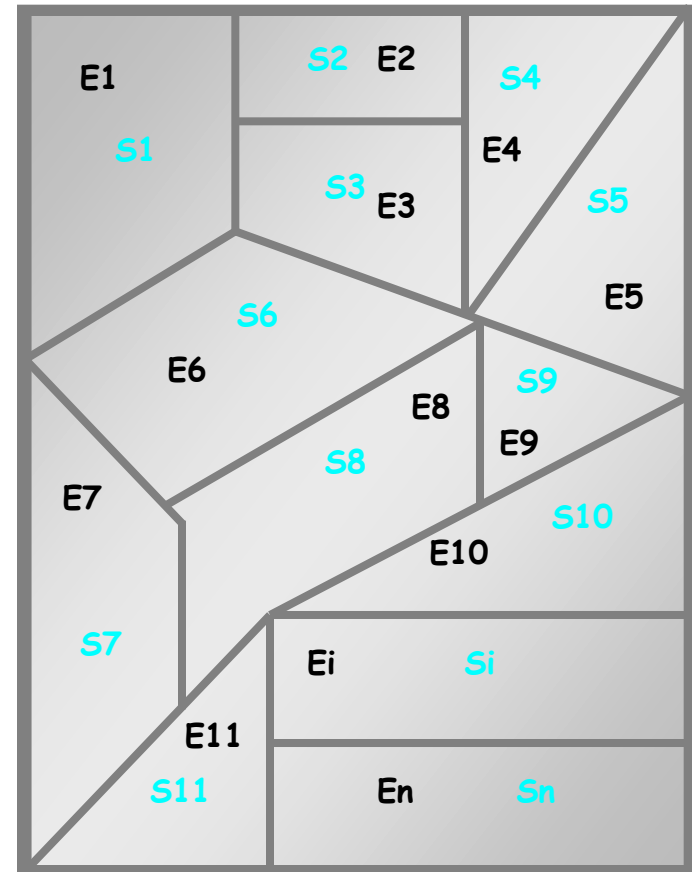
Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Si: Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

Ei: Nivel de energía del sistema Si

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

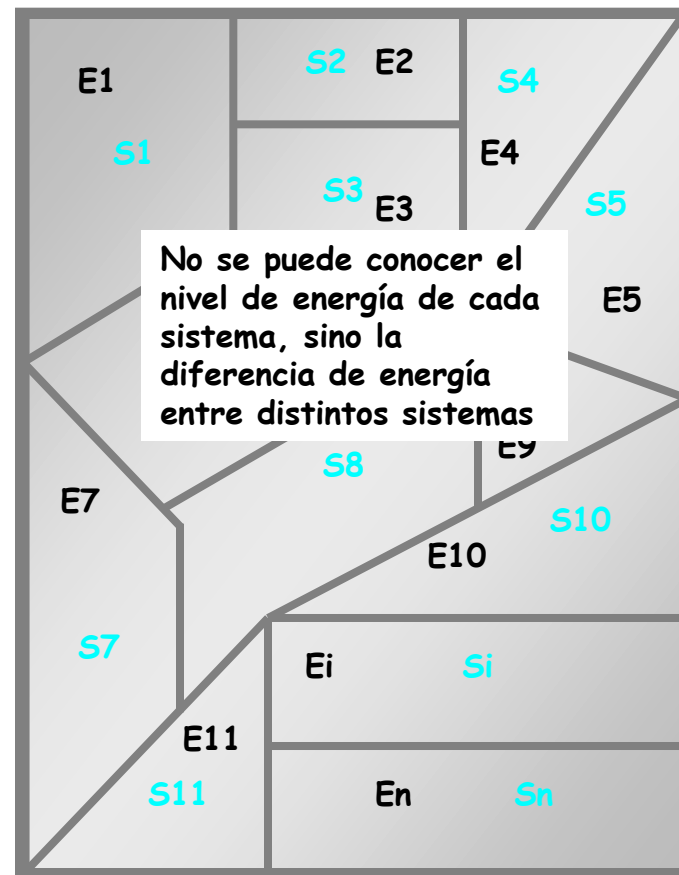
Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

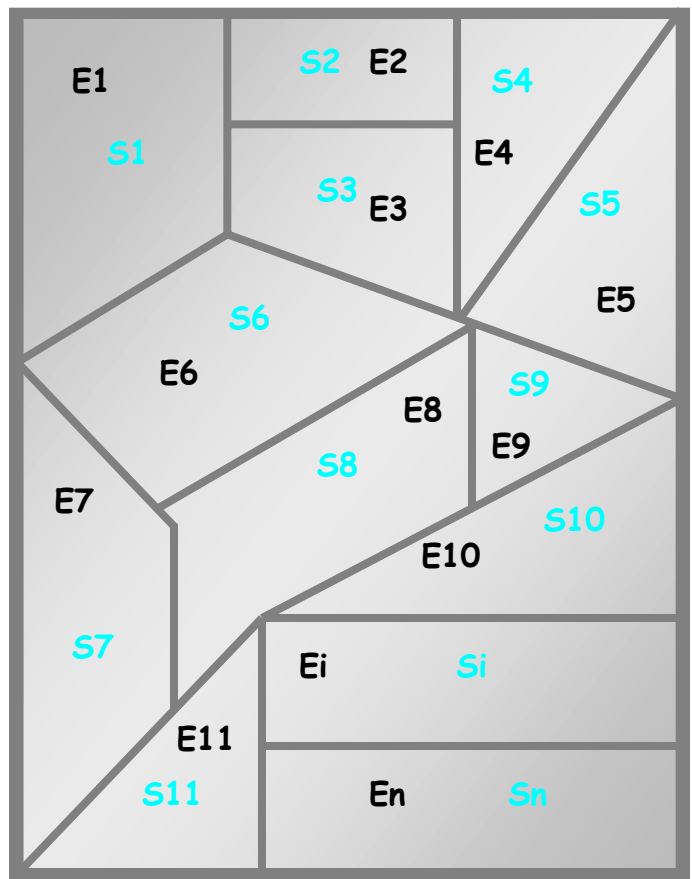
Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

Si: Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

Ei: Nivel de energía del sistema Si

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

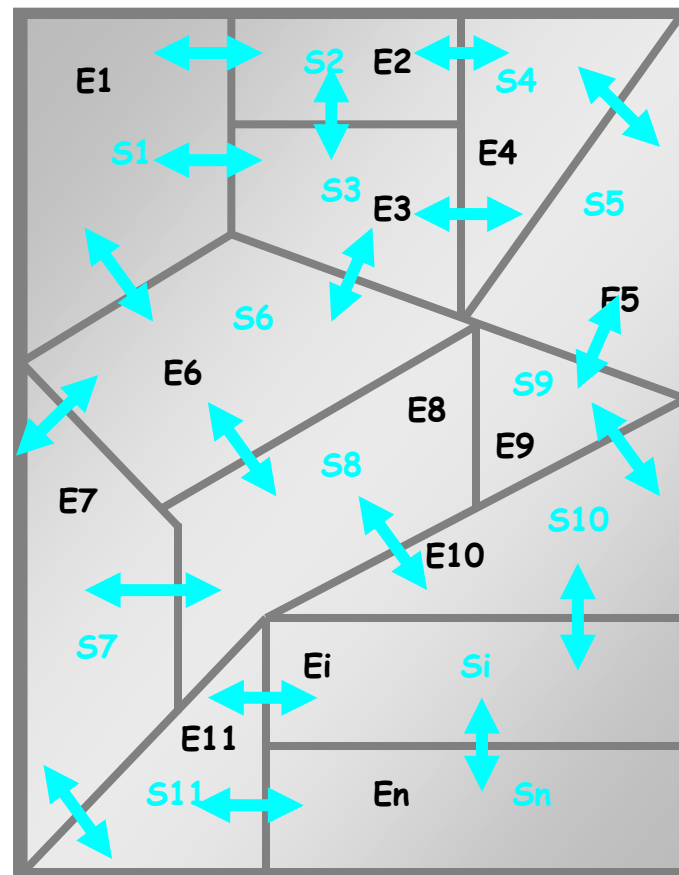
Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

Origen de la Naturaleza

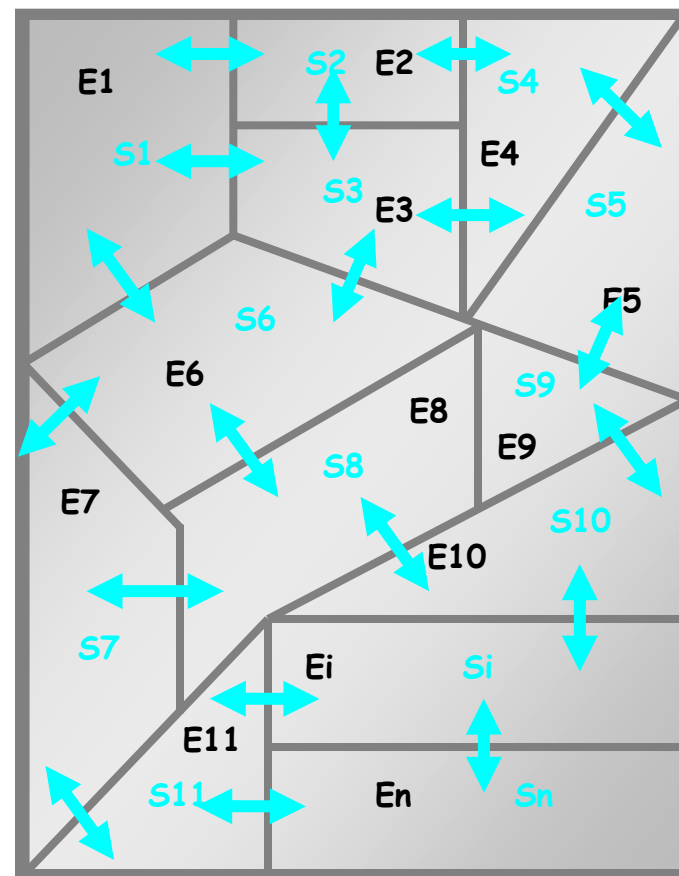
La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

= Diferencia energética entre dos sistemas

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

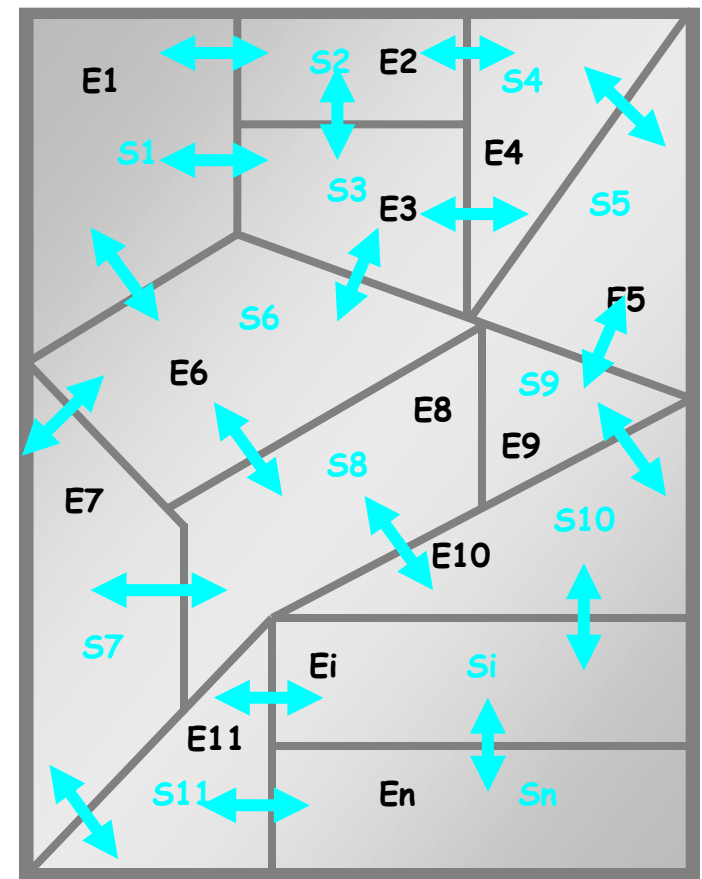
S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

= Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

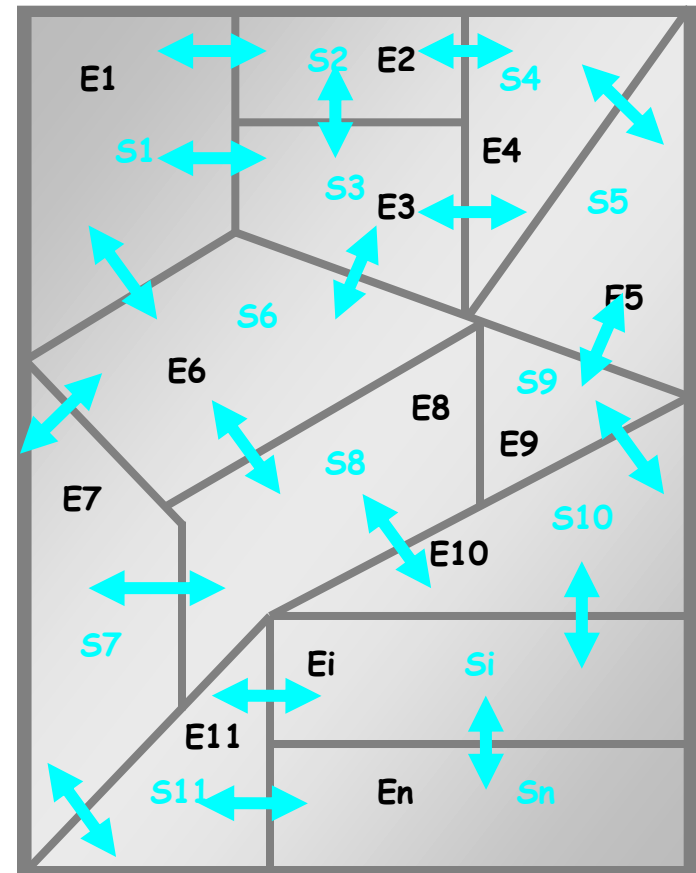
E_i : Nivel de energía del sistema S_i

= Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

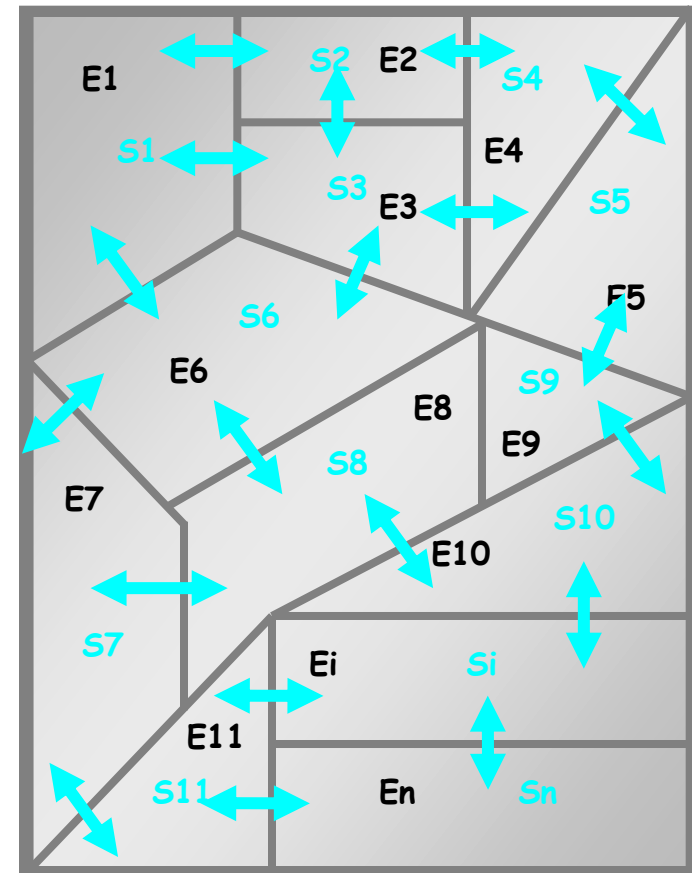
= Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

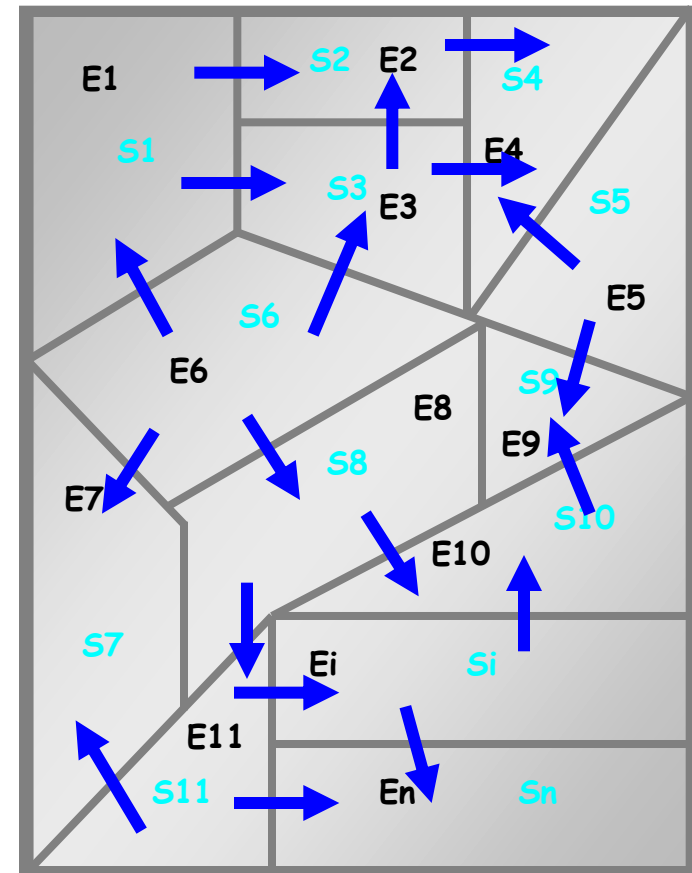
= Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

= Diferencia energética entre dos sistemas

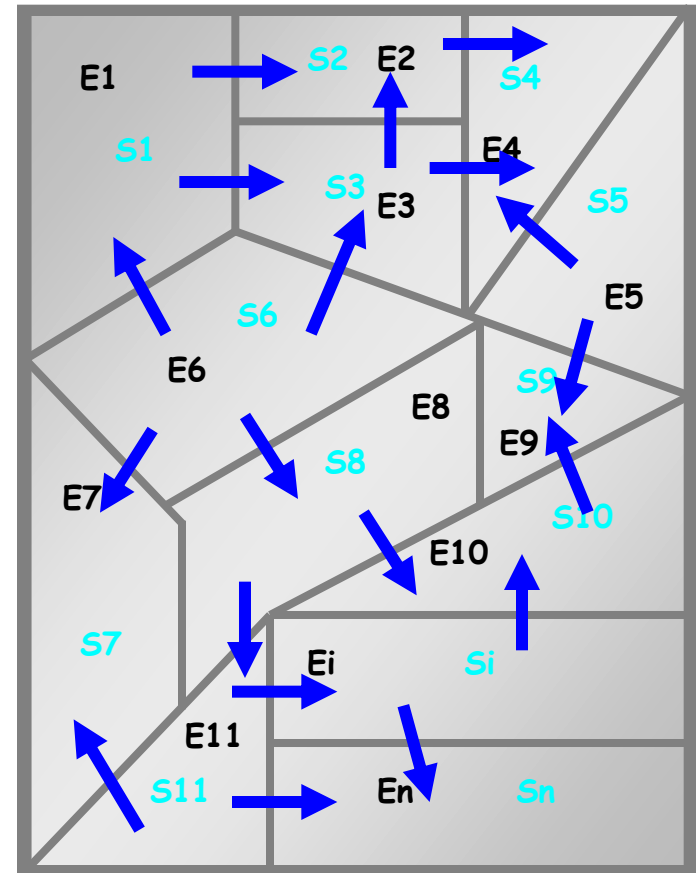
Evolución de la Naturaleza

Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

= Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

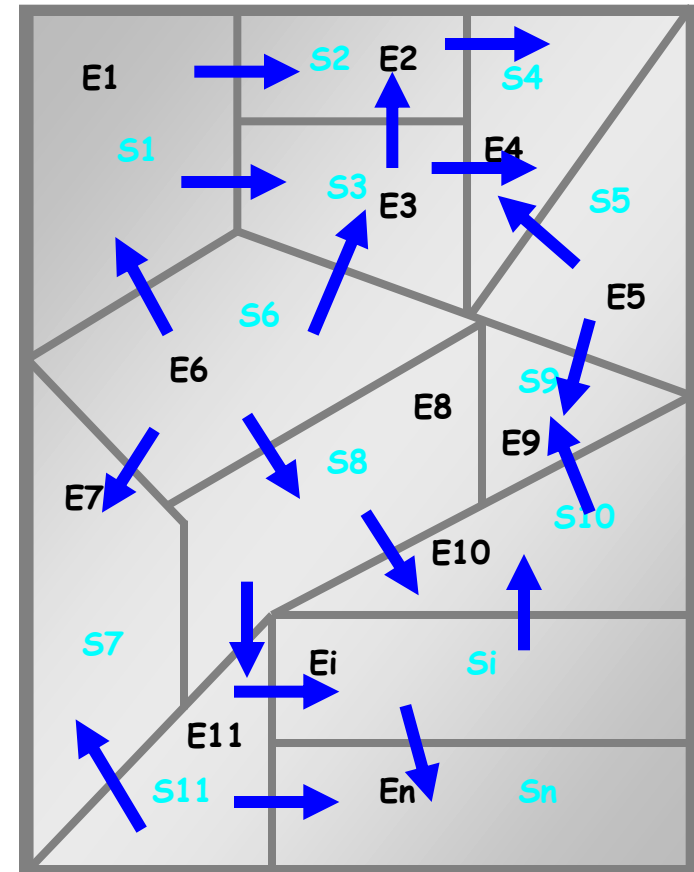
Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

\longleftrightarrow = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

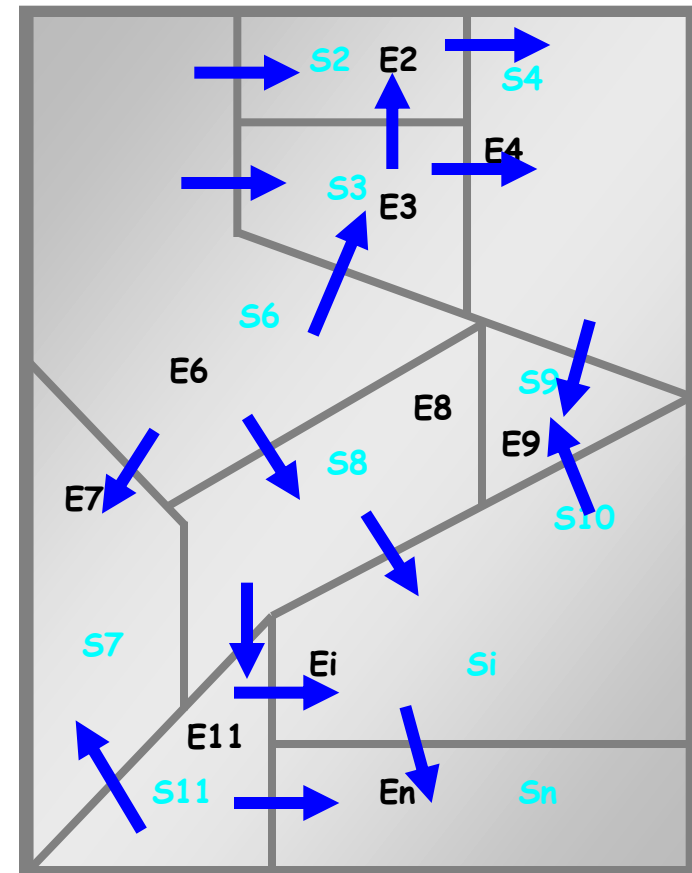
Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

\longrightarrow Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

↔ = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

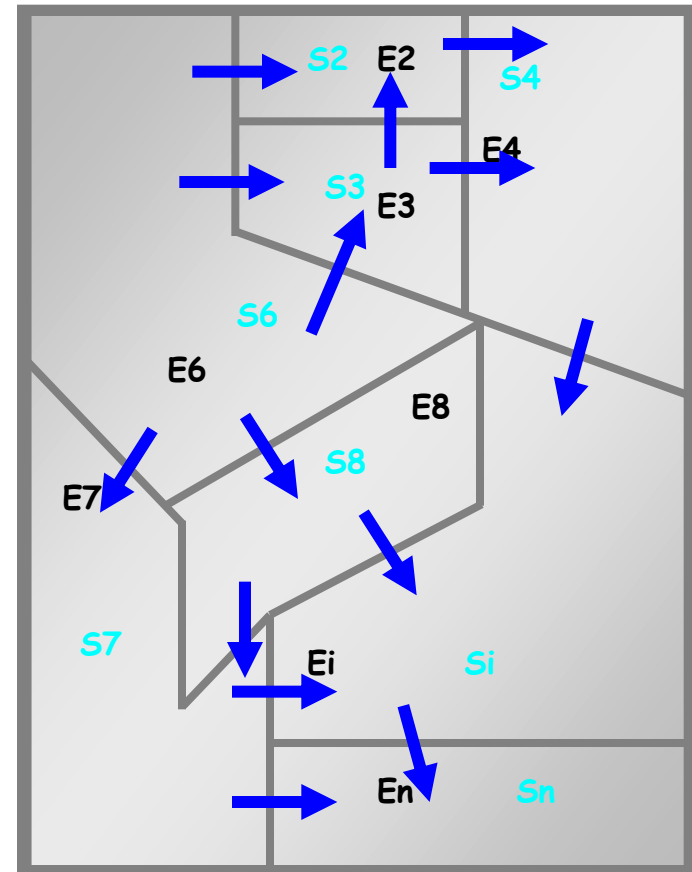
Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

→ Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

↔ = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

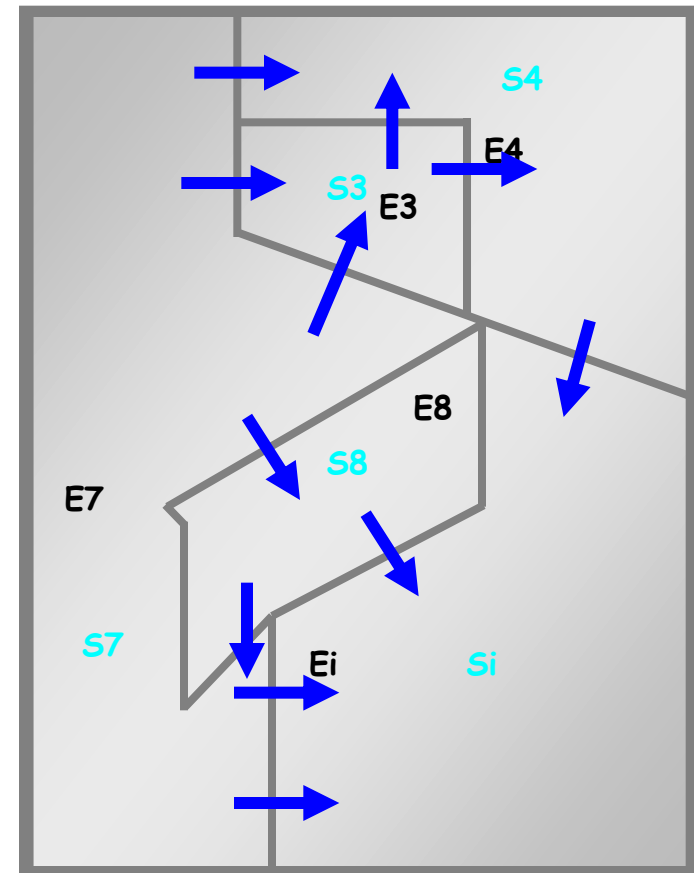
Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

→ Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

↔ = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

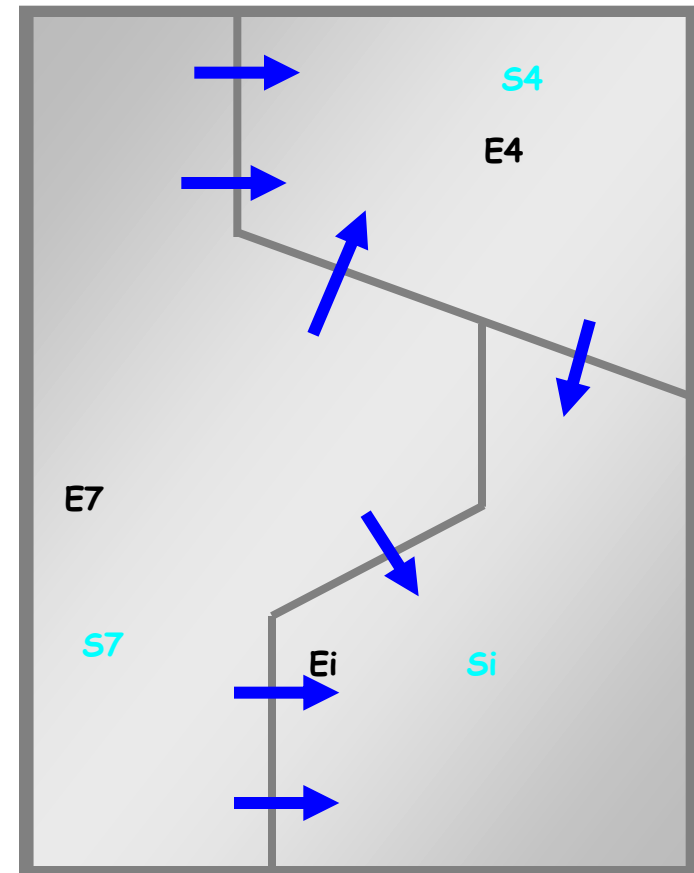
Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

→ Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético

S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

↔ = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

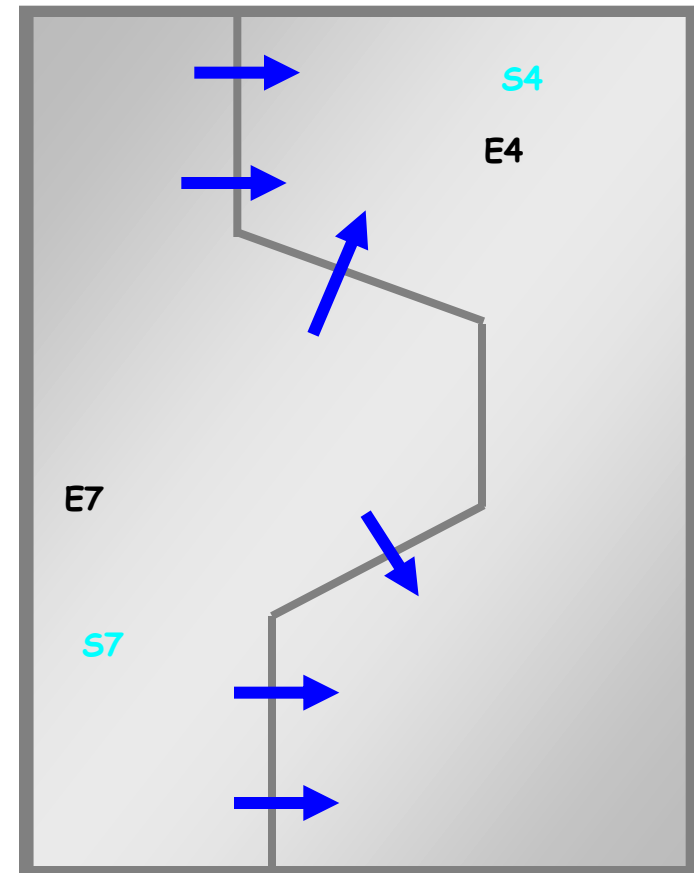
Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

→ Transvase de energía de un sistema energéticamente mas cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Naturaleza en transformación





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético


S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

 = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

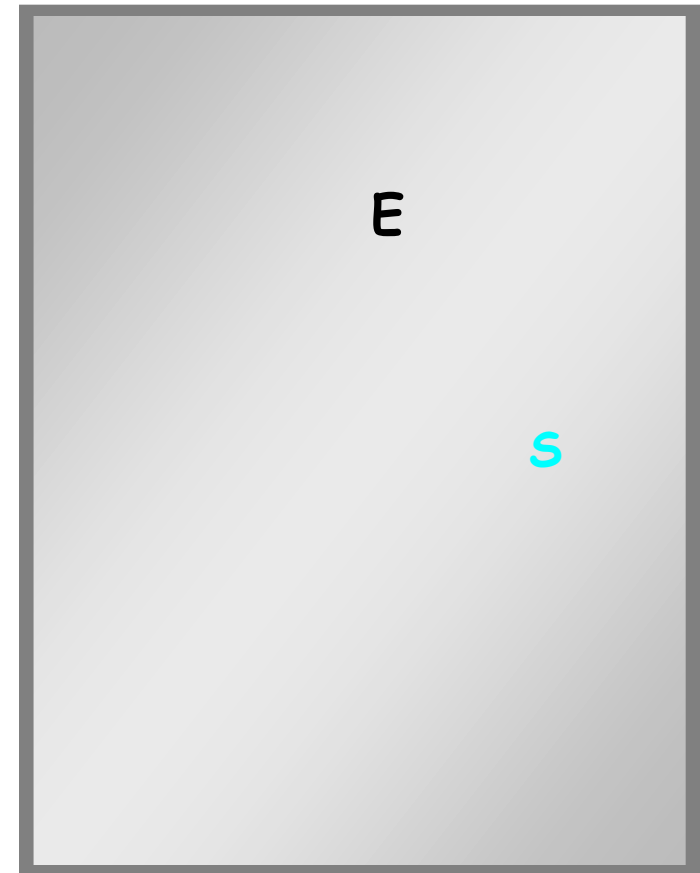
Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

 Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Final de la Naturaleza





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético


S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

 = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

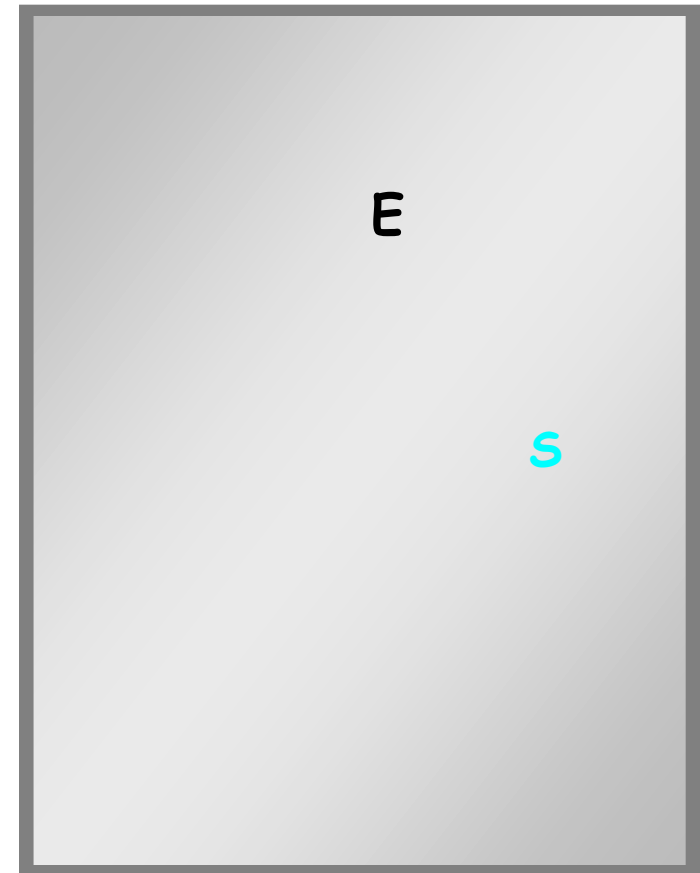
 Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Final de la Naturaleza

Representación de la Naturaleza
(superficie rectangular)

Final de la Naturaleza





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético


S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

 = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

 Transvase de energía de un sistema energéticamente más cargado a otro menos cargado

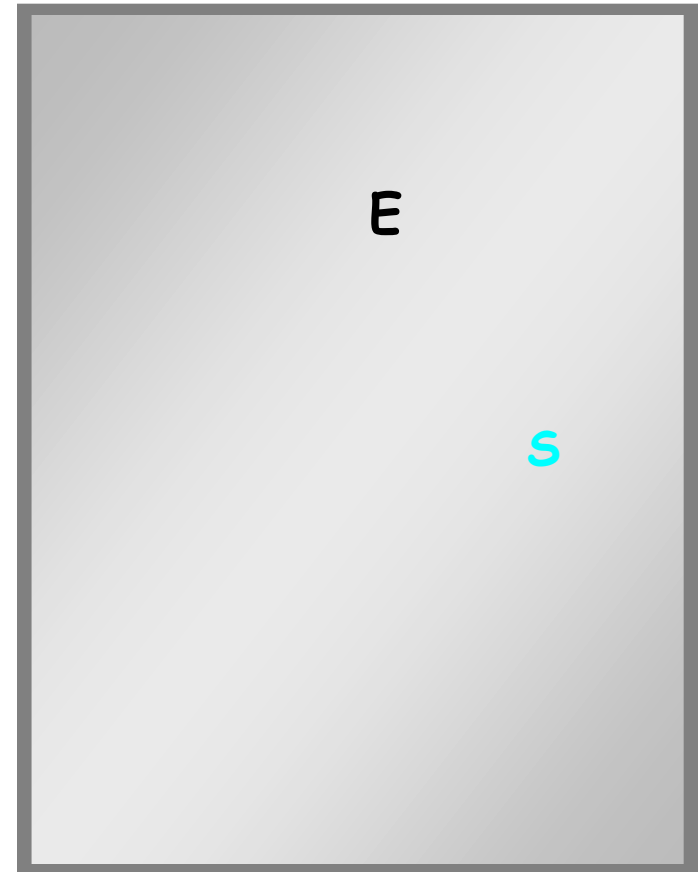
Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Final de la Naturaleza

Se alcanza un nivel de energía uniforme

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Final de la Naturaleza





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético


S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

 = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

 Transvase de energía de un sistema energéticamente mas cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Final de la Naturaleza

Se alcanza un nivel de energía uniforme

No se manifiestan diferencias de energía:

Cinética (movimiento)

Lumínica (colores)

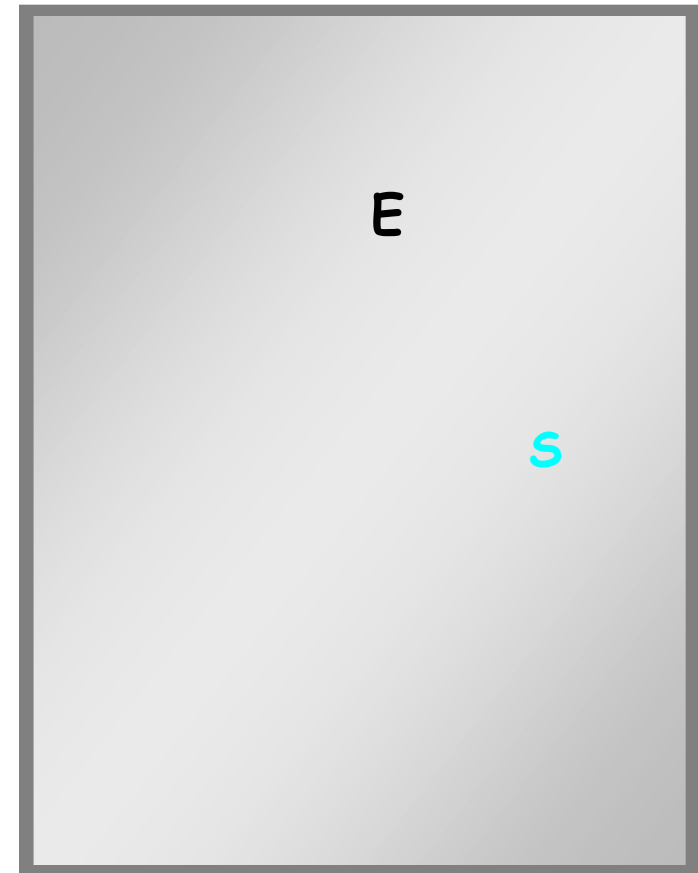
Calórica

Sonora (ruidos)

etc

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Final de la Naturaleza





Generalidades

Origen de la Naturaleza

La Naturaleza en origen se supone muy organizada y desequilibrada desde el punto de vista energético


S_i : Sistema: Región de la naturaleza con un mismo nivel de energía

E_i : Nivel de energía del sistema S_i

 = Diferencia energética entre dos sistemas

Evolución de la Naturaleza

Proceso de equilibrado interno desde el punto de vista energético: transvase de energía entre sistemas

 Transvase de energía de un sistema energéticamente mas cargado a otro menos cargado

Las diferencias de energía son la base de los diversos procesos que tienen lugar en la Naturaleza

Final de la Naturaleza

Se alcanza un nivel de energía uniforme

No se manifiestan diferencias de energía:

Cinética (movimiento)

Lumínica (colores)

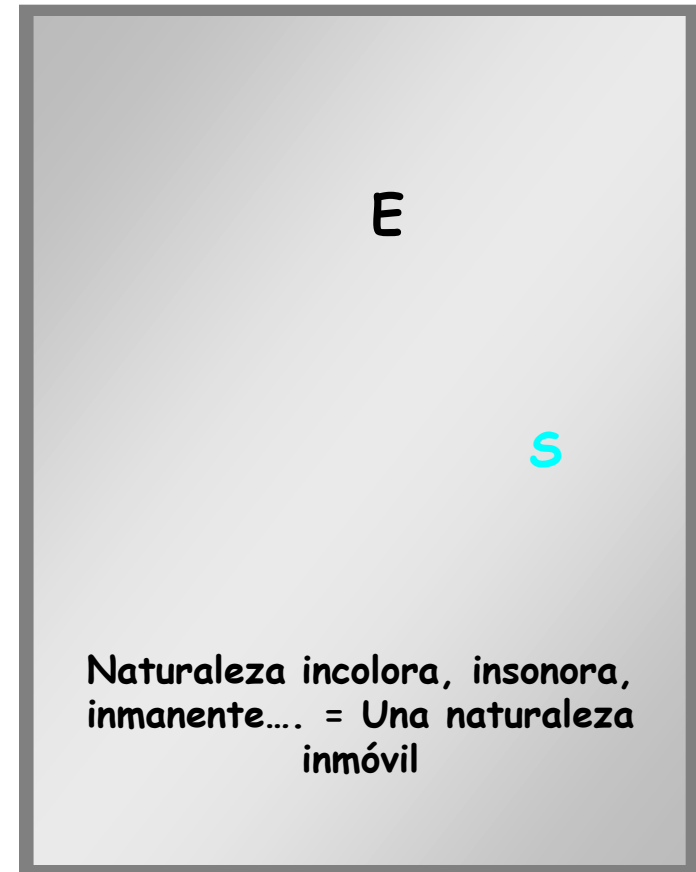
Calórica

Sonora (ruidos)

etc

Representación de la Naturaleza (superficie rectangular)

Final de la Naturaleza

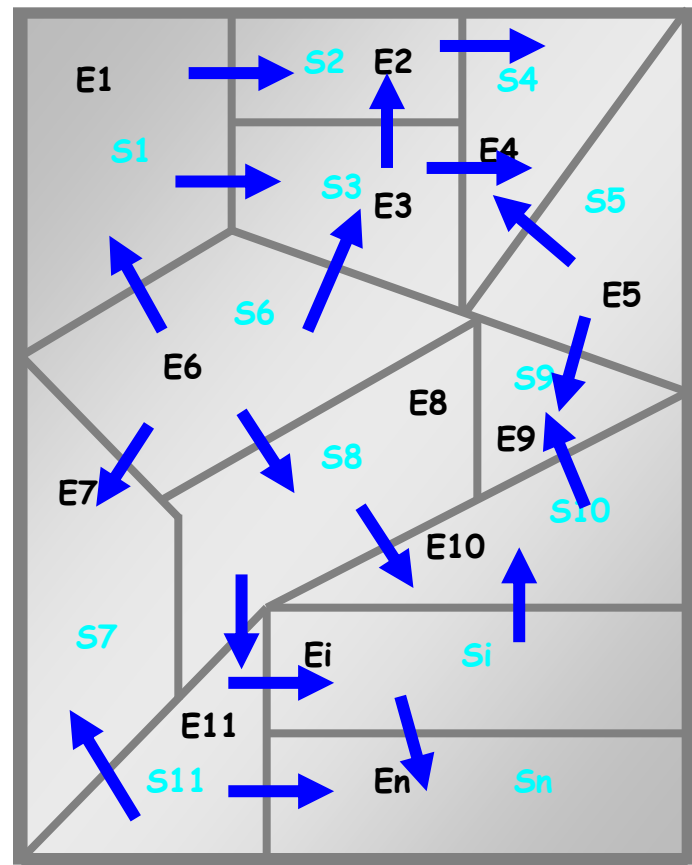




Generalidades

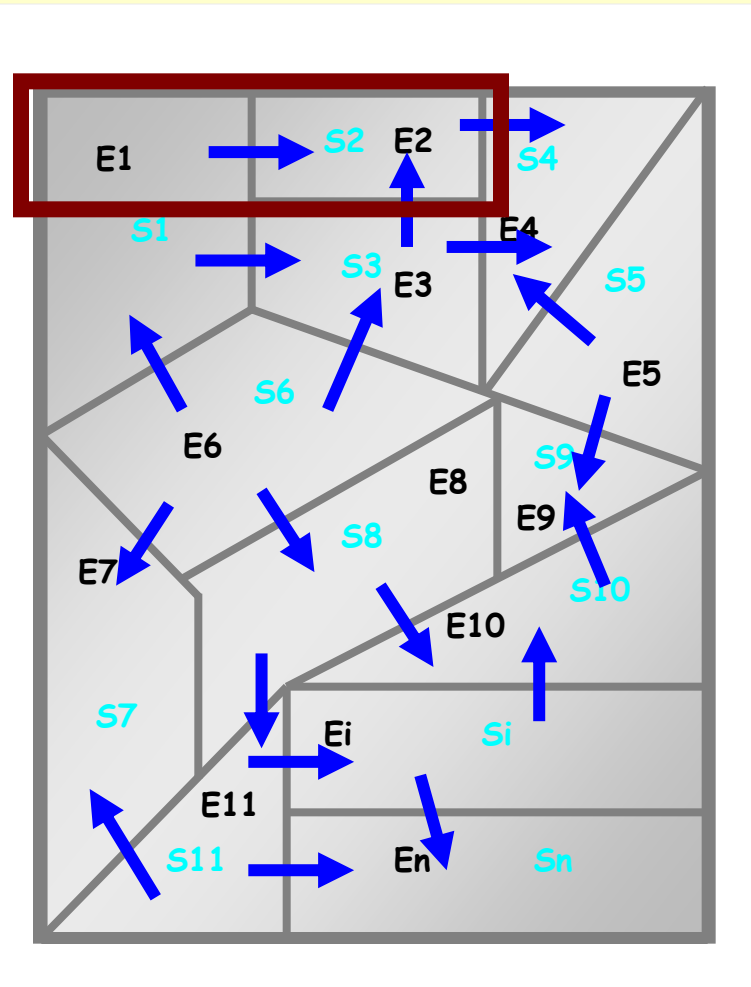


Generalidades



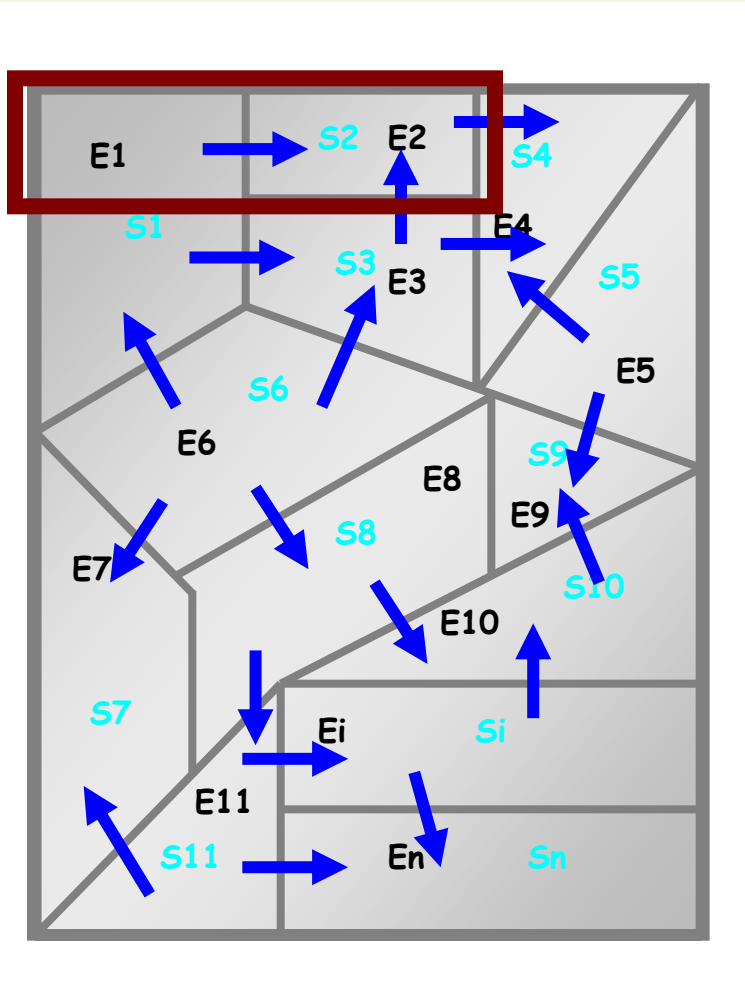


Generalidades





Generalidades

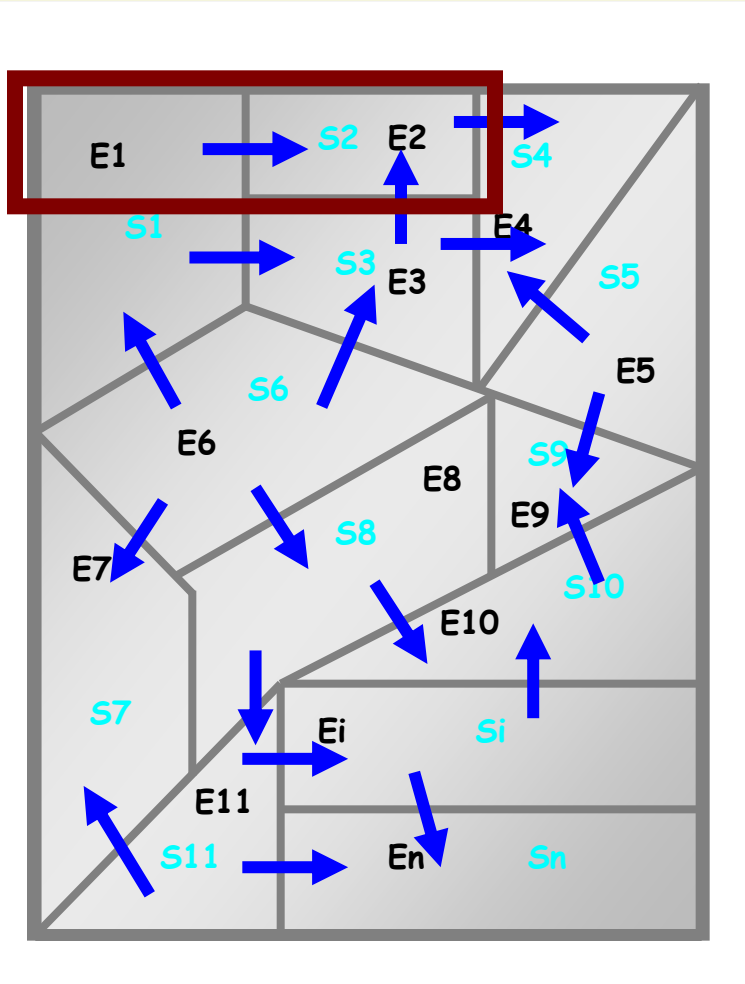


Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial



Generalidades



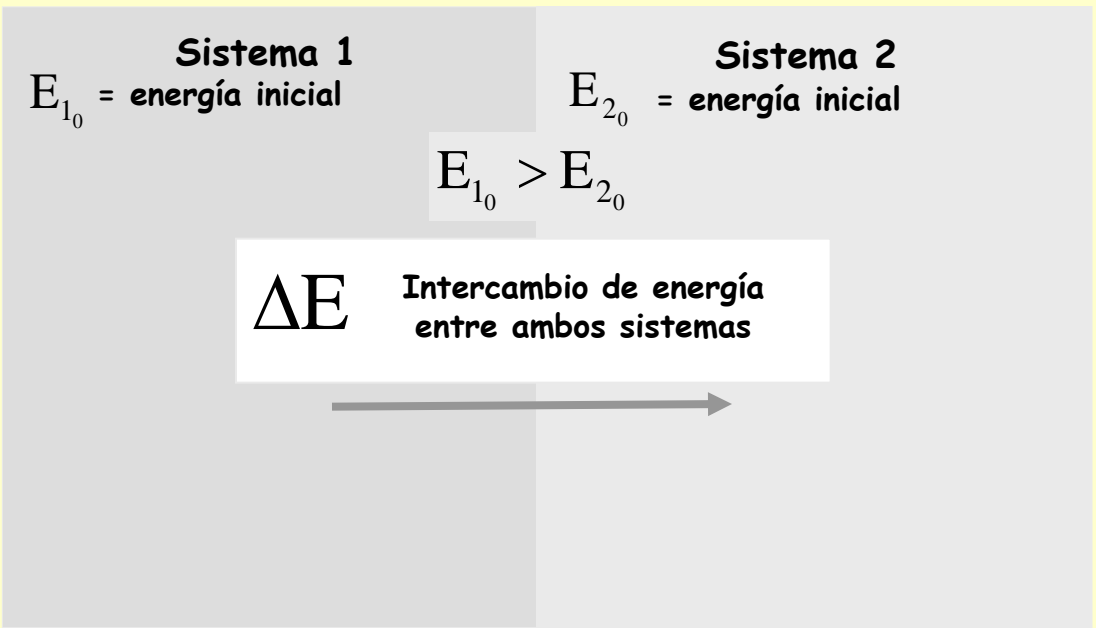
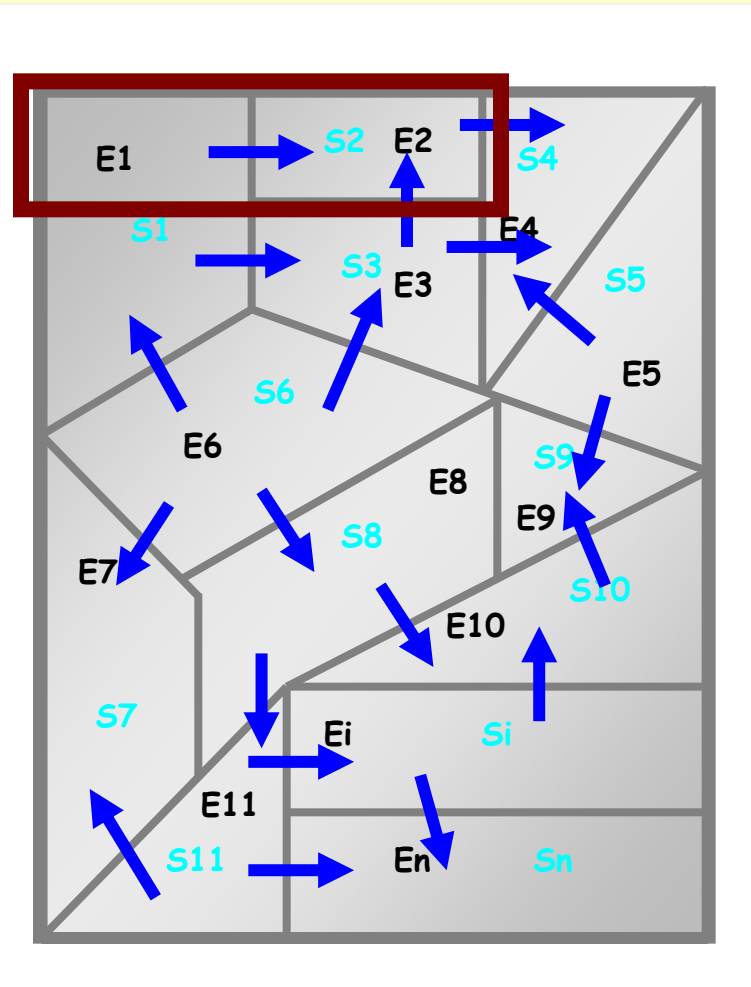
Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

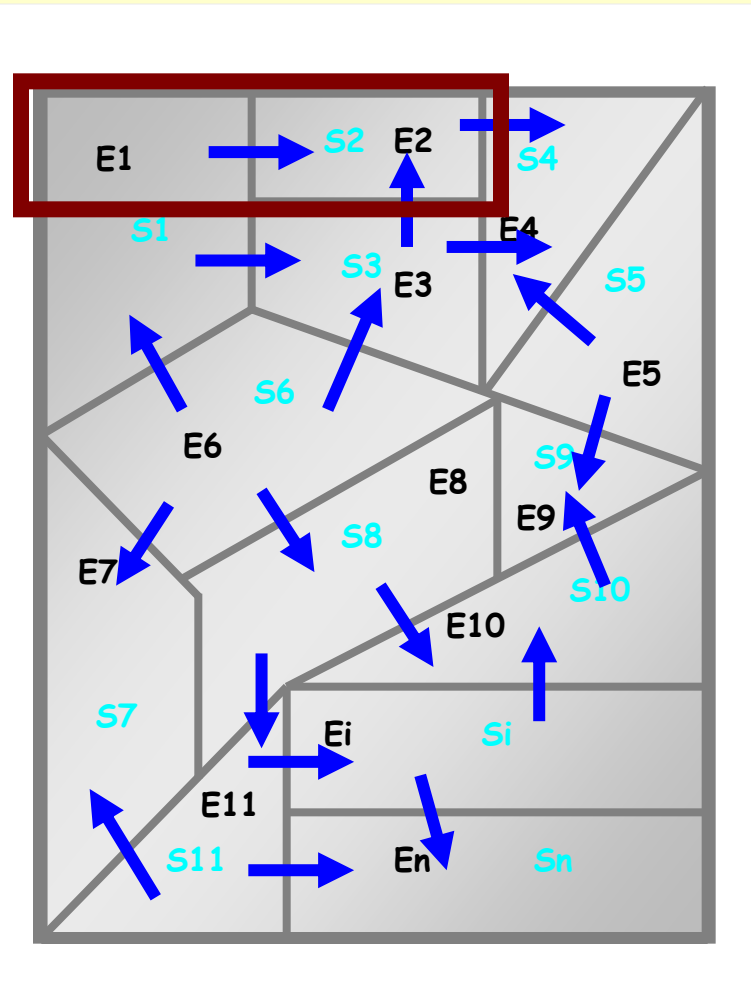


Generalidades





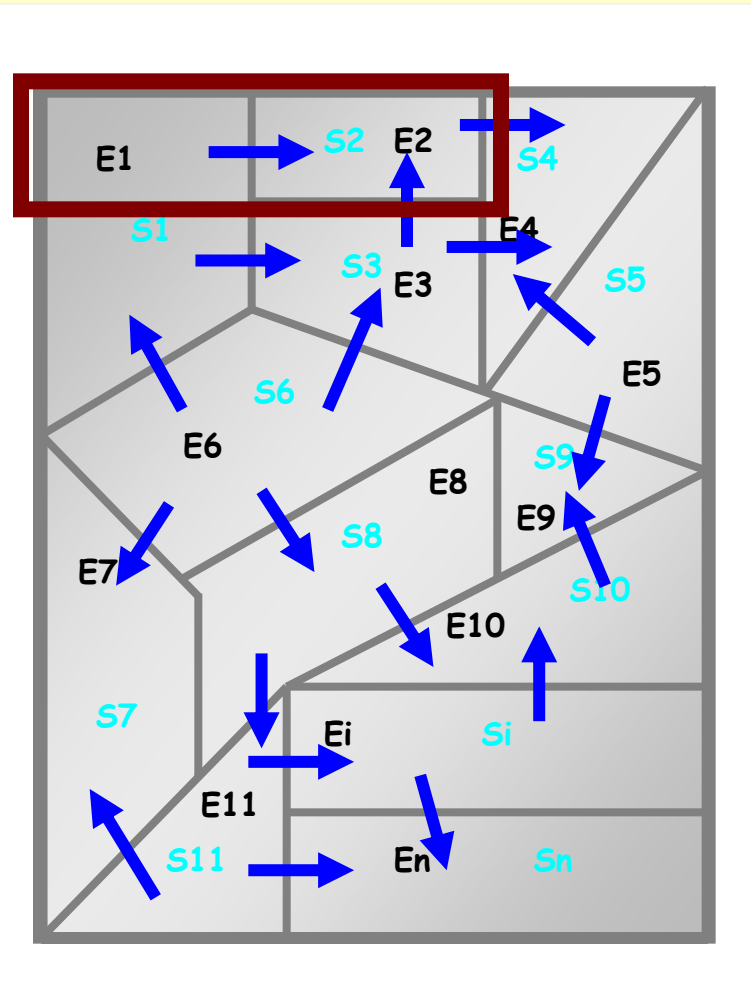
Generalidades



<p>Sistema 1</p> <p>E_{1_0} = energía inicial</p>	<p>Sistema 2</p> <p>E_{2_0} = energía inicial</p>
<p>$E_{1_0} > E_{2_0}$</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas</p> </div>	
<p>→</p>	
<p>$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$</p>	
<p>E_{1_F} = energía inicial</p>	



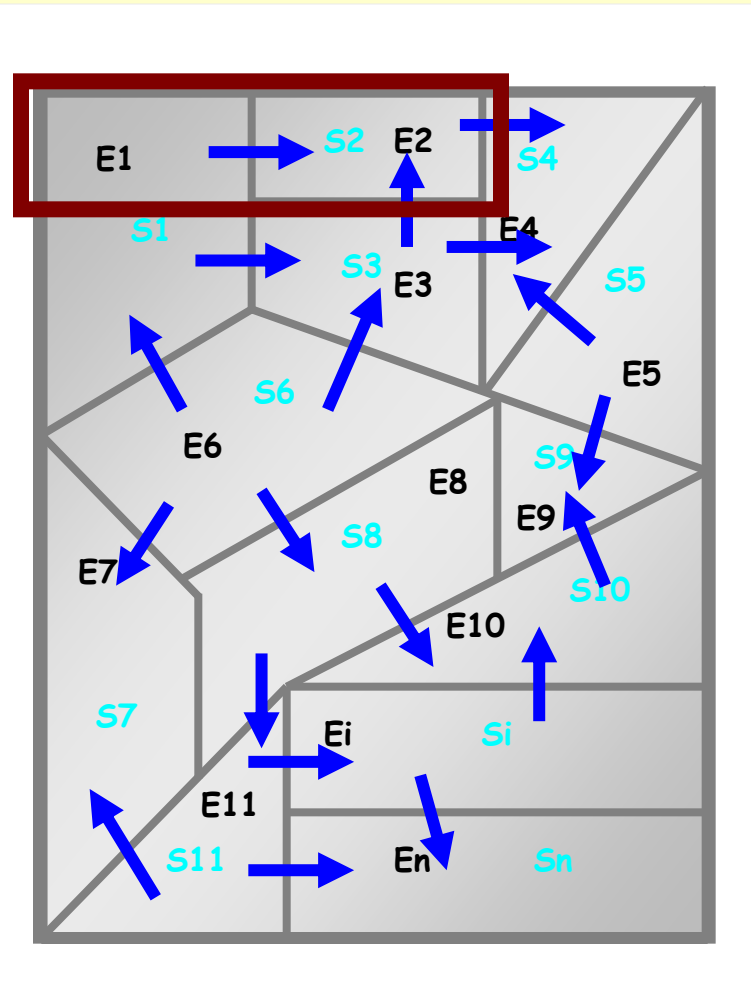
Generalidades



<p>Sistema 1</p> <p>E_{1_0} = energía inicial</p>	<p>Sistema 2</p> <p>E_{2_0} = energía inicial</p>
<p>$E_{1_0} > E_{2_0}$</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas</p> </div>	
<p>→</p>	
<p>$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$</p> <p>$E_{1_F}$ = energía inicial</p>	<p>$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$</p> <p>$E_{2_F}$ = energía inicial</p>



Generalidades

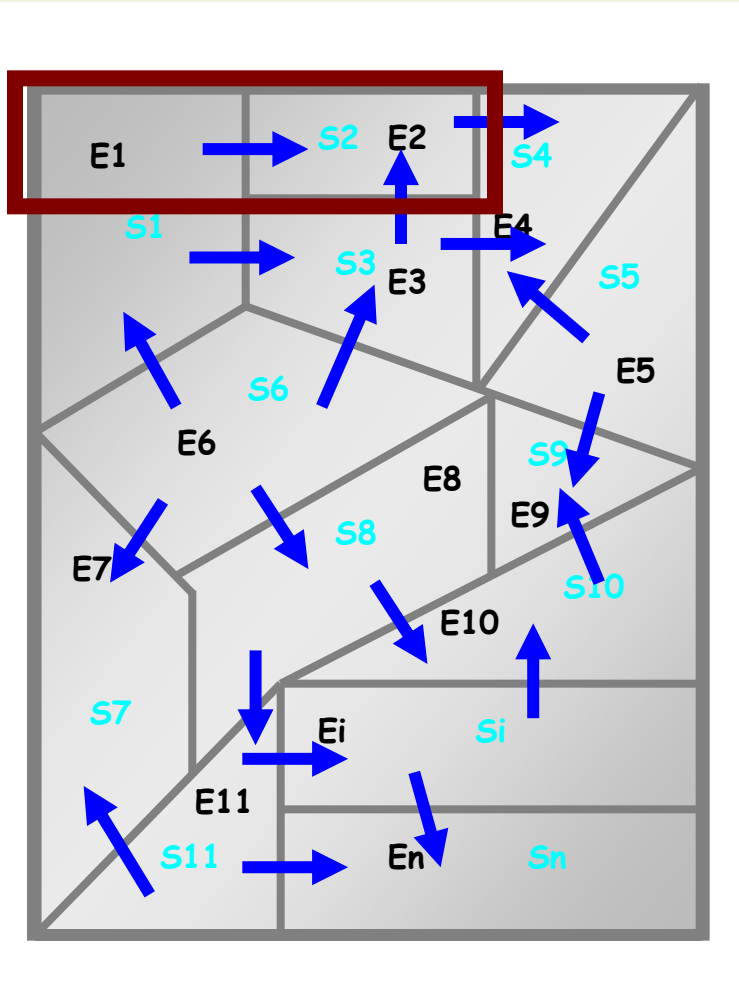


<p>Sistema 1</p> <p>E_{1_0} = energía inicial</p>	<p>Sistema 2</p> <p>E_{2_0} = energía inicial</p>
<p>$E_{1_0} > E_{2_0}$</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas</p> </div>	
<p>→</p>	
<p>$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$</p> <p>$E_{1_F}$ = energía inicial</p>	<p>$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$</p> <p>$E_{2_F}$ = energía inicial</p>

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación



Generalidades



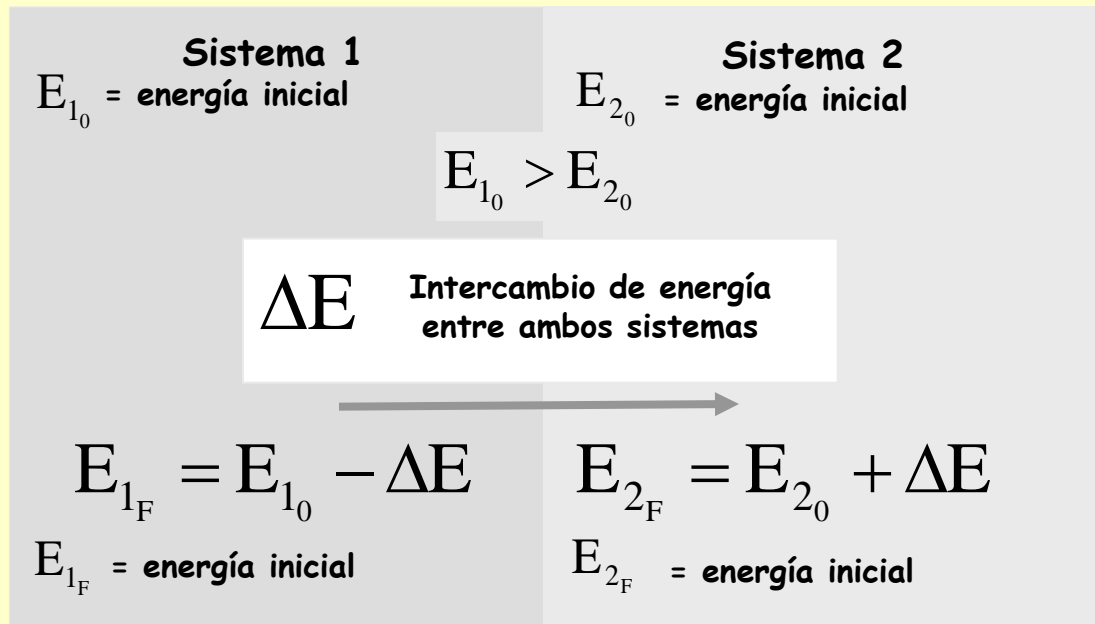
<p>Sistema 1</p> <p>E_{1_0} = energía inicial</p>	<p>Sistema 2</p> <p>E_{2_0} = energía inicial</p>
<p>$E_{1_0} > E_{2_0}$</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas</p> </div>	
<p>→</p>	
<p>$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$</p> <p>$E_{1_F}$ = energía inicial</p>	<p>$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$</p> <p>$E_{2_F}$ = energía inicial</p>

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades



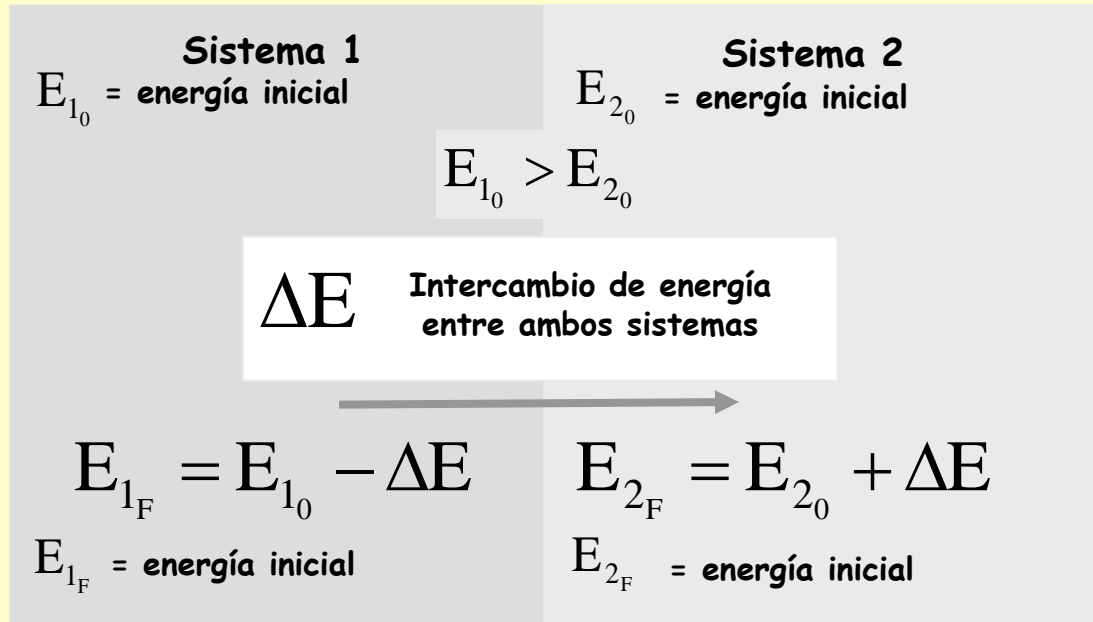
Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



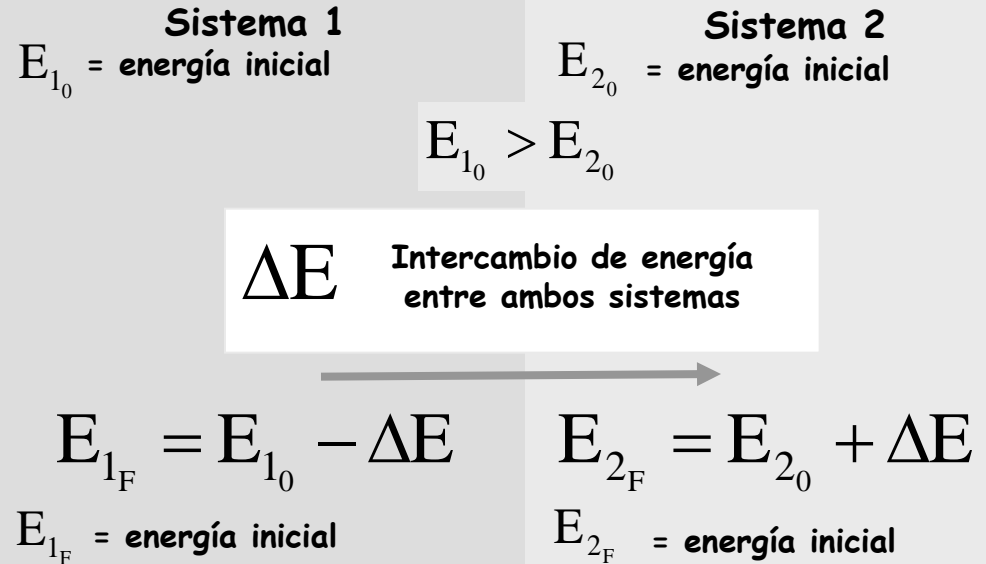
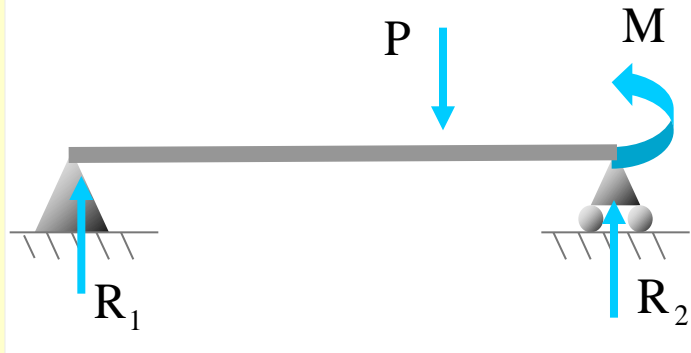
Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



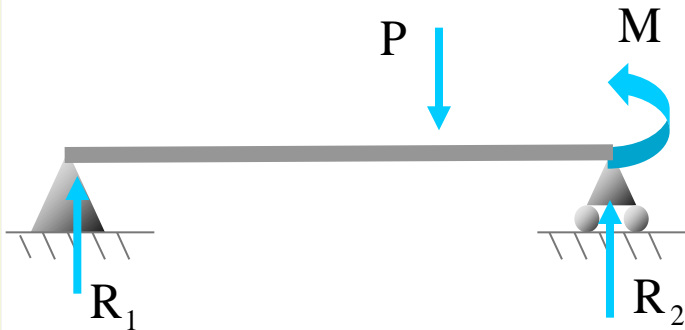
Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas

$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

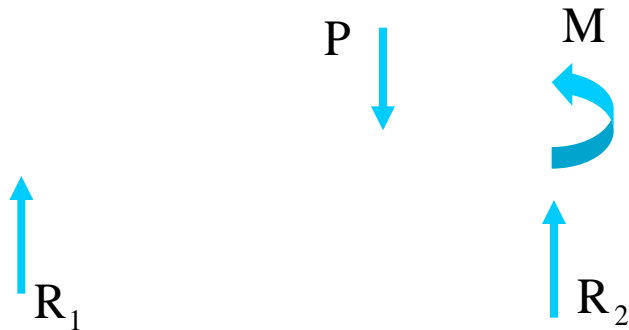
Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



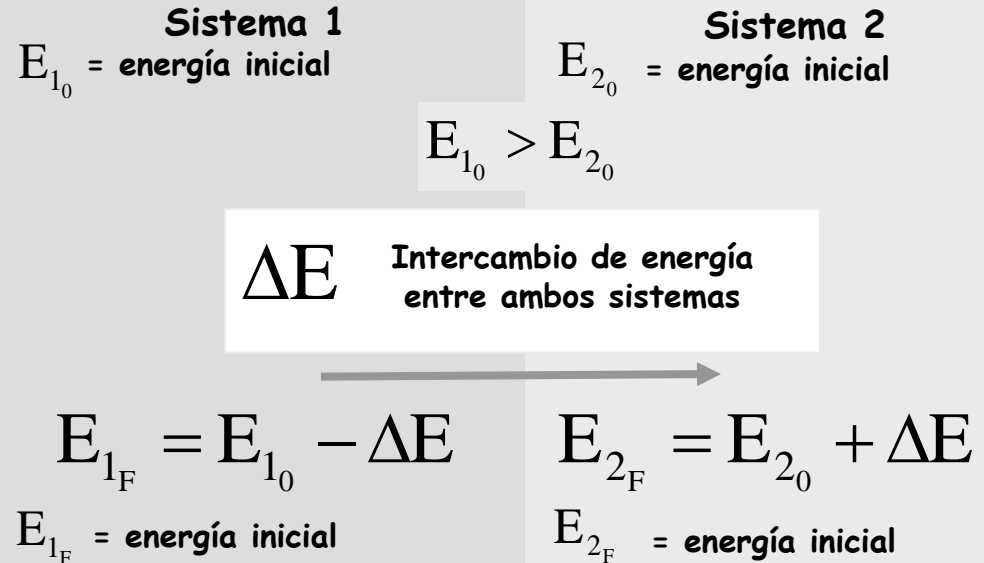
Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella



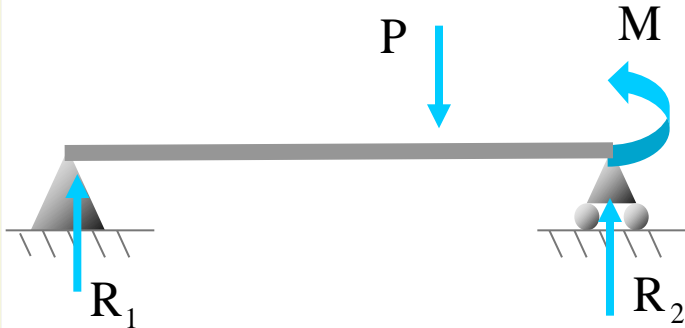
Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas

$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

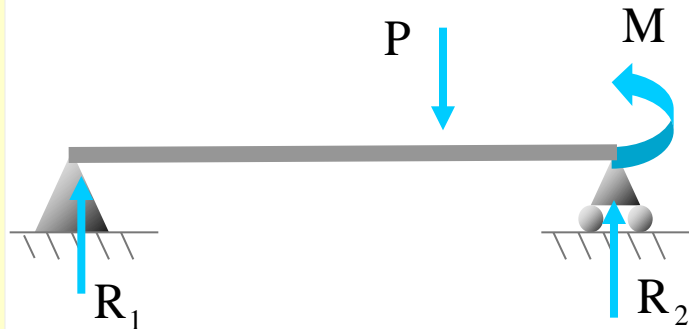
Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2

Es el medio continuo de la estructura

Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas

$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2

Es el medio continuo de la estructura

Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas

$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

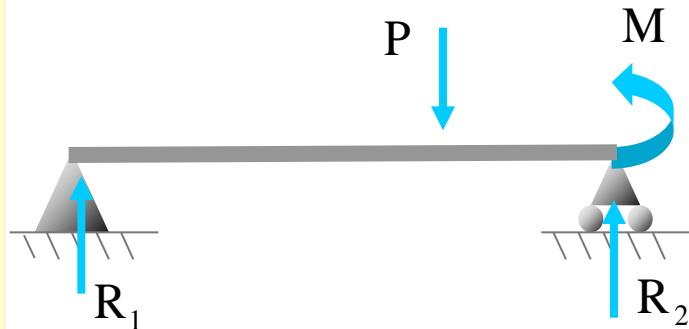
Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2

Es el medio continuo de la estructura

Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas

$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

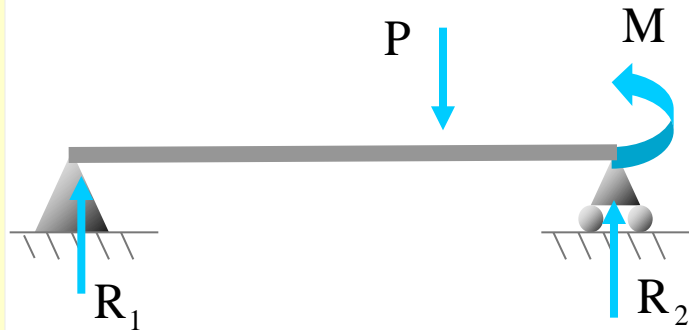
Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

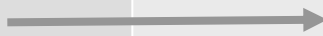
Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas



Sistema 1
Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2
Es el medio continuo de la estructura

$$\Delta U$$



Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas



$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$
 E_{1_F} = energía inicial

$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$
 E_{2_F} = energía inicial

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

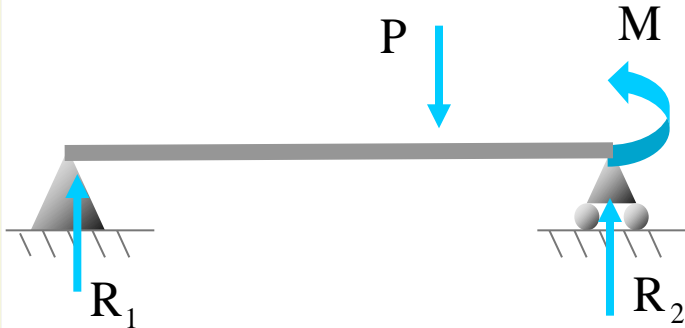
ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas

Intercambio de energía entre sistemas: se manifiesta mediante el mecanismo de la deformación



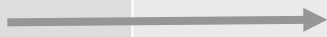
Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2

Es el medio continuo de la estructura

$$\Delta U$$



Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas



$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

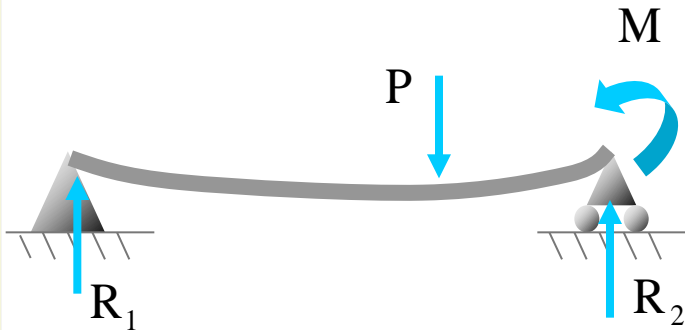
ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas

Intercambio de energía entre sistemas: se manifiesta mediante el mecanismo de la deformación



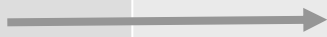
Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2

Es el medio continuo de la estructura

$$\Delta U$$



Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas



$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

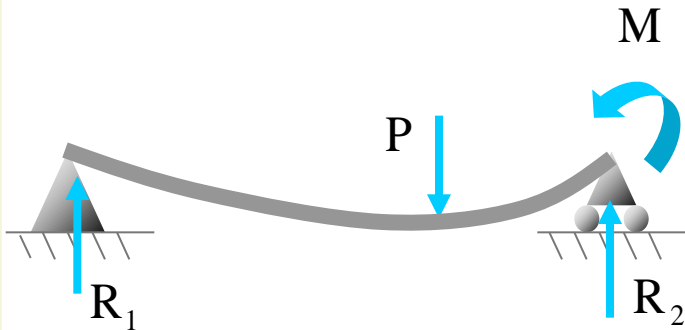
ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas

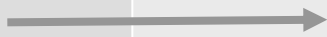
Intercambio de energía entre sistemas: se manifiesta mediante el mecanismo de la deformación



Sistema 1
Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2
Es el medio continuo de la estructura

$$\Delta U$$



Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas



$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$
 E_{1_F} = energía inicial

$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$
 E_{2_F} = energía inicial

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

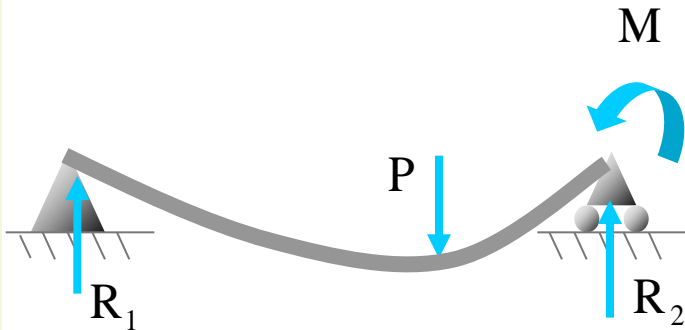
ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas

Intercambio de energía entre sistemas: se manifiesta mediante el mecanismo de la deformación



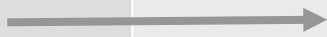
Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2

Es el medio continuo de la estructura

$$\Delta U$$



Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas



$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$
 E_{1_F} = energía inicial

$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$
 E_{2_F} = energía inicial

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

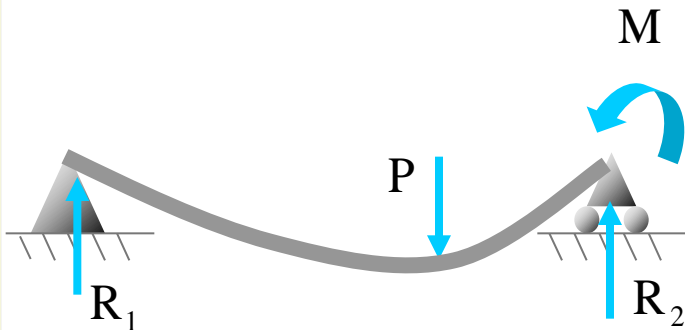
ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas

Posición de equilibrio



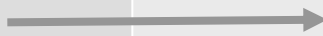
Sistema 1

Es el entorno de la estructura. Se representa con las cargas y reacciones que actúan en ella

Sistema 2

Es el medio continuo de la estructura

ΔU



Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas



$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

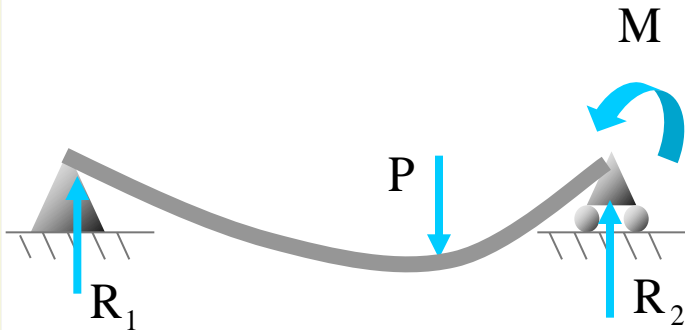
ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



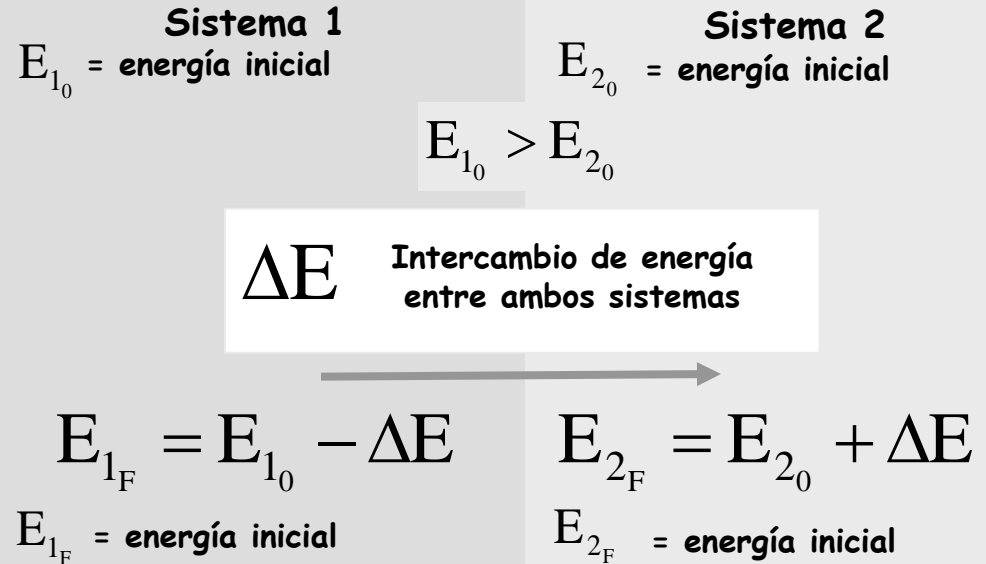
Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas

Posición de equilibrio



Los sistemas 1 y 2 forman uno solo con un mismo nivel de energía



Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

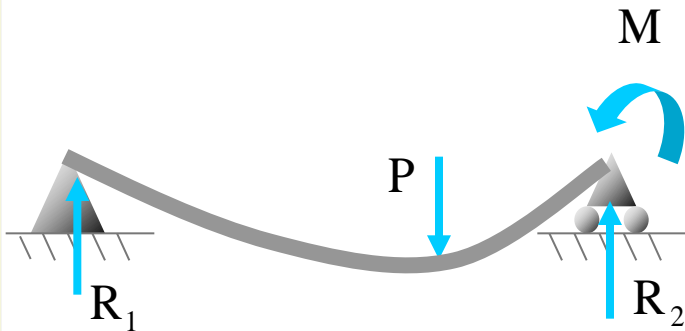
ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Generalidades

Ejemplo: intercambio de energía de deformación entre dos sistemas

Posición de equilibrio



Los sistemas 1 y 2 forman uno solo con un mismo nivel de energía

Sistema 1
 E_{1_0} = energía inicial

Sistema 2
 E_{2_0} = energía inicial

$$E_{1_0} > E_{2_0}$$

ΔE Intercambio de energía entre ambos sistemas

$$E_{1_F} = E_{1_0} - \Delta E$$

$$E_{2_F} = E_{2_0} + \Delta E$$

E_{1_F} = energía inicial

E_{2_F} = energía inicial

Una de las formas en que la ΔE se manifiesta es la que se conoce como ΔU o energía de deformación

ΔU = es la variación energética que experimenta un cuerpo deformable, como es el caso de una estructura de edificación, durante su proceso de equilibrado cuando está sometido a acciones exteriores P, M, R_1, R_2, \dots



Introducción

Generalidades

Introducción



Introducción

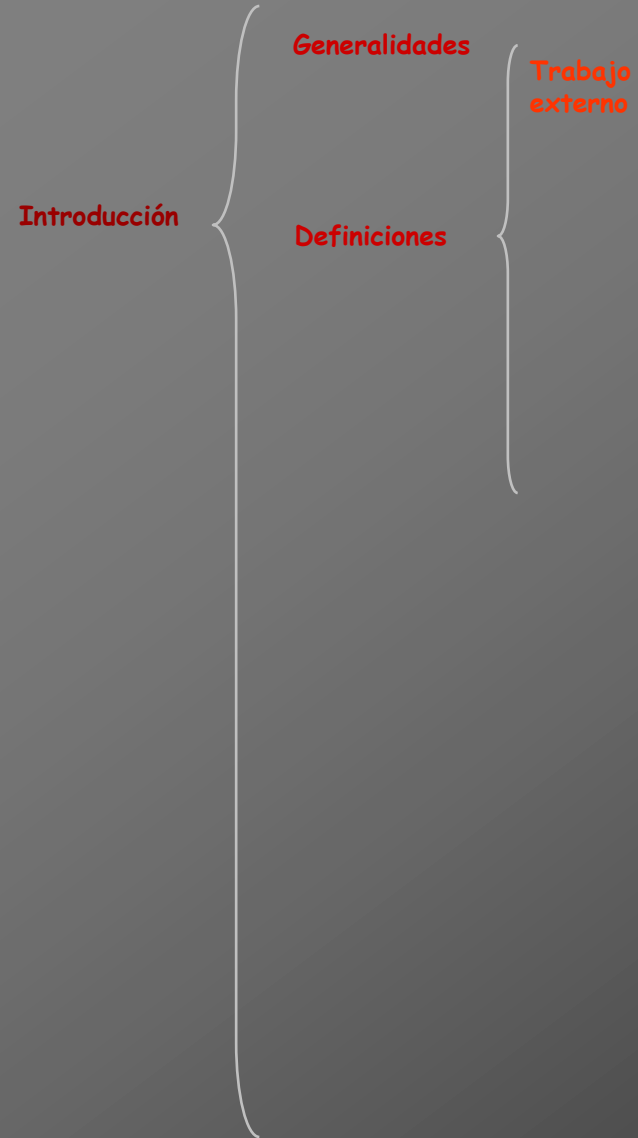
Generalidades

Definiciones

Introducción



Introducción





Trabajo externo



Trabajo externo

Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura



Trabajo externo

Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores:

—————→ P, M, q



Trabajo externo

Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores:

—————→ P, M, q

El trabajo externo es el producido por estas acciones:

—————→ $W_{\text{EXT}} = f(P, M, q)$



Trabajo externo

Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: \longrightarrow P, M, q

El trabajo externo es el producido por estas acciones: \longrightarrow $W_{\text{EXT}} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado



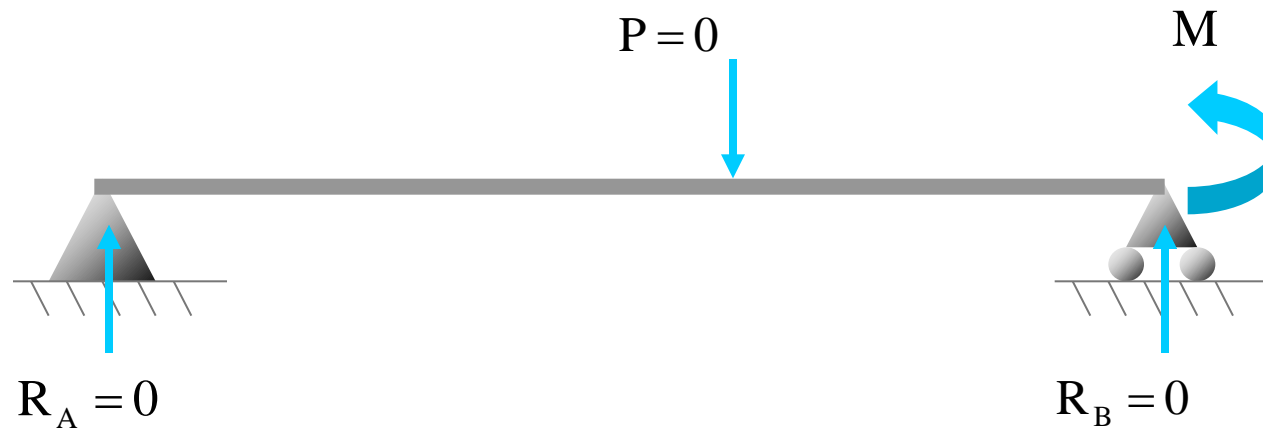
Trabajo externo

Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado





Trabajo externo

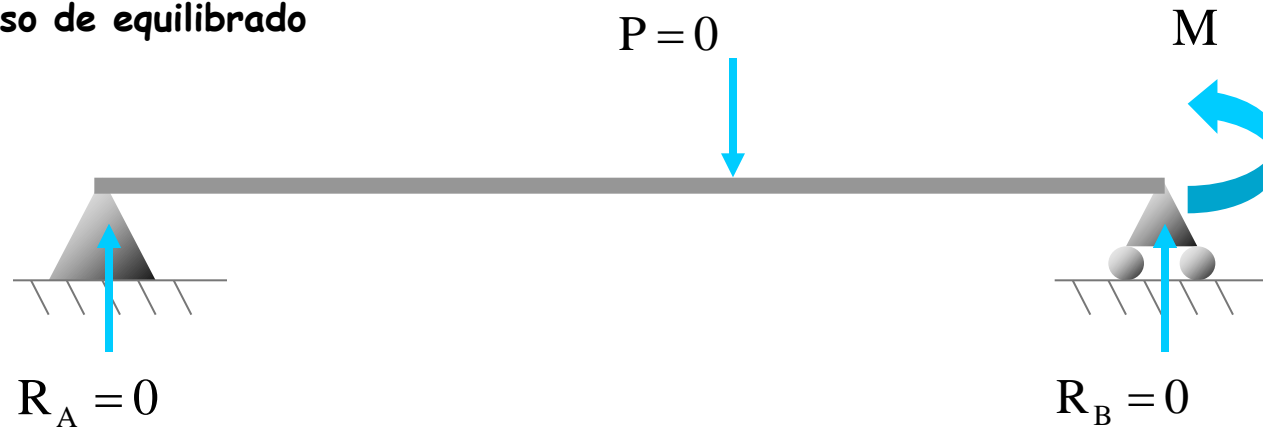
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Proceso de equilibrado





Trabajo externo

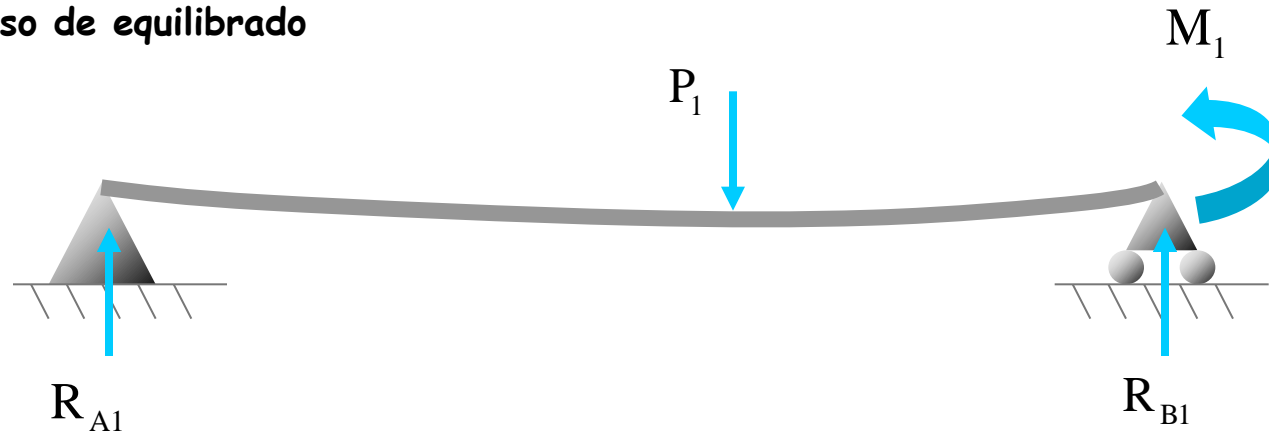
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Proceso de equilibrado



Trabajo externo

Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores:

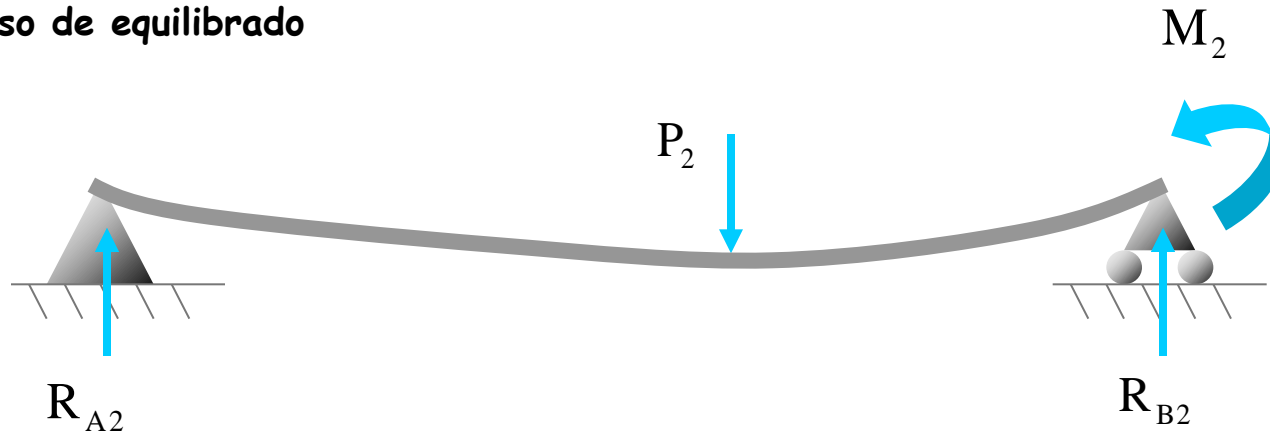
—————→ P, M, q

El trabajo externo es el producido por estas acciones:

—————→ $W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Proceso de equilibrado





Trabajo externo

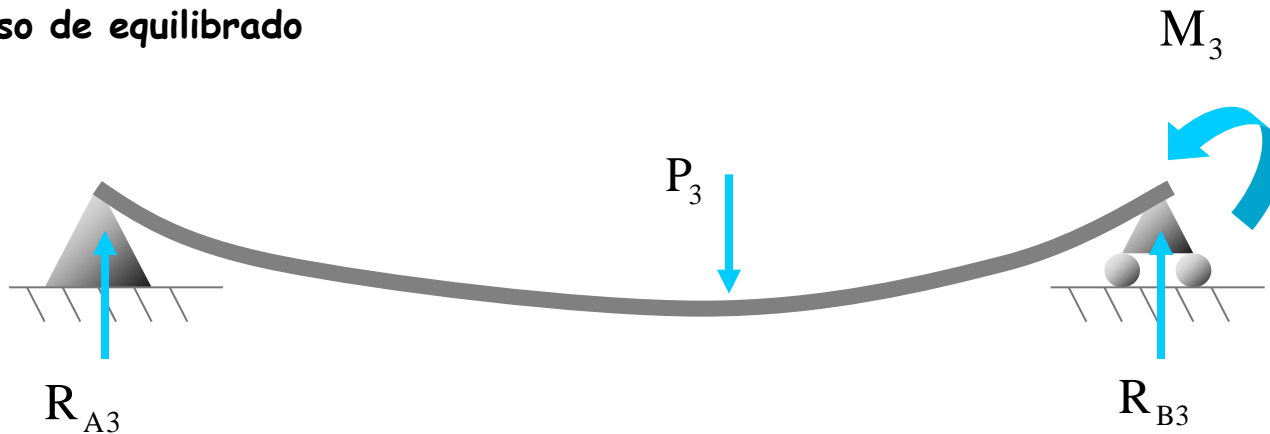
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Proceso de equilibrado



Trabajo externo

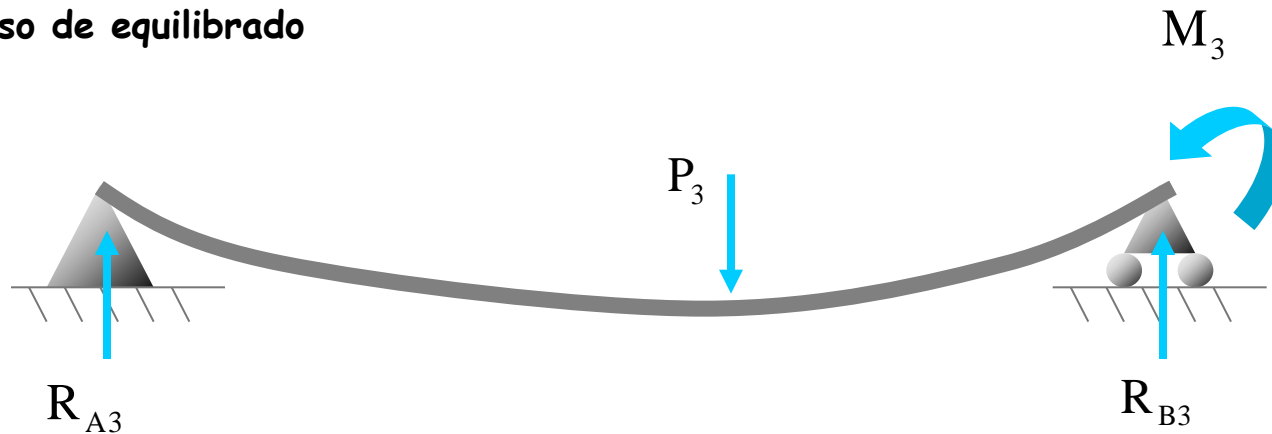
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Proceso de equilibrado



P_1, P_2, P_3, \dots
 M_1, M_2, M_3, \dots
 $R_{A1}, R_{A2}, R_{A3}, \dots$

} Valores que adoptan las acciones exteriores durante el equilibrado



Trabajo externo

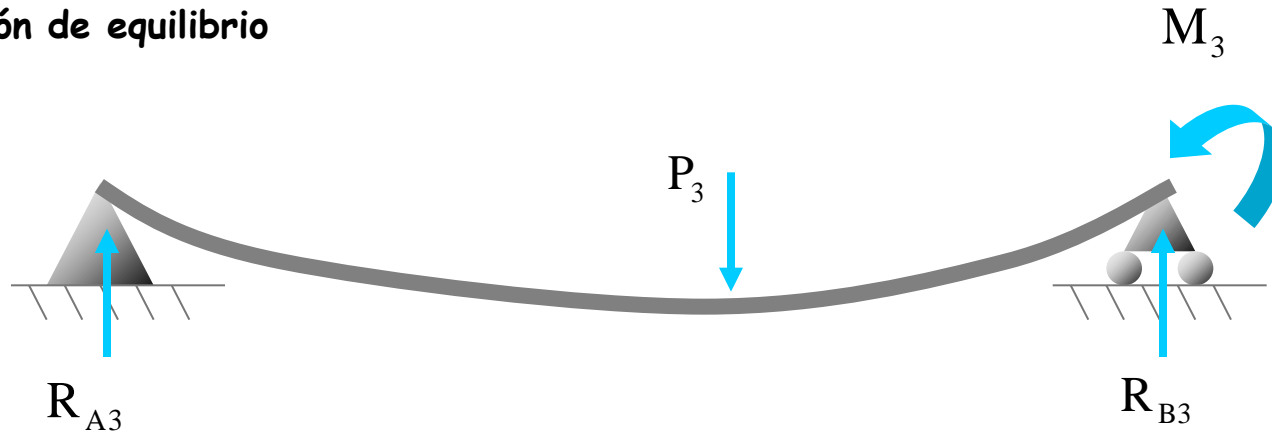
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Posición de equilibrio





Trabajo externo

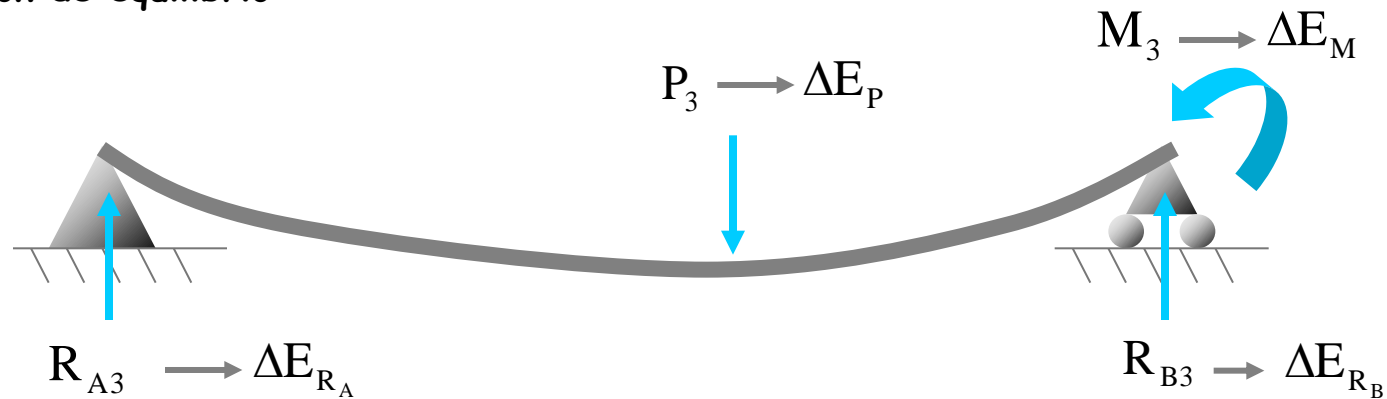
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Posición de equilibrio



Trabajo externo

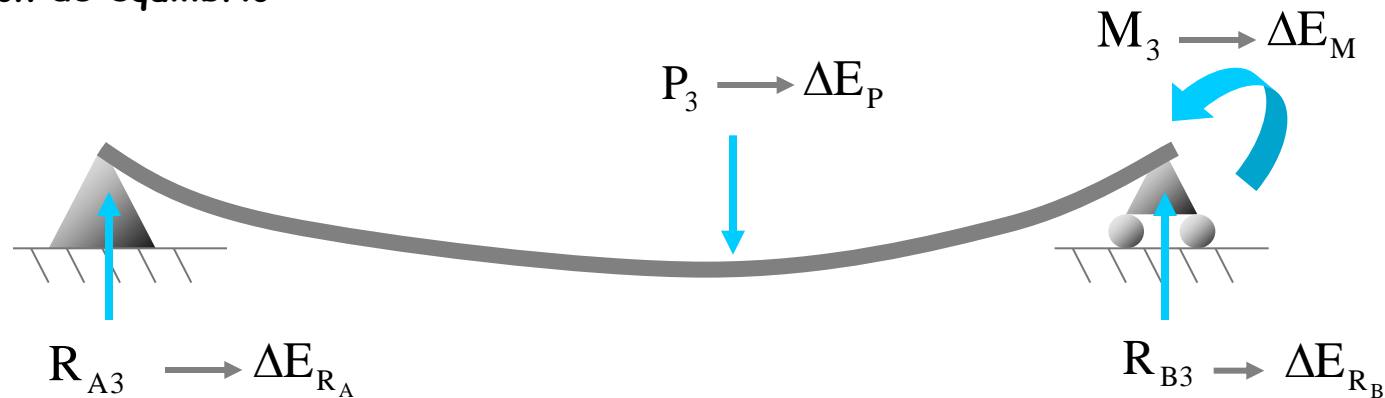
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Posición de equilibrio



ΔE_i = pérdida o ganancia de energía del medio exterior representado con la acción o reacción i



Trabajo externo

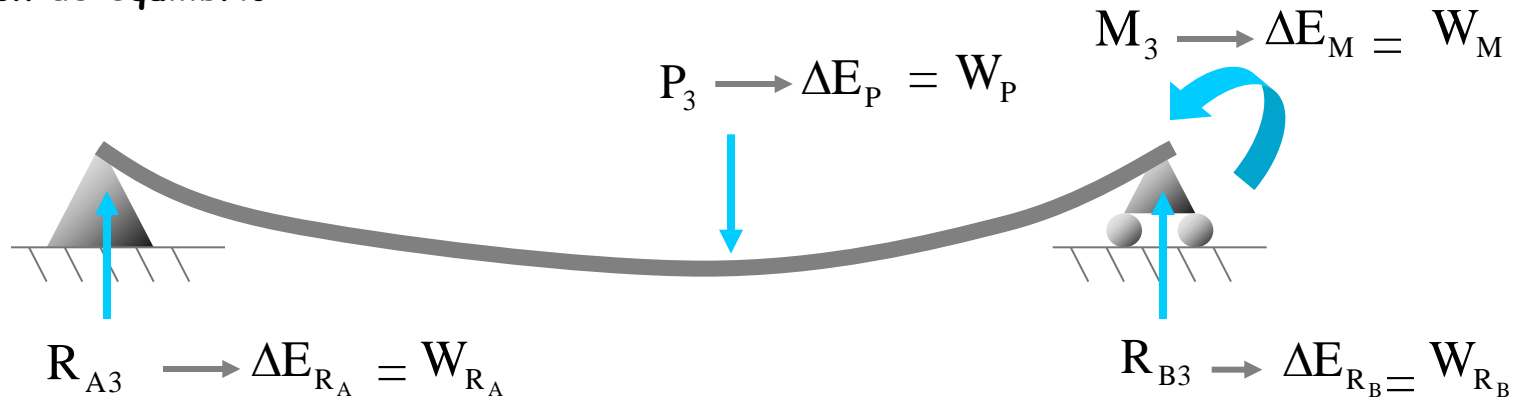
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Posición de equilibrio



ΔE_i = pérdida o ganancia de energía del medio exterior representado con la acción o reacción i



Trabajo externo

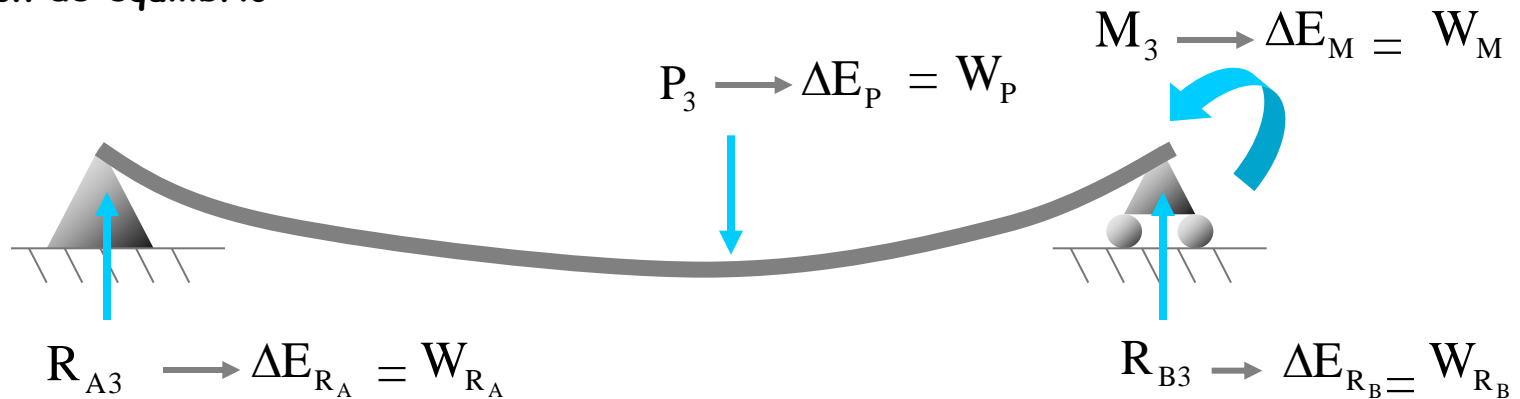
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Posición de equilibrio



ΔE_i = pérdida o ganancia de energía del medio exterior representado con la acción o reacción i

W_i = trabajo realizado por la acción o reacción i



Trabajo externo

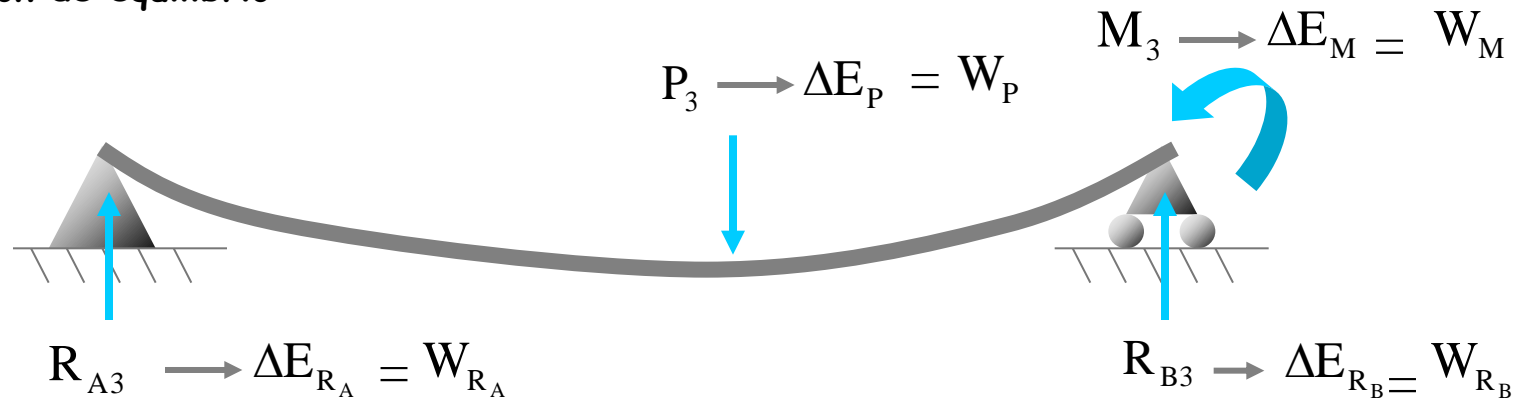
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Posición de equilibrio



ΔE_i = pérdida o ganancia de energía del medio exterior representado con la acción o reacción i

W_i = trabajo realizado por la acción o reacción i

$$W_{R_A} + W_{R_B} + W_P + W_M =$$

Trabajo externo

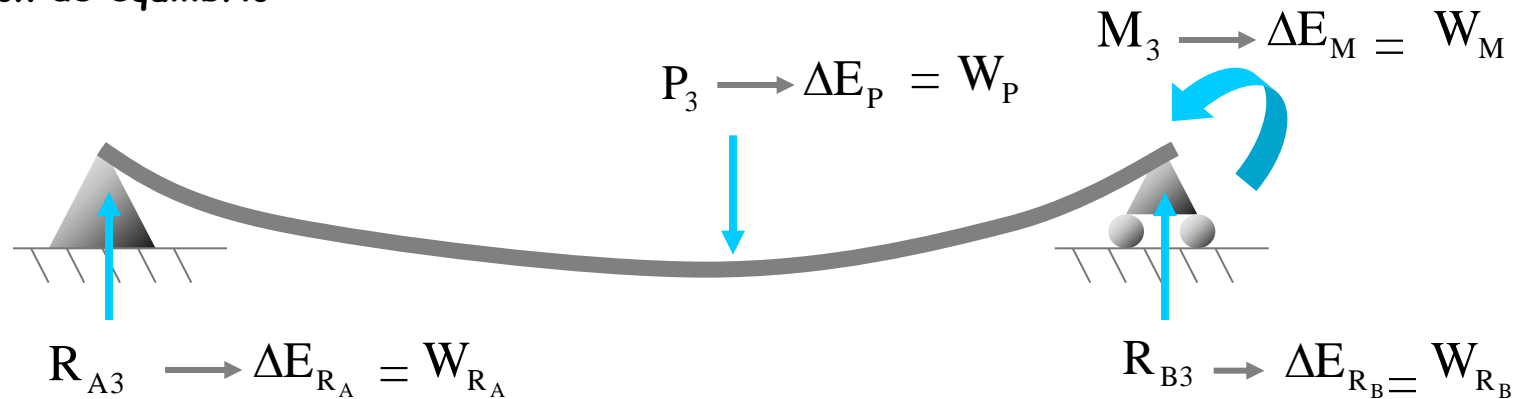
Es la variación energética que experimenta el medio exterior durante el proceso de equilibrado de la estructura

El medio exterior se representa con las acciones exteriores: $\longrightarrow P, M, q$

El trabajo externo es el producido por estas acciones: $\longrightarrow W_{EXT} = f(P, M, q)$

Ejemplo: trabajo externo producido en una estructura durante su equilibrado

Posición de equilibrio



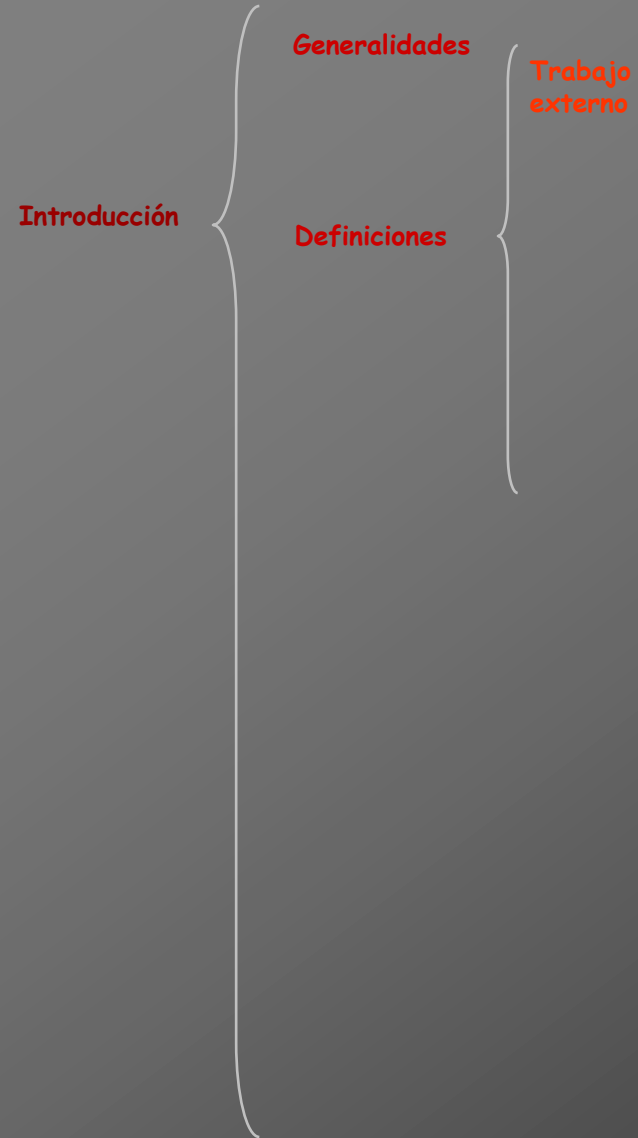
ΔE_i = pérdida o ganancia de energía del medio exterior representado con la acción o reacción i

W_i = trabajo realizado por la acción o reacción i

$$W_{R_A} + W_{R_B} + W_P + W_M = W_{EXT}$$



Introducción





Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo
externo

Por una
acción cte

Definiciones



Introducción





Definición



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P en el equilibrio. Por estar equilibrada, P no varía de valor si la estructura sufre algún tipo de movimiento como puede ser por aplicación de nuevas cargas exteriores



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo
externo

Por una
acción cte

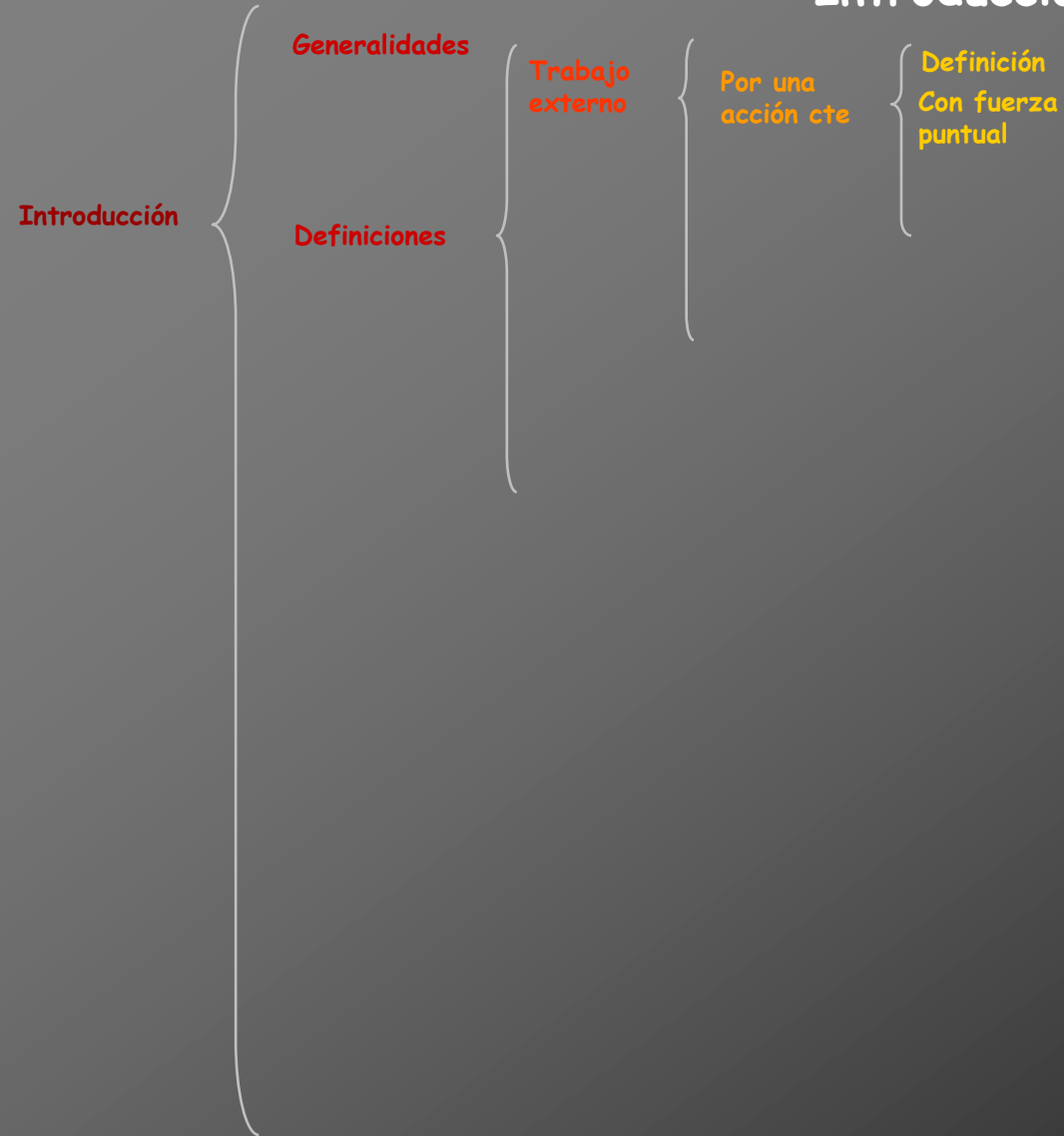
Definición

Definiciones





Introducción





Con fuerza puntual



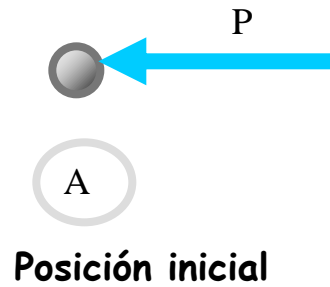
Con fuerza puntual

Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:



Con fuerza puntual

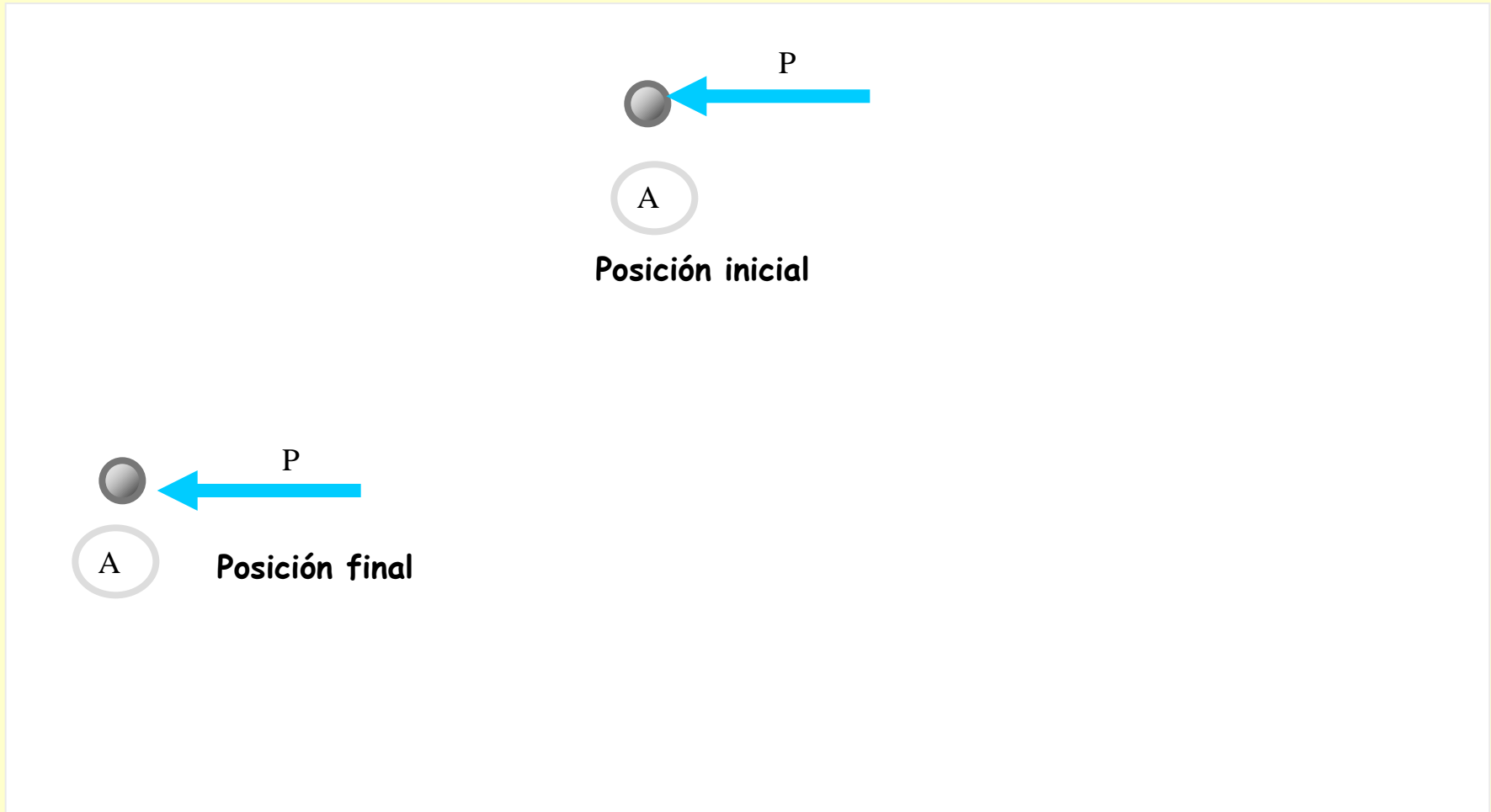
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

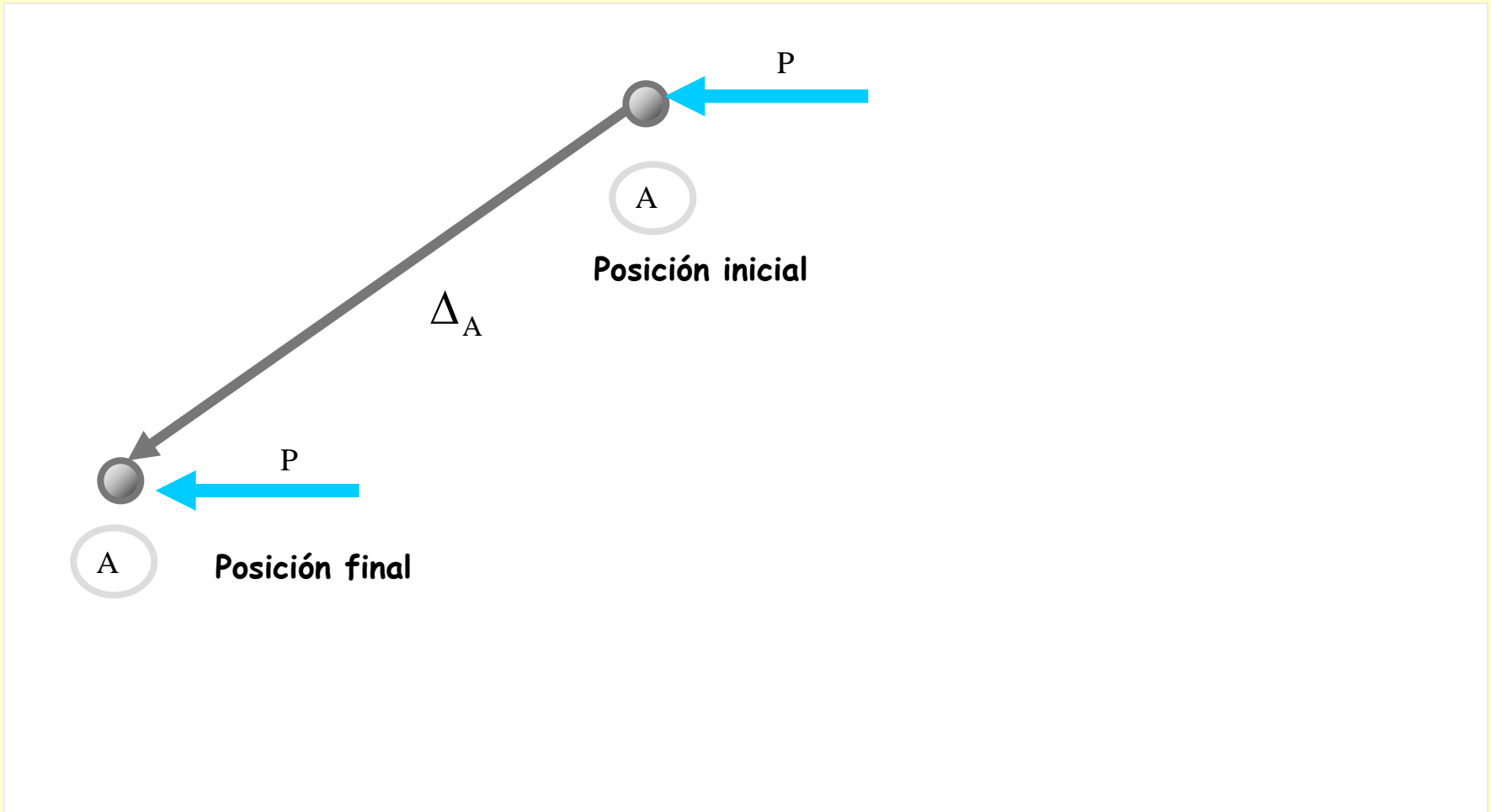
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

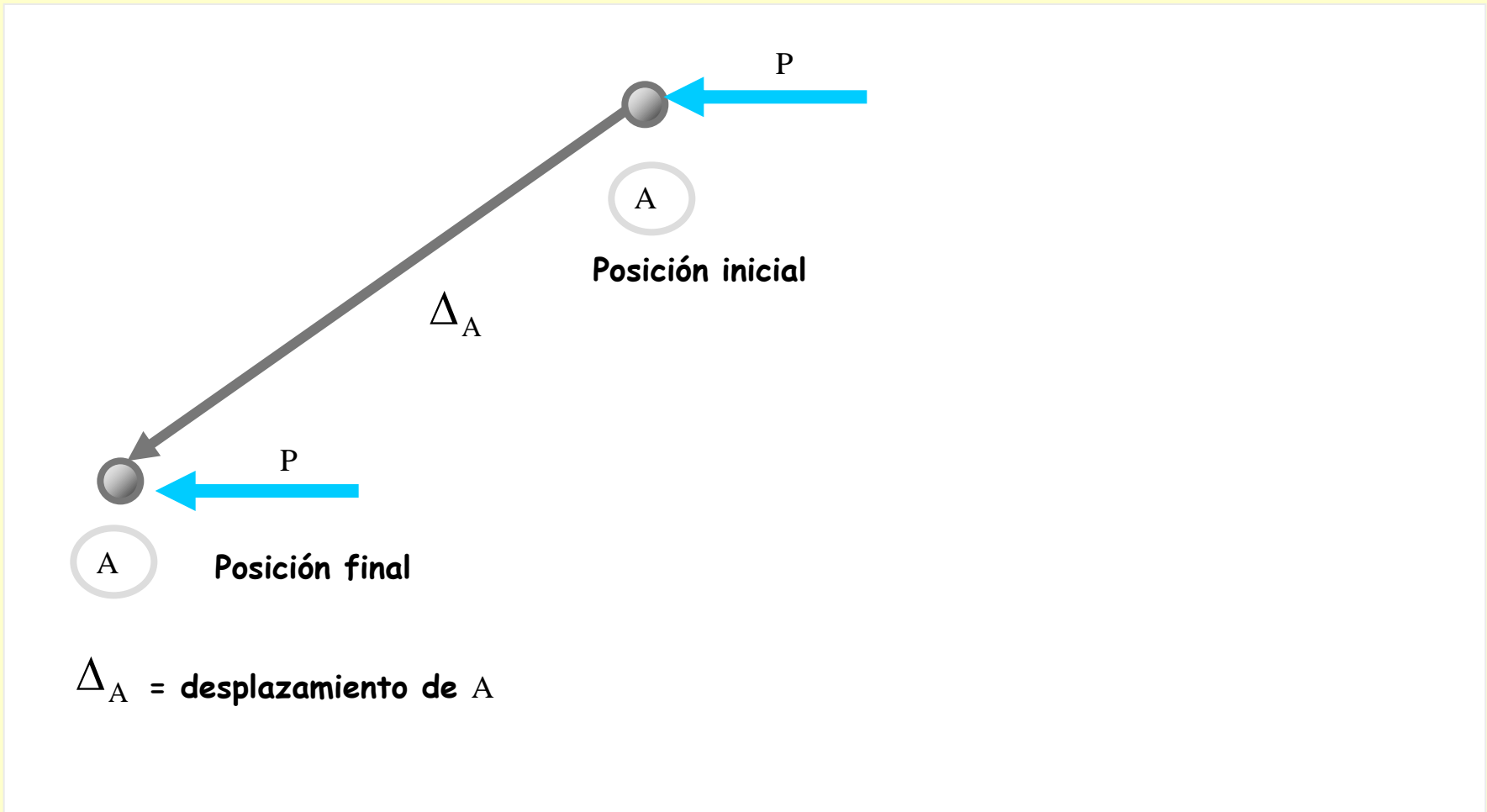
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

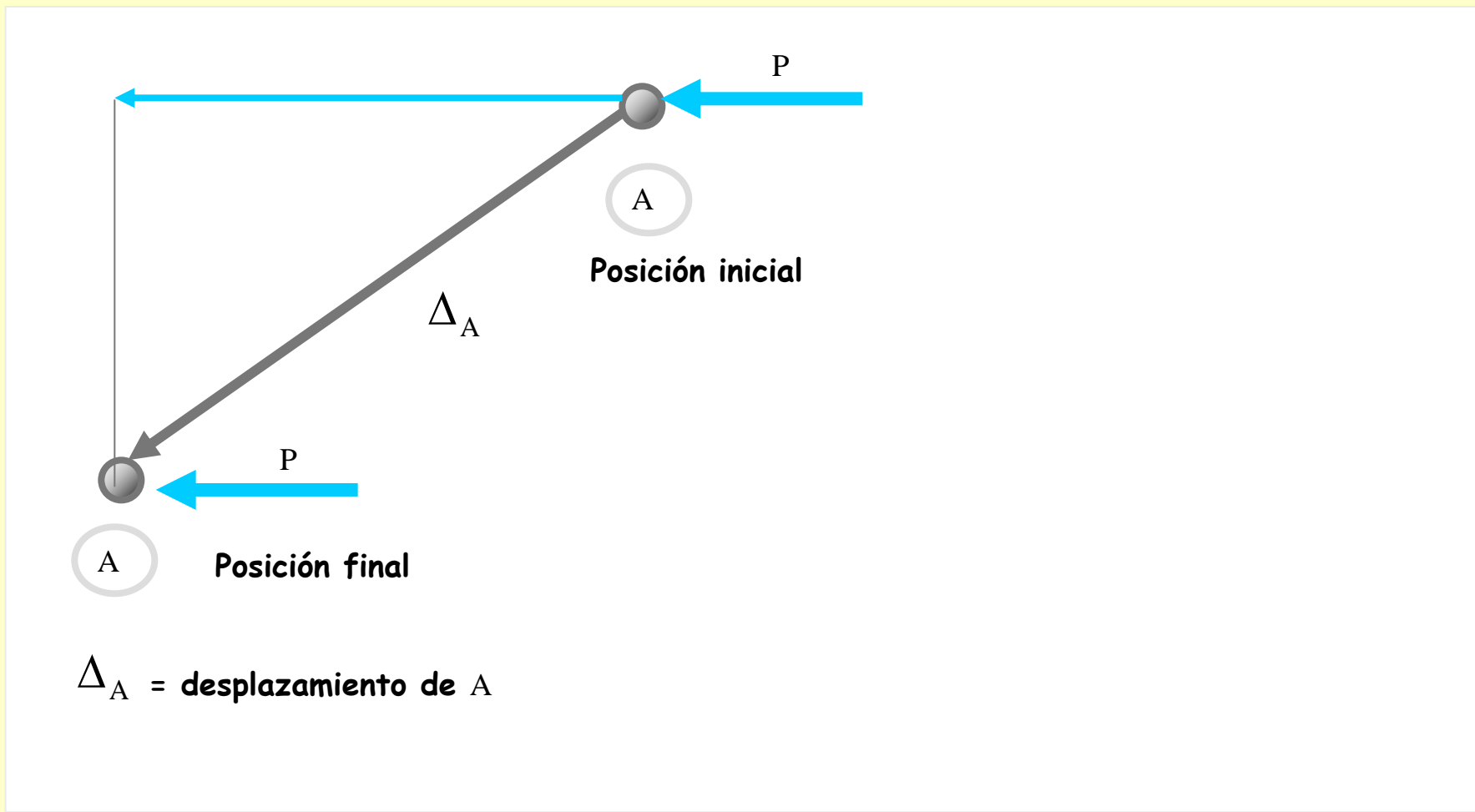
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

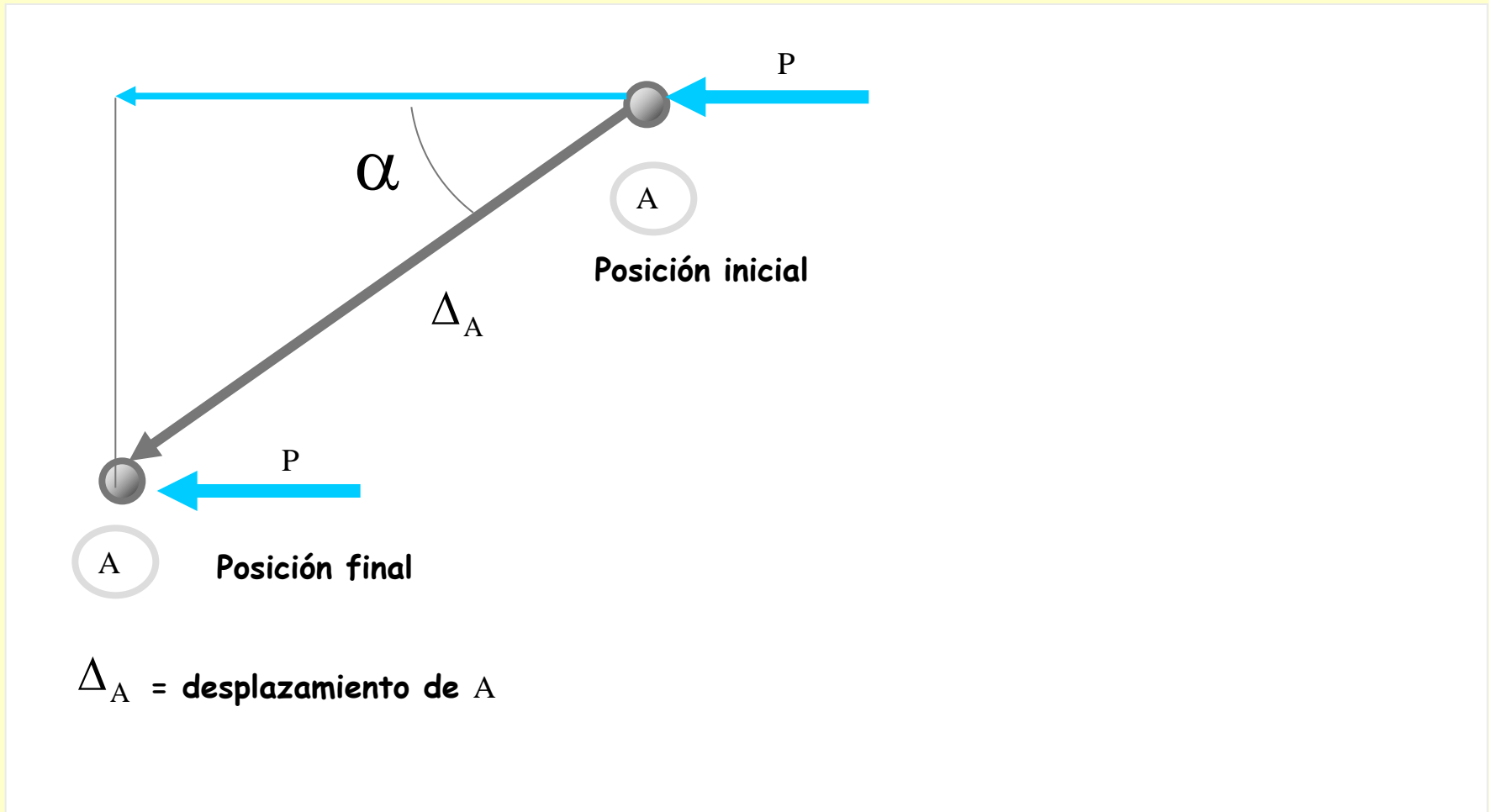
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

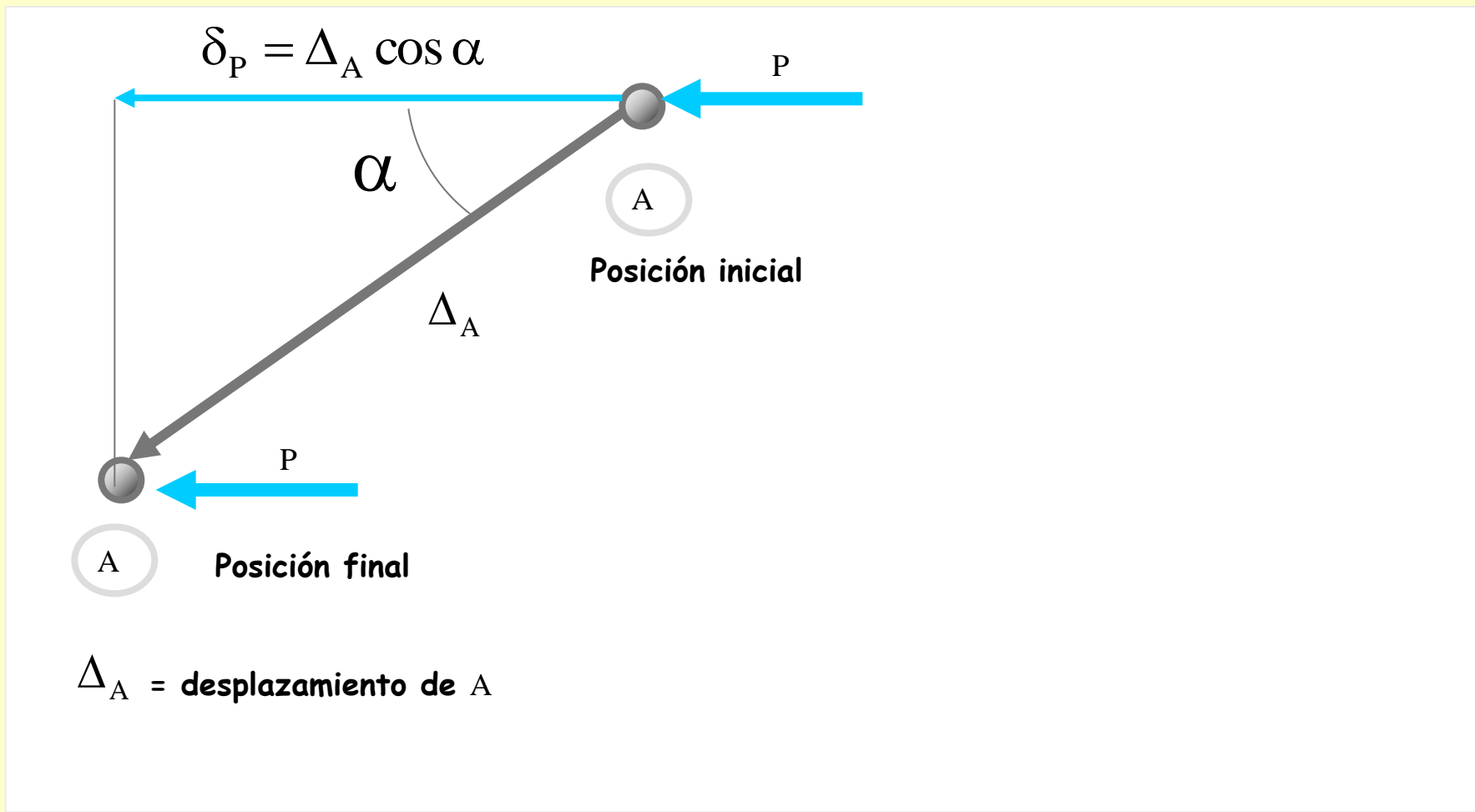
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

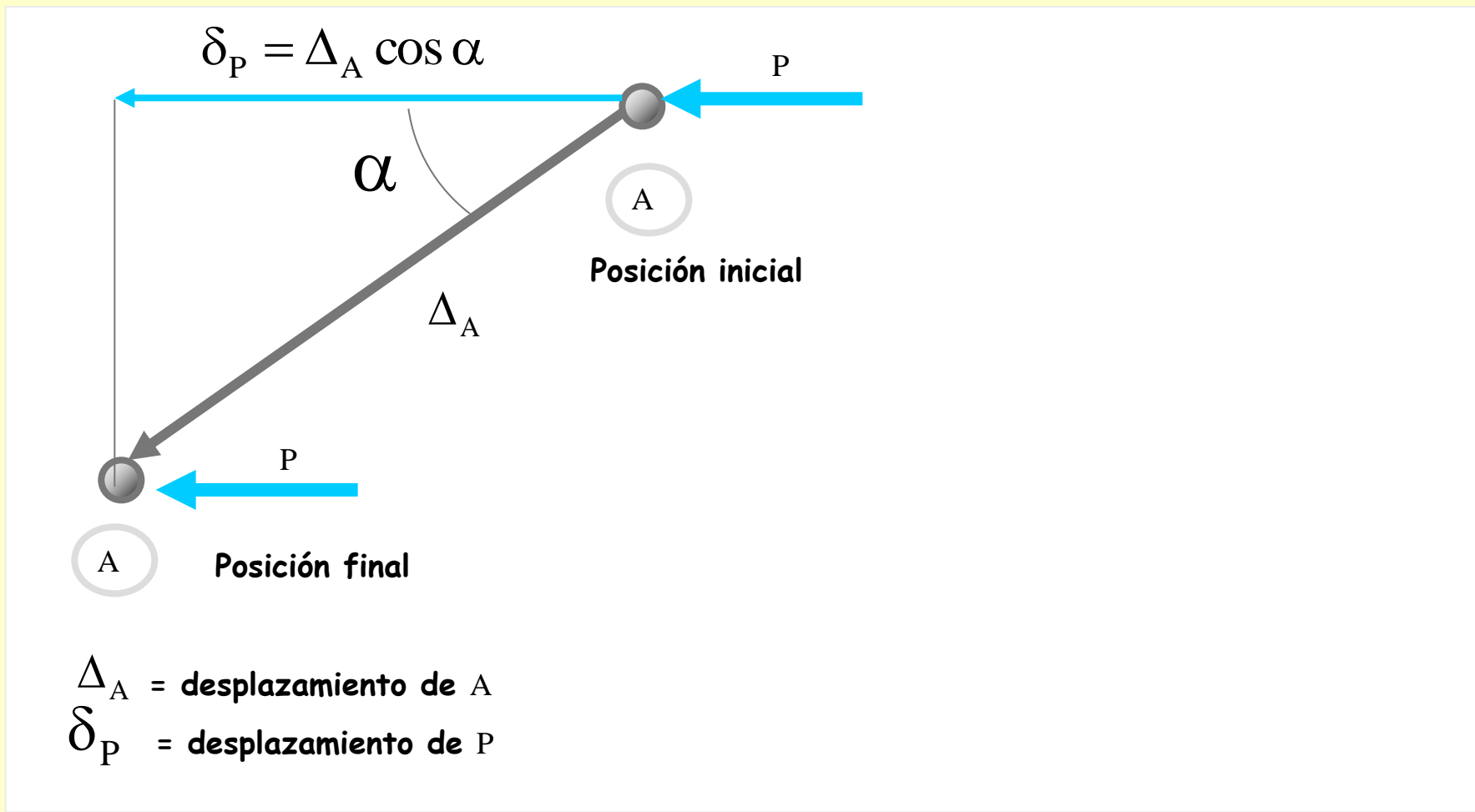
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

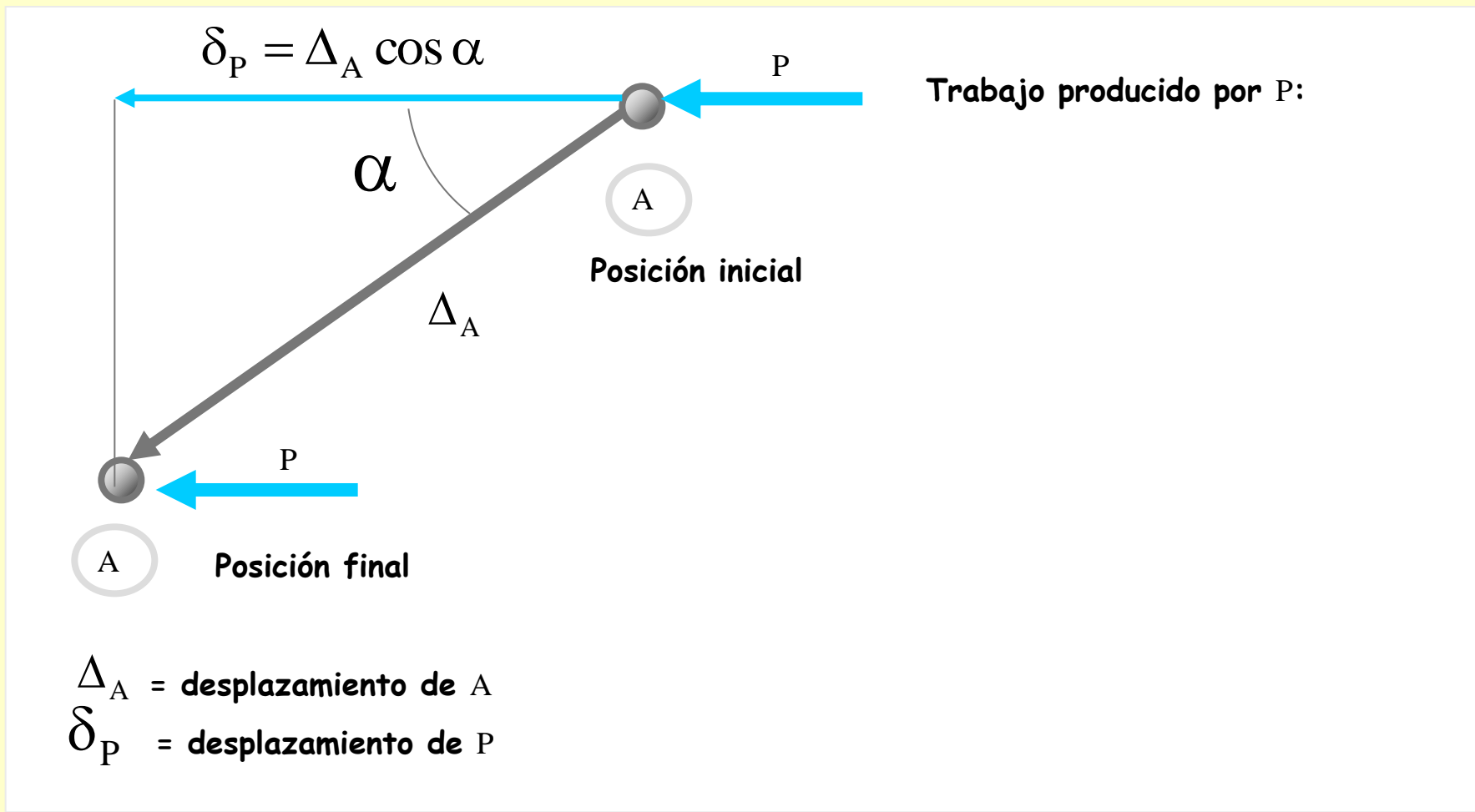
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:

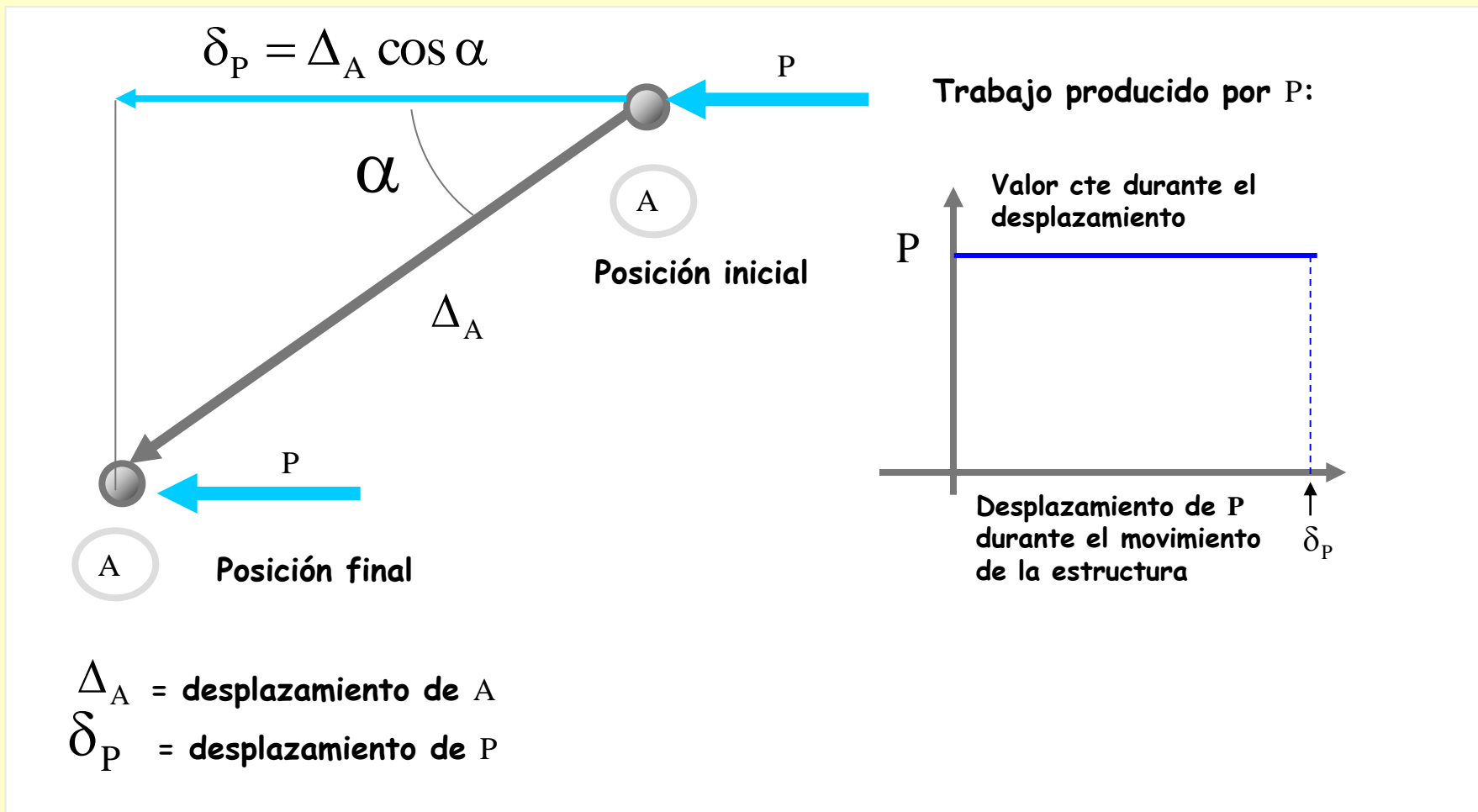
The diagram illustrates the relationship between the displacement of a point A and the displacement of a force P . On the left, a vector of length Δ_A is shown at an angle α to a horizontal line. The horizontal component of this displacement is labeled $\delta_P = \Delta_A \cos \alpha$. Two points, labeled 'A', are shown: 'Posición inicial' (initial position) at the top right and 'Posición final' (final position) at the bottom left. Blue arrows labeled P indicate the direction of the force at both positions. On the right, a graph shows the force P on the vertical axis and the displacement of P during the movement of the structure on the horizontal axis.

$\Delta_A =$ desplazamiento de A
 $\delta_P =$ desplazamiento de P



Con fuerza puntual

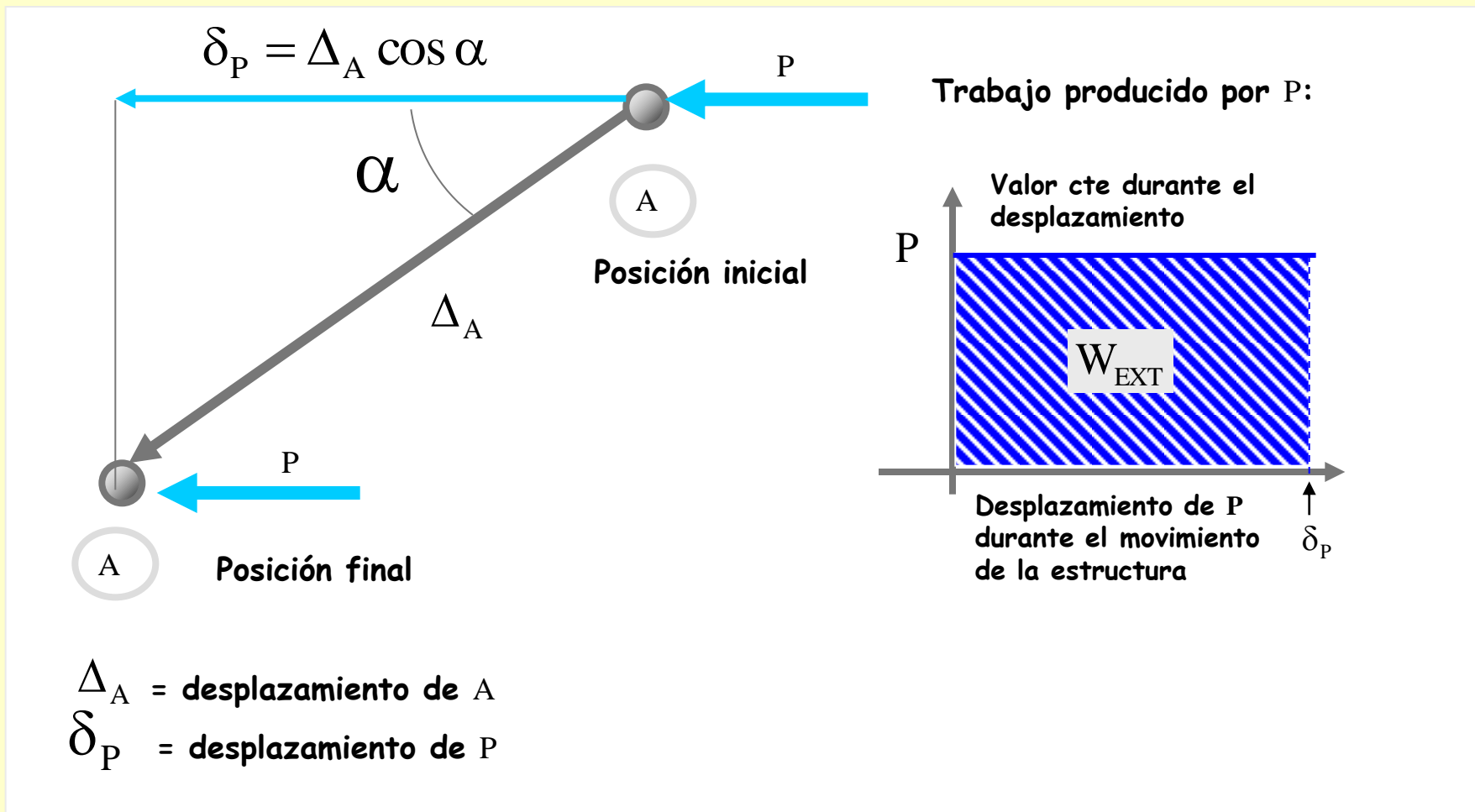
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

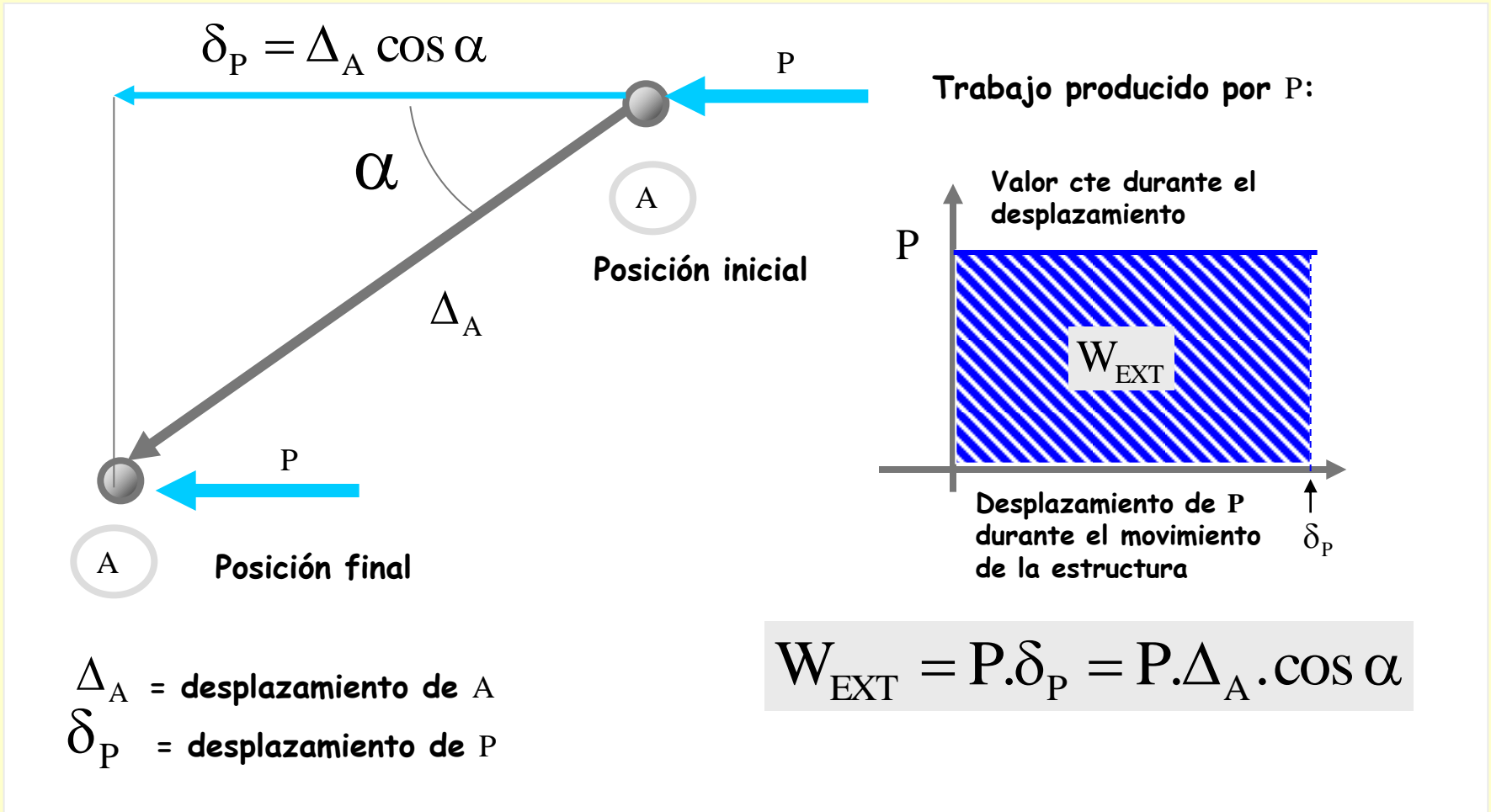
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

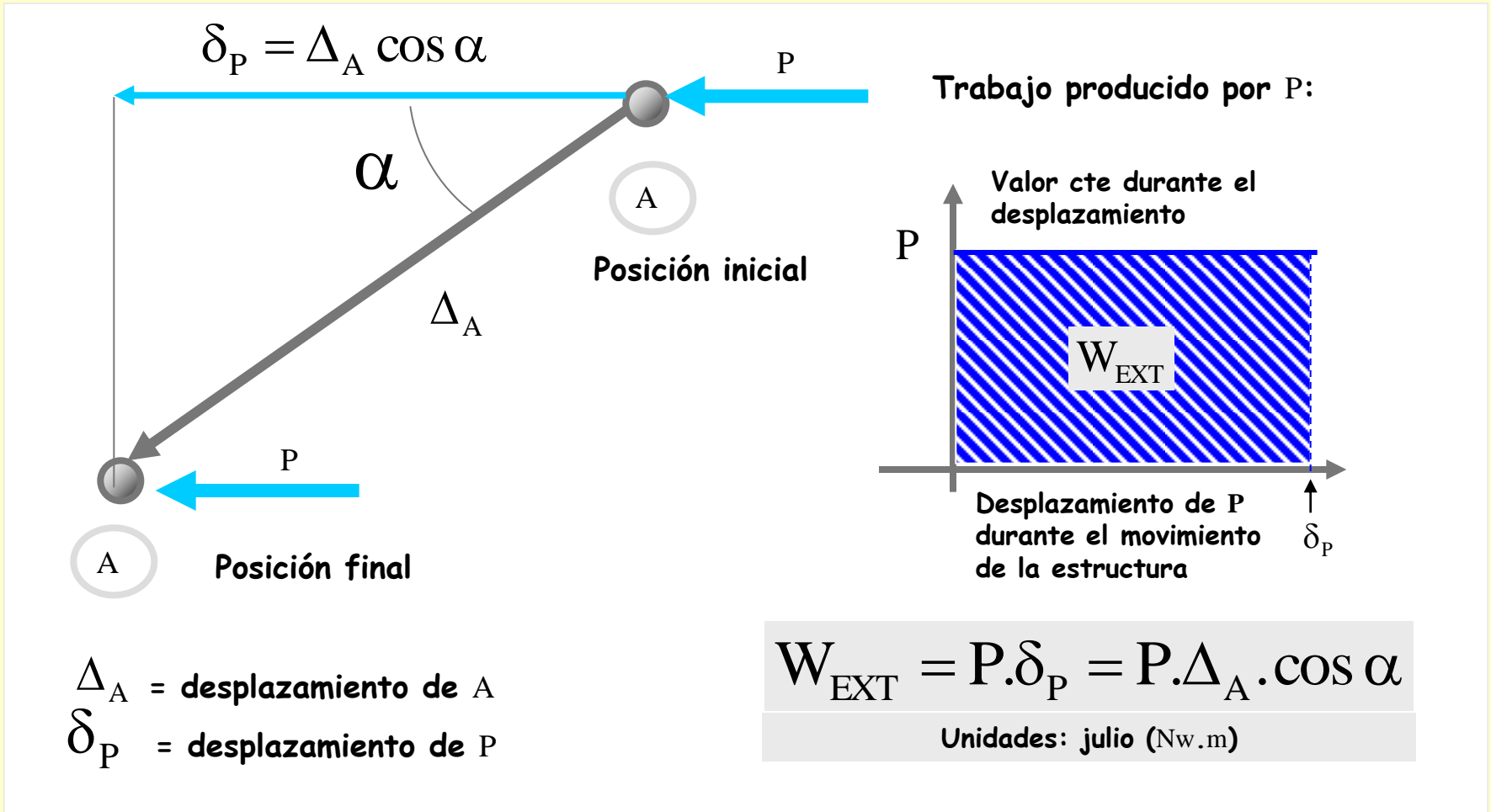
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

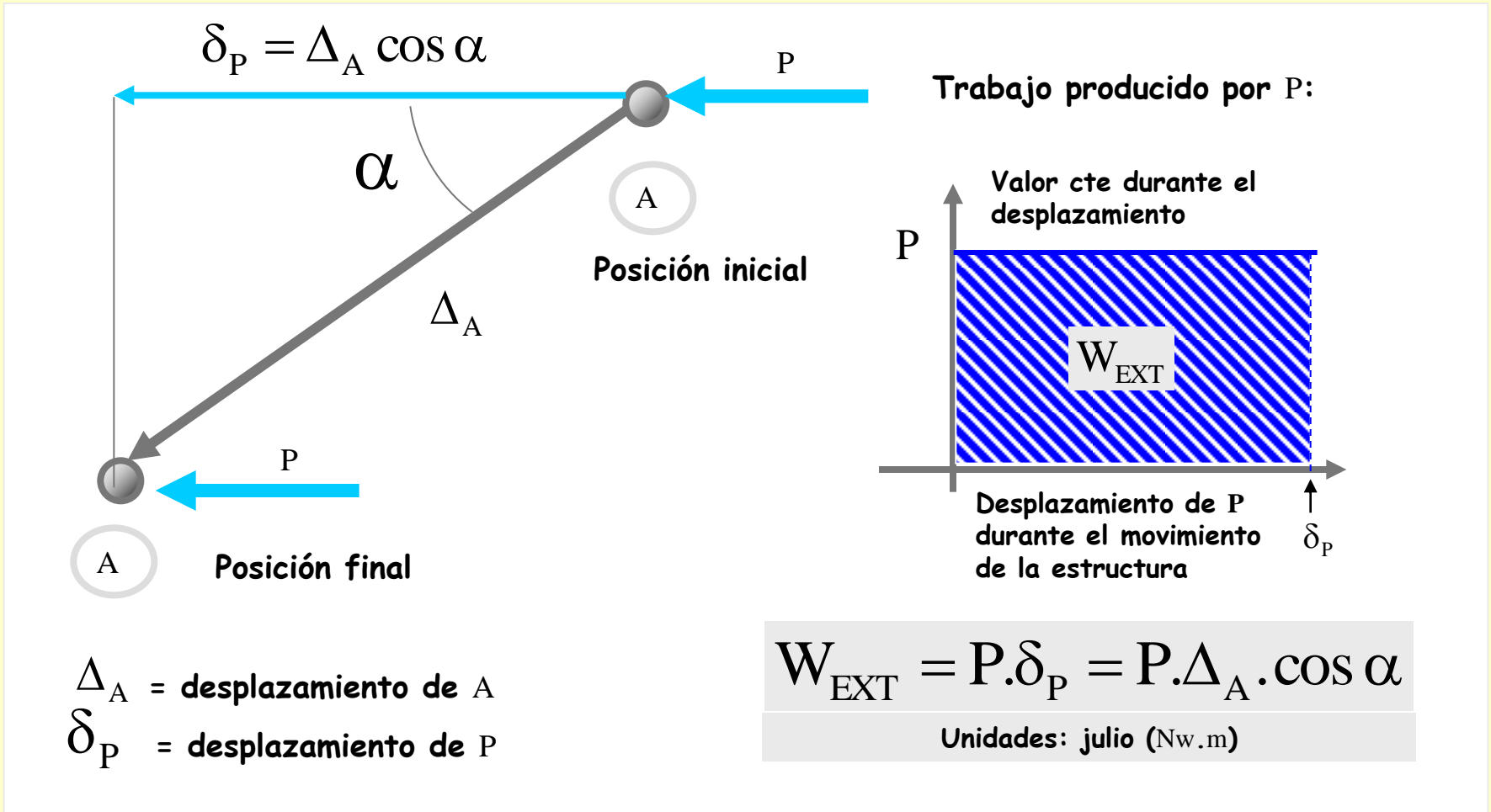
Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:





Con fuerza puntual

Cuando una fuerza P equilibrada aplicada en un punto A se desplaza un valor Δ_A , el valor del trabajo es:



Los métodos energéticos utilizan el concepto de trabajo externo para calcular los movimientos de las estructuras. En la práctica, se pueden utilizar unidades diferentes del Newton y del metro



Introducción





Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1

Definiciones



Caso 1



Caso 1

Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo



Caso 1

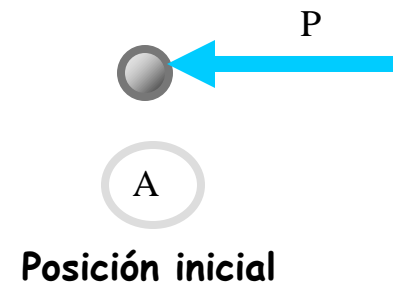
Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo

Ejemplo

Caso 1

Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo

Ejemplo

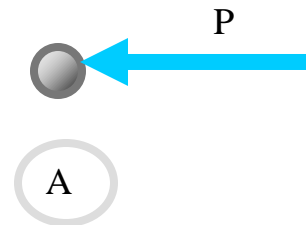




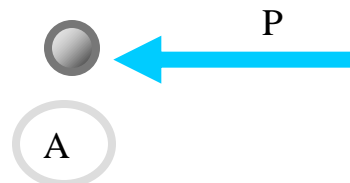
Caso 1

Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo

Ejemplo



Posición inicial

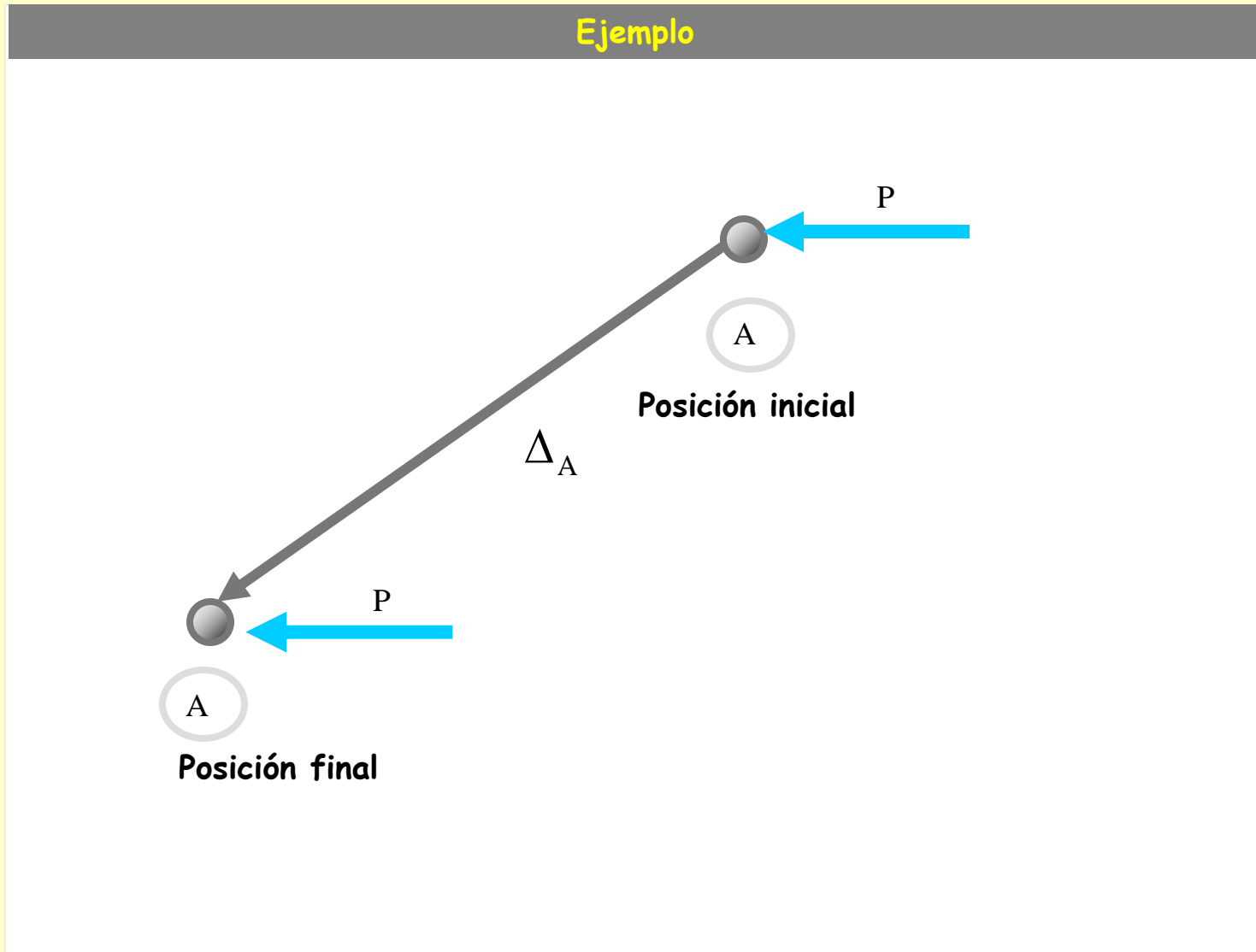


Posición final



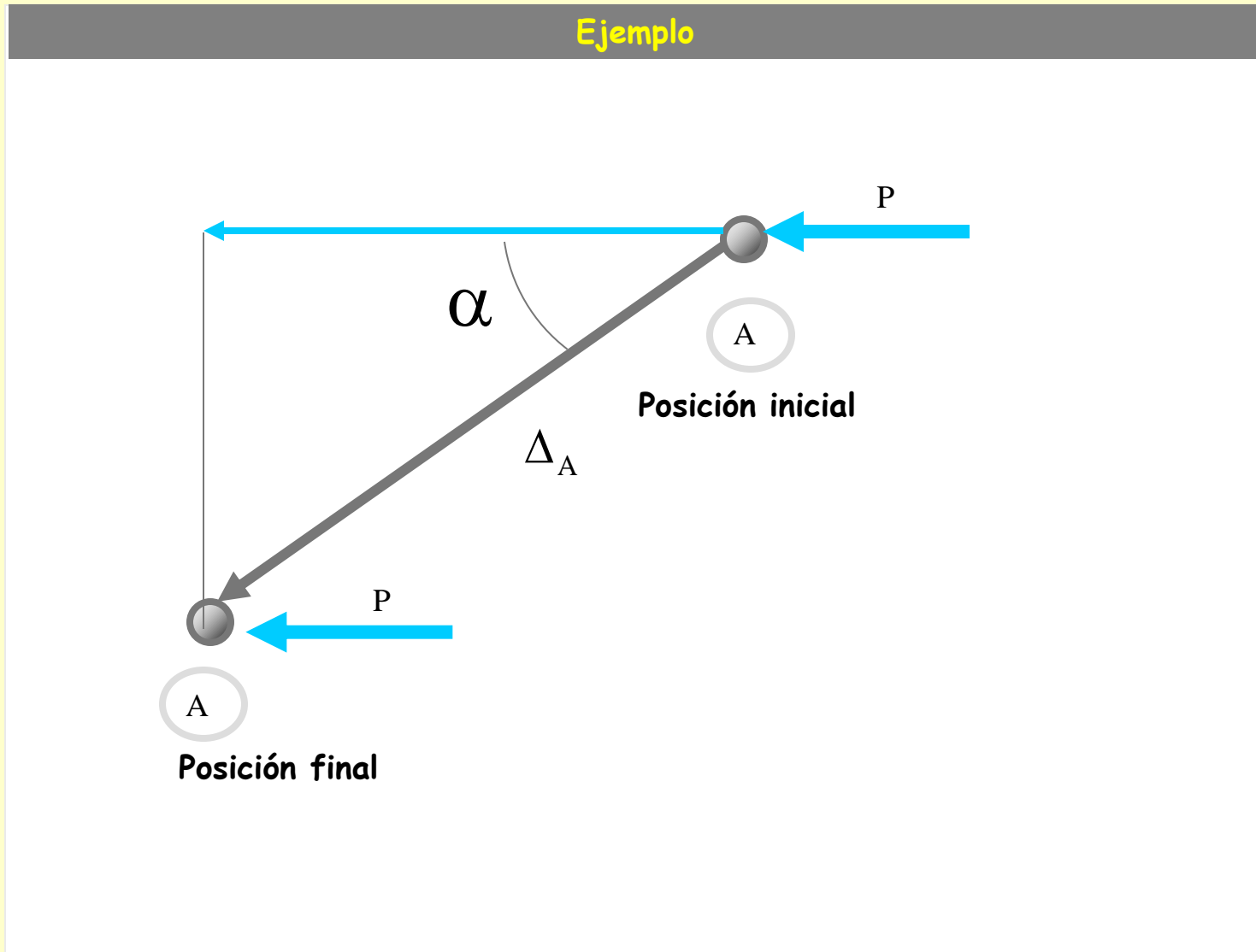
Caso 1

Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo



Caso 1

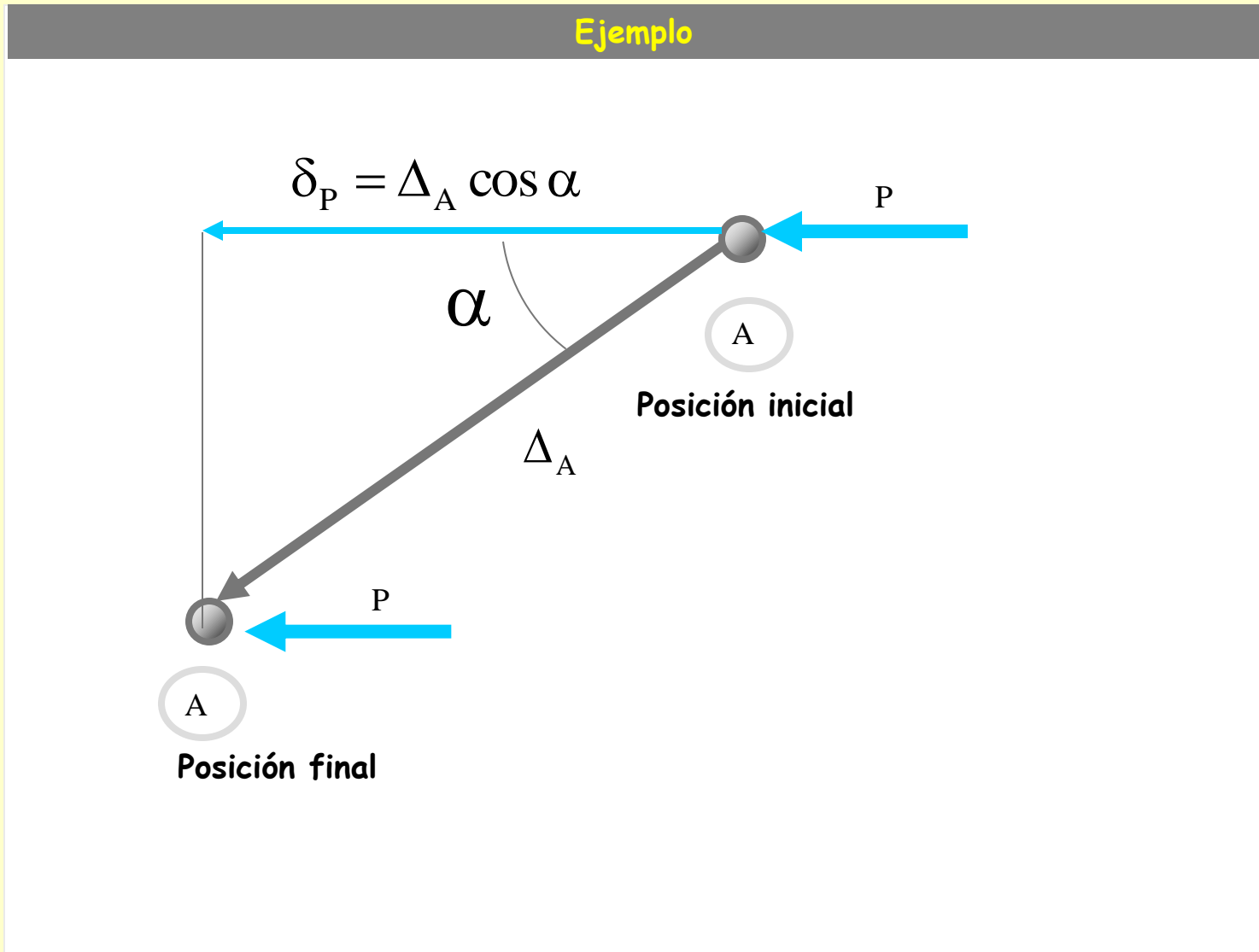
Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo





Caso 1

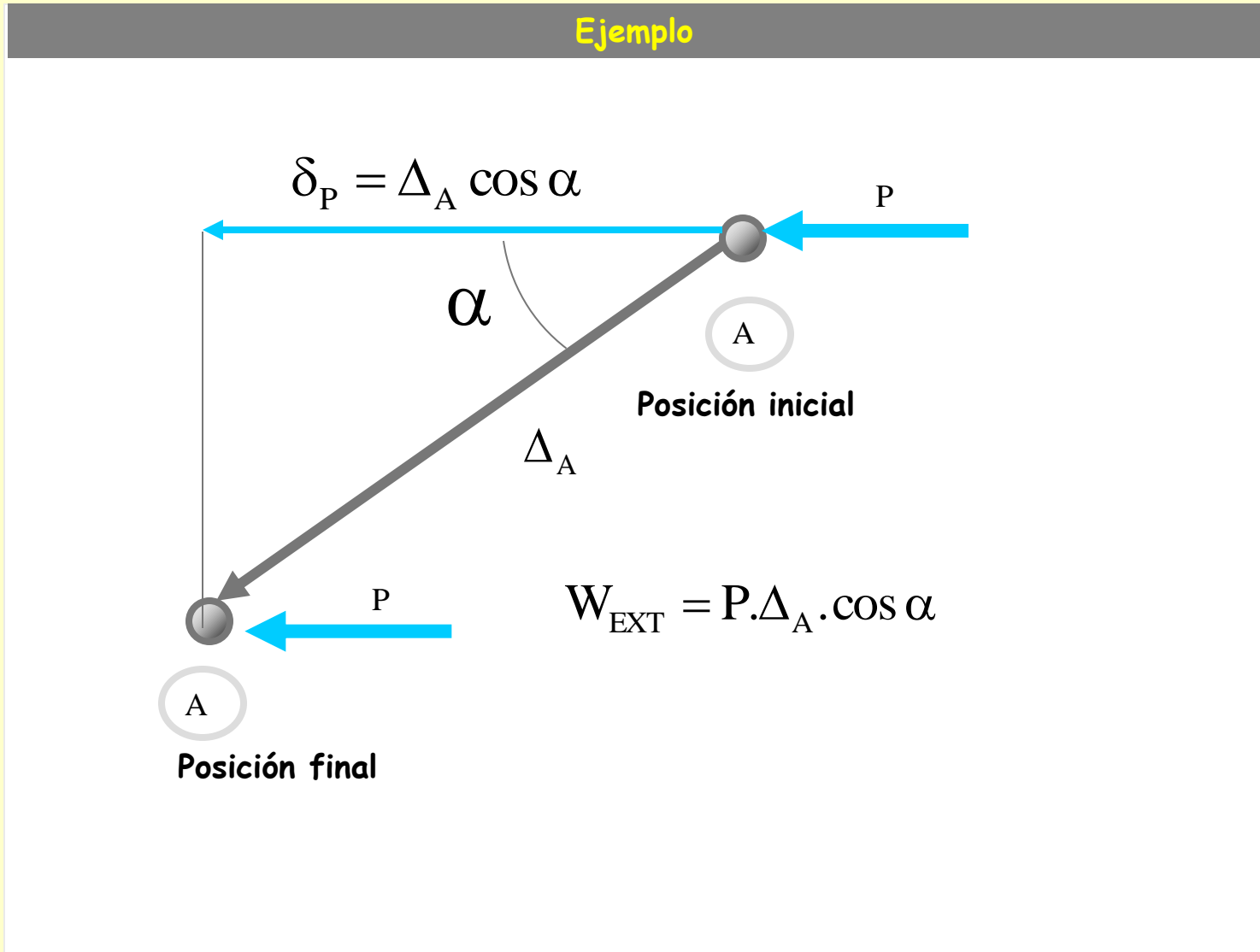
Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo





Caso 1

Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo





Caso 1

Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo

Ejemplo

$\delta_P = \Delta_A \cos \alpha$

α

Δ_A

Posición inicial

A

P

P

A

Posición final

$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha$

$\cos \alpha > 0$



Caso 1

Cuando P y su desplazamiento tienen el mismo sentido, el trabajo de P es positivo

Ejemplo

$\delta_P = \Delta_A \cos \alpha$

α

Δ_A

Posición inicial

A

P

P

A

Posición final

$$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha \left. \vphantom{W_{EXT}} \right\} W_{EXT} > 0$$

$$\cos \alpha > 0$$



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1

Definiciones



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2

Definiciones



Caso 2



Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

{ P es perpendicular al desplazamiento



Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

{ P es perpendicular al desplazamiento
o bien
no existe desplazamiento



Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

{ P es perpendicular al desplazamiento
o bien
no existe desplazamiento

Ejemplo

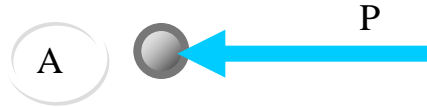


Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

{ P es perpendicular al desplazamiento
o bien
no existe desplazamiento

Ejemplo



Posición inicial

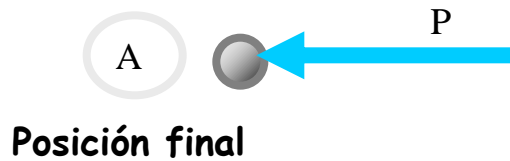
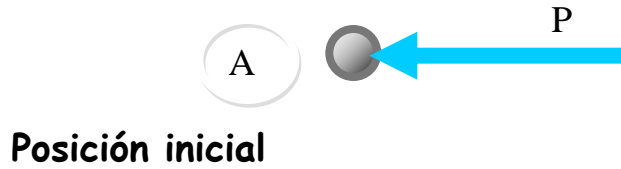


Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

{ P es perpendicular al desplazamiento
o bien
no existe desplazamiento

Ejemplo



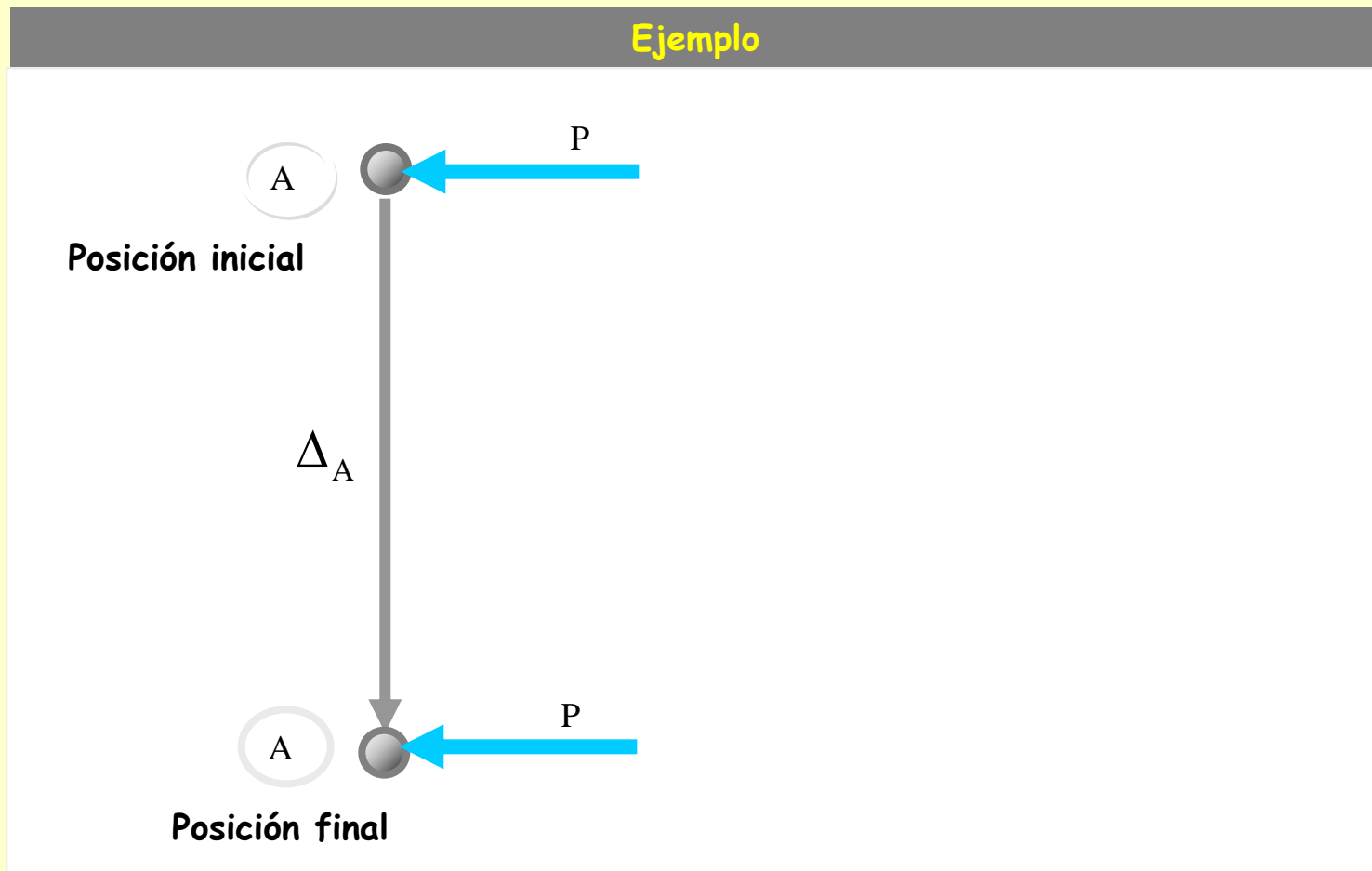


Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

$\left\{ \begin{array}{l} P \text{ es perpendicular al desplazamiento} \\ \text{o bien} \\ \text{no existe desplazamiento} \end{array} \right.$

Ejemplo



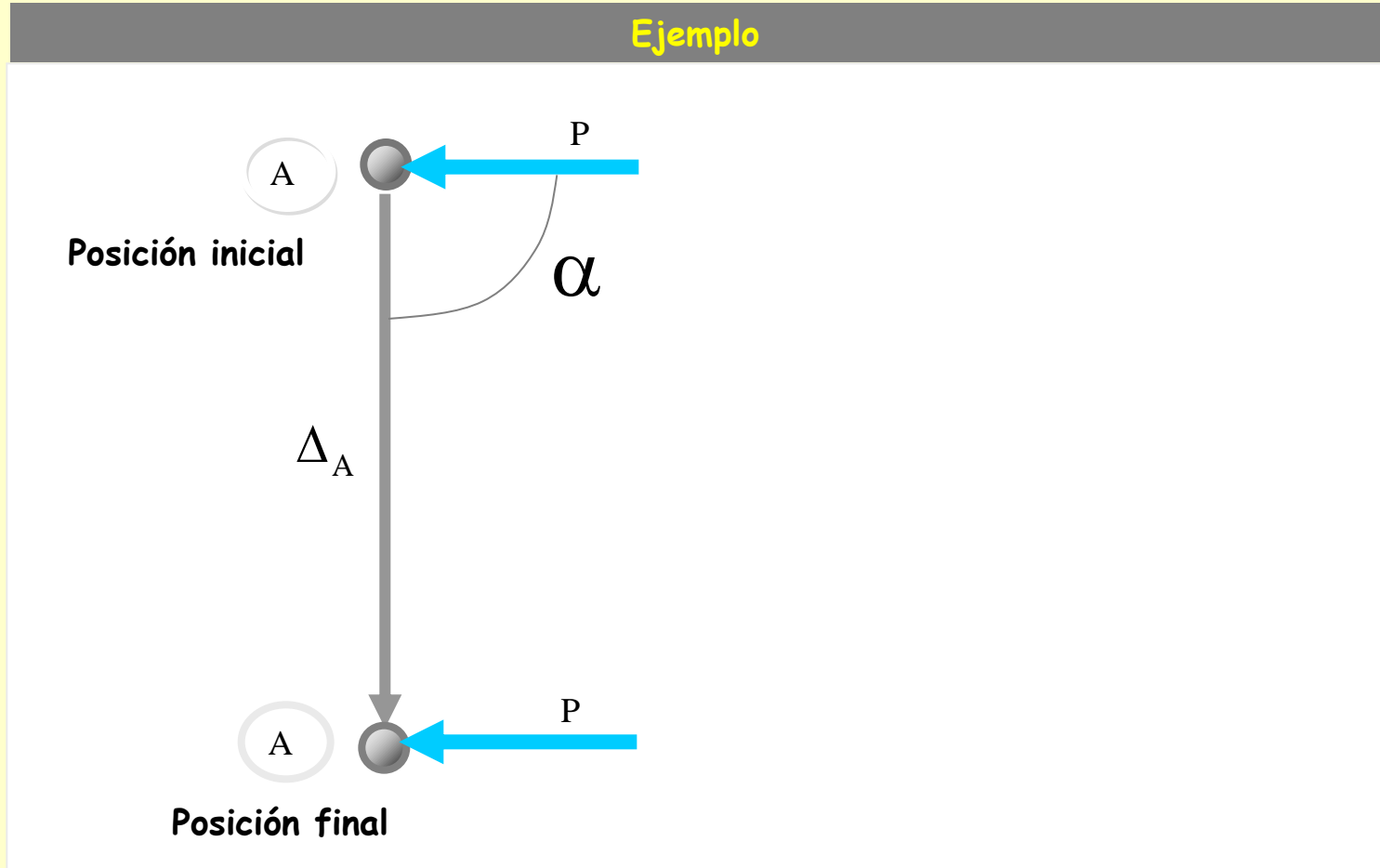


Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

$\left\{ \begin{array}{l} P \text{ es perpendicular al desplazamiento} \\ \text{o bien} \\ \text{no existe desplazamiento} \end{array} \right.$

Ejemplo



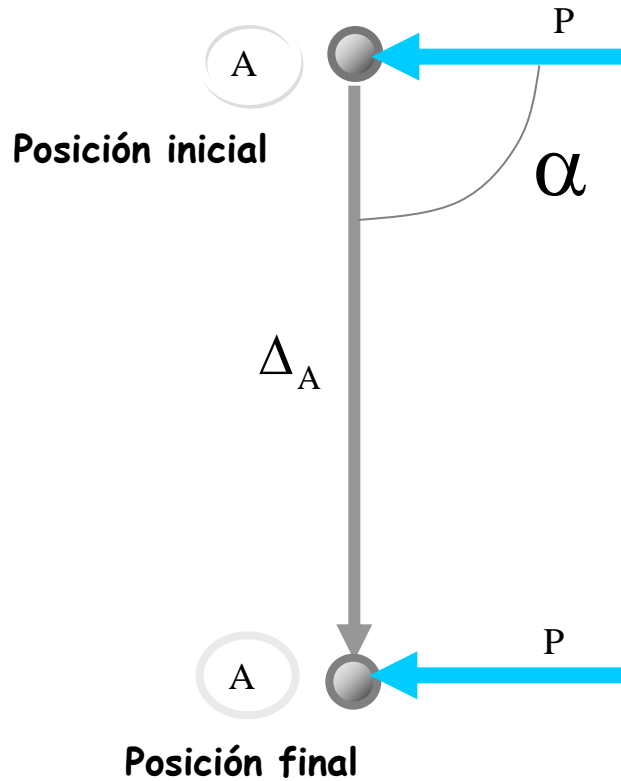


Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

{ P es perpendicular al desplazamiento
o bien
no existe desplazamiento

Ejemplo



$$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha$$



Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque $\left\{ \begin{array}{l} P \text{ es perpendicular al desplazamiento} \\ \text{o bien} \\ \text{no existe desplazamiento} \end{array} \right.$

Ejemplo

Diagram illustrating a vertical rod with a force P applied horizontally at the top. The rod moves down by a distance Δ_A . The force P is perpendicular to the displacement Δ_A . The diagram shows the initial position (top) and final position (bottom).

Posición inicial

Posición final

$$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha$$
$$\vec{\delta}_P \perp \vec{P} \rightarrow$$



Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

- ⎧ P es perpendicular al desplazamiento
- o bien
- ⎩ no existe desplazamiento

Ejemplo

$$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha$$

$$\vec{\delta}_P \perp \vec{P} \rightarrow \cos \alpha = 0$$

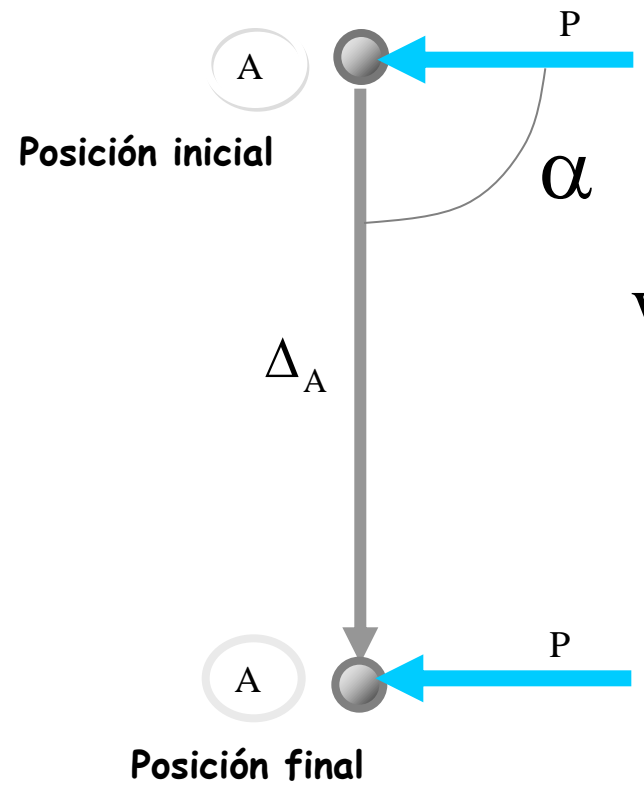


Caso 2

Cuando P no produce ningún trabajo es porque

$\left\{ \begin{array}{l} P \text{ es perpendicular al desplazamiento} \\ \text{o bien} \\ \text{no existe desplazamiento} \end{array} \right.$

Ejemplo



$$\left. \begin{array}{l} W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha \\ \vec{\delta}_P \perp \vec{P} \rightarrow \cos \alpha = 0 \end{array} \right\} W_{EXT} = 0$$



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

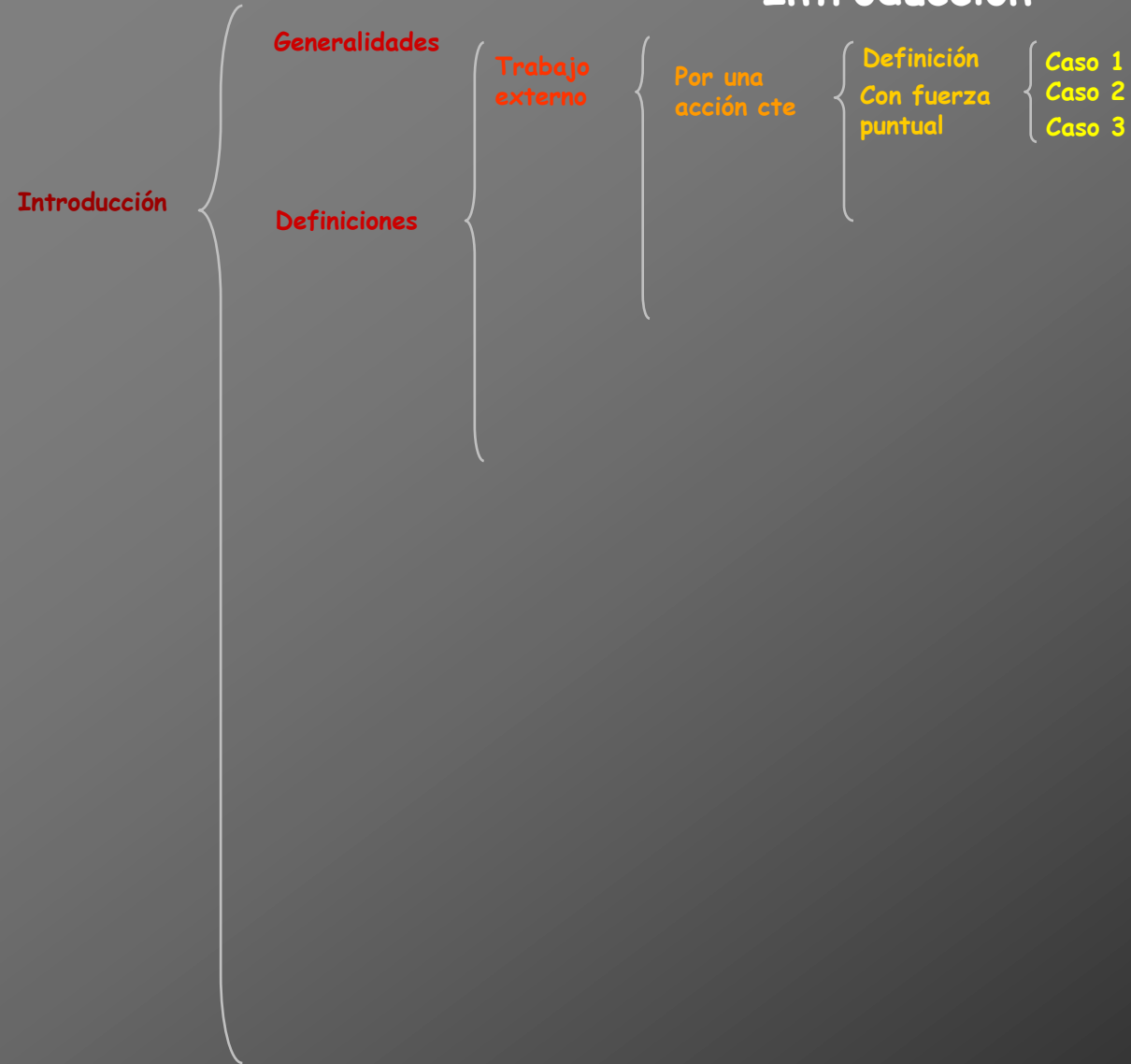
Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2

Definiciones



Introducción





Caso 3



Caso 3

Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo



Caso 3

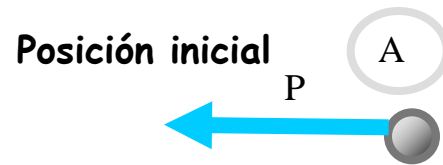
Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo

Ejemplo

Caso 3

Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo

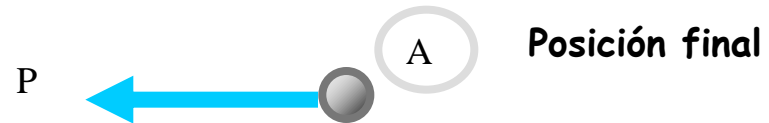
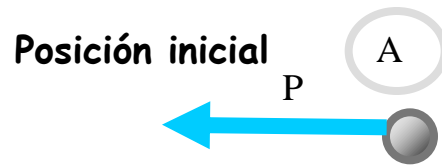
Ejemplo



Caso 3

Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo

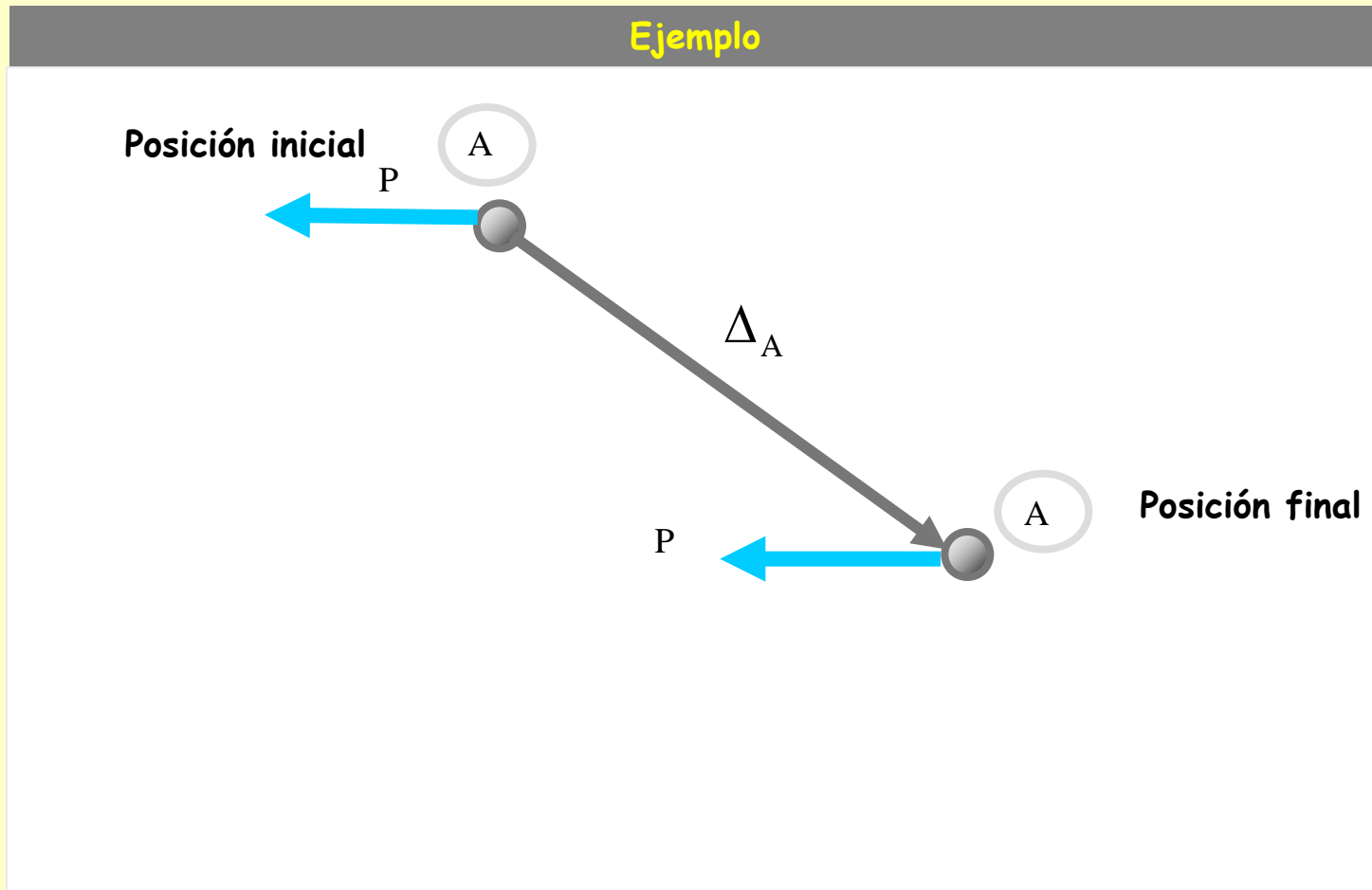
Ejemplo





Caso 3

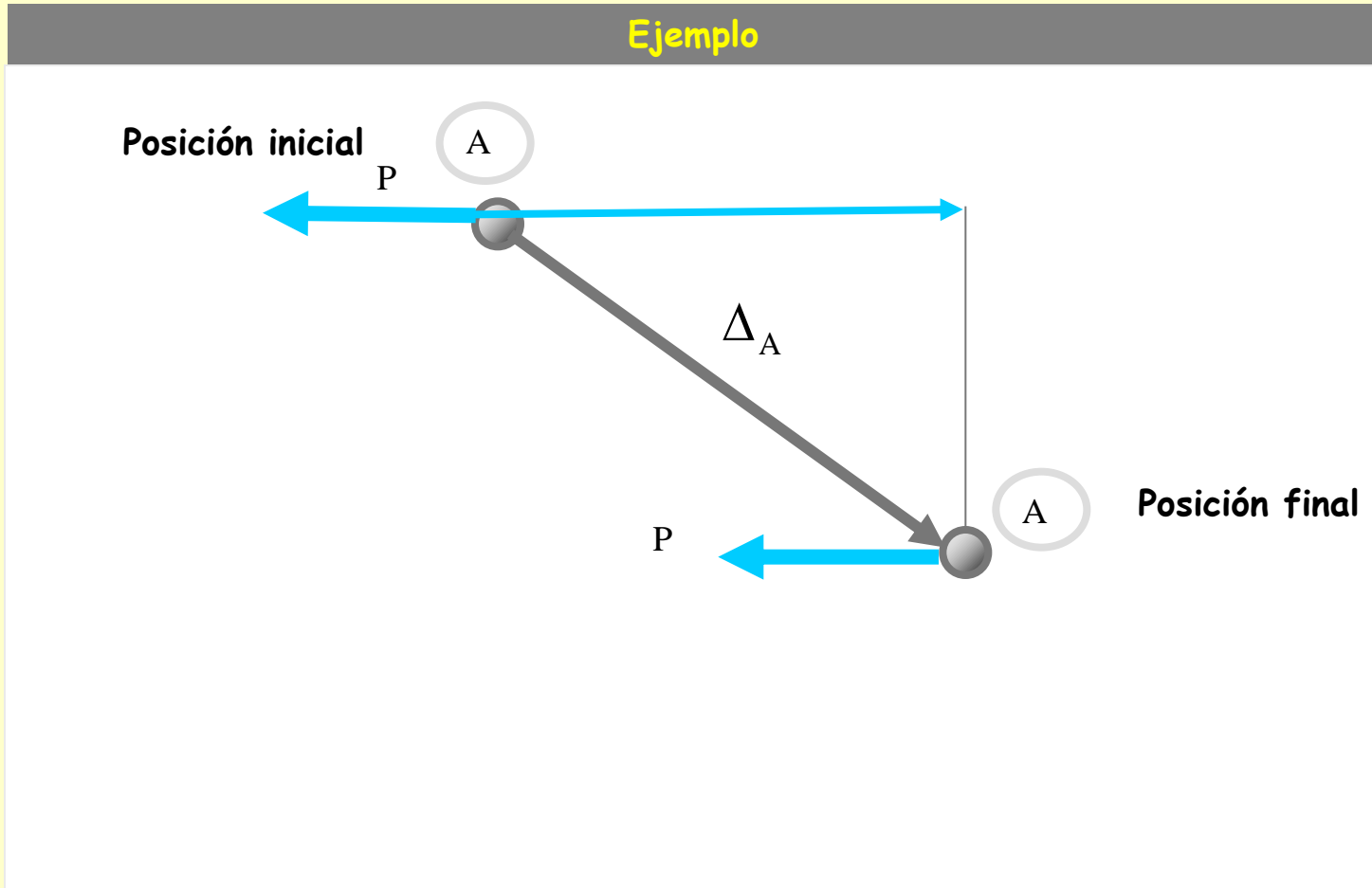
Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo





Caso 3

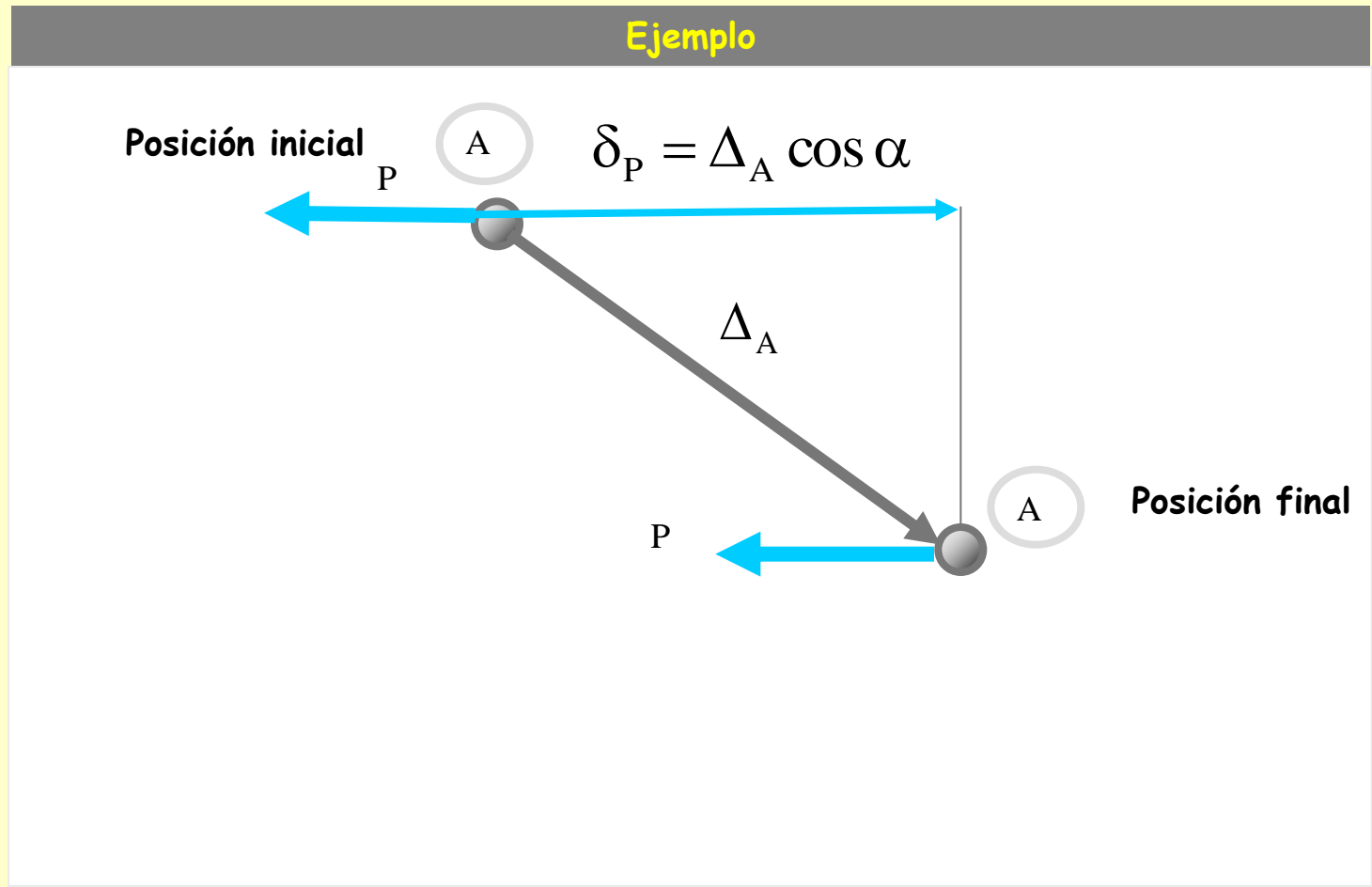
Quando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo





Caso 3

Quando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo





Caso 3

Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo

Ejemplo

Posición inicial P $\delta_P = \Delta_A \cos \alpha$

Δ_A

P Posición final A

$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha$



Caso 3

Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo

Ejemplo

Posición inicial P A $\delta_P = \Delta_A \cos \alpha$

α

Δ_A

P A Posición final

$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha$



Caso 3

Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo

Ejemplo

Posición inicial $\delta_P = \Delta_A \cos \alpha$

α

Posición final

$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha$

$\cos \alpha < 0$

Caso 3

Cuando P y su desplazamiento tienen distinto sentido, el trabajo de P es negativo

Ejemplo

Posición inicial P $\delta_P = \Delta_A \cos \alpha$

α

Δ_A

P Posición final A

$$W_{EXT} = P \cdot \Delta_A \cdot \cos \alpha \left. \begin{array}{l} \\ \cos \alpha < 0 \end{array} \right\} W_{EXT} > 0$$



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones



Introducción





Con momento puntual



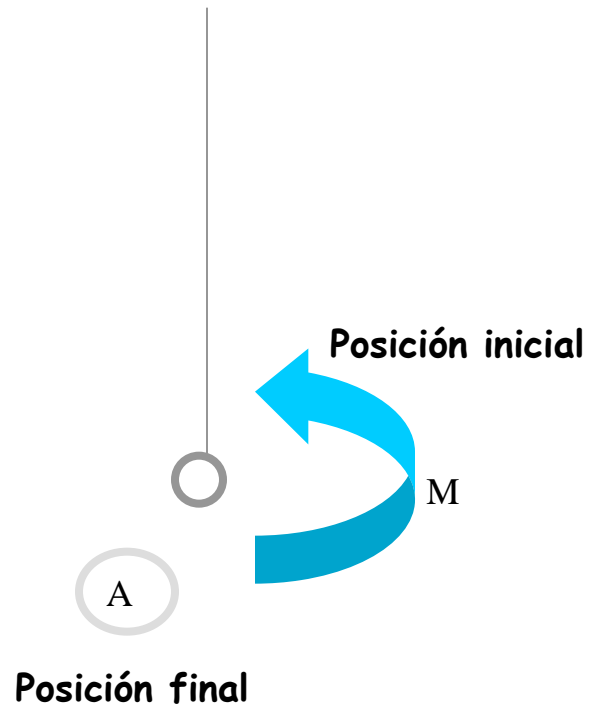
Con momento puntual

Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:



Con momento puntual

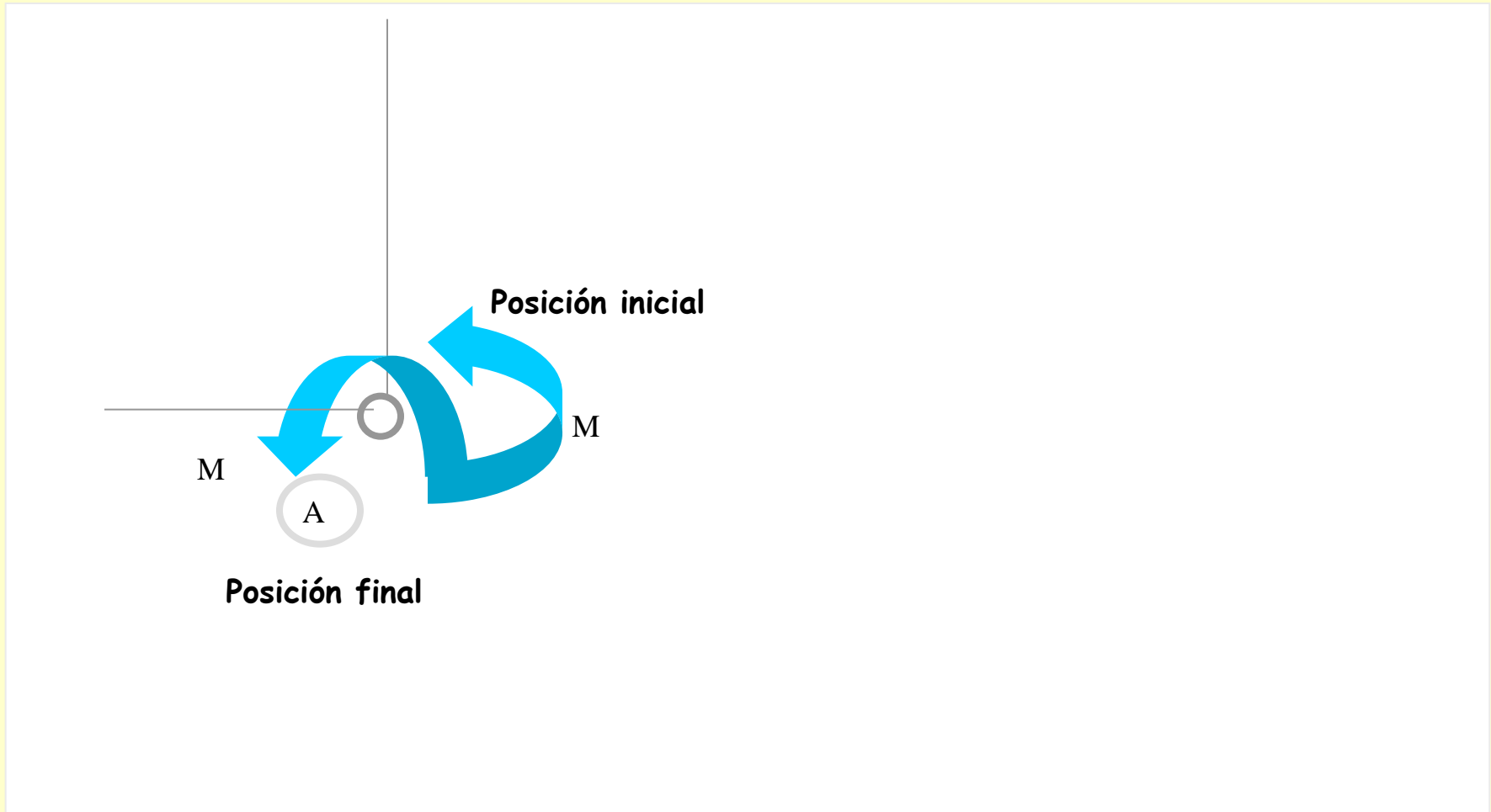
Quando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:





Con momento puntual

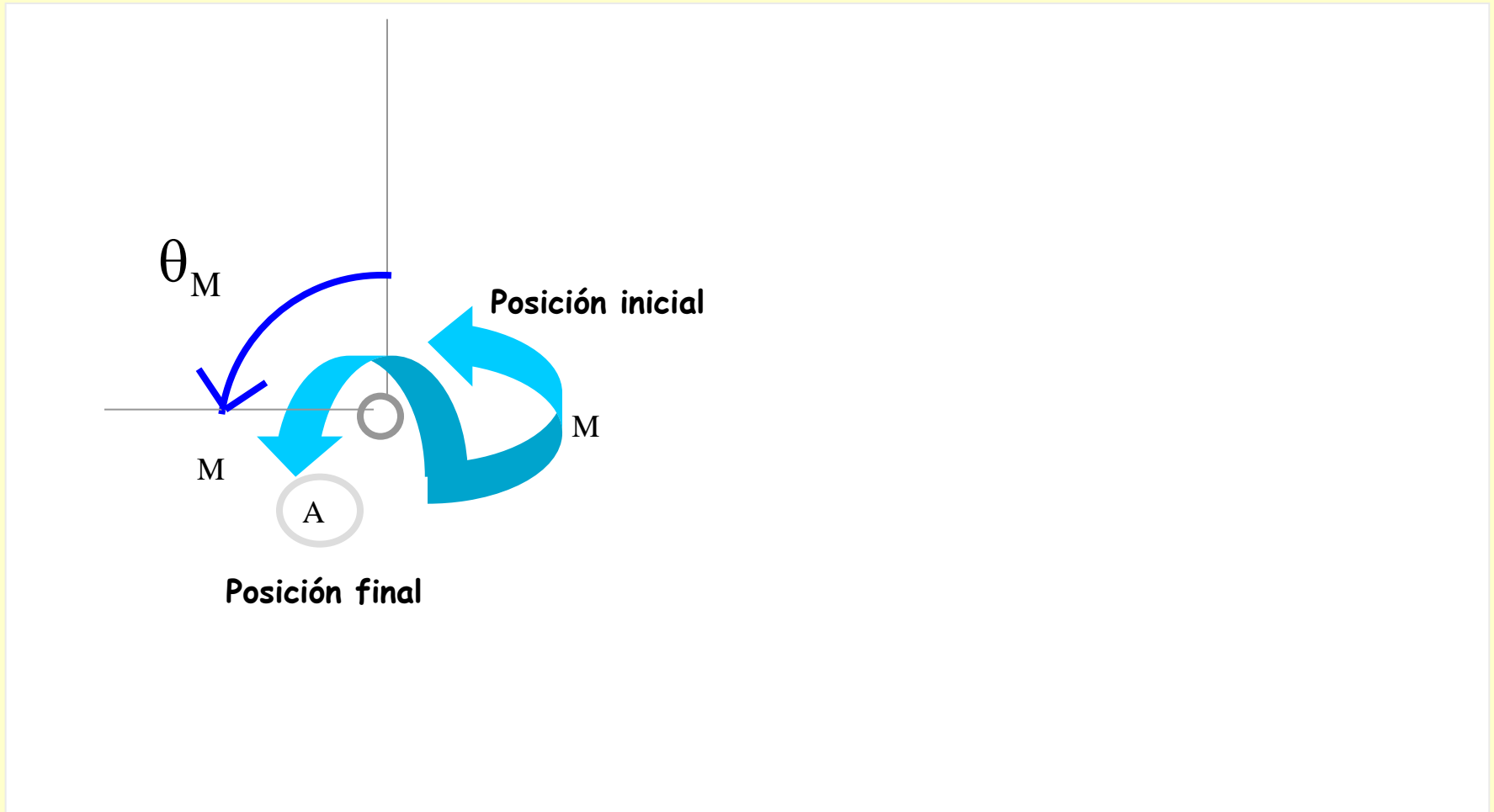
Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:





Con momento puntual

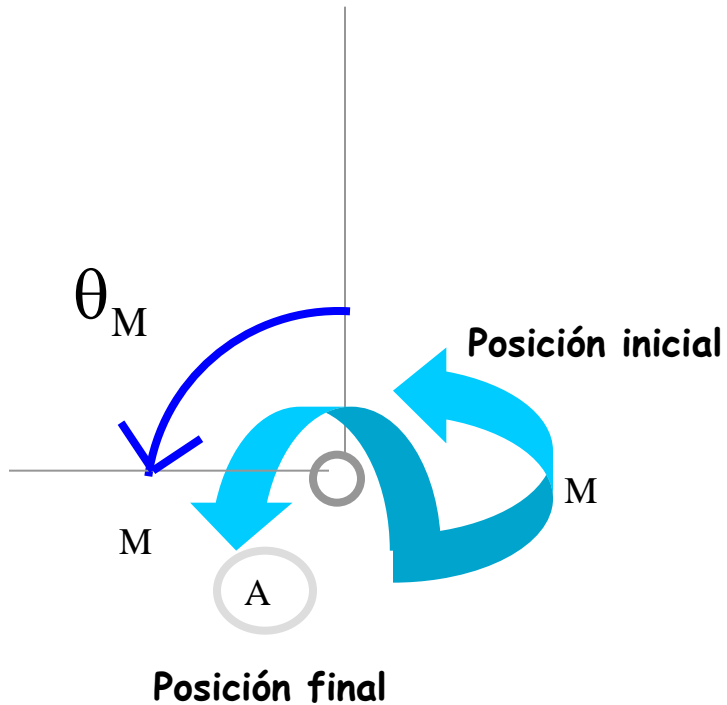
Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:





Con momento puntual

Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:



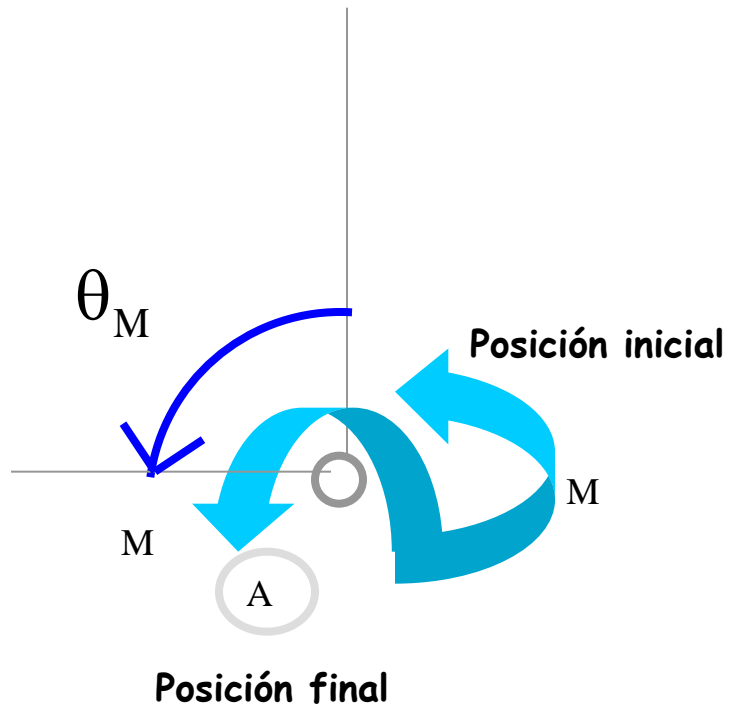
$$\theta_M = \text{giro de } M = \text{giro de } A$$



Con momento puntual

Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:

Trabajo producido por M :

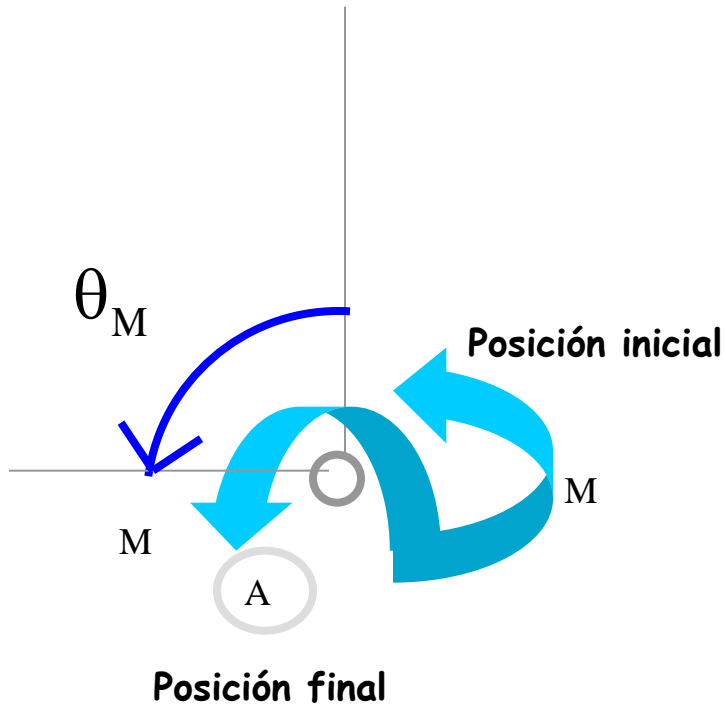


$$\theta_M = \text{giro de } M = \text{giro de } A$$

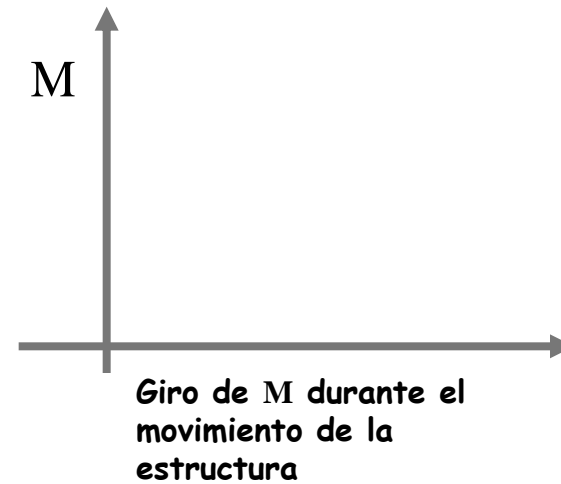


Con momento puntual

Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:



Trabajo producido por M :

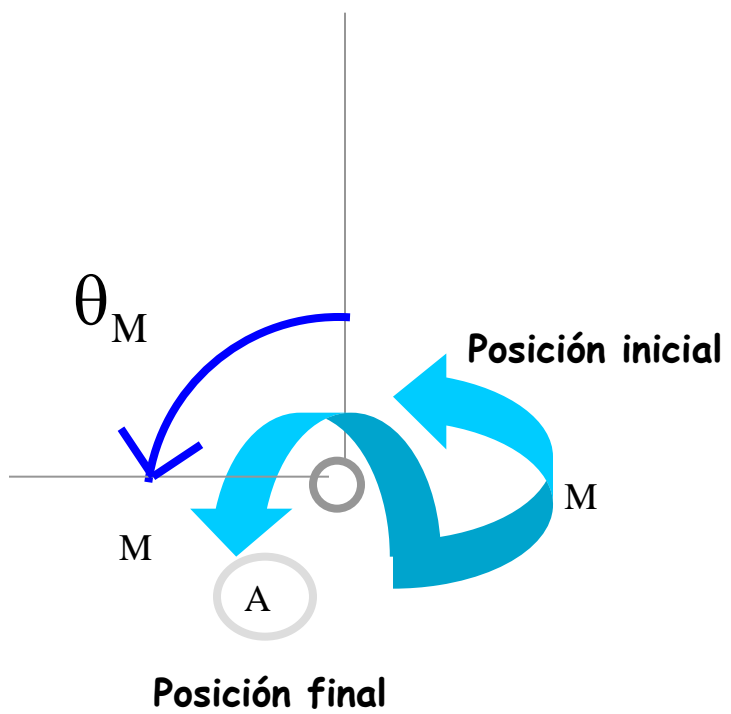


$$\theta_M = \text{giro de } M = \text{giro de } A$$

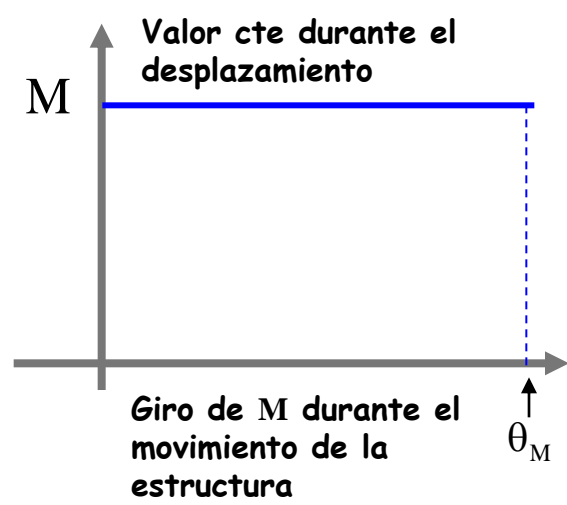


Con momento puntual

Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:



Trabajo producido por M :

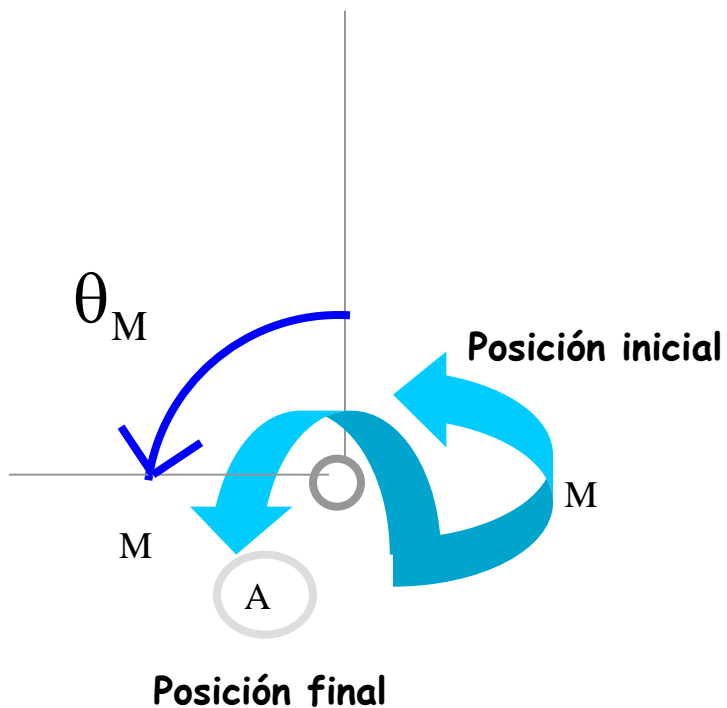


$$\theta_M = \text{giro de } M = \text{giro de } A$$

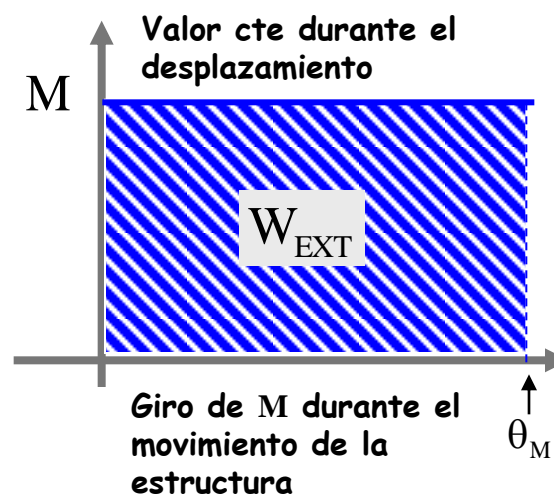


Con momento puntual

Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:



Trabajo producido por M :

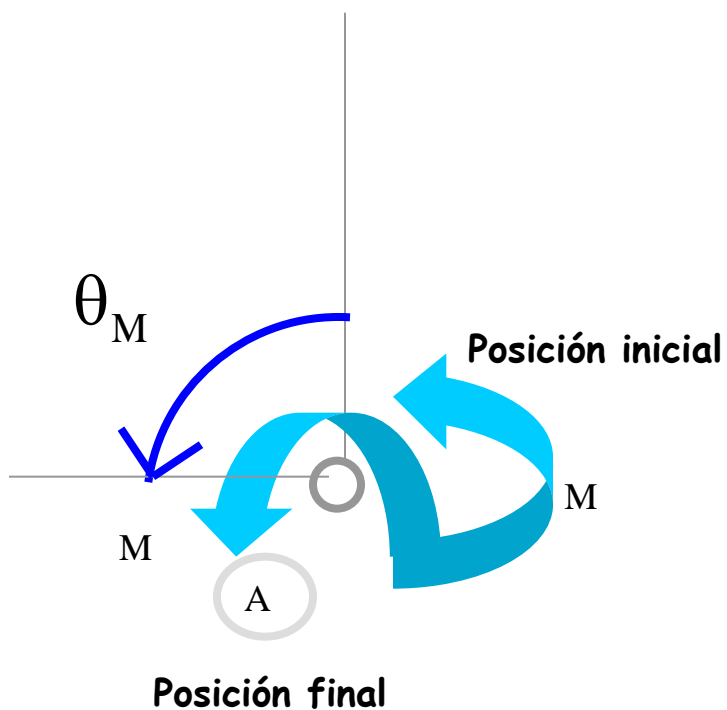


$$\theta_M = \text{giro de } M = \text{giro de } A$$



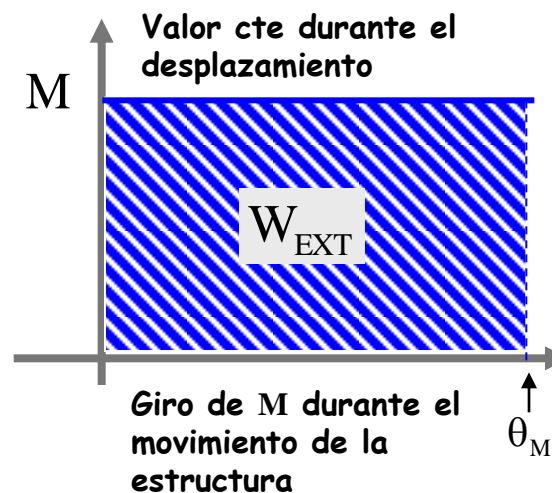
Con momento puntual

Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:



$$\theta_M = \text{giro de } M = \text{giro de } A$$

Trabajo producido por M :



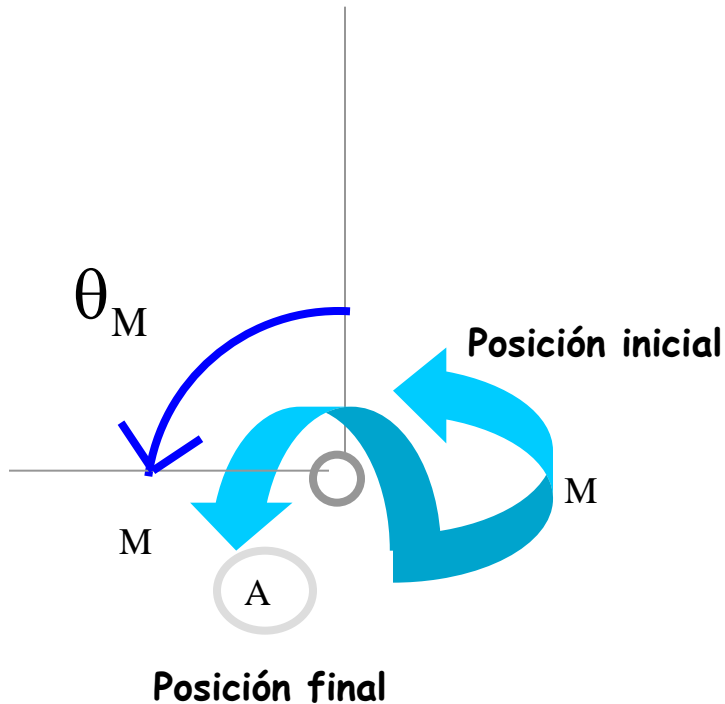
$$W_{EXT} = M \cdot \theta_M$$

Unidades: julio (Nw.m)



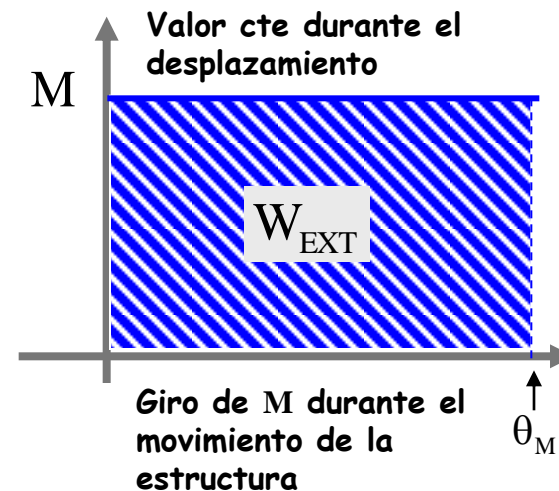
Con momento puntual

Cuando un momento M constante aplicado en A gira un ángulo θ , el valor del trabajo es:



$$\theta_M = \text{giro de } M = \text{giro de } A$$

Trabajo producido por M :



$$W_{EXT} = M \cdot \theta_M$$

Unidades: julio (Nw.m)

Los métodos energéticos utilizan el concepto de trabajo externo para calcular los movimientos de las estructuras. En la práctica, se pueden utilizar unidades diferentes del Newton y del metro



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Con momento puntual



Introducción





Caso 1



Caso 1

Cuando M y su giro tienen el mismo sentido, el trabajo de M es positivo

Caso 1

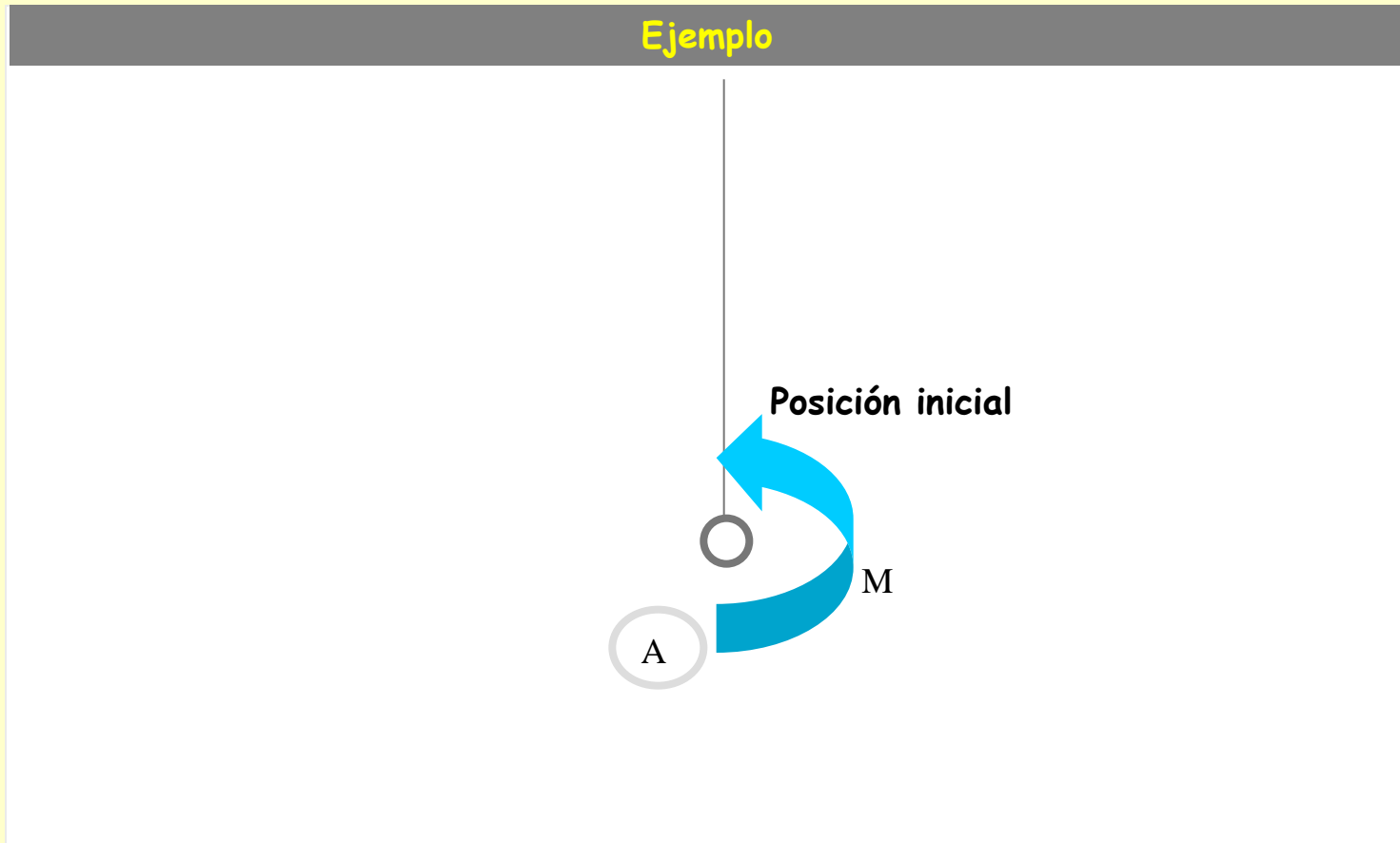
Cuando M y su giro tienen el mismo sentido, el trabajo de M es positivo

Ejemplo



Caso 1

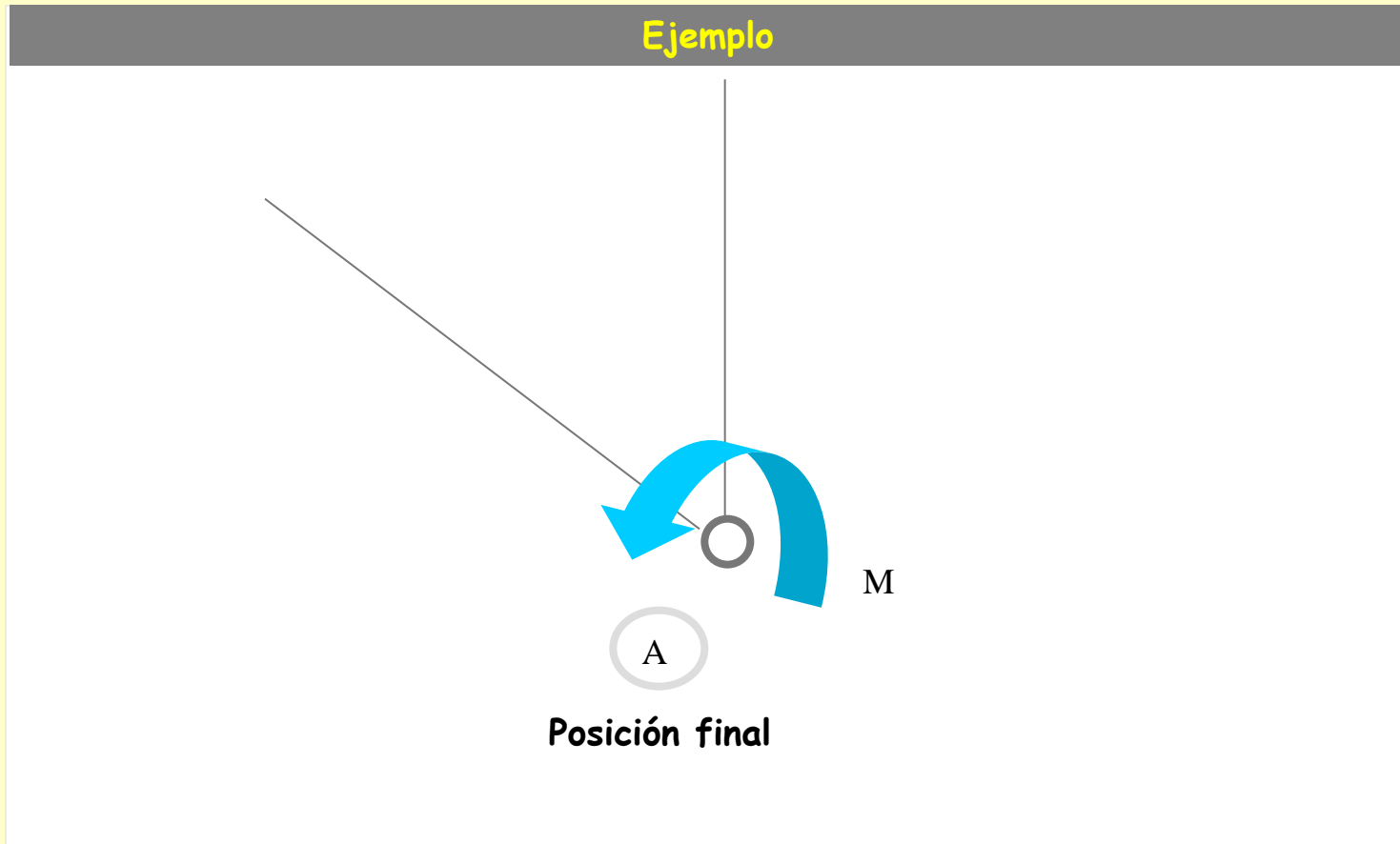
Cuando M y su giro tienen el mismo sentido, el trabajo de M es positivo





Caso 1

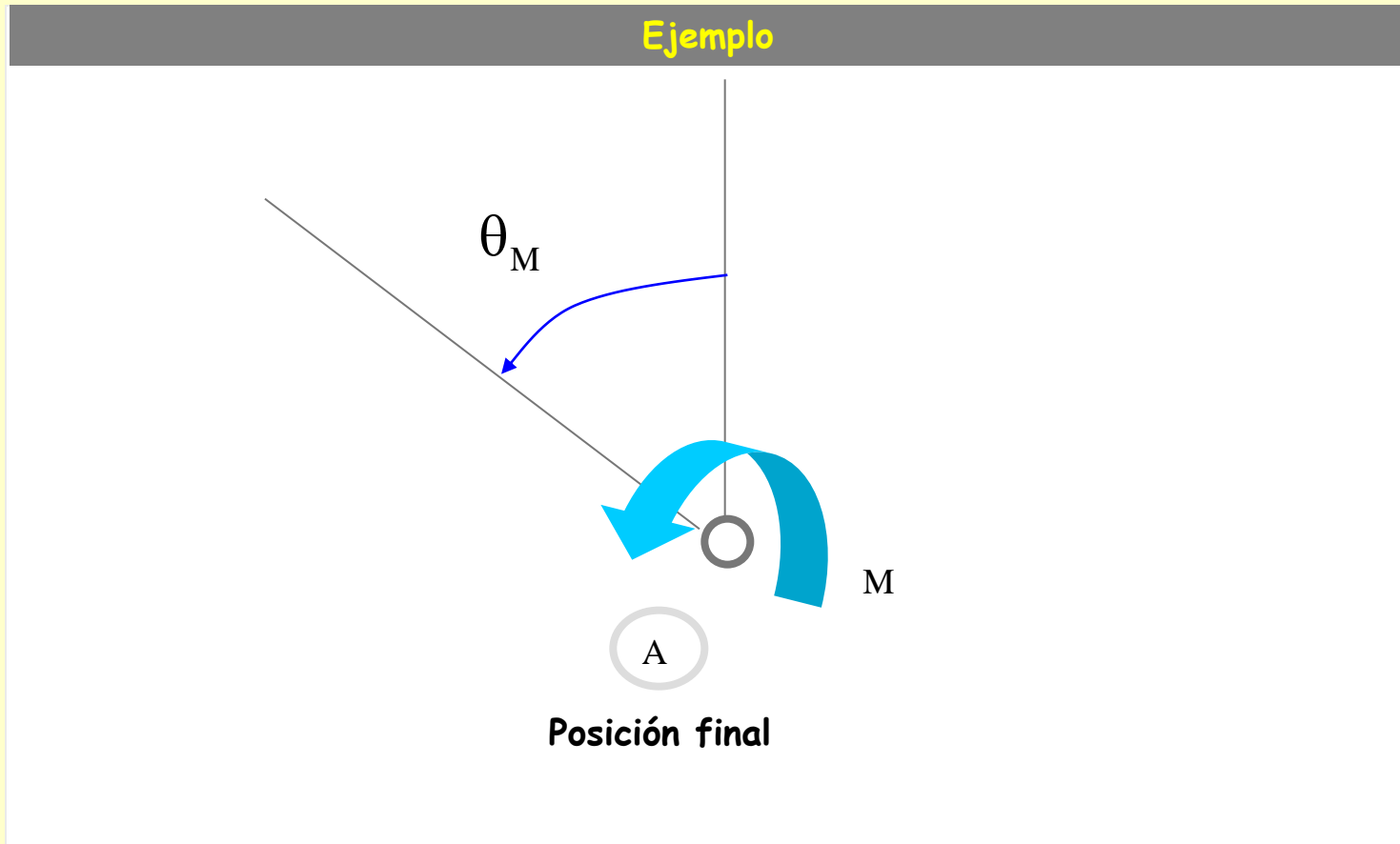
Cuando M y su giro tienen el mismo sentido, el trabajo de M es positivo





Caso 1

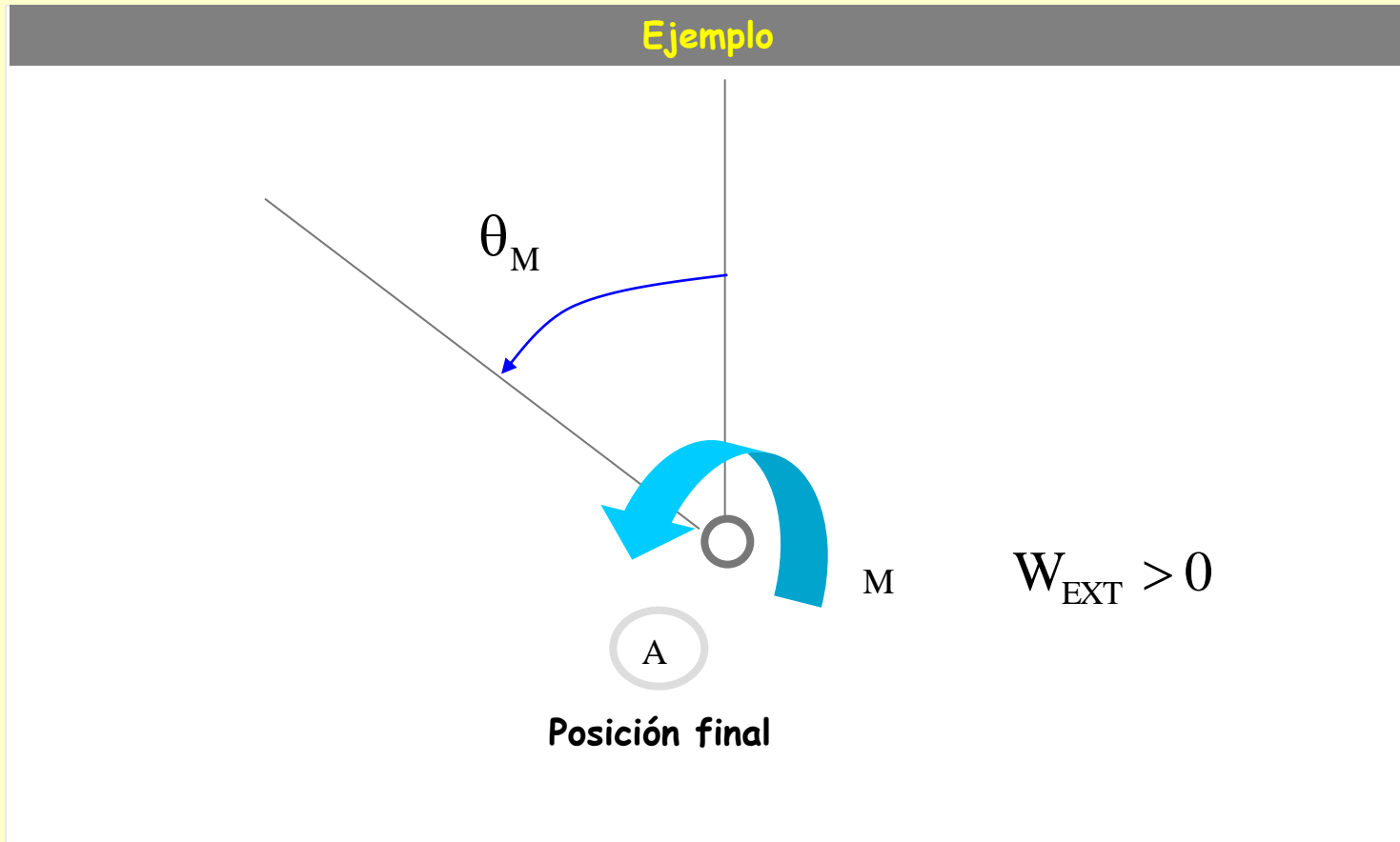
Cuando M y su giro tienen el mismo sentido, el trabajo de M es positivo





Caso 1

Cuando M y su giro tienen el mismo sentido, el trabajo de M es positivo





Introducción





Introducción





Caso 2



Caso 2

Cuando M no produce ningún trabajo es porque no existe giro



Caso 2

Cuando M no produce ningún trabajo es porque no existe giro

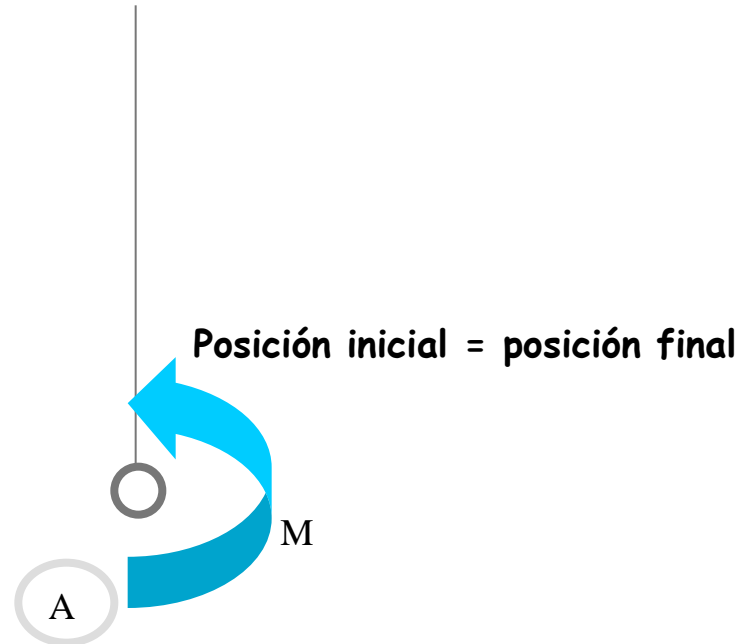
Ejemplo



Caso 2

Cuando M no produce ningún trabajo es porque no existe giro

Ejemplo

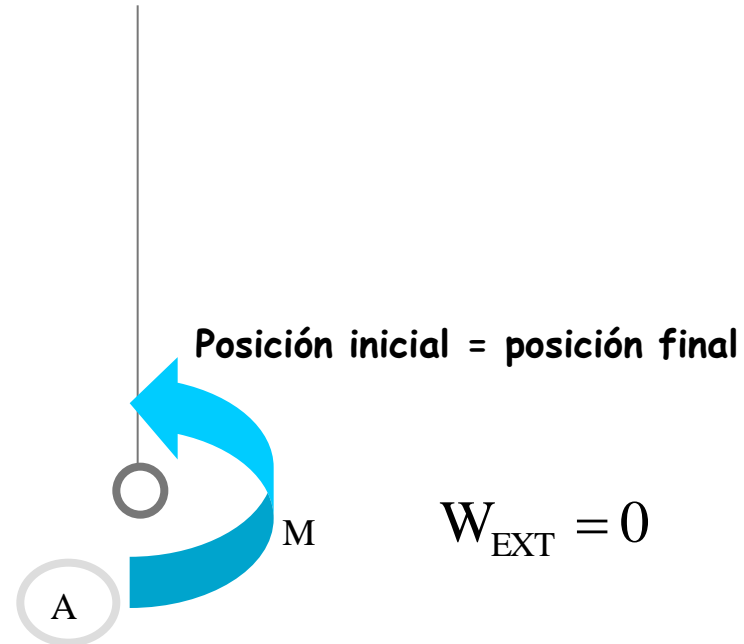




Caso 2

Cuando M no produce ningún trabajo es porque no existe giro

Ejemplo





Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición

Caso 1

Con fuerza puntual

Caso 2

Caso 3

Con momento puntual

Caso 1

Caso 2

Caso 3



Caso 3



Caso 3

Cuando M y su giro tienen distinto sentido, el trabajo de M es negativo

Caso 3

Cuando M y su giro tienen distinto sentido, el trabajo de M es negativo

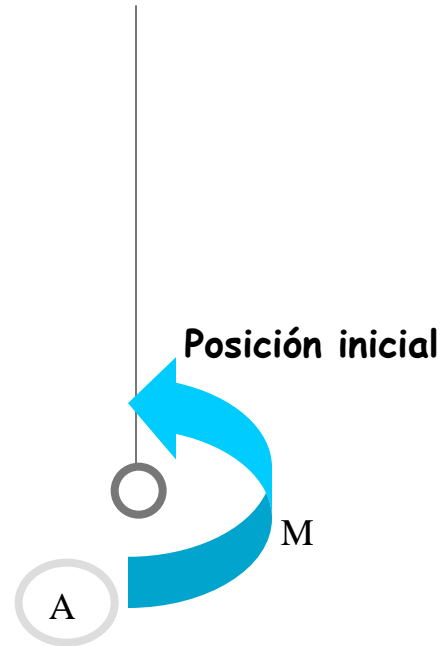
Ejemplo



Caso 3

Cuando M y su giro tienen distinto sentido, el trabajo de M es negativo

Ejemplo

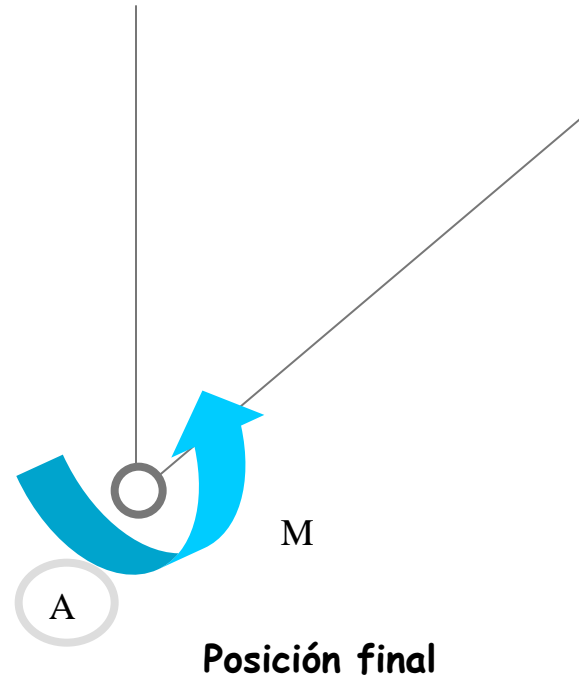




Caso 3

Cuando M y su giro tienen distinto sentido, el trabajo de M es negativo

Ejemplo

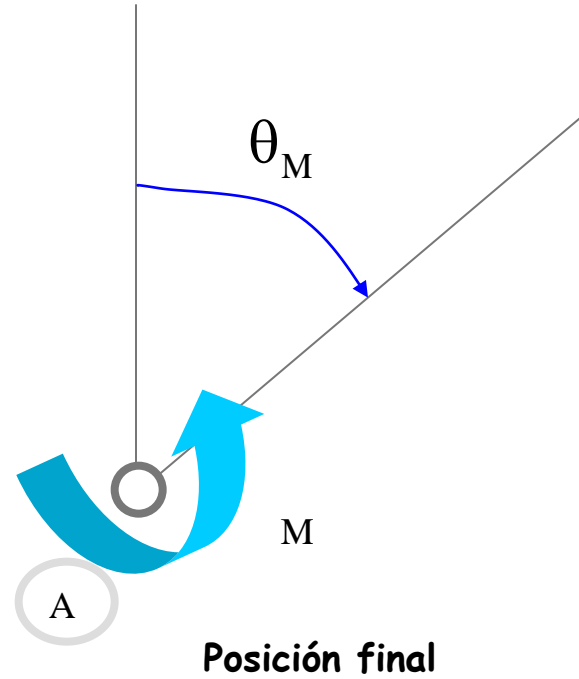




Caso 3

Cuando M y su giro tienen distinto sentido, el trabajo de M es negativo

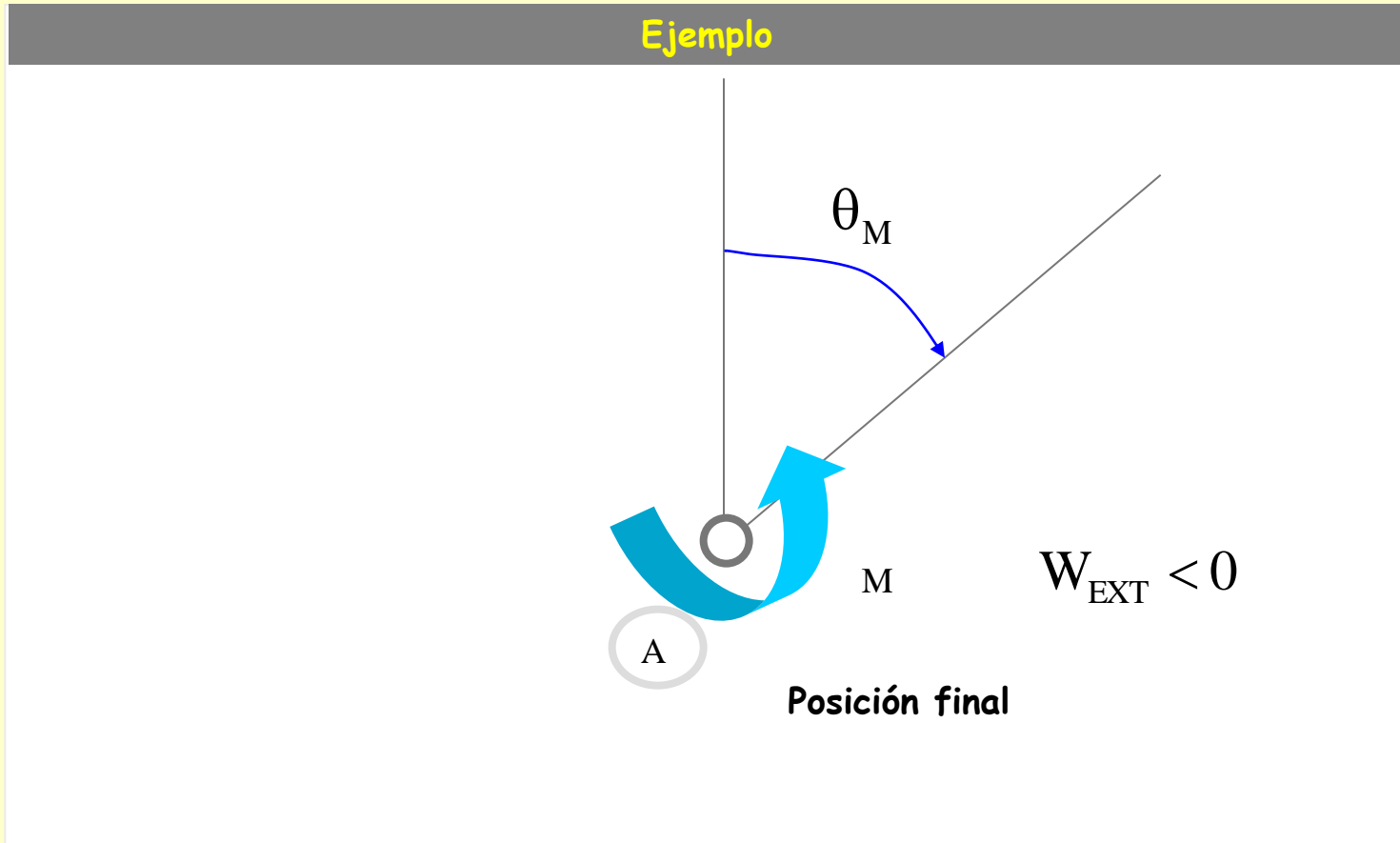
Ejemplo





Caso 3

Cuando M y su giro tienen distinto sentido, el trabajo de M es negativo





Introducción





Introducción





Introducción





Definición



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P



Valor de P en
diferentes
instantes



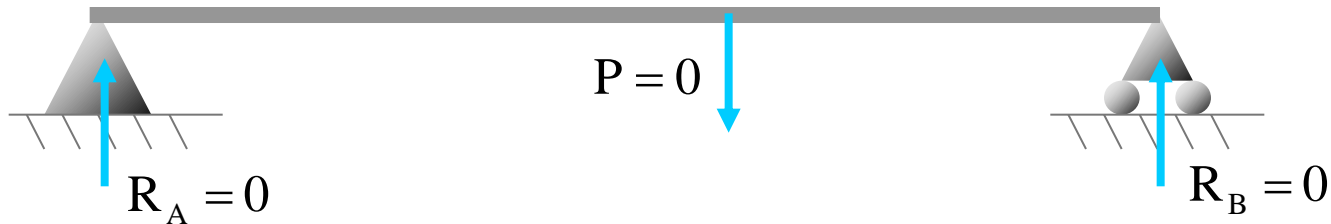
δ = desplazamiento de P en
diferentes instantes

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 0



Valor de P en diferentes instantes



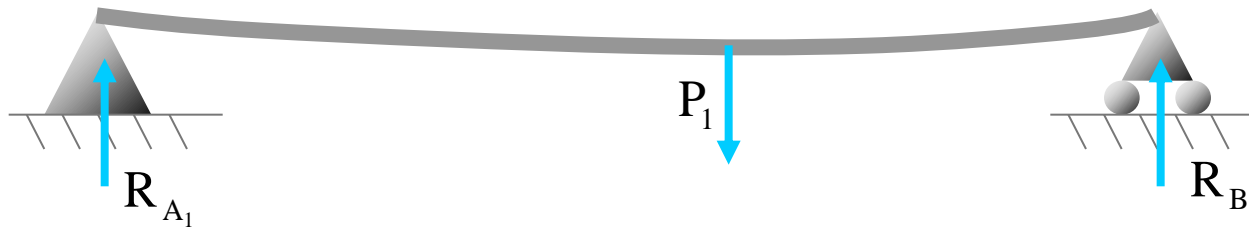
δ = desplazamiento de P en diferentes instantes

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 1



Valor de P en diferentes instantes



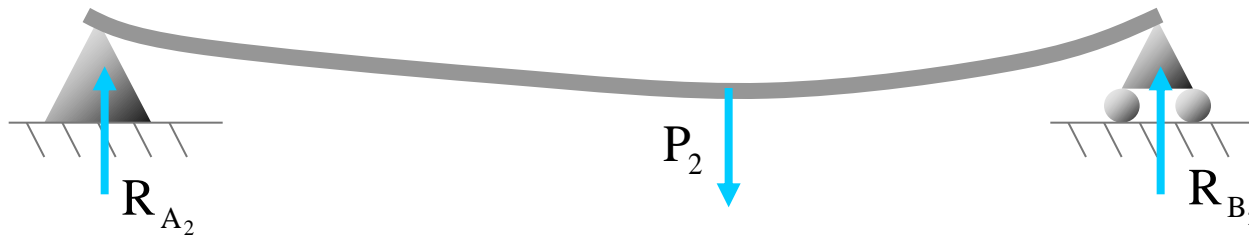
δ = desplazamiento de P en diferentes instantes

Definición

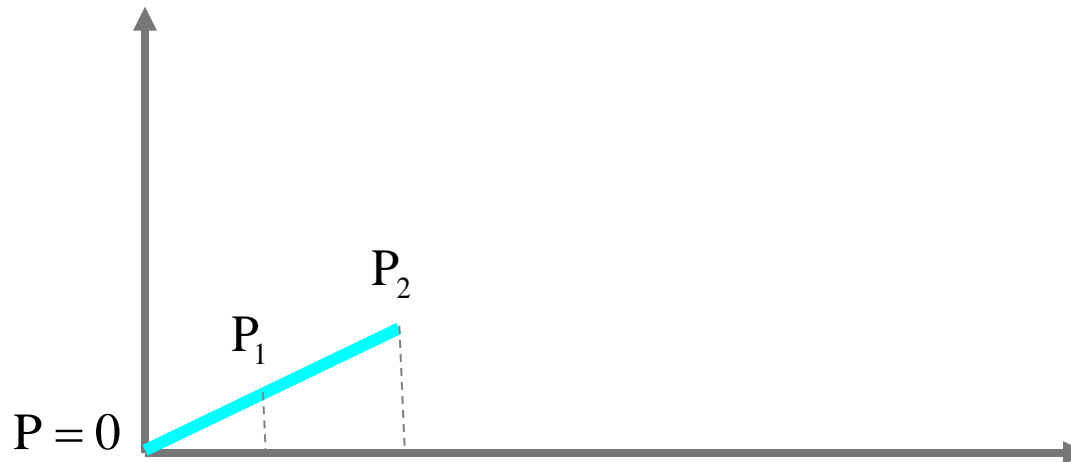
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 2



Valor de P en diferentes instantes



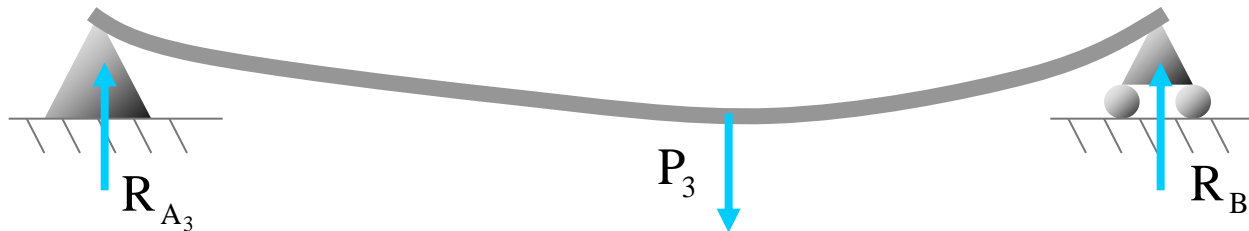
δ = desplazamiento de P en diferentes instantes

Definición

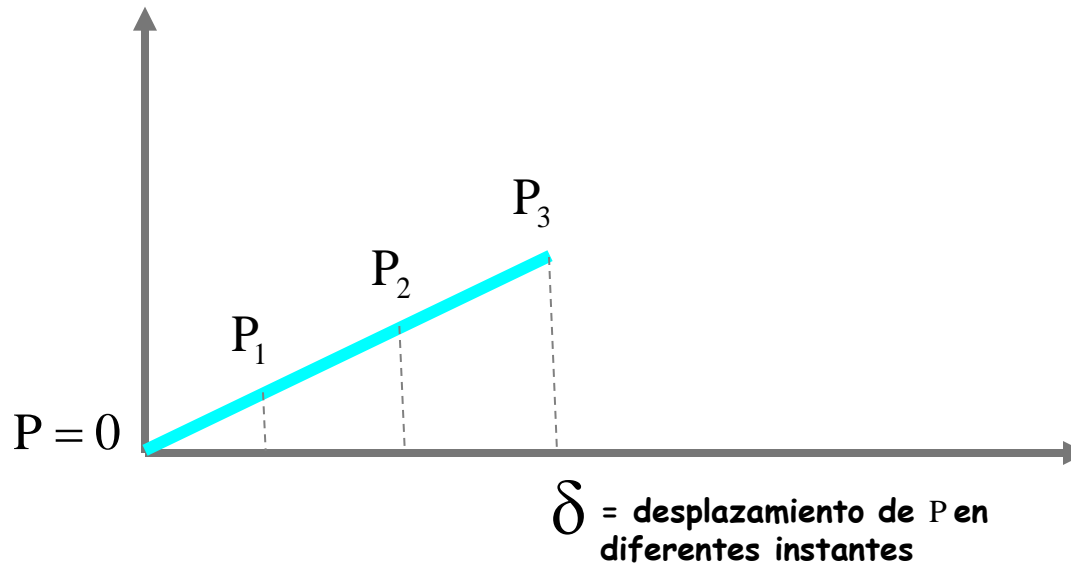
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 3



Valor de P en diferentes instantes

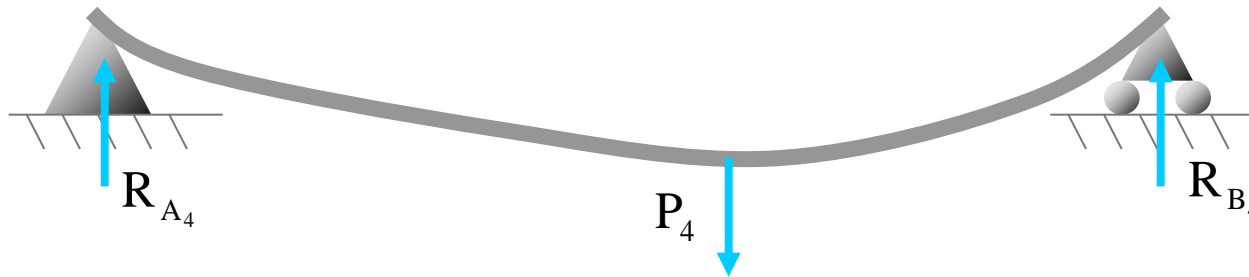


Definición

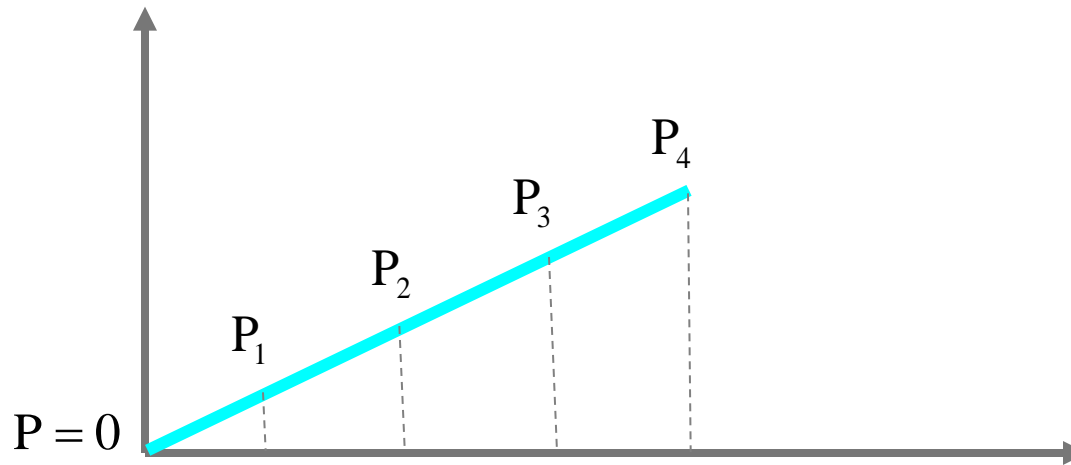
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 4



Valor de P en diferentes instantes



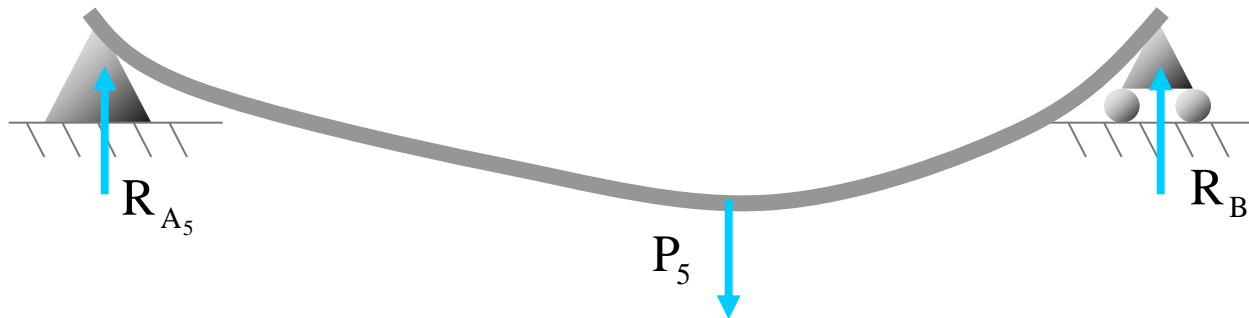
δ = desplazamiento de P en diferentes instantes

Definición

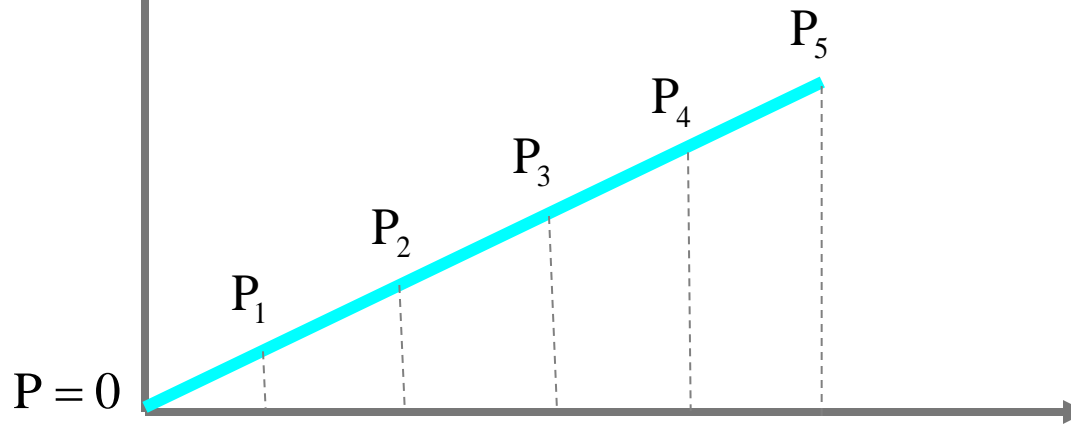
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 5



Valor de P en diferentes instantes



δ = desplazamiento de P en diferentes instantes



Definición

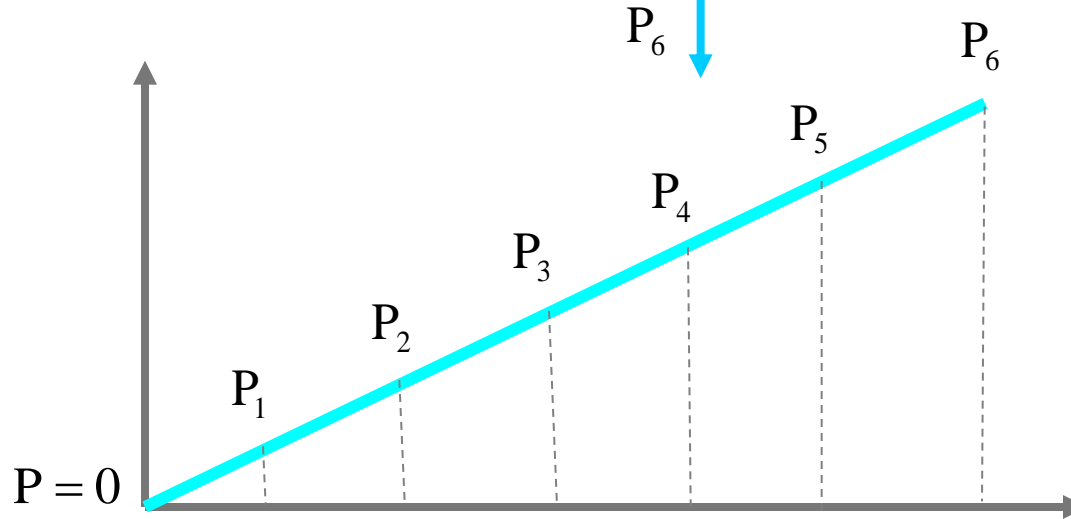
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 6



Valor de P en diferentes instantes



δ = desplazamiento de P en diferentes instantes



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

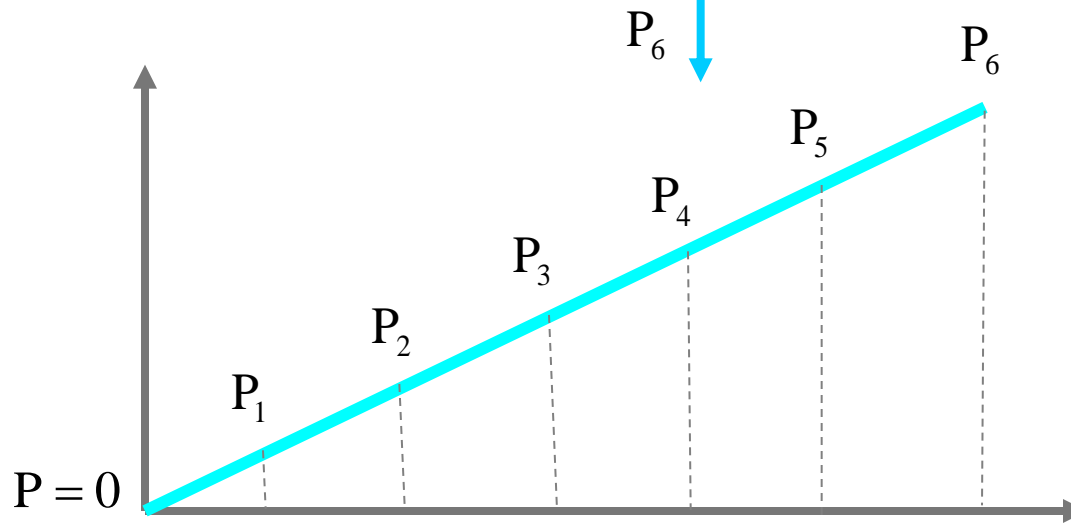
Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 6



Posición de equilibrio

Valor de P en diferentes instantes



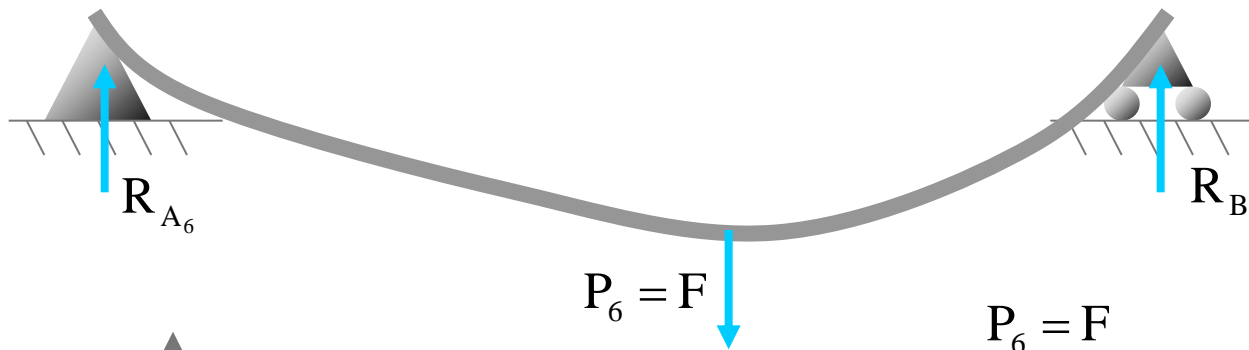
δ = desplazamiento de P en diferentes instantes

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

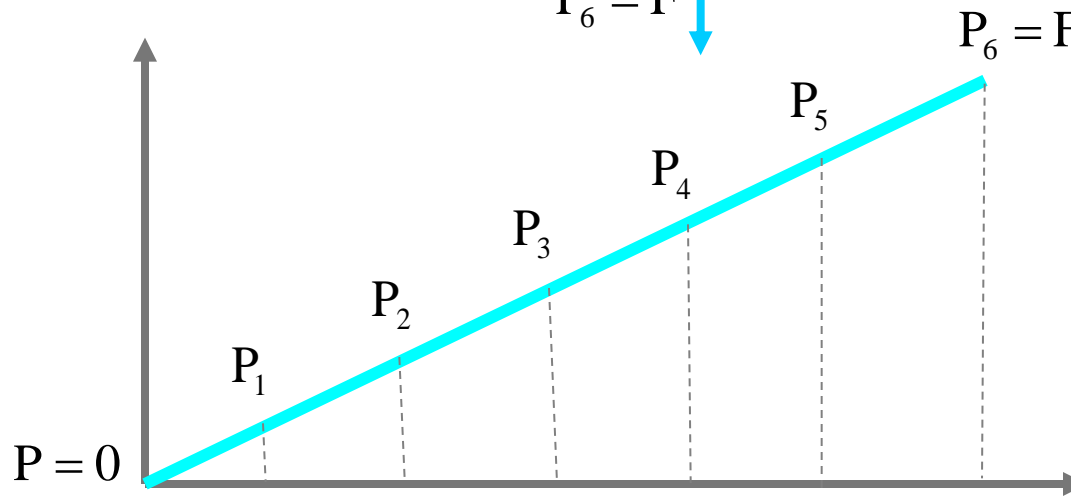
Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 6



Posición de equilibrio

Valor de P en diferentes instantes



δ = desplazamiento de P en diferentes instantes



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

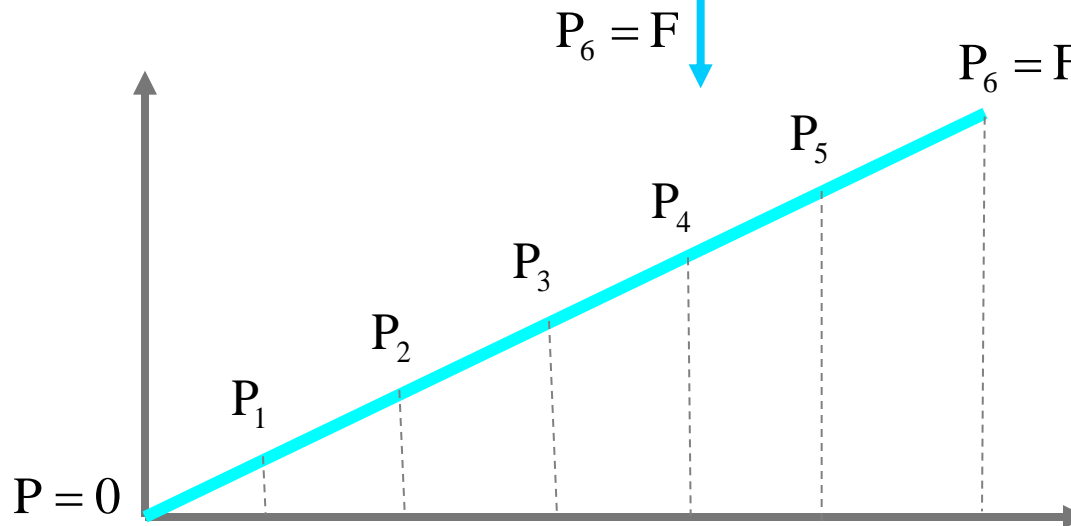
Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 6



Posición de equilibrio

Valor de P en diferentes instantes



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

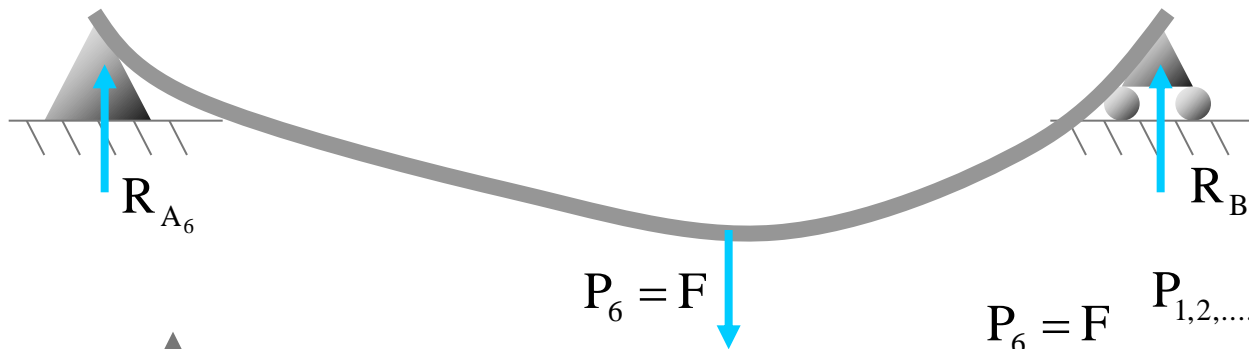
δ = desplazamiento de P en diferentes instantes

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

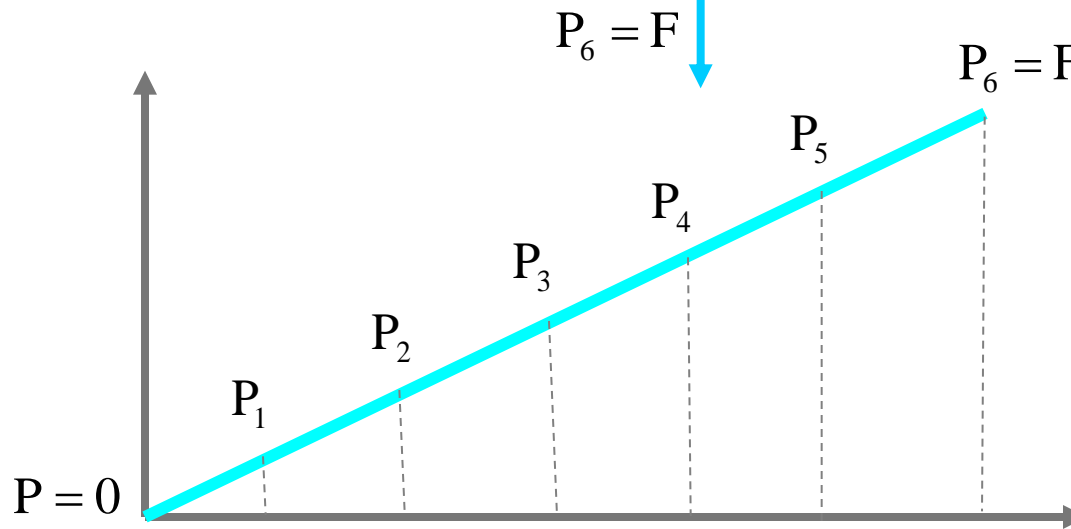
Proceso de entrada en carga por una acción estática P

Instante 6



Posición de equilibrio

Valor de P en diferentes instantes



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

F = valor de P en el momento en el que se alcanza el equilibrio

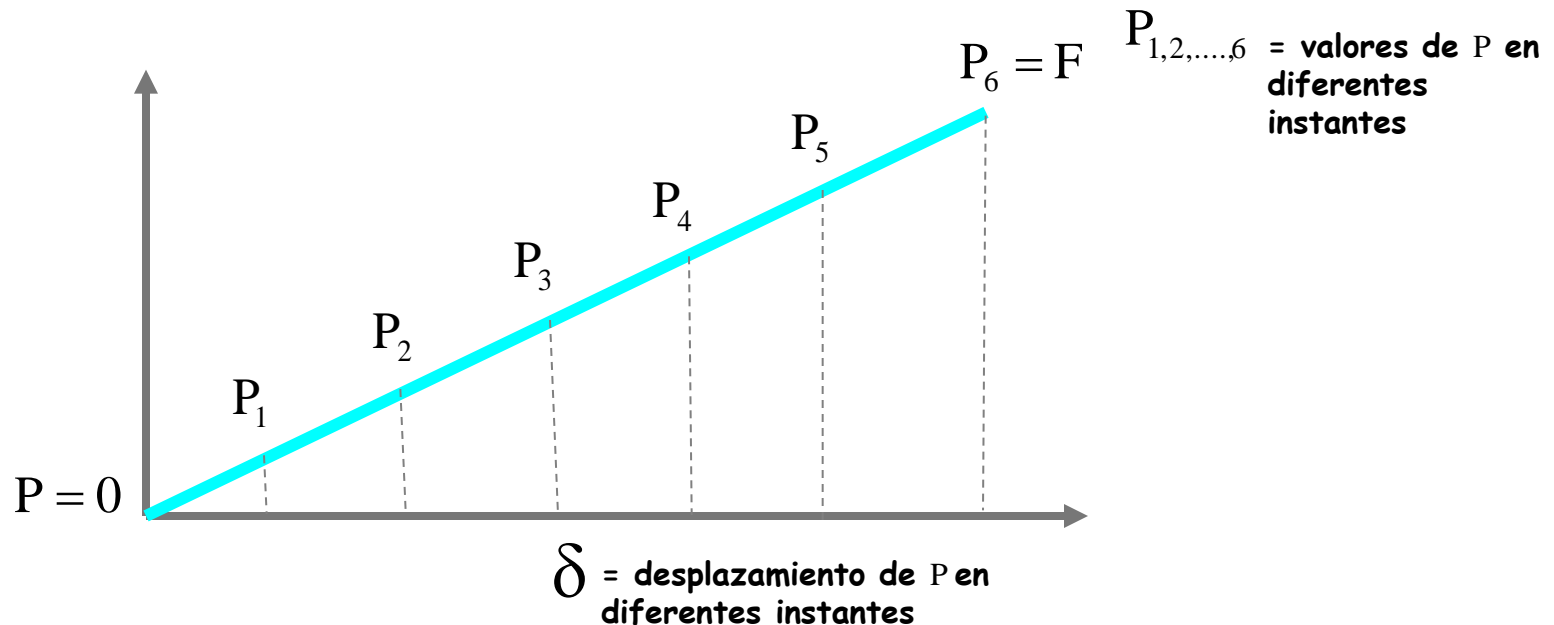
δ = desplazamiento de P en diferentes instantes



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Proceso de entrada en carga por una acción estática P

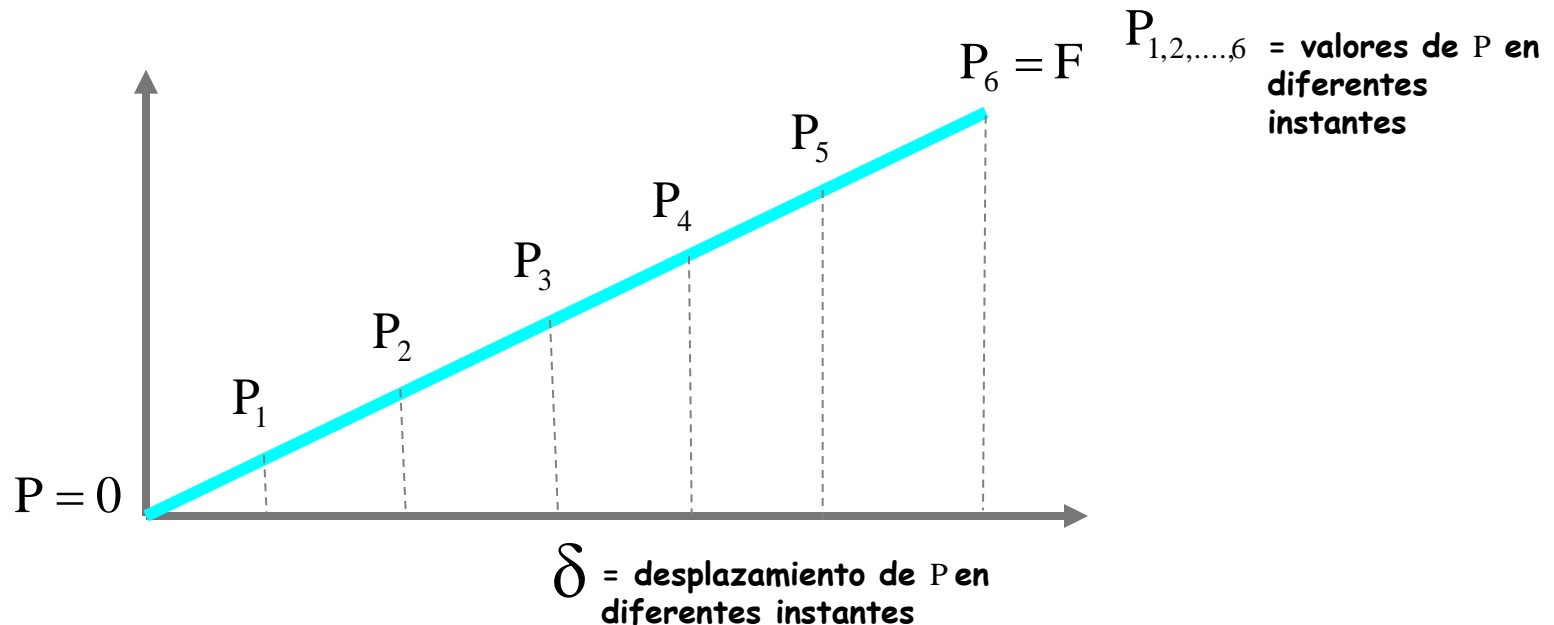




Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P

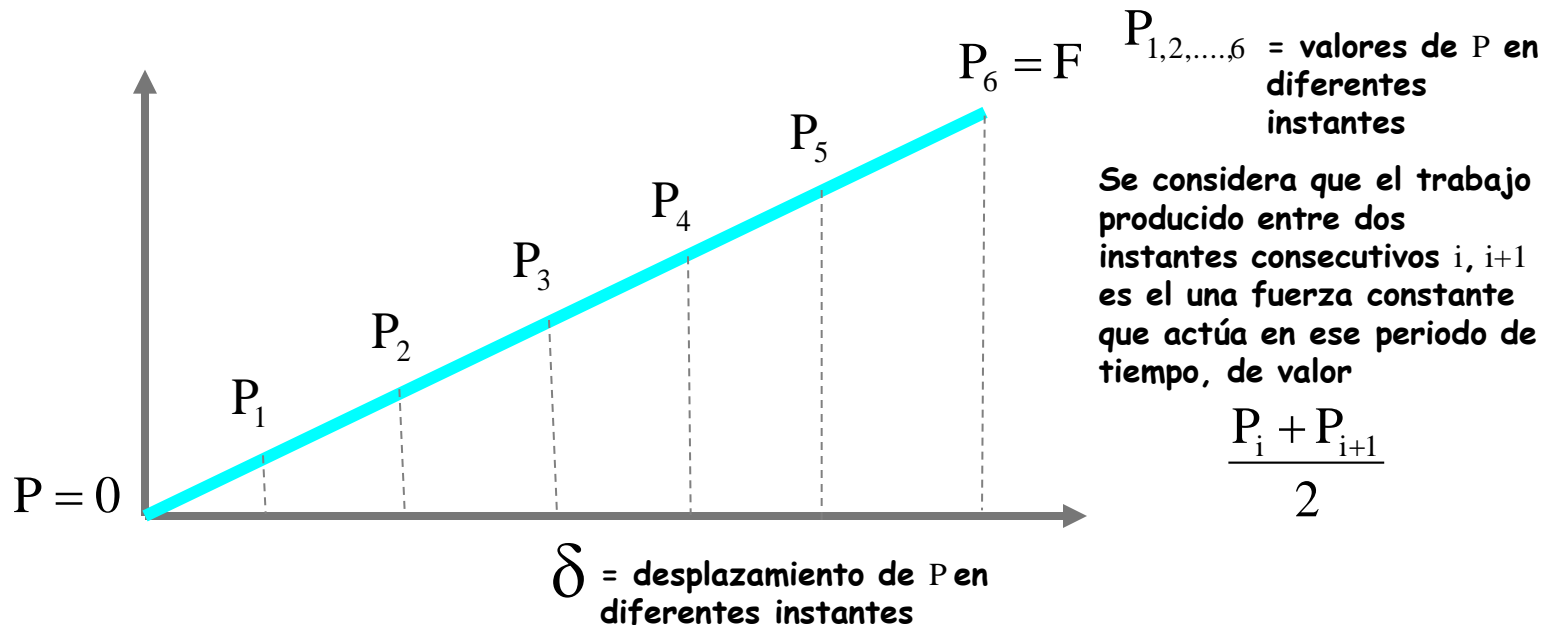




Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P

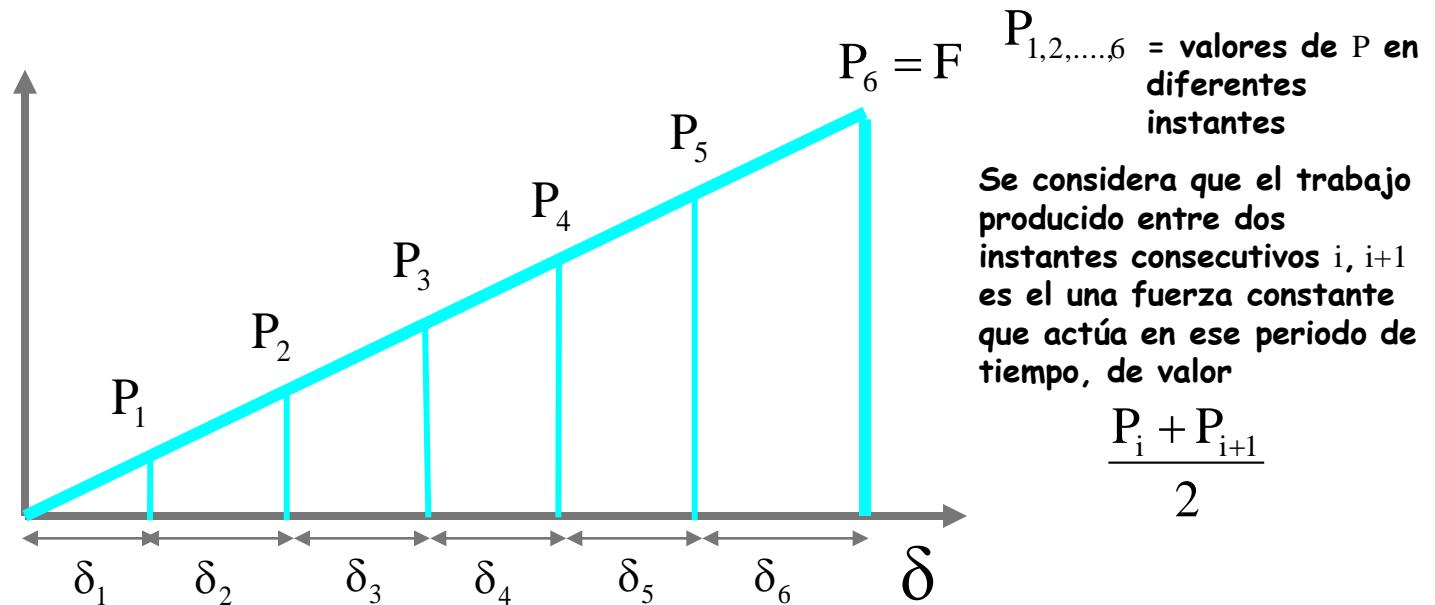




Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P

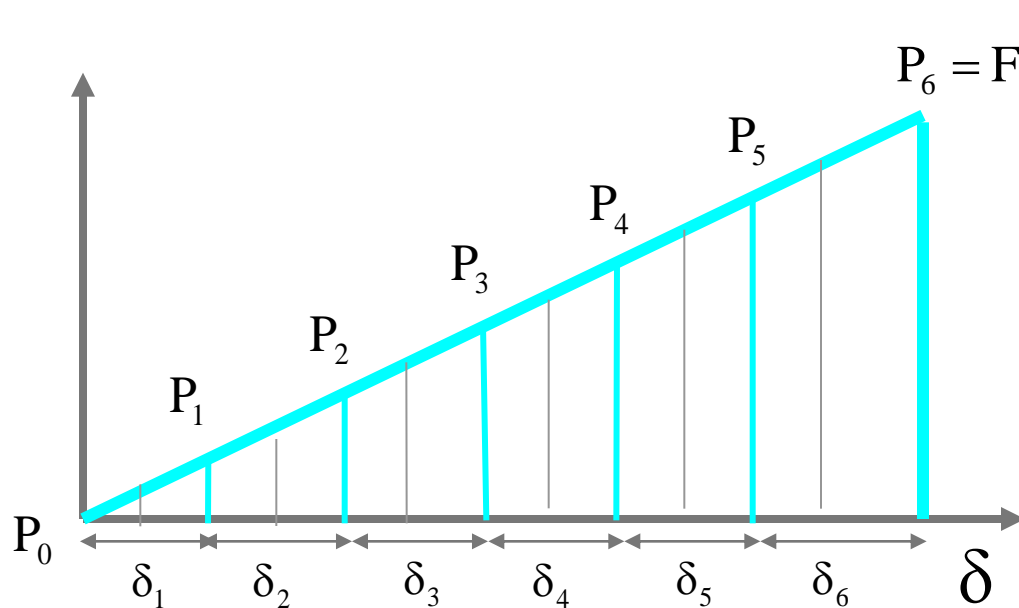




Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

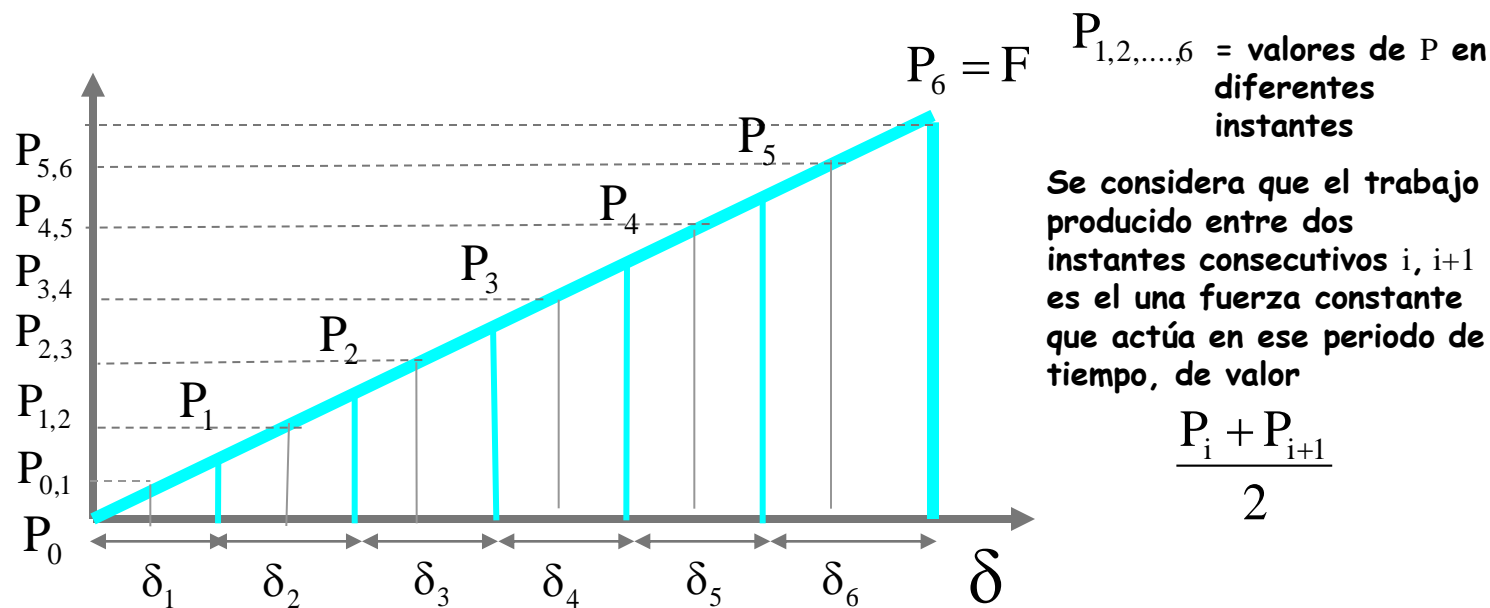
$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



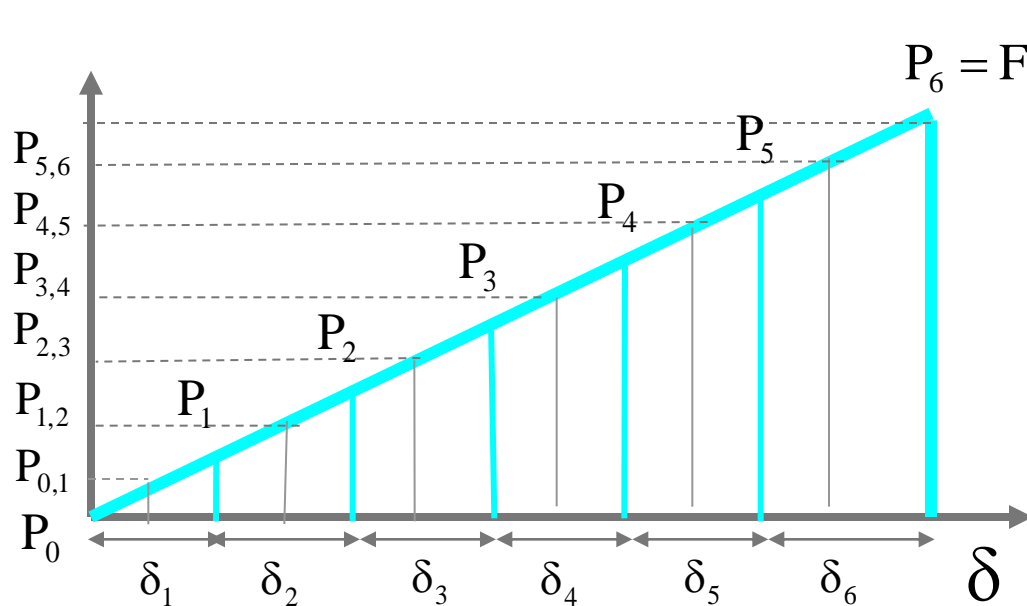


Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P

Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

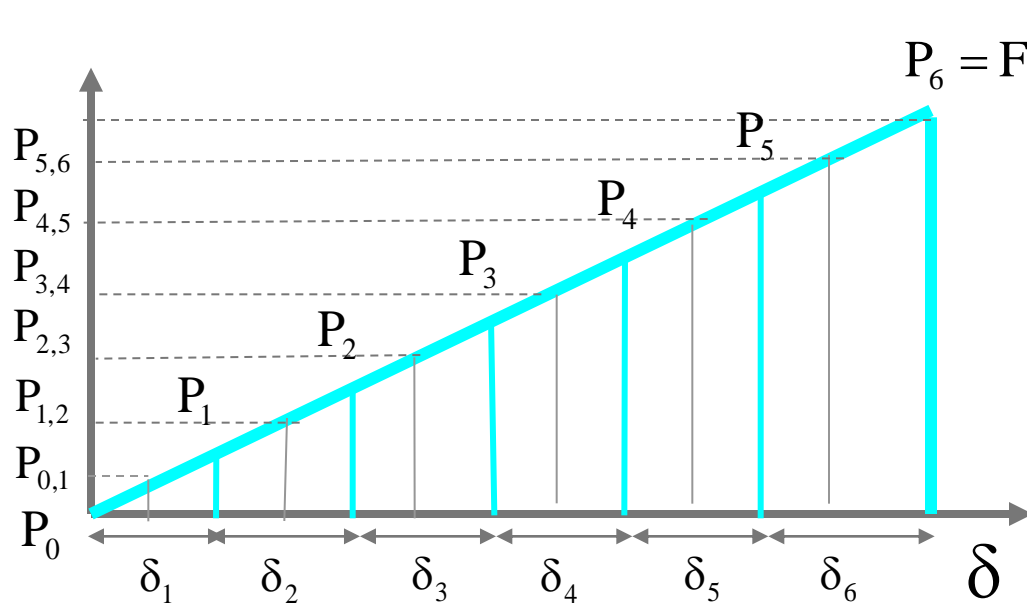
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6} =$ valores de P en diferentes instantes

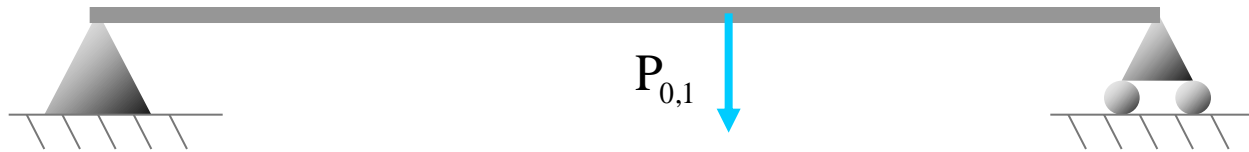
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

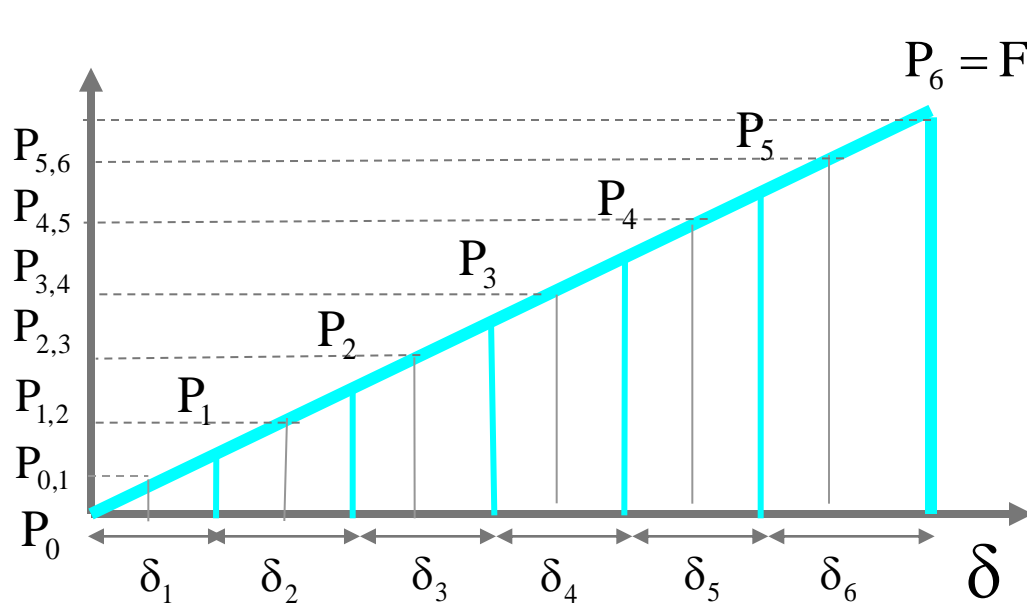
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

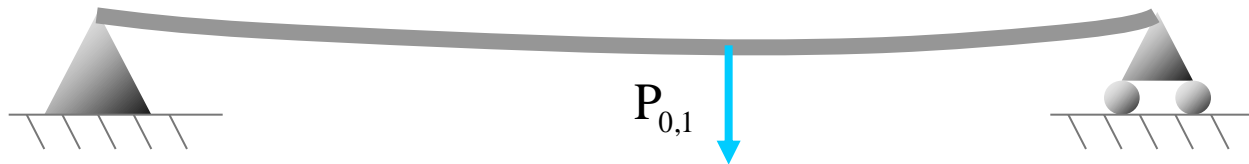
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

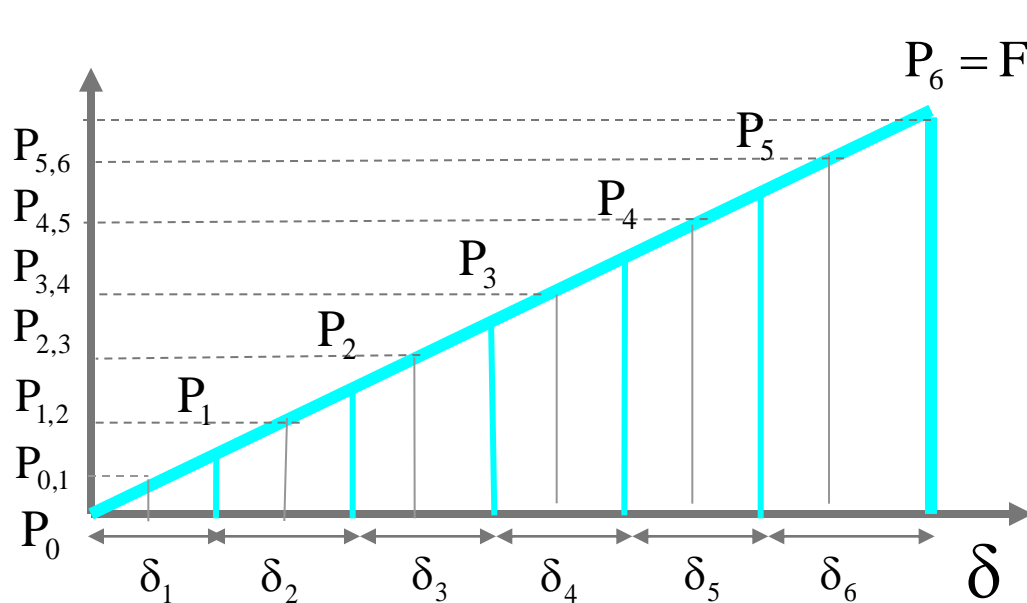
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

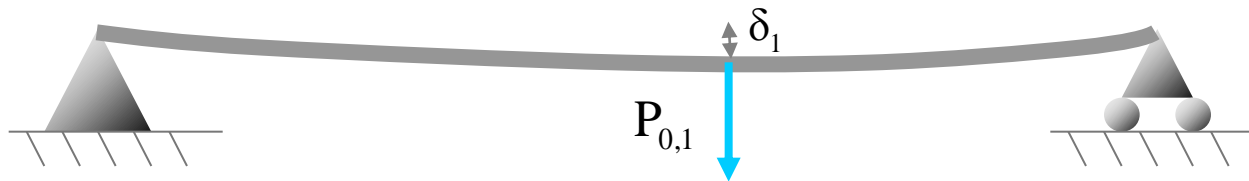
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

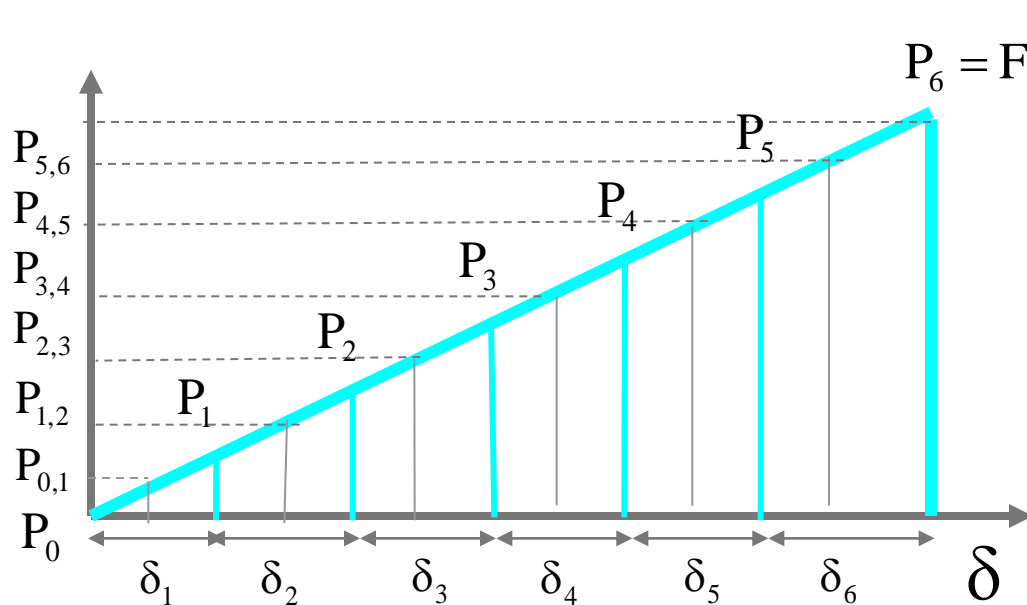
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

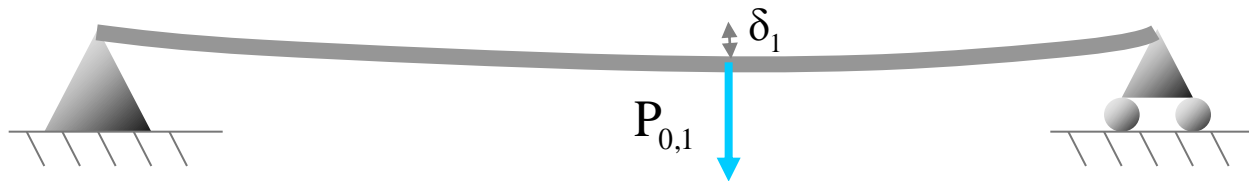
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

Definición

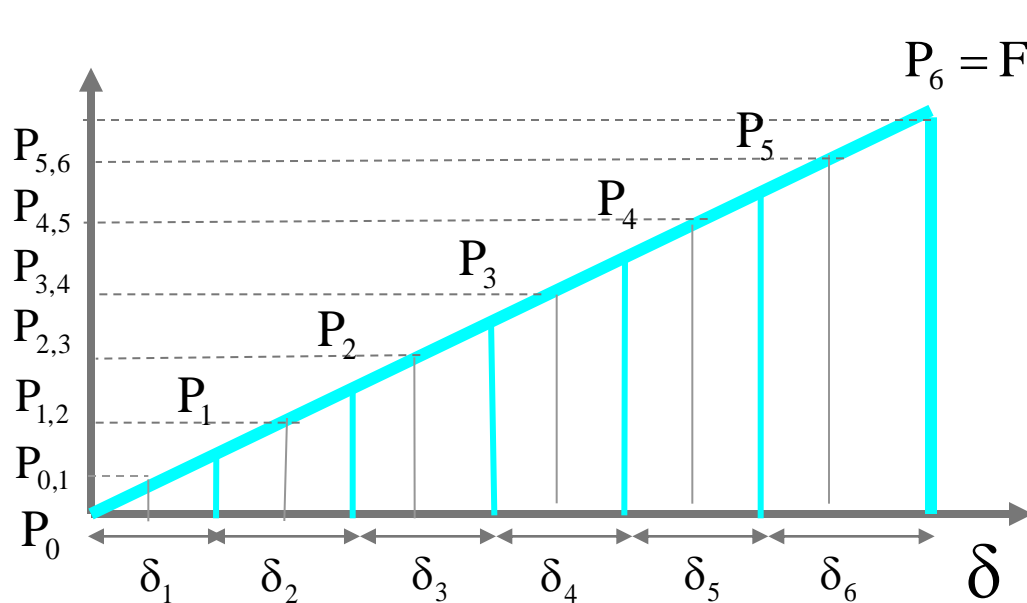
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Trabajo de $P_{0,1}$

Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

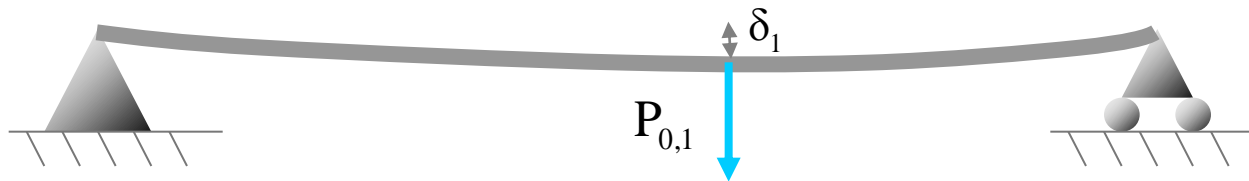
$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$



Definición

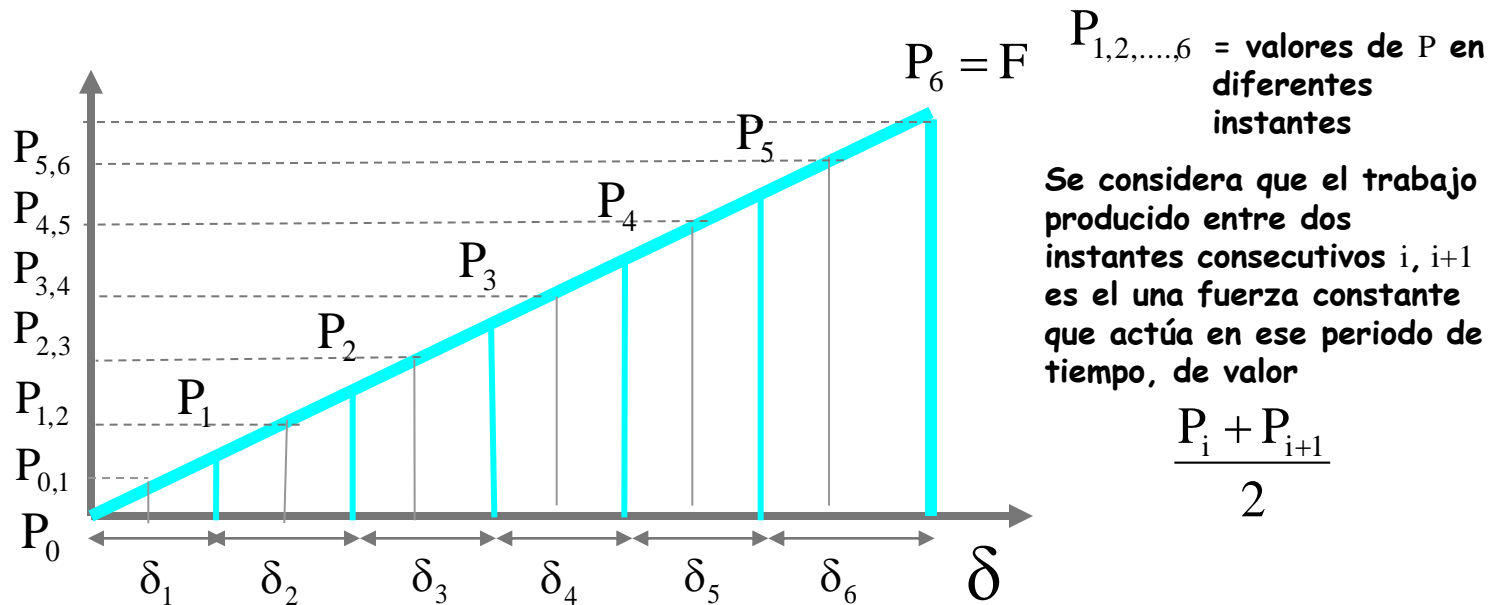
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Trabajo de $P_{0,1} = P_{0,1} \cdot \delta_1$

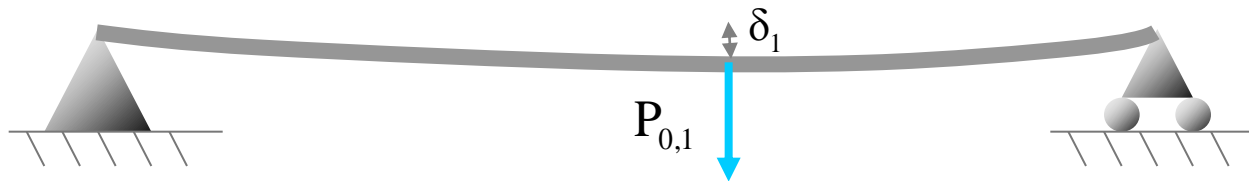
Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



Definición

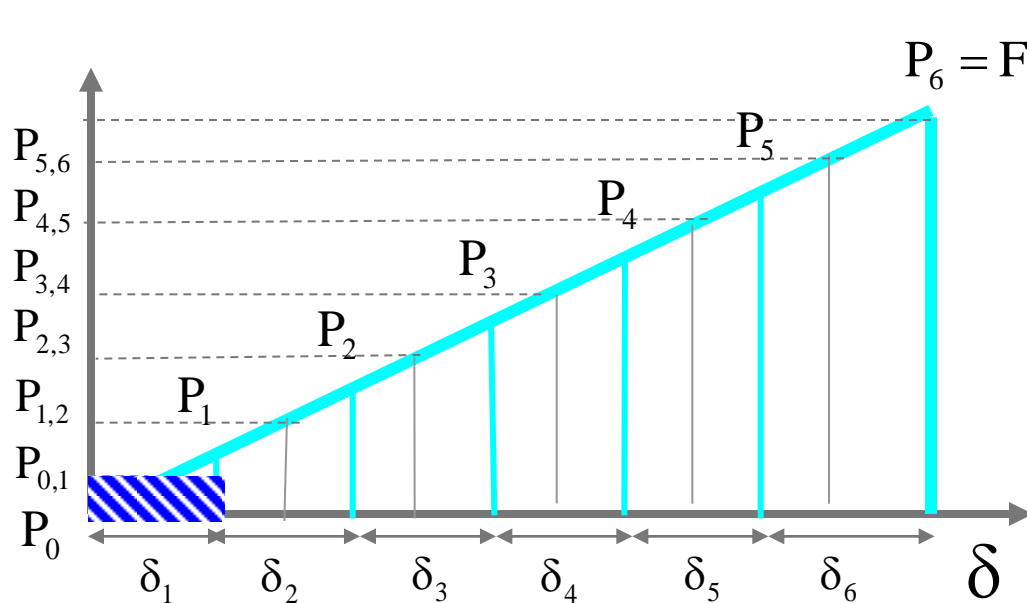
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Trabajo de $P_{0,1} = P_{0,1} \cdot \delta_1$

Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

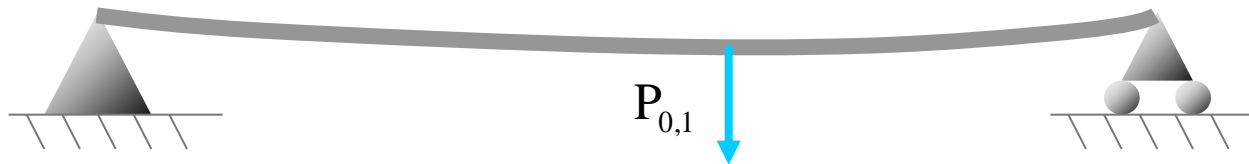
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

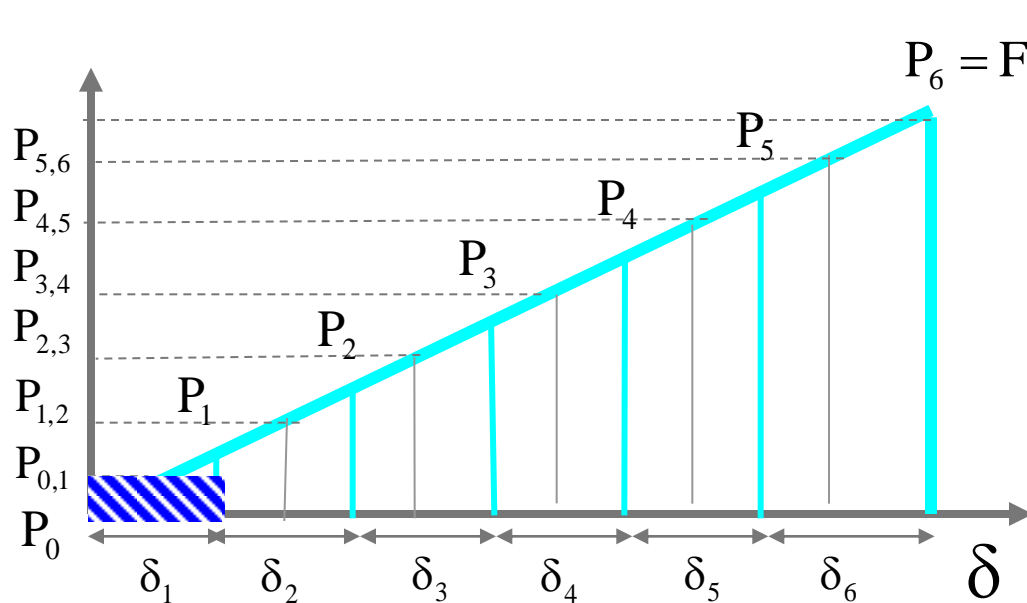
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

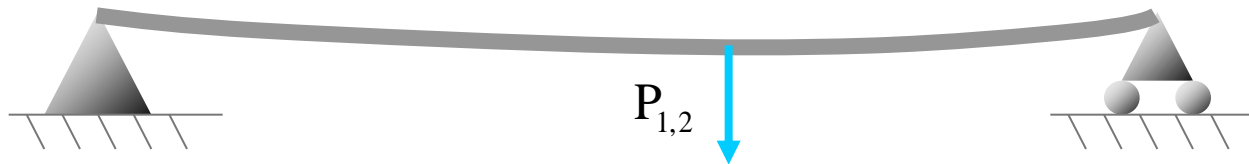
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

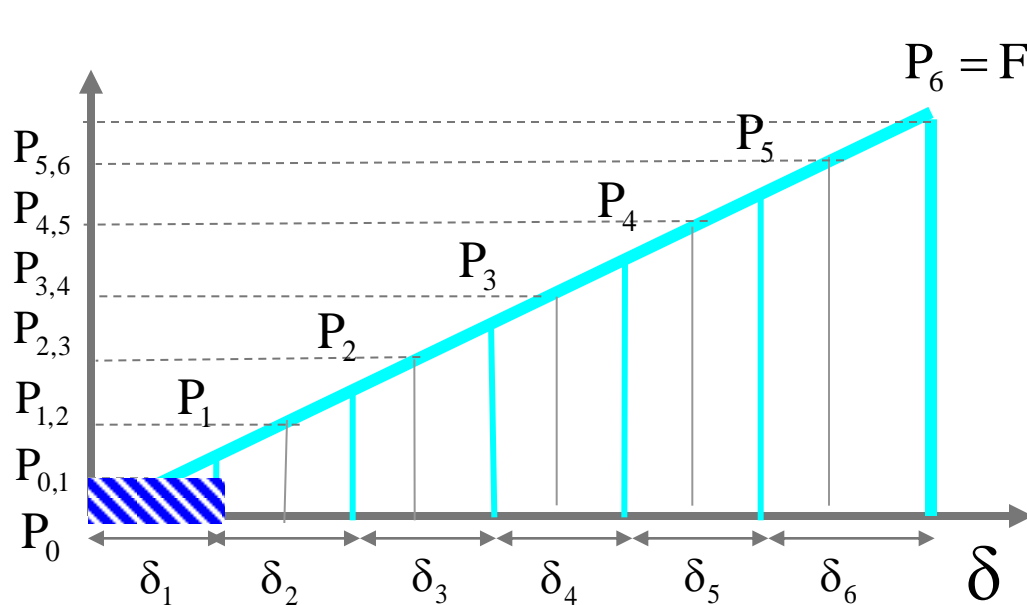
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6} =$ valores de P en diferentes instantes

Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

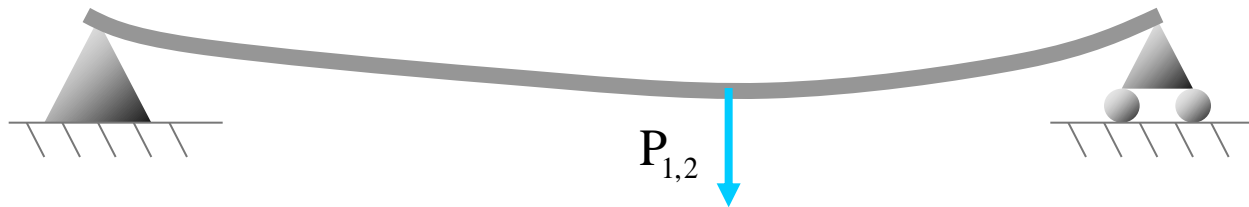
$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$



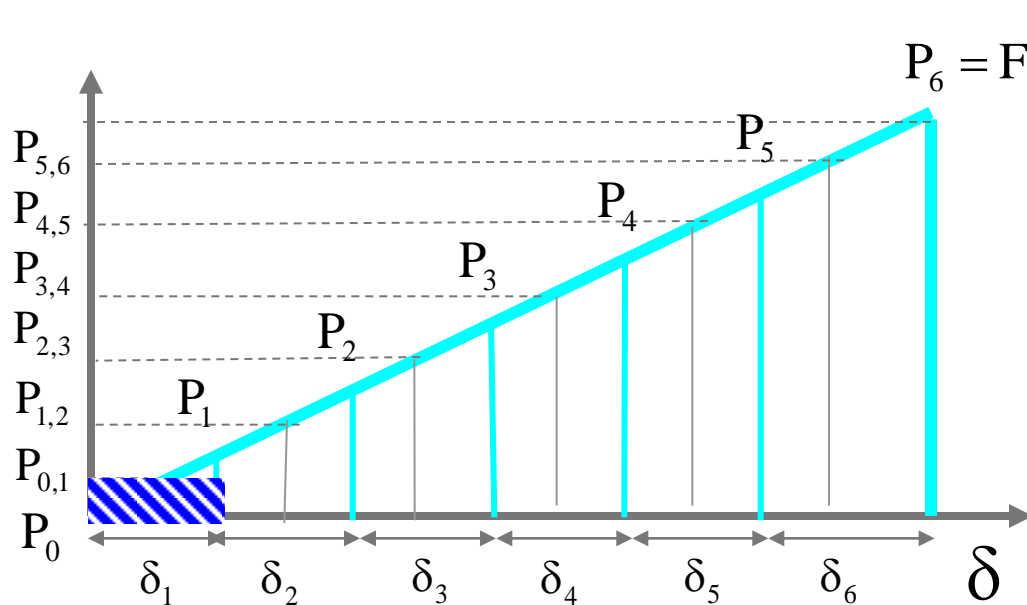
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



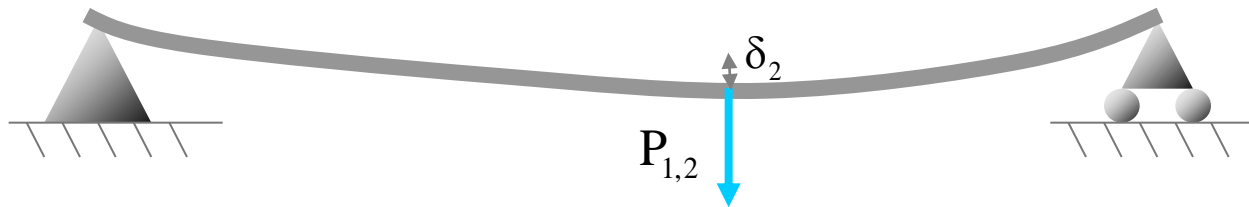
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

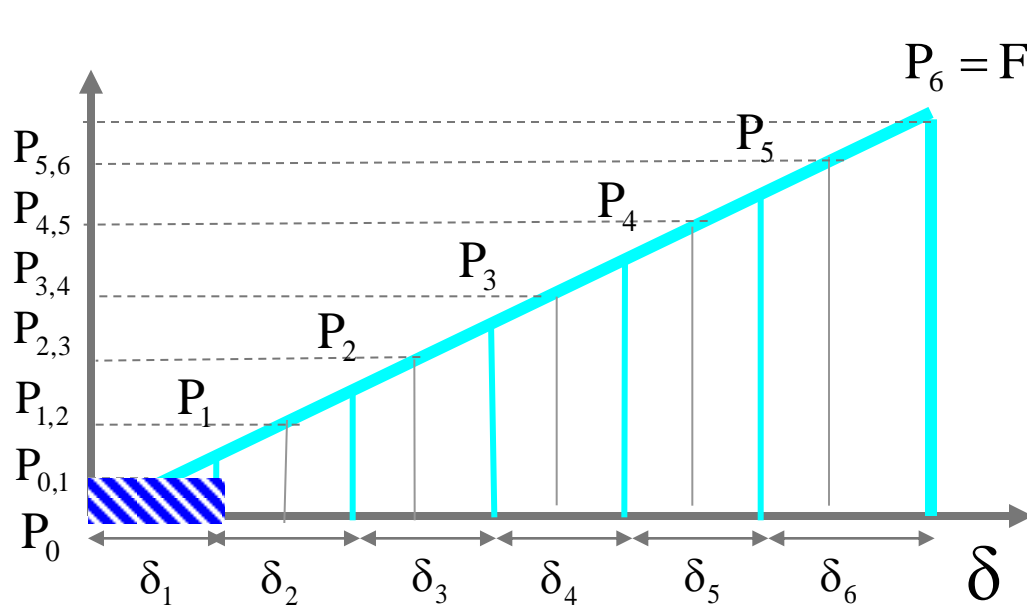
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

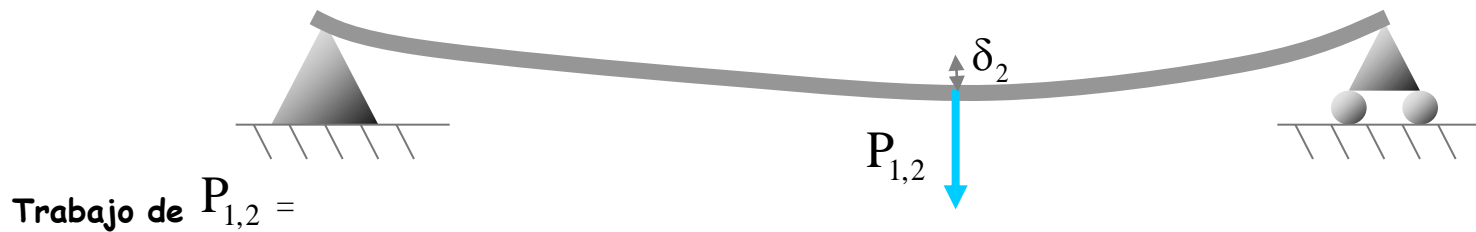
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

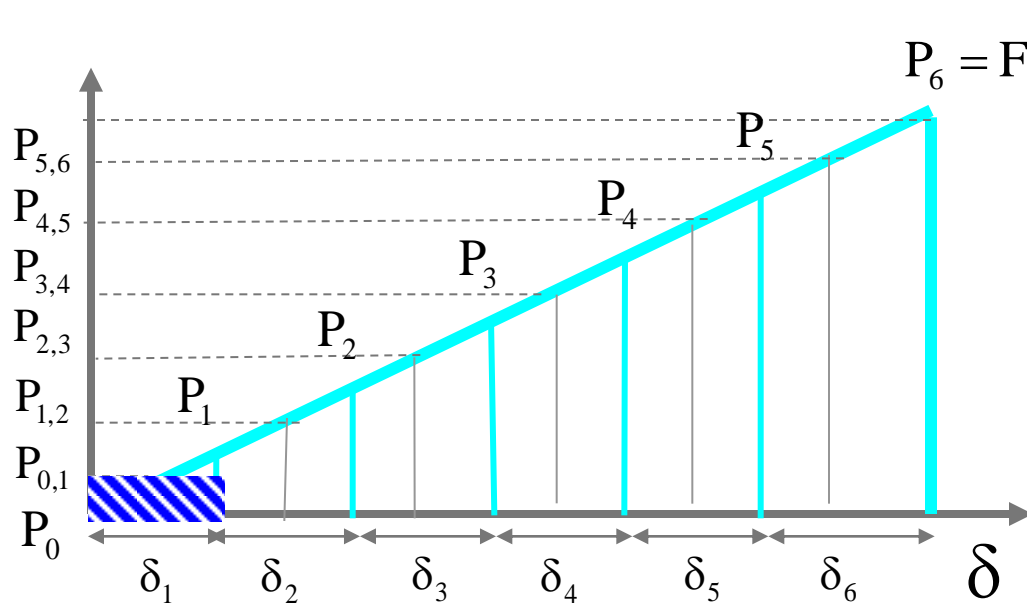
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

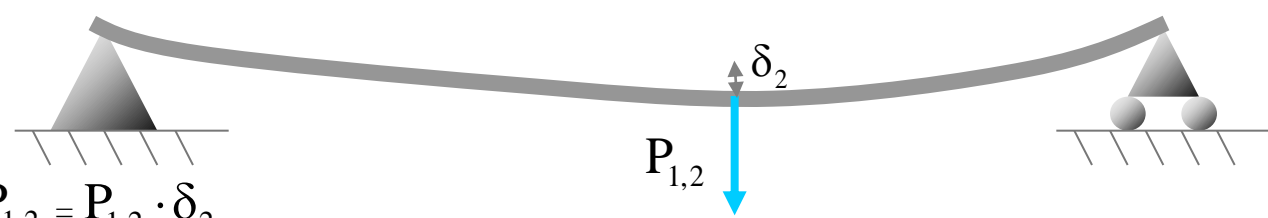
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

Definición

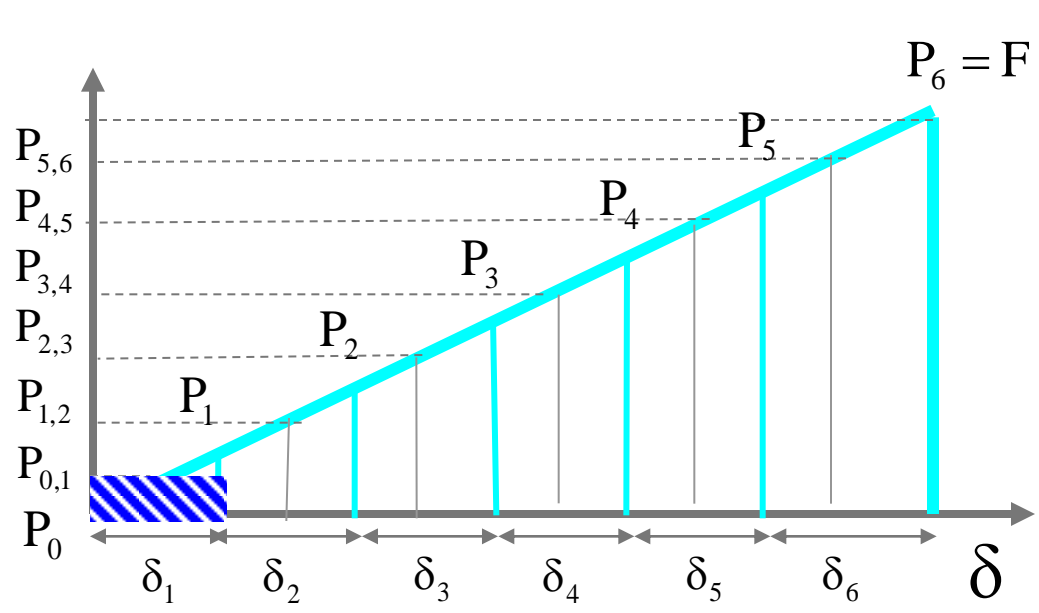
En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Trabajo de $P_{1,2} = P_{1,2} \cdot \delta_2$

Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

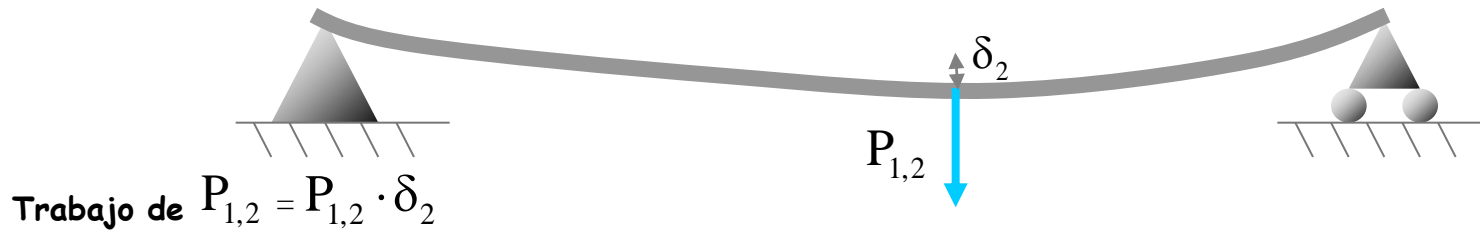
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

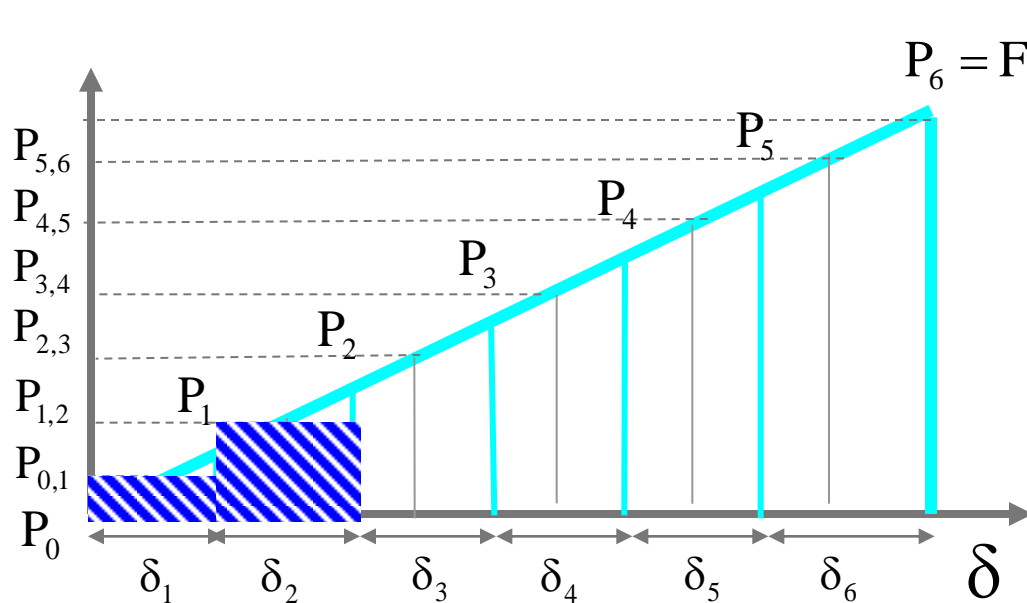
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

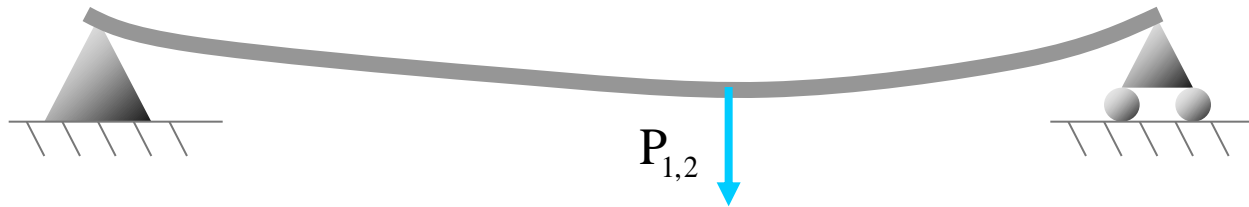
$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$



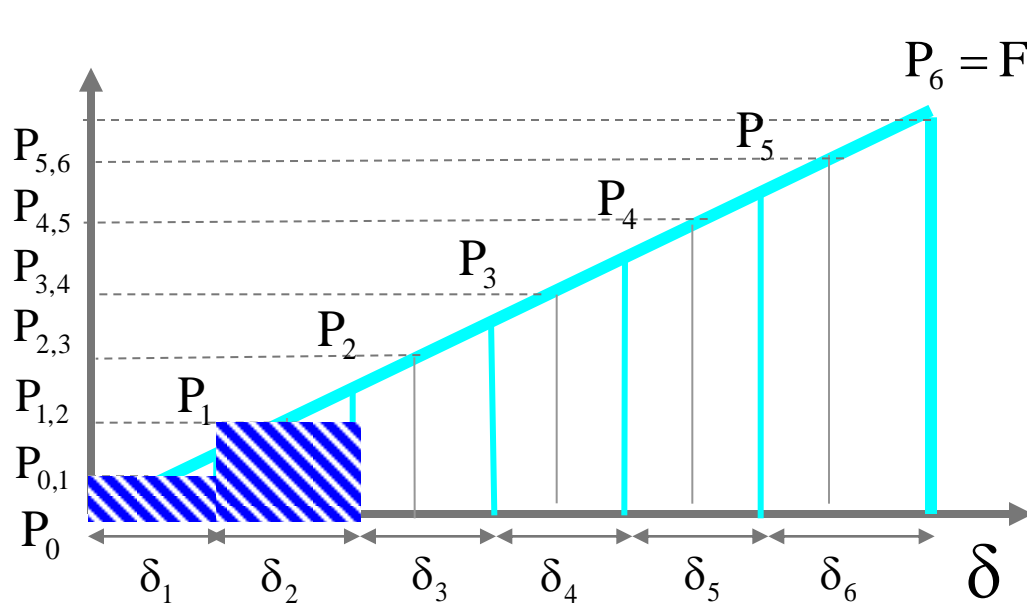
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6} =$ valores de P en diferentes instantes

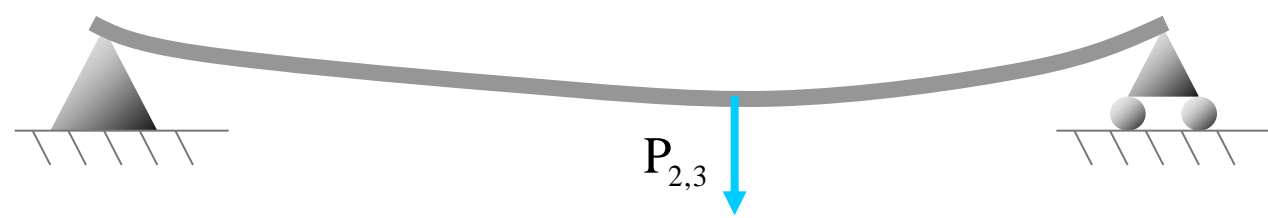
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

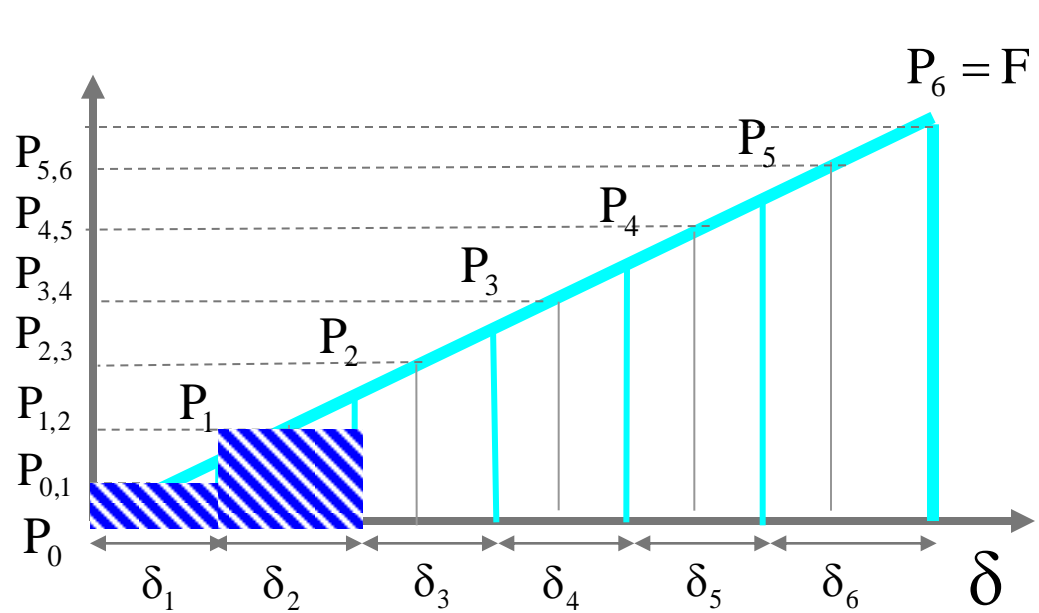
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

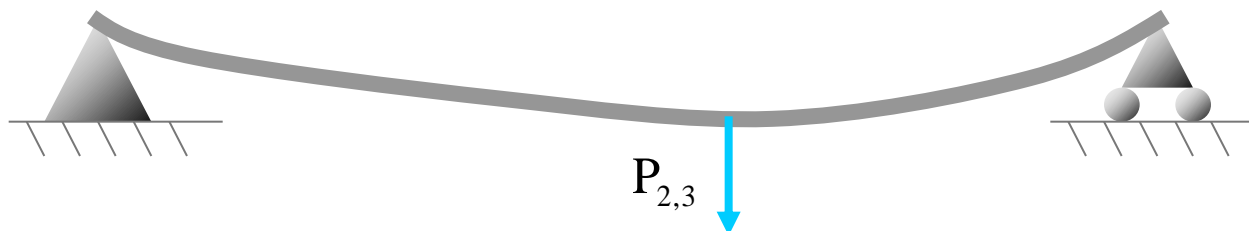
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

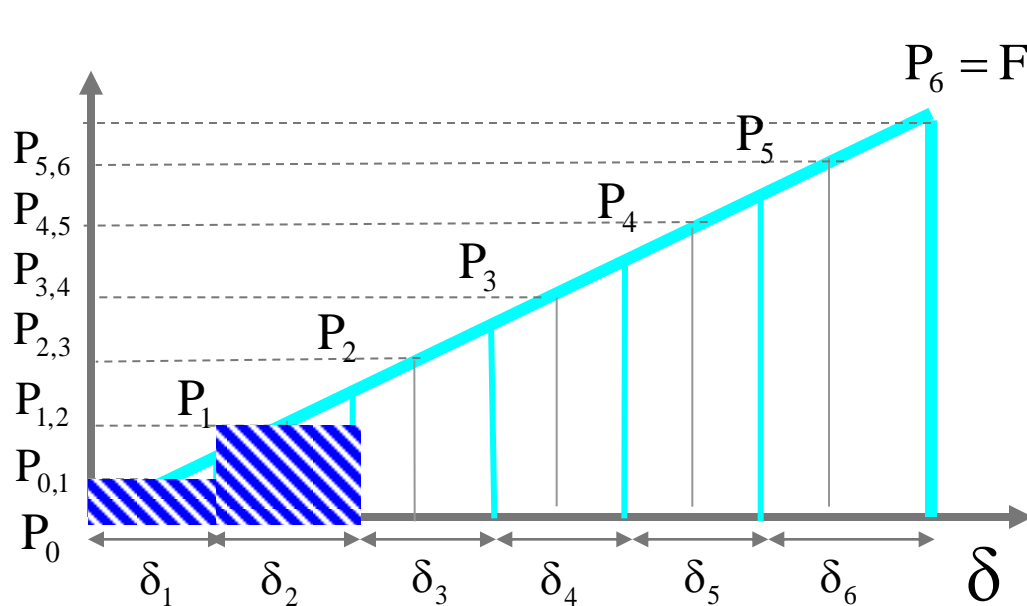
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

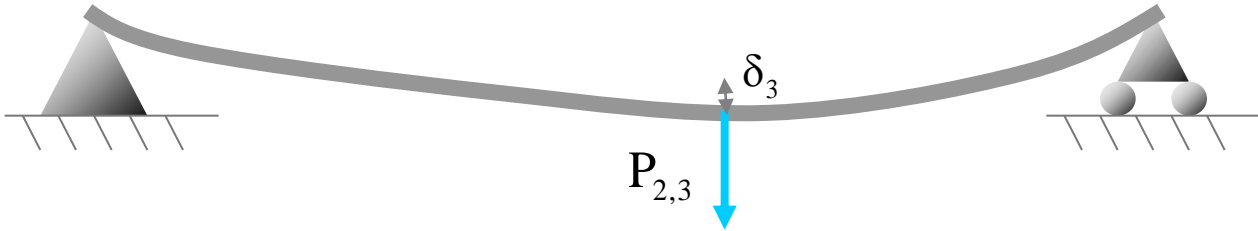
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

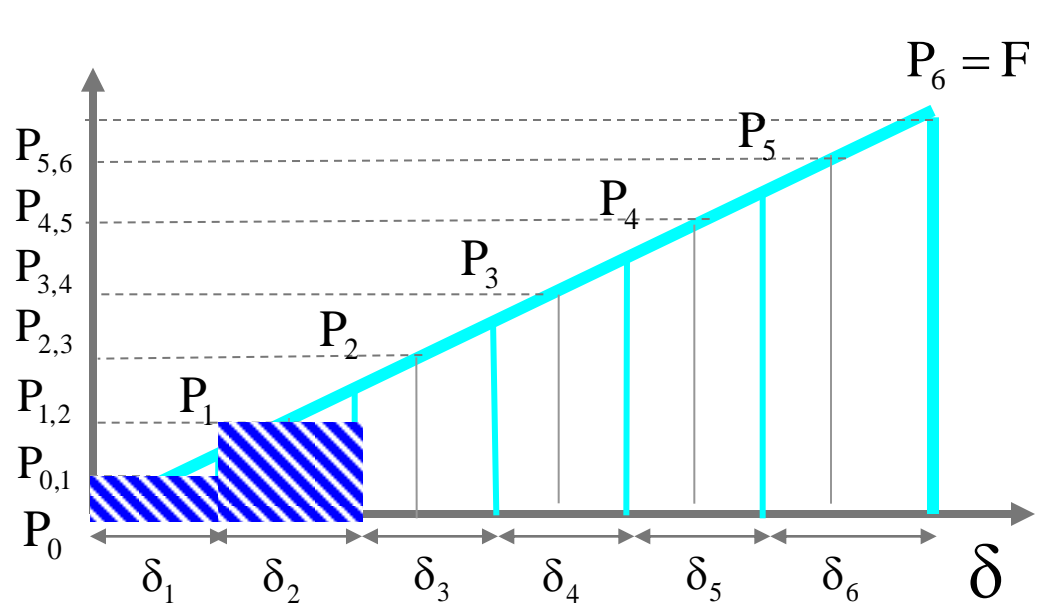
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

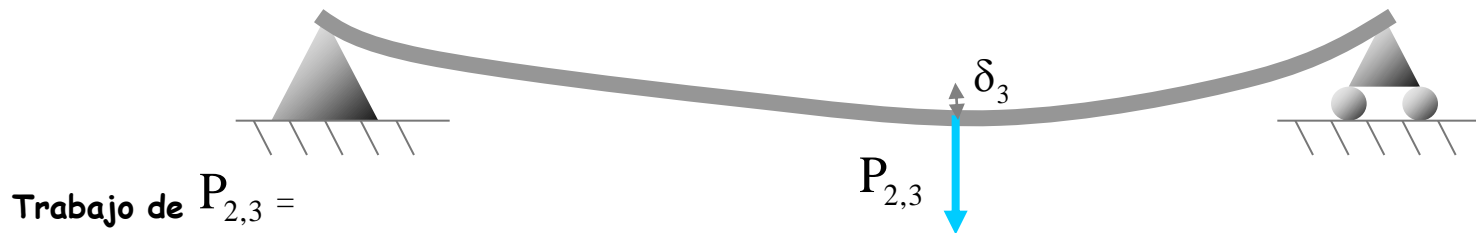
$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$



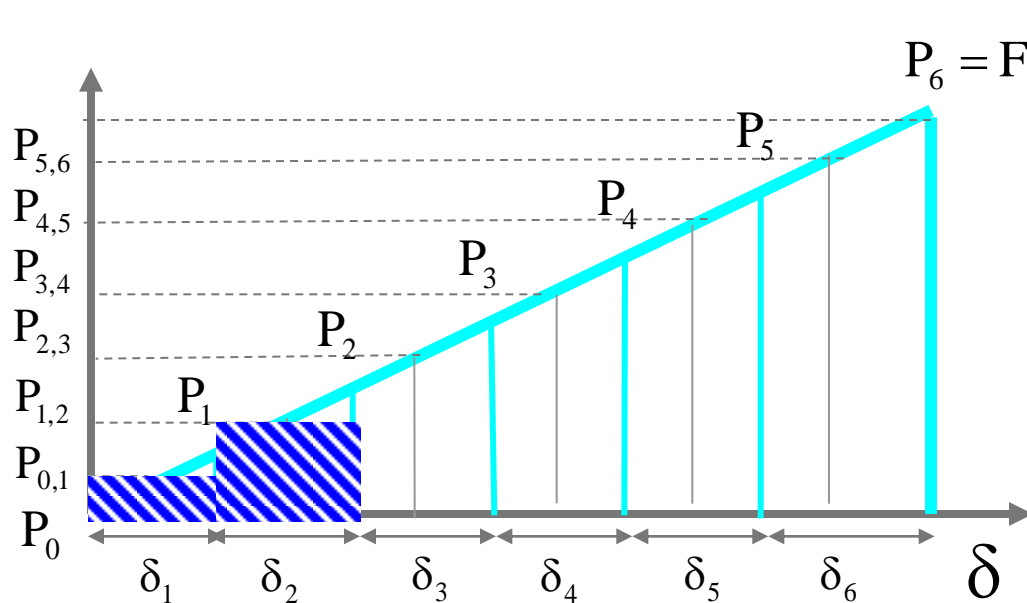
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

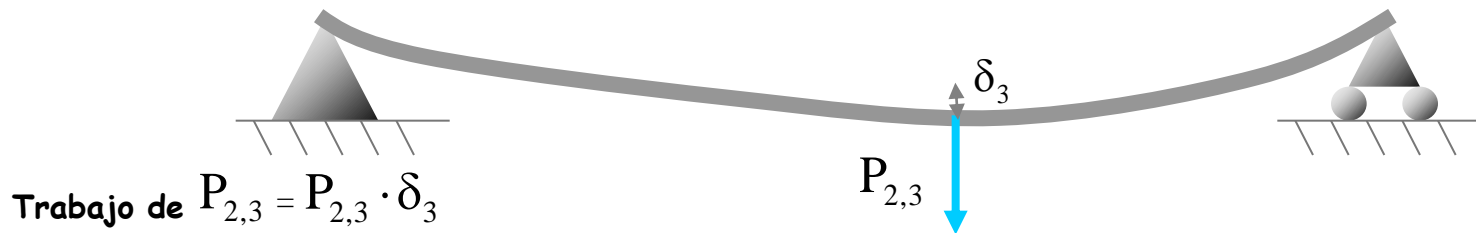
$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$



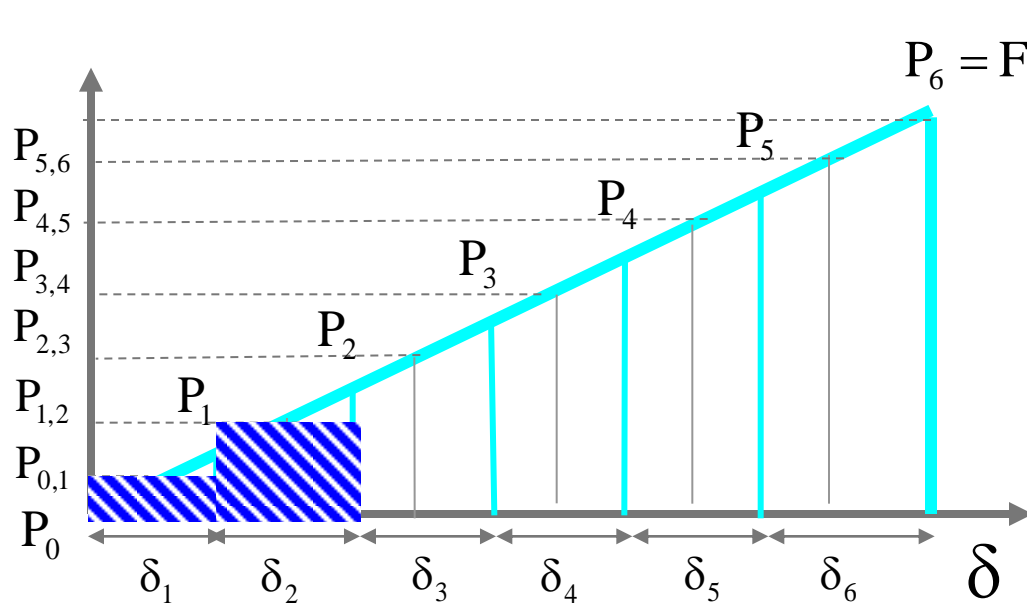
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

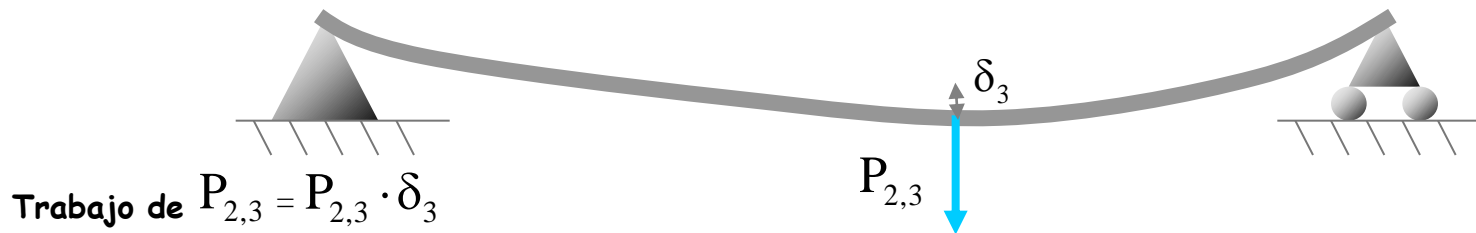
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

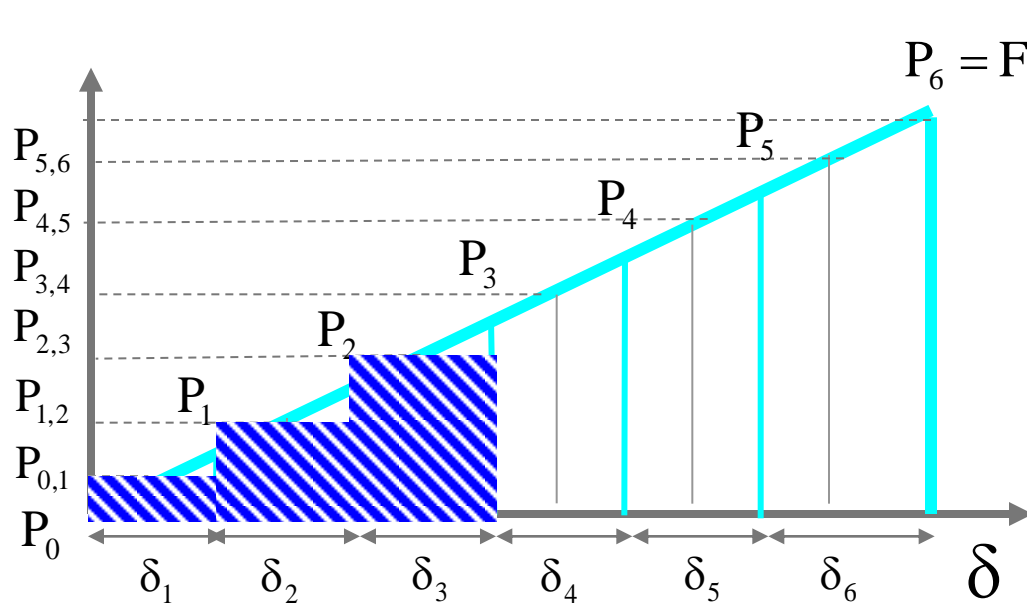
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

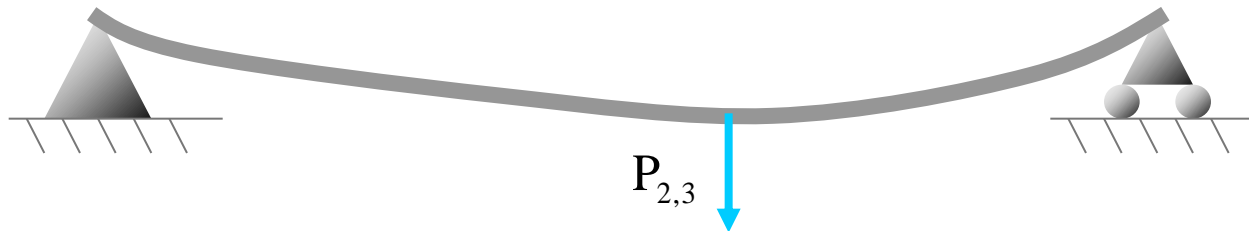
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

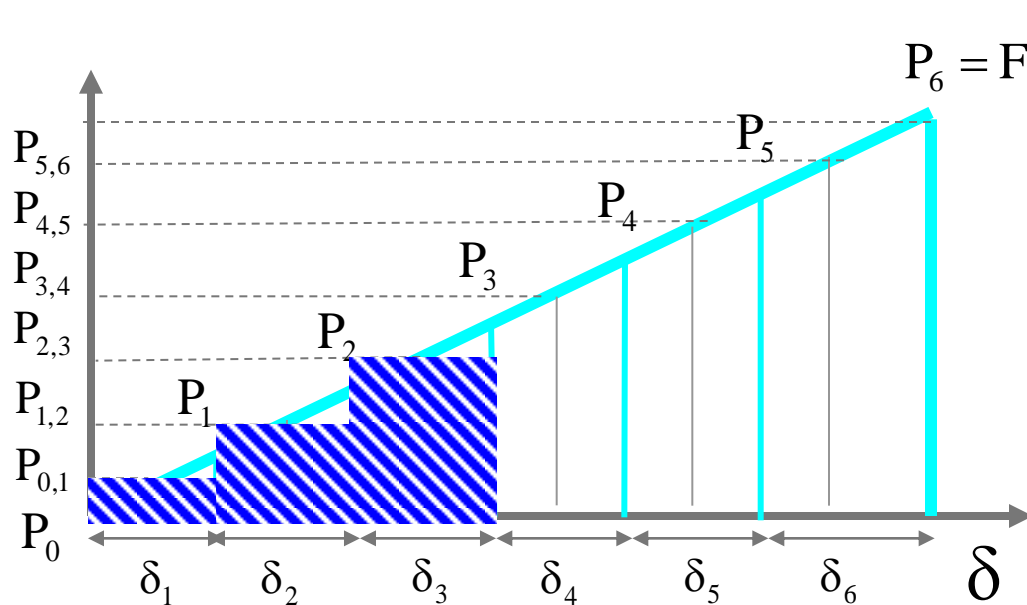
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

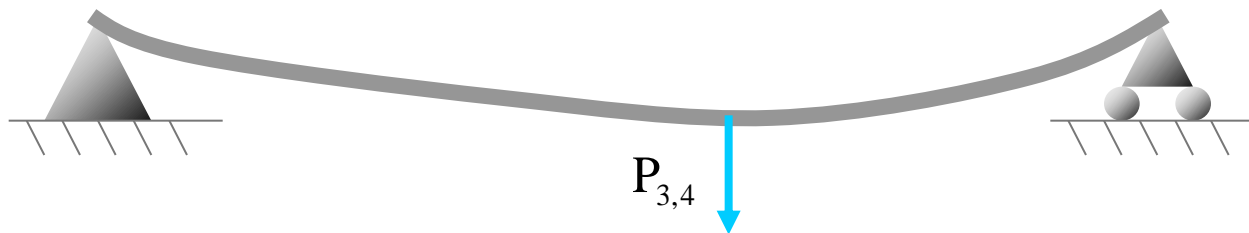
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

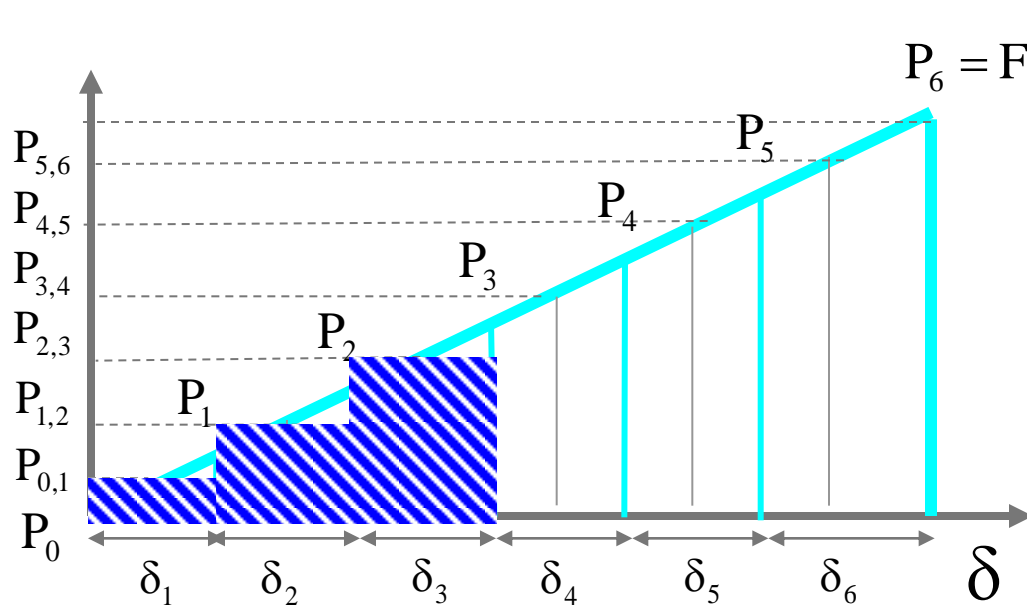
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

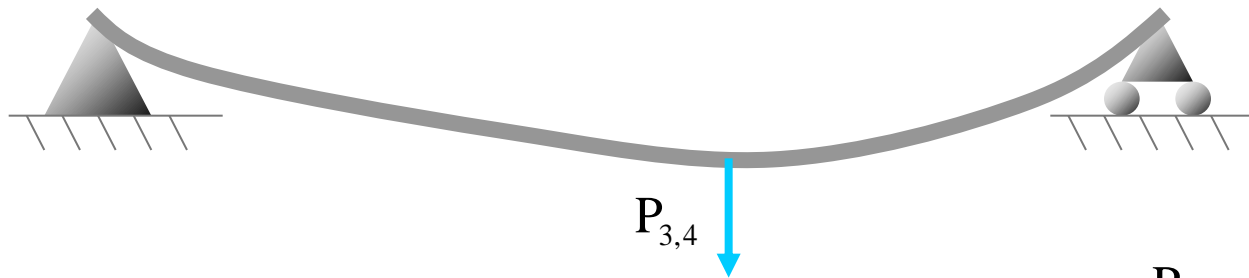
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

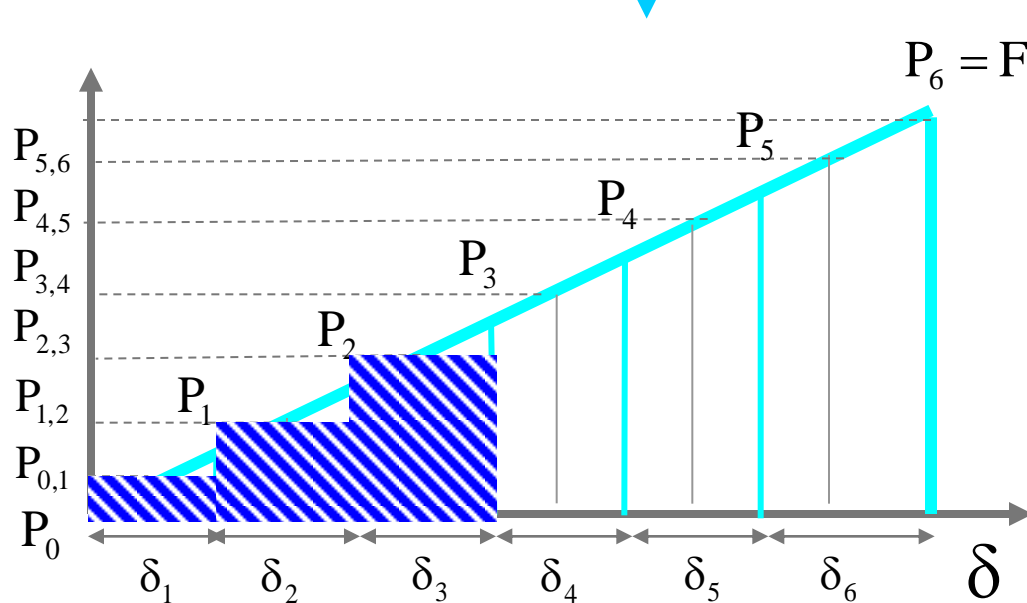
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

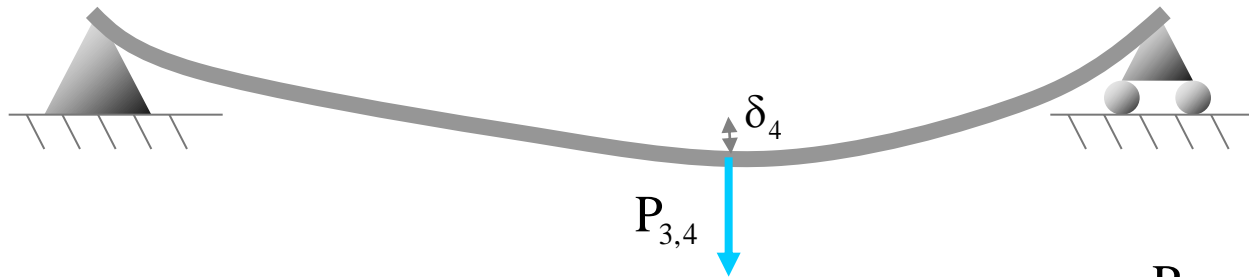
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

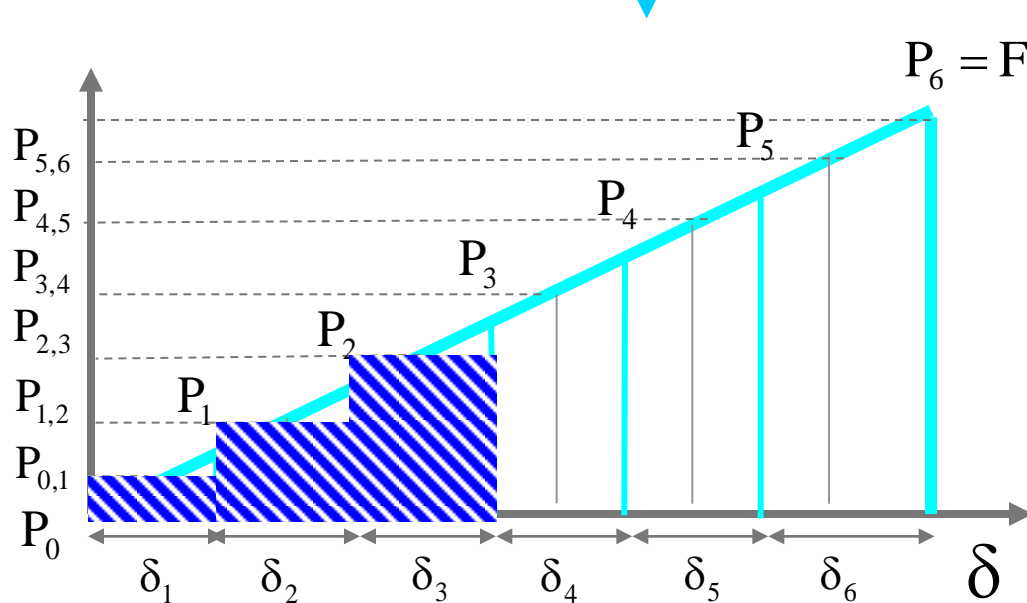
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

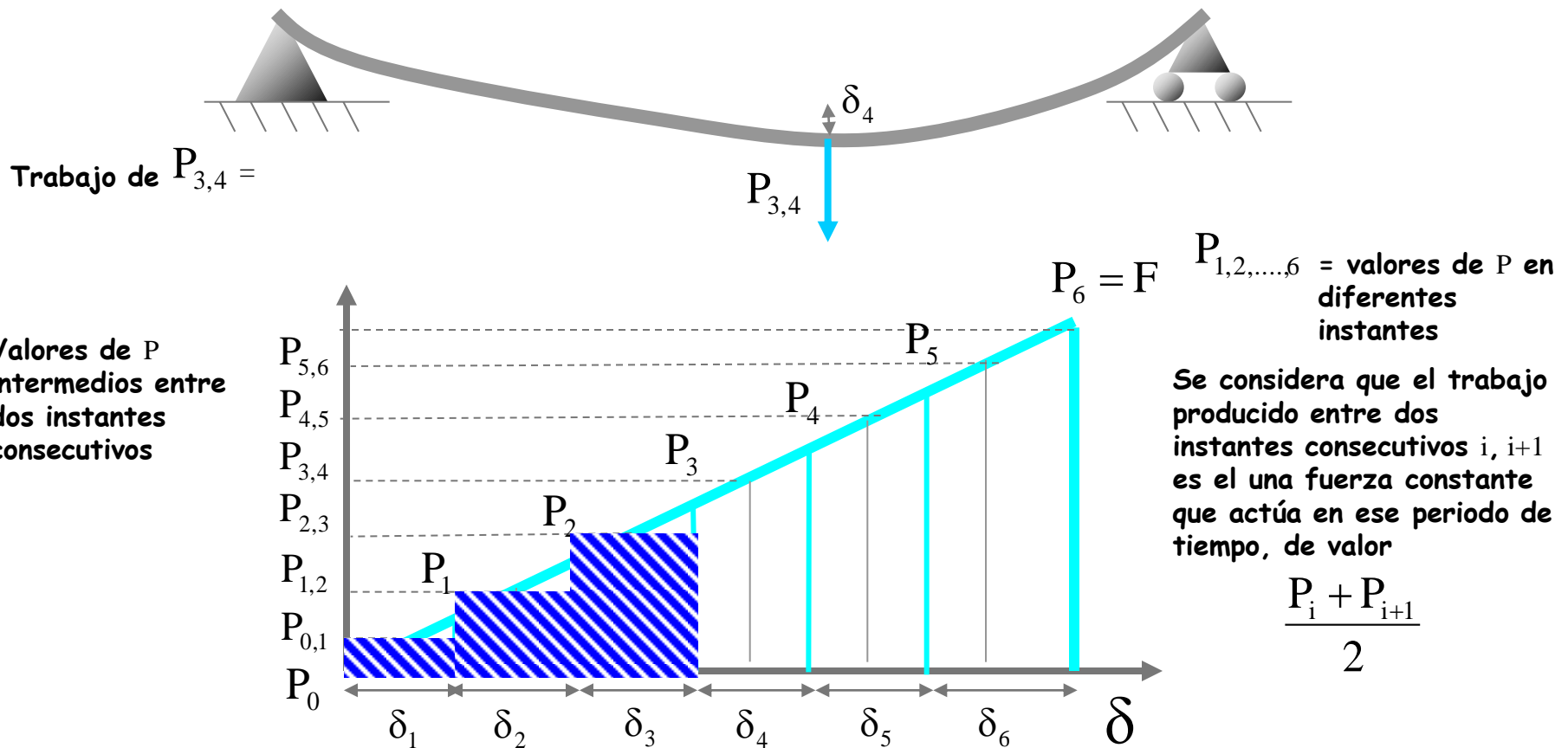
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

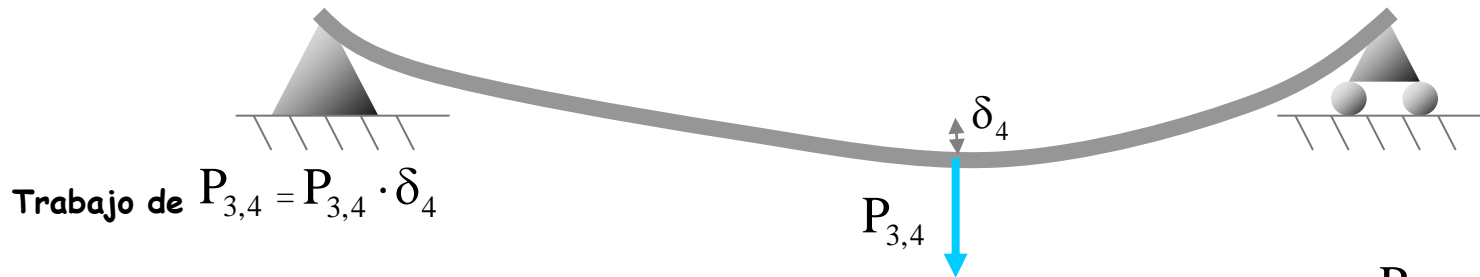
Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



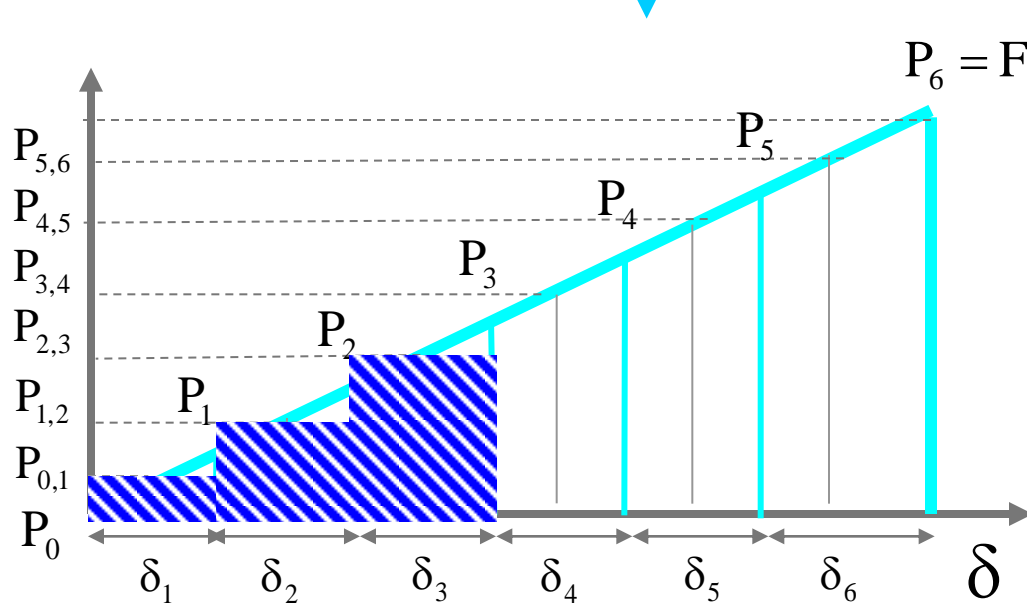
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

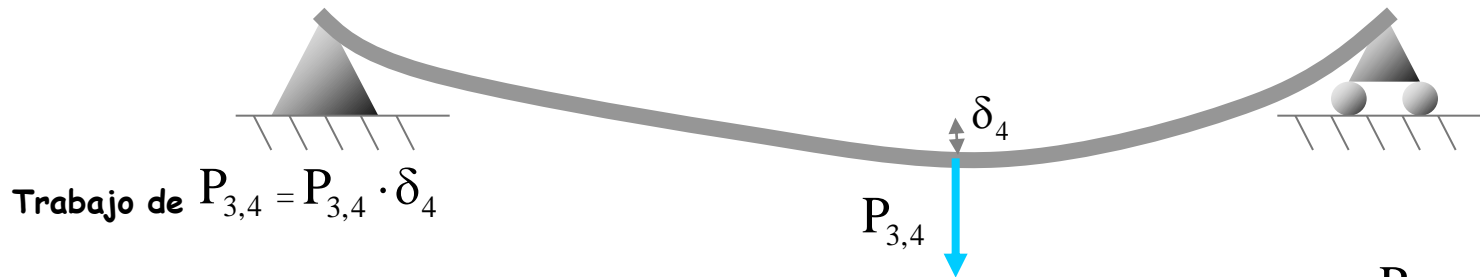
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

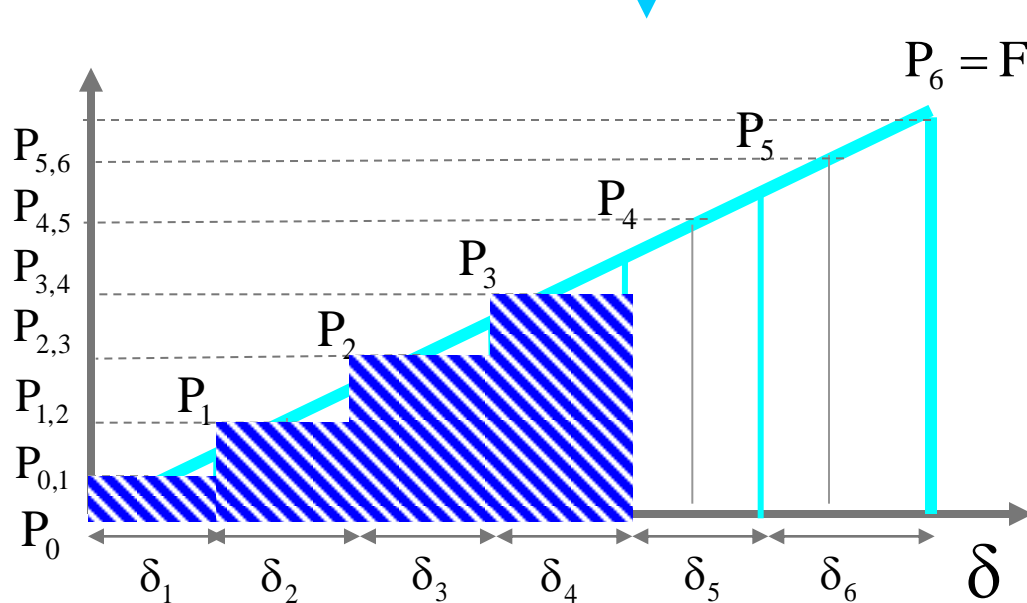
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

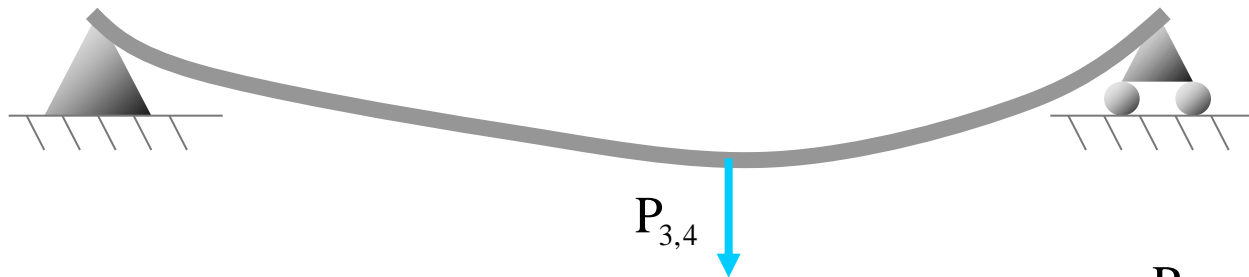
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

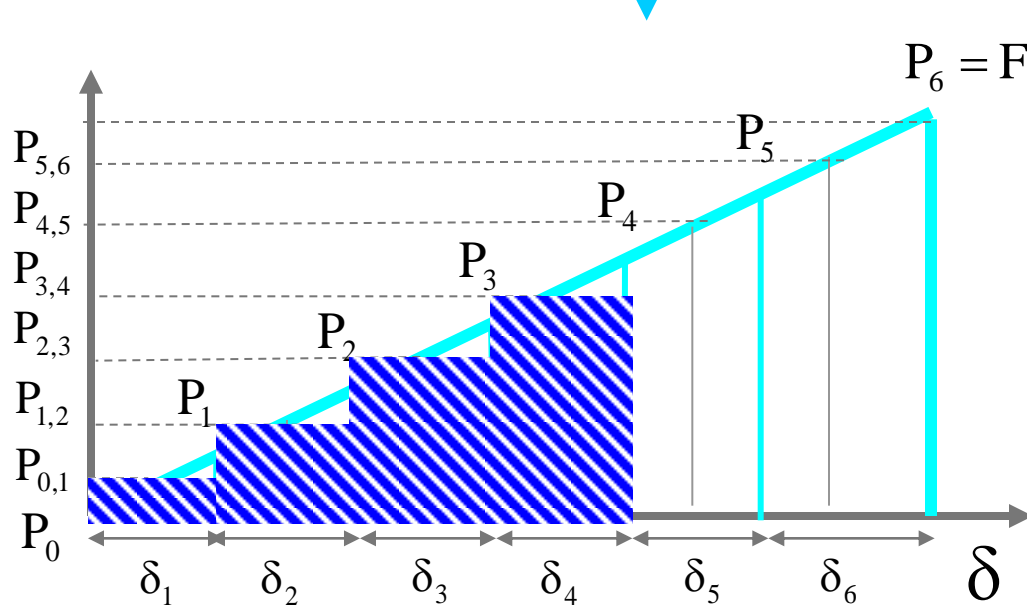
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

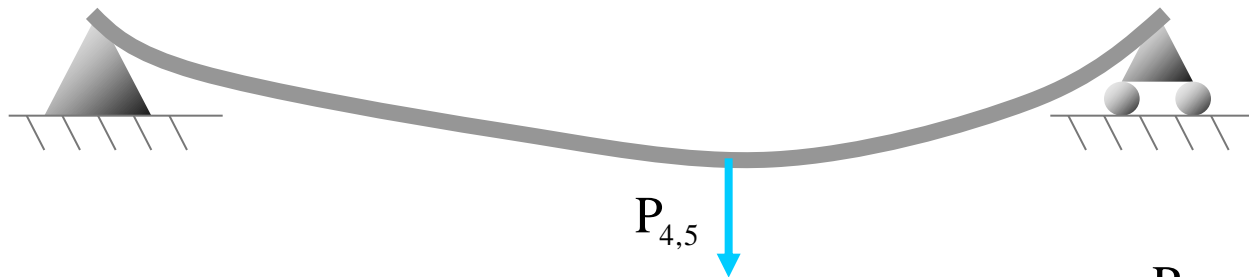
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

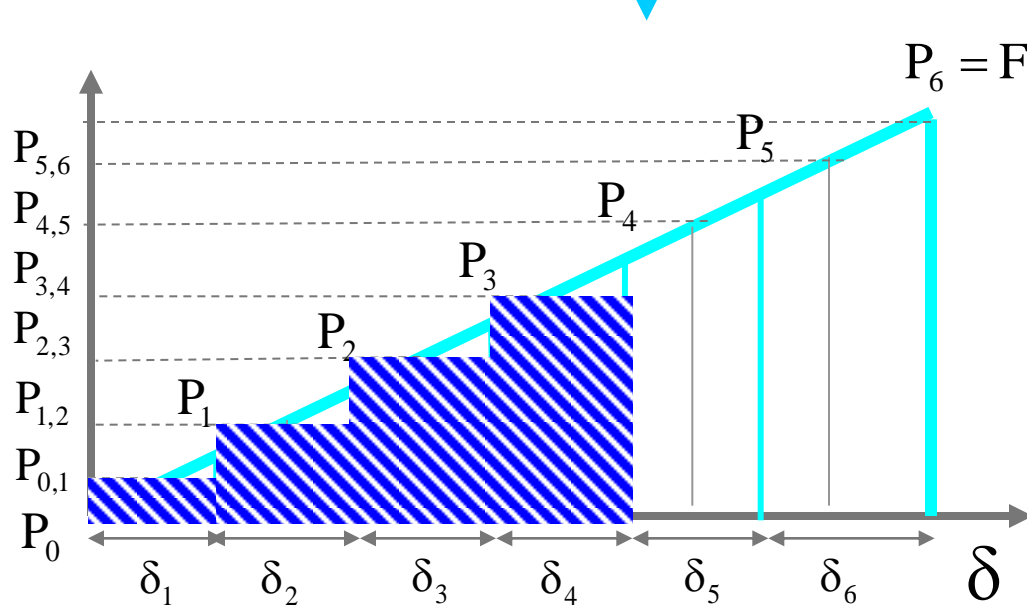
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

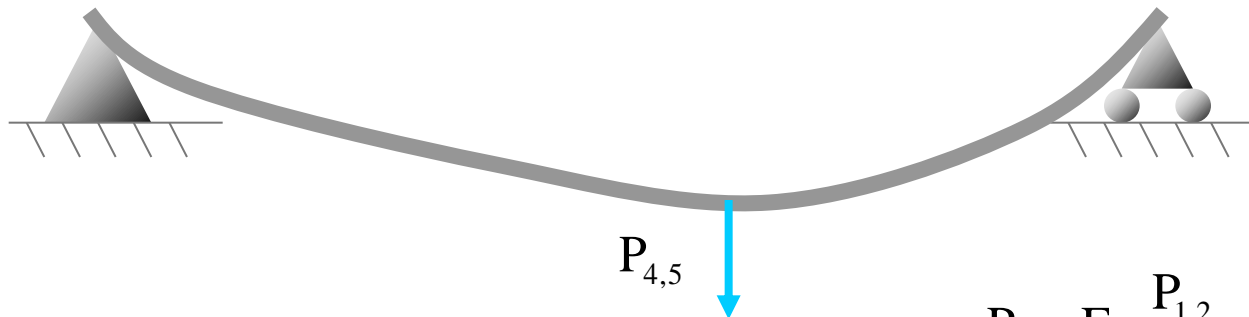
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

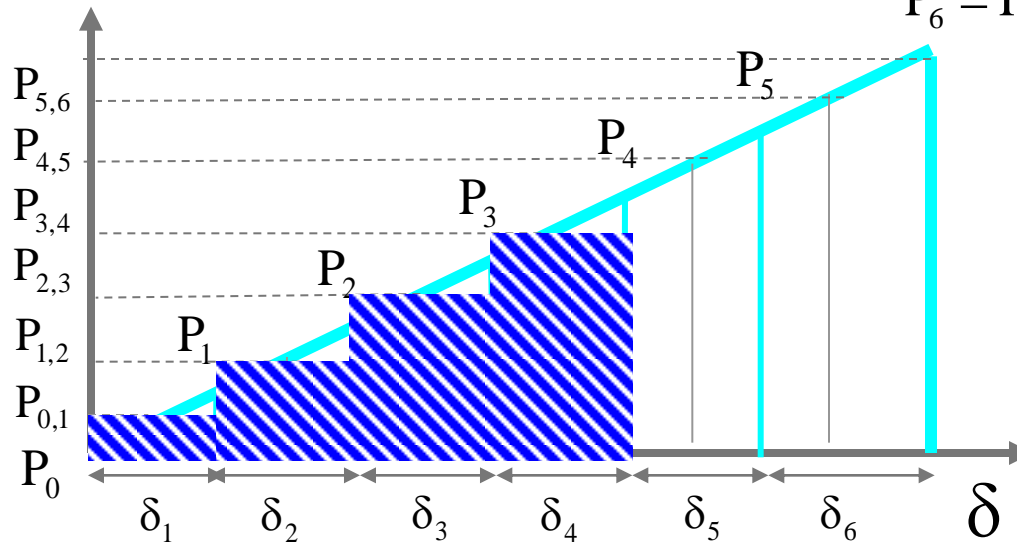
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

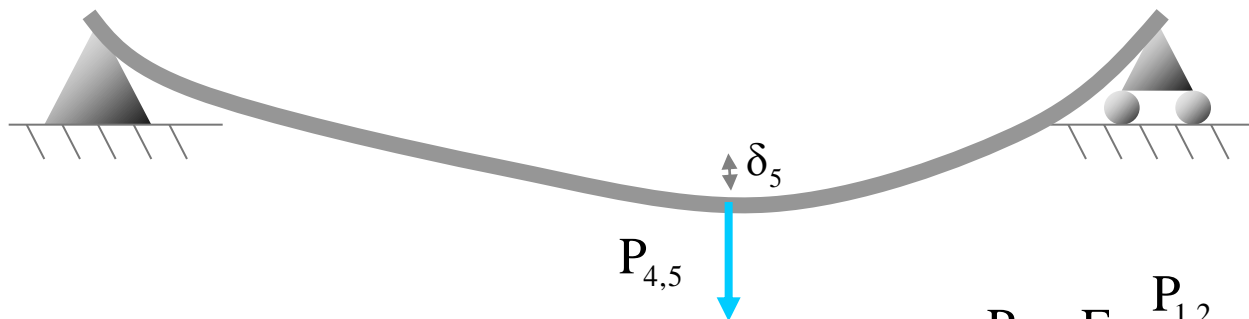
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

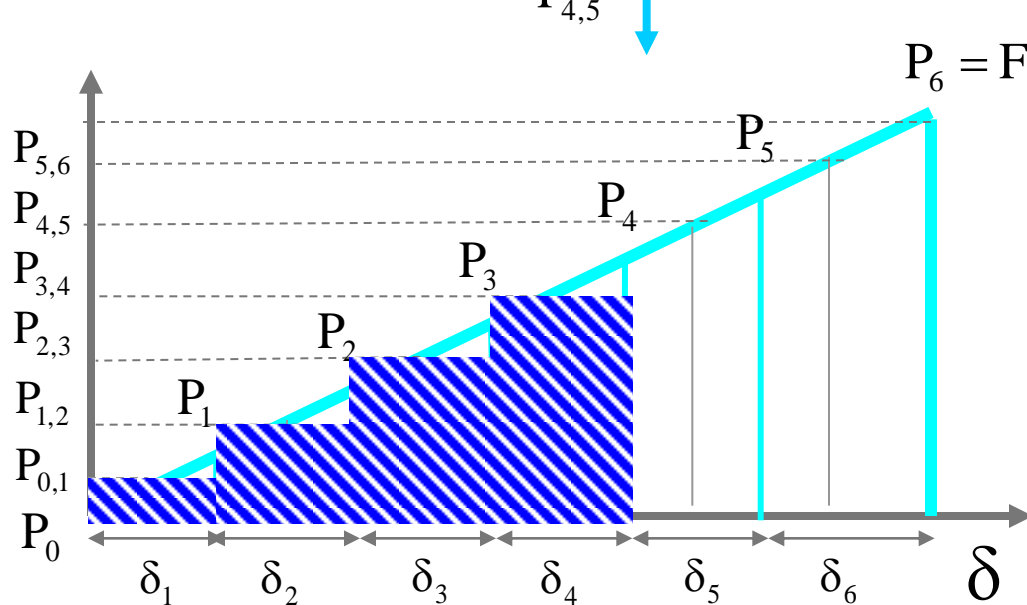
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

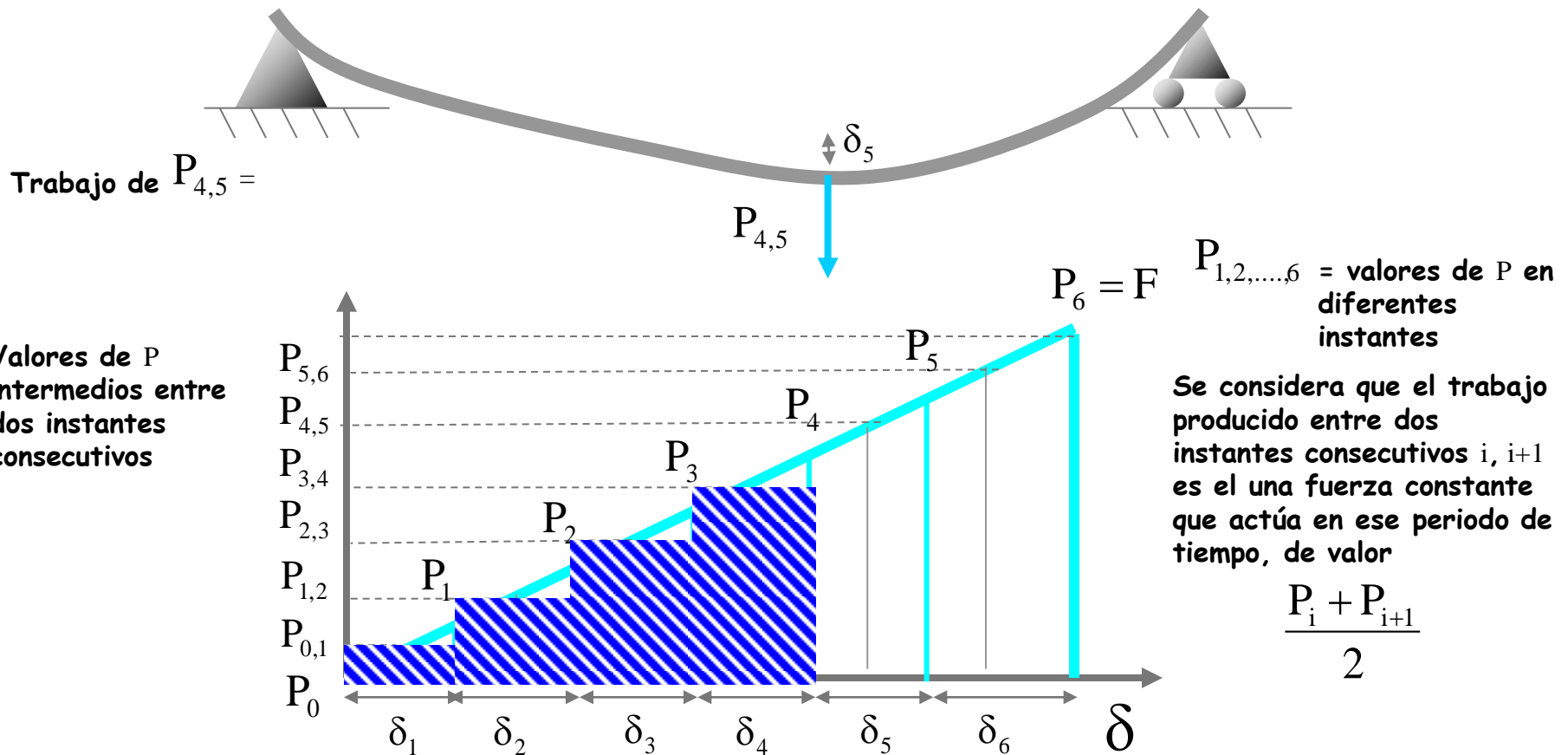
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

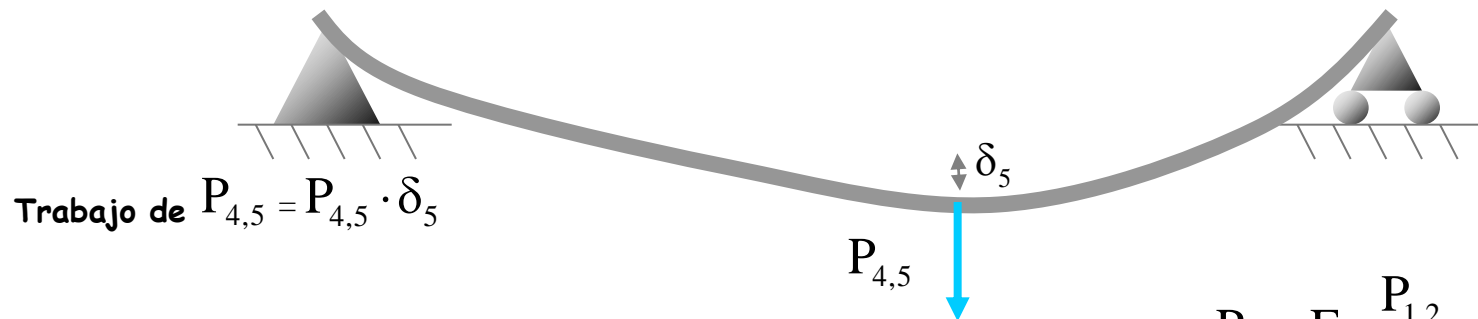
Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



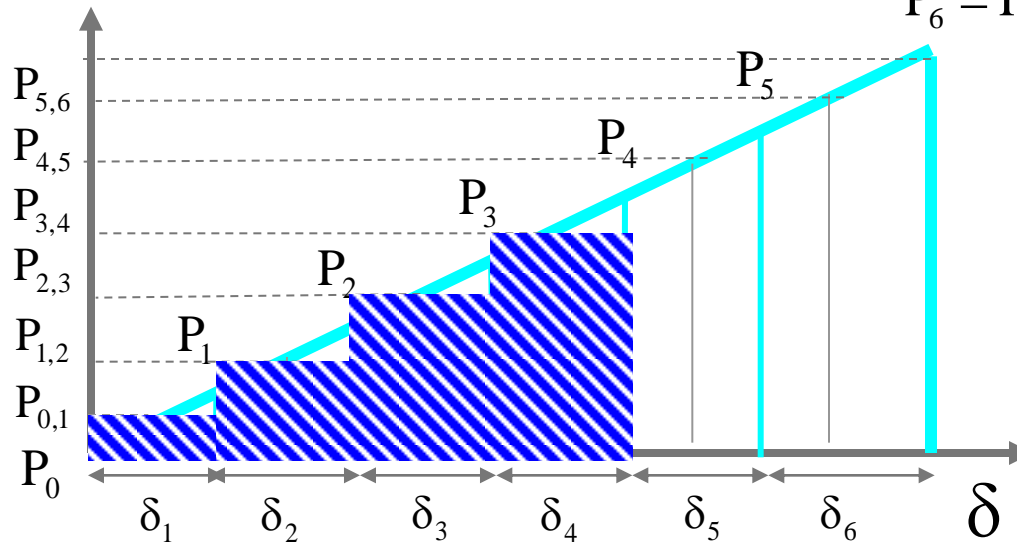
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

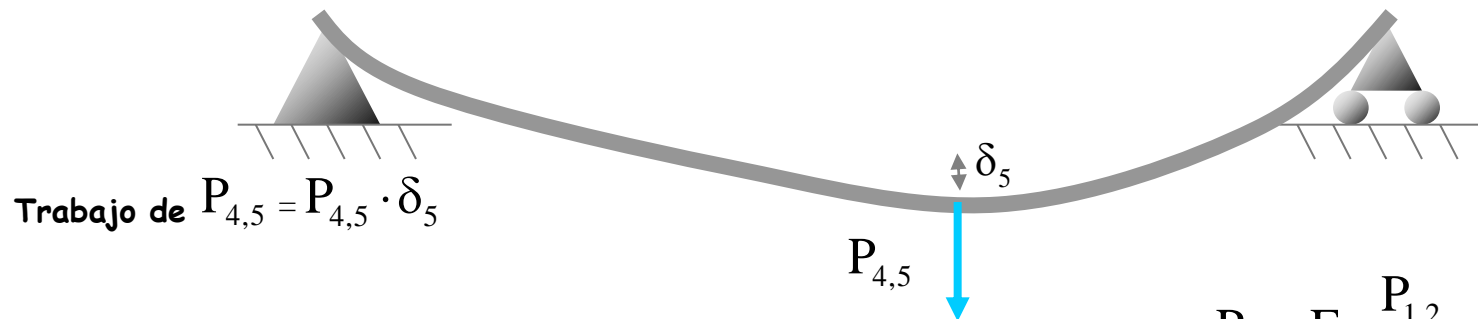
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

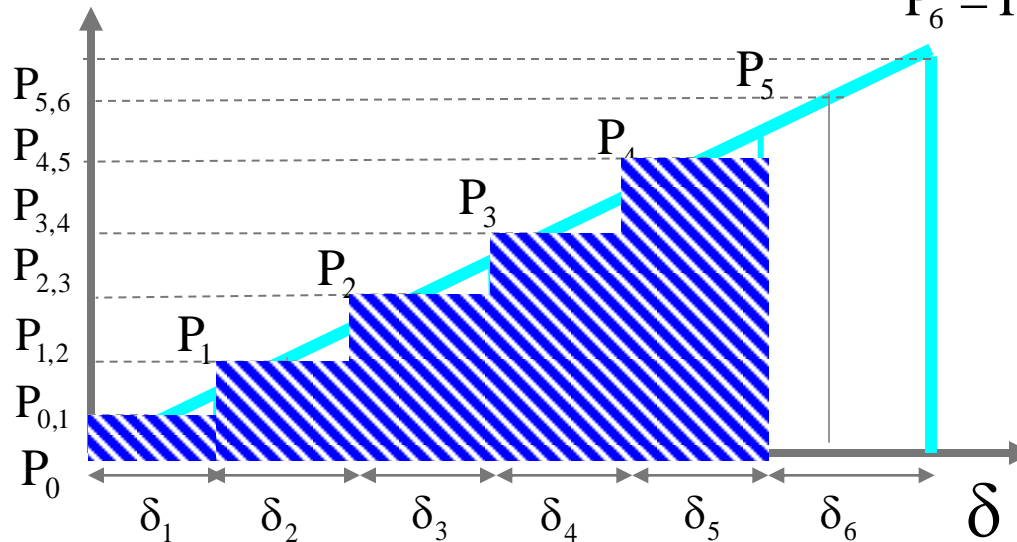
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

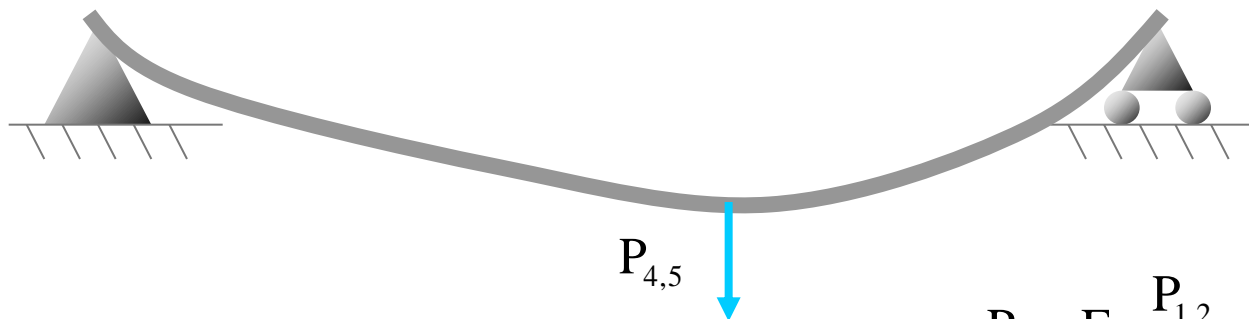
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

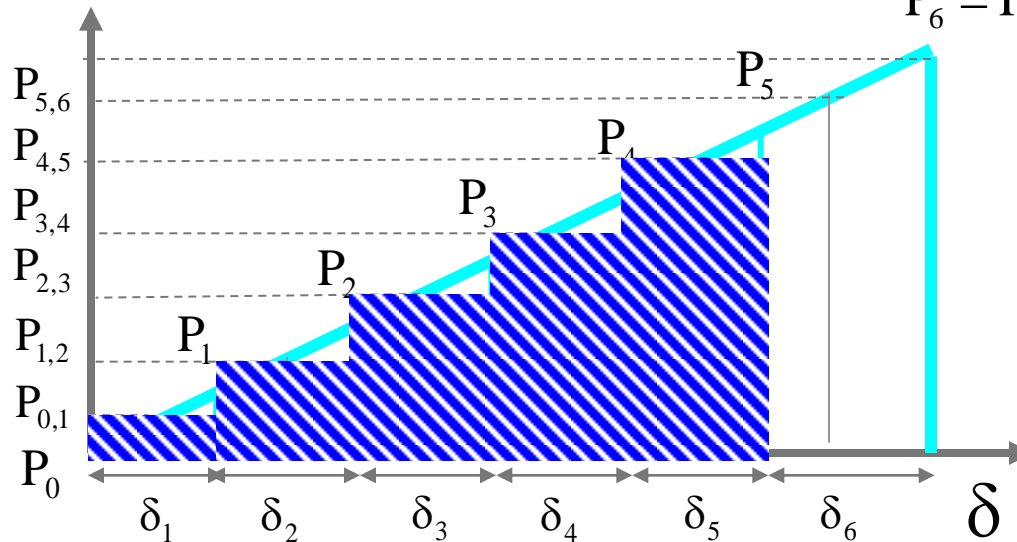
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

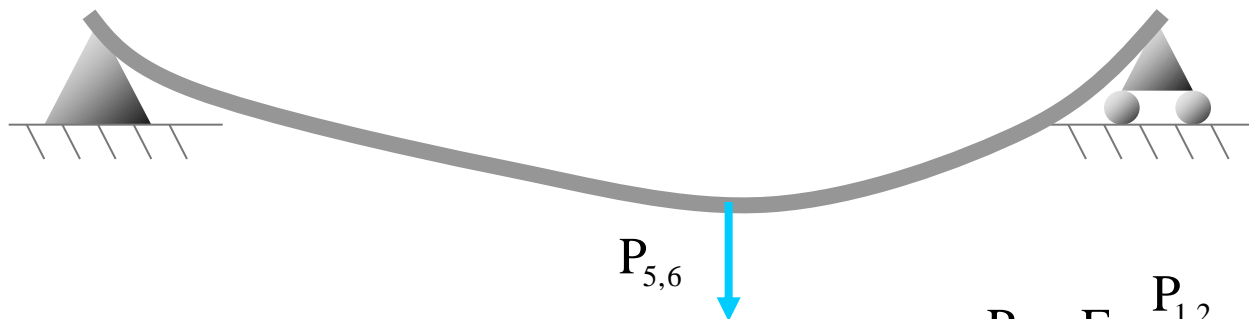
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

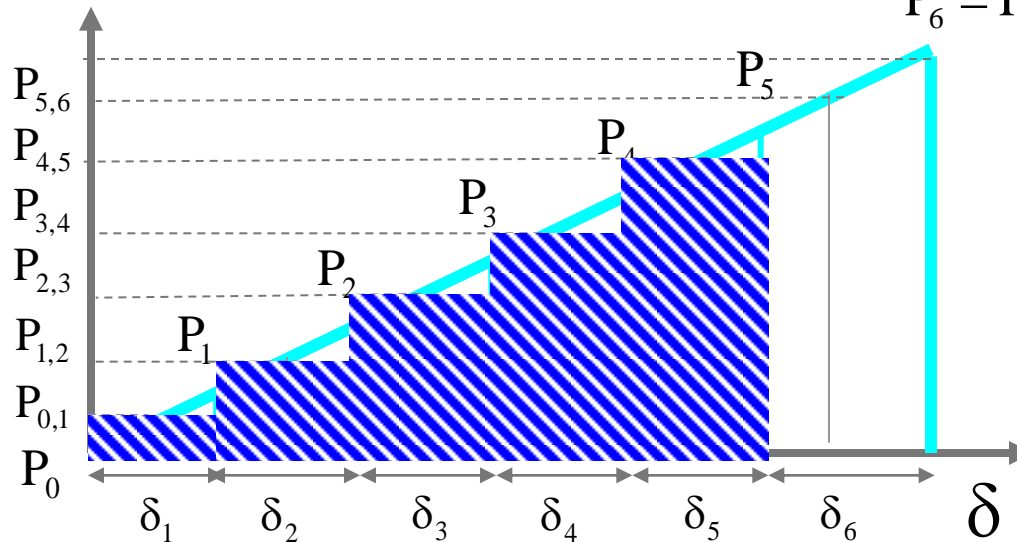
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

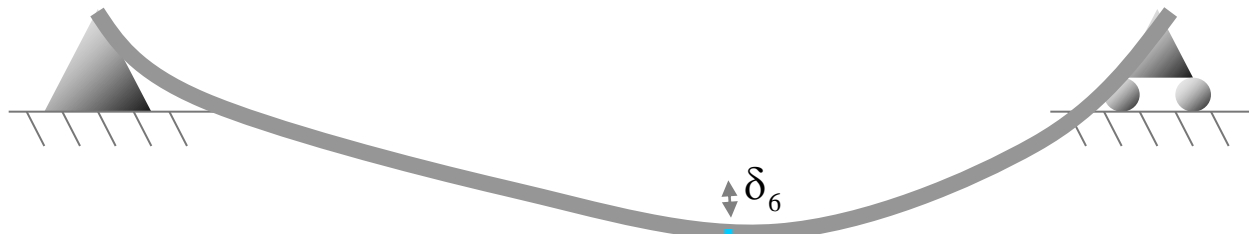
Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$

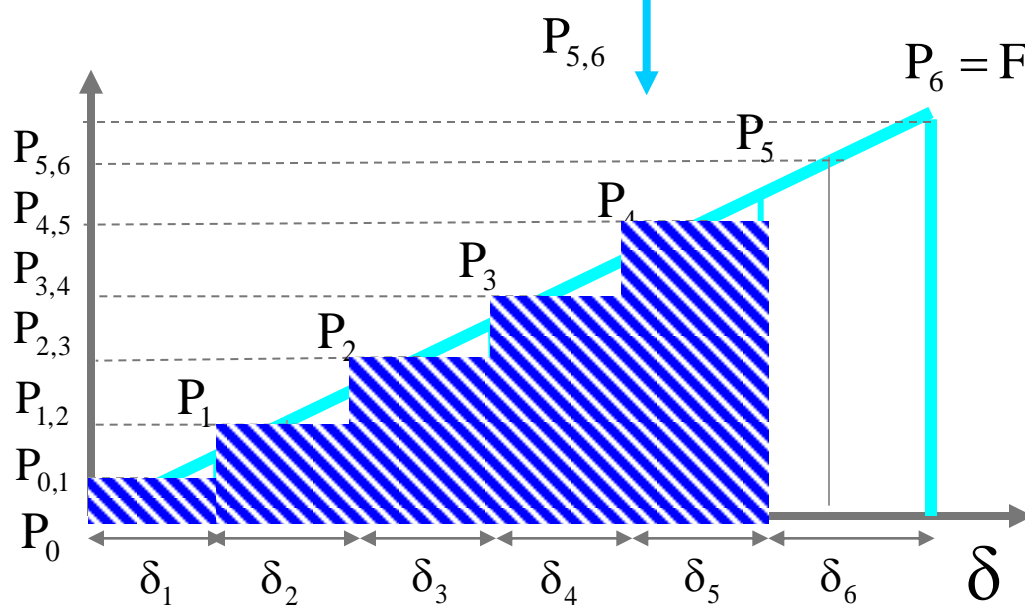
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



$P_{1,2,\dots,6}$ = valores de P en diferentes instantes

Se considera que el trabajo producido entre dos instantes consecutivos $i, i+1$ es el de una fuerza constante que actúa en ese periodo de tiempo, de valor

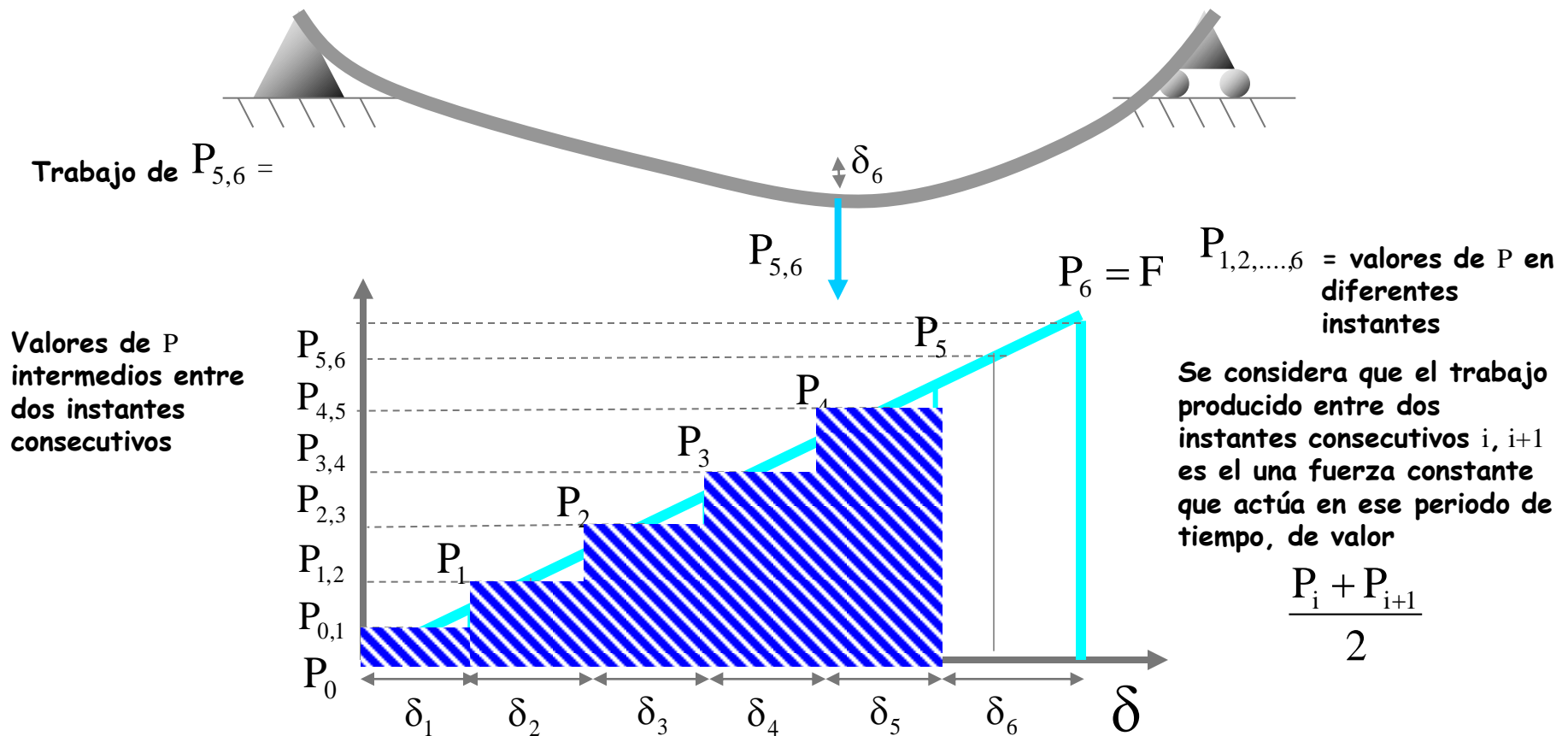
$$\frac{P_i + P_{i+1}}{2}$$



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P

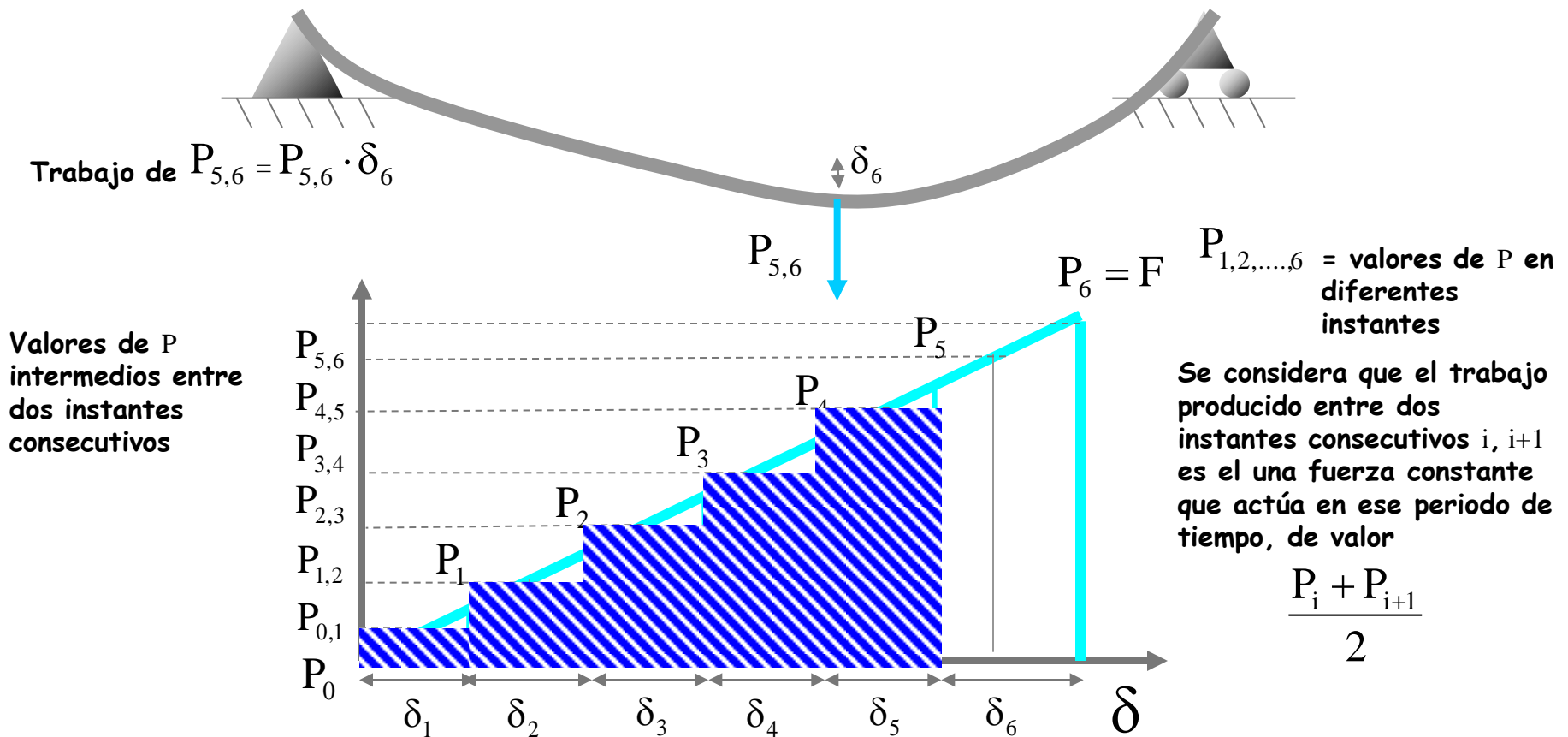




Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

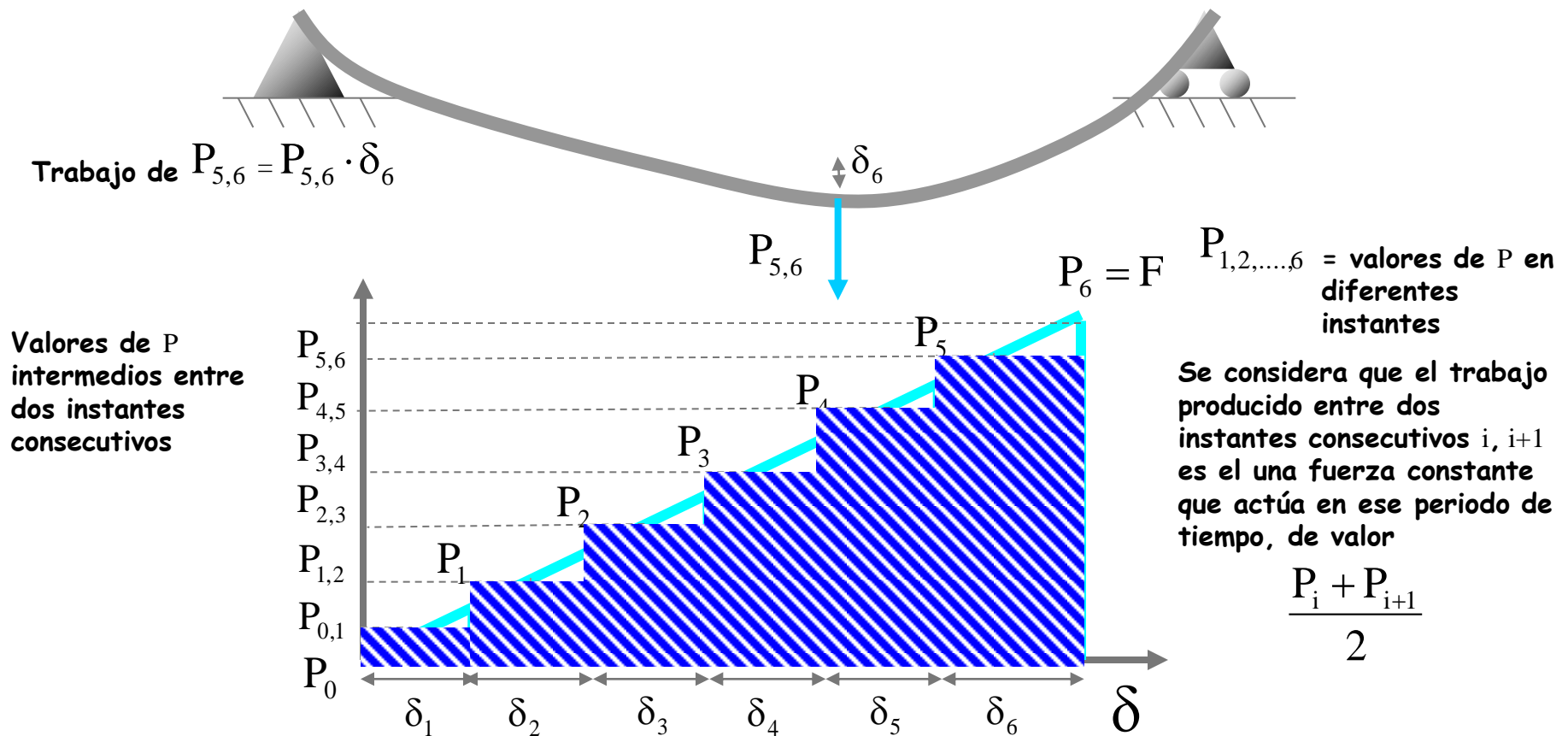
Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P

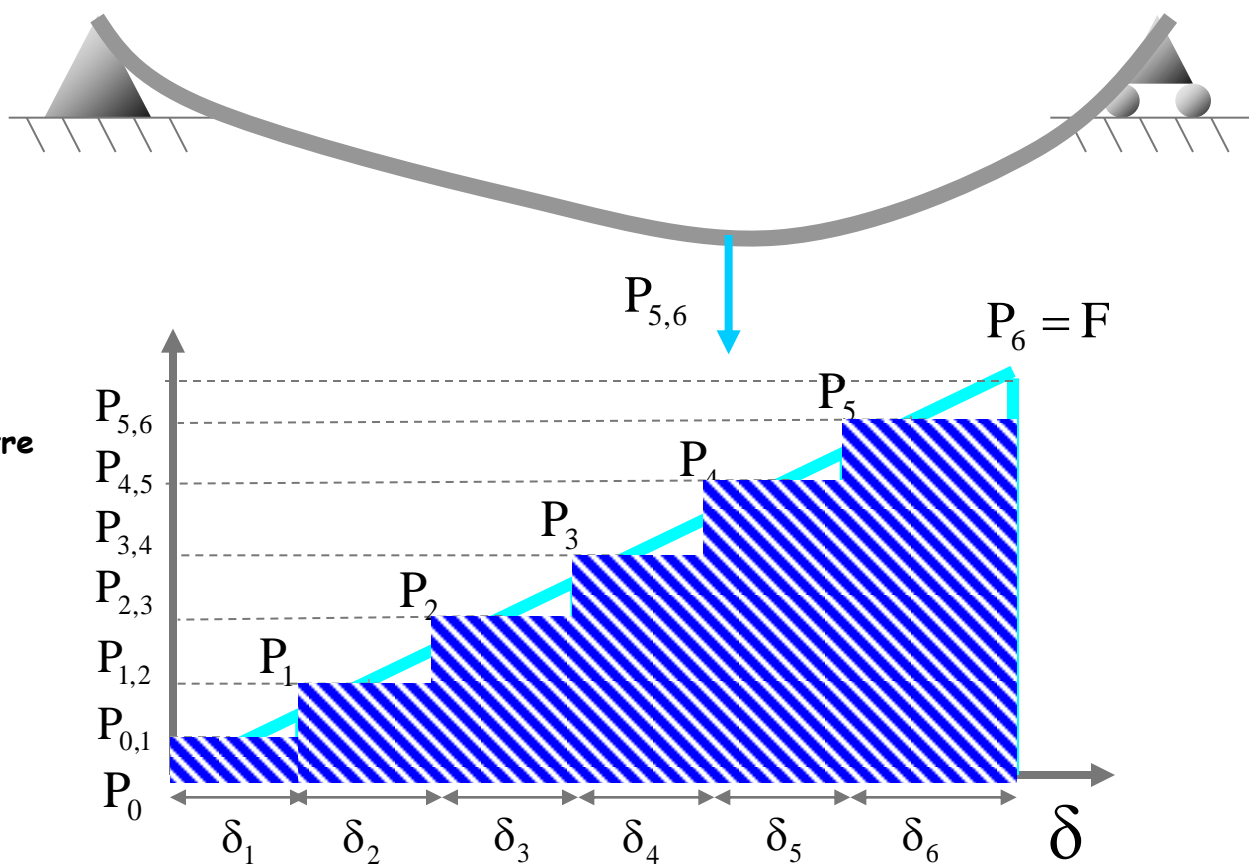




Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P

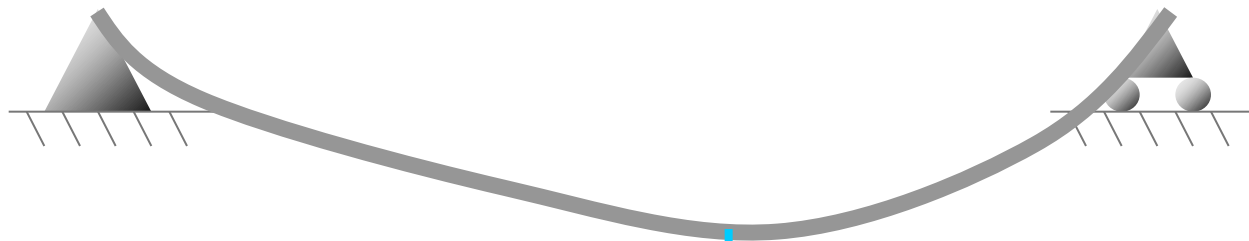


Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos

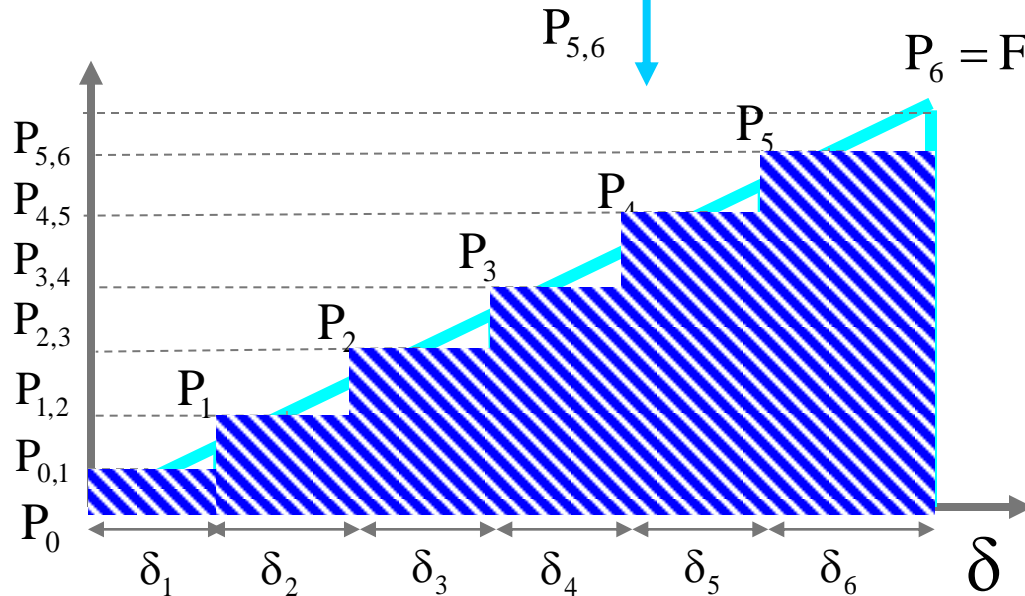
Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



Valores de P intermedios entre dos instantes consecutivos



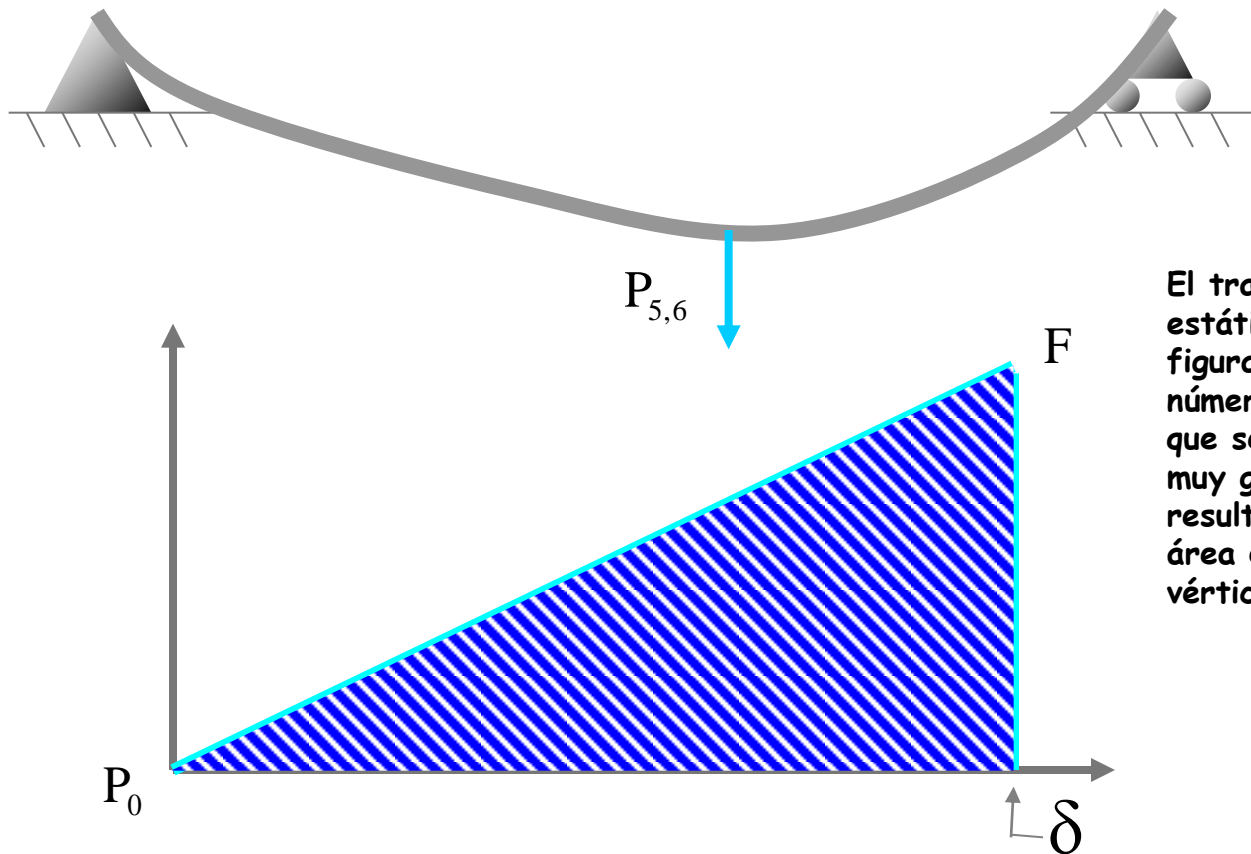
El trabajo de la acción estática es el área de la figura rayada. Si el número de partes en las que se descompone P es muy grande, el trabajo resultante coincide con el área del triángulo de vértices

$$P_0 F \delta$$

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



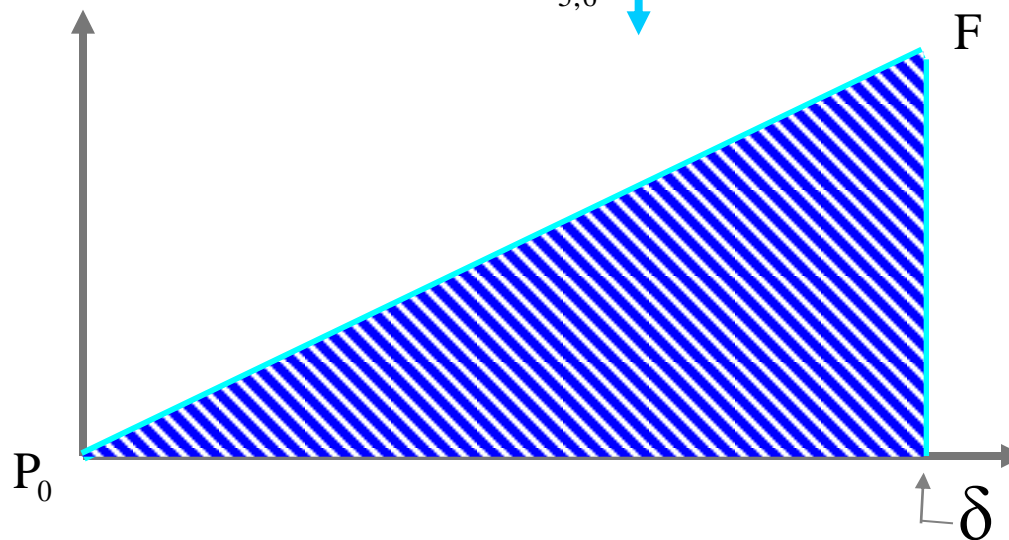
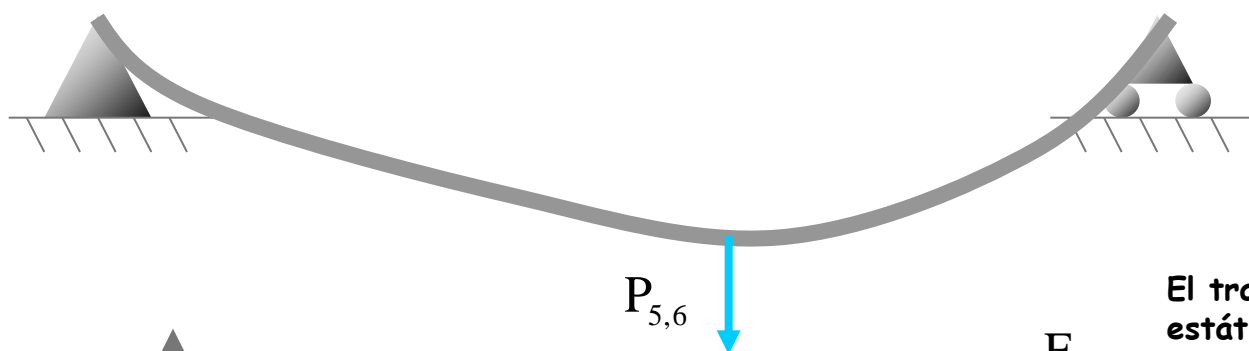
El trabajo de la acción estática es el área de la figura rayada. Si el número de partes en las que se descompone P es muy grande, el trabajo resultante coincide con el área del triángulo de vértices

$$P_0 F \delta$$

Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



El trabajo de la acción estática es el área de la figura rayada. Si el número de partes en las que se descompone P es muy grande, el trabajo resultante coincide con el área del triángulo de vértices

$$P_0 F \delta$$

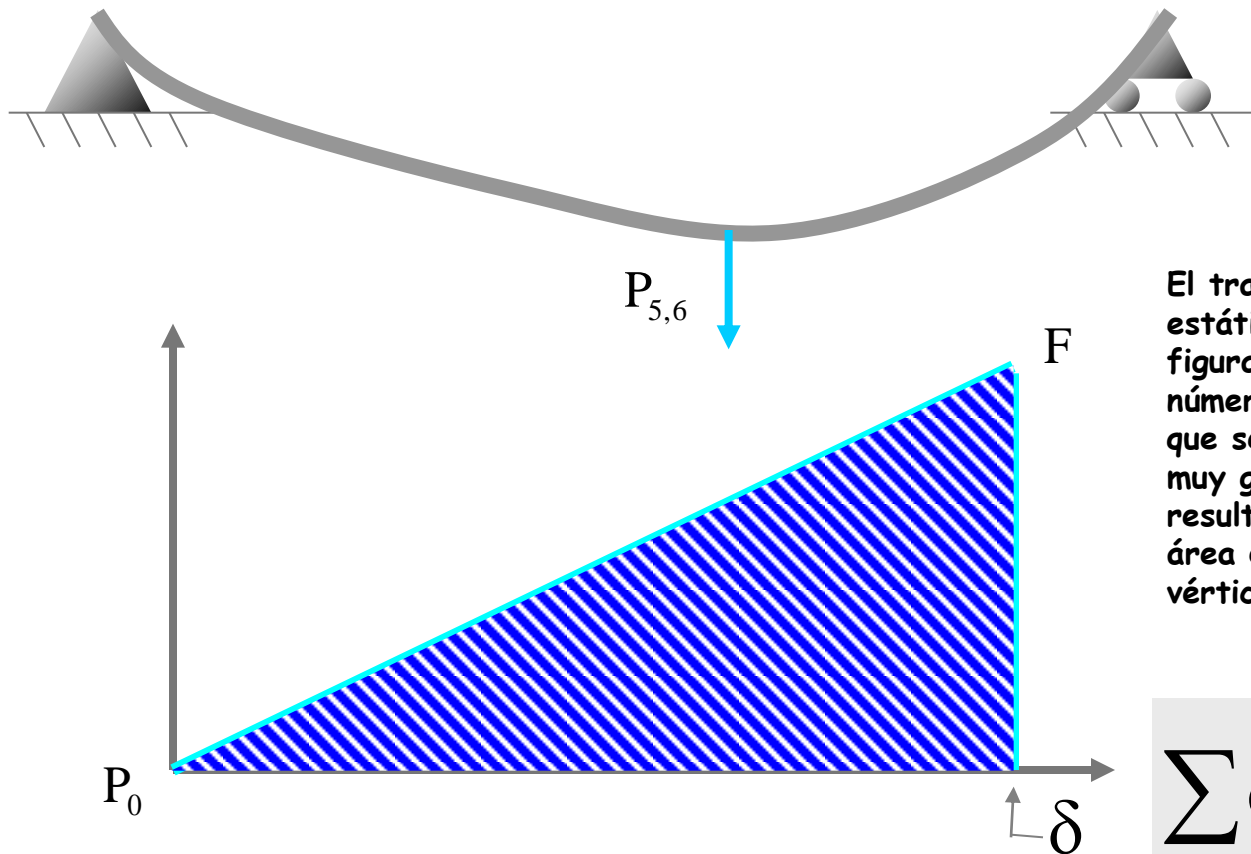
$$\sum dW = \frac{F \cdot \delta}{2}$$



Definición

En este apartado se describe el trabajo de una carga estática puntual P antes de llegar al equilibrio, es decir, durante la entrada en carga de la estructura por dicha acción. En esta fase, P varía linealmente de valor desde uno nulo hasta otro máximo. Se considera que el trabajo de P es equivalente al de un conjunto de acciones constantes cuyos valores dependen de los que adopta P en diferentes instantes del proceso de carga. En el esquema siguiente se muestra cómo se obtiene el trabajo de esta acción

Trabajo de la acción estática: interpretación de la aplicación de P



El trabajo de la acción estática es el área de la figura rayada. Si el número de partes en las que se descompone P es muy grande, el trabajo resultante coincide con el área del triángulo de vértices

$$P_0 F \delta$$

$$\sum dW = \frac{F \cdot \delta}{2}$$



Introducción





Introducción





Con fuerza o momento puntual



Con fuerza o momento puntual

Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares



Con fuerza o momento puntual

Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total



Con fuerza o momento puntual


Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
Fuerza puntual		



Con fuerza o momento puntual

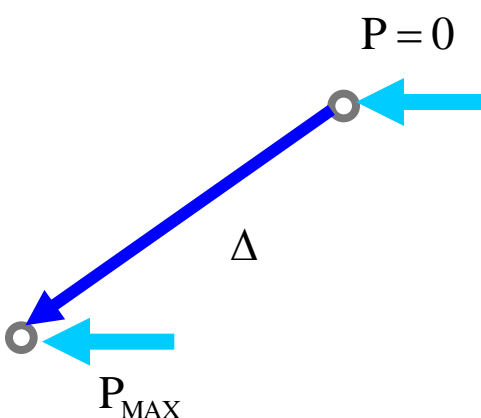
Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p>Fuerza puntual</p> <p>$P = 0$</p> 		



Con fuerza o momento puntual

Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p>Fuerza puntual</p> 		



Con fuerza o momento puntual

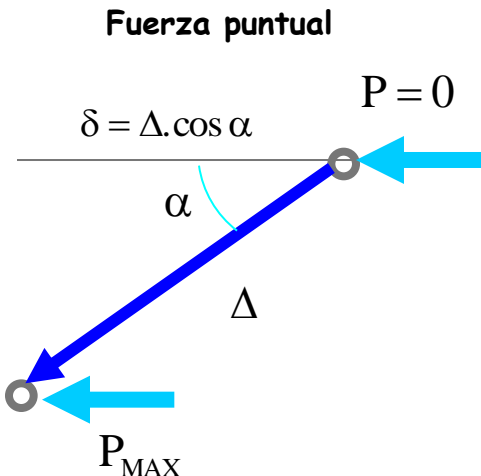
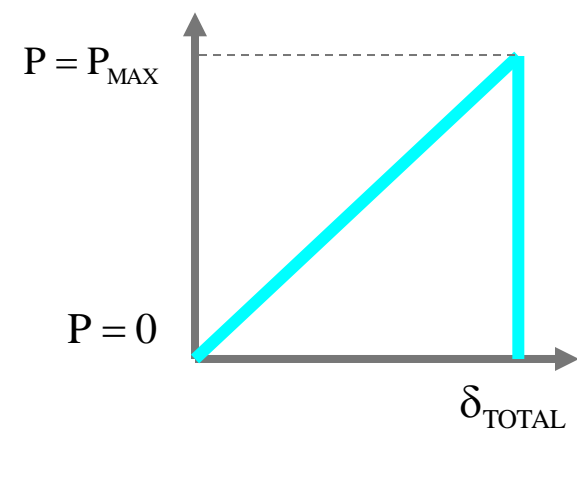
Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p style="text-align: center;">Fuerza puntual</p> <p style="text-align: center;">$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p> <p style="text-align: center;">$P = 0$</p> <p style="text-align: center;">α</p> <p style="text-align: center;">Δ</p> <p style="text-align: center;">P_{MAX}</p>		



Con fuerza o momento puntual

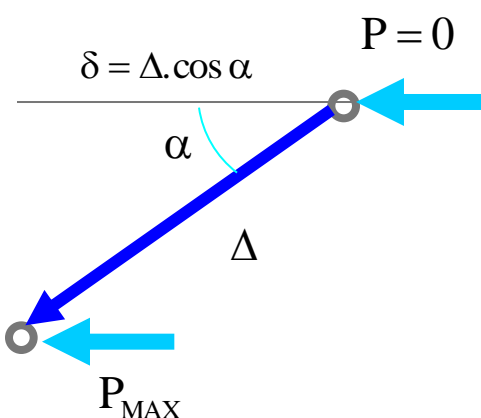
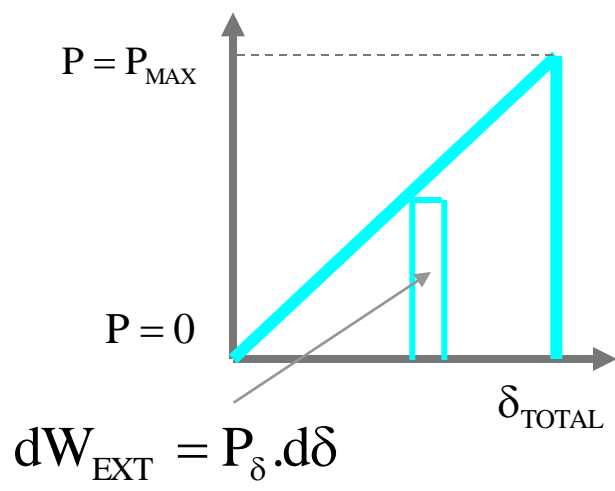
Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p>Fuerza puntual</p>  <p>$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p> <p>$\alpha$</p> <p>$\Delta$</p> <p>$P = 0$</p> <p>$P_{MAX}$</p>	 <p>$P = P_{MAX}$</p> <p>$P = 0$</p> <p>δ_{TOTAL}</p>	



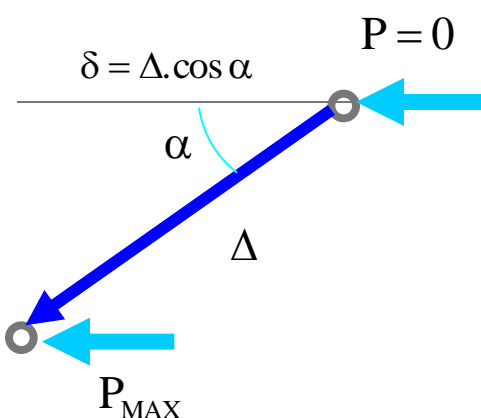
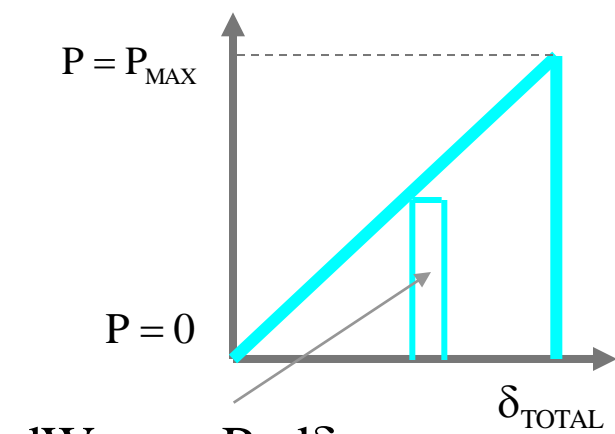
Con fuerza o momento puntual

Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p style="text-align: center;">Fuerza puntual</p>  <p style="text-align: center;">$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p>	 <p style="text-align: center;">$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p>	

Con fuerza o momento puntual

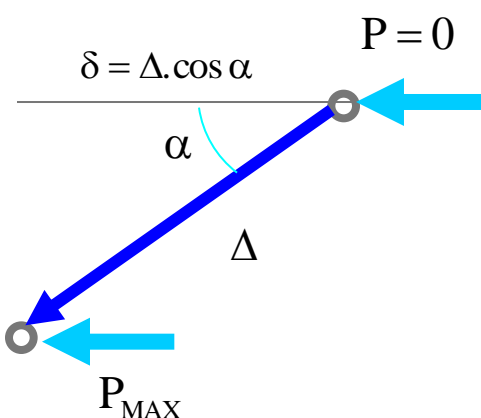
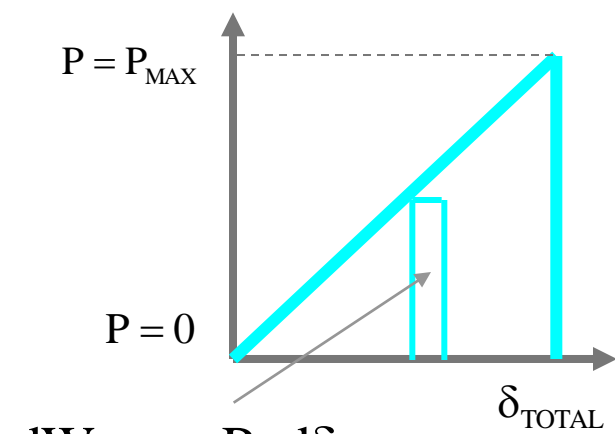
Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p style="text-align: center;">Fuerza puntual</p>  <p style="text-align: center;">$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p>	 <p style="text-align: center;">$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\frac{P_{MAX} \cdot \delta_{TOTAL}}{2}$ </div> <p style="margin-top: 10px;">Julios (Nw.m)</p>



Con fuerza o momento puntual

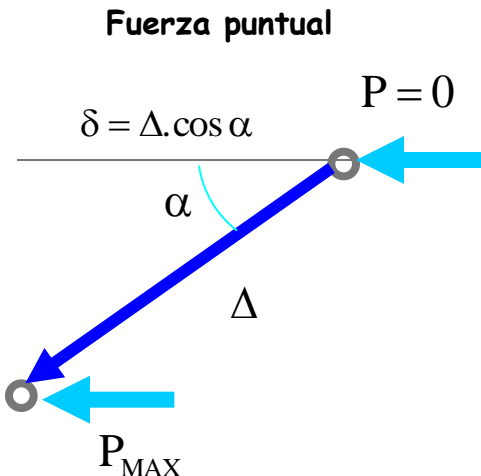
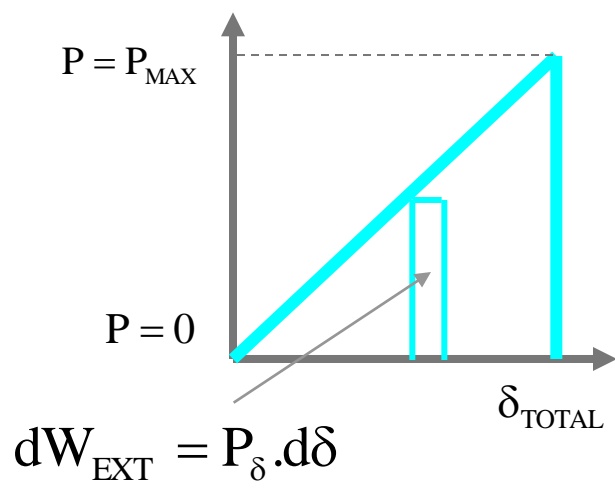
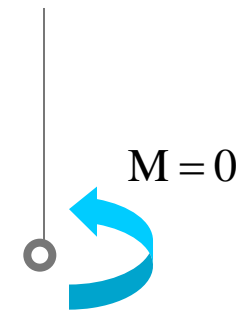
Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p style="text-align: center;">Fuerza puntual</p>  <p style="text-align: center;">$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p>	 <p style="text-align: center;">$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\frac{P_{MAX} \cdot \delta_{TOTAL}}{2}$ </div> <p style="margin-top: 10px;">Julios (Nw.m)</p>
<p style="text-align: center;">Momento puntual</p>		



Con fuerza o momento puntual

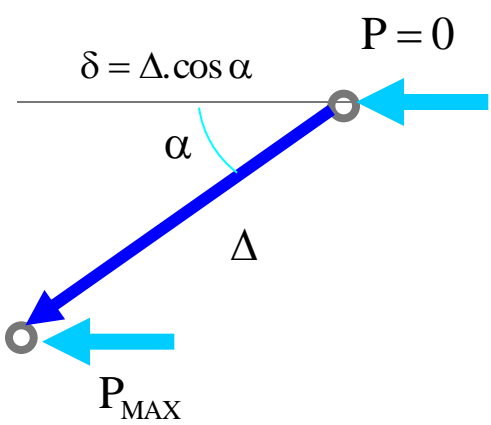
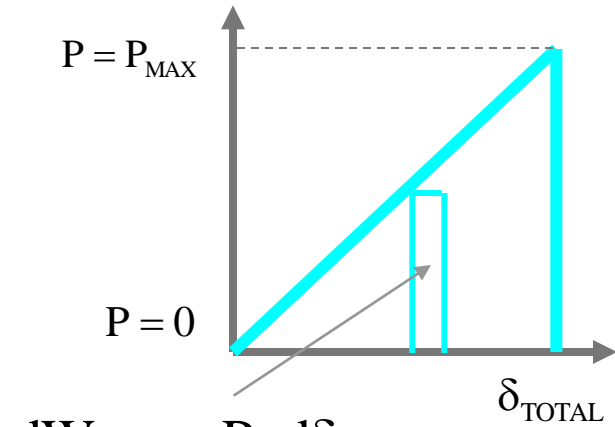
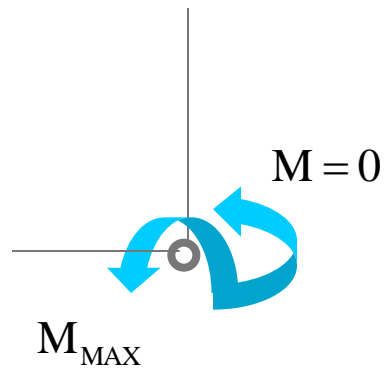
Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p>Fuerza puntual</p>  <p>$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p> <p>$P = 0$</p> <p>$P_{MAX}$</p> <p>$\Delta$</p> <p>$\alpha$</p>	 <p>$P = P_{MAX}$</p> <p>$P = 0$</p> <p>$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p> <p>$\delta_{TOTAL}$</p>	$\frac{P_{MAX} \cdot \delta_{TOTAL}}{2}$ <p>Julios (Nw.m)</p>
<p>Momento puntual</p>  <p>$M = 0$</p>		



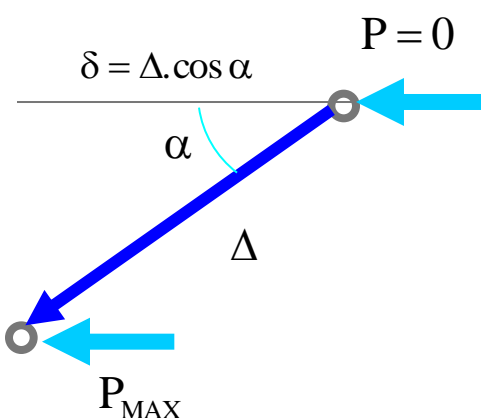
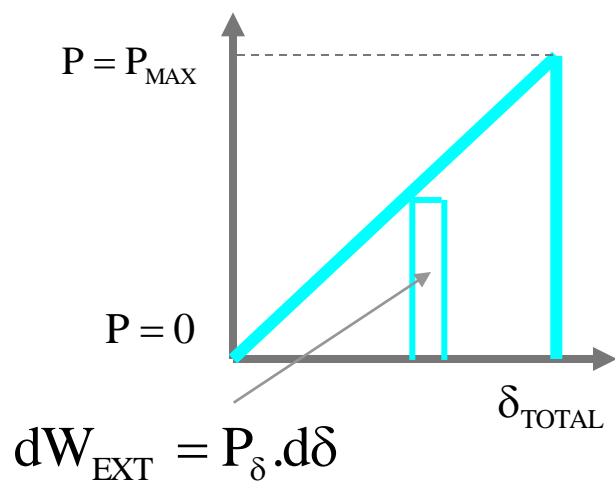
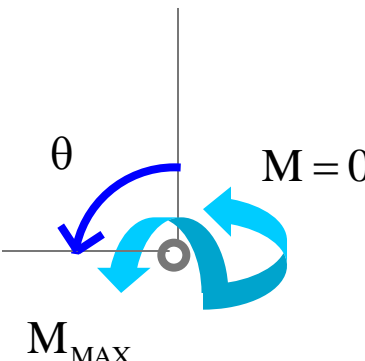
Con fuerza o momento puntual

Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p>Fuerza puntual</p>  <p>$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p> <p>$P = 0$</p> <p>$P_{MAX}$</p> <p>$\alpha$</p> <p>$\Delta$</p>	 <p>$P = P_{MAX}$</p> <p>$P = 0$</p> <p>$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p> <p>$\delta_{TOTAL}$</p>	$\frac{P_{MAX} \cdot \delta_{TOTAL}}{2}$ <p>Julios (Nw.m)</p>
<p>Momento puntual</p>  <p>$M = 0$</p> <p>M_{MAX}</p>		

Con fuerza o momento puntual

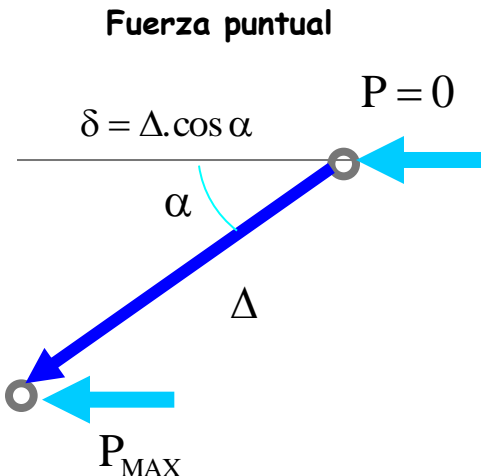
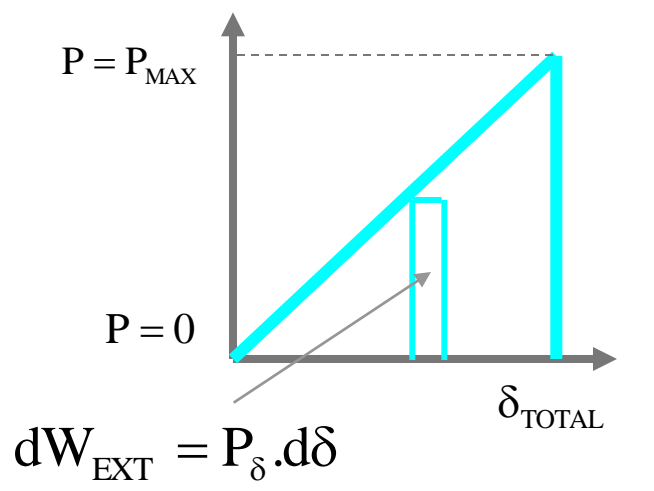
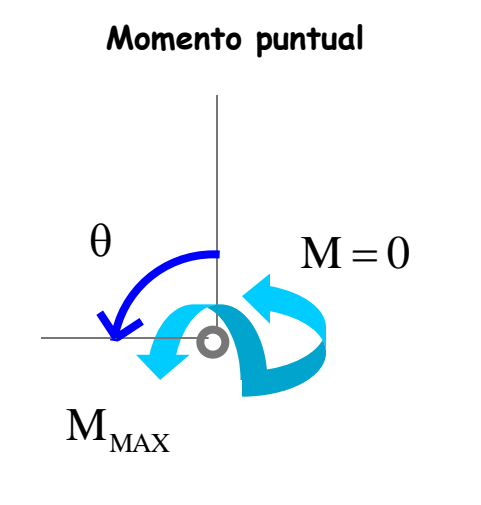
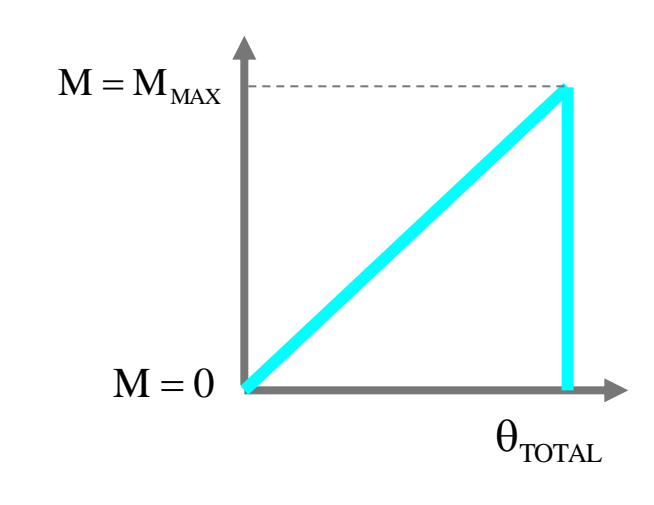
Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p style="text-align: center;">Fuerza puntual</p>  <p style="text-align: center;">$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p>	 <p style="text-align: center;">$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\frac{P_{MAX} \cdot \delta_{TOTAL}}{2}$ </div> <p style="margin-top: 10px;">Julios (Nw.m)</p>
<p style="text-align: center;">Momento puntual</p> 		



Con fuerza o momento puntual

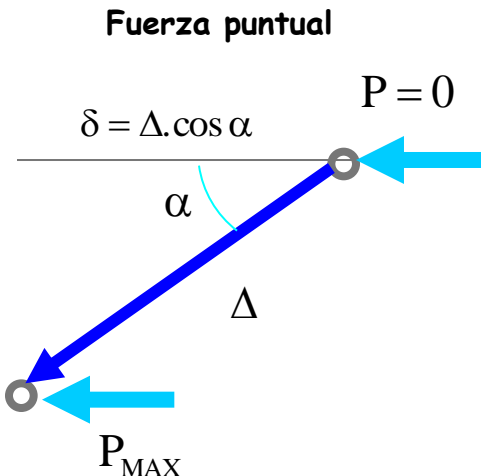
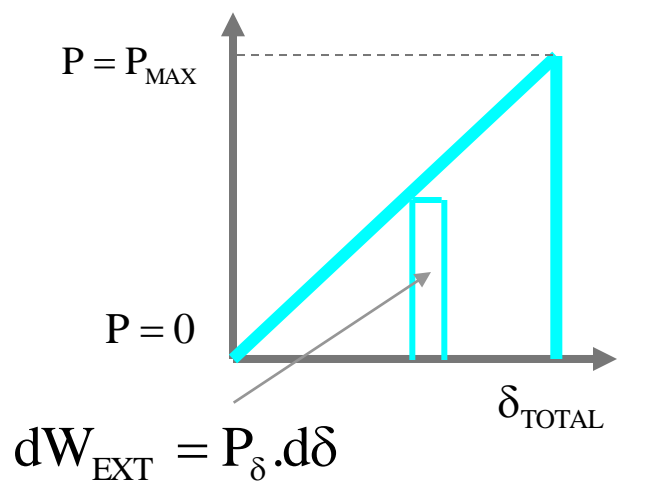
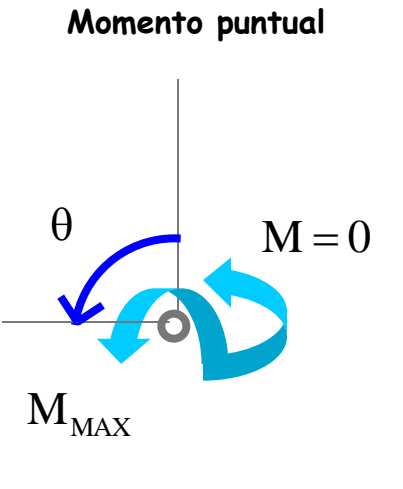
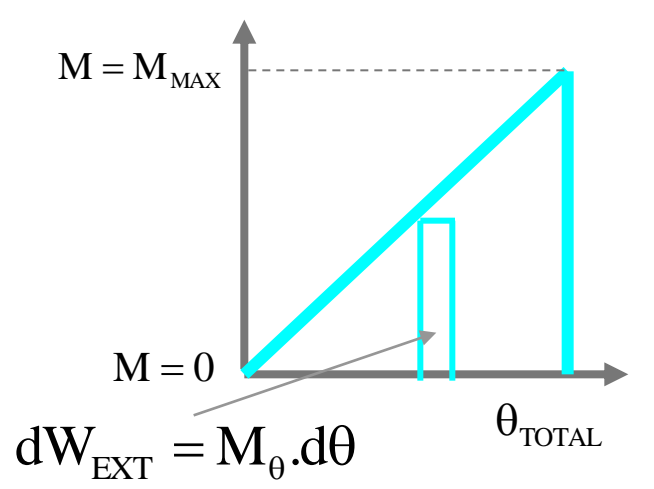
Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p>Fuerza puntual</p>  <p>$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p> <p>$P = 0$</p> <p>$\alpha$</p> <p>$\Delta$</p> <p>$P_{MAX}$</p>	 <p>$P = P_{MAX}$</p> <p>$P = 0$</p> <p>$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p> <p>$\delta_{TOTAL}$</p>	$\frac{P_{MAX} \cdot \delta_{TOTAL}}{2}$ <p>Julios (Nw.m)</p>
<p>Momento puntual</p>  <p>θ</p> <p>$M = 0$</p> <p>M_{MAX}</p>	 <p>$M = M_{MAX}$</p> <p>$M = 0$</p> <p>θ_{TOTAL}</p>	



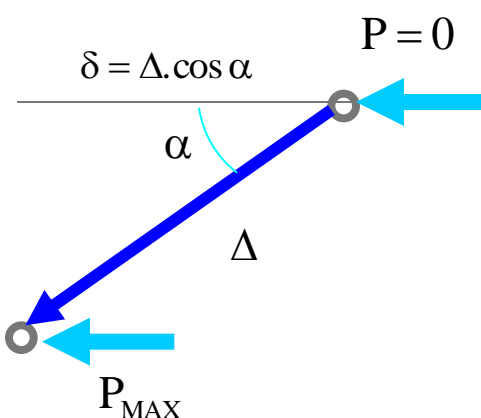
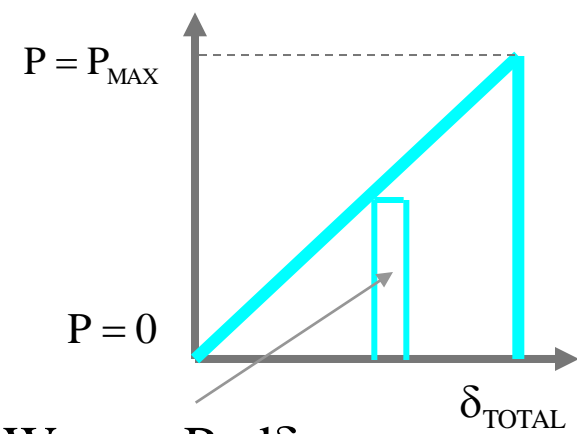
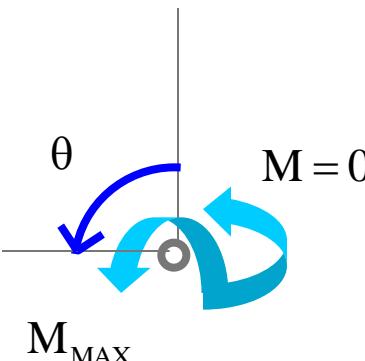
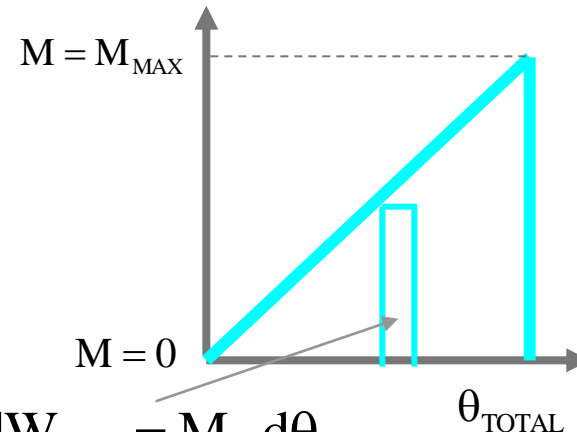
Con fuerza o momento puntual

Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p>Fuerza puntual</p>  <p>$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p> <p>$P = 0$</p> <p>$P_{MAX}$</p>	 <p>$P = P_{MAX}$</p> <p>$P = 0$</p> <p>δ_{TOTAL}</p> <p>$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p>	$\frac{P_{MAX} \cdot \delta_{TOTAL}}{2}$ <p>Julios (Nw.m)</p>
<p>Momento puntual</p>  <p>θ</p> <p>$M = 0$</p> <p>M_{MAX}</p>	 <p>$M = M_{MAX}$</p> <p>$M = 0$</p> <p>θ_{TOTAL}</p> <p>$dW_{EXT} = M_{\theta} \cdot d\theta$</p>	

Con fuerza o momento puntual

Se muestran los valores de los trabajos realizados en estos casos particulares

Tipo de acción	Trabajo diferencial	Trabajo total
<p style="text-align: center;">Fuerza puntual</p>  <p style="text-align: center;">$\delta = \Delta \cdot \cos \alpha$</p> <p style="text-align: center;">$P = 0$</p> <p style="text-align: center;">P_{MAX}</p>	 <p style="text-align: center;">$P = P_{MAX}$</p> <p style="text-align: center;">$P = 0$</p> <p style="text-align: center;">$dW_{EXT} = P_{\delta} \cdot d\delta$</p> <p style="text-align: center;">δ_{TOTAL}</p>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\frac{P_{MAX} \cdot \delta_{TOTAL}}{2}$ </div> <p style="margin-top: 20px;">Julios (Nw.m)</p>
<p style="text-align: center;">Momento puntual</p>  <p style="text-align: center;">θ</p> <p style="text-align: center;">$M = 0$</p> <p style="text-align: center;">M_{MAX}</p>	 <p style="text-align: center;">$M = M_{MAX}$</p> <p style="text-align: center;">$M = 0$</p> <p style="text-align: center;">$dW_{EXT} = M_{\theta} \cdot d\theta$</p> <p style="text-align: center;">θ_{TOTAL}</p>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\frac{M_{MAX} \cdot \theta_{TOTAL}}{2}$ </div> <p style="margin-top: 20px;">Julios (Nw.m)</p>



Introducción





Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 3

Trabajo interno



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 3

Definición



Definición



Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación



Definición

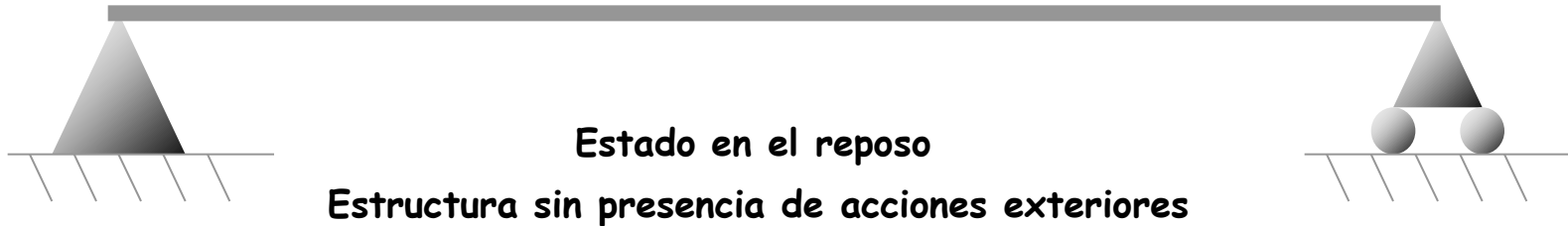
Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

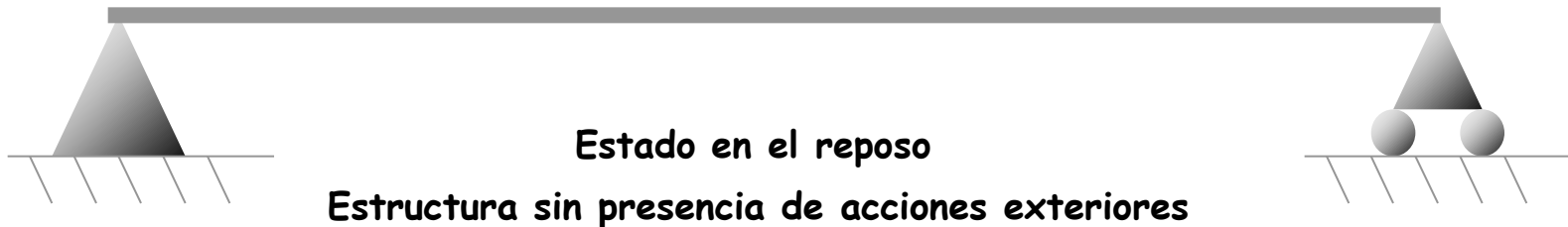
Ejemplo



Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo



El sistema tiene un nivel de energía inicial equivalente al del medio que le rodea (por esta razón la estructura parece "relajada")

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo



Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

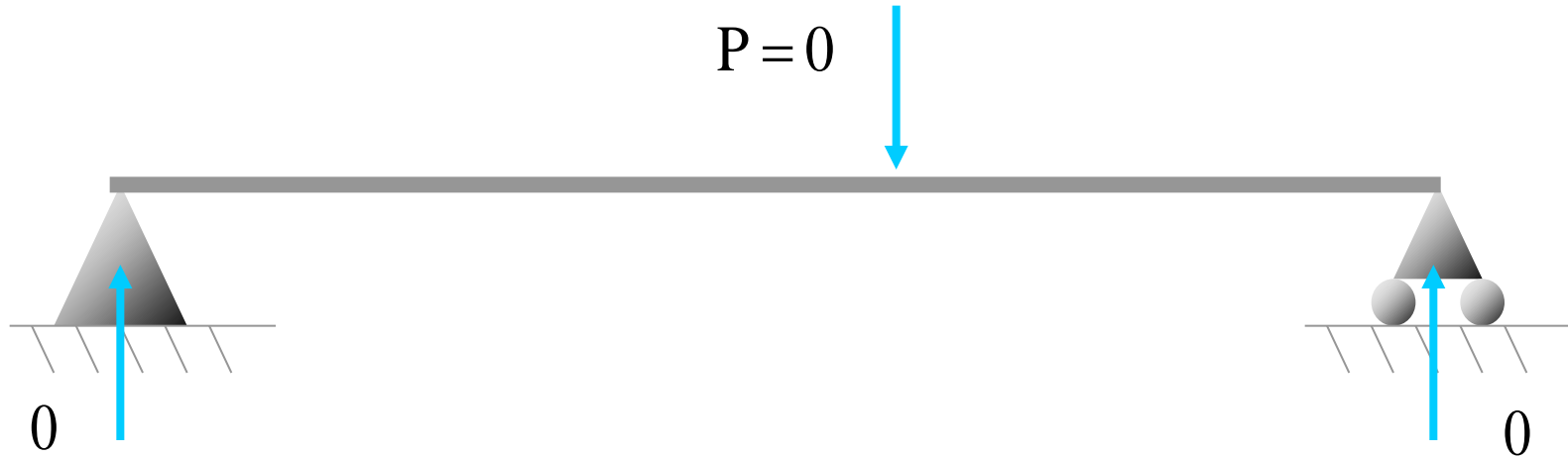


Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

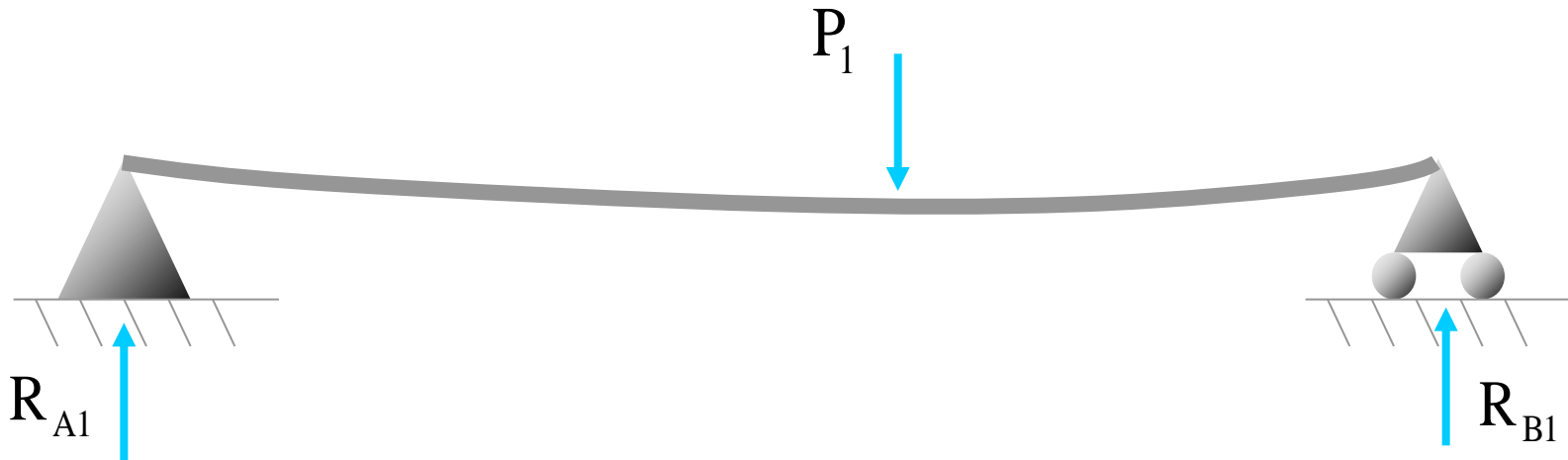


Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

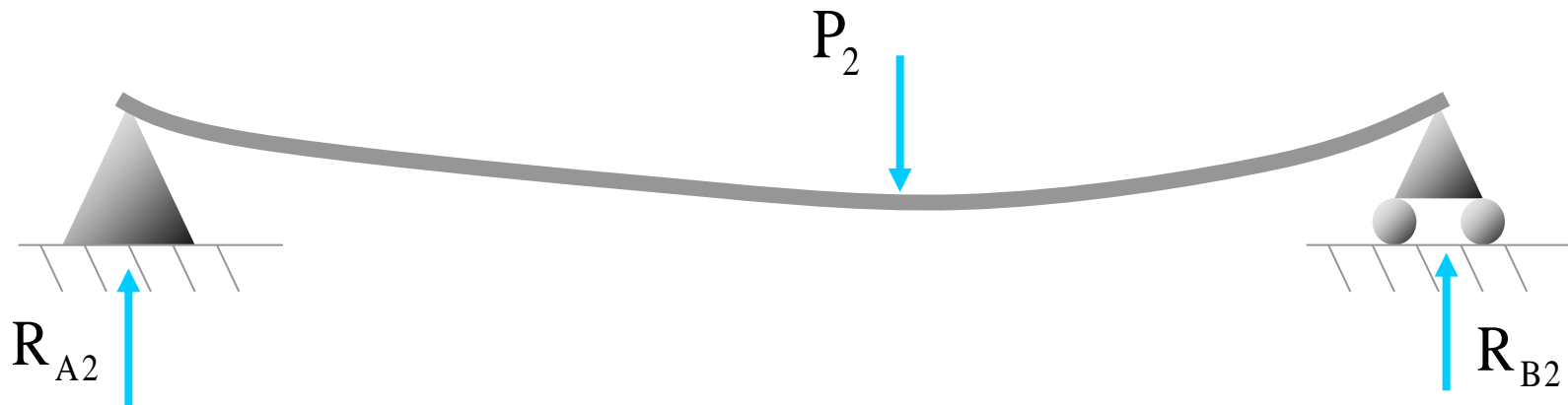


Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

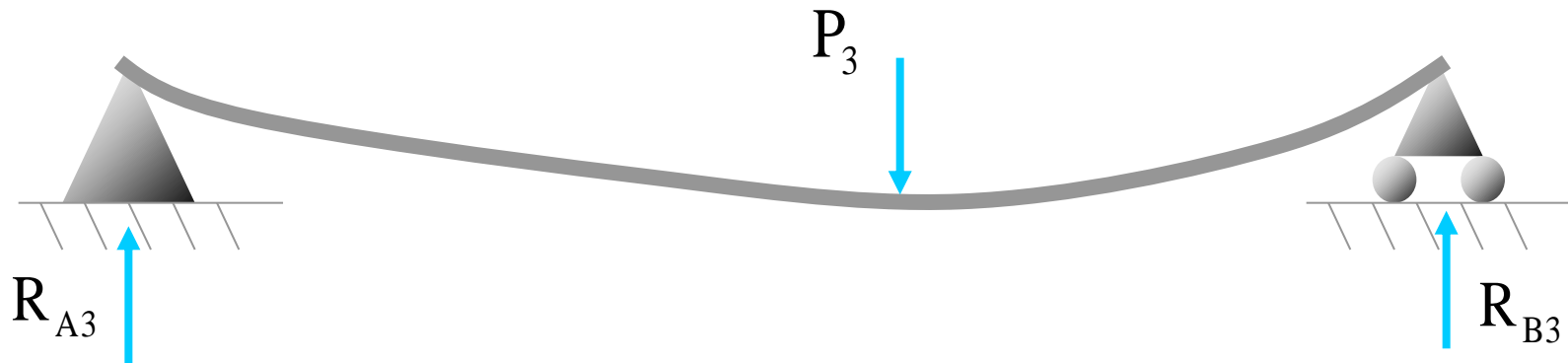


Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

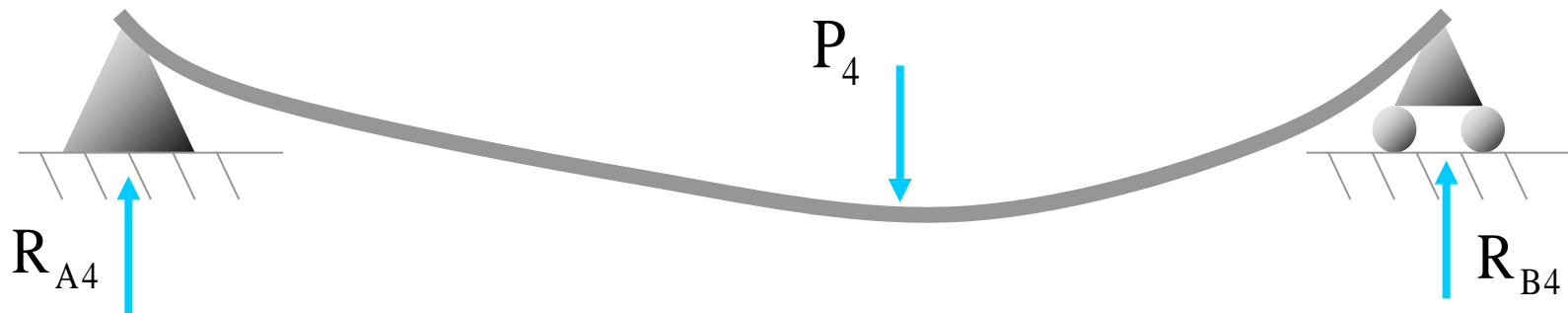


Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

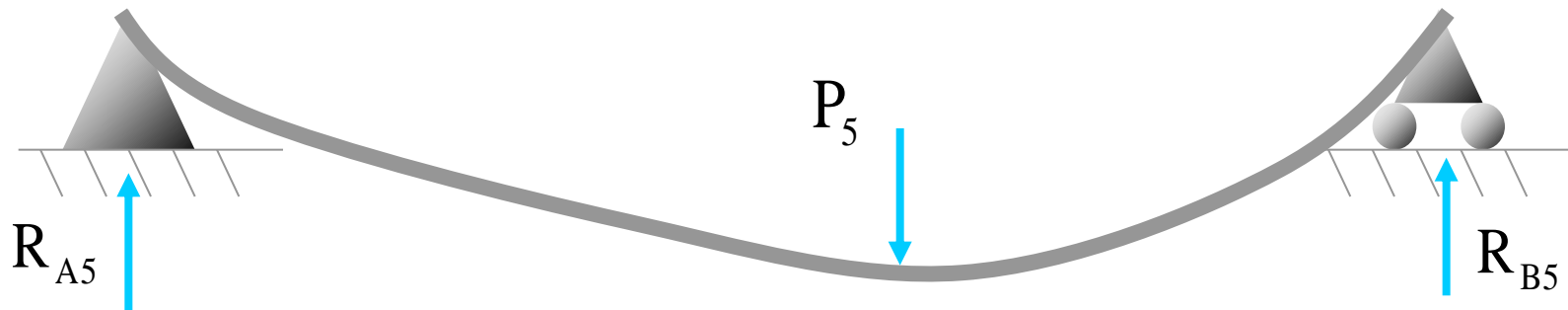


Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

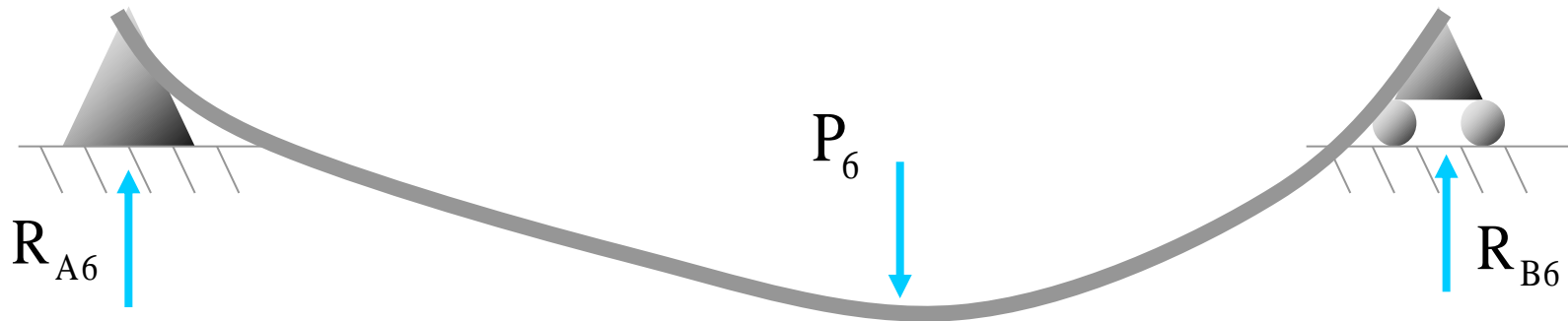


Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

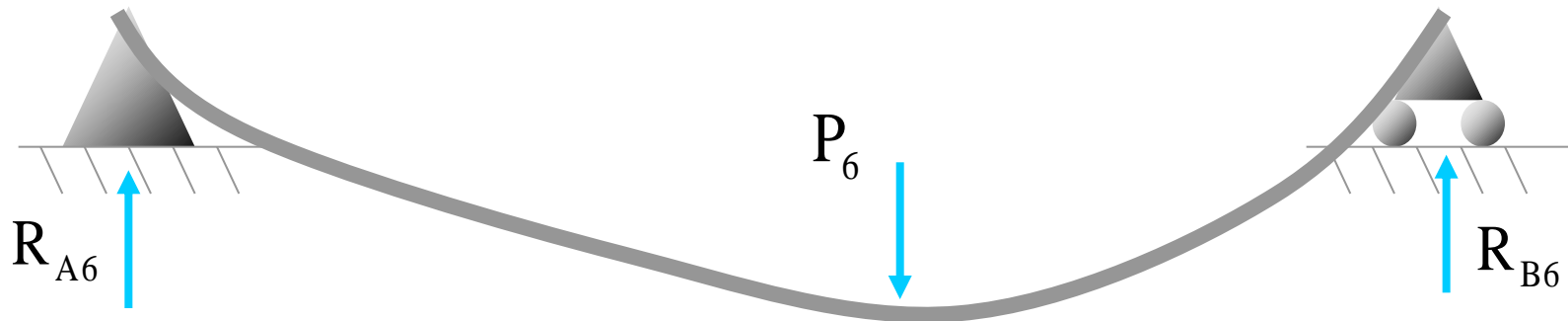


Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo



Posición de equilibrio

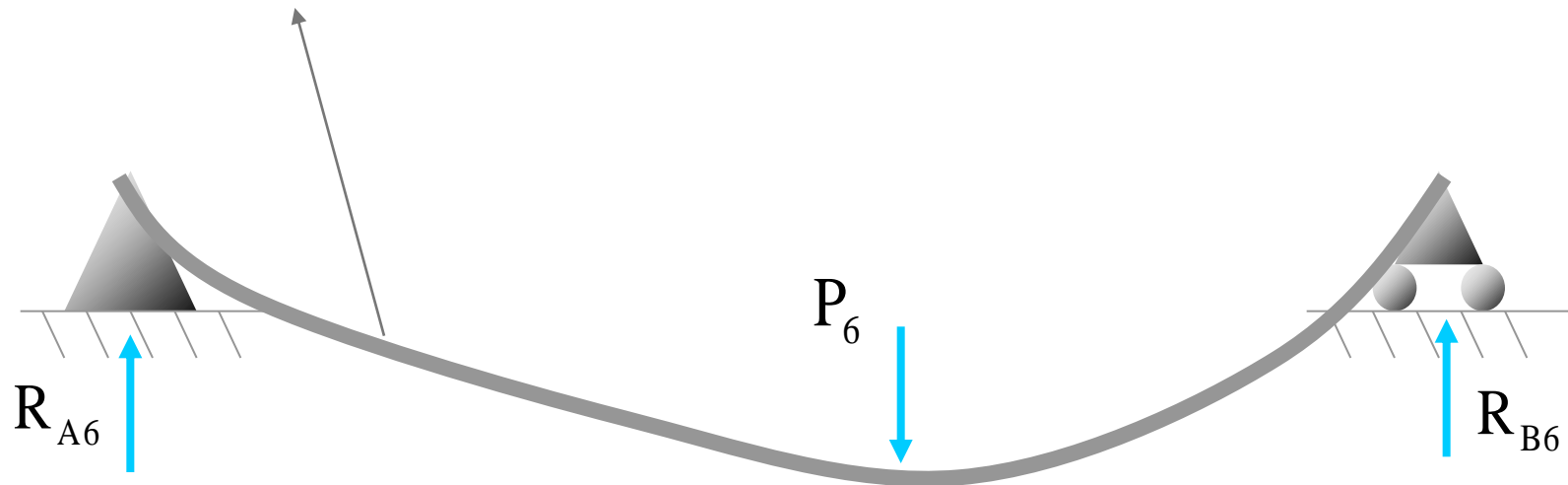
Aplicación de una acción estática

Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

Sistema con un nivel de energía diferente al inicial



Posición de equilibrio

Aplicación de una acción estática



Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo



Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo

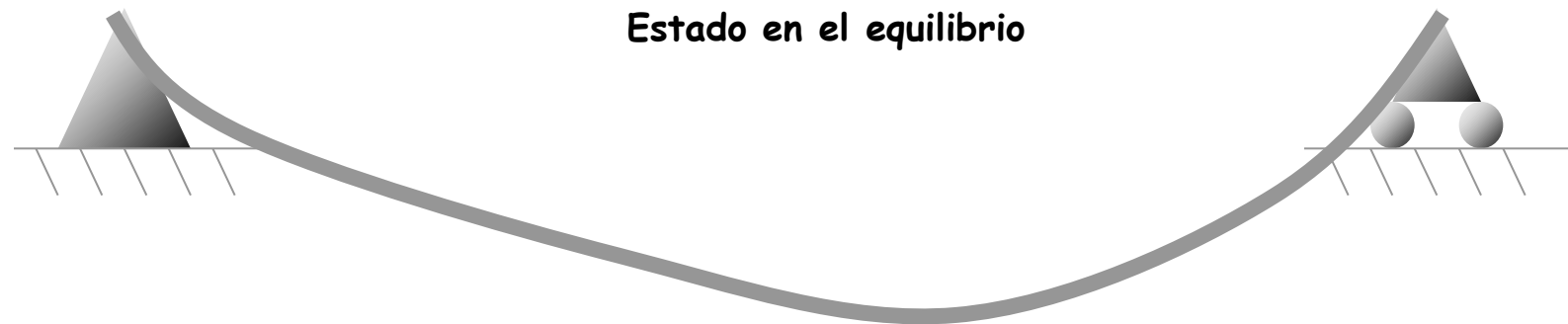
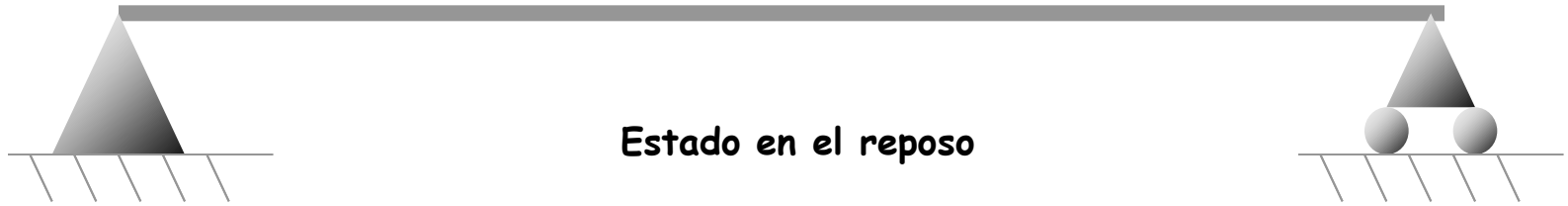




Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo



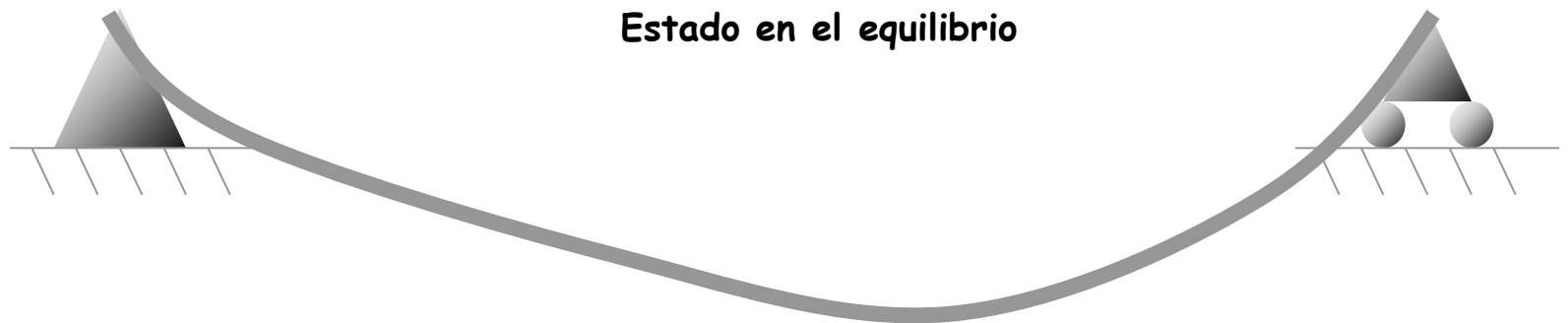
Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

Ejemplo



La deformación indica que existe una diferencia entre los niveles de energía en los dos estados



Definición

Es la variación energética que experimentan las estructuras en presencia de acciones exteriores durante el proceso de equilibrado interno. Esta variación se manifiesta en forma de un movimiento o deformación

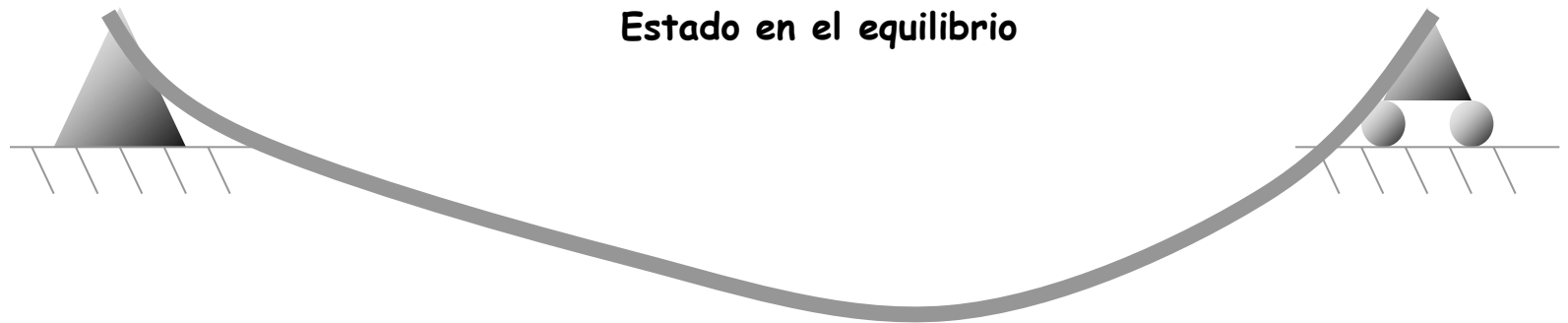
Ejemplo



Estado en el reposo

La deformación indica que existe una diferencia entre los niveles de energía en los dos estados

La estructura ha realizado un trabajo interno



Estado en el equilibrio



Definición



Definición

El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio



Definición

El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio

**Acciones exteriores
en la estructura**

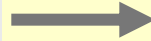
(Acciones estáticas)



Definición

El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio

Acciones exteriores
en la estructura
(Acciones estáticas)



Trabajo exterior de una acción exterior:



Definición

El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio

Acciones exteriores
en la estructura
(Acciones estáticas)



Trabajo exterior de una acción exterior:
Valor máx
de acción
exterior



Definición

El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio

Acciones exteriores
en la estructura
(Acciones estáticas)



Trabajo exterior de una acción exterior:

Valor máx
de acción
exterior



Movimiento
total de la
acción



Definición

El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio

Acciones exteriores
en la estructura
(Acciones estáticas)



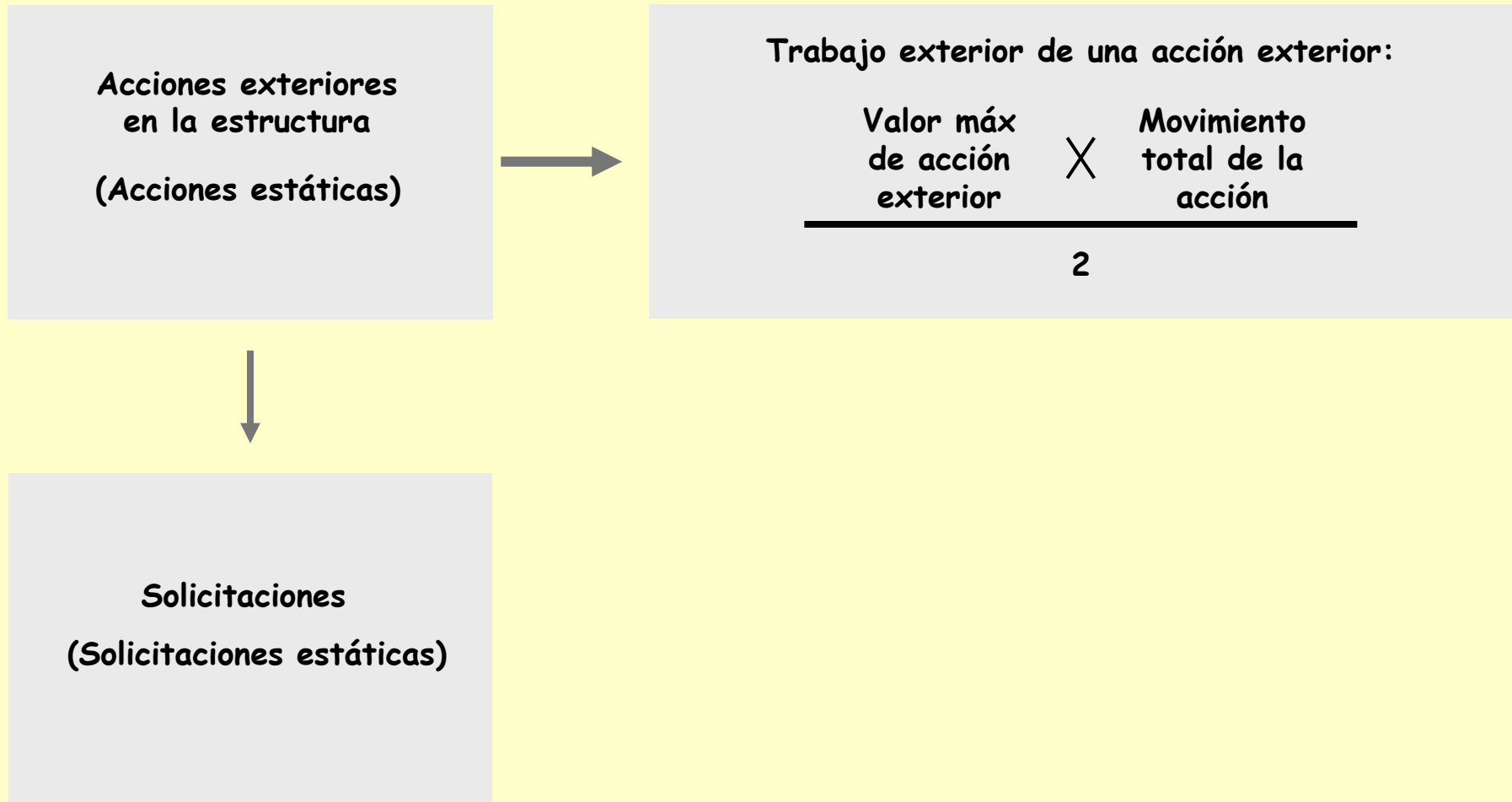
Trabajo exterior de una acción exterior:

Valor máx de acción exterior	×	Movimiento total de la acción
<hr/>		
2		



Definición

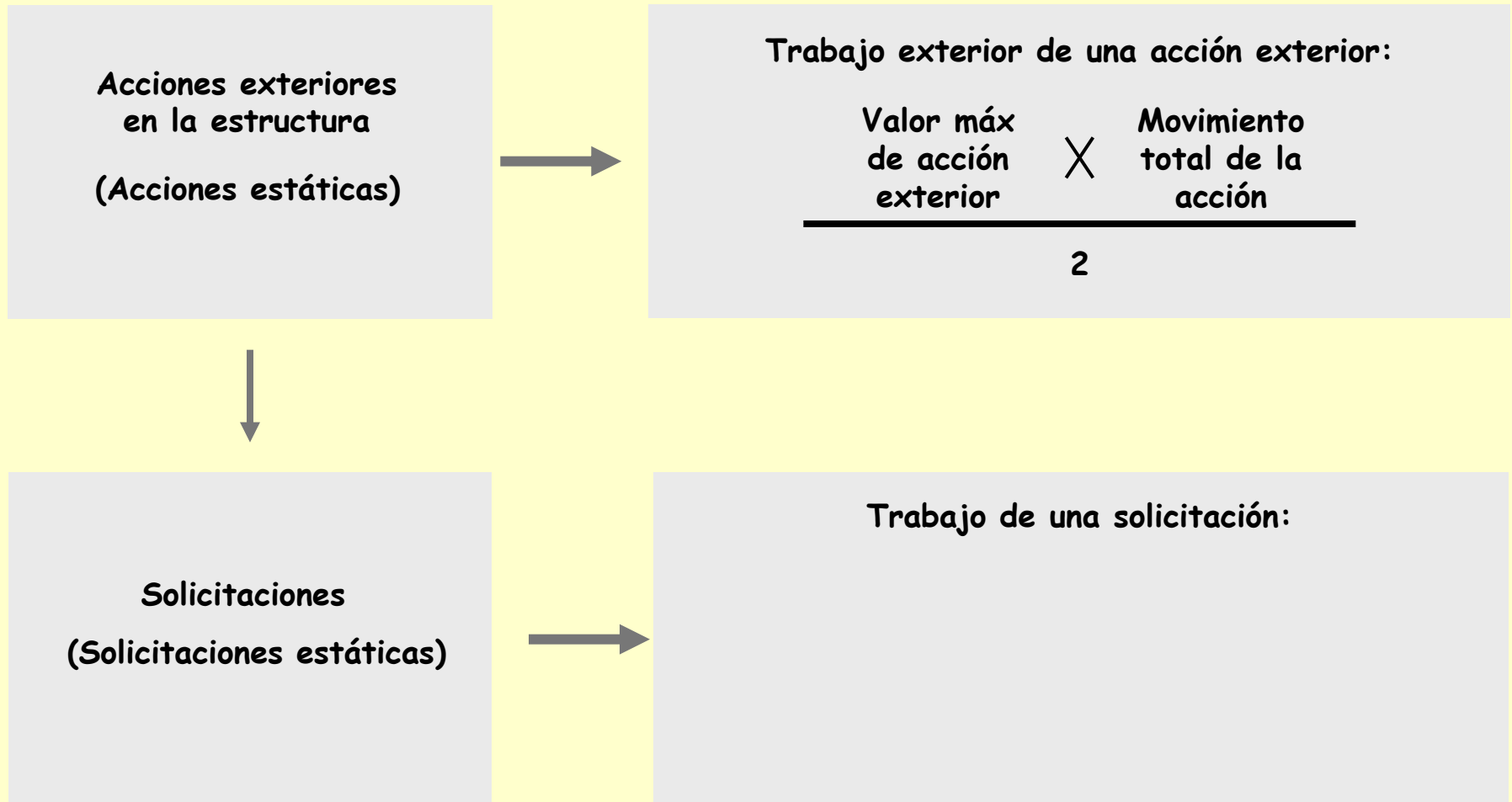
El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio





Definición

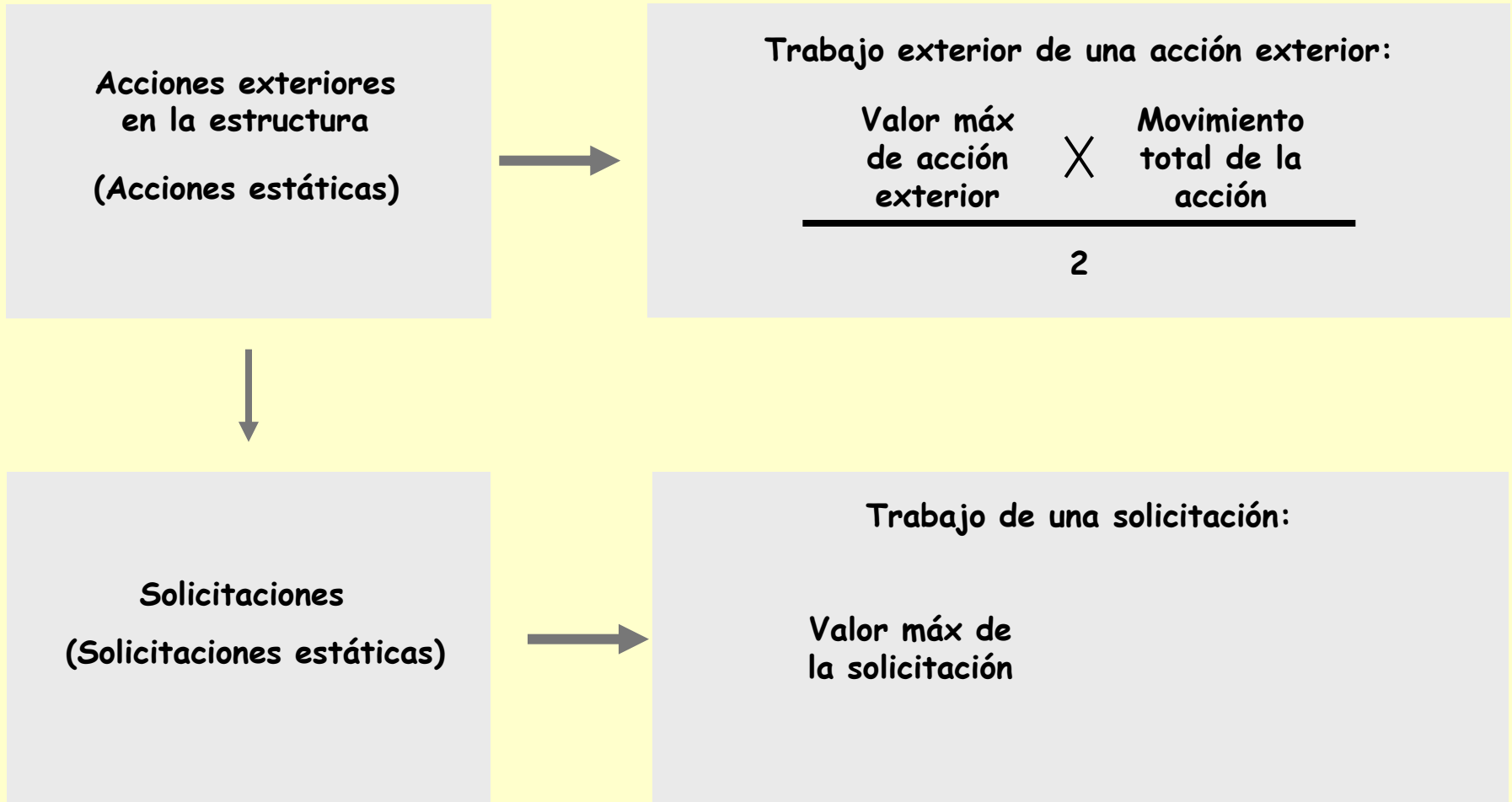
El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio





Definición

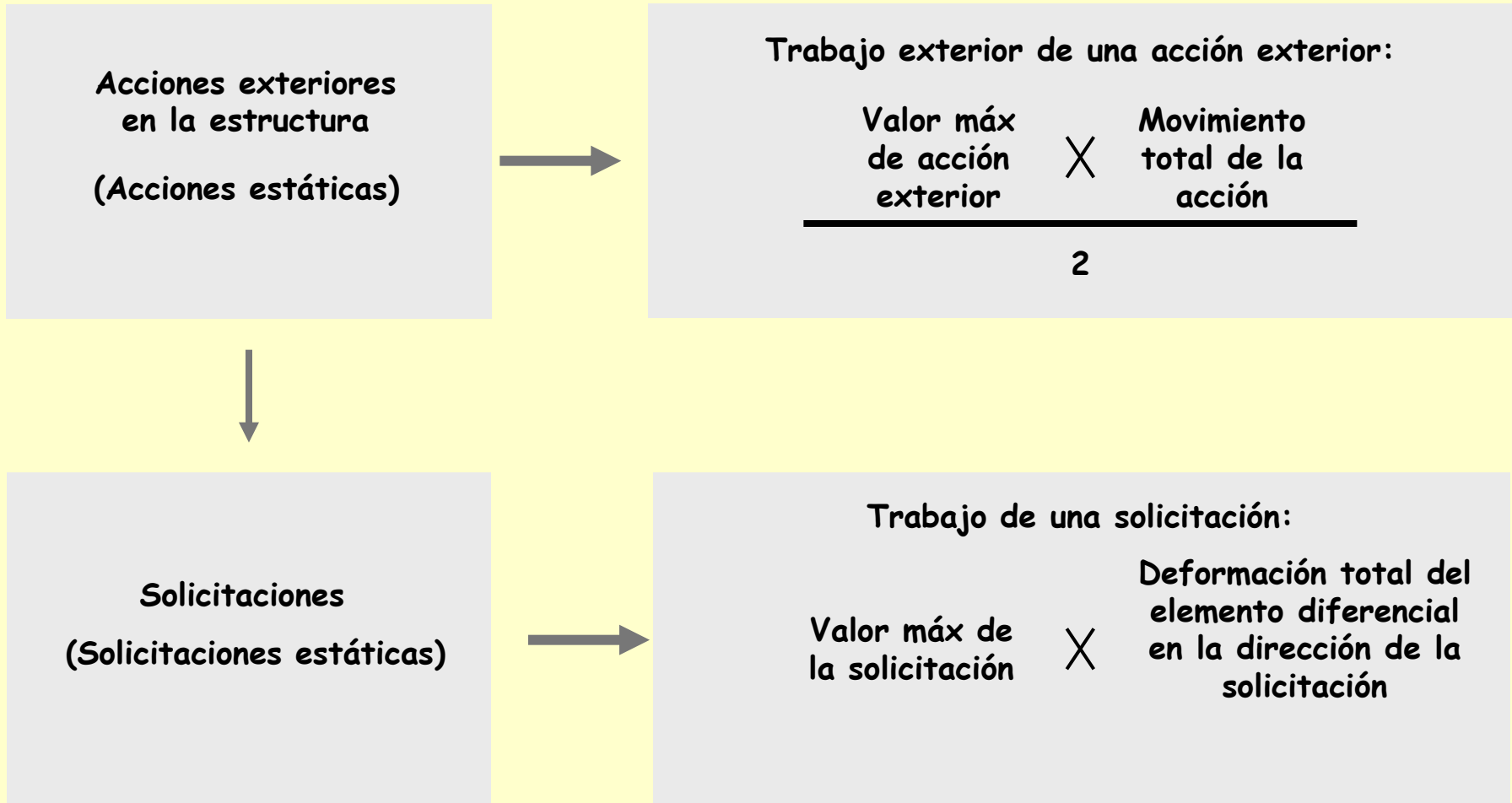
El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio





Definición

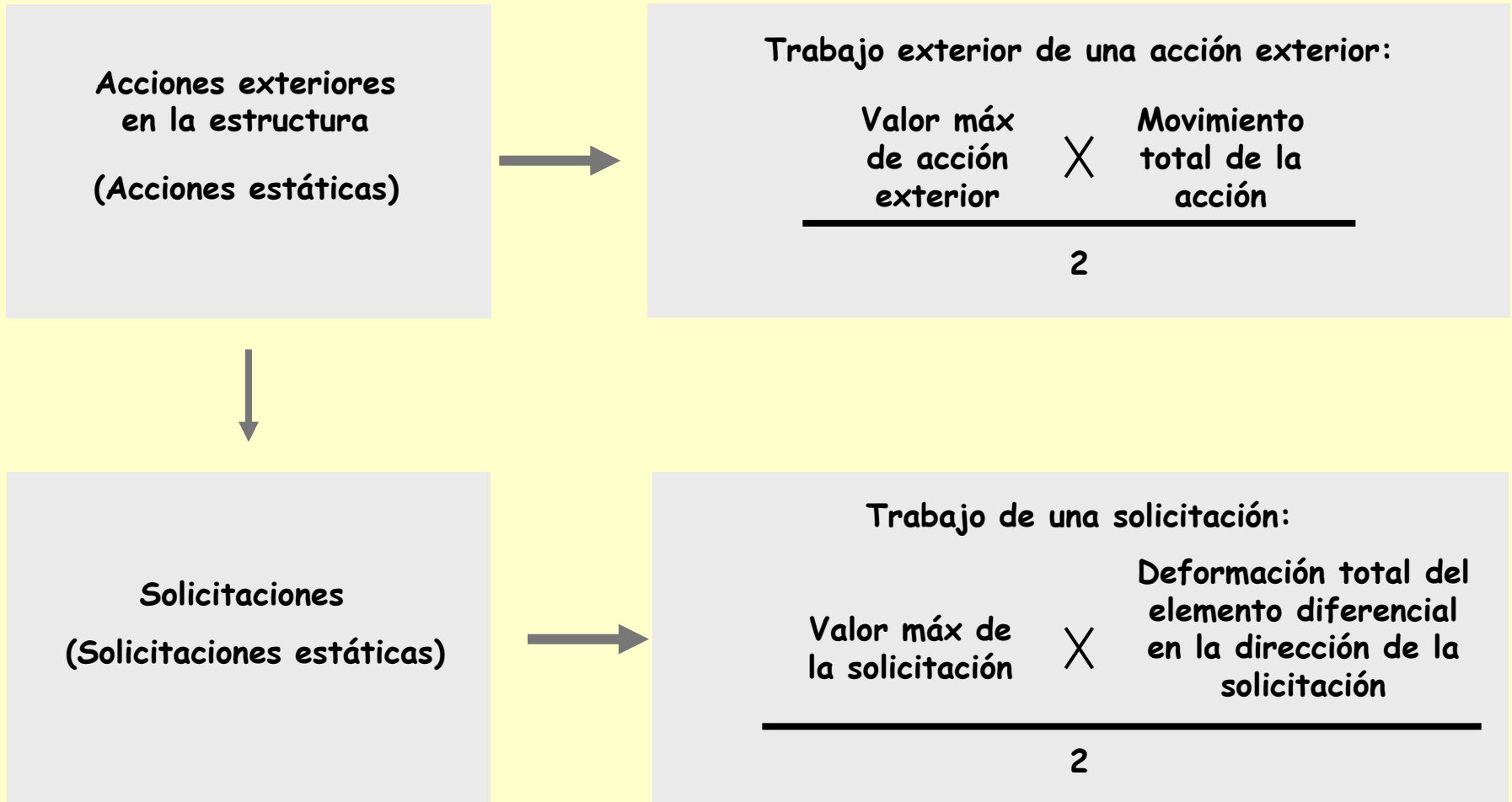
El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio





Definición

El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio

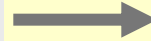




Definición

El trabajo interno está determinado por los trabajos de las solicitaciones. Durante el proceso de entrada en carga, las solicitaciones son variables ya que dependen de las acciones estáticas. Esto significa que el trabajo de las solicitaciones es también variable hasta alcanzar el equilibrio

Acciones exteriores
en la estructura
(Acciones estáticas)

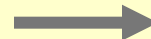


Trabajo exterior de una acción exterior:

$$\frac{\text{Valor máx de acción exterior} \times \text{Movimiento total de la acción}}{2}$$



Solicitaciones
(Solicitaciones estáticas)



Trabajo de una solicitación:

$$\frac{\text{Valor máx de la solicitación} \times \text{Deformación total del elemento diferencial en la dirección de la solicitación}}{2}$$



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 3

Trabajo interno

Definición



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 3

Trabajo interno

Definición

Valor



Valor

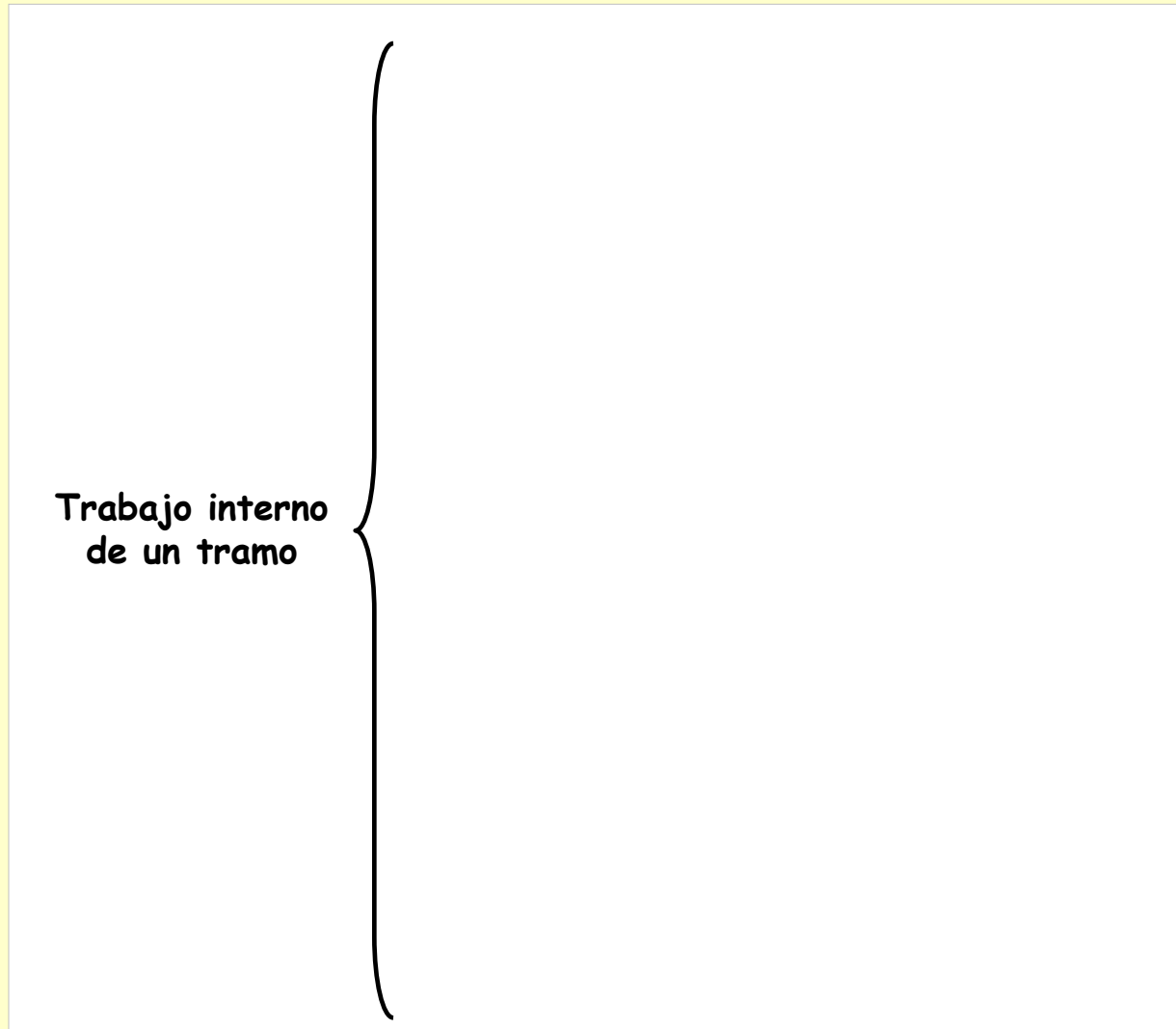


Valor

El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos

Valor

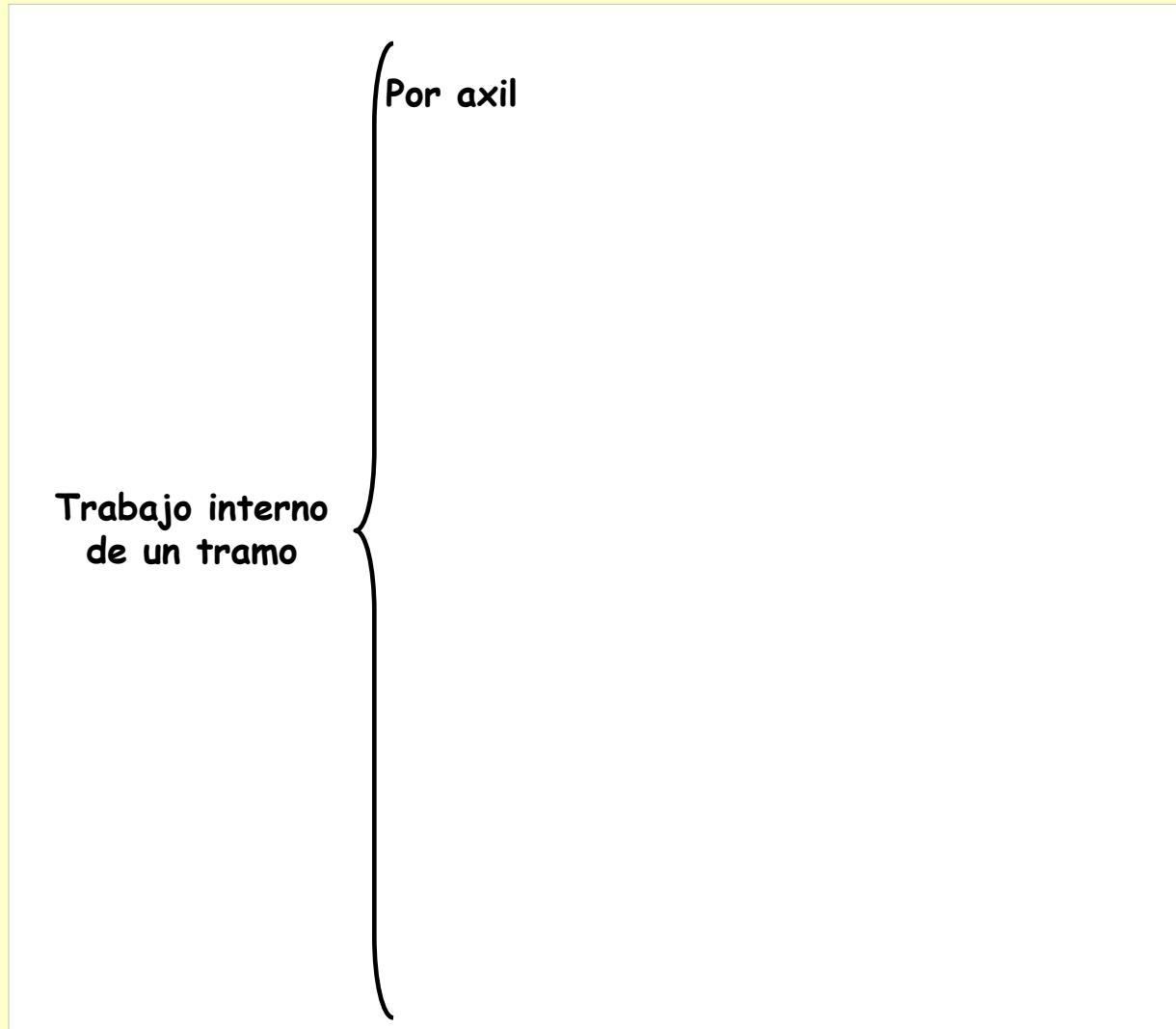
El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos





Valor

El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos





Valor

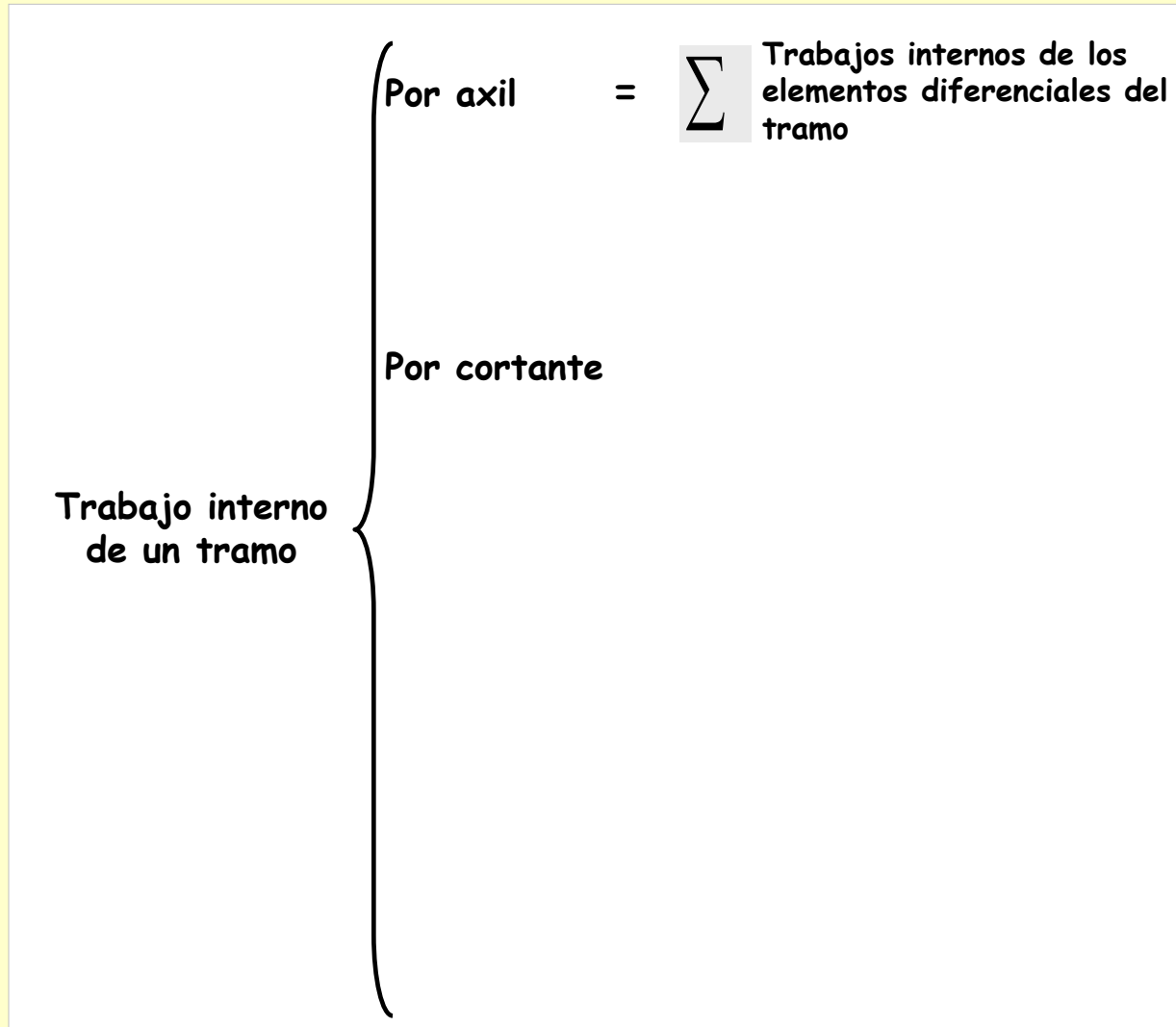
El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos

$$\left. \begin{array}{l} \text{Trabajo interno} \\ \text{de un tramo} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Por axil} \\ = \sum \text{Trabajos internos de los} \\ \text{elementos diferenciales del} \\ \text{tramo} \end{array}$$



Valor

El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos





Valor

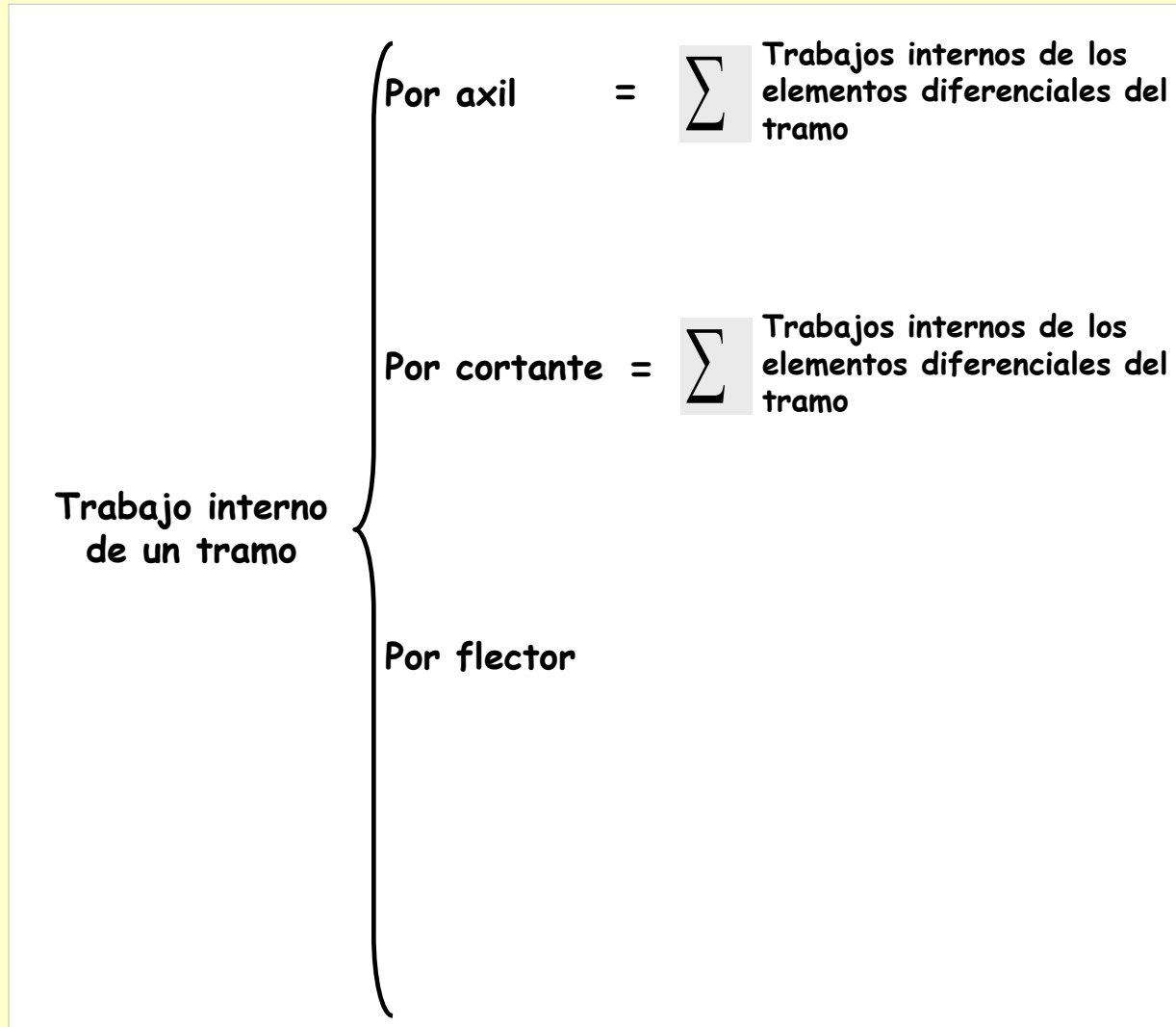
El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos

$$\left. \begin{array}{l} \text{Trabajo interno} \\ \text{de un tramo} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Por axil} = \sum \text{Trabajos internos de los} \\ \text{elementos diferenciales del} \\ \text{tramo} \\ \\ \text{Por cortante} = \sum \text{Trabajos internos de los} \\ \text{elementos diferenciales del} \\ \text{tramo} \end{array}$$



Valor

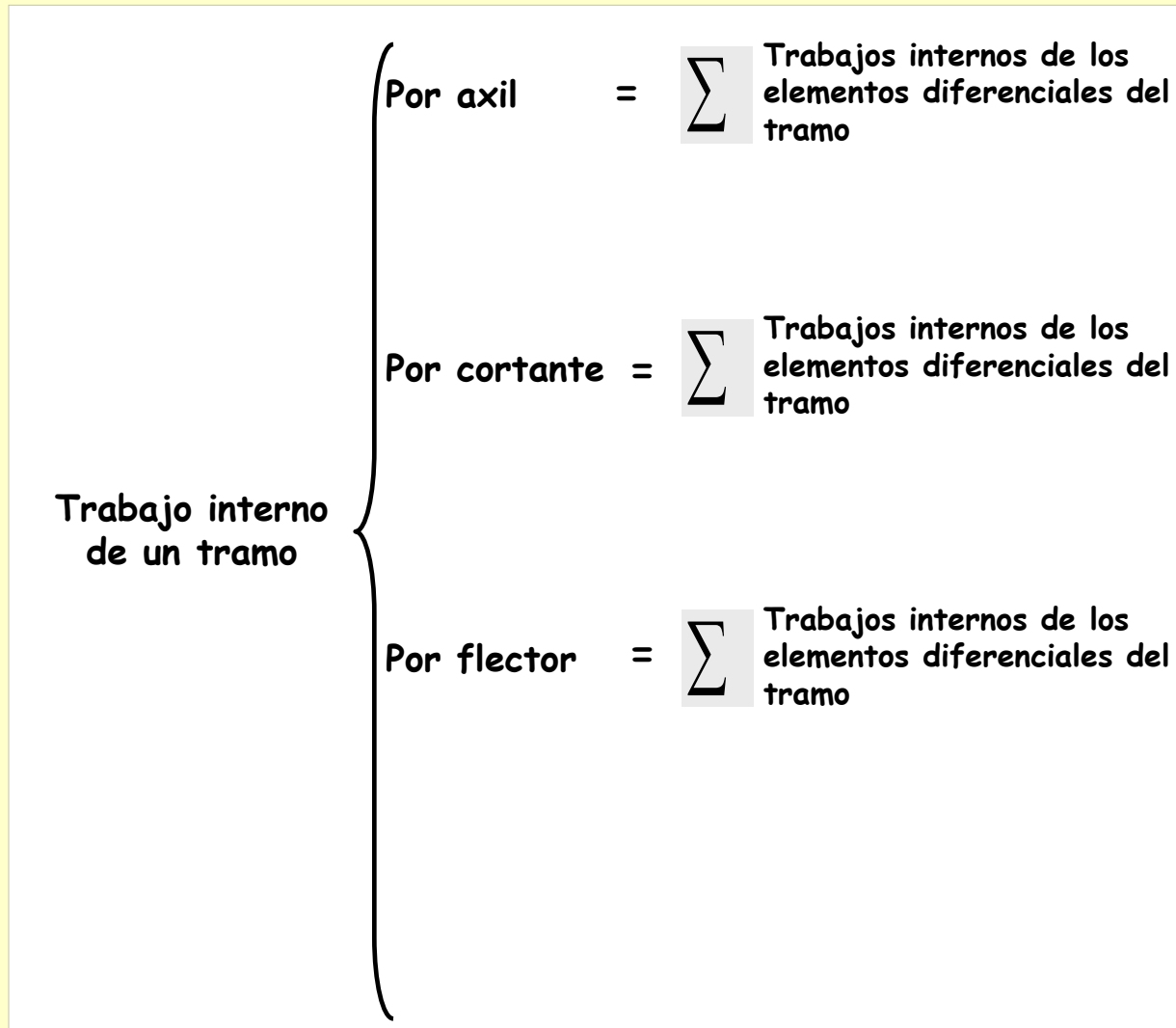
El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos





Valor

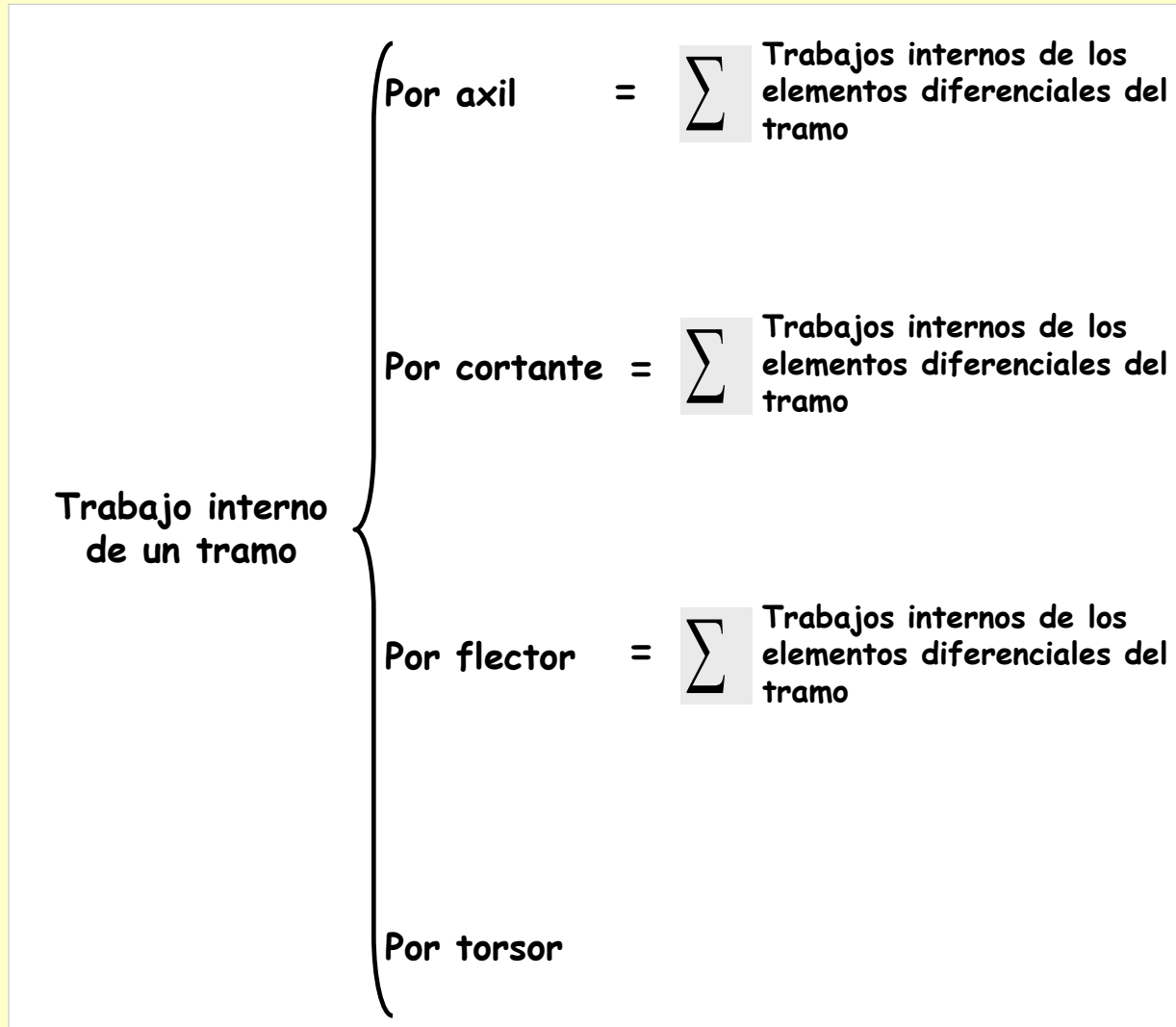
El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos





Valor

El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos



Valor

El trabajo interno de una estructura es la suma de los trabajos de sus tramos

$$\begin{array}{l} \text{Trabajo interno} \\ \text{de un tramo} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{Por axil} = \sum \text{Trabajos internos de los} \\ \text{elementos diferenciales del} \\ \text{tramo} \\ \\ \text{Por cortante} = \sum \text{Trabajos internos de los} \\ \text{elementos diferenciales del} \\ \text{tramo} \\ \\ \text{Por flector} = \sum \text{Trabajos internos de los} \\ \text{elementos diferenciales del} \\ \text{tramo} \\ \\ \text{Por torsor} = \sum \text{Trabajos internos de los} \\ \text{elementos diferenciales del} \\ \text{tramo} \end{array} \right.$$



Introducción





Introducción





Introducción





De un elemento diferencial



De un elemento diferencial

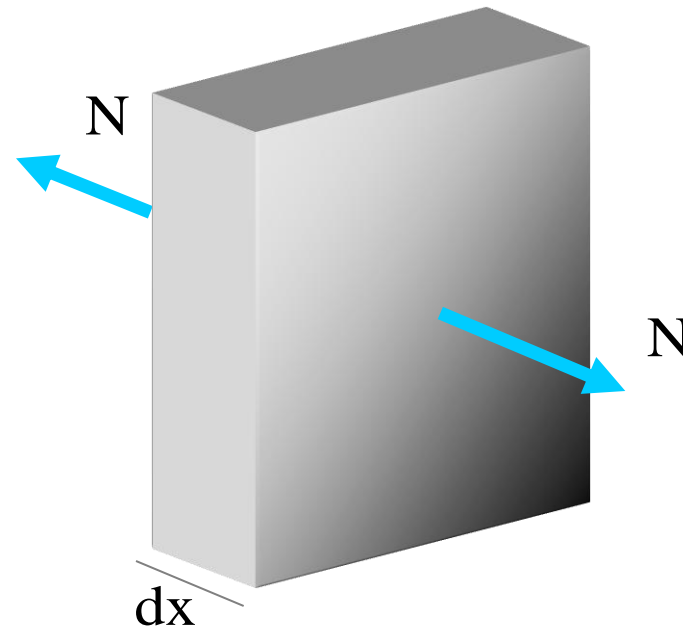
Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Elemento
diferencial

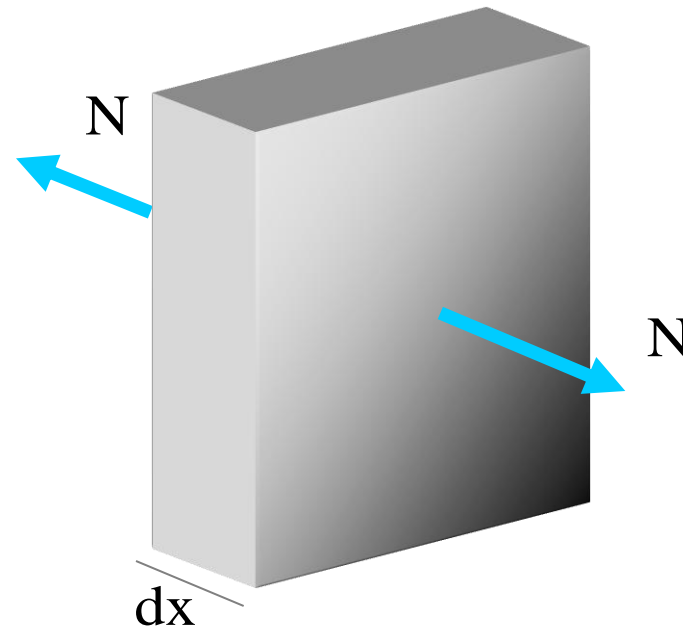




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de
deformación

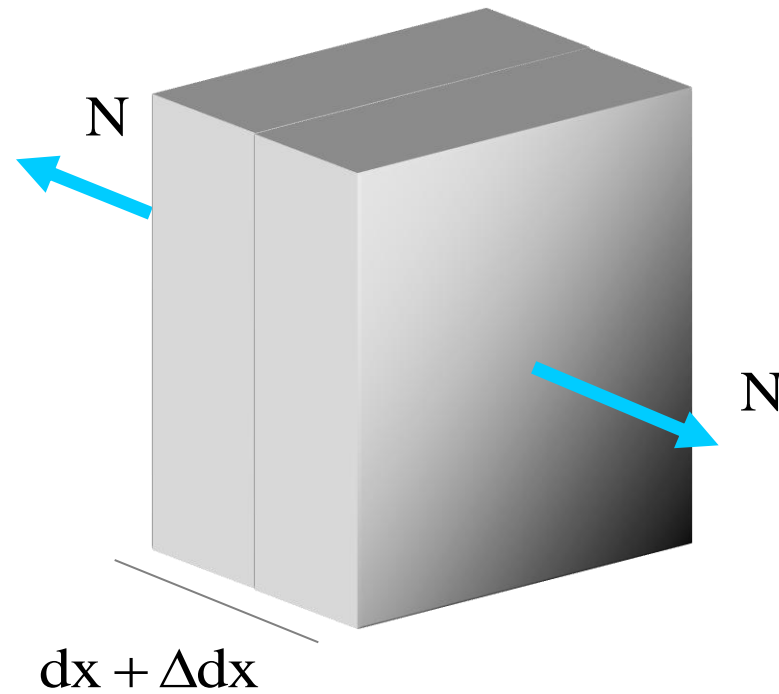




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de
deformación

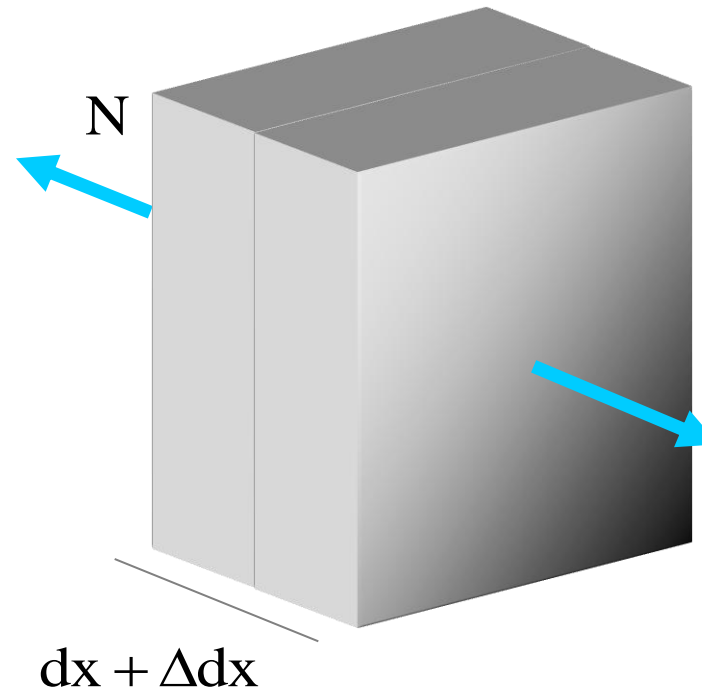




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación

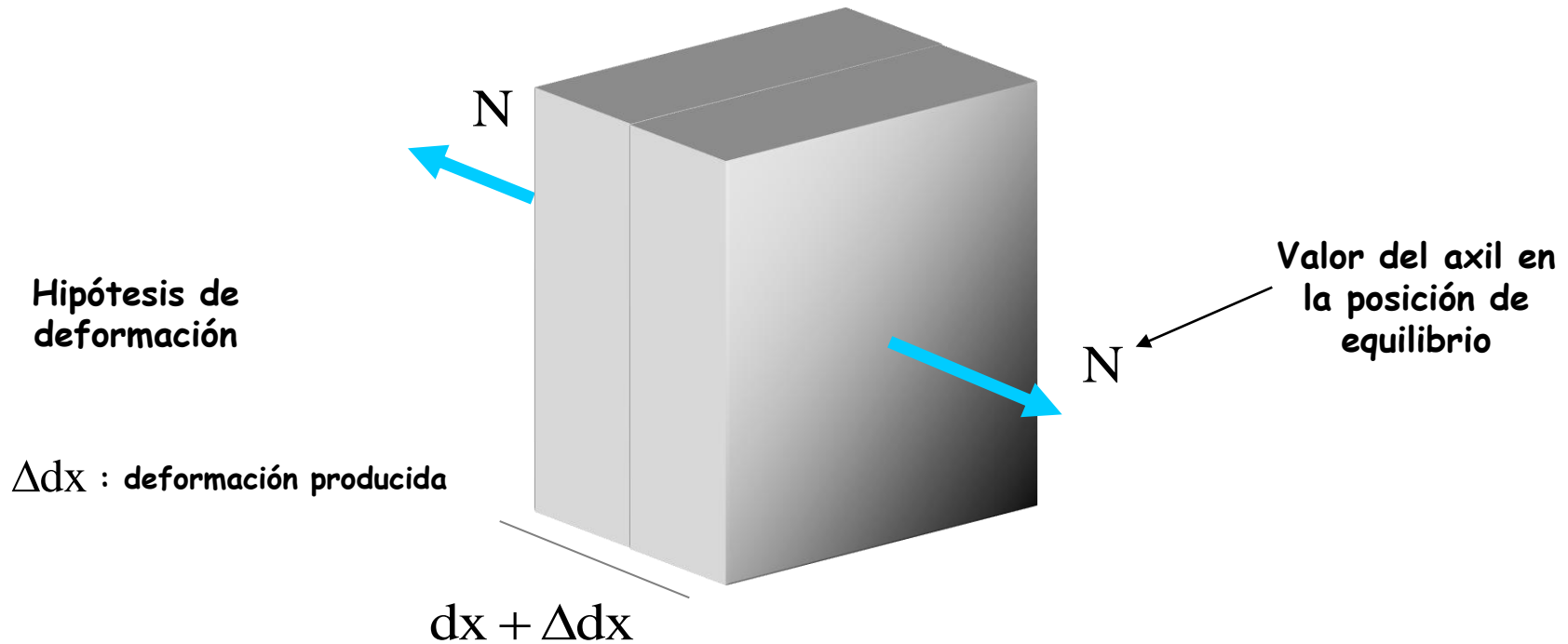


Valor del axil en la posición de equilibrio

N

De un elemento diferencial

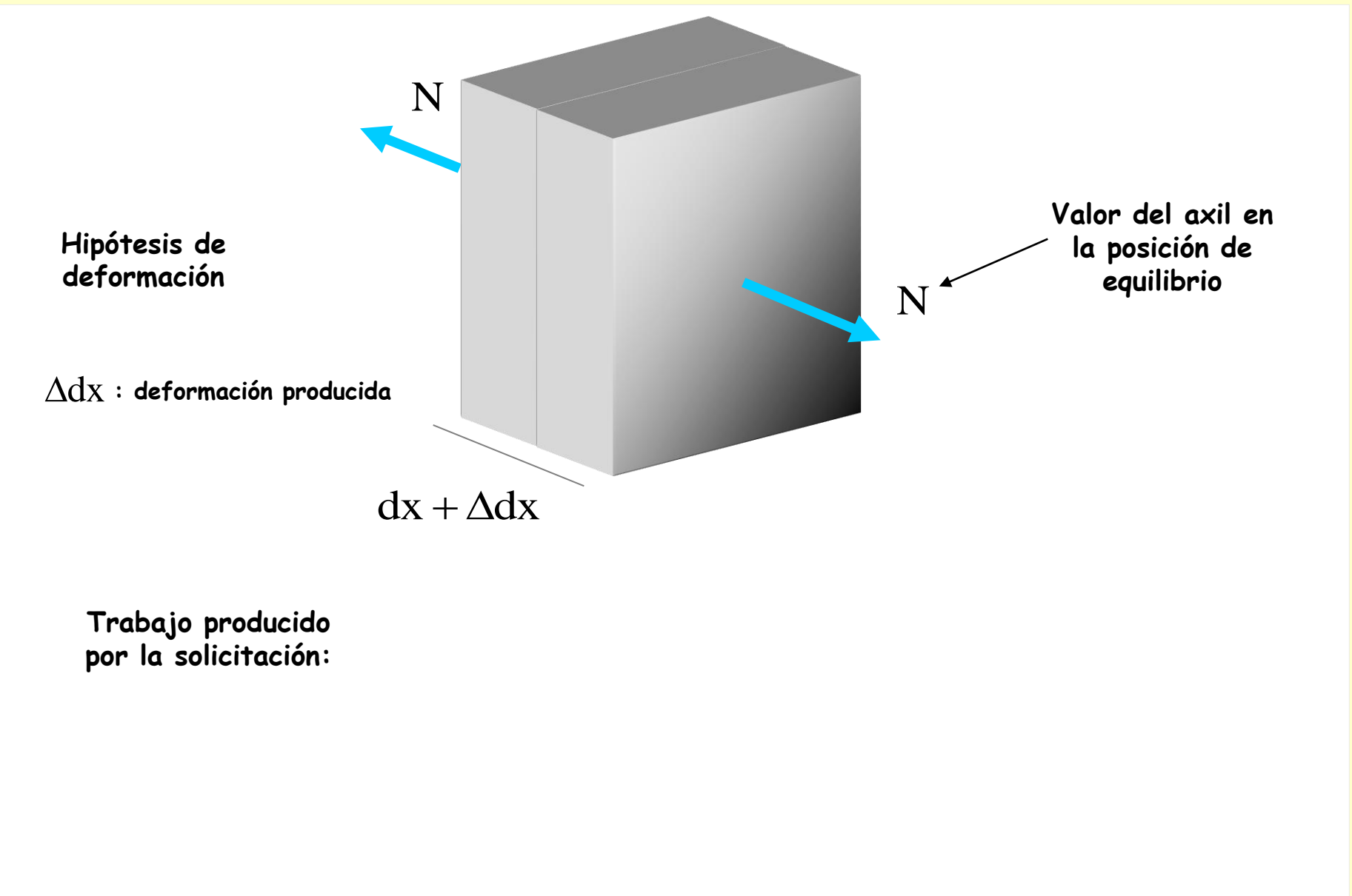
Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli





De un elemento diferencial

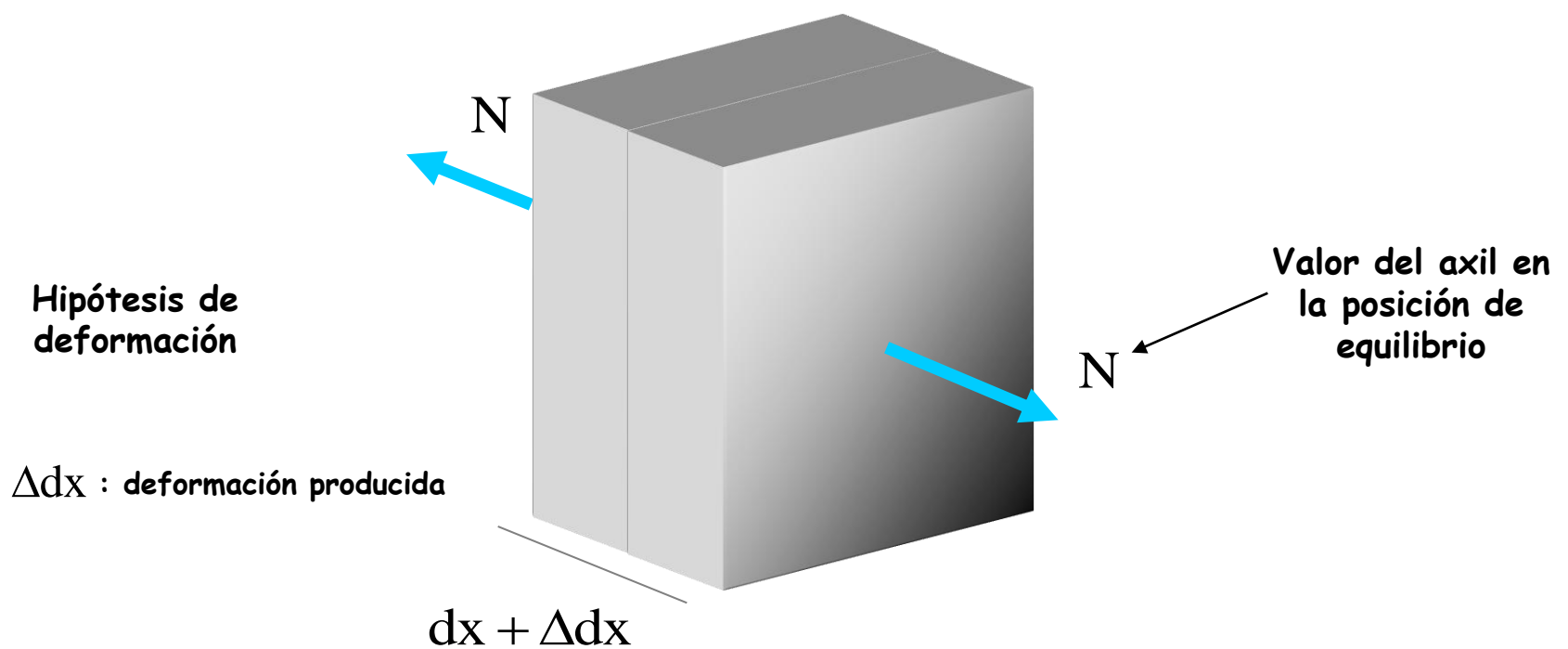
Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli





De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

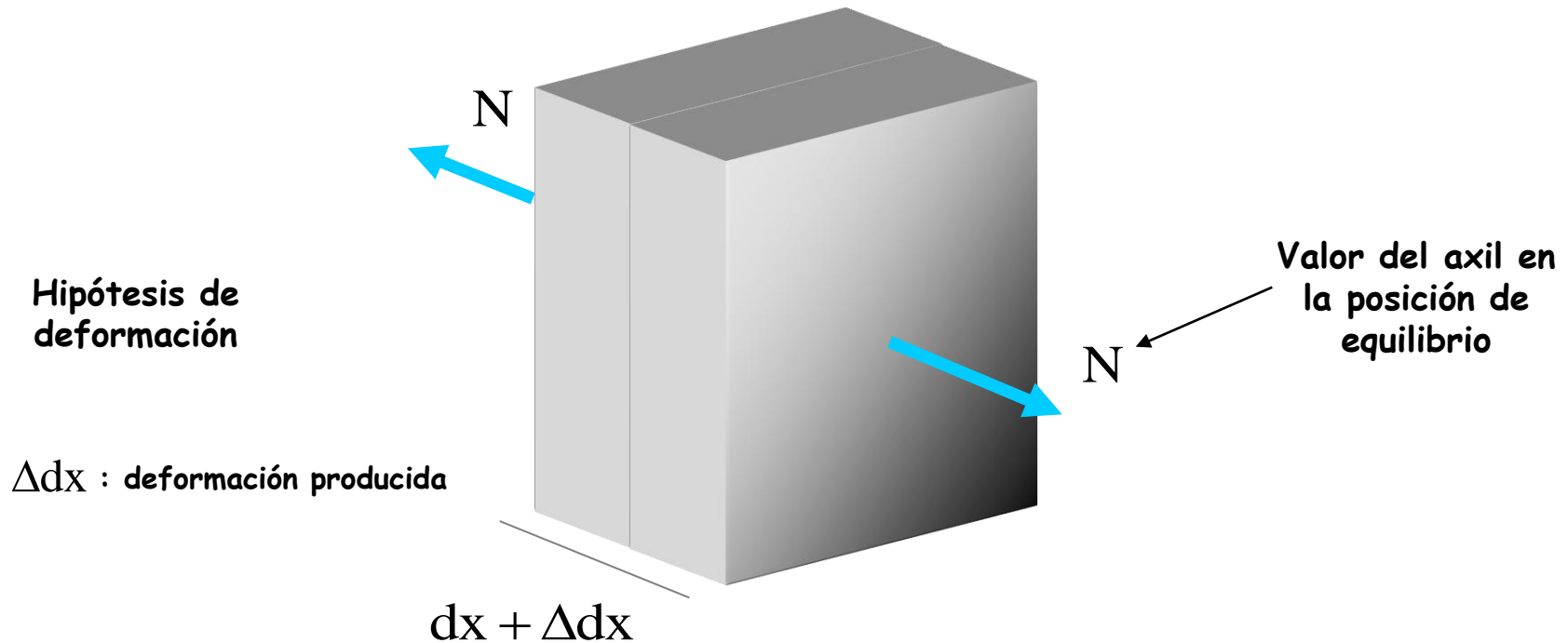


Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_N = dU_N = \frac{N \cdot \Delta dx}{2}$$

De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli



Trabajo producido por la sollicitación:

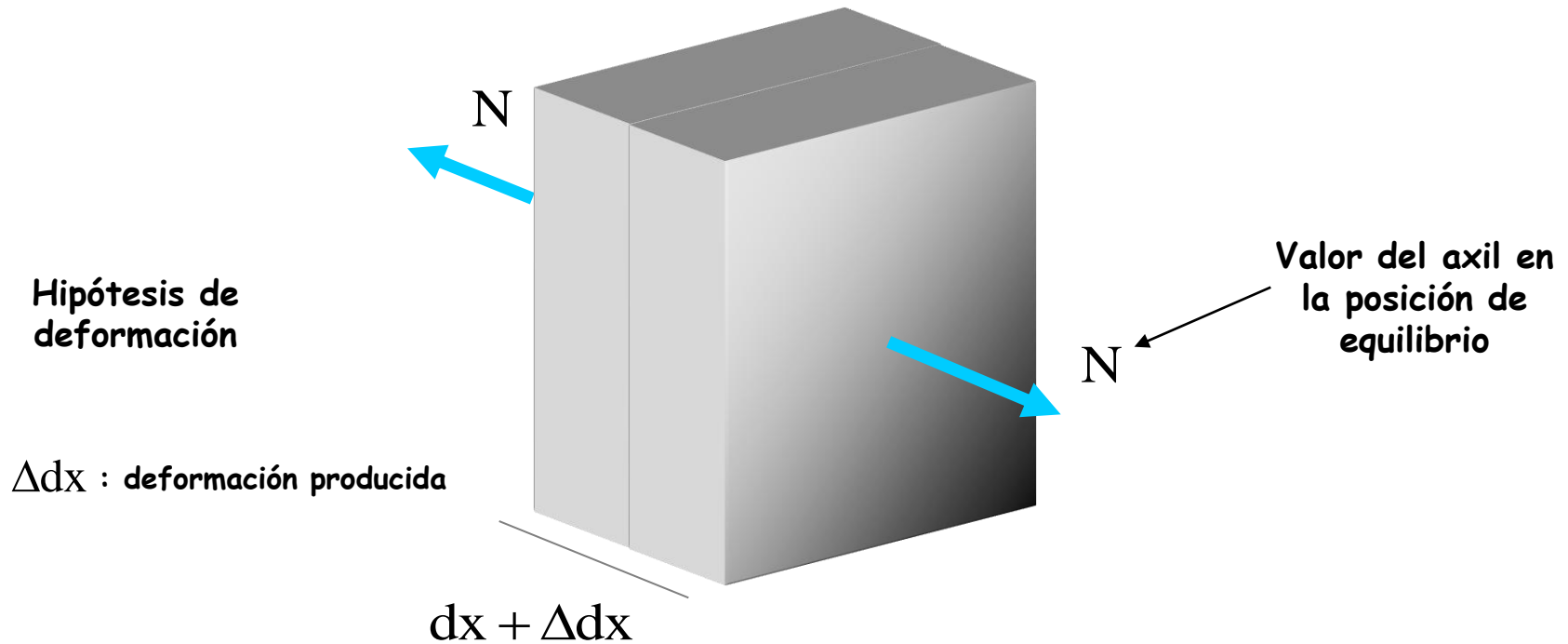
$$dW_N = dU_N = \frac{N \cdot \Delta dx}{2}$$

Ley de Hooke:



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernouilli



Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_N = dU_N = \frac{N \cdot \Delta dx}{2}$$

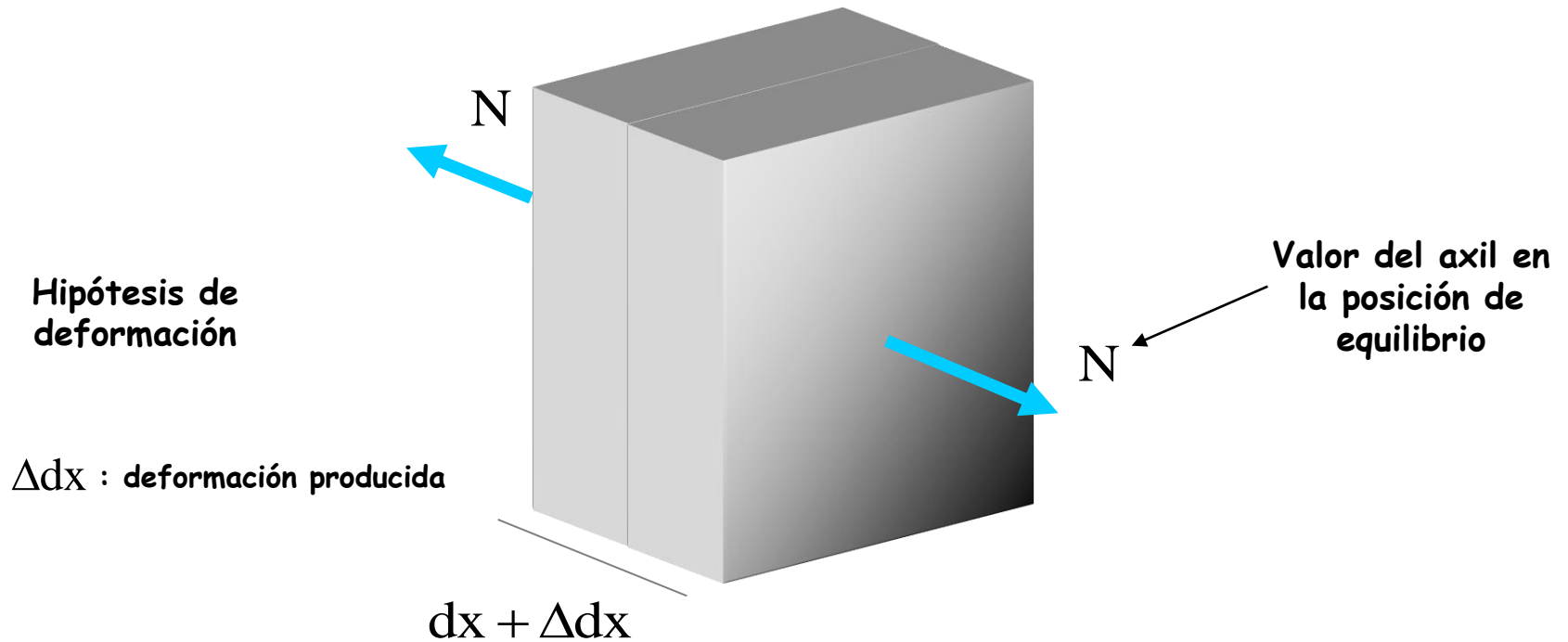
Ley de Hooke:

$$\Delta dx = \frac{N \cdot dx}{E \cdot A}$$



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli



Trabajo producido por la sollicitación: $dW_N = dU_N = \frac{N \cdot \Delta dx}{2}$

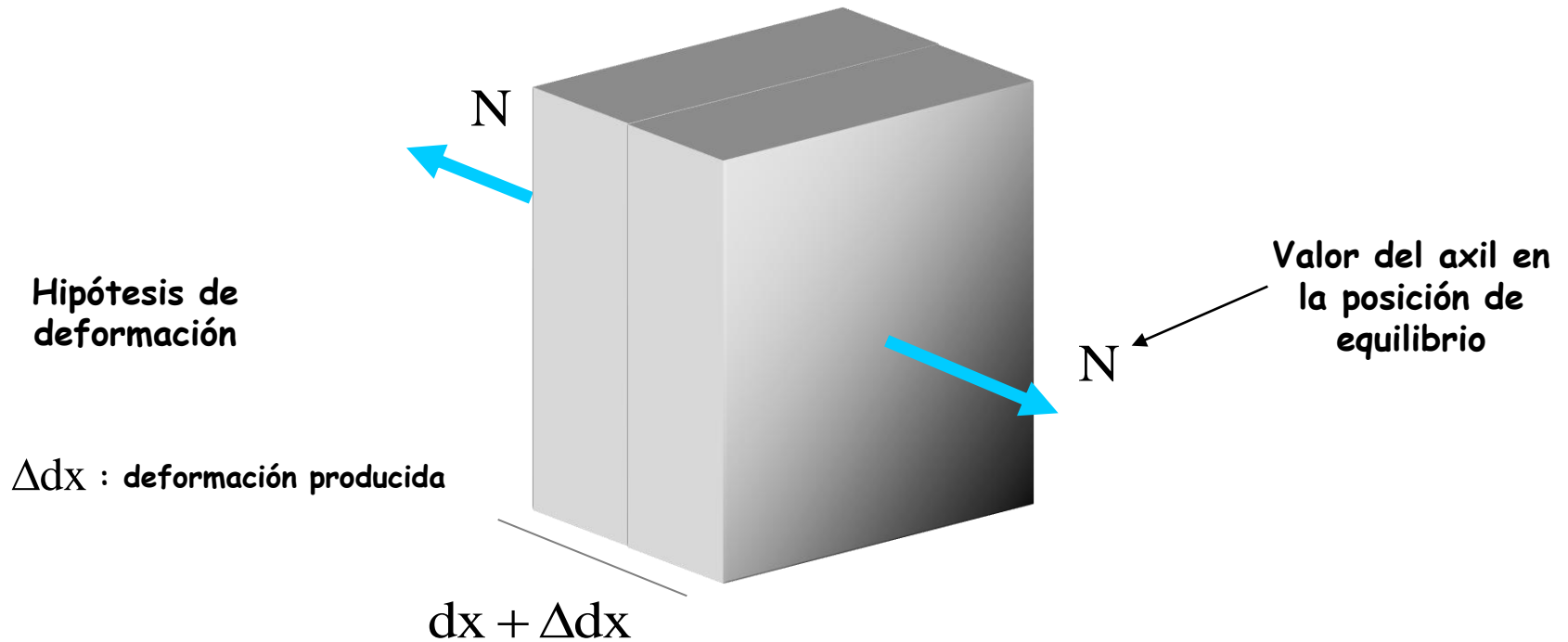
Ley de Hooke: $\Delta dx = \frac{N \cdot dx}{E \cdot A}$

$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli



Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_N = dU_N = \frac{N \cdot \Delta dx}{2}$$

Ley de Hooke:

$$\Delta dx = \frac{N \cdot dx}{E \cdot A}$$

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

Trabajo producido



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial

Valor



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor



De un tramo

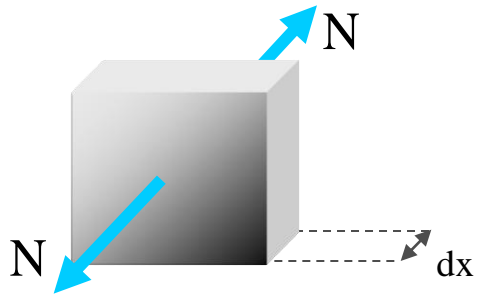


De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales

De un tramo

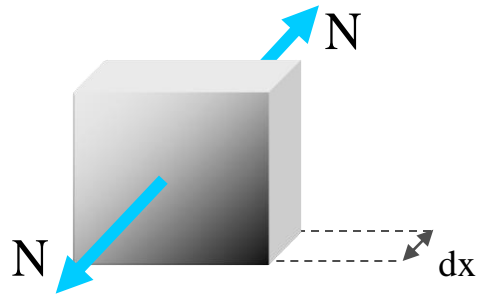
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Elemento diferencial

De un tramo

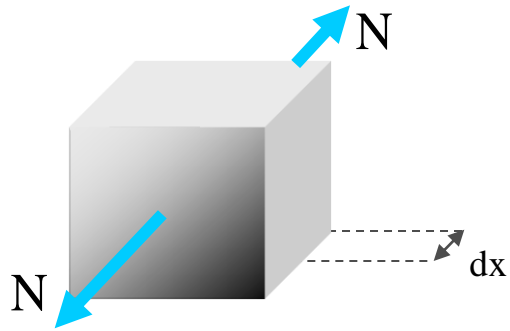
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

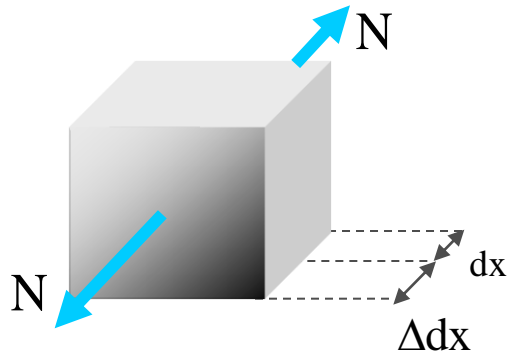
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

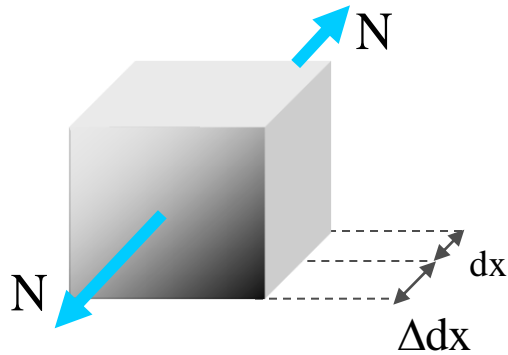
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales

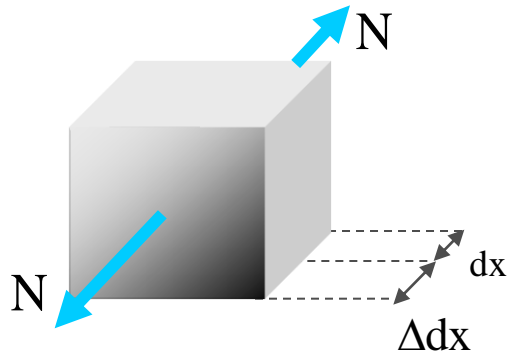


Deformación del elemento

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



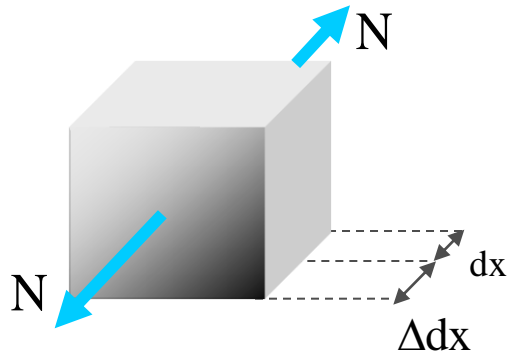
Deformación del elemento

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

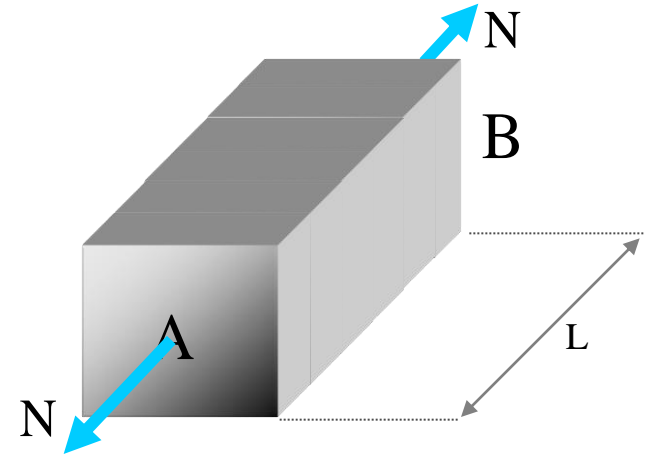
Trabajo por axil en un elemento diferencial

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento



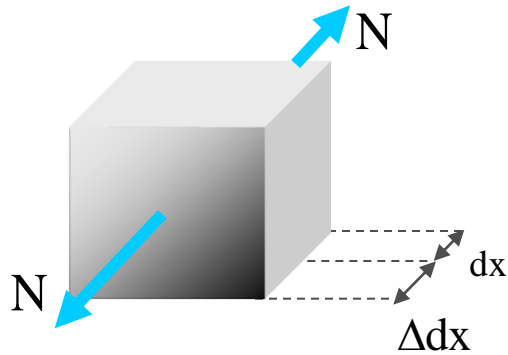
Tramo lineal

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

Trabajo por axil en un elemento diferencial

De un tramo

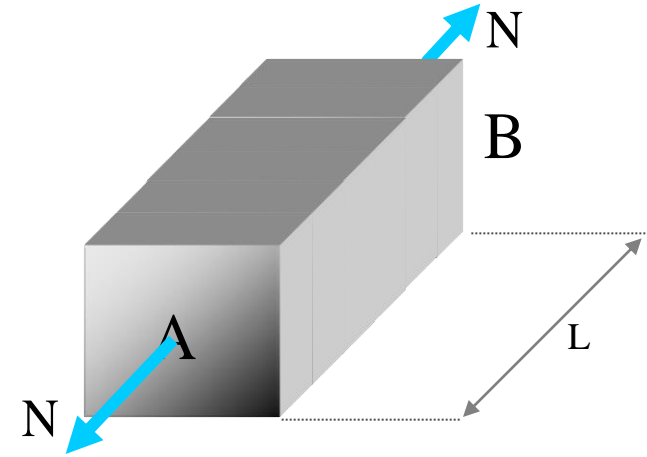
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

Trabajo por axil en un elemento diferencial

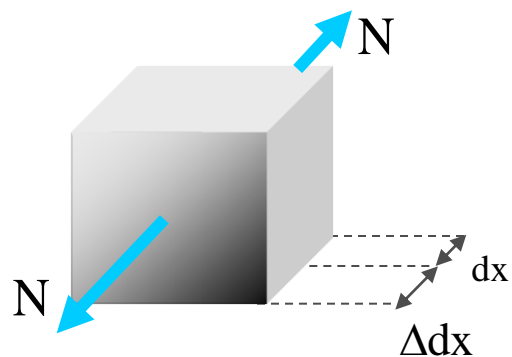


Deformación del tramo

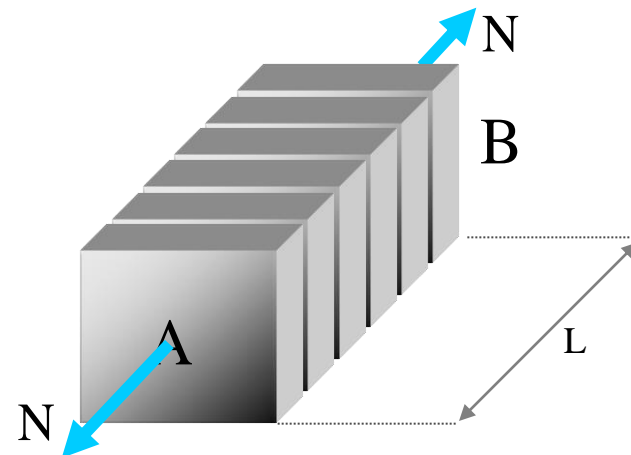


De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento



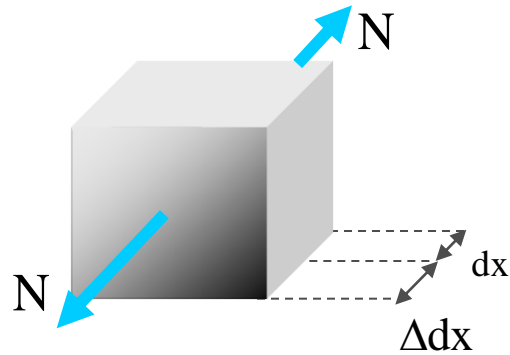
Deformación del tramo

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

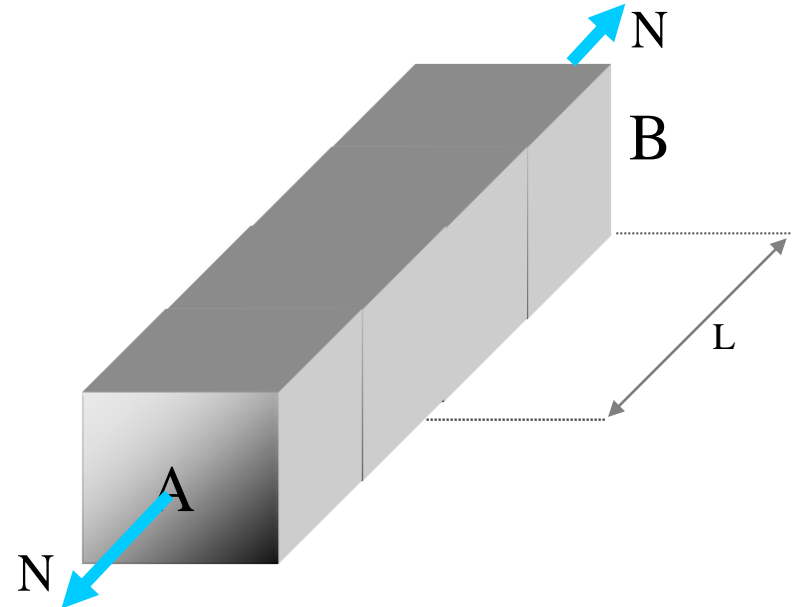
Trabajo por axil en un elemento diferencial

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento



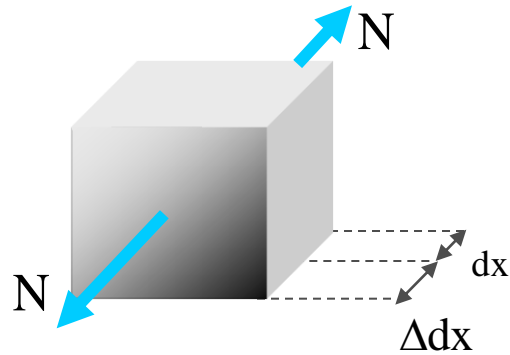
Deformación del tramo

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

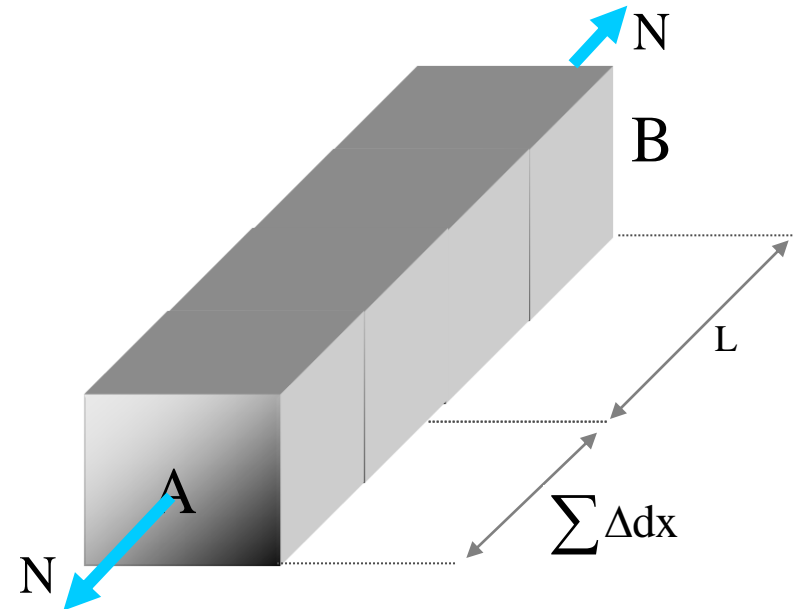
Trabajo por axil en un elemento diferencial

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento



Deformación del tramo

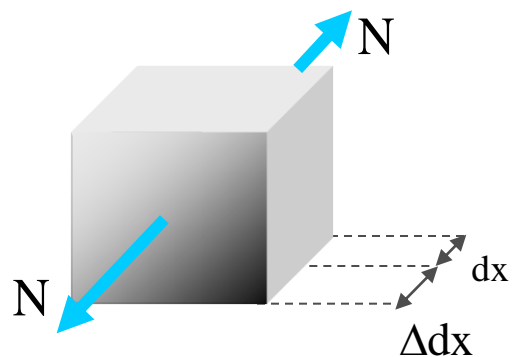
$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

Trabajo por axil en un elemento diferencial



De un tramo

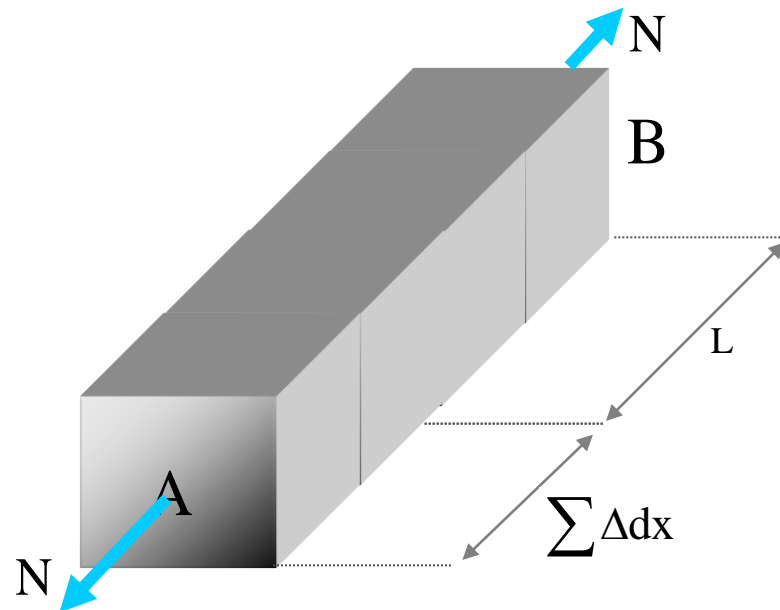
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

Trabajo por axil en un elemento diferencial



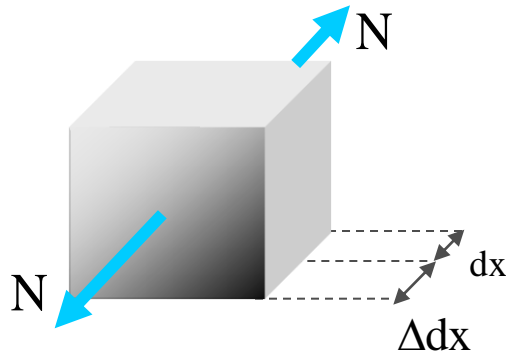
Deformación del tramo

$$U_N = \sum dU_N = \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$



De un tramo

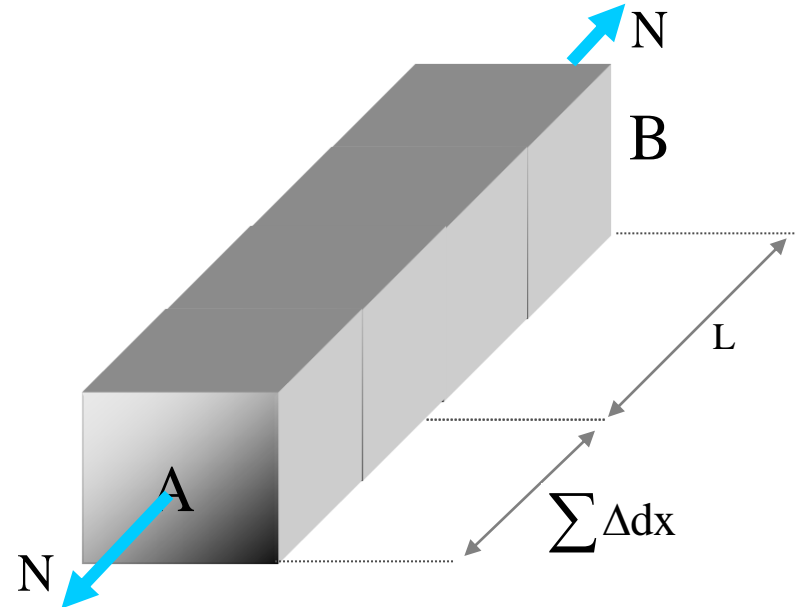
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_N = \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

Trabajo por axil en un elemento diferencial



Deformación del tramo

$$U_N = \sum dU_N = \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

Trabajo por axil
(se desprecia en los tramos viga)



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial



De un elemento diferencial



De un elemento diferencial

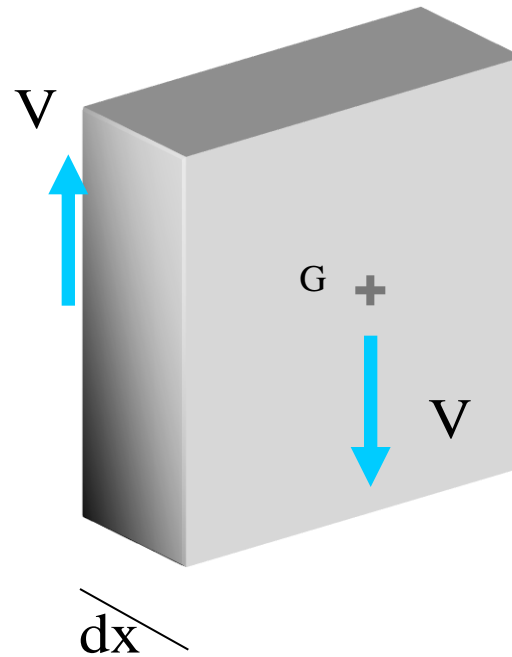
Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Elemento diferencial

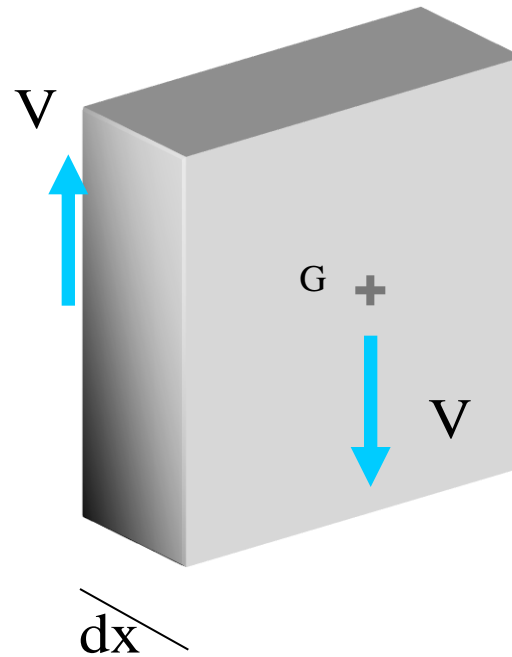




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de
deformación

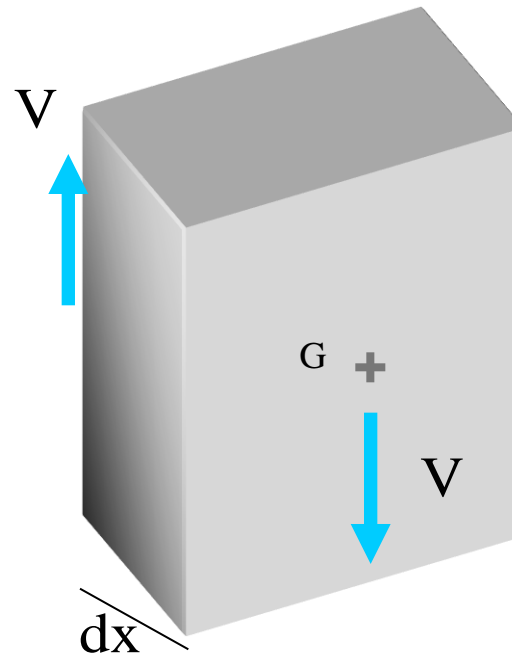




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de
deformación

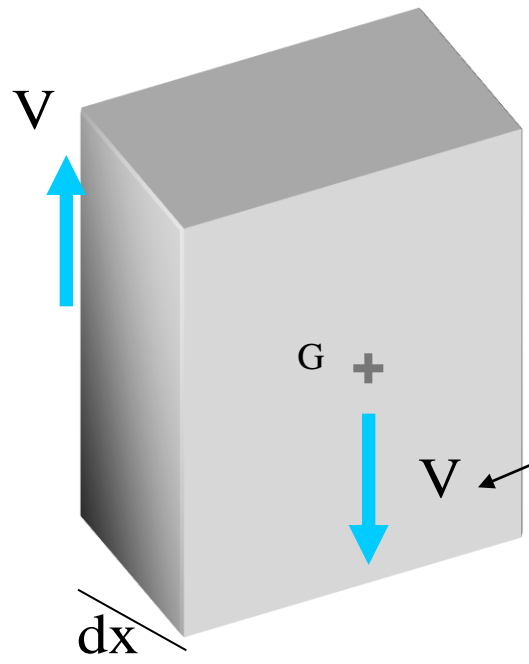




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



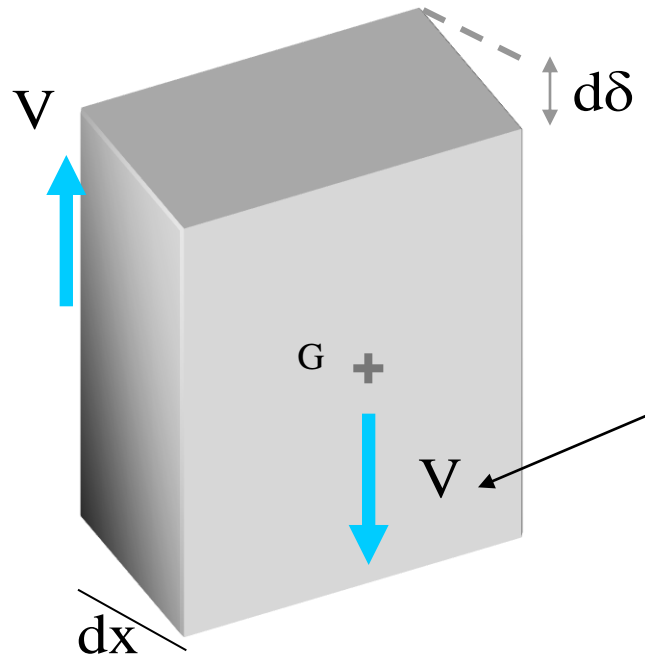
Valor del cortante en la posición de equilibrio



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



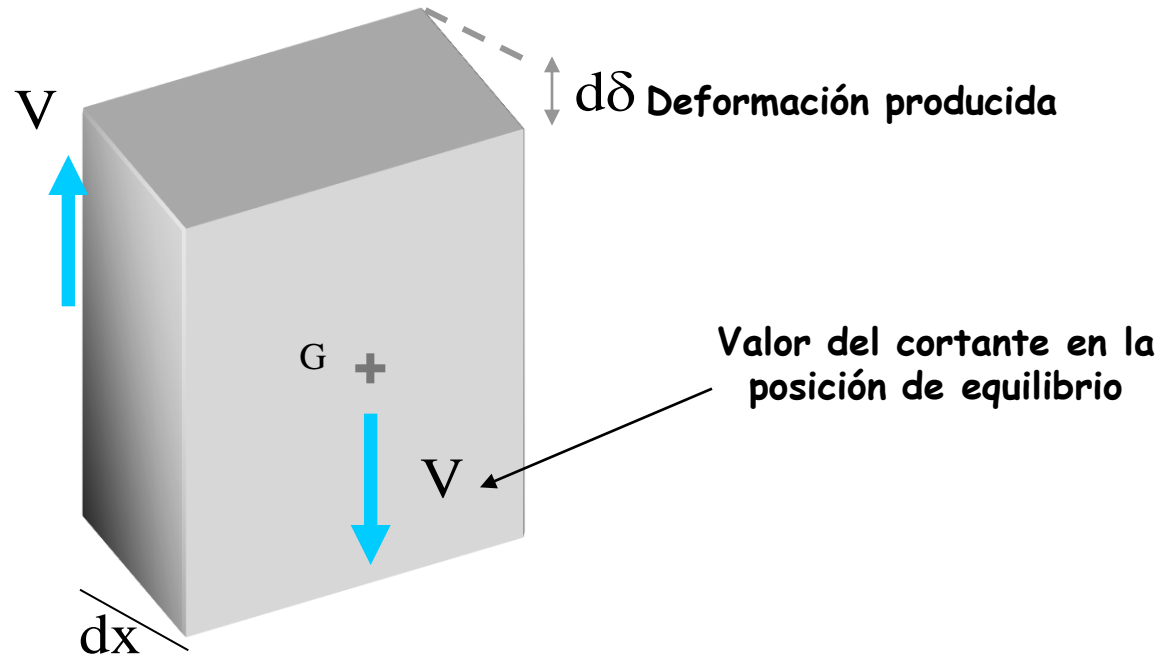
Valor del cortante en la posición de equilibrio



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación

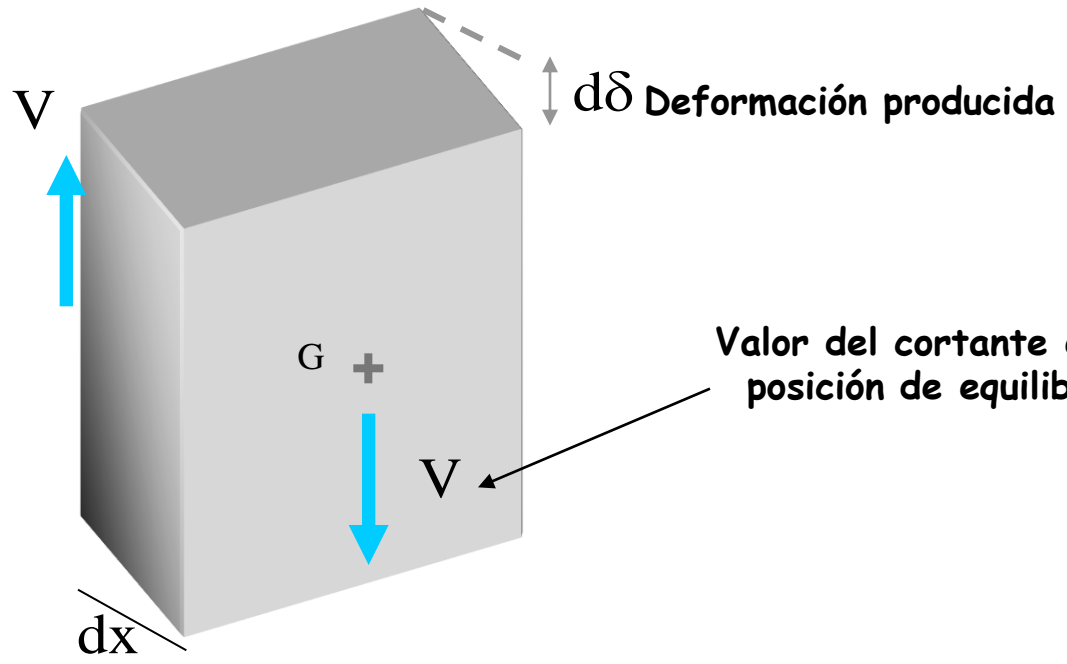




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



Valor del cortante en la posición de equilibrio

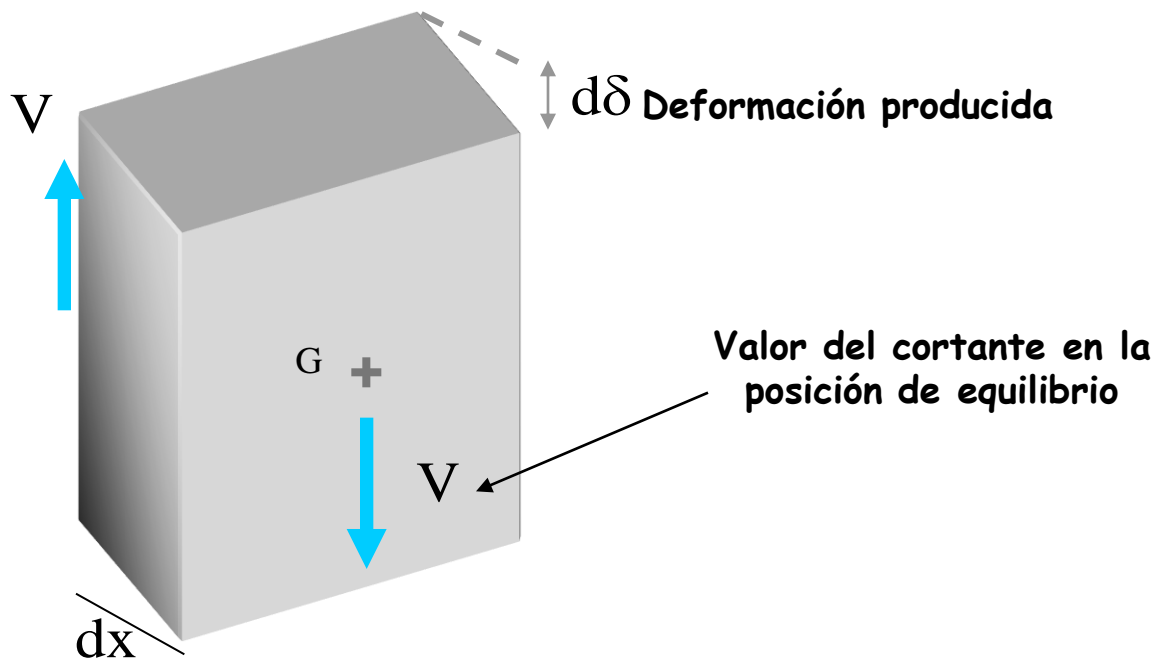
Trabajo producido por la sollicitación:



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



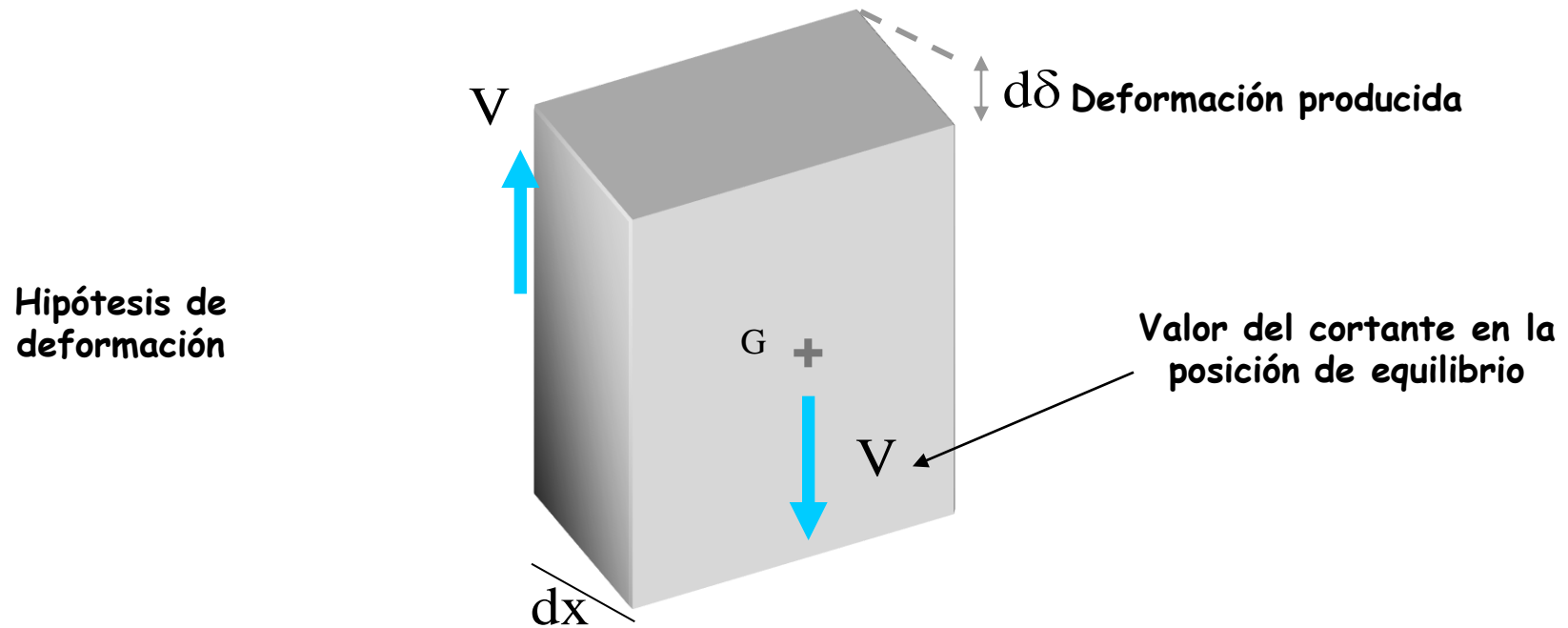
Valor del cortante en la posición de equilibrio

Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_v = dU_v = \frac{V \cdot d\delta}{2}$$

De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli



Trabajo producido por la sollicitación:

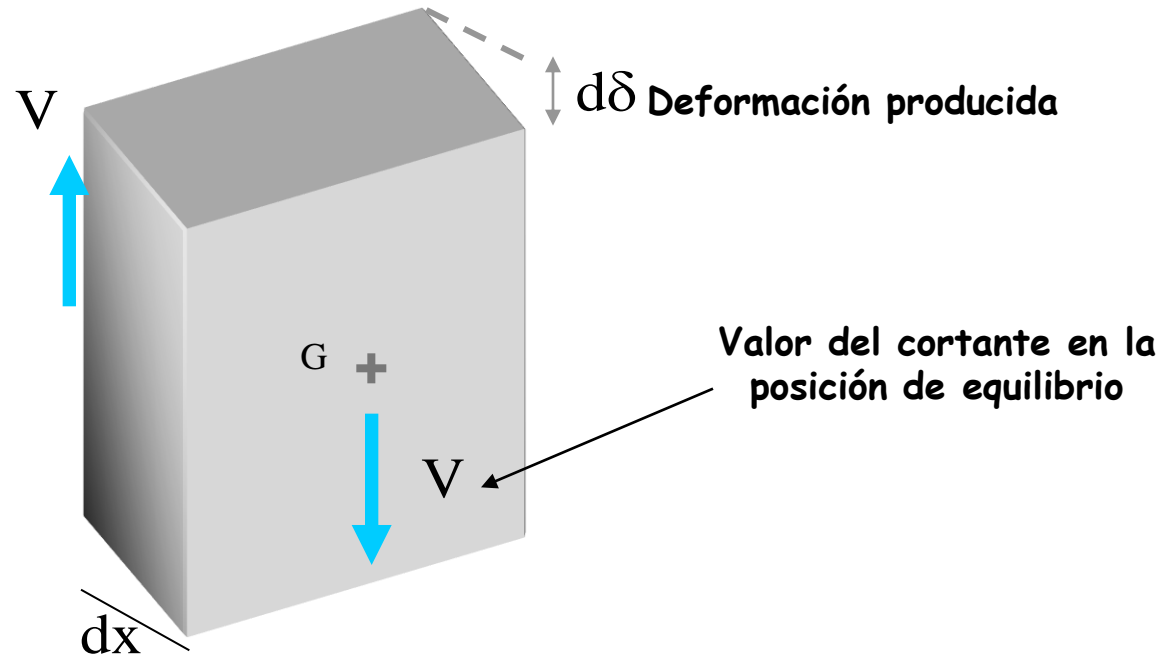
$$dW_v = dU_v = \frac{V \cdot d\delta}{2}$$

Ley de Hooke:

De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_v = dU_v = \frac{V \cdot d\delta}{2}$$

Ley de Hooke:

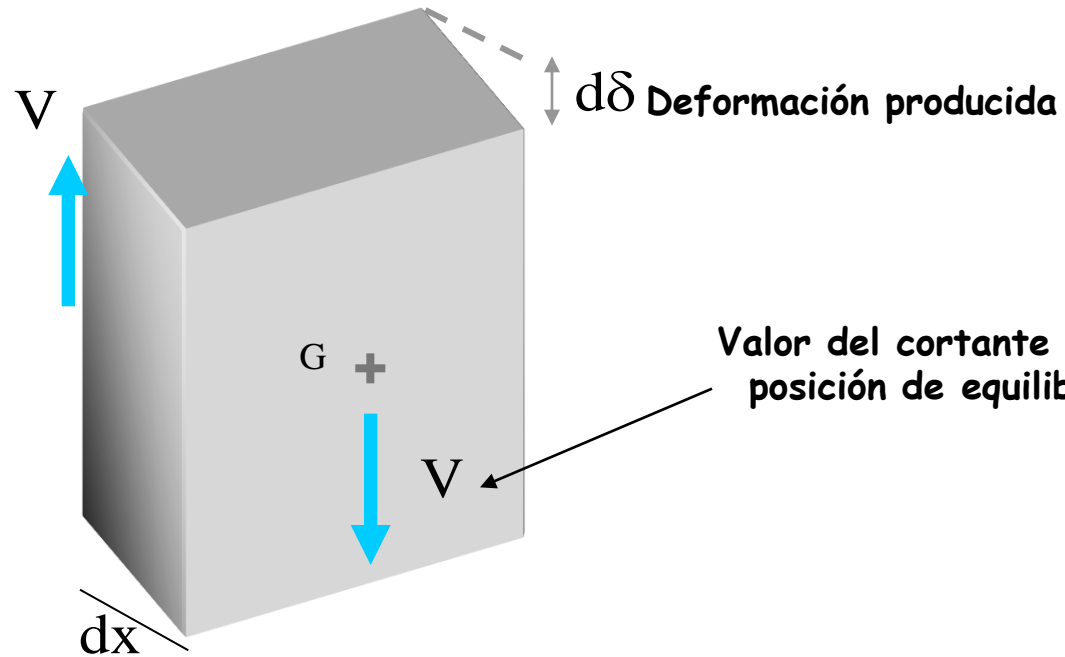
$$d\delta = \chi \cdot \frac{V \cdot dx}{G \cdot A}$$



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



Valor del cortante en la posición de equilibrio

Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_v = dU_v = \frac{V \cdot d\delta}{2}$$

Ley de Hooke:

$$d\delta = \chi \cdot \frac{V \cdot dx}{G \cdot A}$$

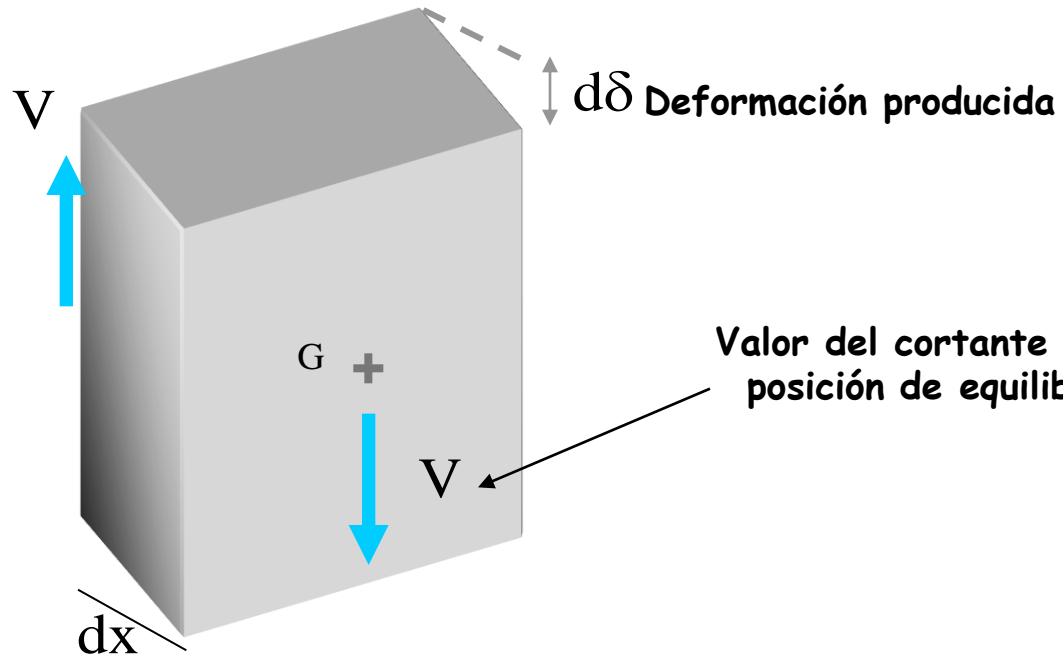
$$dU_v = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_v = dU_v = \frac{V \cdot d\delta}{2}$$

Ley de Hooke:

$$d\delta = \chi \cdot \frac{V \cdot dx}{G \cdot A}$$

$$dU_v = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo producido



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo



De un tramo



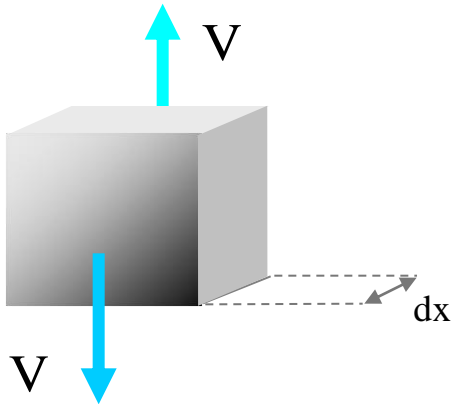
De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



De un tramo

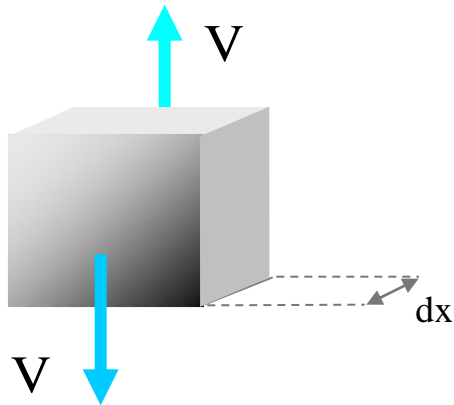
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Elemento diferencial

De un tramo

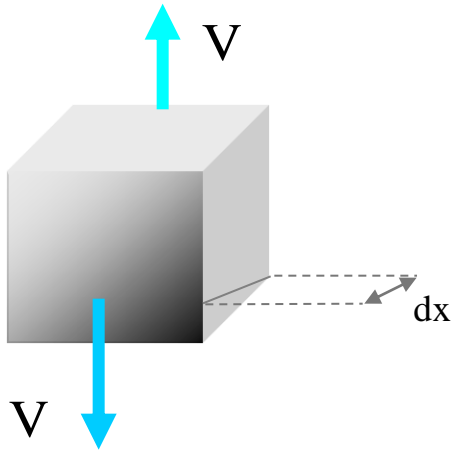
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

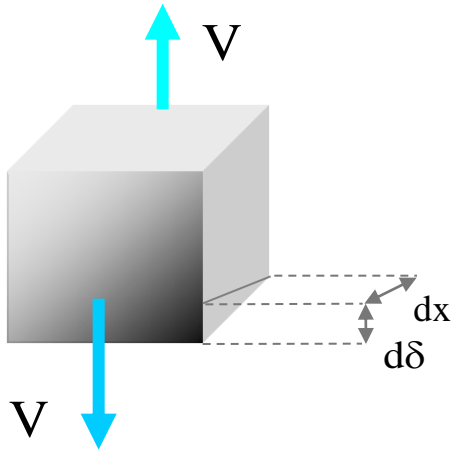
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

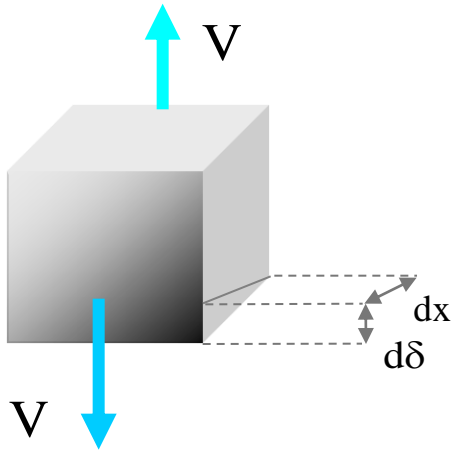
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales

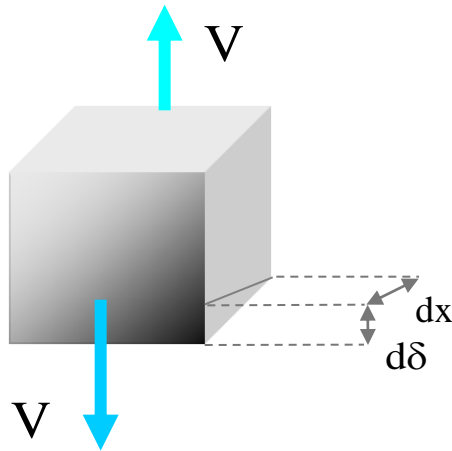


Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

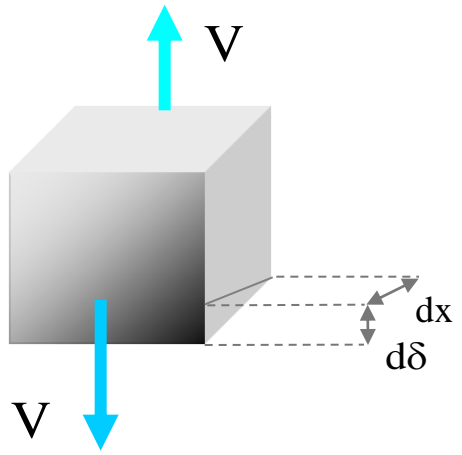
$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial



De un tramo

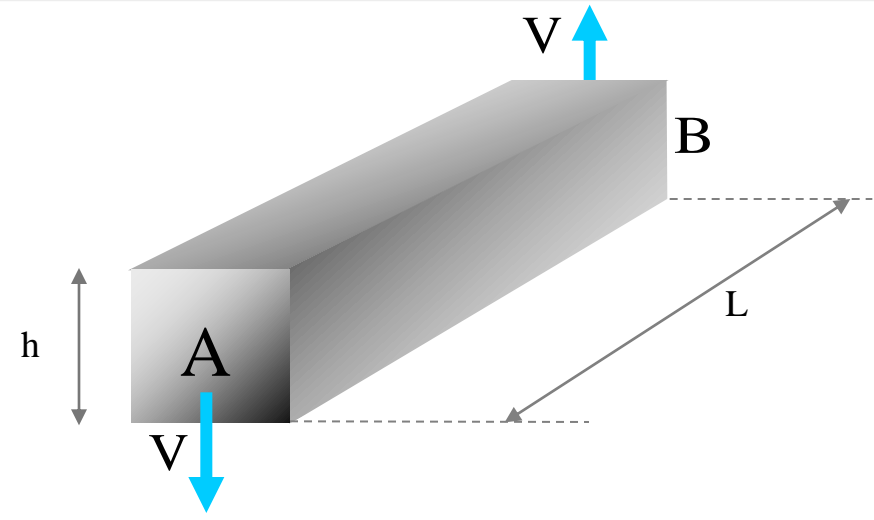
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial

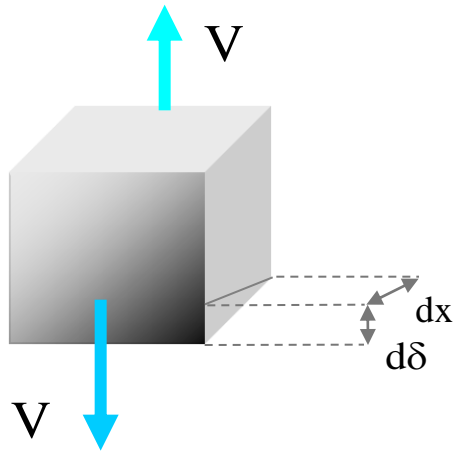


Tramo lineal



De un tramo

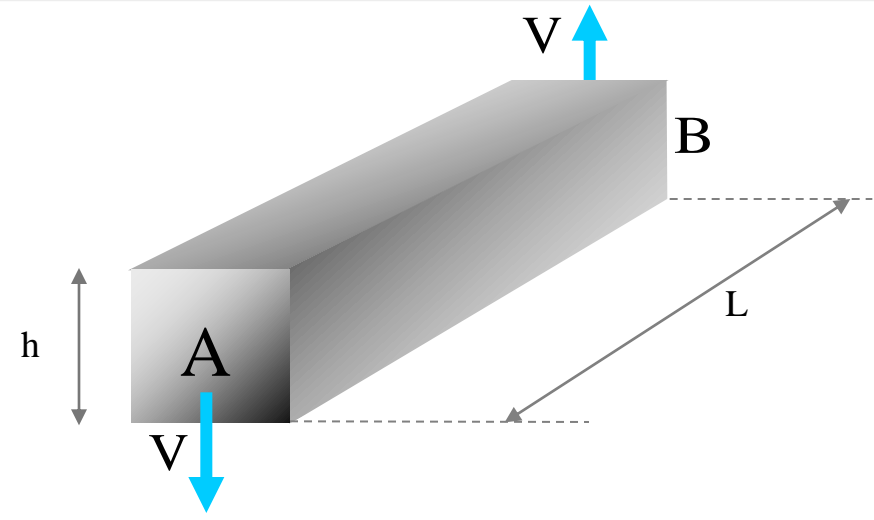
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial

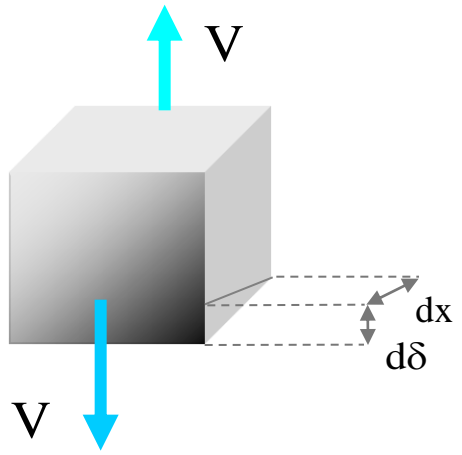


Deformación del tramo



De un tramo

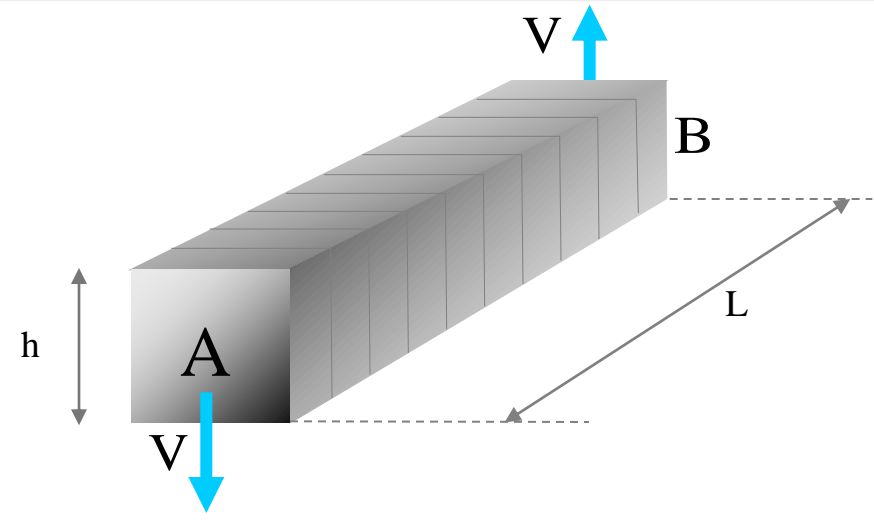
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_v = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial

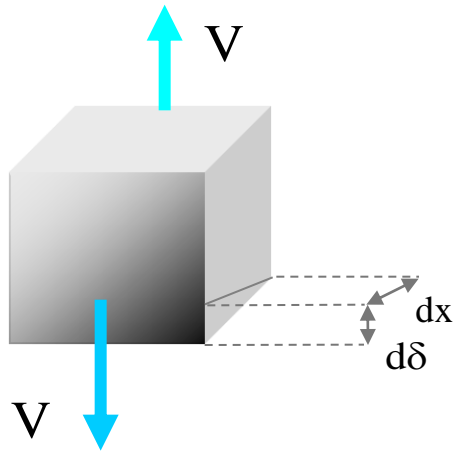


Deformación del tramo

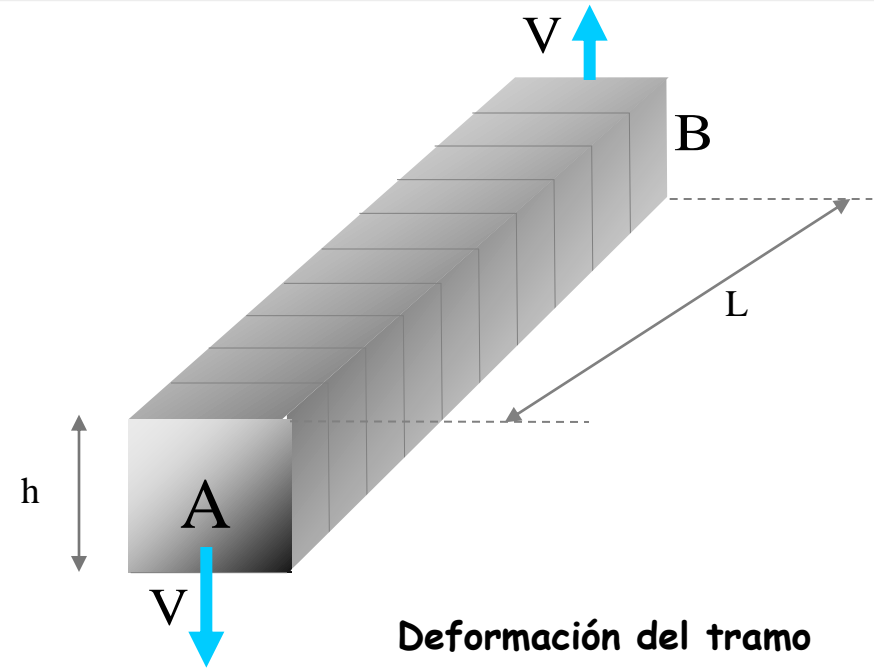


De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento



Deformación del tramo

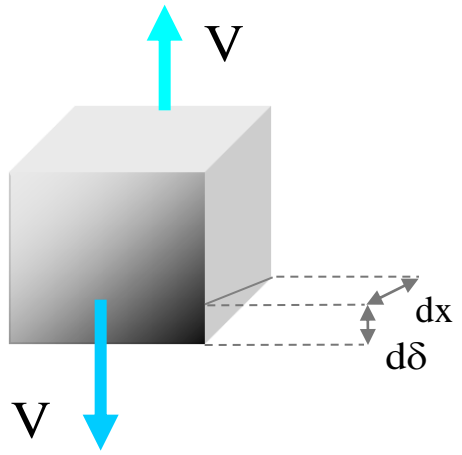
$$dU_v = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial

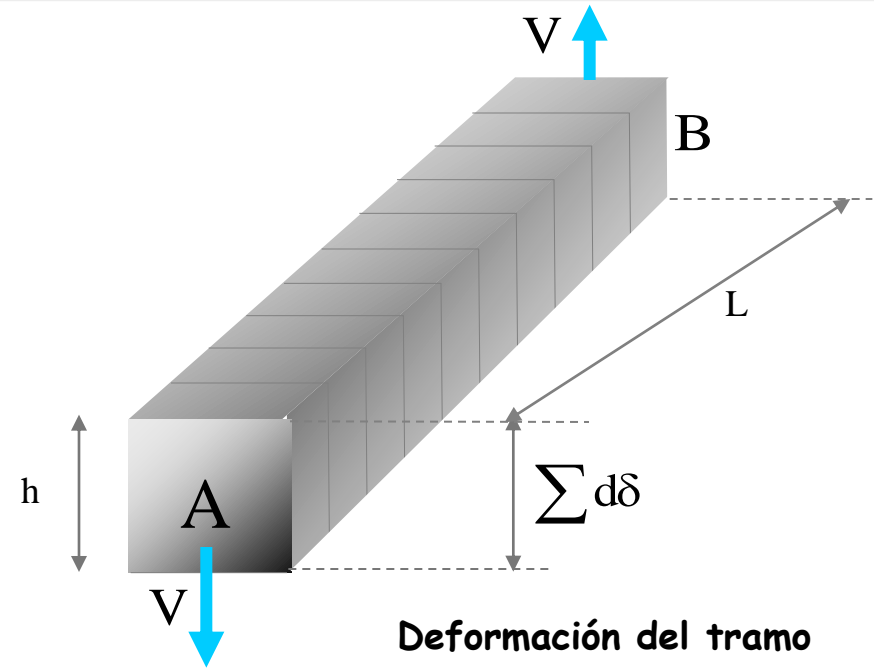


De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento



Deformación del tramo

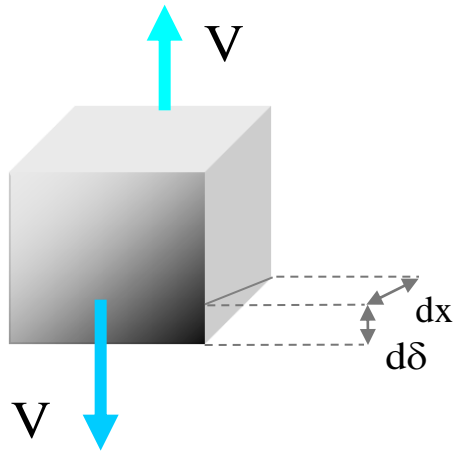
$$dU_v = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial



De un tramo

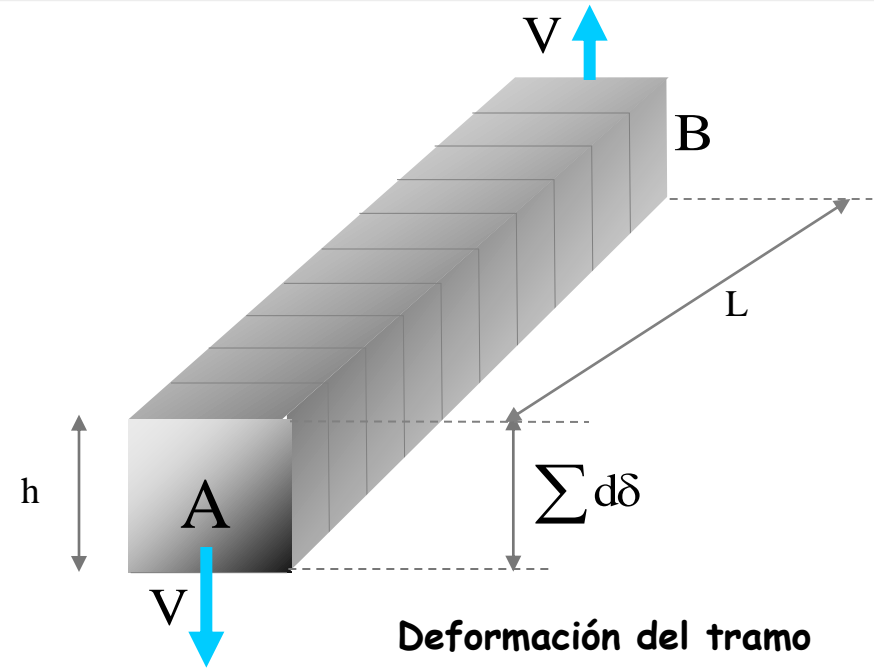
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial



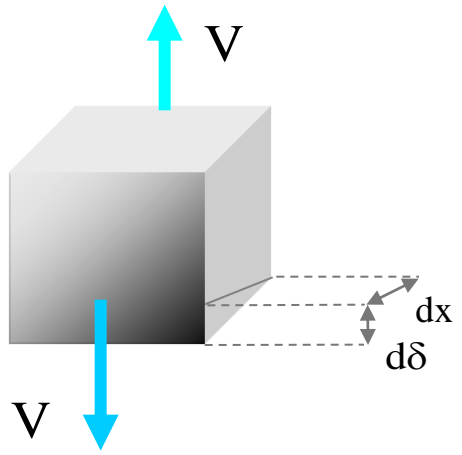
Deformación del tramo

$$U_V = \sum dU_V = \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$



De un tramo

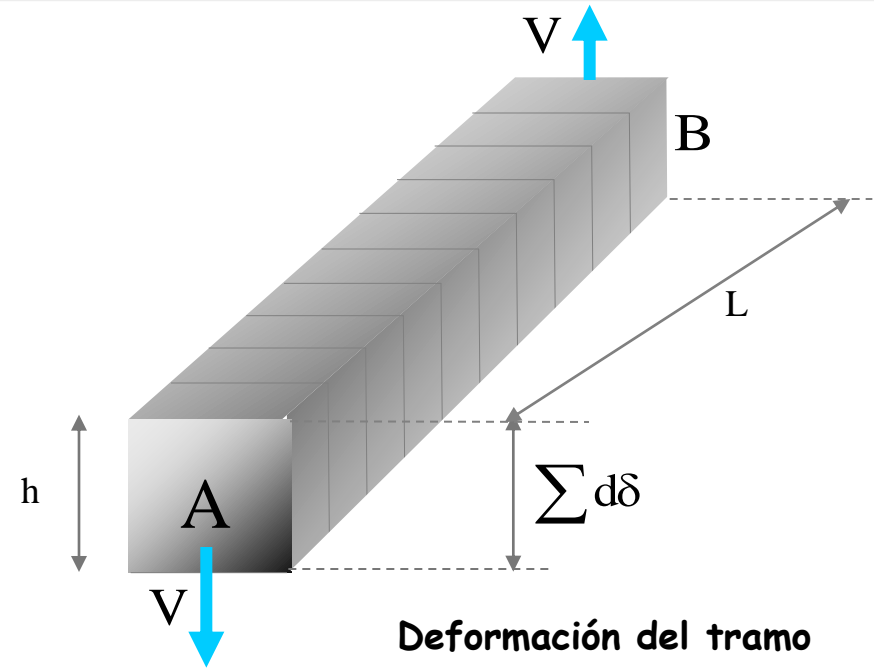
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial



Deformación del tramo

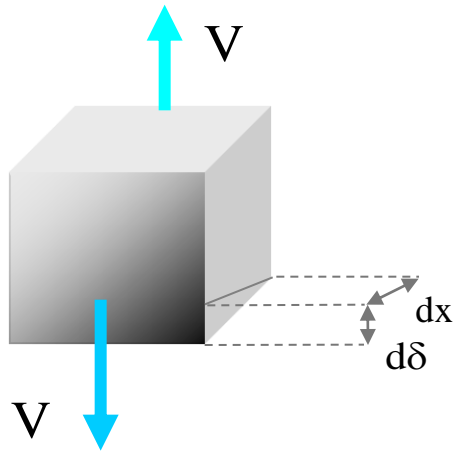
$$U_V = \sum dU_V = \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante



De un tramo

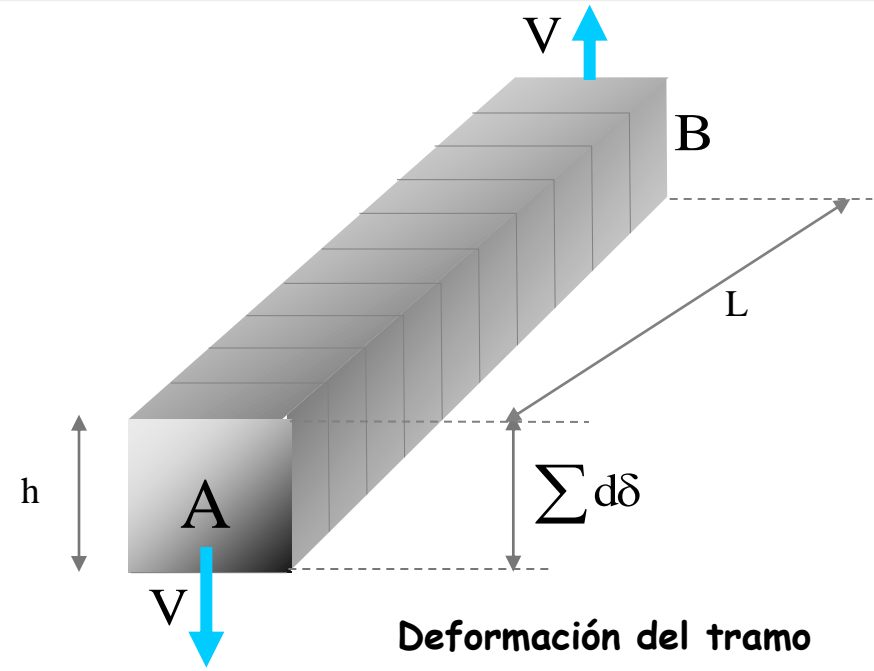
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial



Deformación del tramo

$$U_V = \sum dU_V = \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

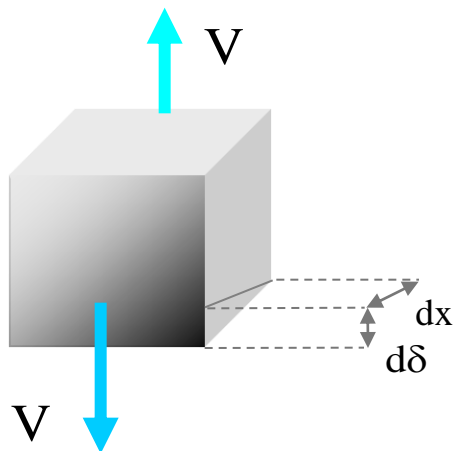
Trabajo por cortante

Cuando $\frac{h}{L} > \frac{1}{4}$



De un tramo

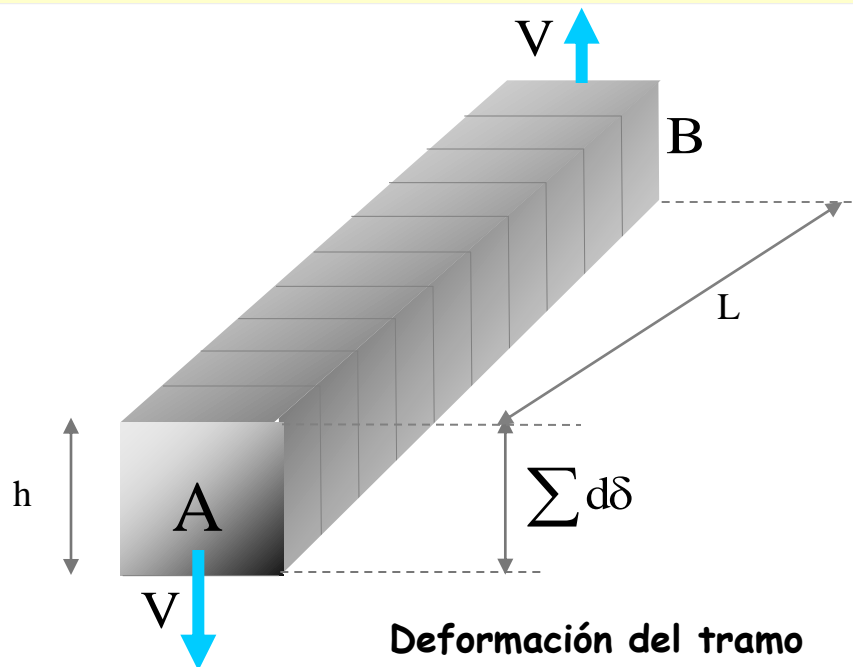
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial



Deformación del tramo

$$U_V = \sum dU_V = \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

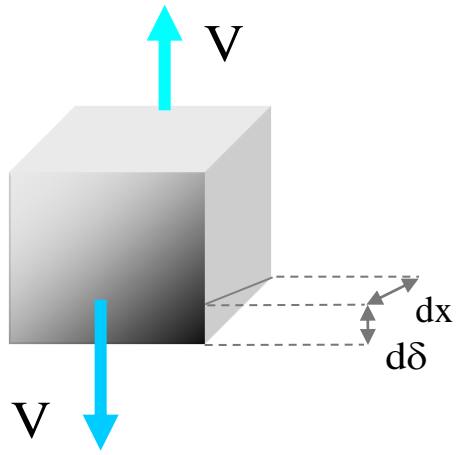
Trabajo por cortante

Cuando $\frac{h}{L} > \frac{1}{4}$ El trabajo producido no se desprecia (Vigas de gran canto)



De un tramo

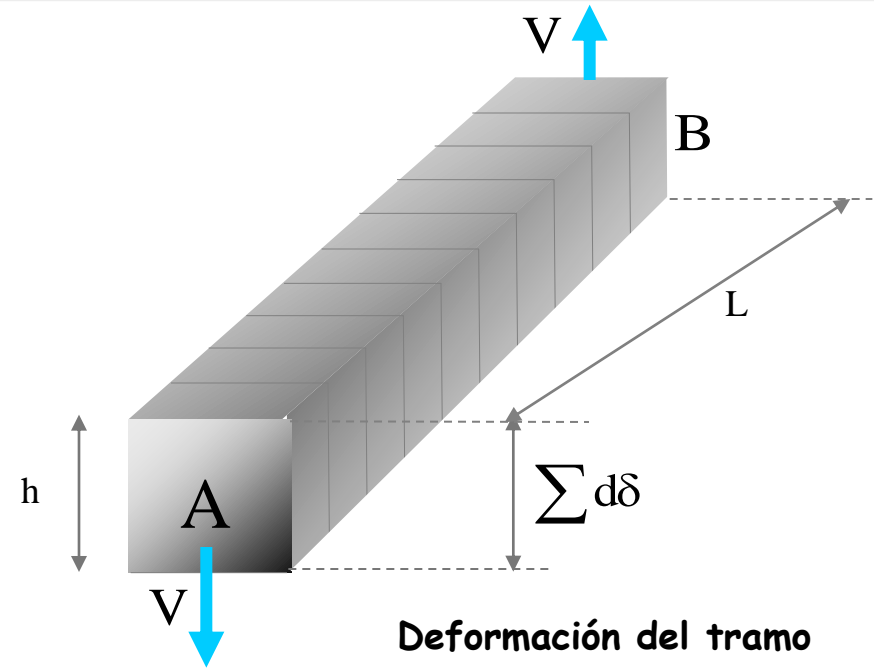
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial



Deformación del tramo

$$U_V = \sum dU_V = \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante

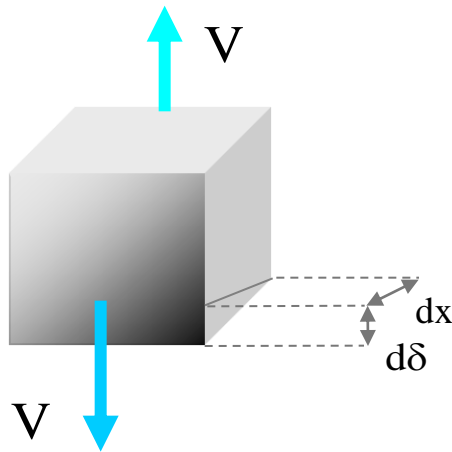
Cuando $\frac{h}{L} > \frac{1}{4}$

El trabajo producido no se desprecia (Vigas de gran canto)

Cuando $\frac{h}{L} < \frac{1}{4}$

De un tramo

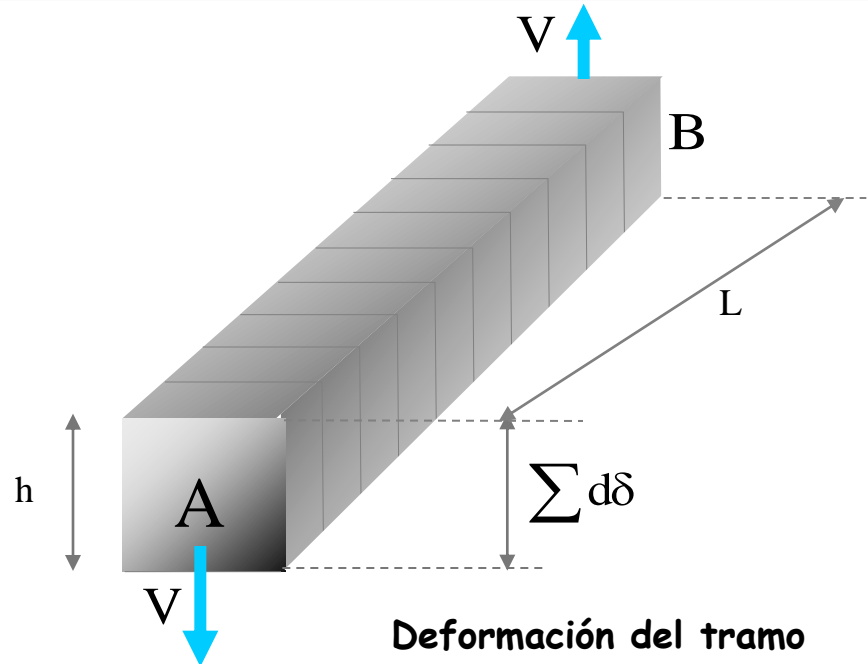
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_V = \chi \cdot \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante en un elemento diferencial



Deformación del tramo

$$U_V = \sum dU_V = \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

Trabajo por cortante

Cuando $\frac{h}{L} > \frac{1}{4}$ El trabajo producido no se desprecia (Vigas de gran canto)

Cuando $\frac{h}{L} < \frac{1}{4}$ El trabajo producido se desprecia en relación con el de la flexión



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial



De un elemento diferencial



De un elemento diferencial

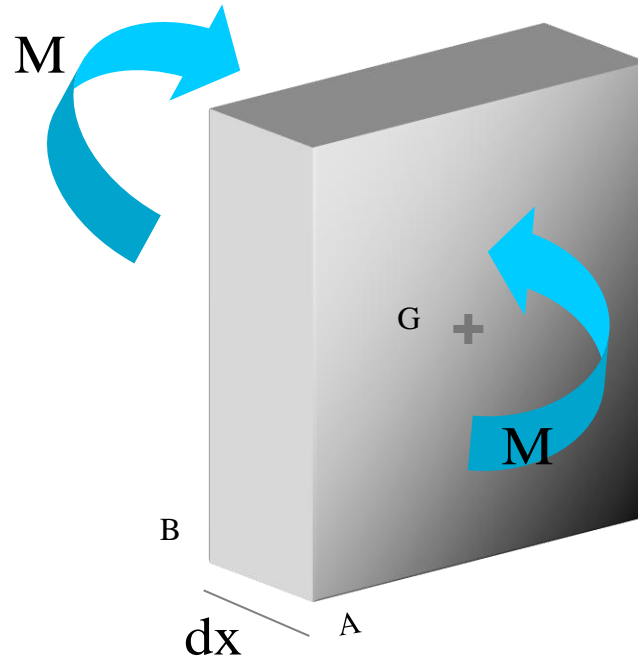
Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Elemento diferencial

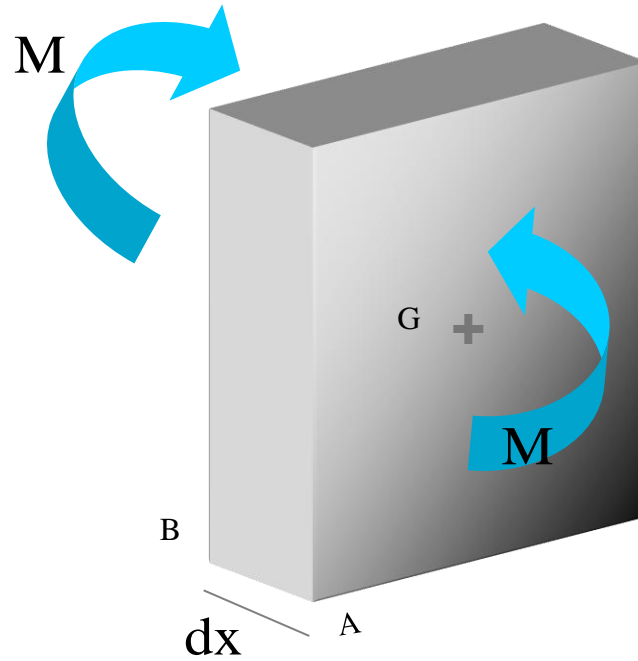




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación

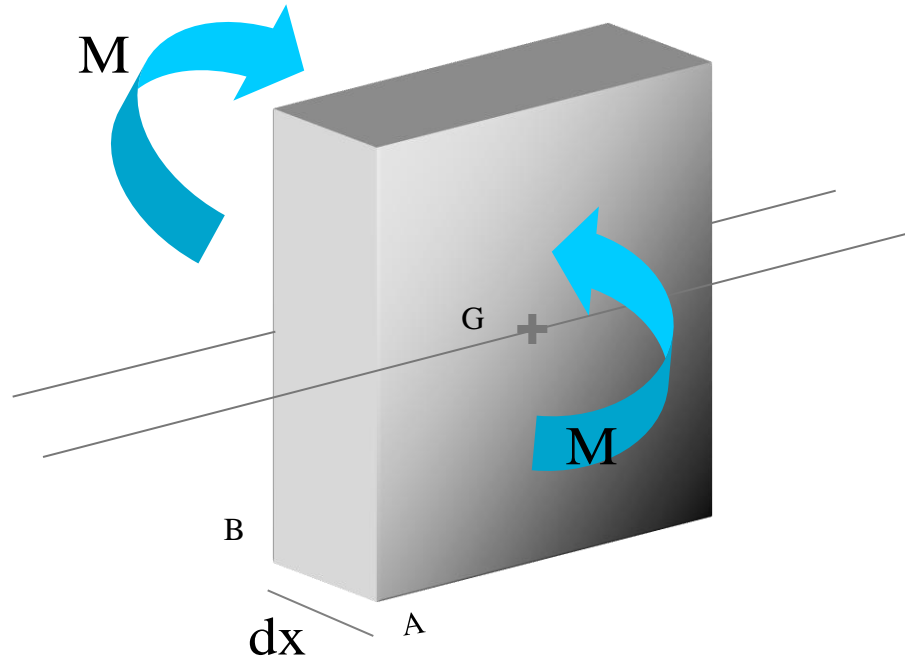




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernouilli

Hipótesis de deformación

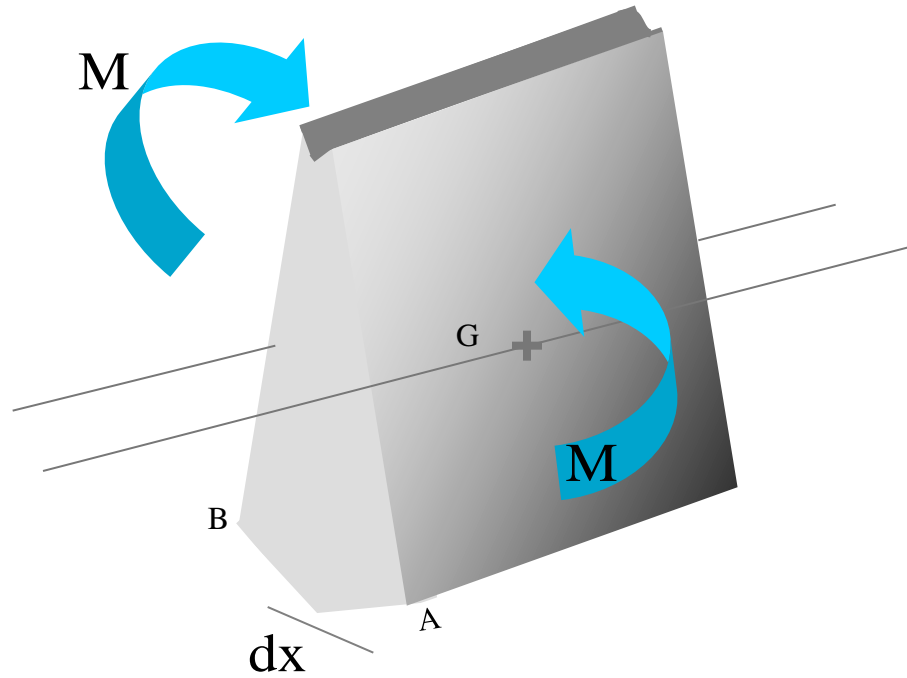




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernouilli

Hipótesis de deformación

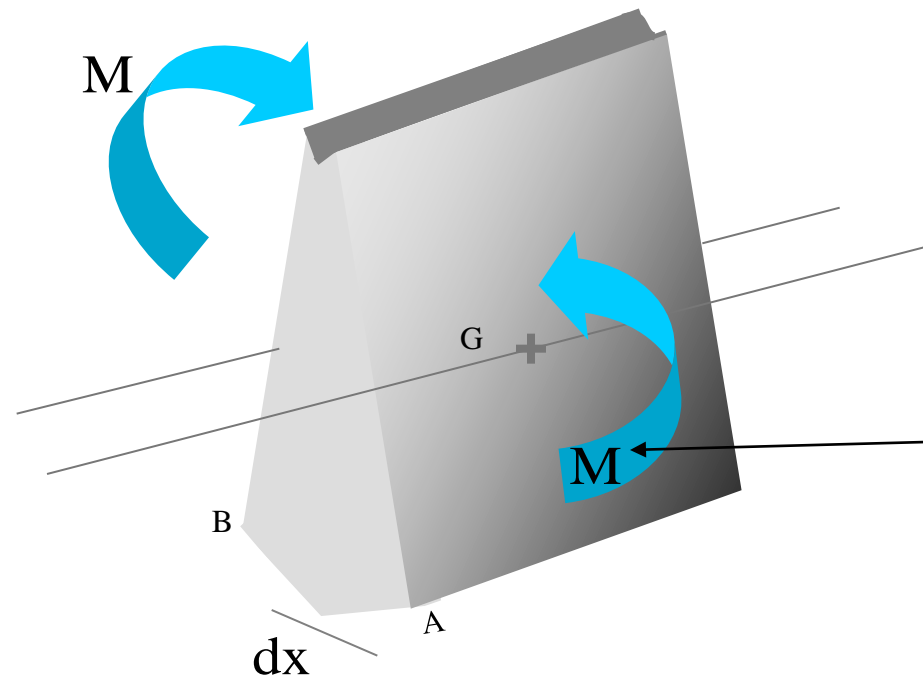




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



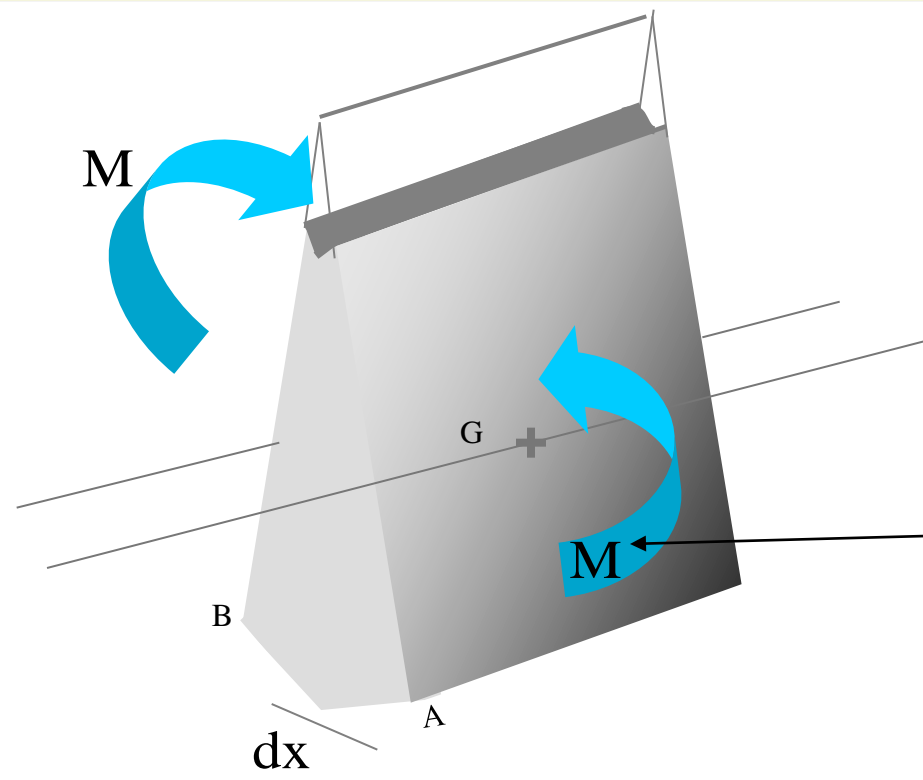
Valor del momento en la posición de equilibrio



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



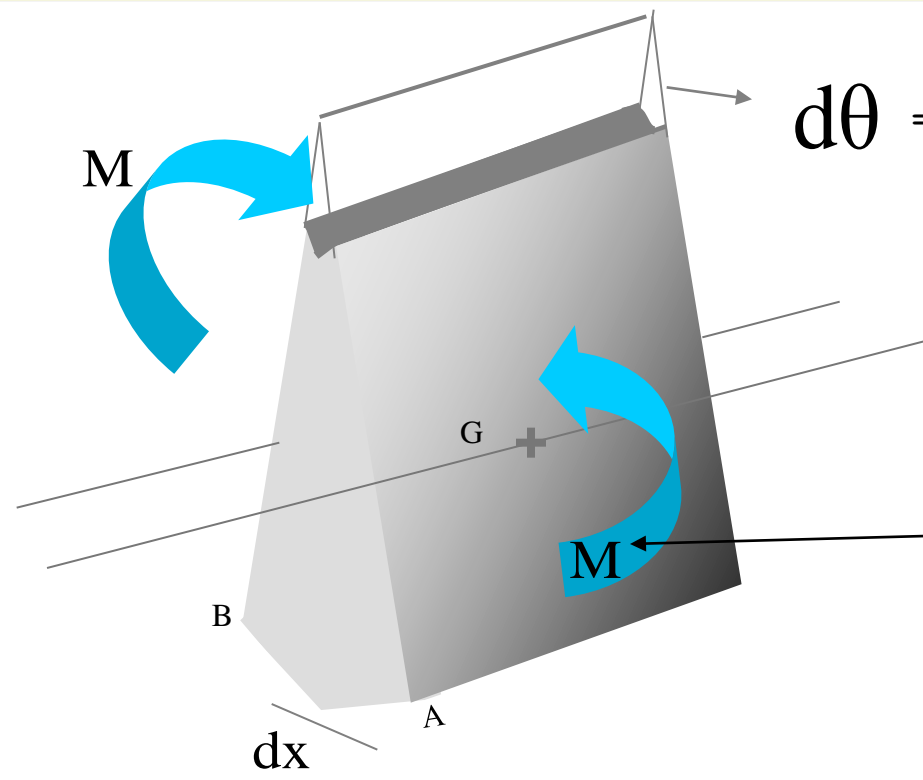
Valor del momento en la posición de equilibrio



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



$d\theta$ = Deformación producida

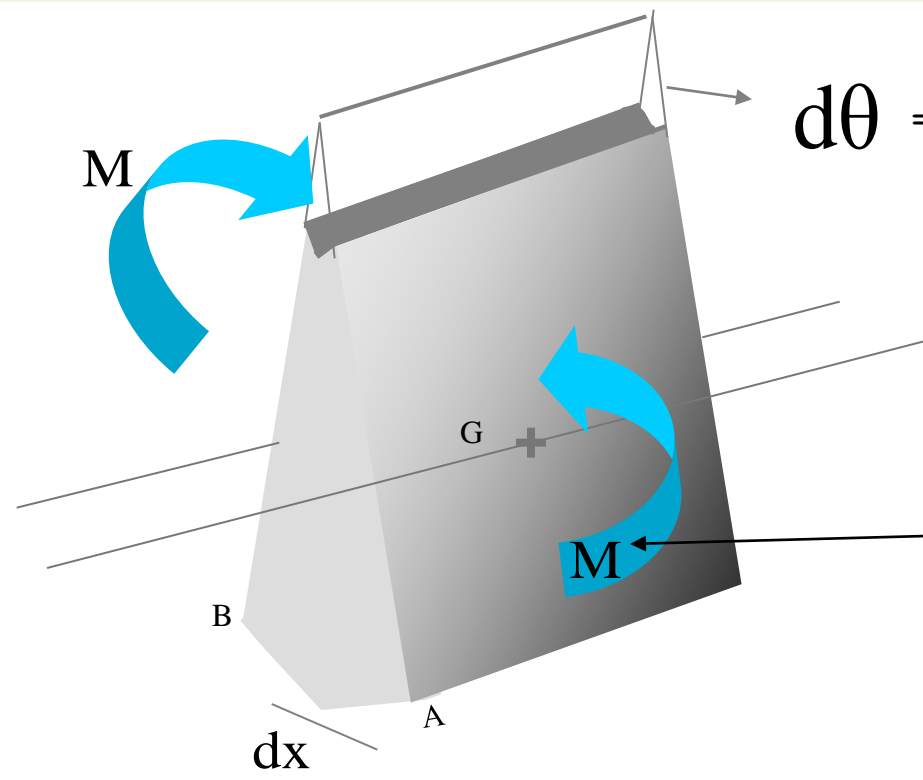
Valor del momento en la posición de equilibrio



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



$d\theta$ = Deformación producida

Valor del momento en la posición de equilibrio

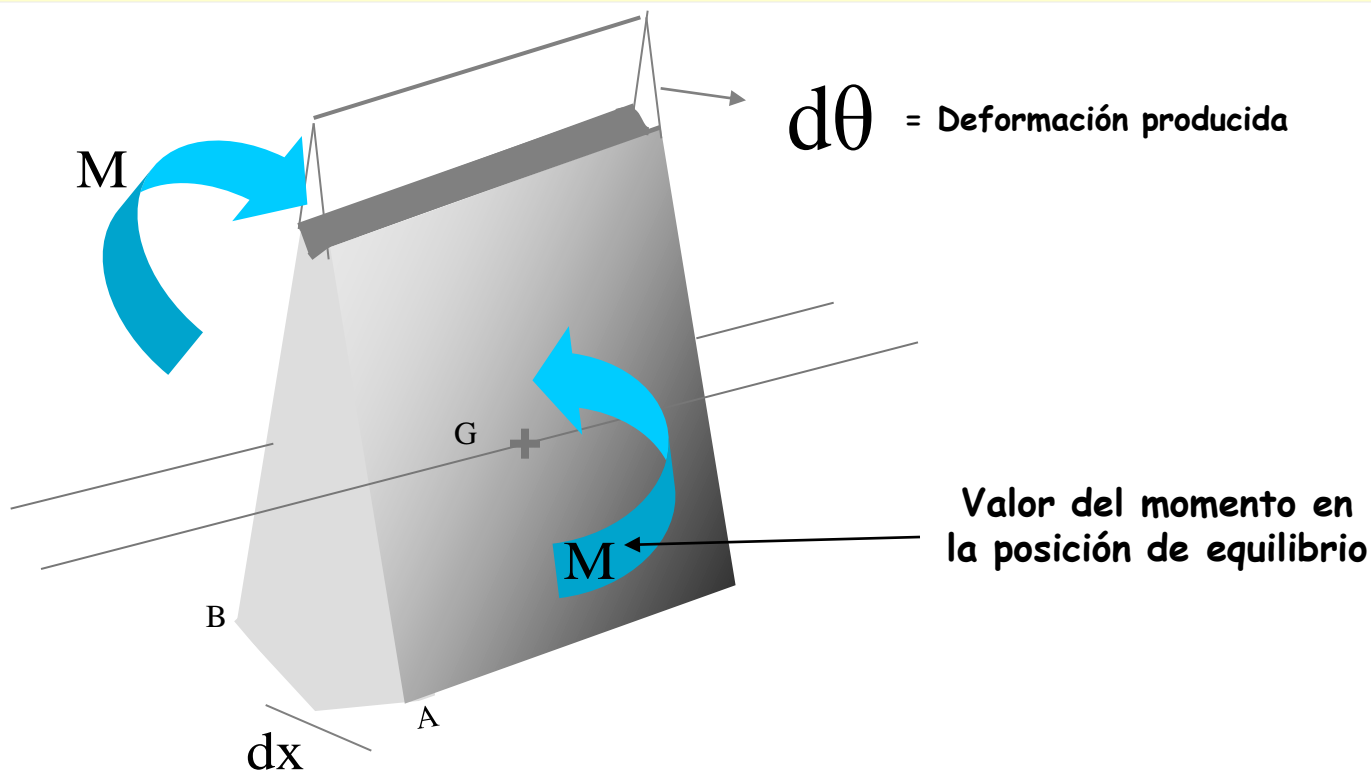
Trabajo producido por la sollicitación:



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



Trabajo producido por la sollicitación:

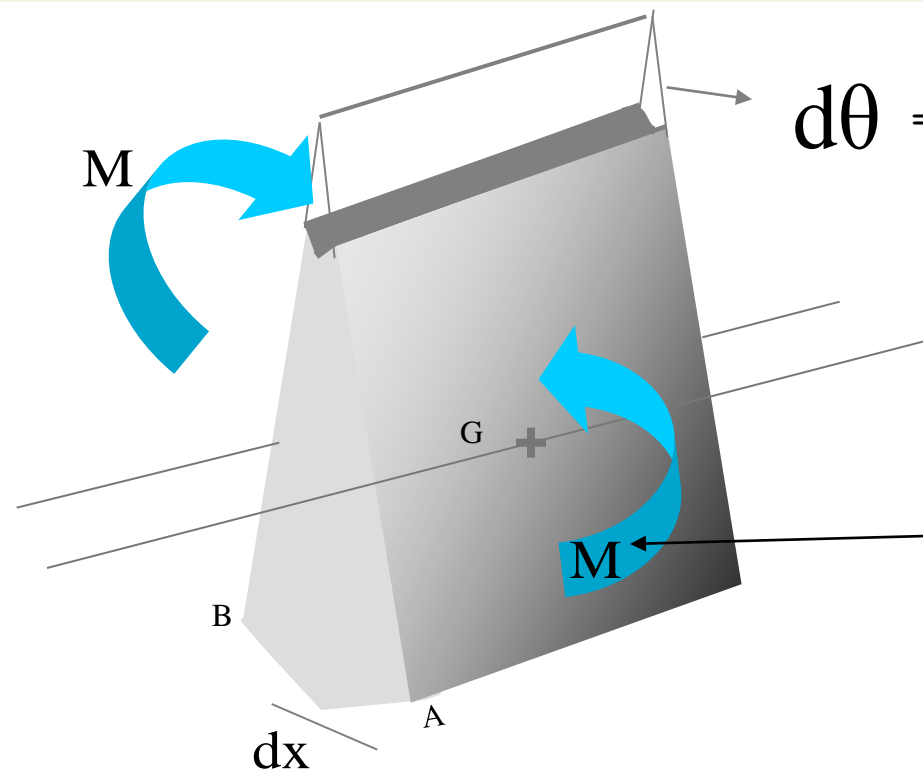
$$dW_M = dU_M = \frac{M \cdot d\theta}{2}$$



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



$d\theta$ = Deformación producida

Valor del momento en la posición de equilibrio

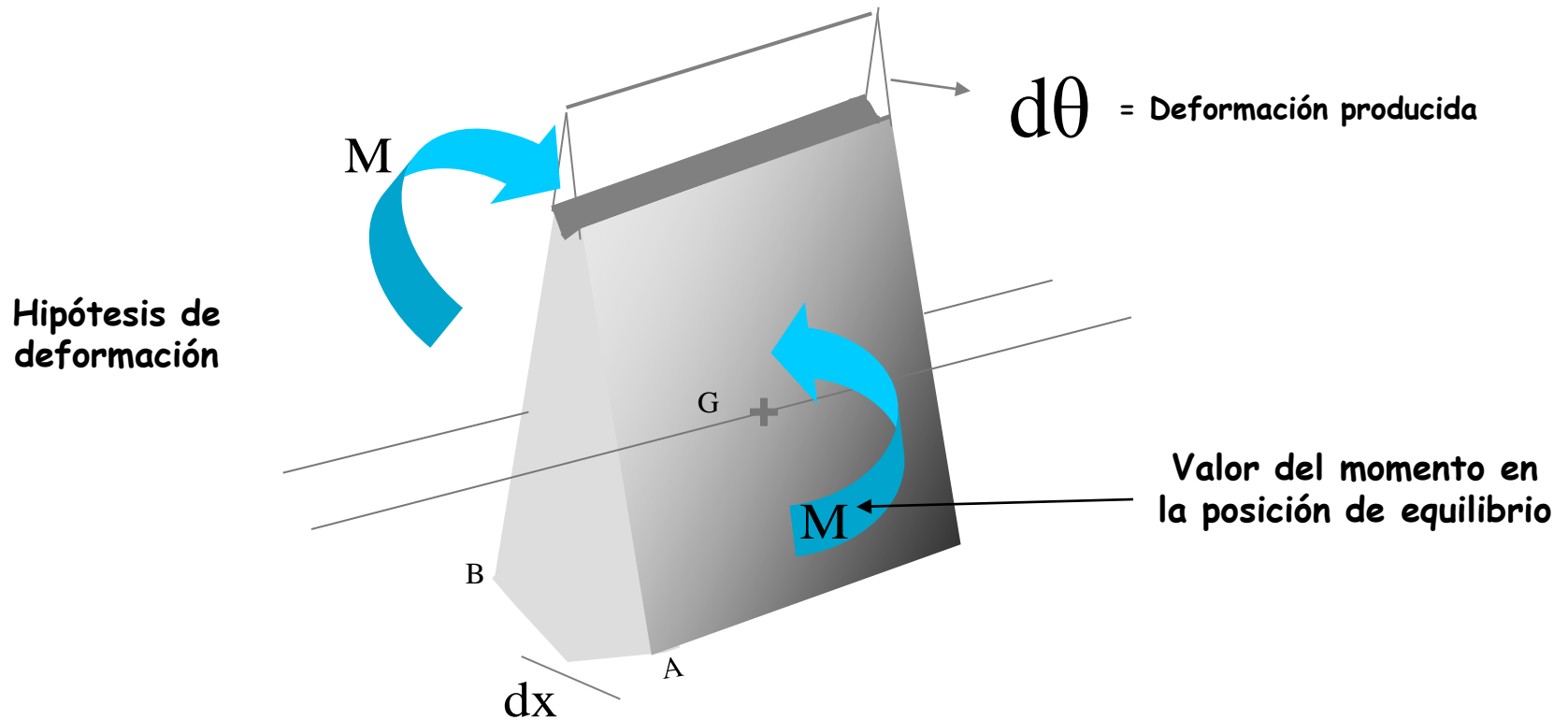
Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_M = dU_M = \frac{M \cdot d\theta}{2}$$

Ley de Hooke:

De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli



Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_M = dU_M = \frac{M \cdot d\theta}{2}$$

Ley de Hooke:

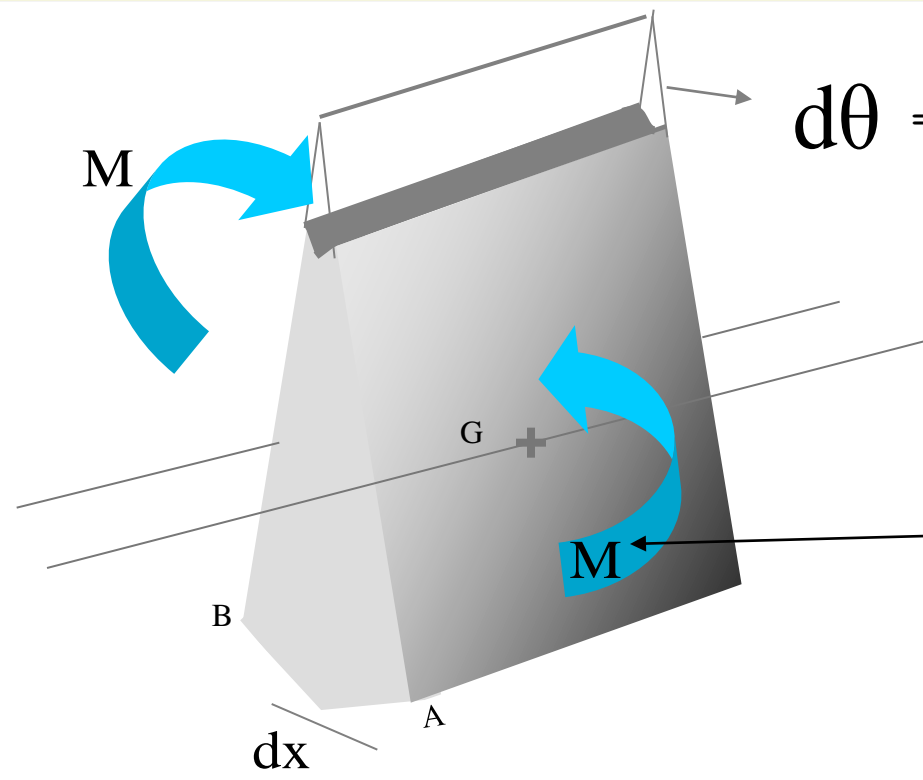
$$d\theta = \frac{M \cdot dx}{E \cdot I}$$



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



$d\theta$ = Deformación producida

Valor del momento en la posición de equilibrio

Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_M = dU_M = \frac{M \cdot d\theta}{2}$$

Ley de Hooke:

$$d\theta = \frac{M \cdot dx}{E \cdot I}$$

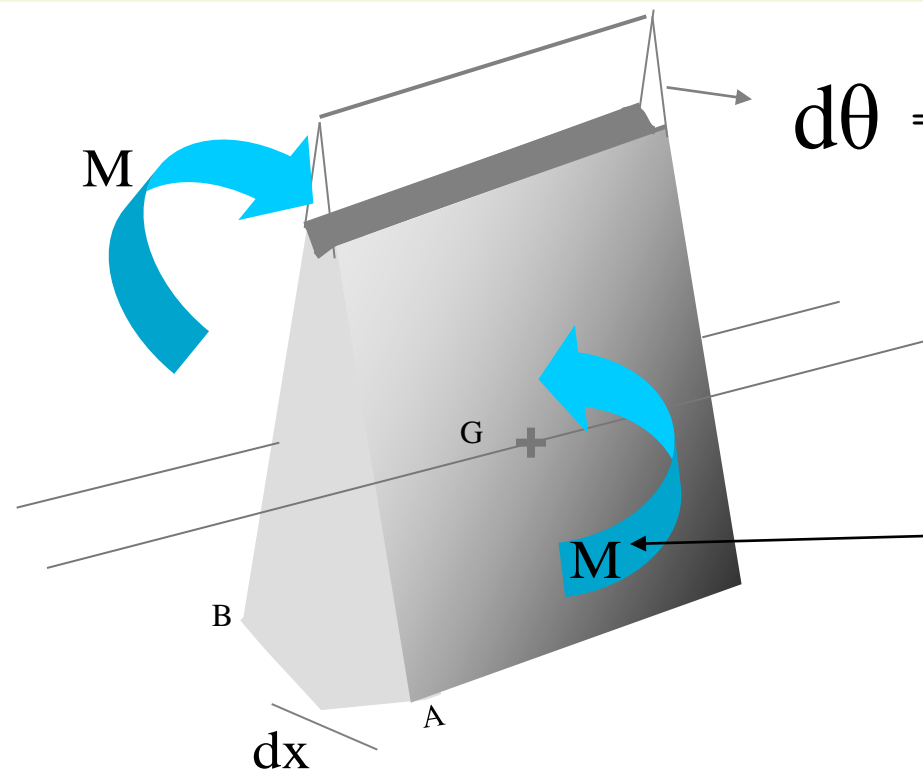
$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Bernoulli

Hipótesis de deformación



$d\theta$ = Deformación producida

Valor del momento en la posición de equilibrio

Trabajo producido por la sollicitación:

$$dW_M = dU_M = \frac{M \cdot d\theta}{2}$$

Ley de Hooke:

$$d\theta = \frac{M \cdot dx}{E \cdot I}$$

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

Trabajo producido



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo



De un tramo

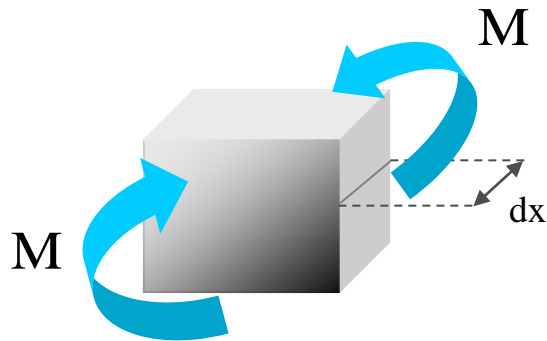


De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales

De un tramo

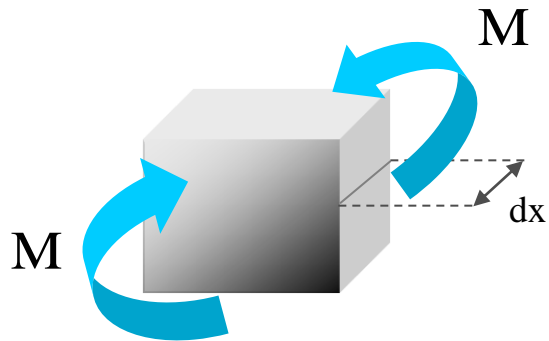
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Elemento diferencial

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales

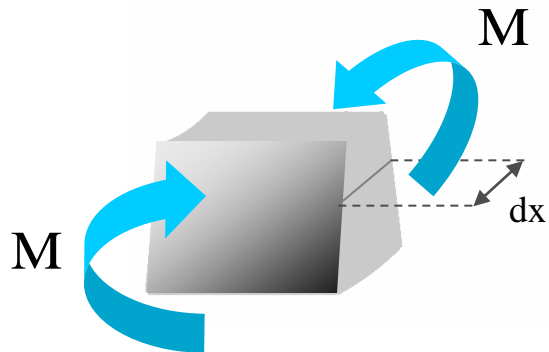


Deformación del elemento



De un tramo

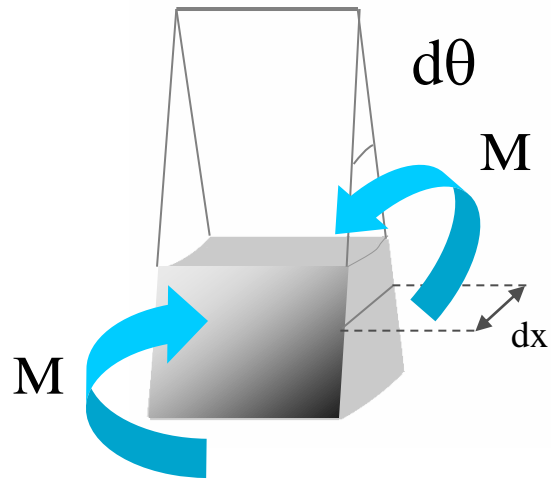
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

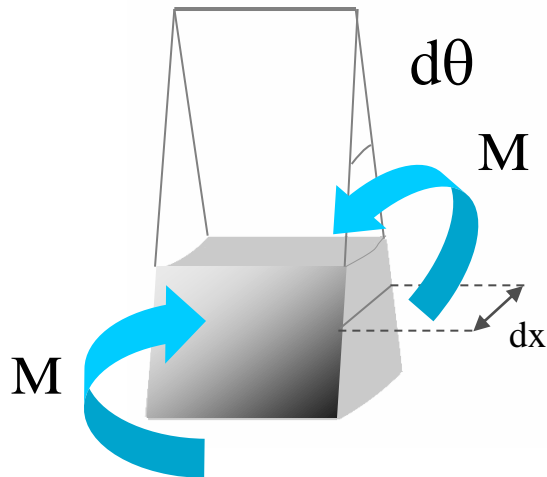
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales

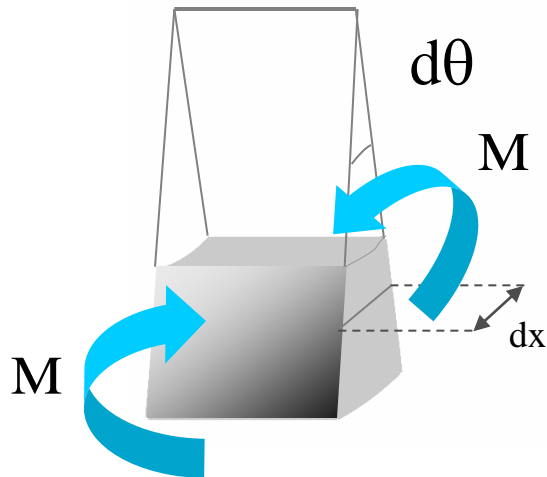


Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



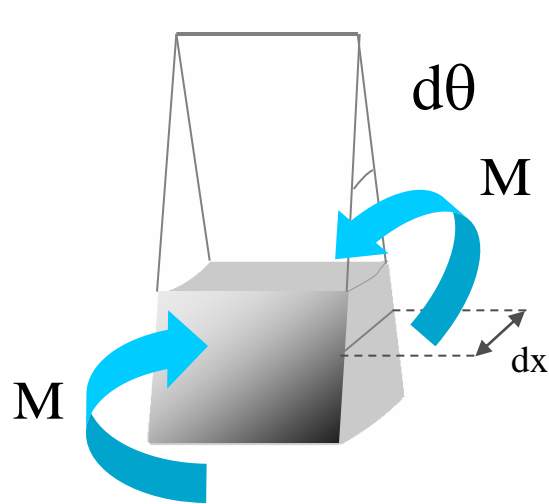
Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

Trabajo de un elemento

De un tramo

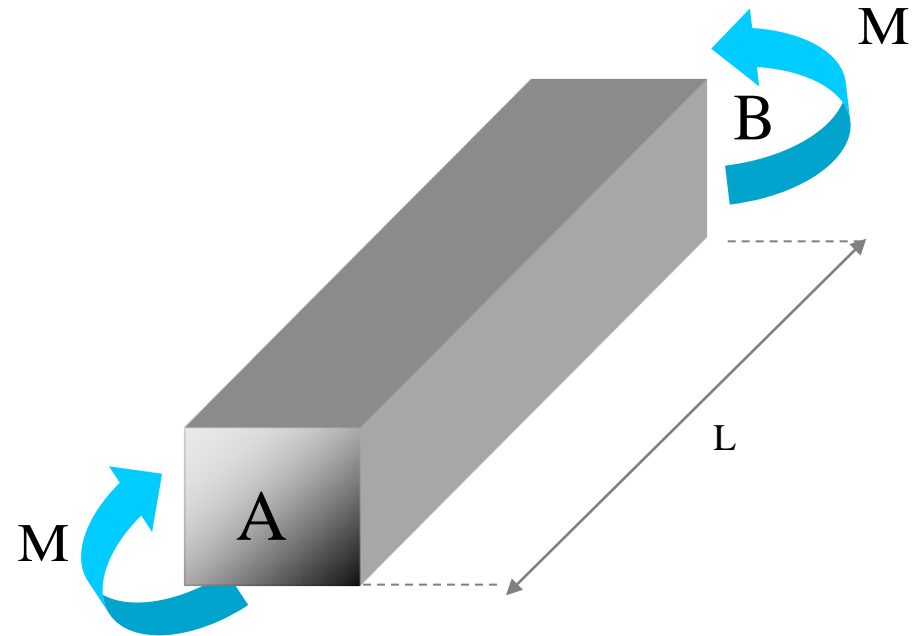
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

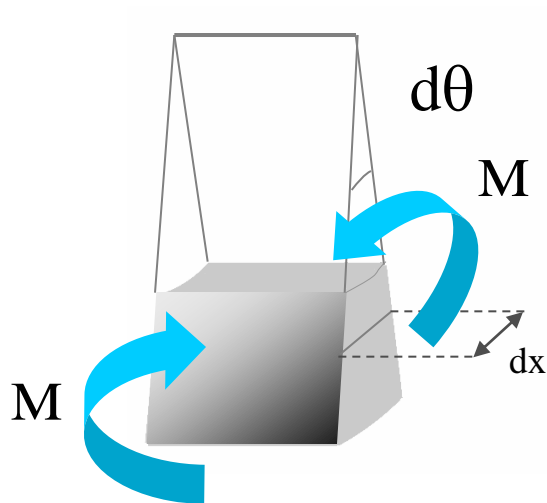
Trabajo de un elemento



Tramo lineal

De un tramo

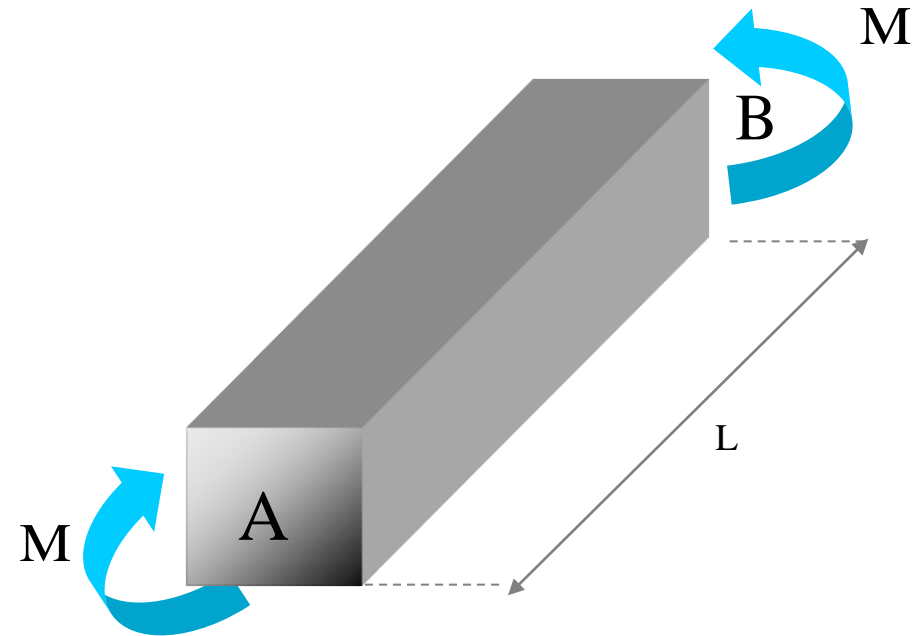
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

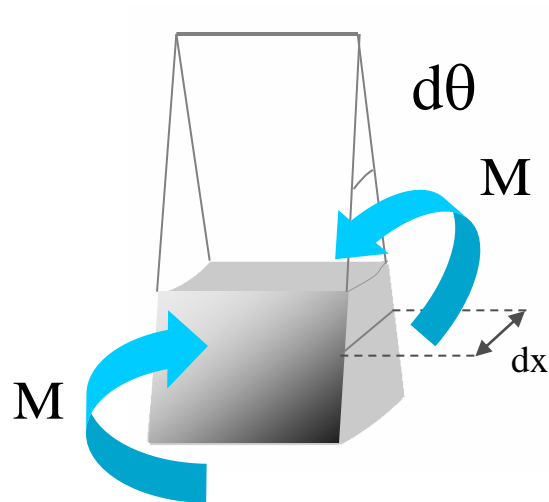
Trabajo de un elemento



Deformación del tramo

De un tramo

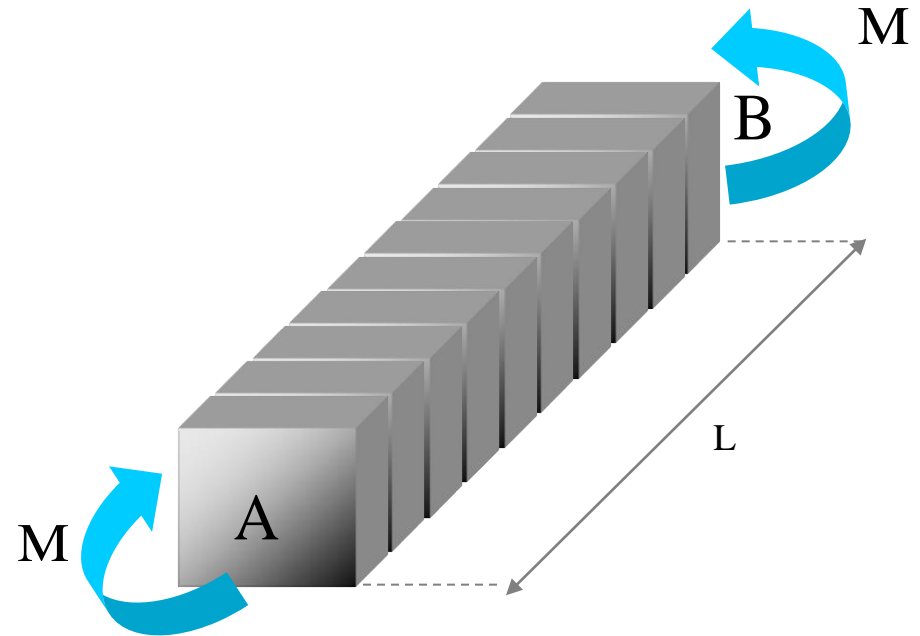
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

Trabajo de un elemento

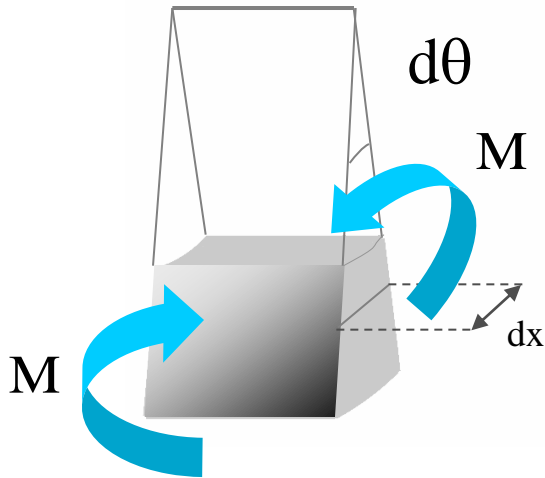


Deformación del tramo



De un tramo

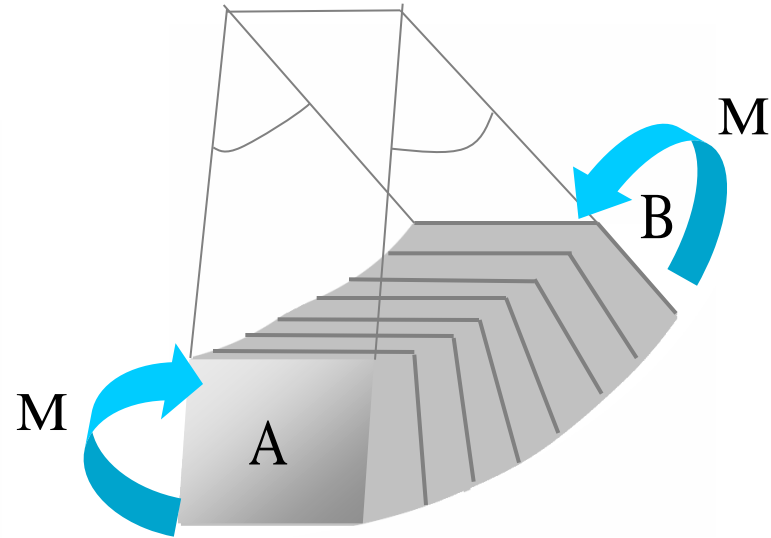
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

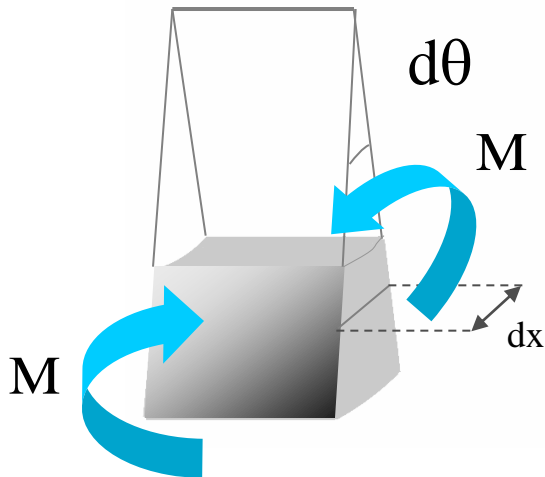
Trabajo de un elemento



Deformación del tramo

De un tramo

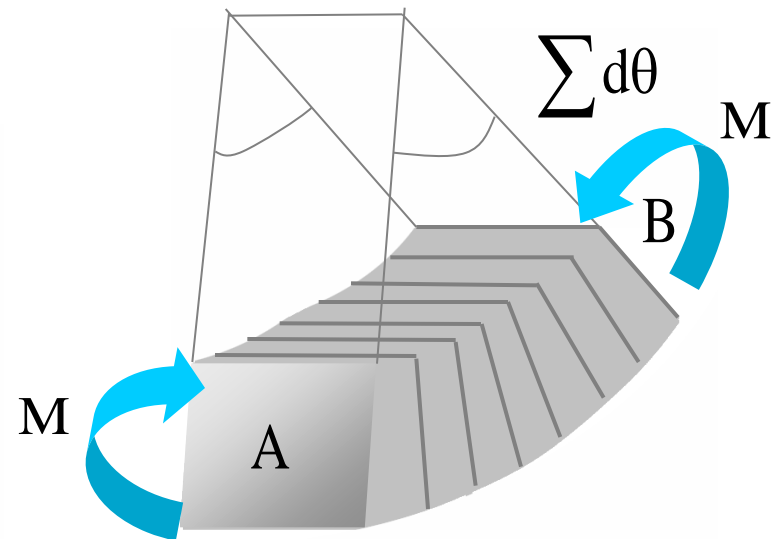
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

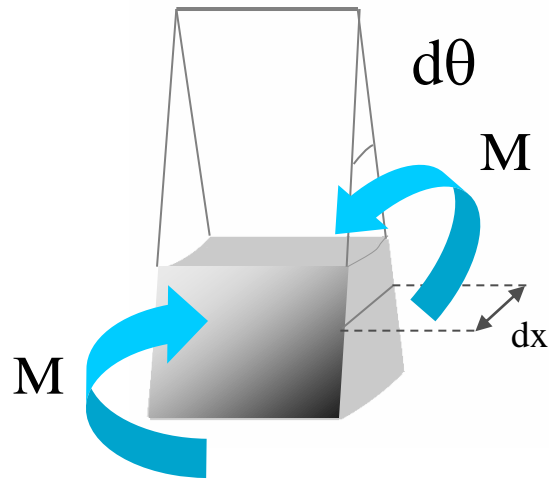
Trabajo de un elemento



Deformación del tramo

De un tramo

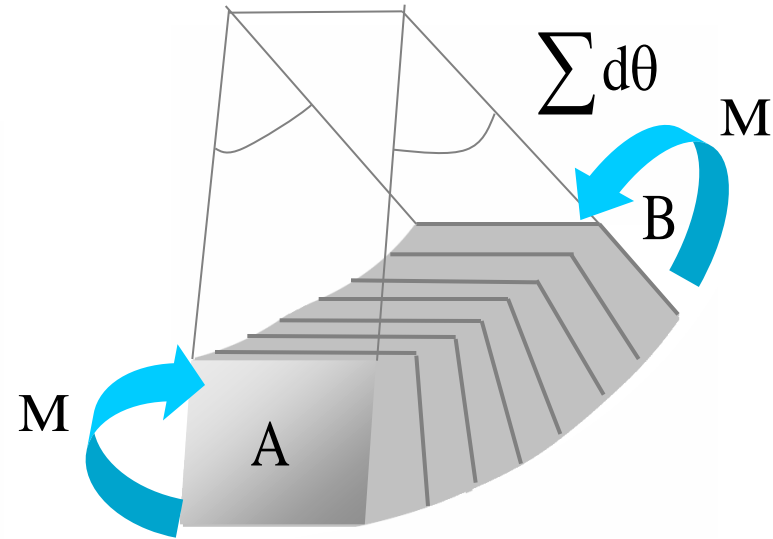
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

Trabajo de un elemento

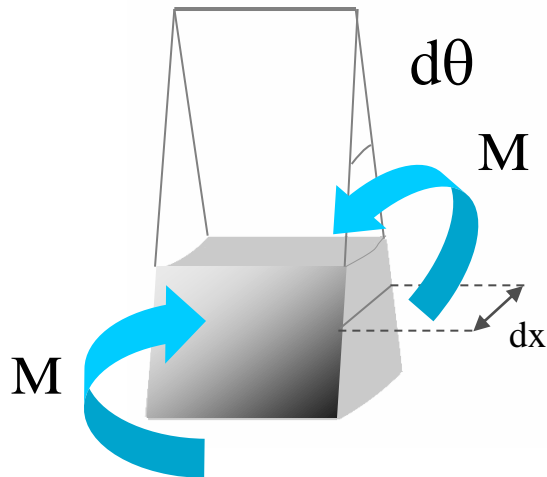


Deformación del tramo

$$U_M = \sum U_M = \int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

De un tramo

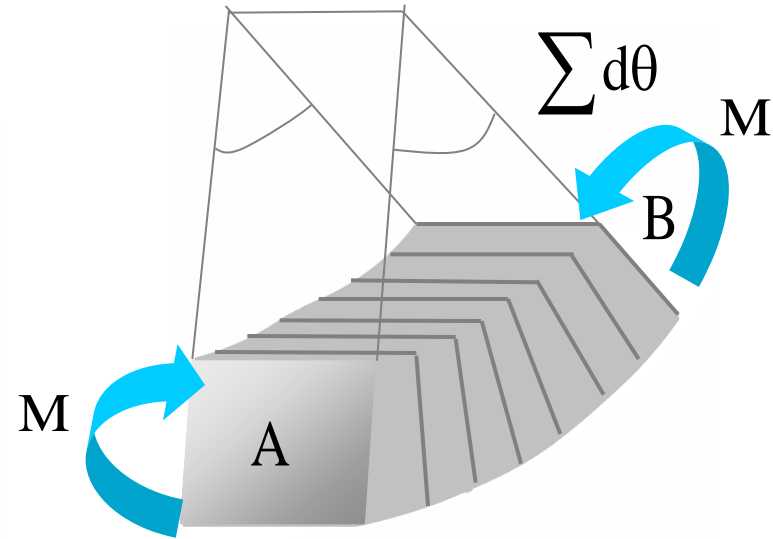
Es la suma de los trabajos producidos por sus elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_M = \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

Trabajo de un elemento



Deformación del tramo

$$U_M = \sum U_M = \int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

Trabajo de un tramo (Nunca se desprecia)



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial



De un elemento diferencial



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb



De un elemento diferencial

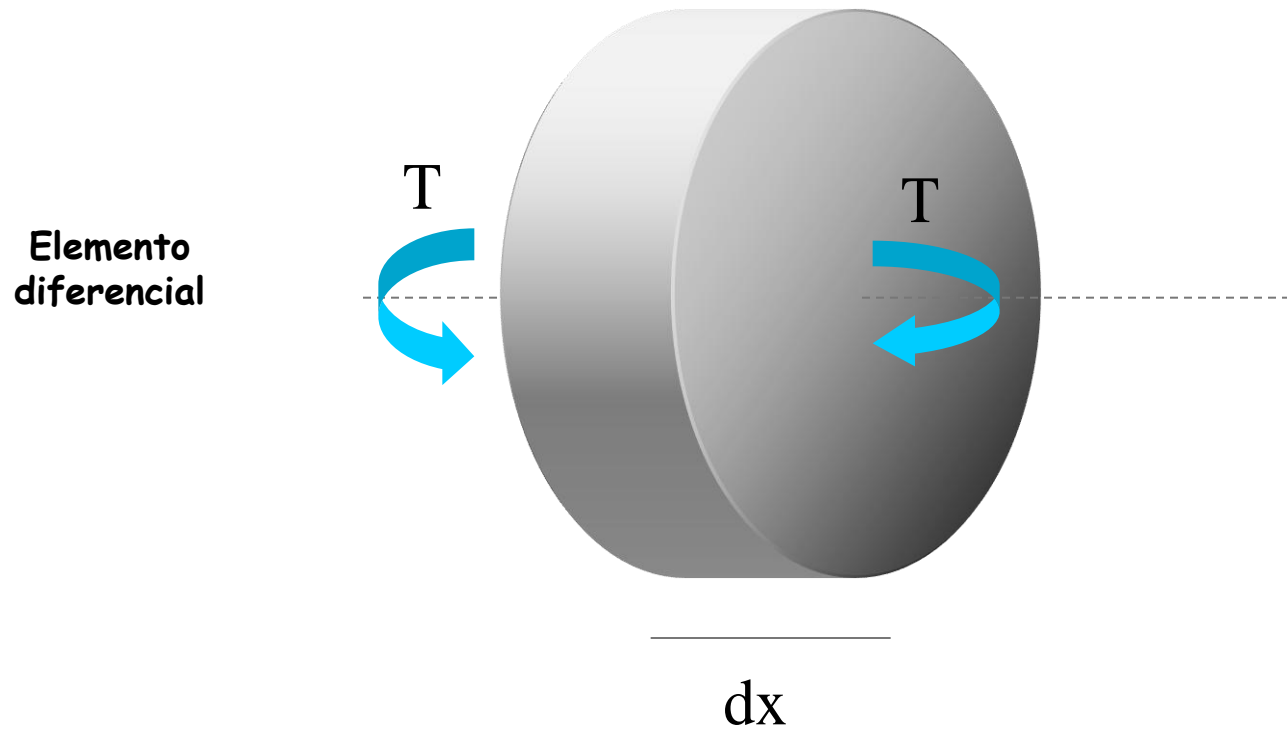
Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

**Elemento
diferencial**



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

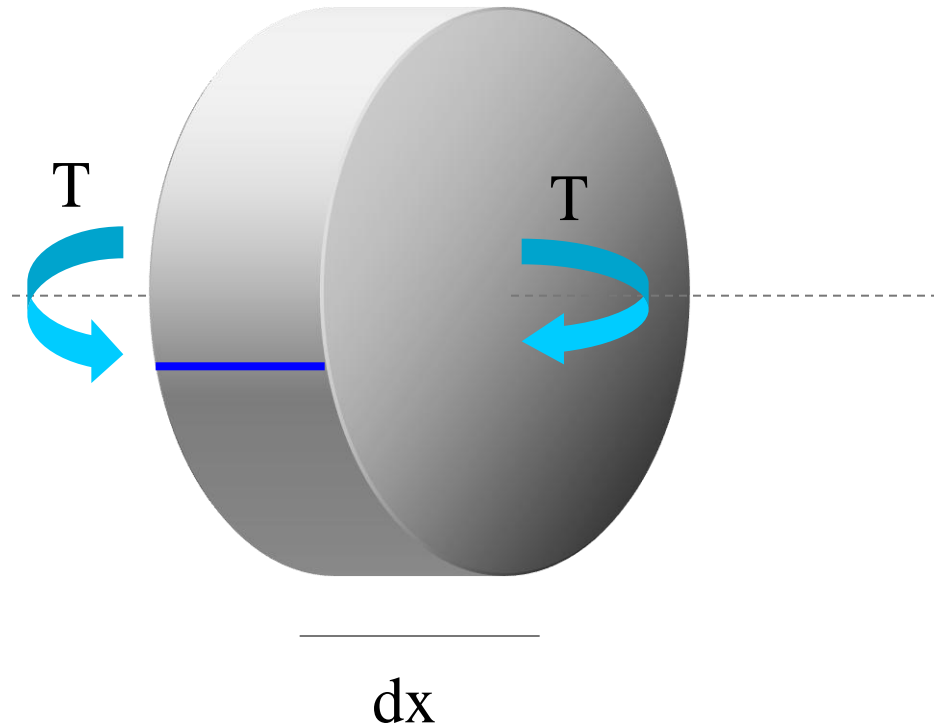




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

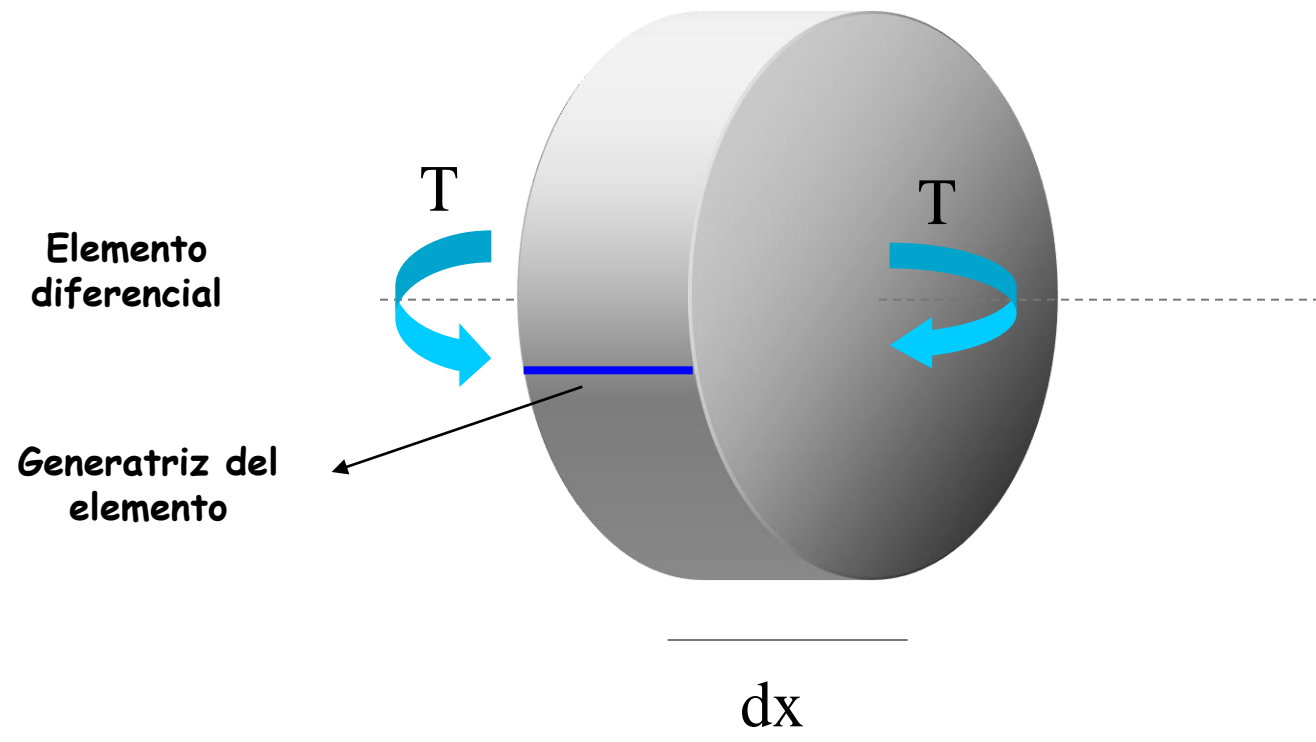
Elemento
diferencial





De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

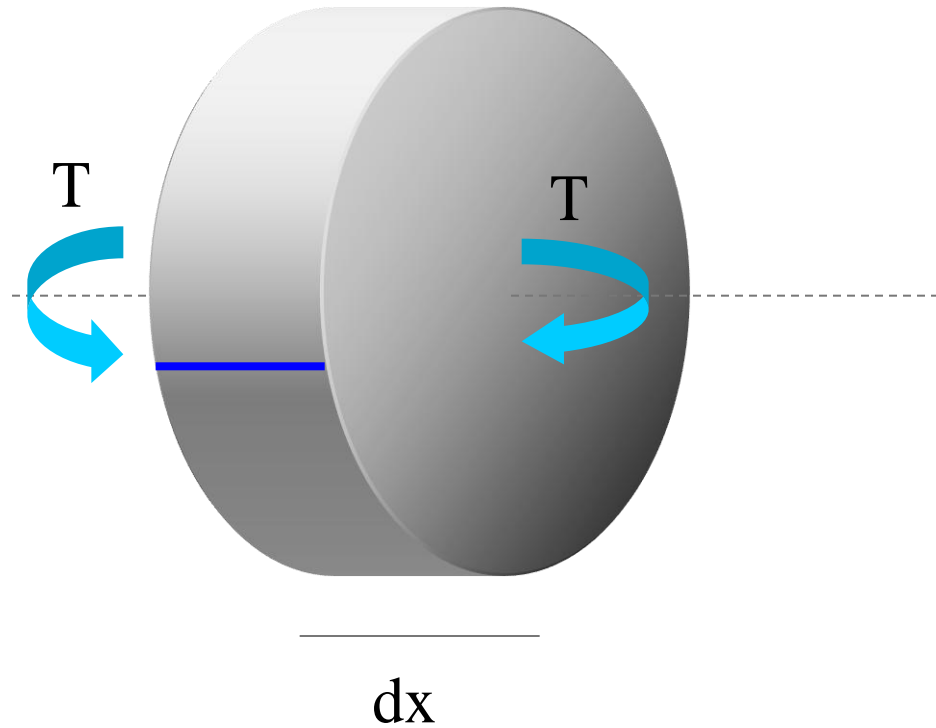




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Elemento diferencial

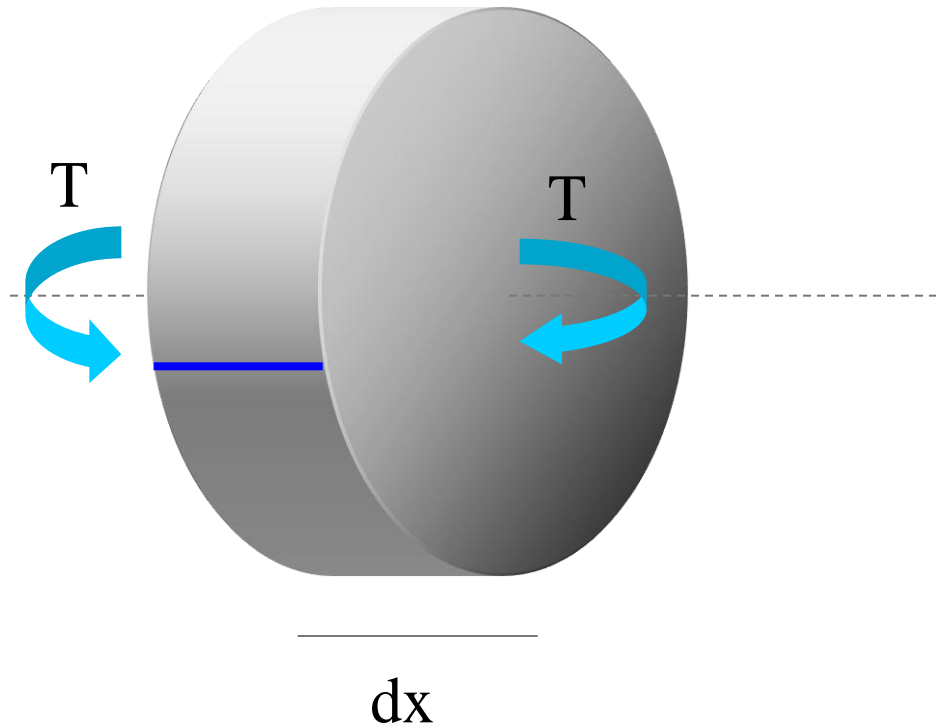




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación

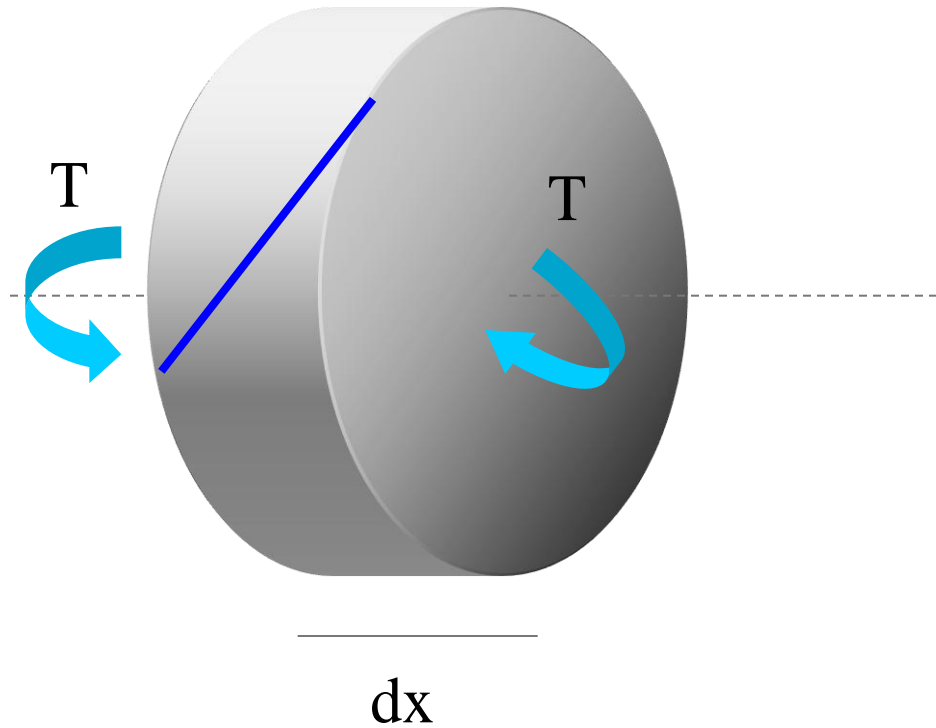




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación

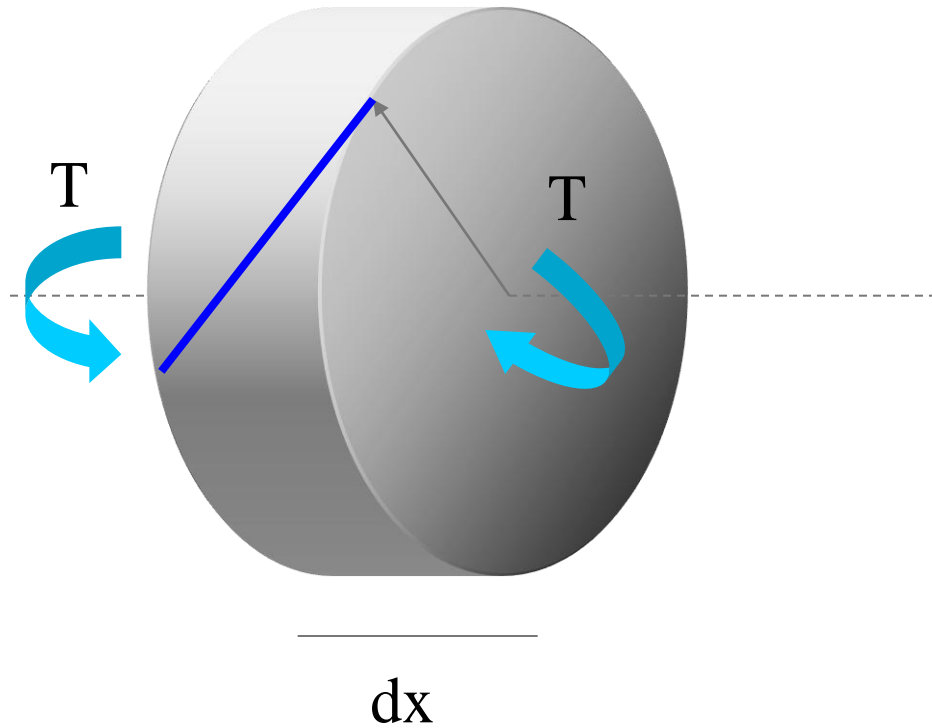




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación

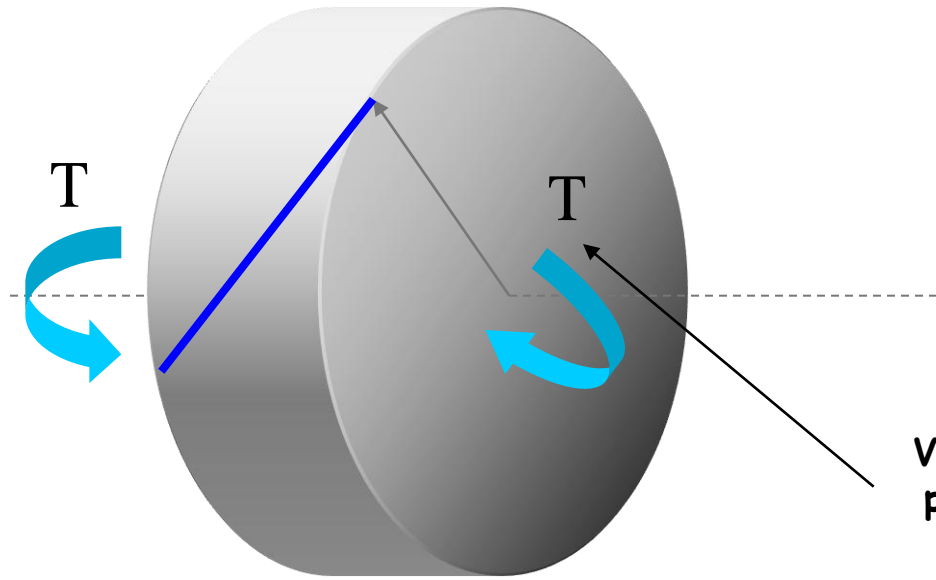




De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



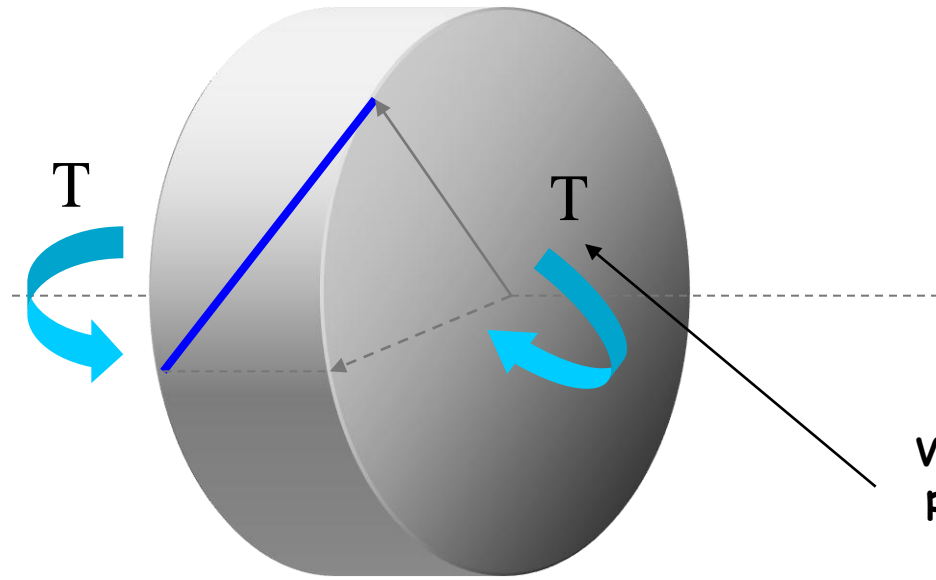
Valor del torsor en la posición de equilibrio

dx

De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de
deformación



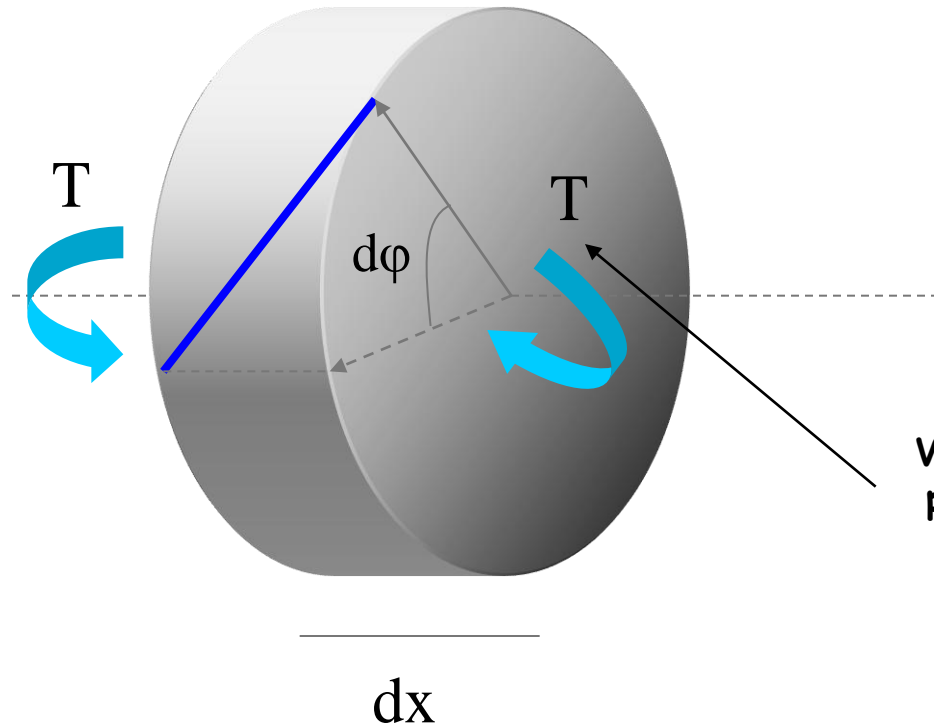
Valor del torsor en la
posición de equilibrio

dx

De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



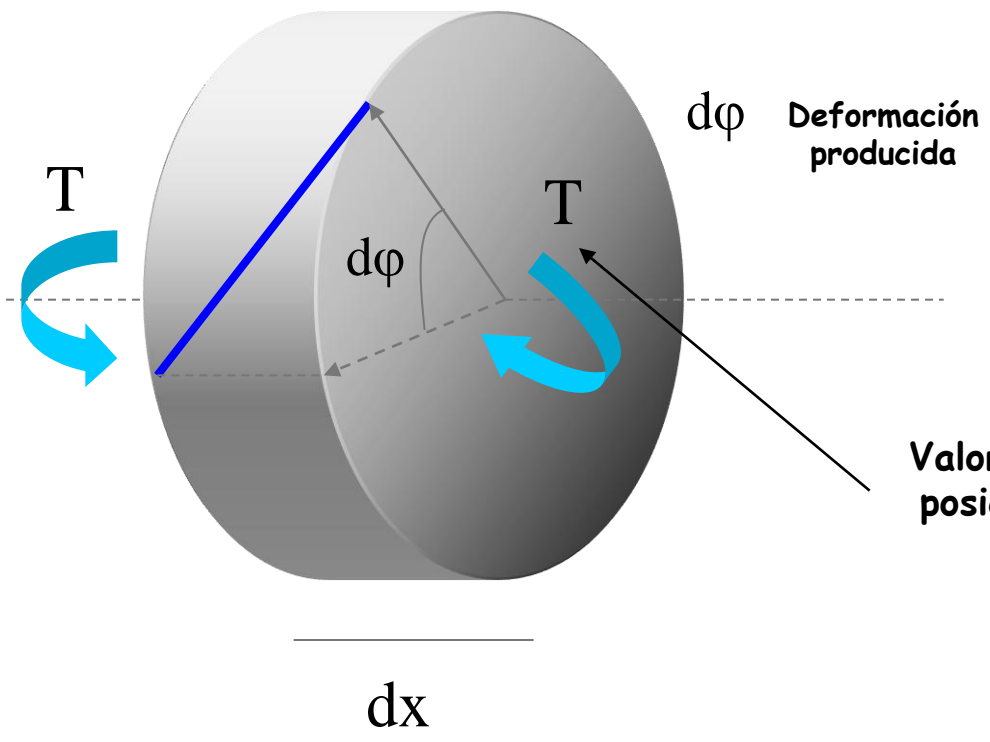
Valor del torsor en la posición de equilibrio



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



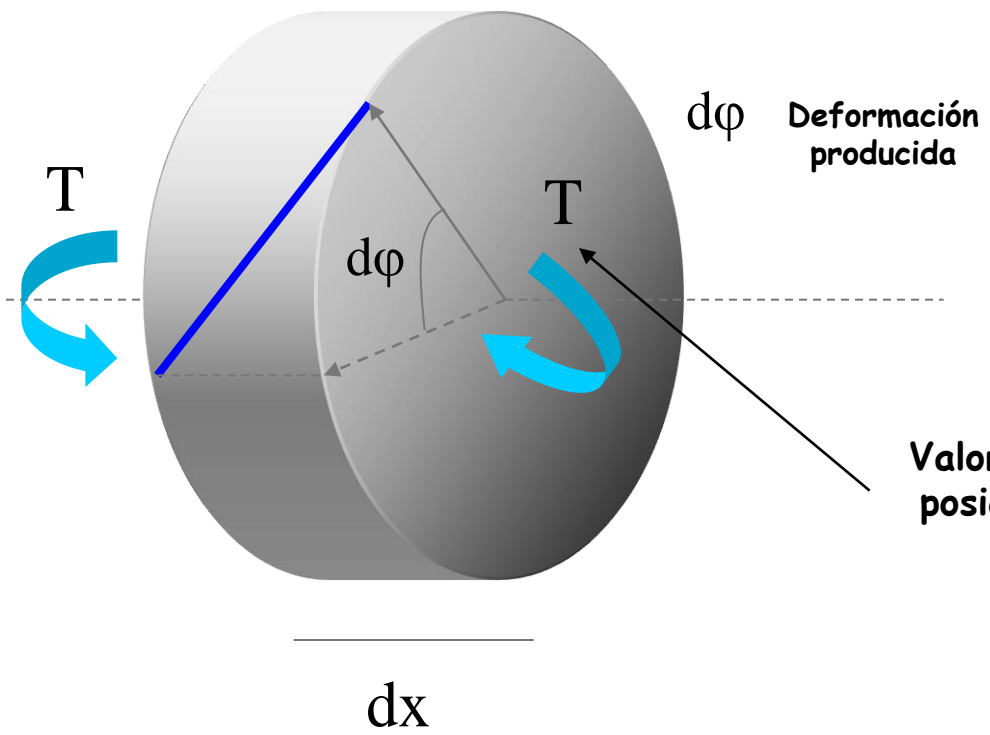
Valor del torsor en la posición de equilibrio



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



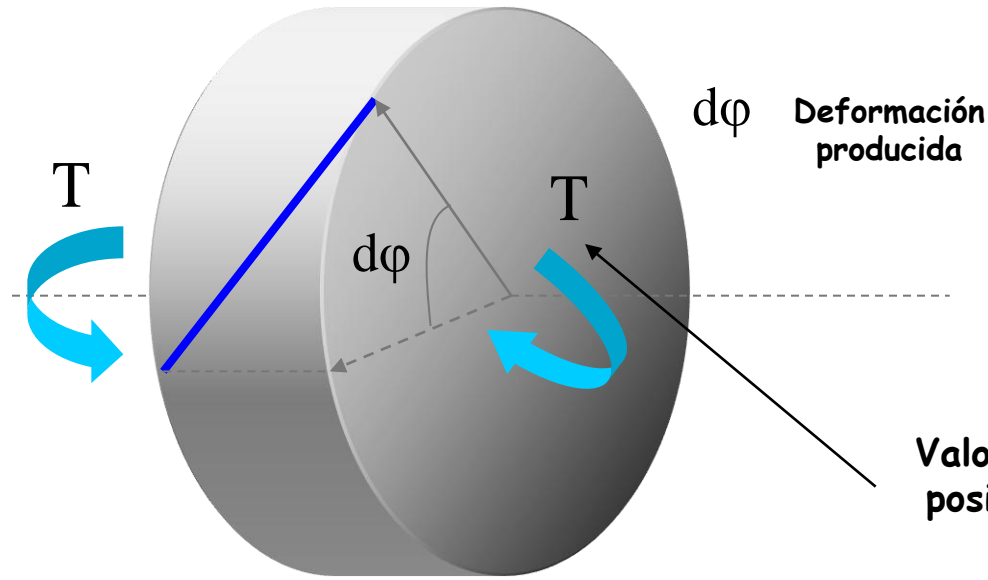
Trabajo producido por la sollicitación



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



Valor del torsor en la posición de equilibrio

dx

Trabajo producido por la sollicitación

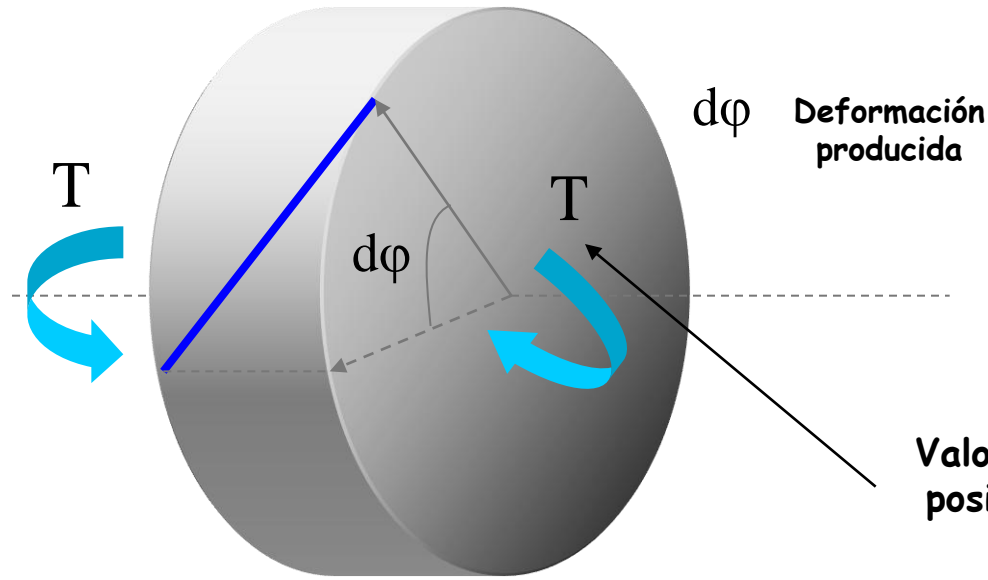
$$dW_T = dU_T = \frac{T \cdot d\phi}{2}$$



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



dx

Trabajo producido por la sollicitación

$$dW_T = dU_T = \frac{T \cdot d\phi}{2}$$

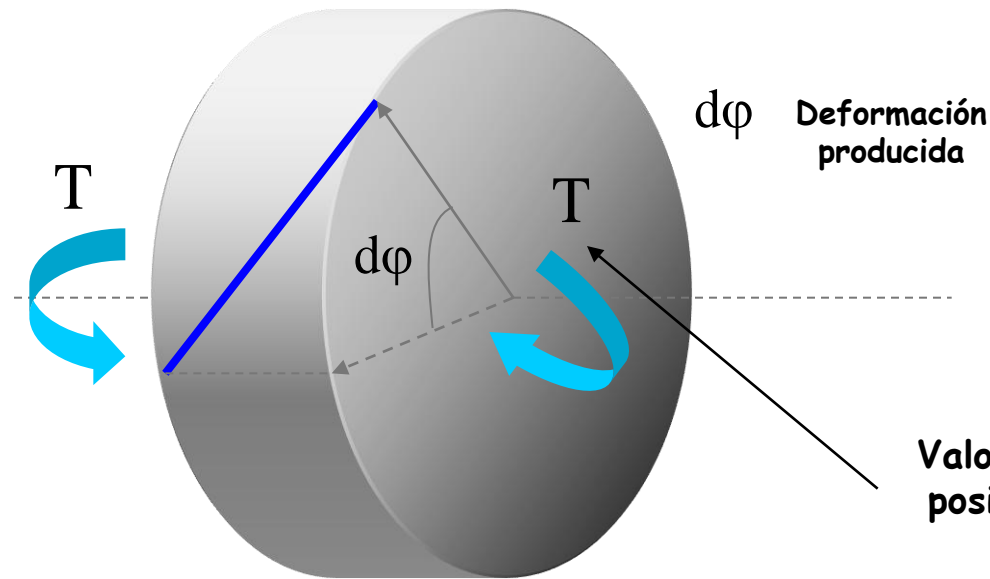
Ley de Hooke:



De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



dx

Trabajo producido por la sollicitación

$$dW_T = dU_T = \frac{T \cdot d\phi}{2}$$

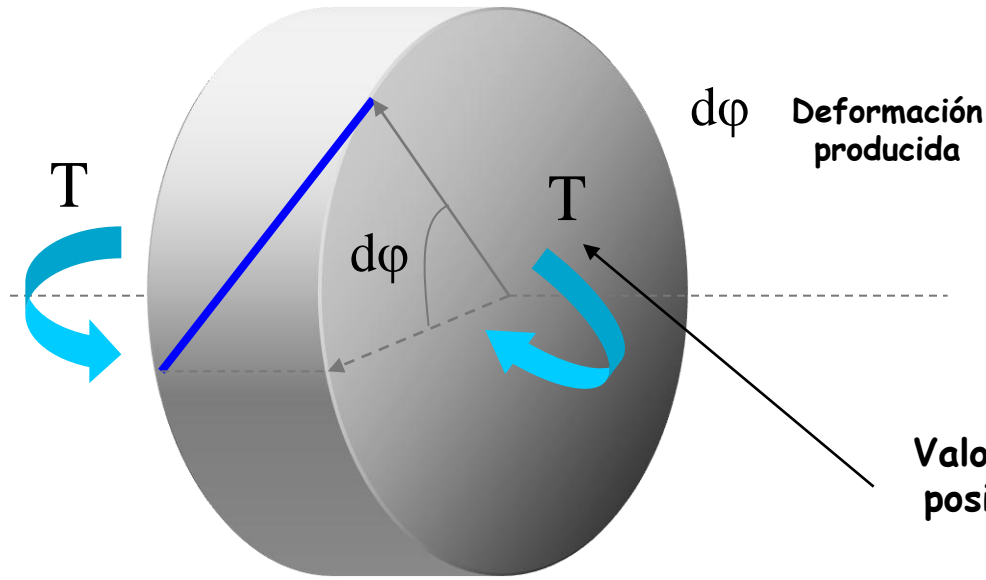
Ley de Hooke:

$$d\phi = \frac{T \cdot dx}{G \cdot I_T}$$

De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



dx

Trabajo producido por la sollicitación

$$dW_T = dU_T = \frac{T \cdot d\phi}{2}$$

Ley de Hooke:

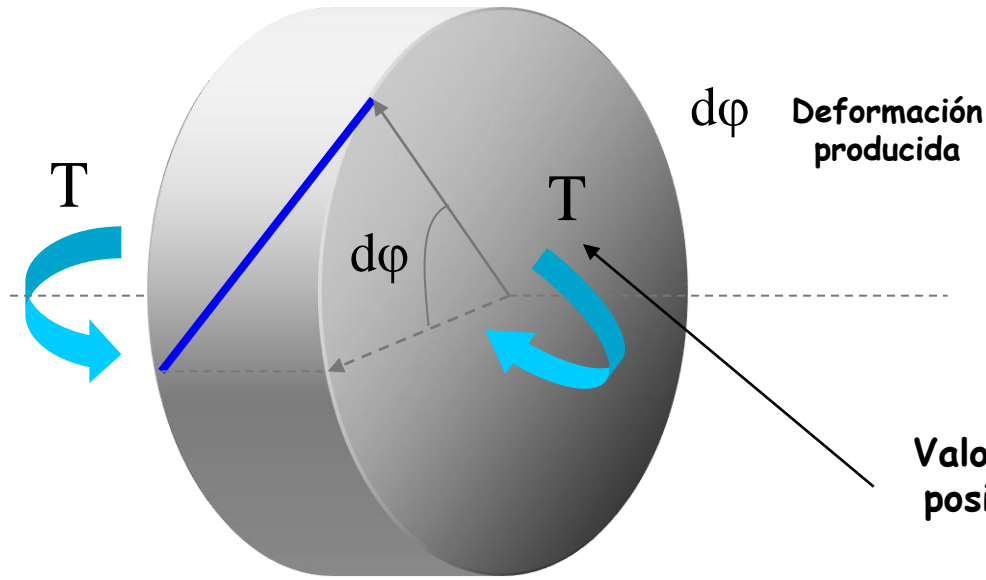
$$d\phi = \frac{T \cdot dx}{G \cdot I_T}$$

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

De un elemento diferencial

Depende de la hipótesis de deformación utilizada, que en el cálculo manual es la de Coulomb

Hipótesis de deformación



dx

Trabajo producido por la sollicitación

$$dW_T = dU_T = \frac{T \cdot d\phi}{2}$$

Ley de Hooke:

$$d\phi = \frac{T \cdot dx}{G \cdot I_T}$$

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo producido



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo



De un tramo

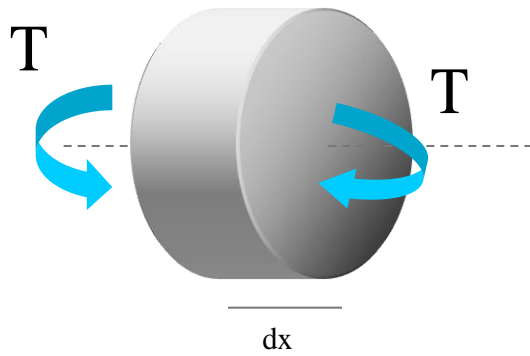


De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales

De un tramo

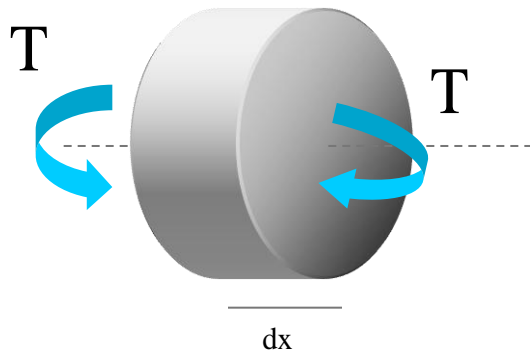
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Elemento diferencial

De un tramo

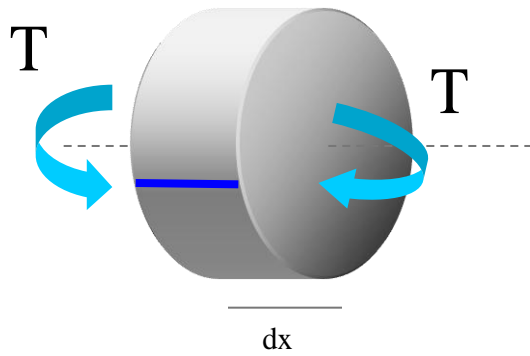
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

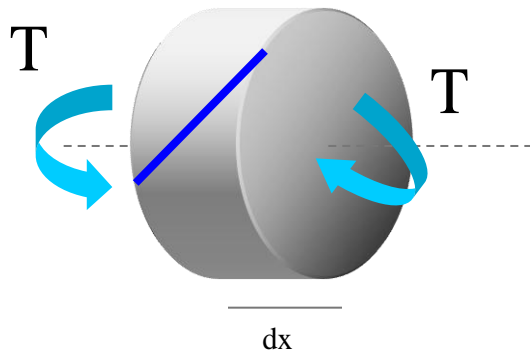
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

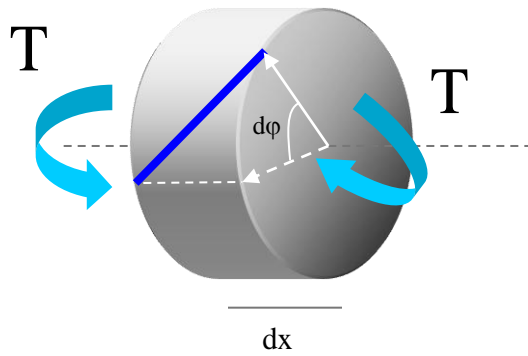
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

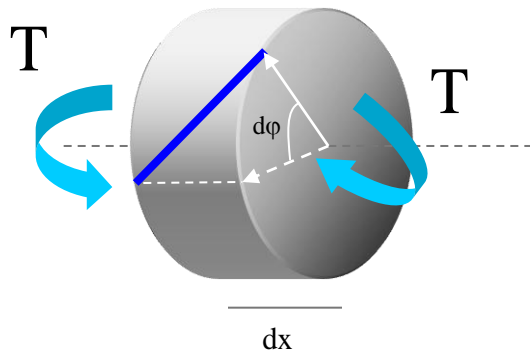
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales

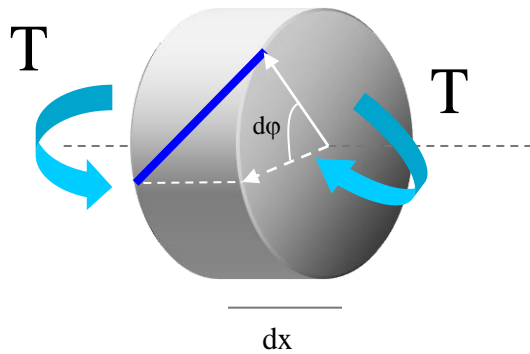


Deformación del elemento

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



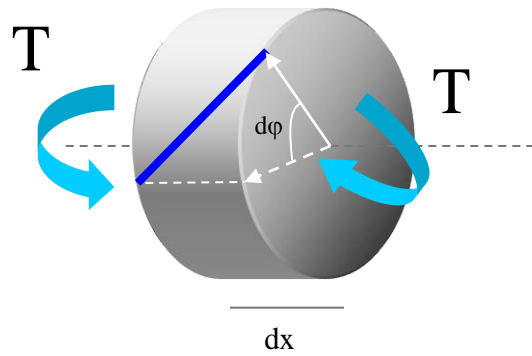
Deformación del elemento

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo del elemento

De un tramo

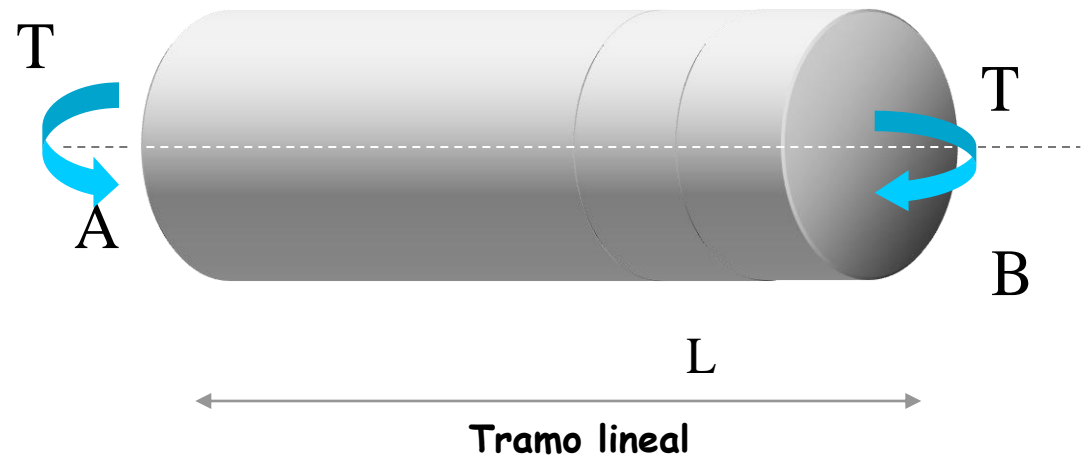
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo del elemento

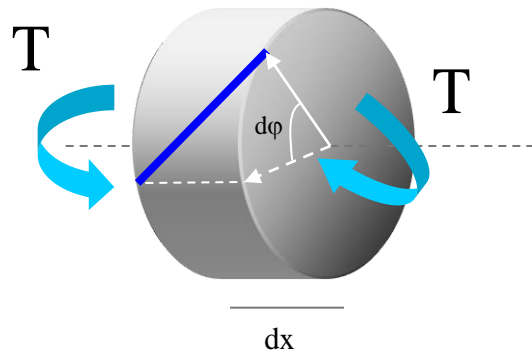


Tramo lineal



De un tramo

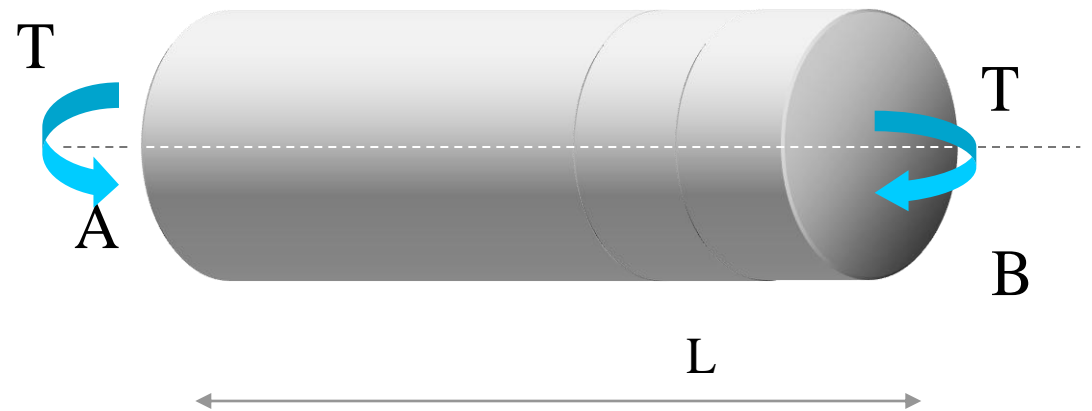
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

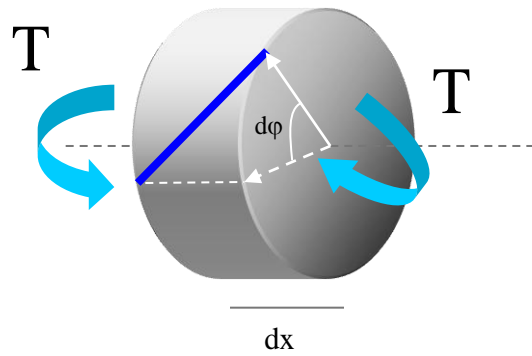
Trabajo del elemento



Deformación del tramo

De un tramo

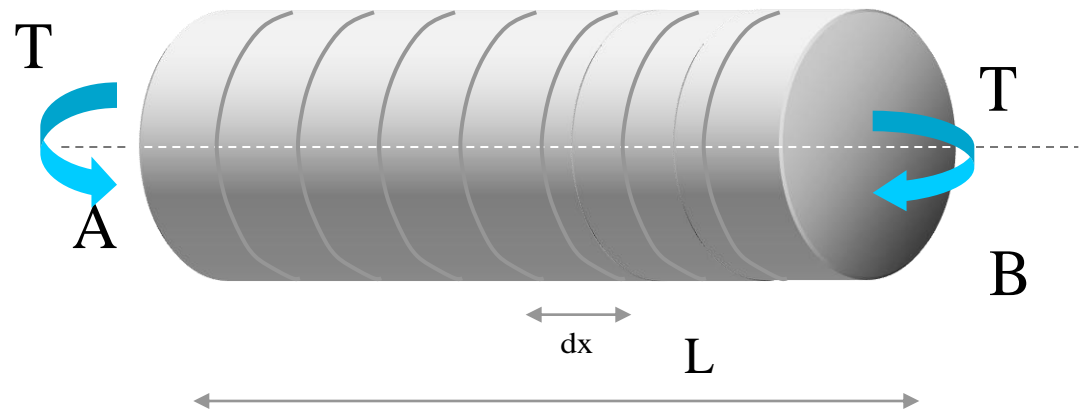
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

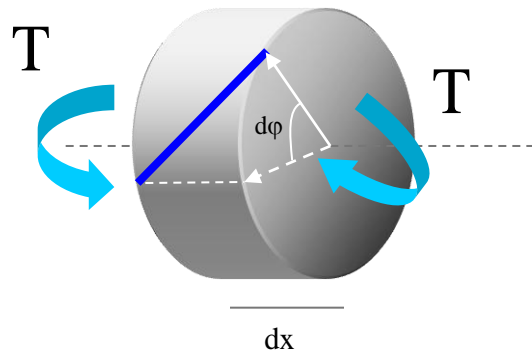
Trabajo del elemento



Deformación del tramo

De un tramo

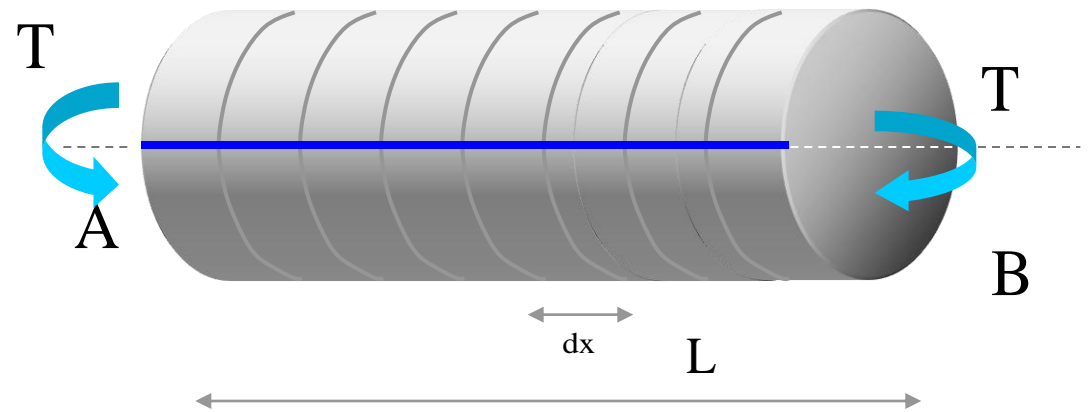
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo del elemento

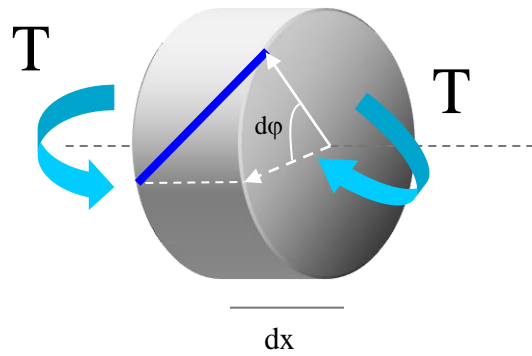


Deformación del tramo



De un tramo

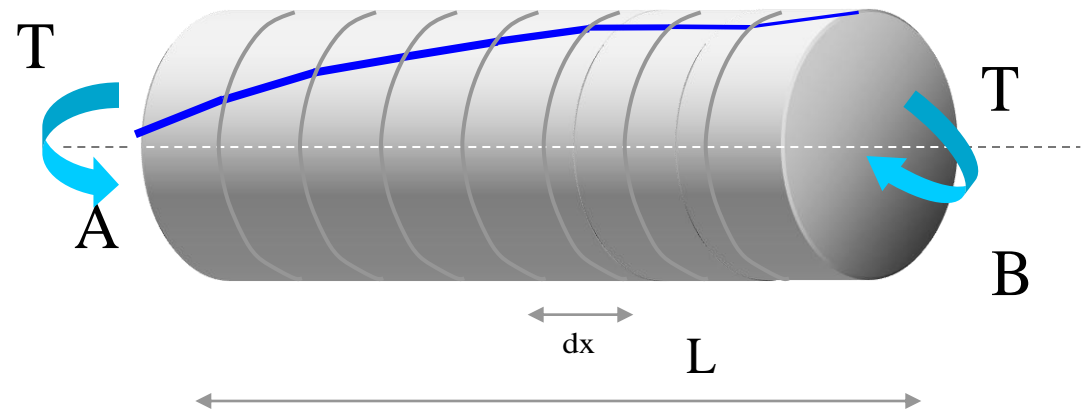
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo del elemento

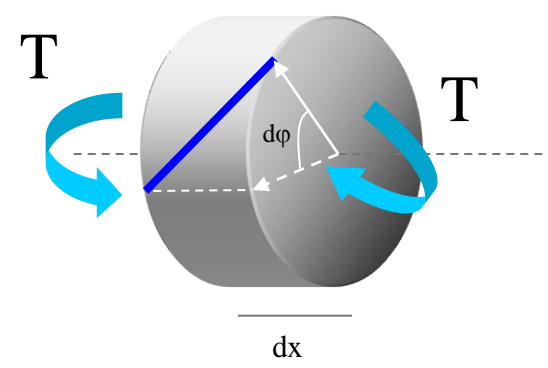


Deformación del tramo



De un tramo

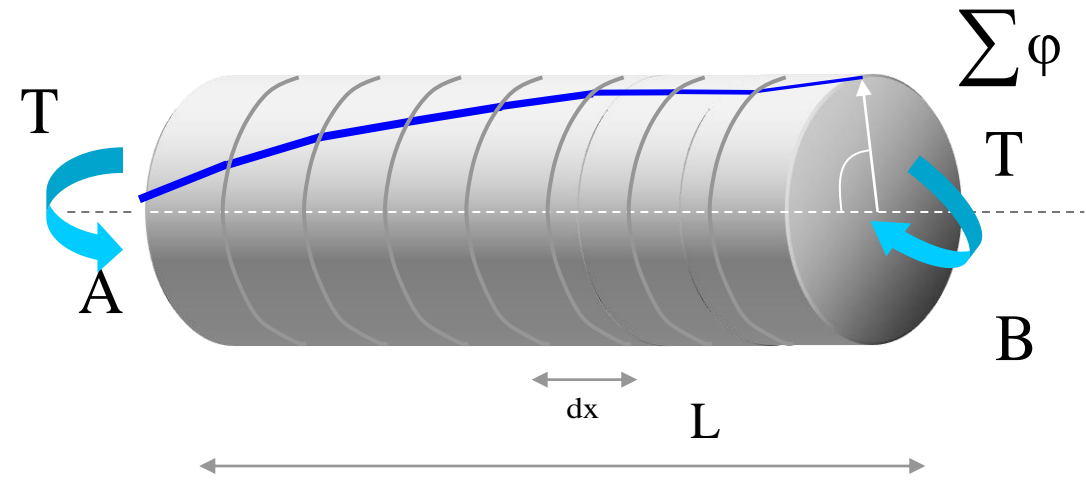
Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo del elemento

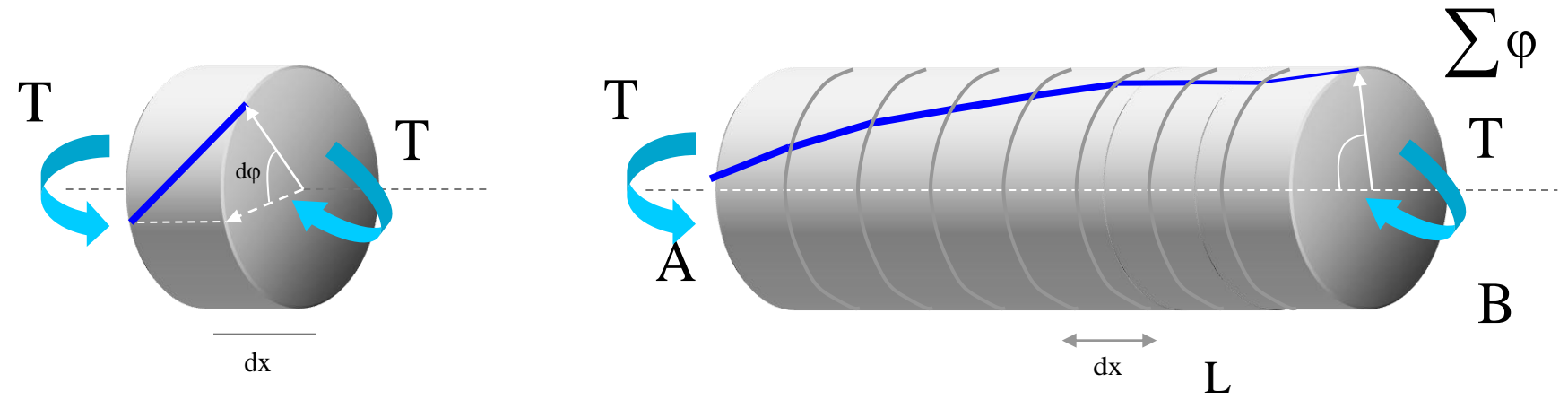


Deformación del tramo



De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

Deformación del tramo

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo del elemento

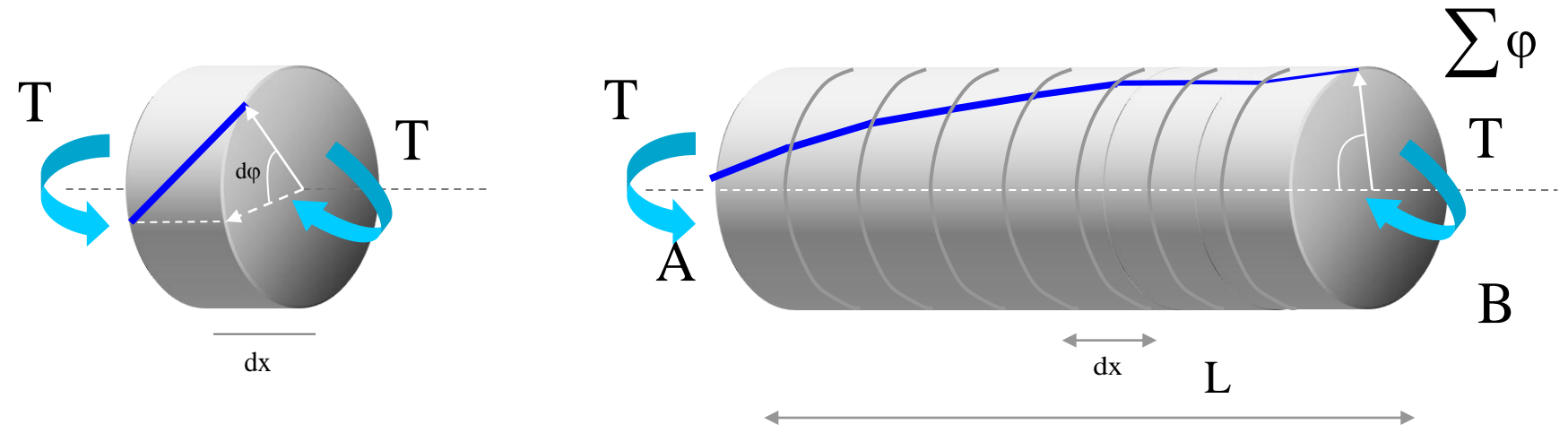


$$U_T = \sum dU_T = \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$



De un tramo

Es la suma de los trabajos producidos por los elementos diferenciales



Deformación del elemento

Deformación del tramo

$$dU_T = \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo del elemento



$$U_T = \sum dU_T = \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo en un tramo

(Puede despreciarse cuando sea muy pequeño en relación con el de la flexión)



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



De toda la estructura



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo
interno de
un tramo =





De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo interno de un tramo =

Por axil

$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo interno de un tramo =

Por axil $\longrightarrow \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$

Por cortante $\longrightarrow \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo interno de un tramo =

Por axil	→	$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$
Por cortante	→	$\int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$
Por flector	→	$\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo interno de un tramo =

Por axil	→	$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$
Por cortante	→	$\int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$
Por flector	→	$\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$
Por torsor	→	$\int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo
interno de \equiv
un tramo \equiv

$$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

$$\int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

$$\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

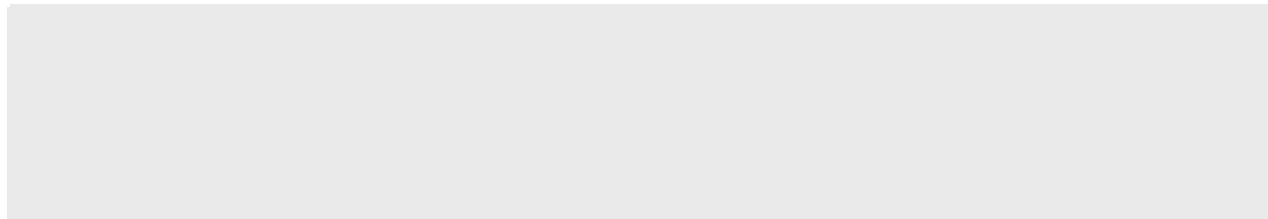
$$\int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo
interno de
un tramo =



$$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

$$\int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

$$\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

$$\int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo
interno de
un tramo =

$$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

$$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

$$\int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

$$\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

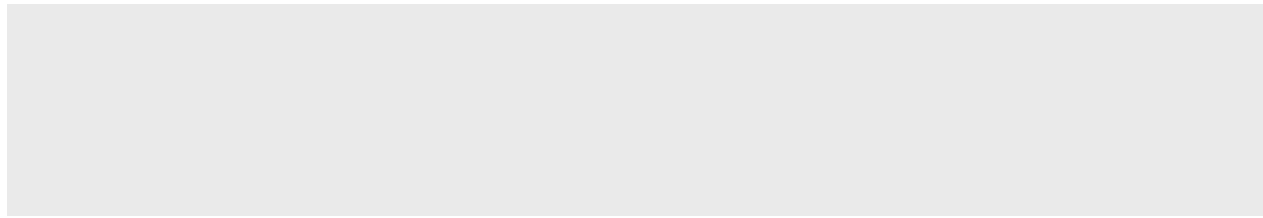
$$\int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura



Trabajo interno de un tramo =

$$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

- $\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$
- $\int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$
- $\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$
- $\int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum \int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Trabajo interno de un tramo =

$$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

$$\int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

$$\int_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA}$$

$$\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI}$$

$$\int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Se considera nulo en las vigas



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \int \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \int \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \int \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \int \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

Se considera nulo en las vigas
de pequeños cantos

$$\frac{h}{L} > \frac{1}{4}$$

Se considera nulo en las vigas



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

$$\sum \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = W_{INT}$$



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

$$\sum \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = W_{INT}$$

Por cada tramo-viga



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

$$\sum \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = W_{INT}$$

Por cada tramo-viga

Por cada tramo-barra



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

$$\sum \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = W_{INT}$$

Por cada tramo-viga

Por cada tramo-barra

Por todos los tramos-viga



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

$$\sum \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = W_{INT}$$

Por cada tramo-viga

Por cada tramo-barra

Por todos los tramos-viga

Por todos los tramos-barra



De toda la estructura

Es la suma de los trabajos internos de los tramos lineales debido a las solicitaciones

Trabajo producido en una estructura

$$\sum_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} + \sum_A^B \chi \frac{V^2 \cdot dx}{2GA} + \sum_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \sum_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T}$$

$$\sum \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = W_{INT}$$

Por cada tramo-viga

Por cada tramo-barra

Por todos los tramos-viga

Por todos los tramos-barra



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Ejemplo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

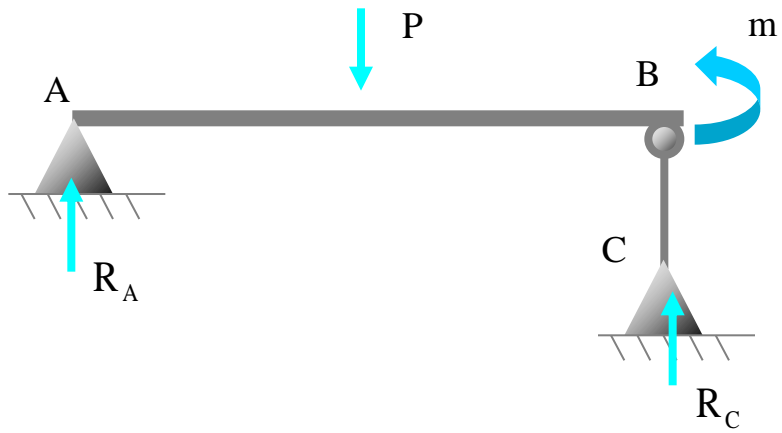


Ejemplo



Ejemplo

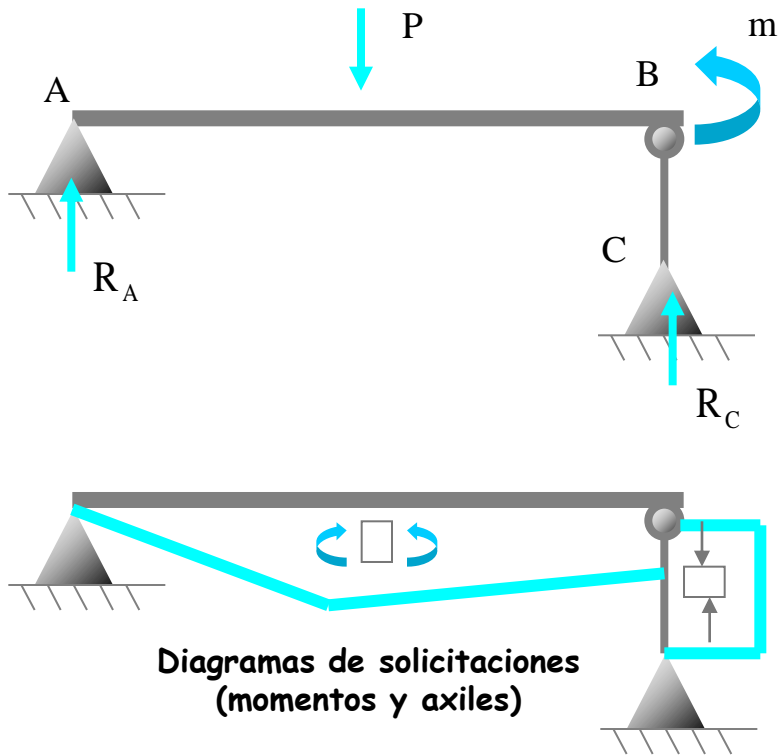
Trabajo por acciones y elementos





Ejemplo

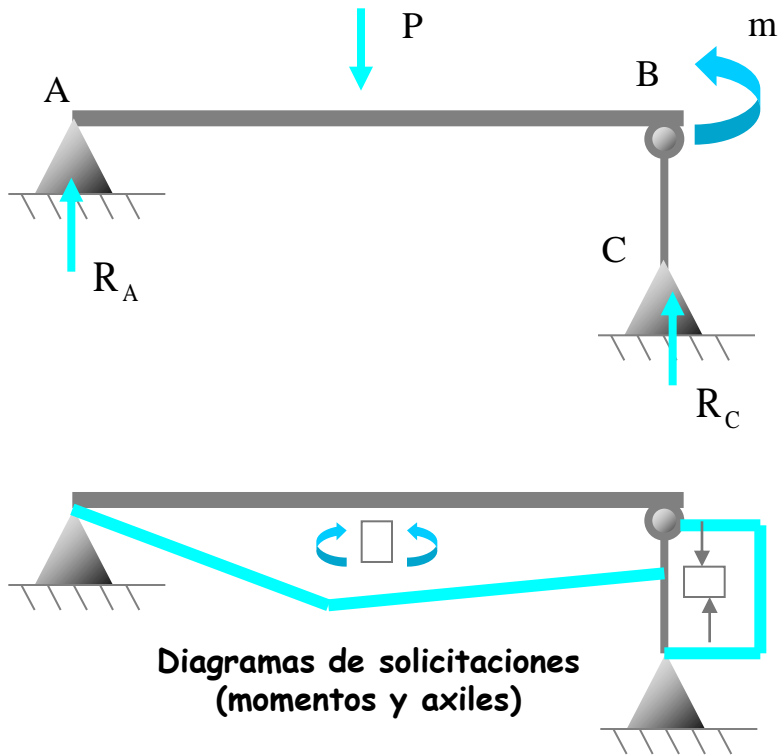
Trabajo por acciones y elementos





Ejemplo

Trabajo por acciones y elementos

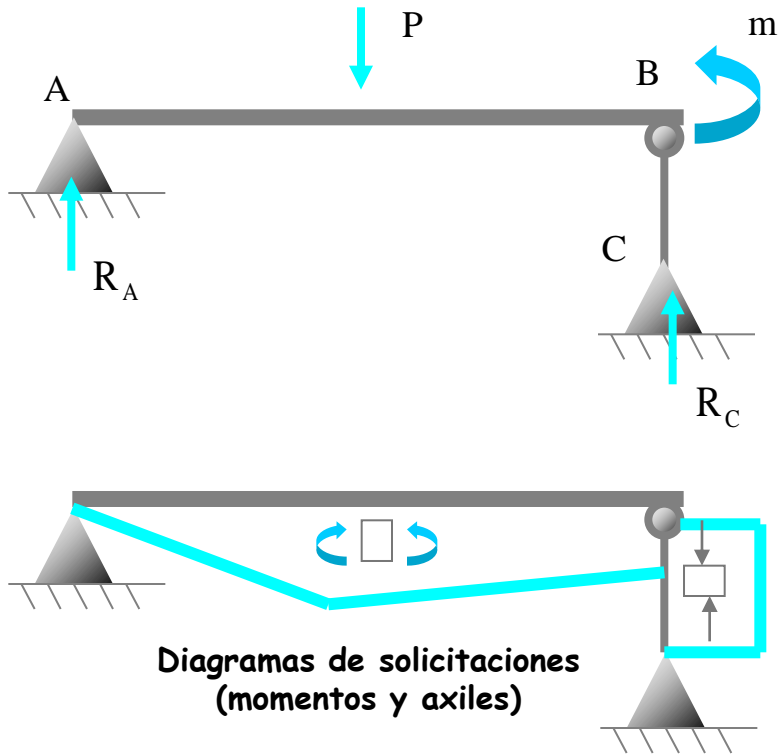


Diagramas de solicitaciones
(momentos y axiles)

$$W_{INT} = \sum W_{INT} / \text{tramo}$$

Ejemplo

Trabajo por acciones y elementos

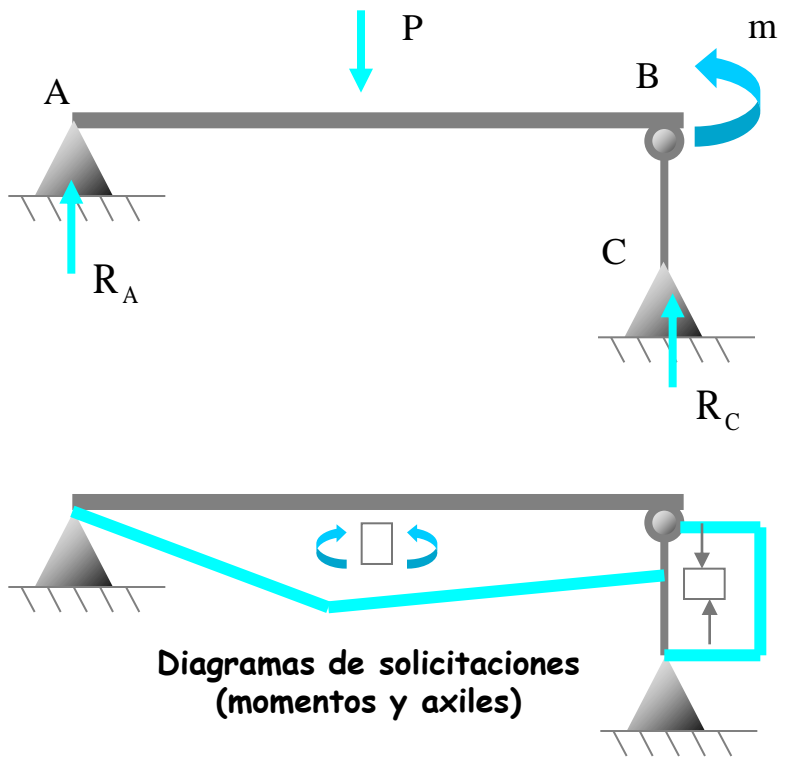


$$W_{INT} = \sum W_{INT} / \text{tramo} \longrightarrow W_{INT} = \int_A^B \frac{M^2}{2EI} dx + \int_B^C \frac{N^2}{2EA} dx$$



Ejemplo

Trabajo por acciones y elementos



Es el trabajo interno en la viga por P y m

$$M = f(P, m)$$

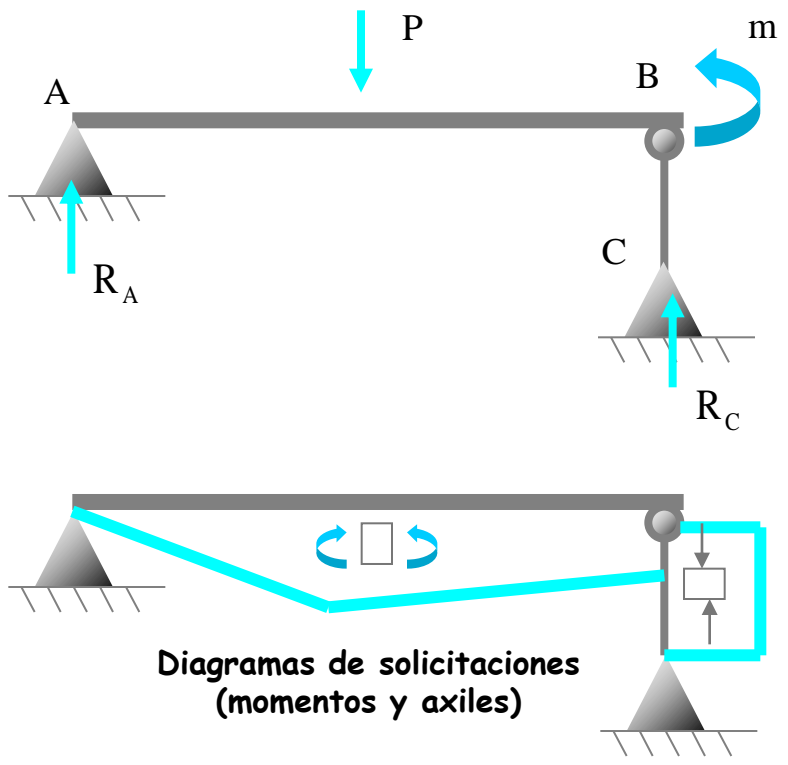
$$W_{INT} = \sum W_{INT} / \text{tramo}$$

$$W_{INT} = \int_A^B \frac{M^2}{2EI} dx + \int_B^C \frac{N^2}{2EA} dx$$



Ejemplo

Trabajo por acciones y elementos



Es el trabajo interno en la viga por P y m

$$M = f(P, m)$$

Es el trabajo interno en la barra por P y m

$$N = f'(P, m)$$

$$W_{INT} = \sum W_{INT} / \text{tramo}$$

$$W_{INT} = \int_A^B \frac{M^2}{2EI} dx + \int_B^C \frac{N^2}{2EA} dx$$



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Ejemplo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Ejemplo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Propiedades de la energía de deformación



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición

Por axil

De un e. diferencial
De un tramo

Valor

Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo

Ejemplo

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1

Descripción

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Descripción



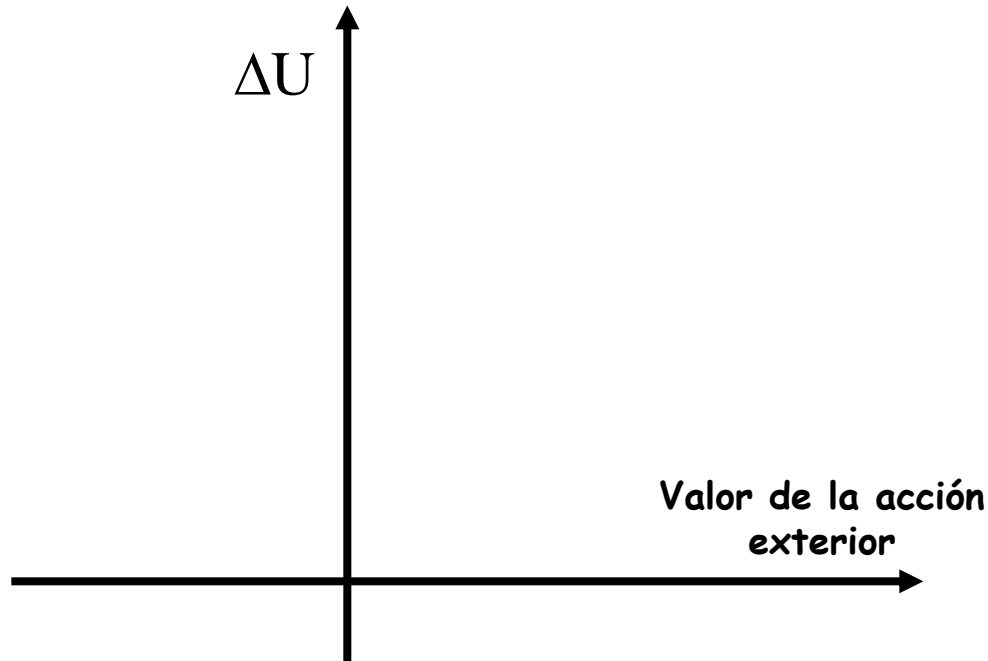
Descripción

La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2° grado) con un eje de simetría vertical



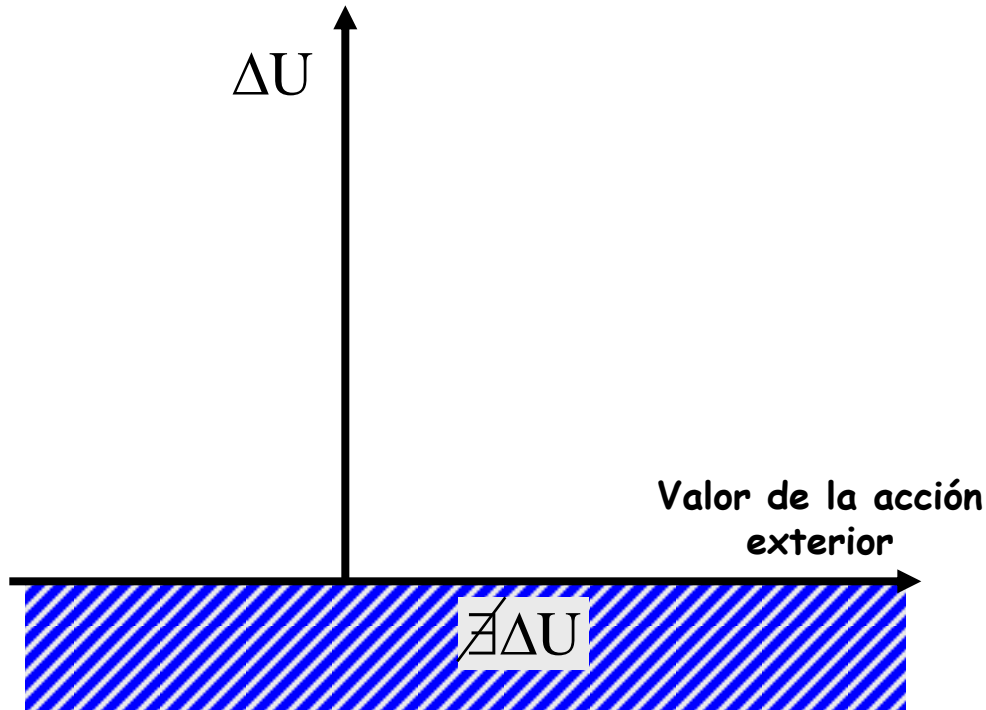
Descripción

La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2º grado) con un eje de simetría vertical



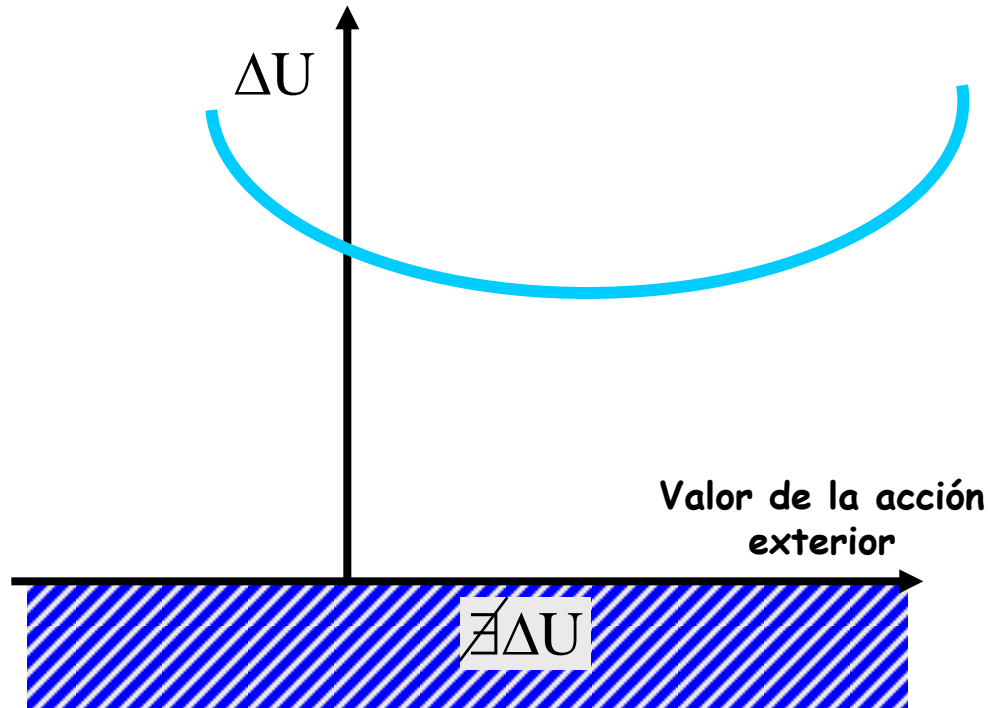
Descripción

La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2° grado) con un eje de simetría vertical



Descripción

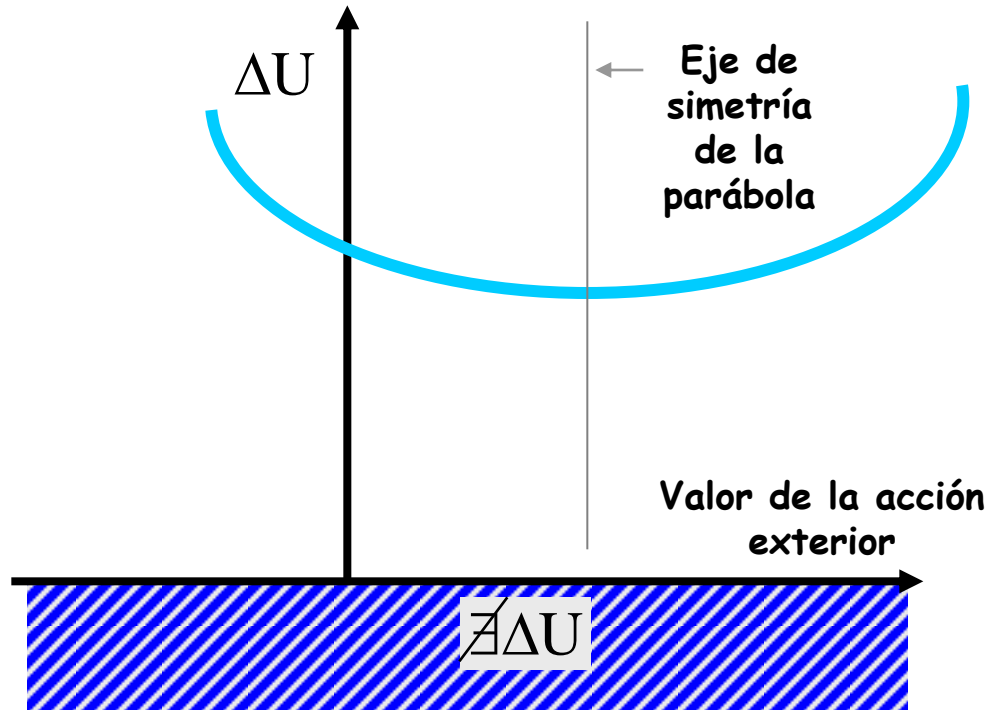
La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2º grado) con un eje de simetría vertical





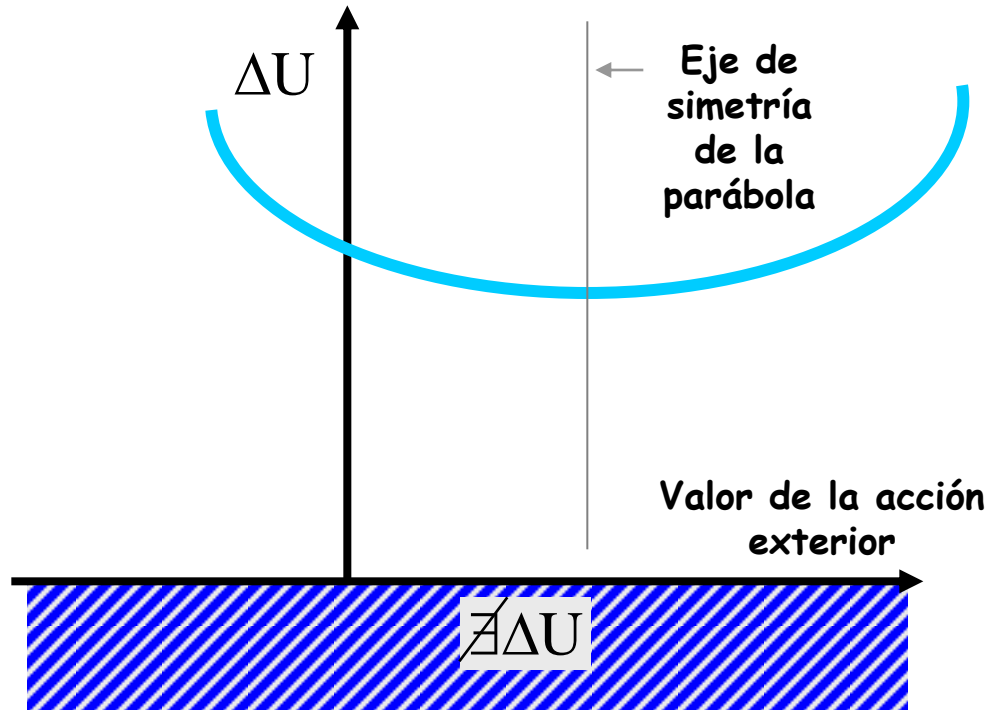
Descripción

La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2º grado) con un eje de simetría vertical



Descripción

La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2° grado) con un eje de simetría vertical

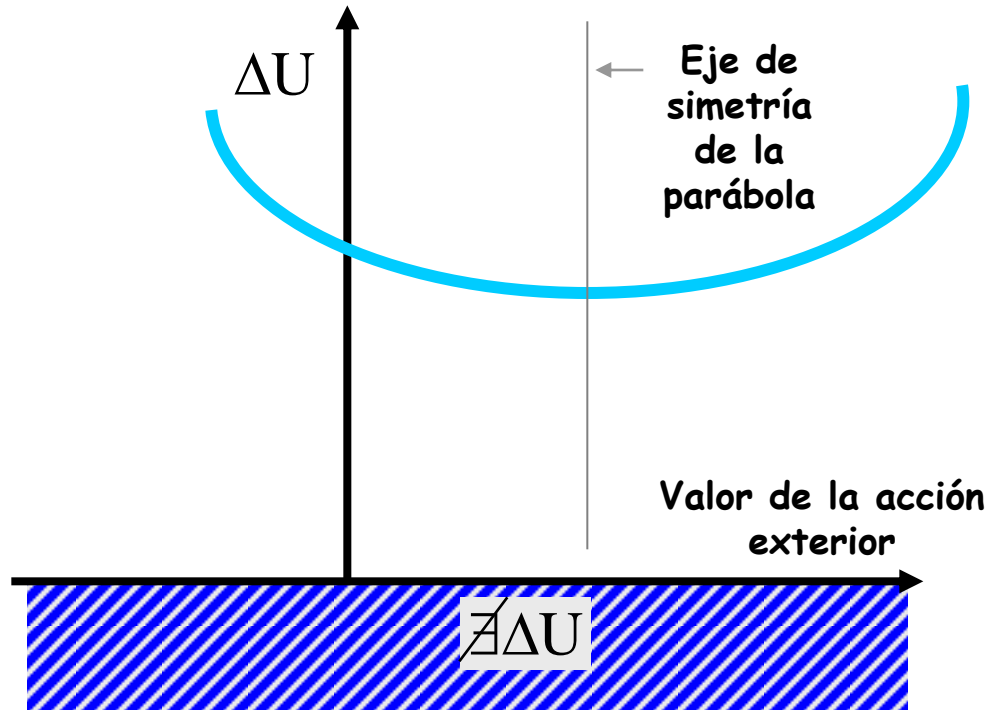


$$W_{\text{INT}} = \Delta U$$



Descripción

La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2º grado) con un eje de simetría vertical

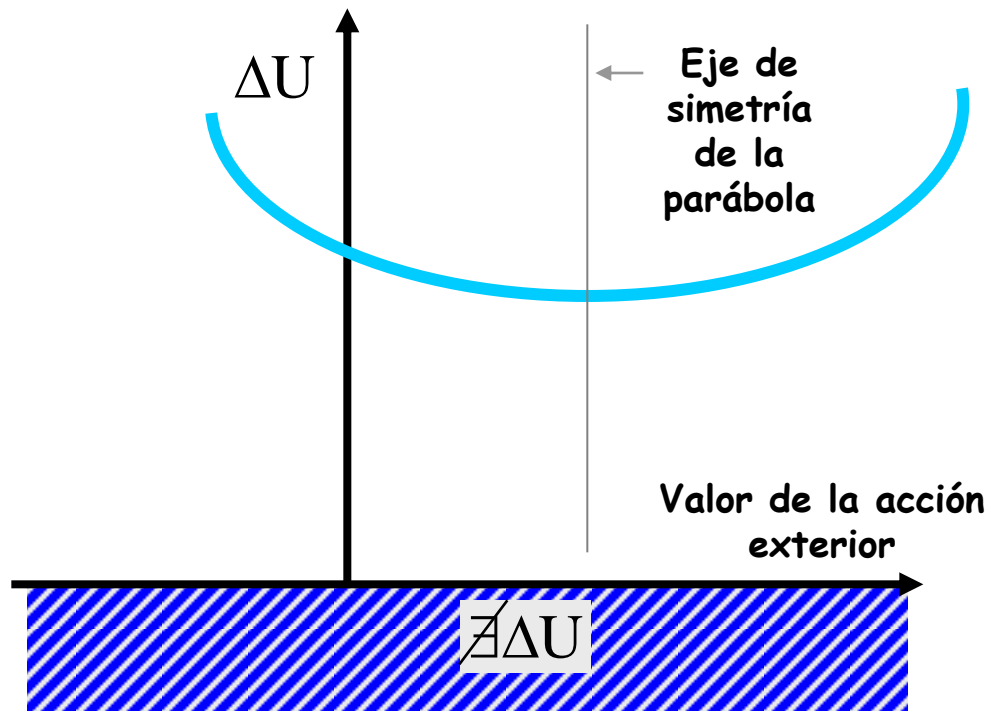


$$W_{INT} = \Delta U = \sum \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$



Descripción

La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2º grado) con un eje de simetría vertical



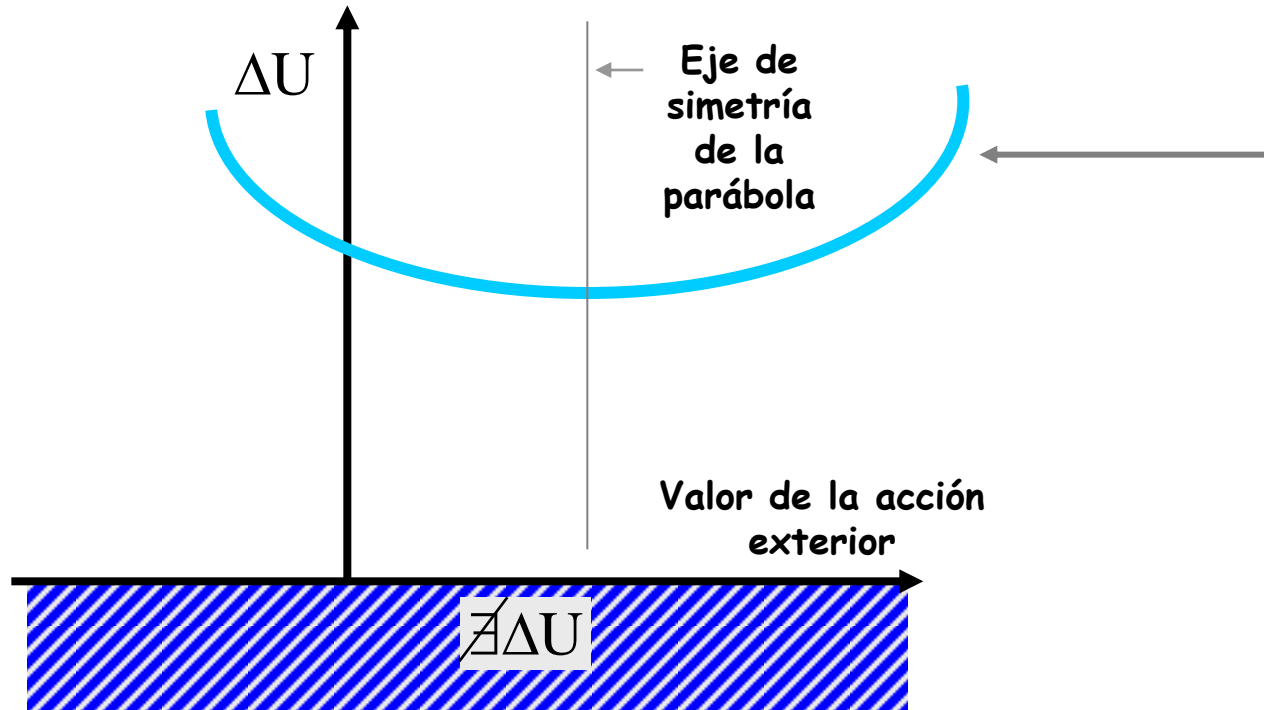
Las solicitaciones dependen linealmente de la acción y están elevadas al cuadrado

$$W_{INT} = \Delta U = \sum \left[\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right] + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$



Descripción

La energía de deformación es siempre positiva. Cuando se expresa en función del valor de una acción exterior, es una función cuadrática (una parábola de 2º grado) con un eje de simetría vertical



Las solicitaciones dependen linealmente de la acción y están elevadas al cuadrado

$$W_{INT} = \Delta U = \sum \left[\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right] + \sum \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \text{Parábola de 2º grado de eje vertical de simetría}$$



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1

Descripción

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1

Descripción
Ejemplo 1

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

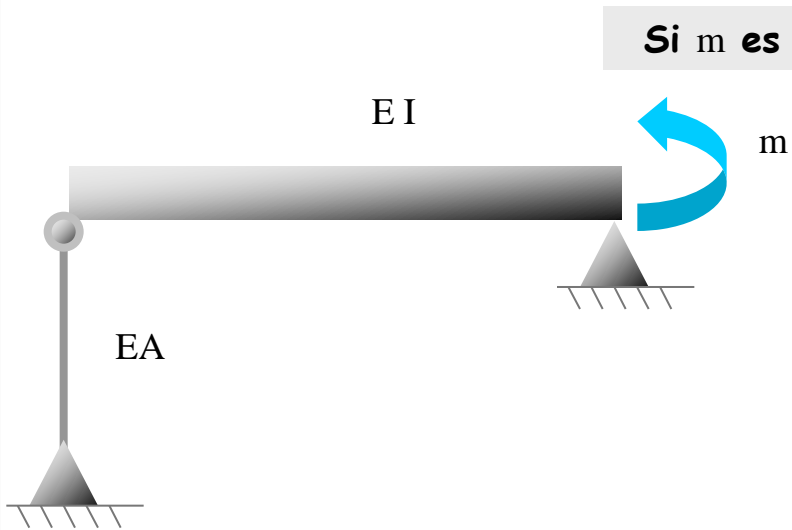


Ejemplo 1



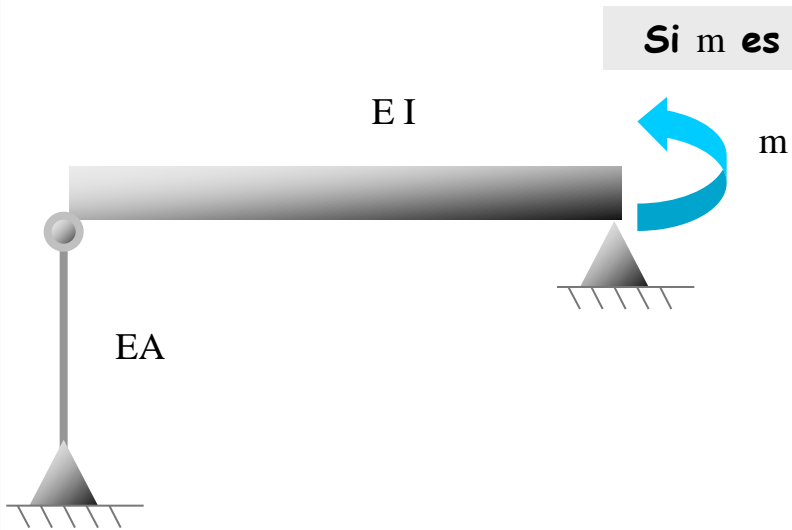
Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



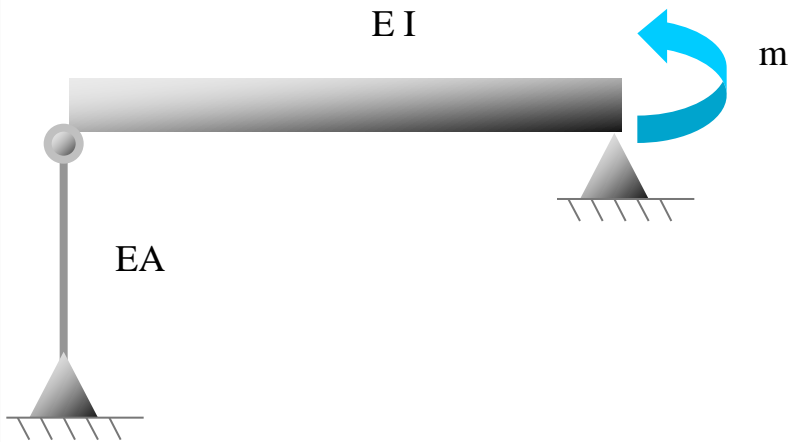
Expresión de la energía de deformación (en función de m):



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable

Si m es variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

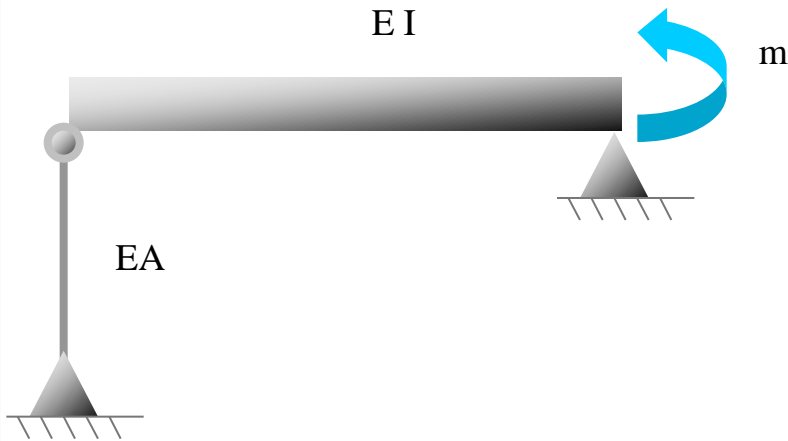
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable

Si m es variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_t} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

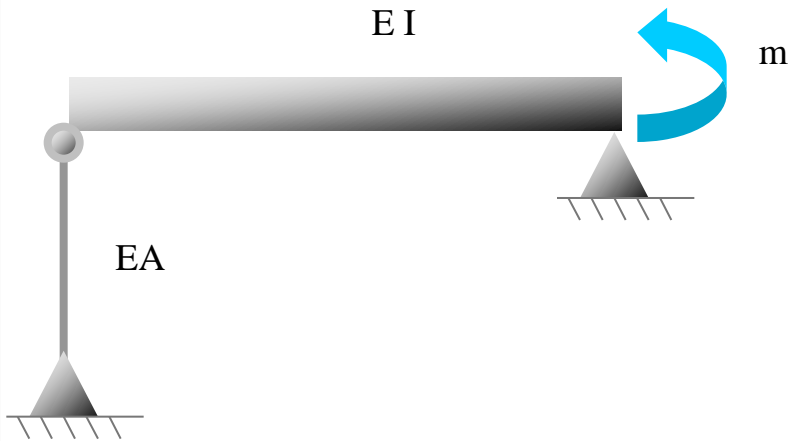
No existen torsiones



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable

Si m es variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA}$$

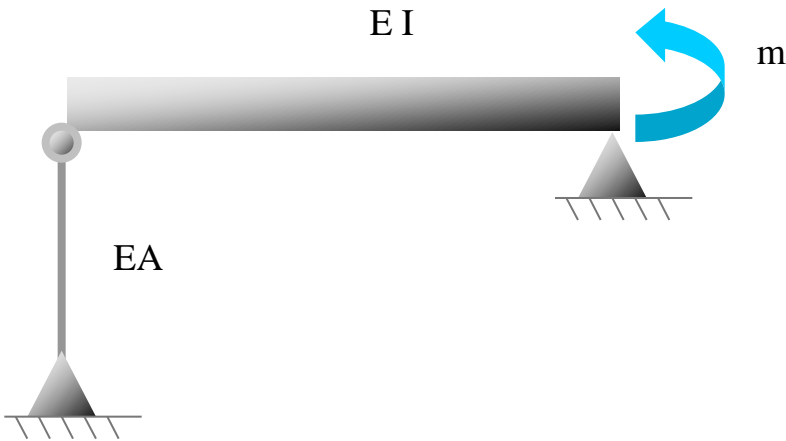
No existen torsiones



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable

Si m es variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

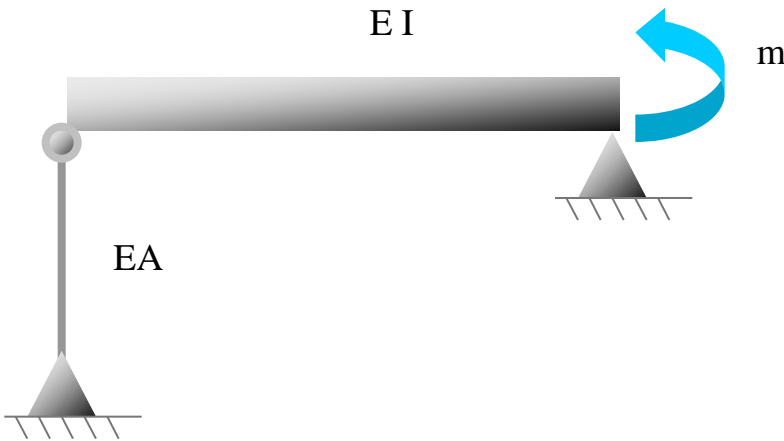
No existen torsiones



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable

Si m es variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

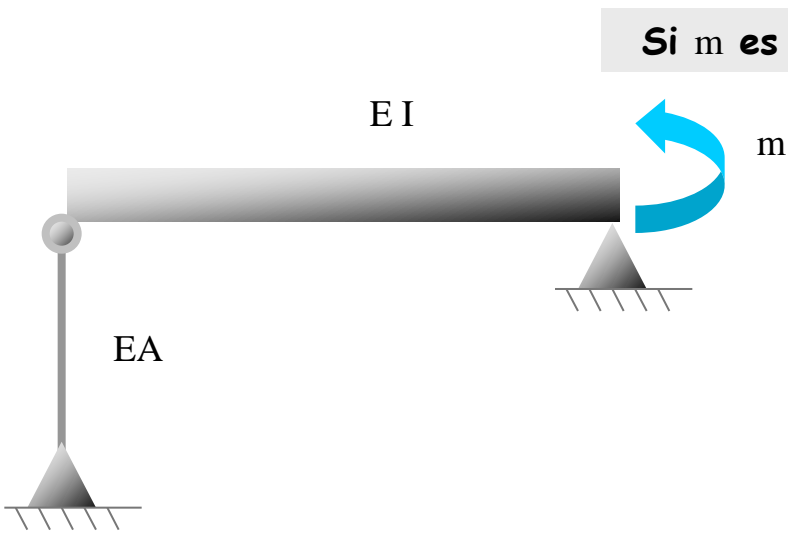
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

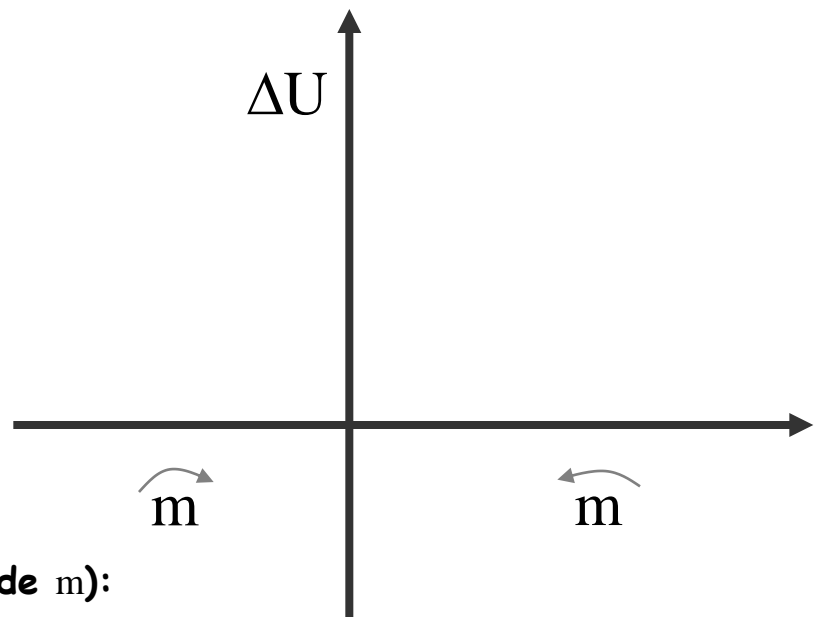


Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Si m es variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

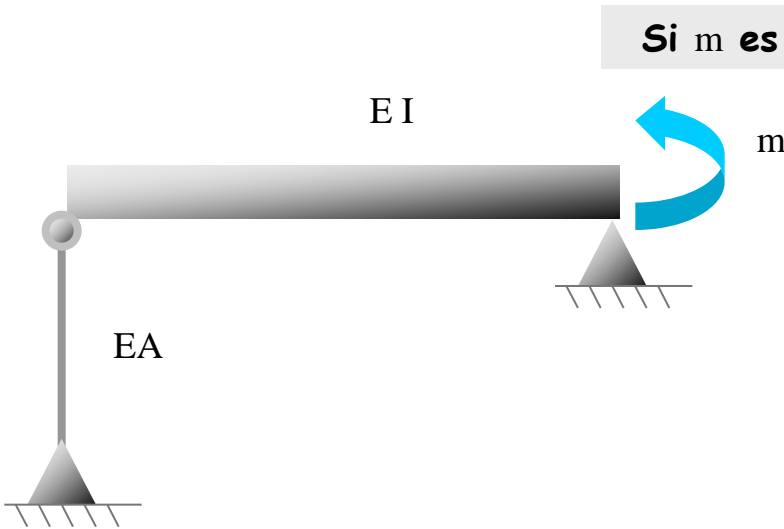
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

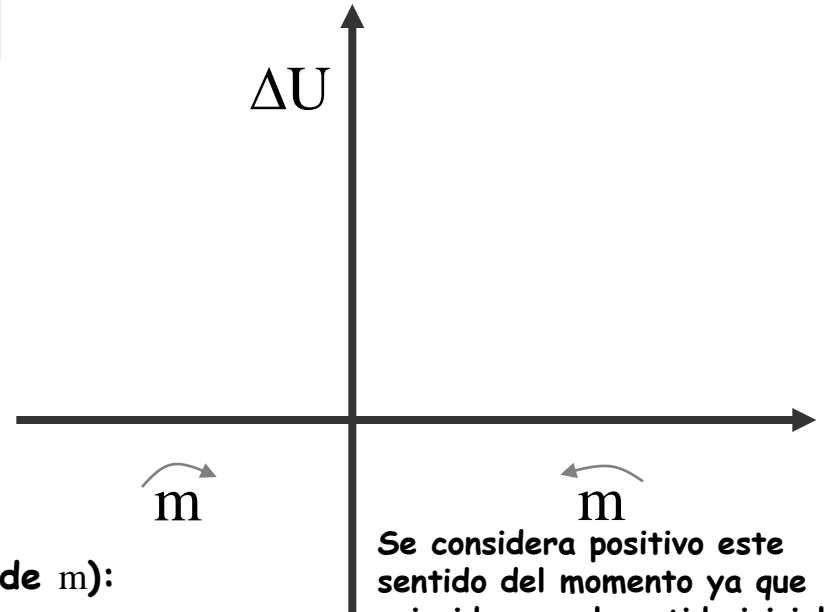
Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Si m es variable



Se considera positivo este sentido del momento ya que coincide con el sentido inicial de m (criterio arbitrario)

Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

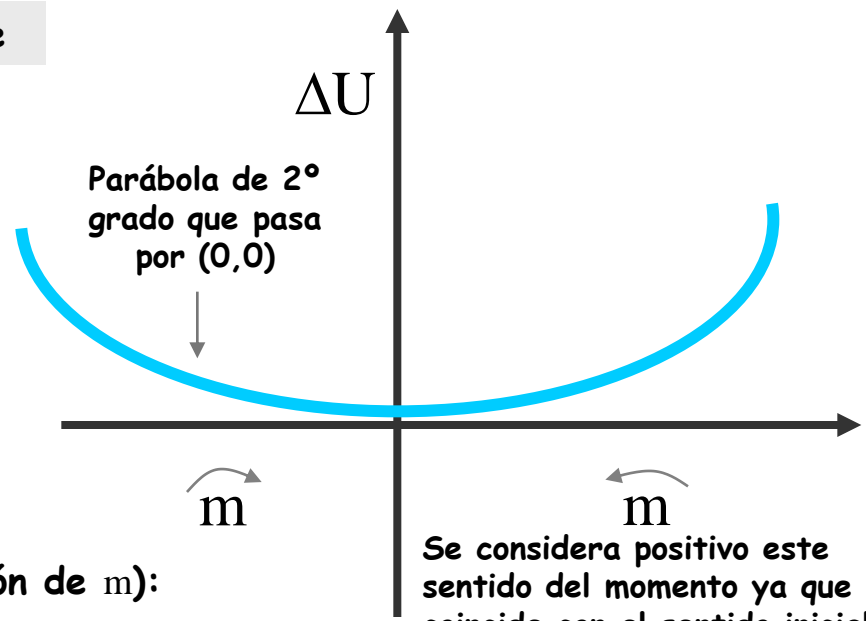
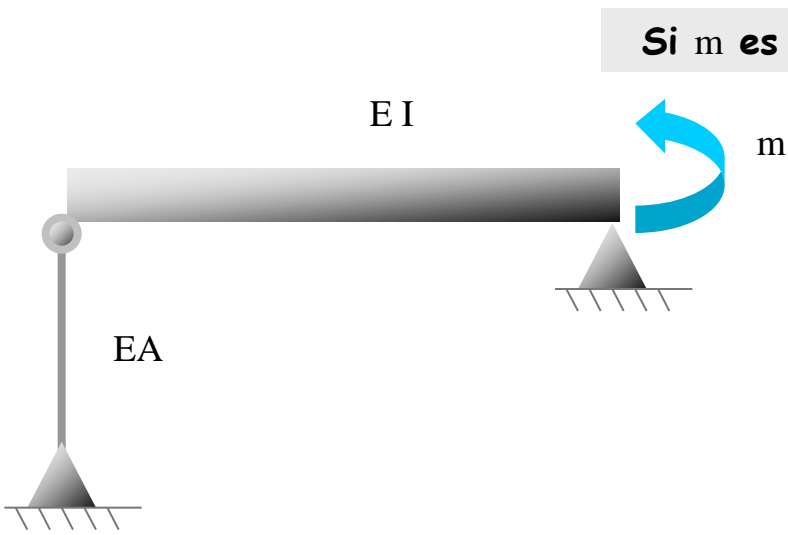
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

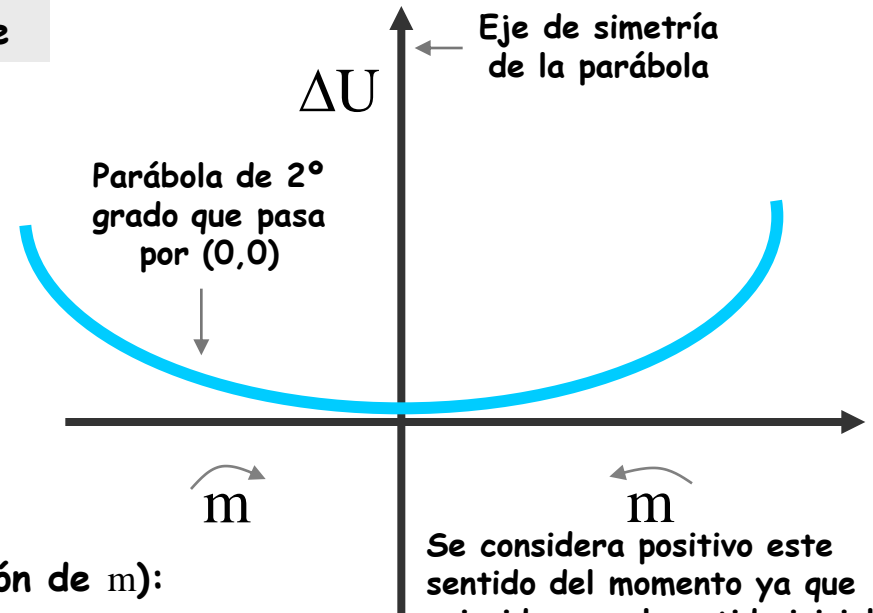
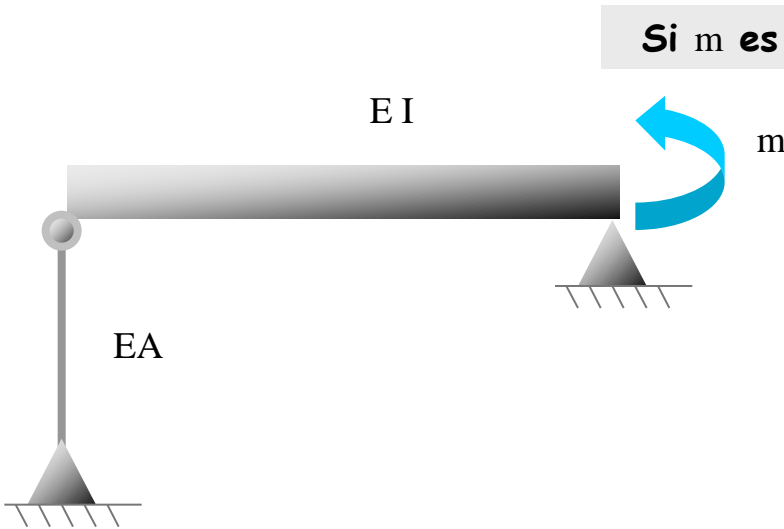
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

Se considera positivo este sentido del momento ya que coincide con el sentido inicial de m (criterio arbitrario)

Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

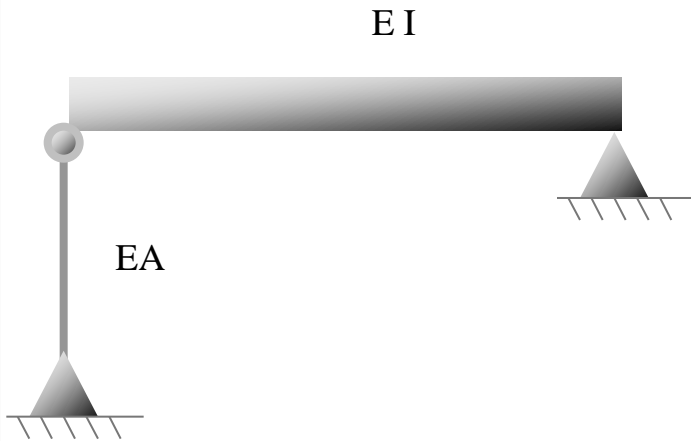
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

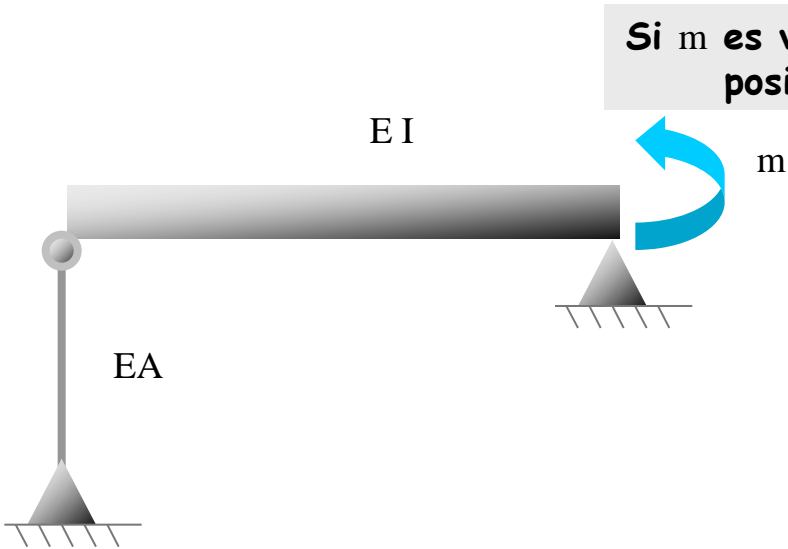
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

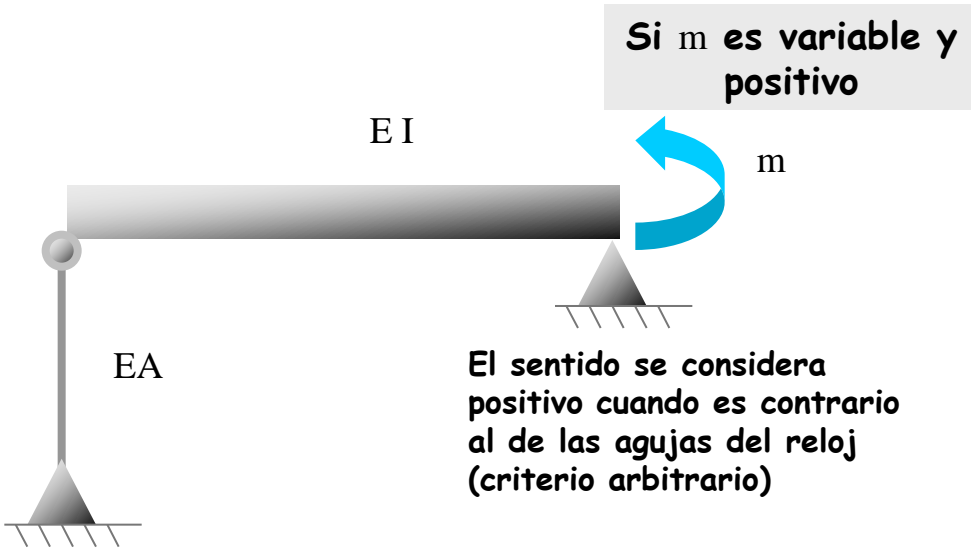
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

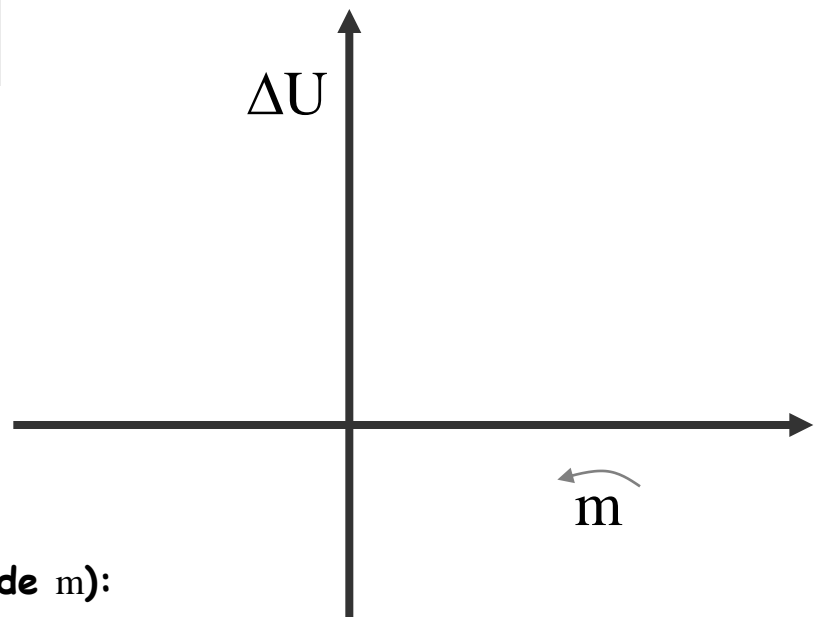
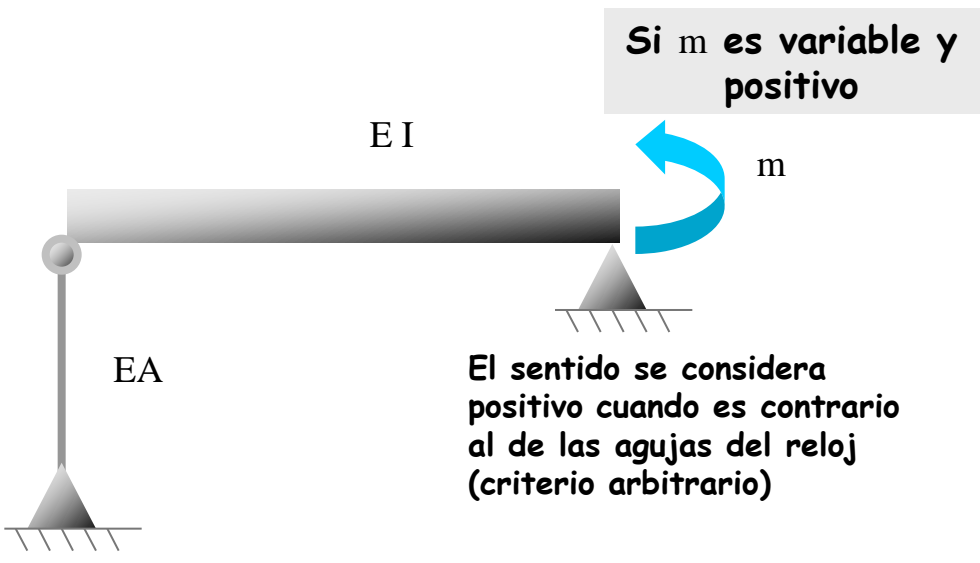
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

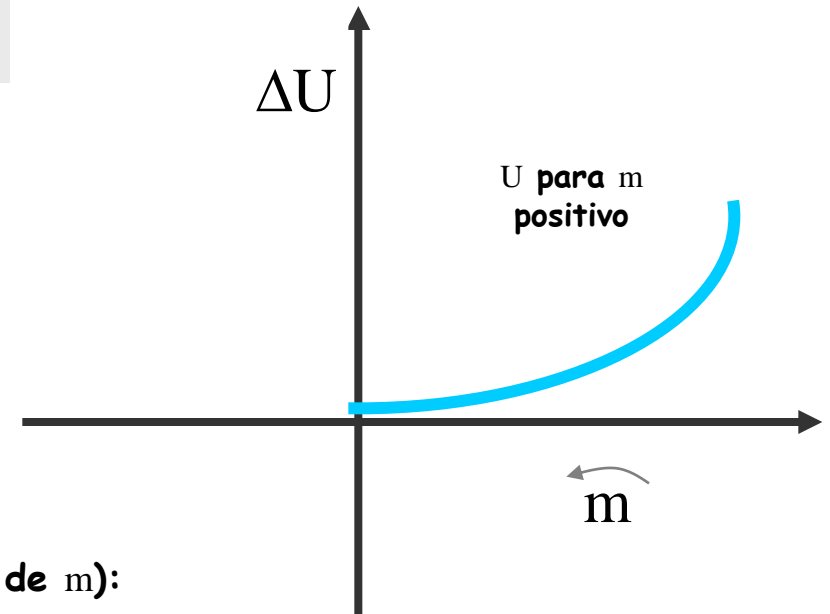
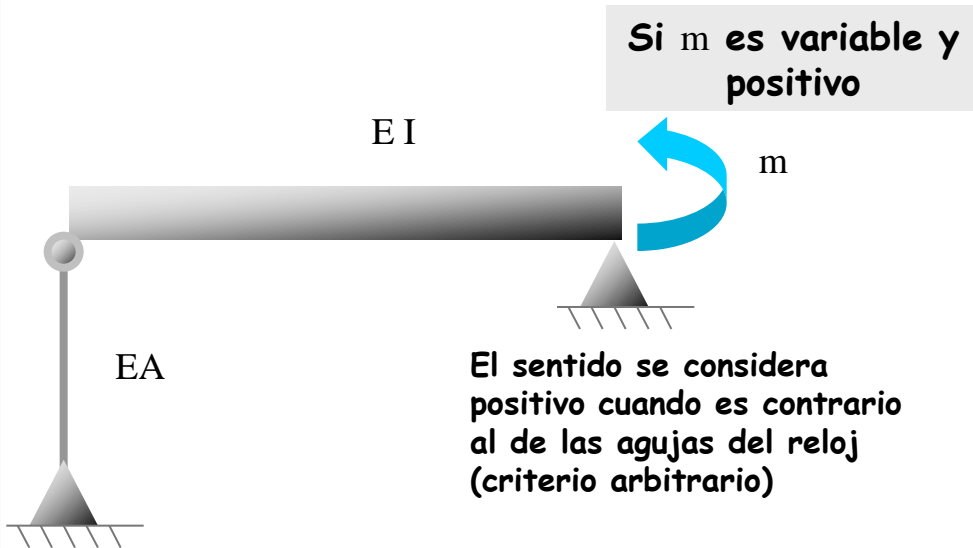
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

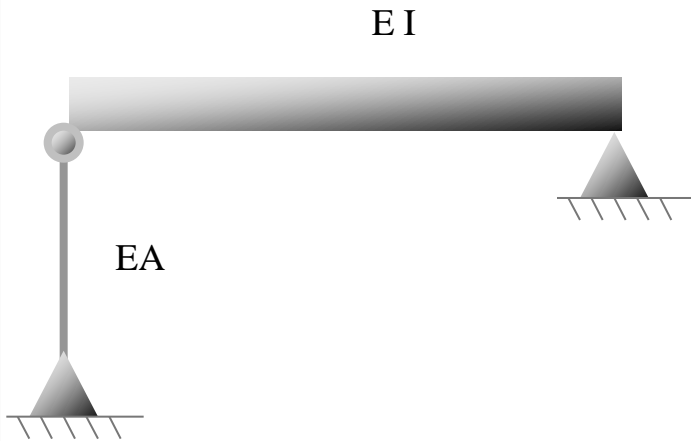
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

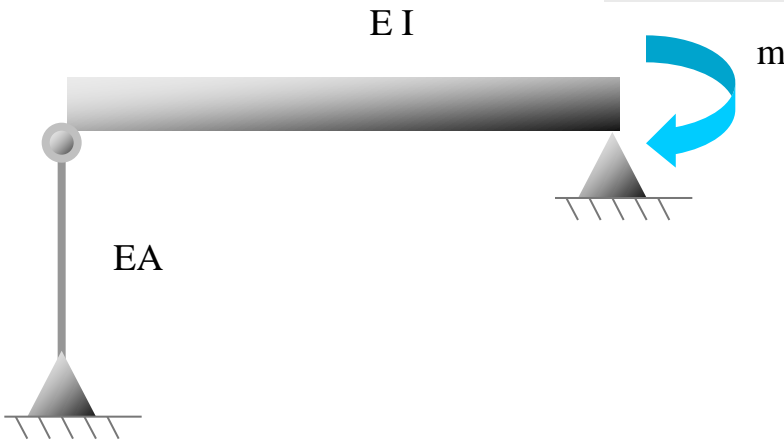
Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable

Si m es variable y negativo



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

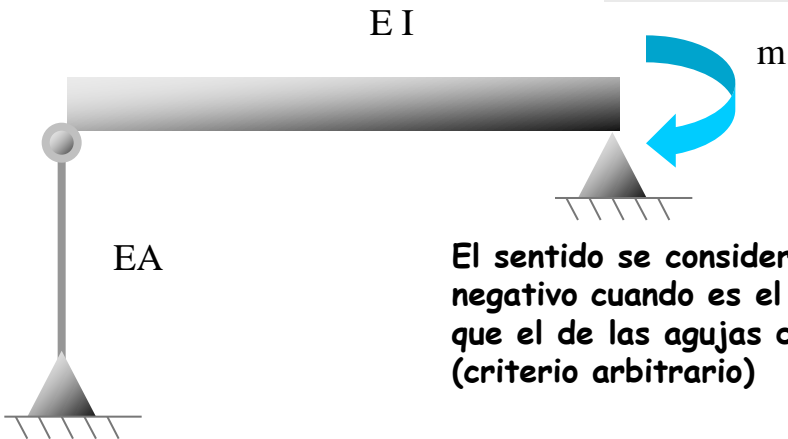
Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable

Si m es variable y negativo



El sentido se considera negativo cuando es el mismo que el de las agujas del reloj (criterio arbitrario)

Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

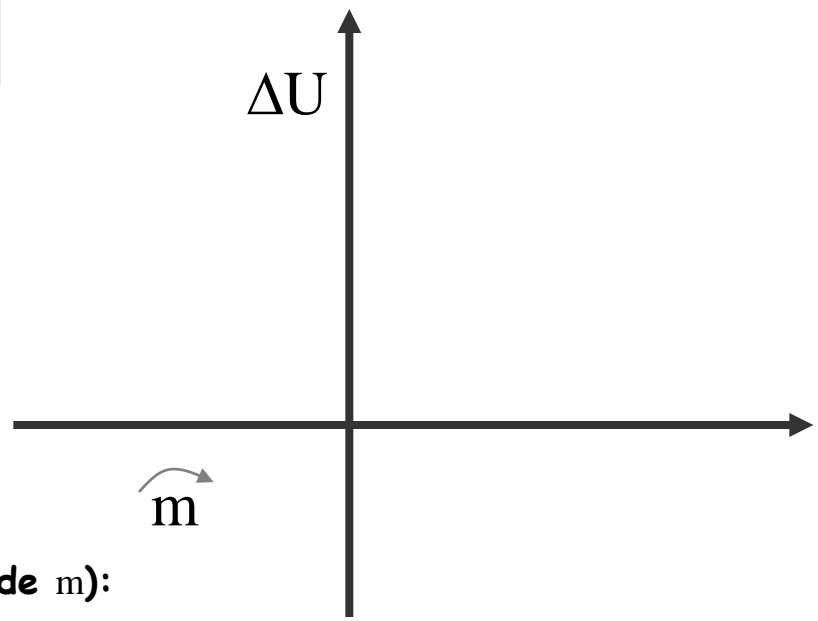
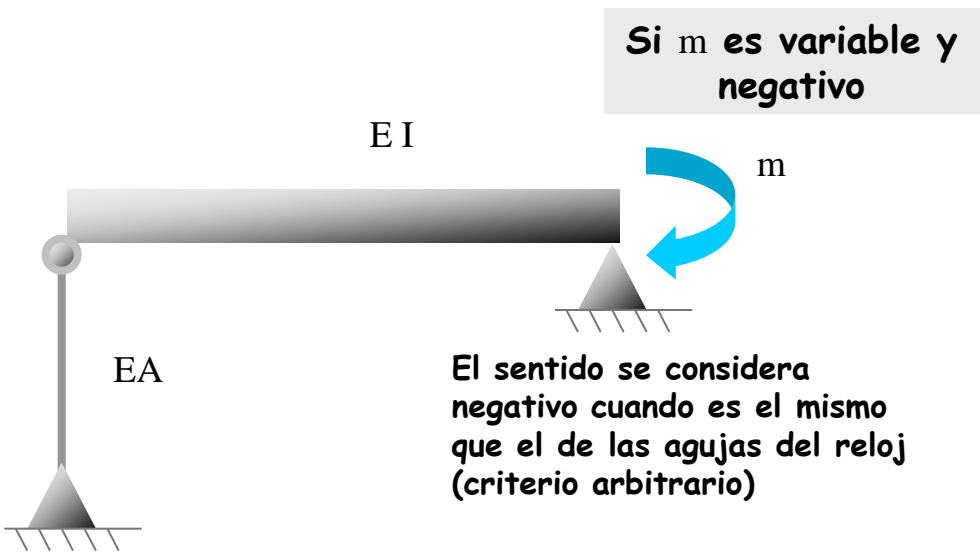
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

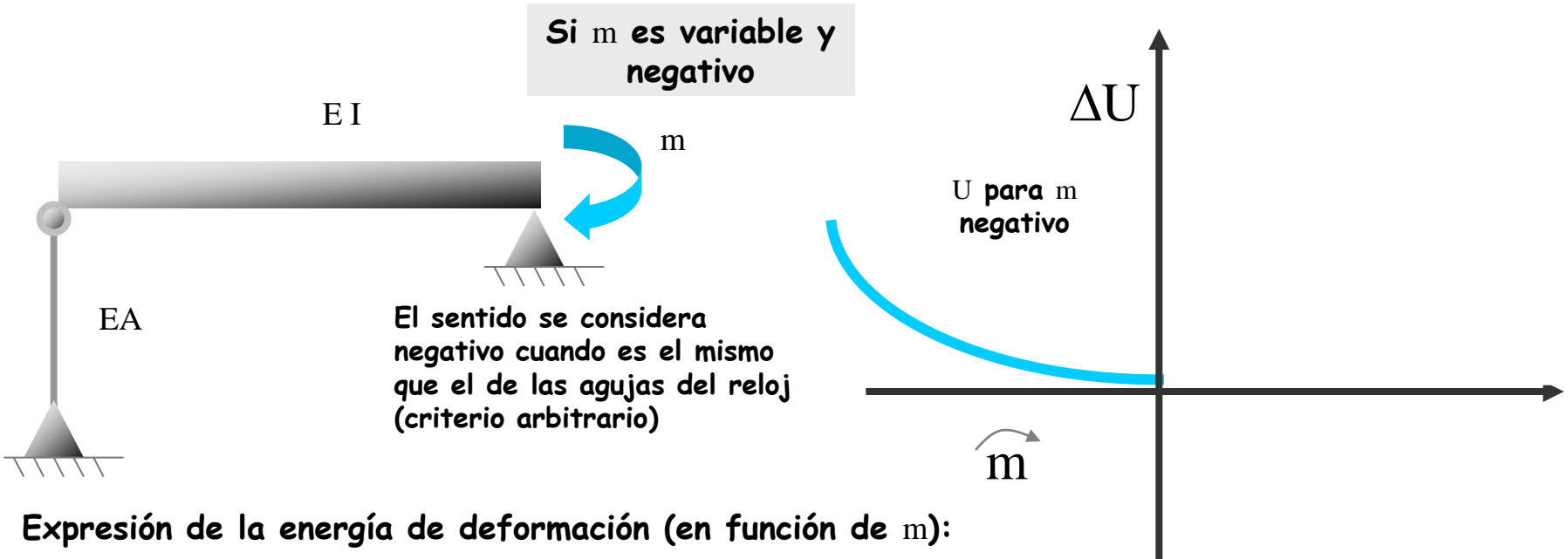
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

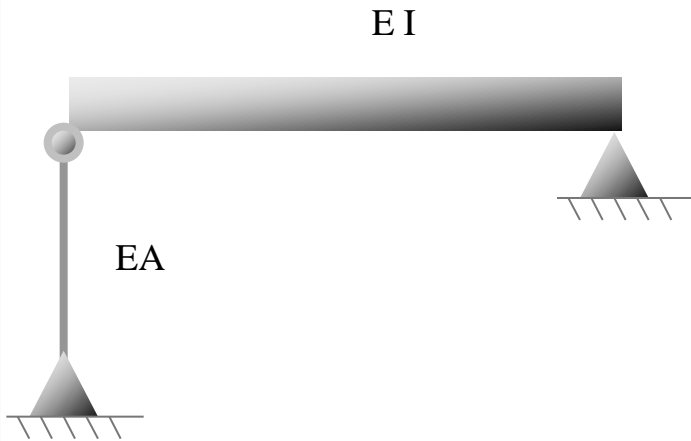
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

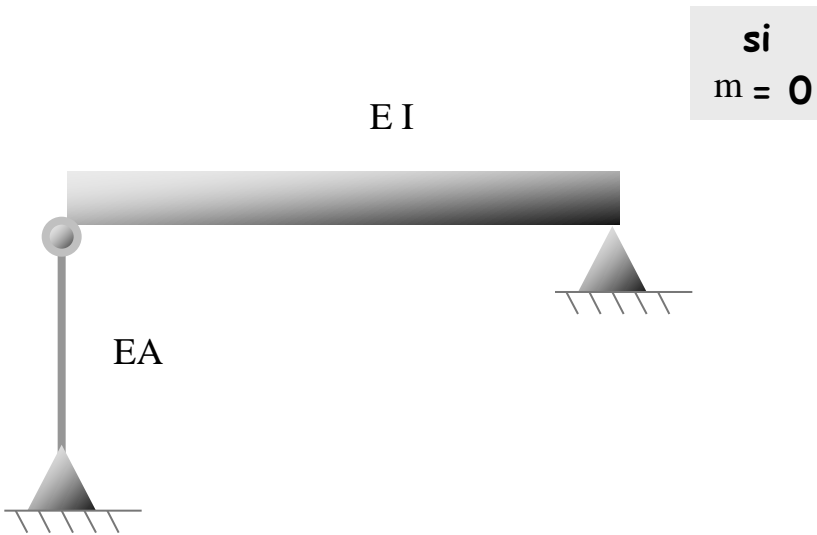
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

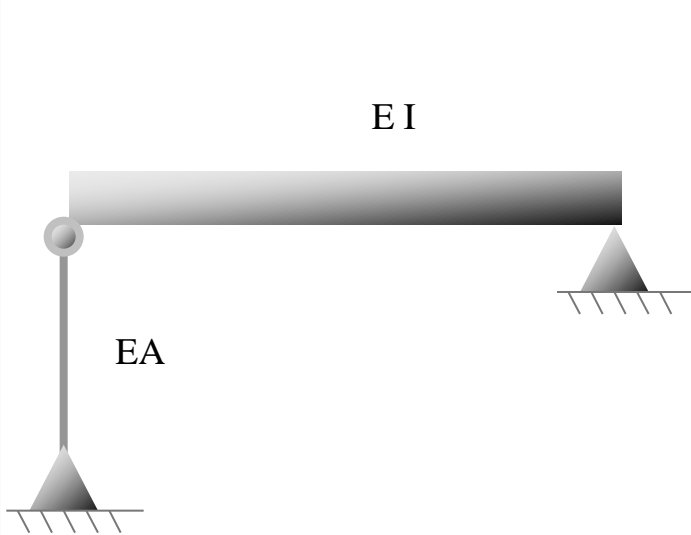
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

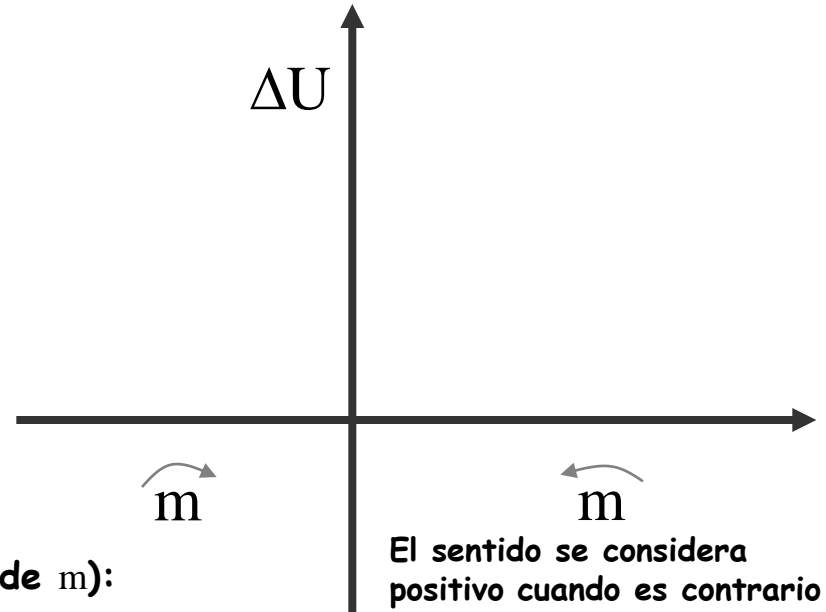
Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



si
m = 0



El sentido se considera positivo cuando es contrario al de las agujas del reloj (criterio arbitrario)

Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

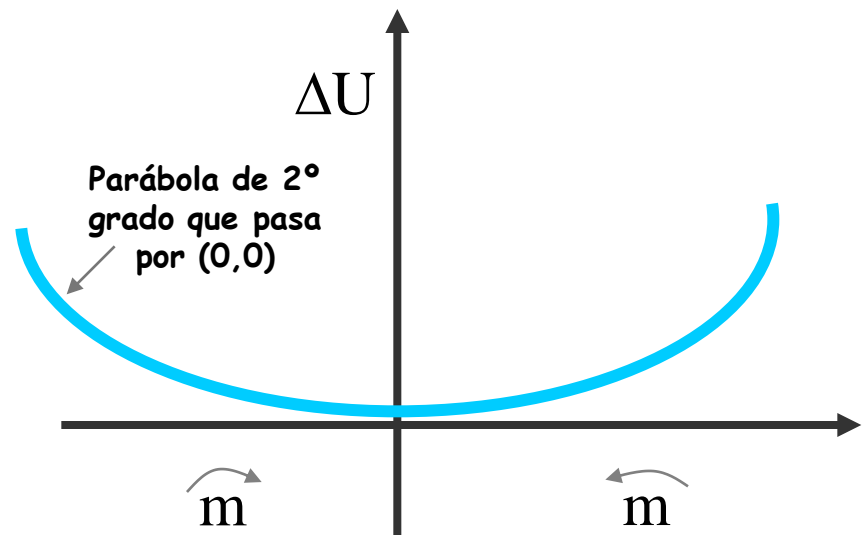
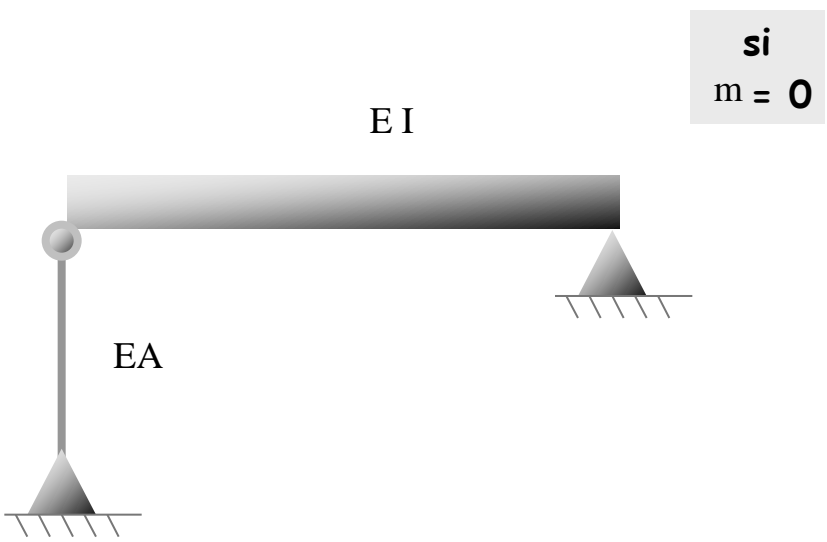
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

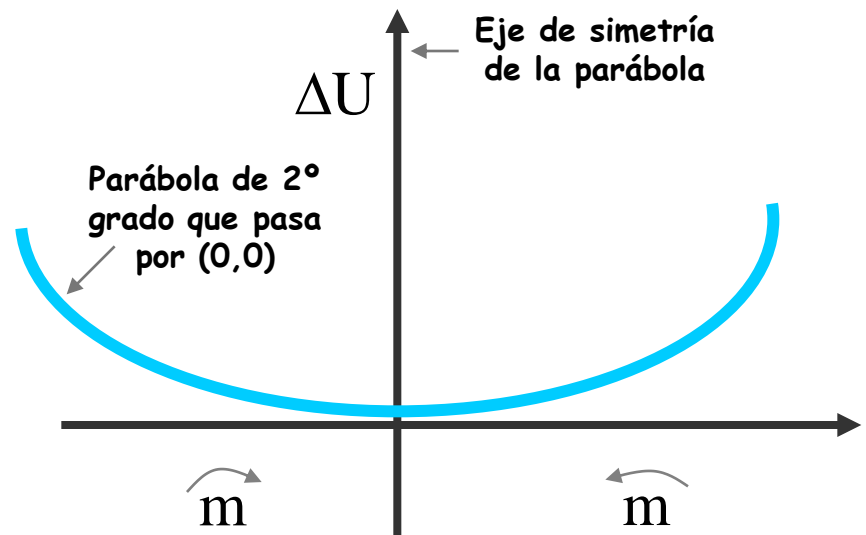
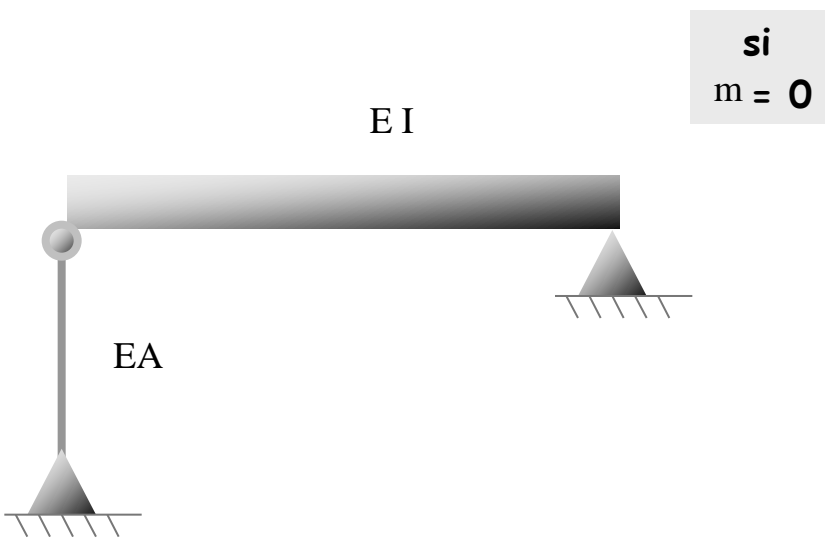
Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

El sentido se considera positivo cuando es contrario al de las agujas del reloj (criterio arbitrario)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

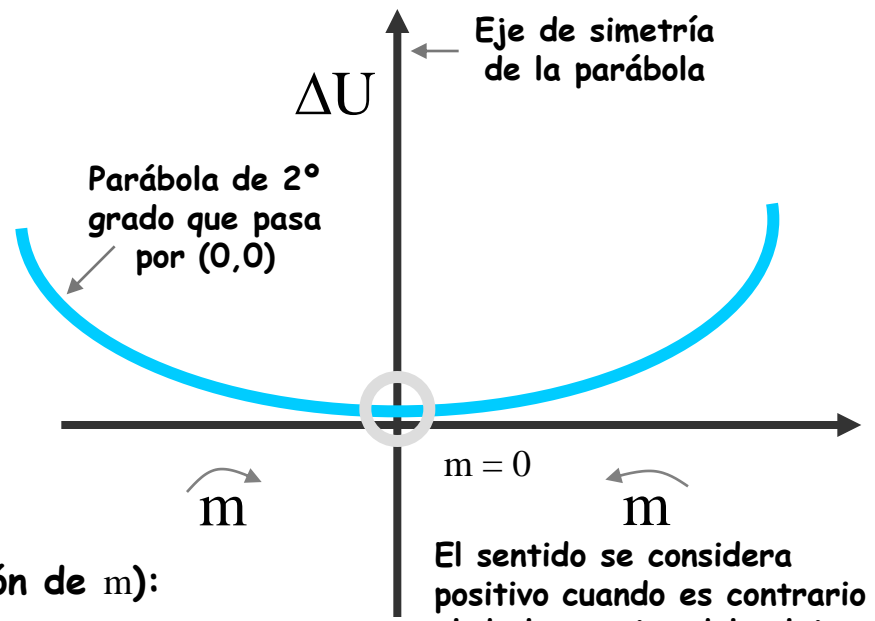
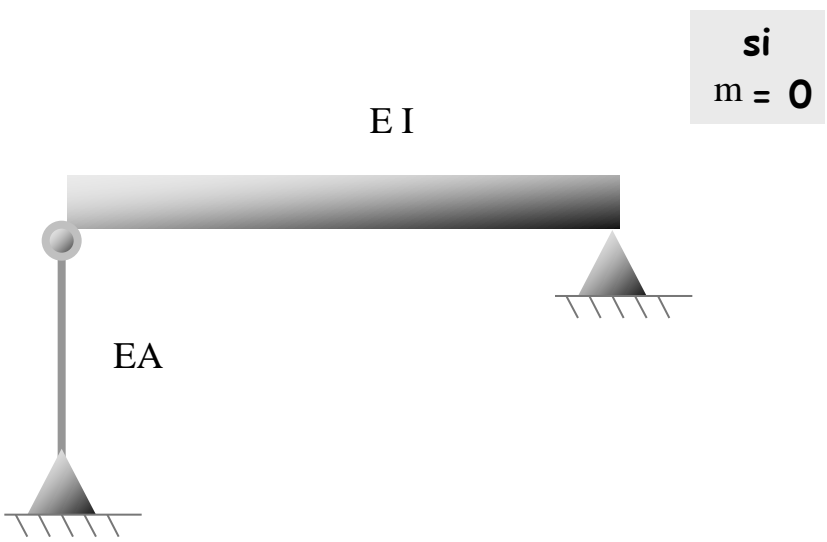
Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

El sentido se considera positivo cuando es contrario al de las agujas del reloj (criterio arbitrario)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

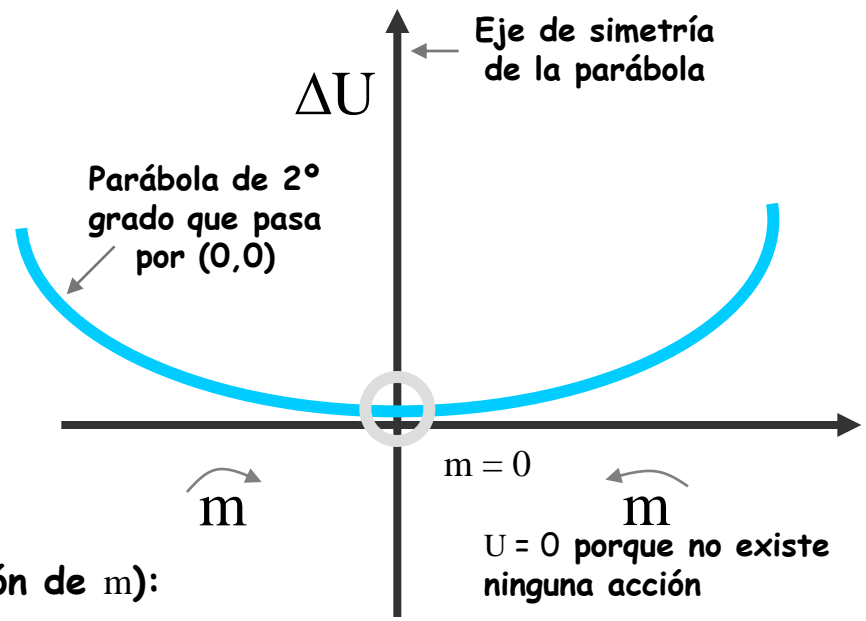
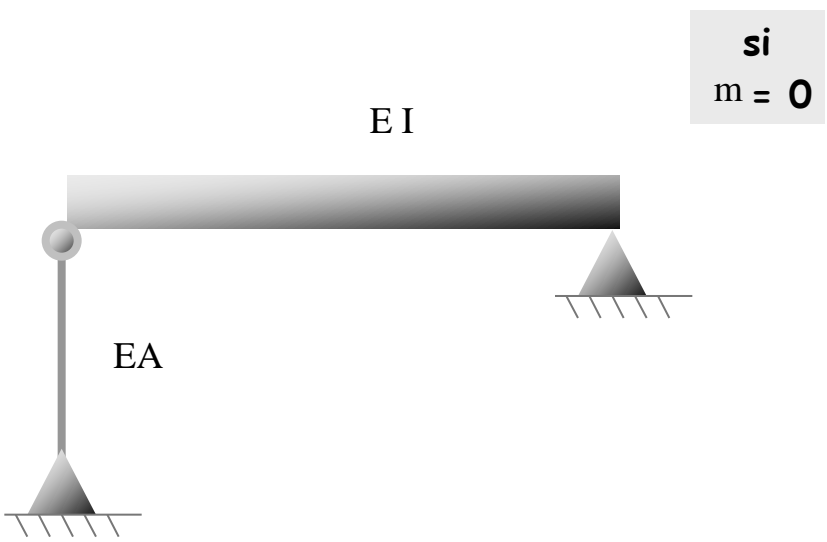
Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

El sentido se considera positivo cuando es contrario al de las agujas del reloj (criterio arbitrario)



Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

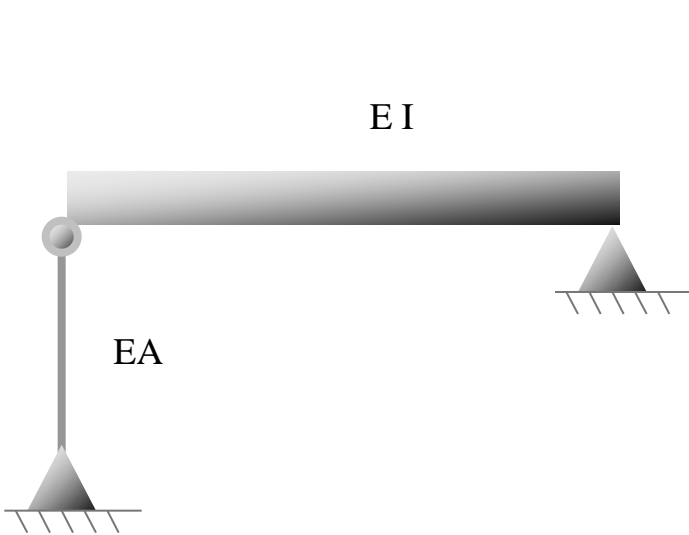
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)

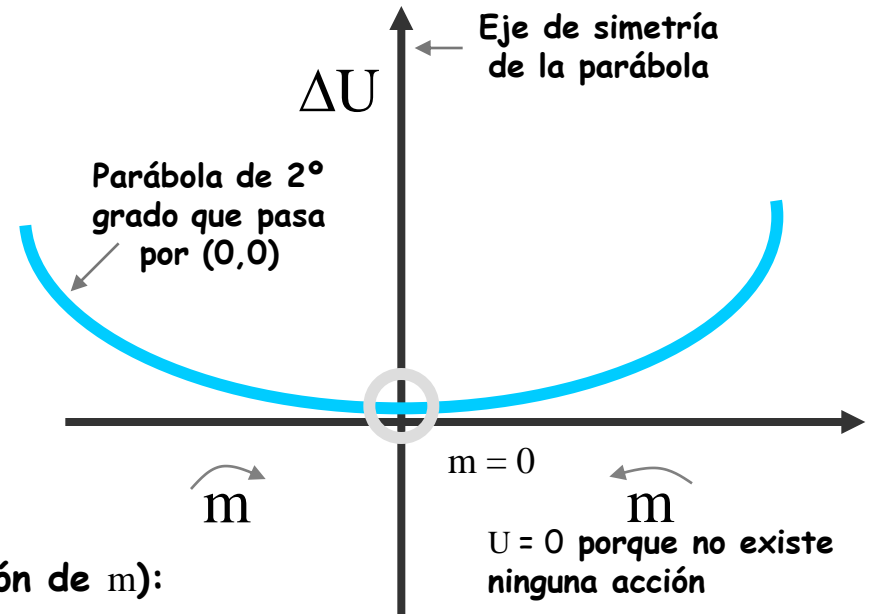


Ejemplo 1

Variación de U en presencia de un momento m variable



si
 $m = 0$



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que concurre en el (0,0)



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1

Descripción
Ejemplo 1

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

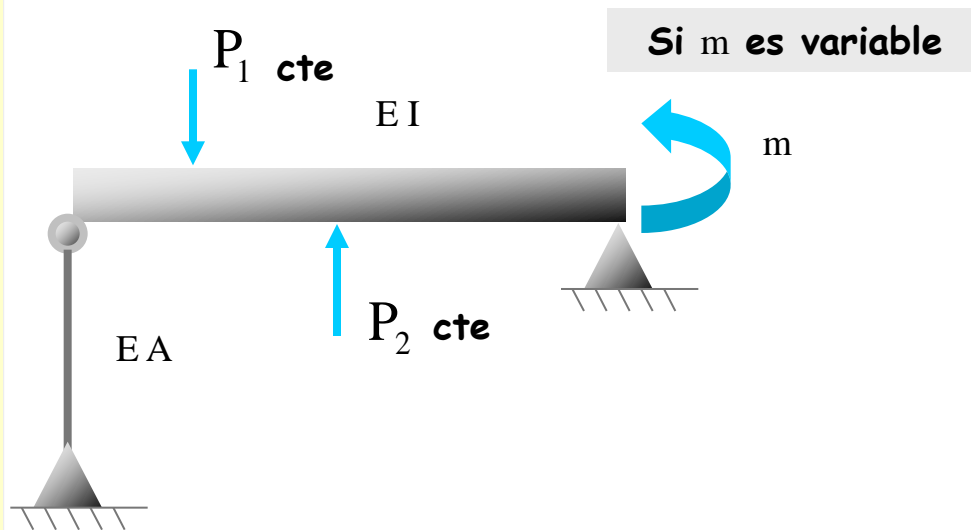
De toda la estructura



Ejemplo 2

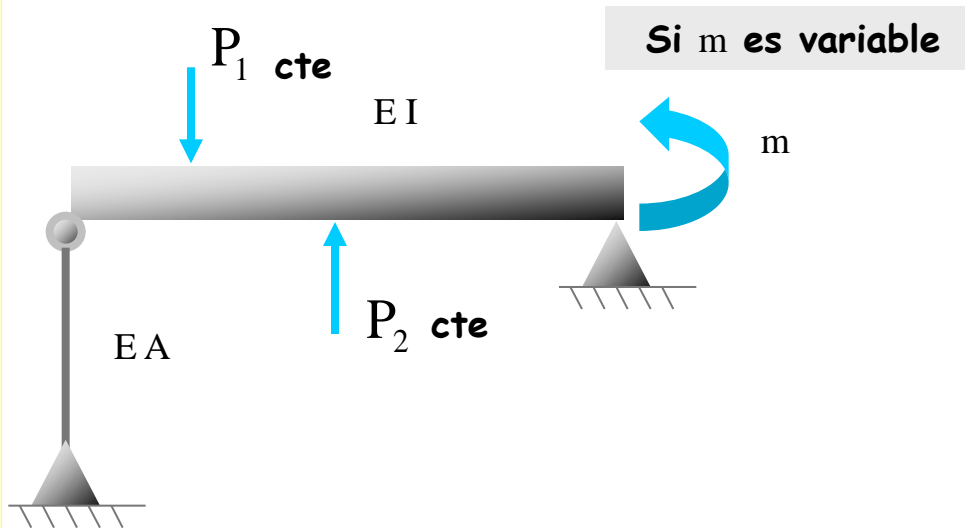
Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Ejemplo 2

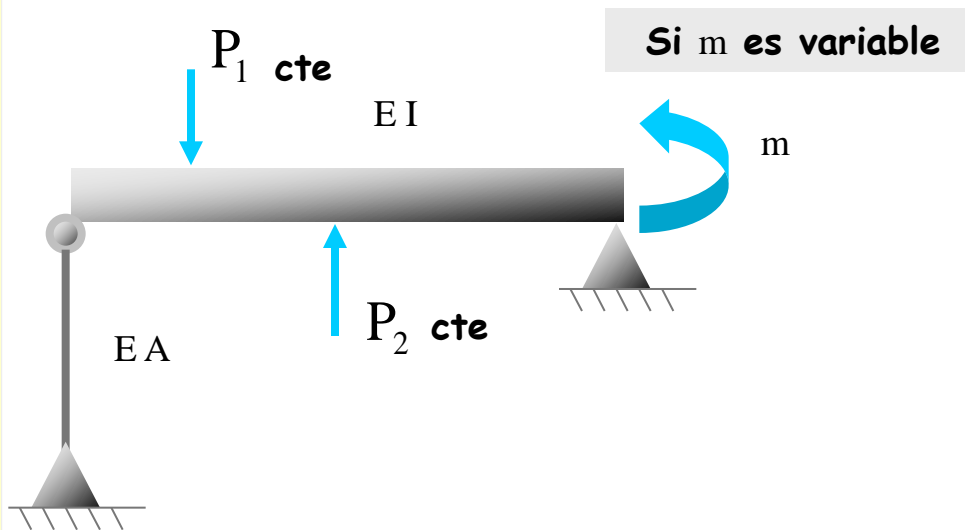
Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



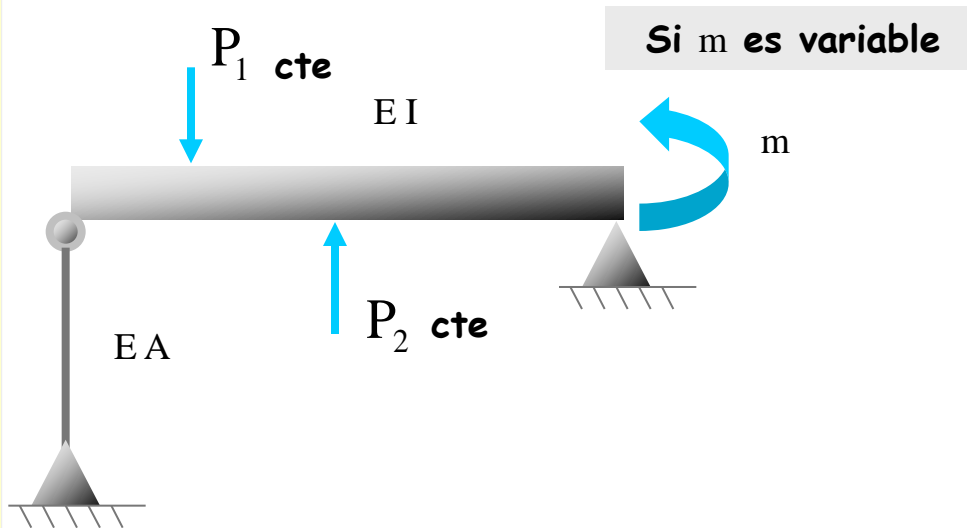
Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



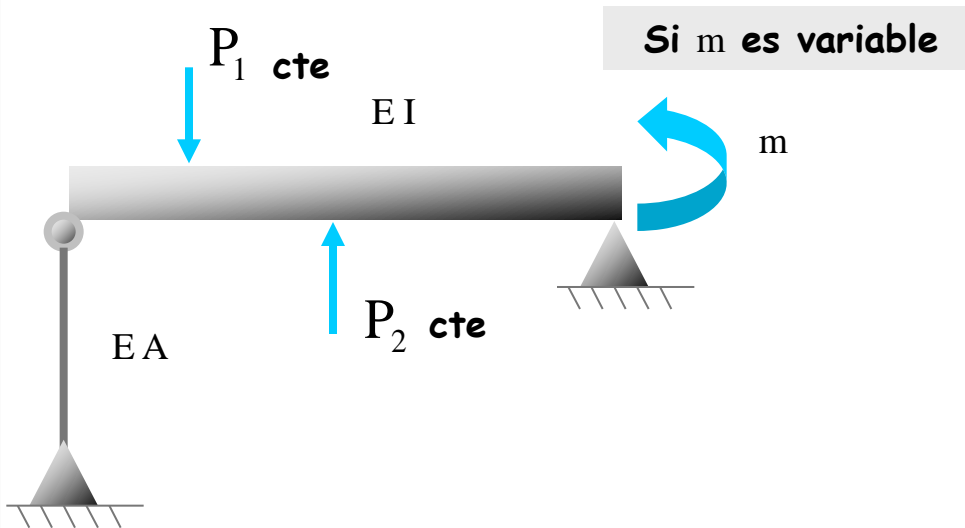
Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

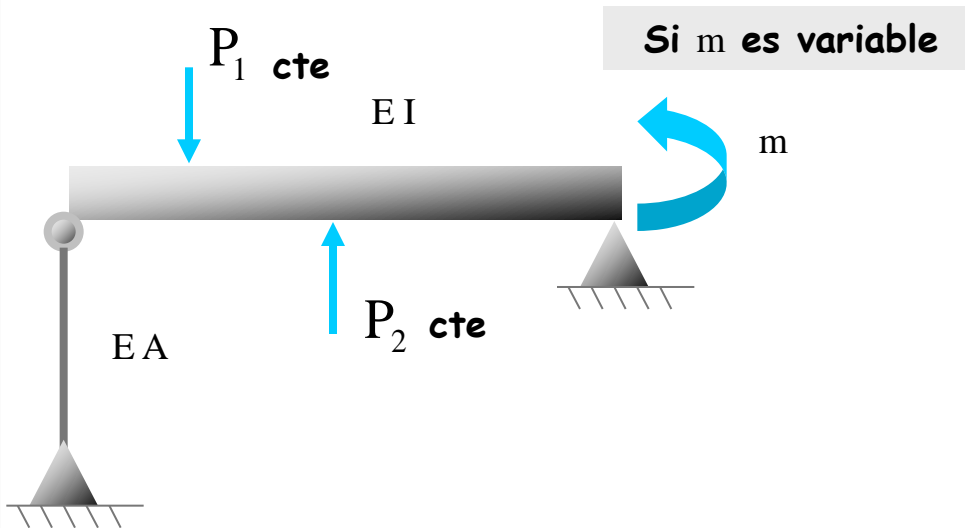
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_t} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA}$$

No existen torsiones



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



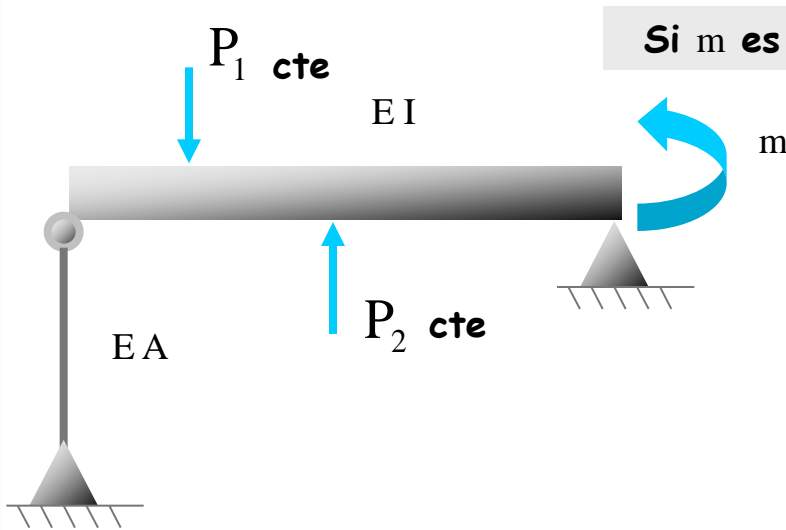
Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA}$$

No existen torsiones

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



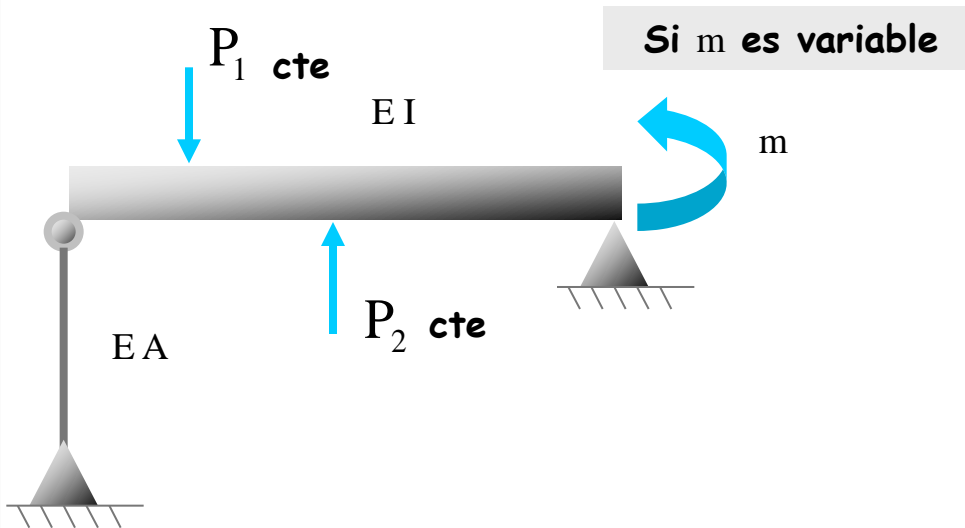
Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

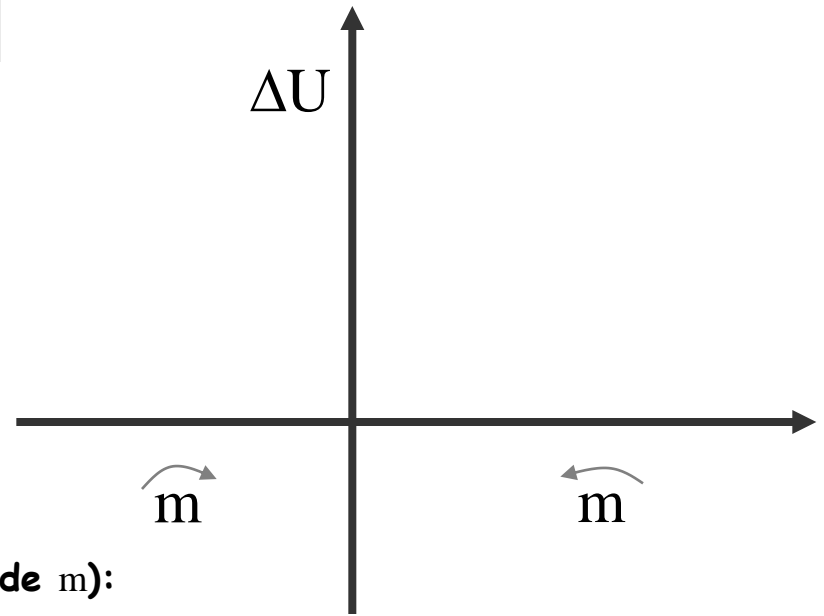
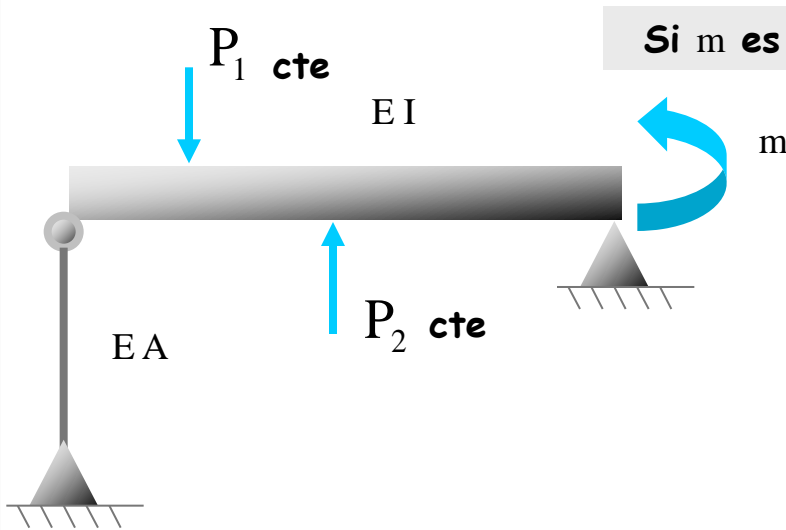
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

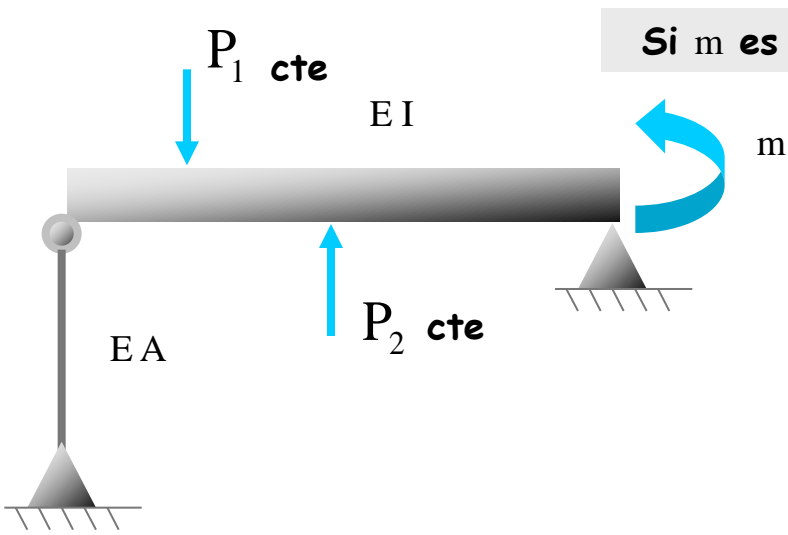
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

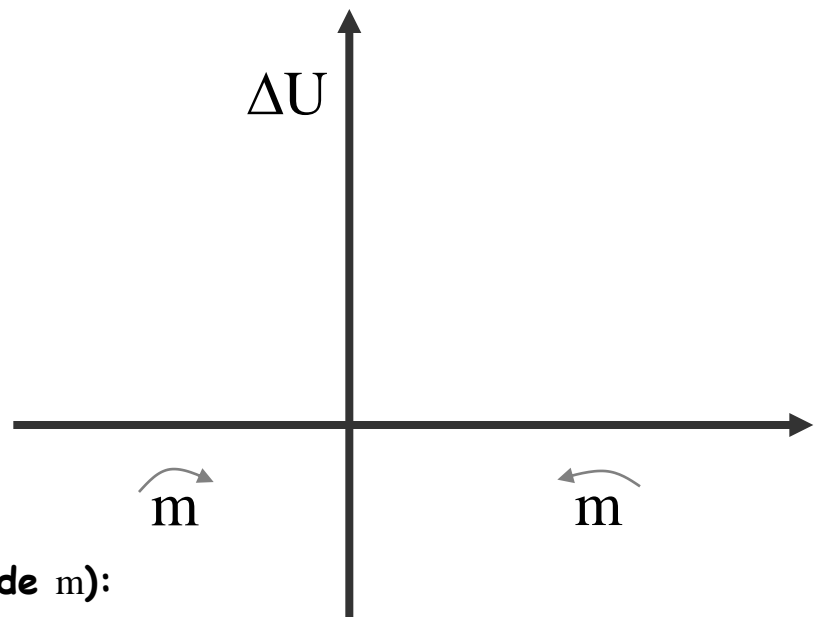


Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Si m es variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

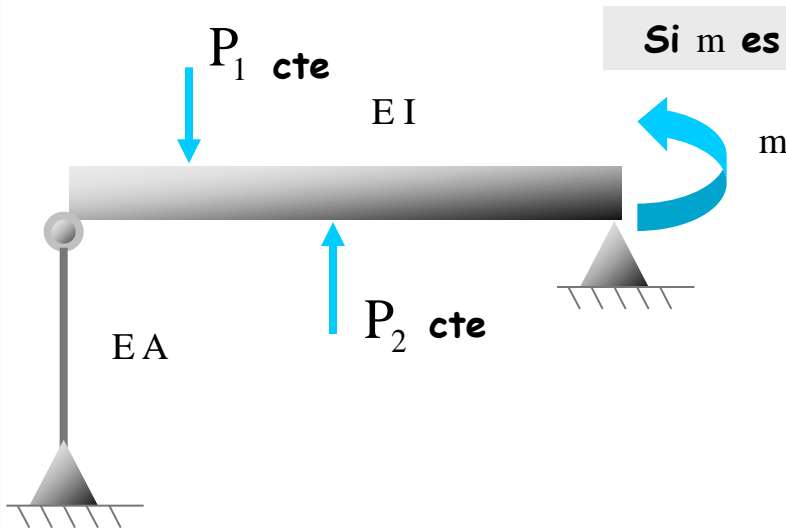
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

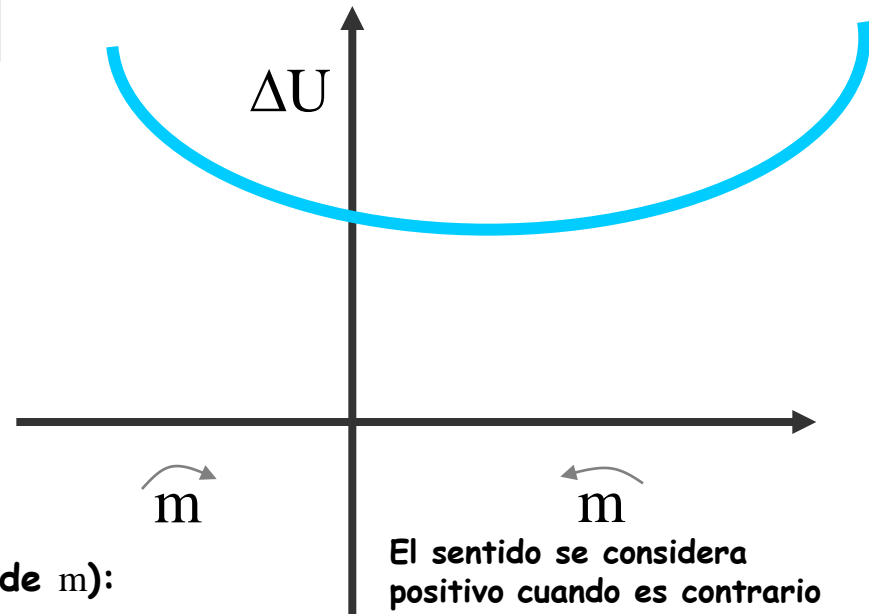
Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Si m es variable



El sentido se considera positivo cuando es contrario al de las agujas del reloj (criterio arbitrario)

Expresión de la energía de deformación (en función de m):

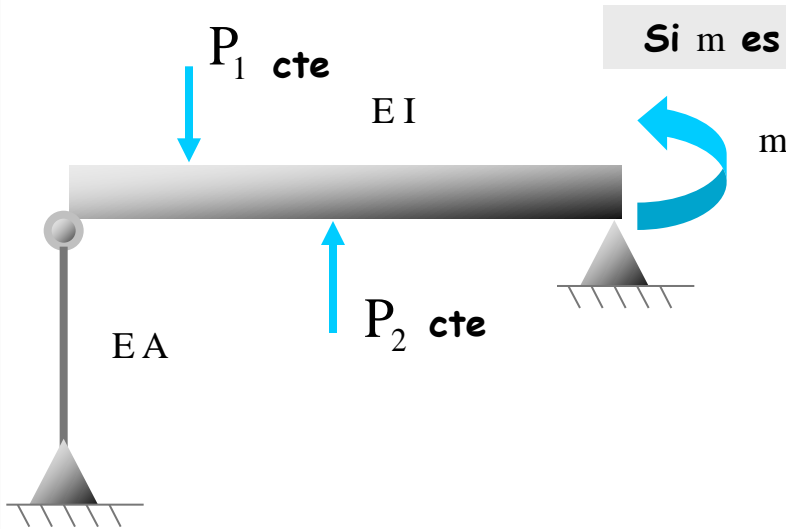
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

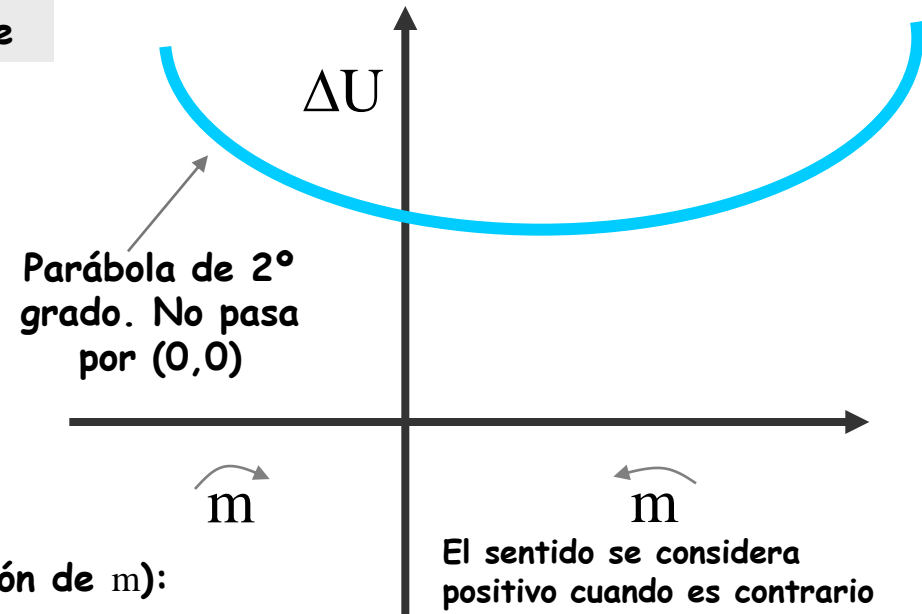
Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Si m es variable



El sentido se considera positivo cuando es contrario al de las agujas del reloj (criterio arbitrario)

Expresión de la energía de deformación (en función de m):

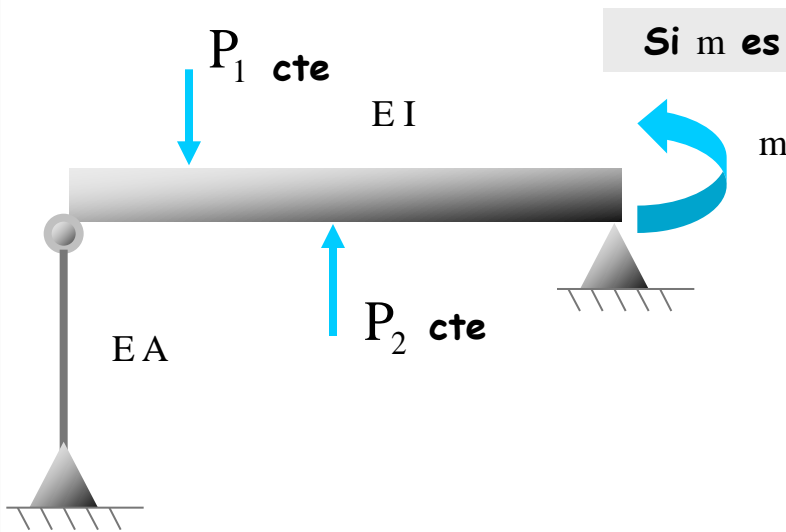
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

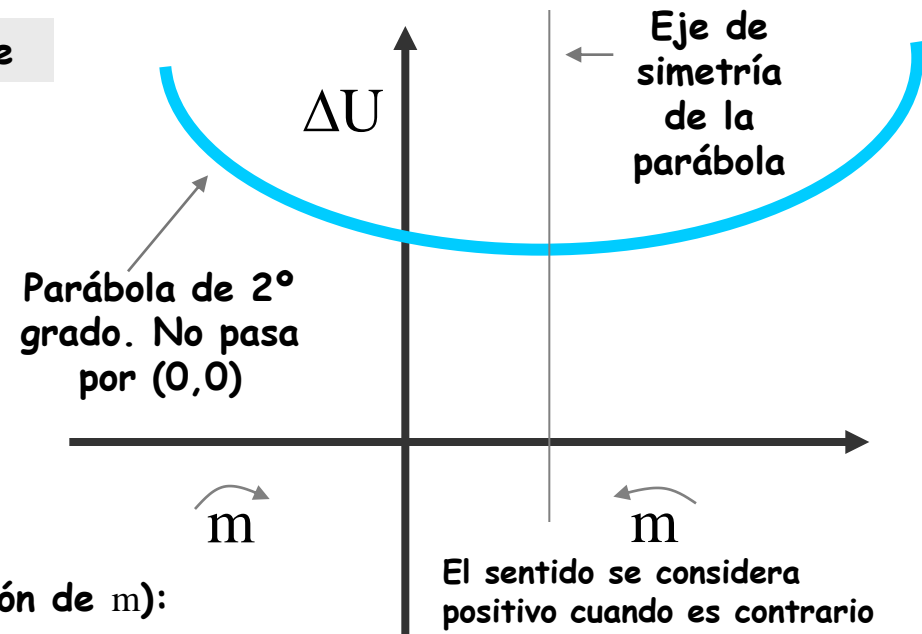
Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Si m es variable



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

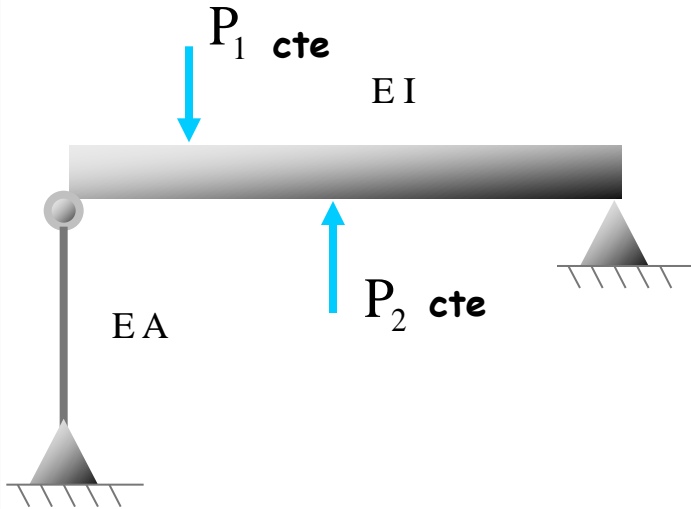
Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

El sentido se considera positivo cuando es contrario al de las agujas del reloj (criterio arbitrario)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

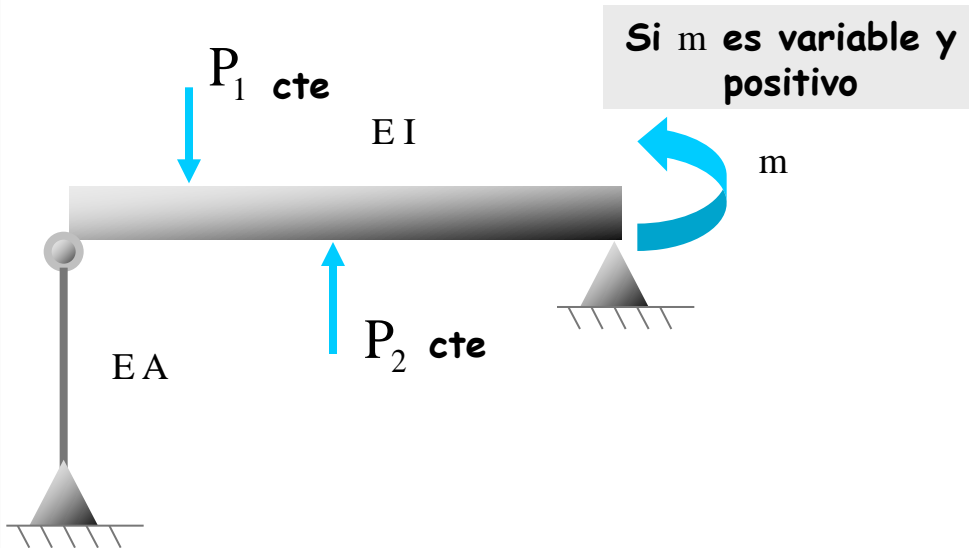
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

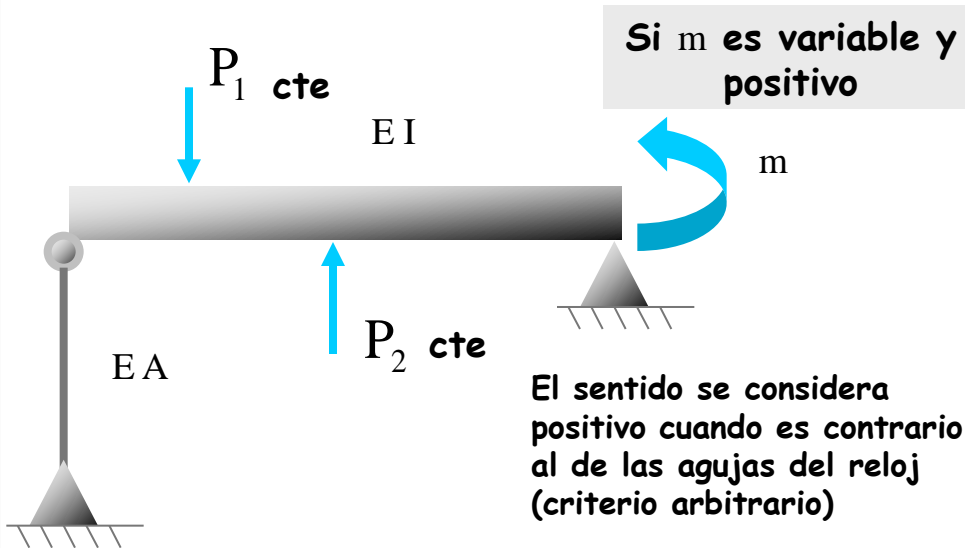
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

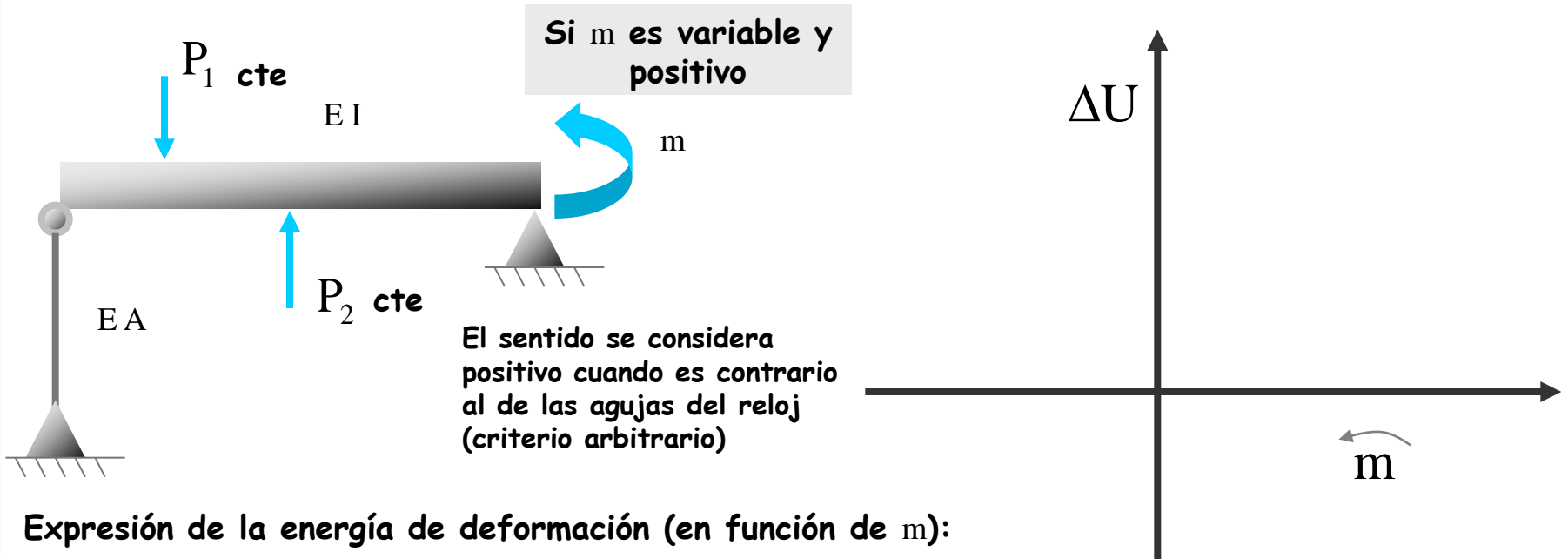
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

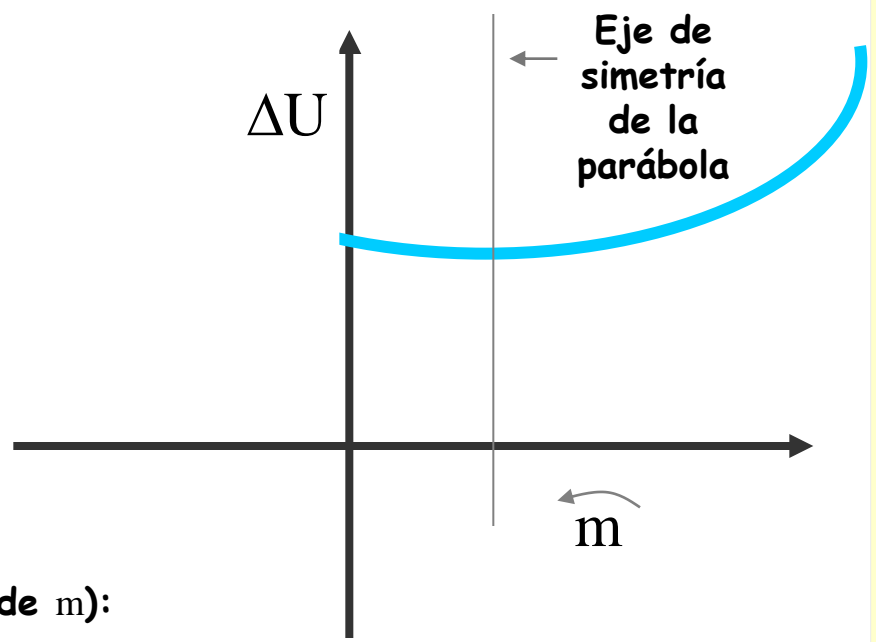
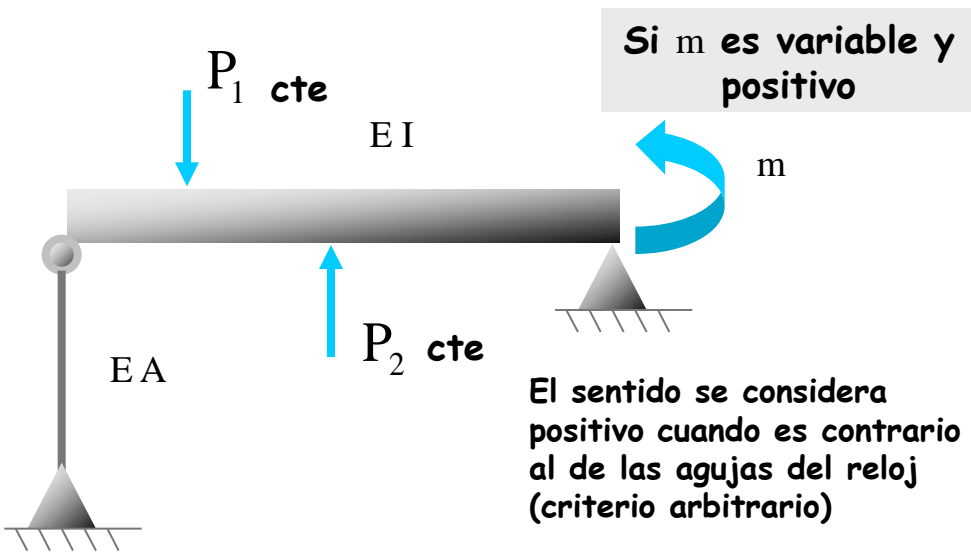
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

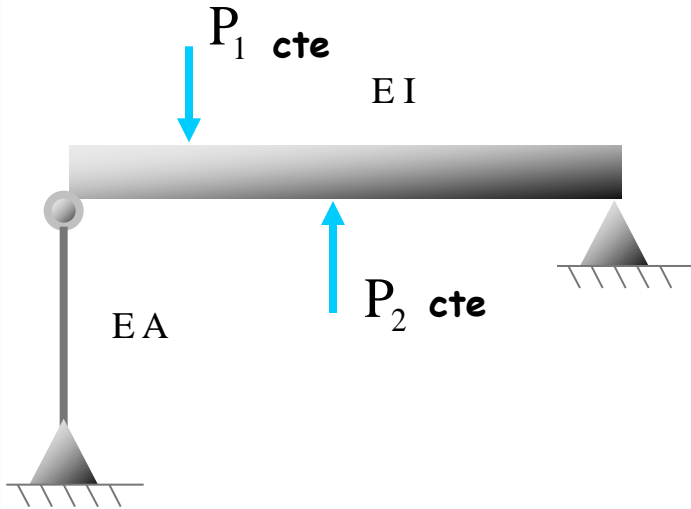
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

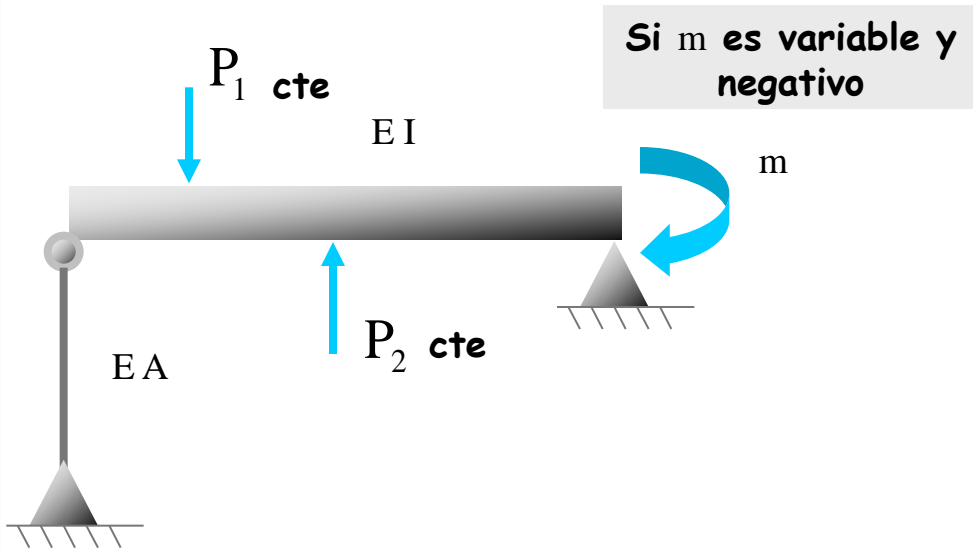
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_t} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

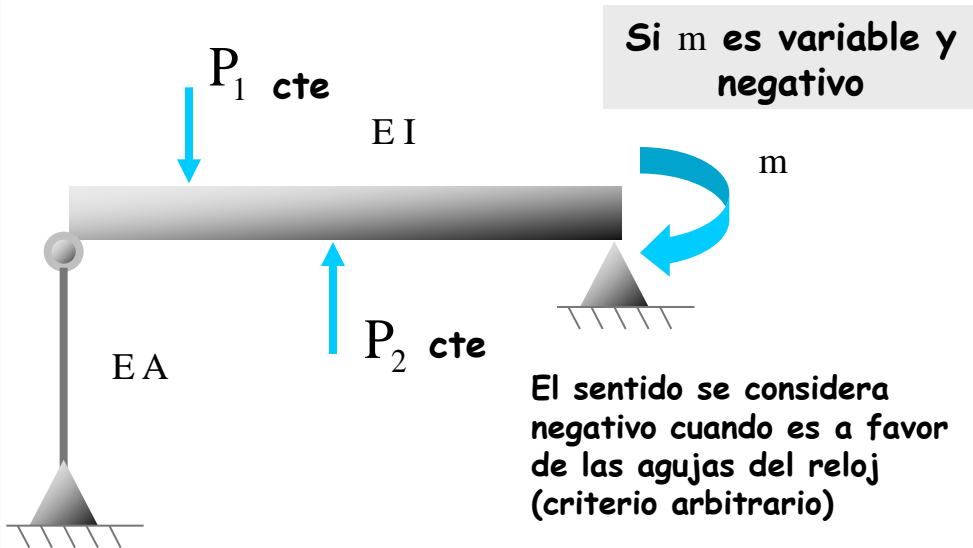
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

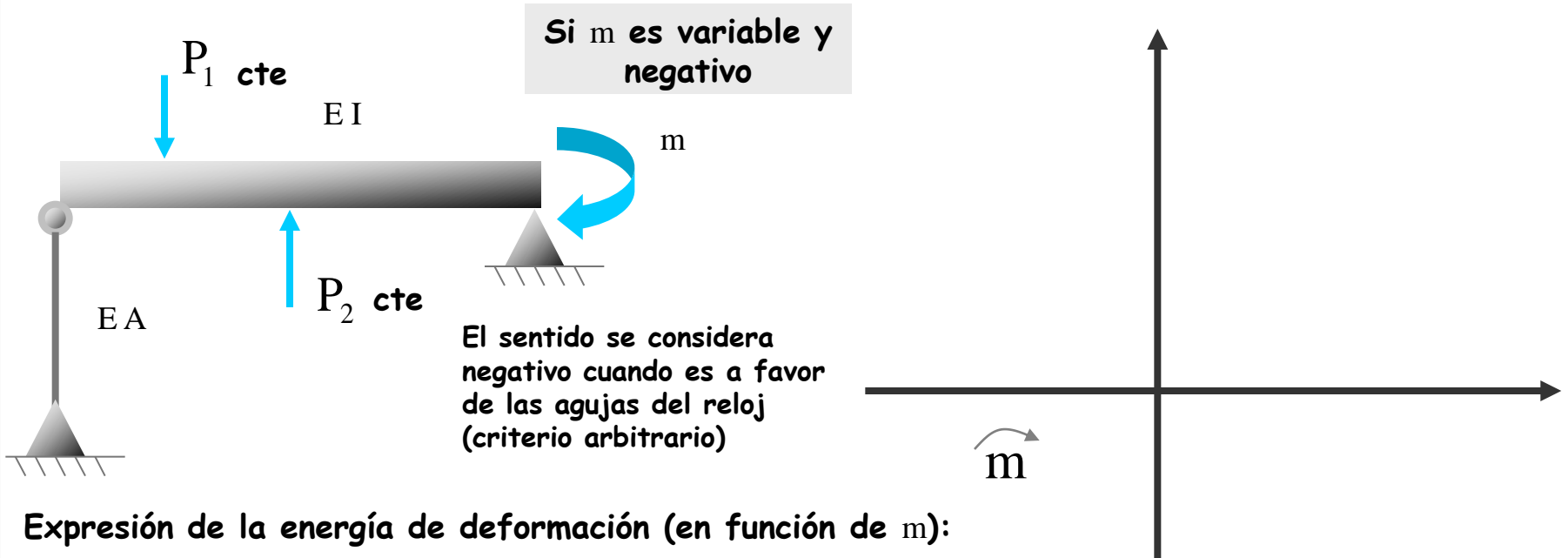
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

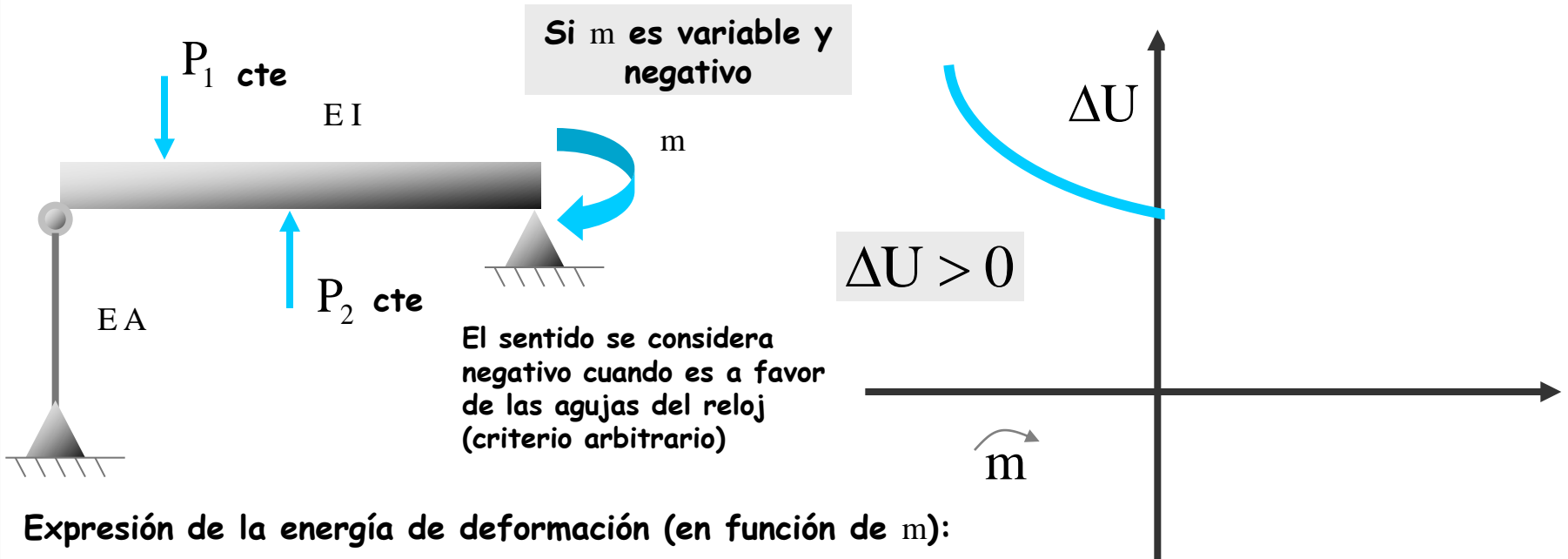
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

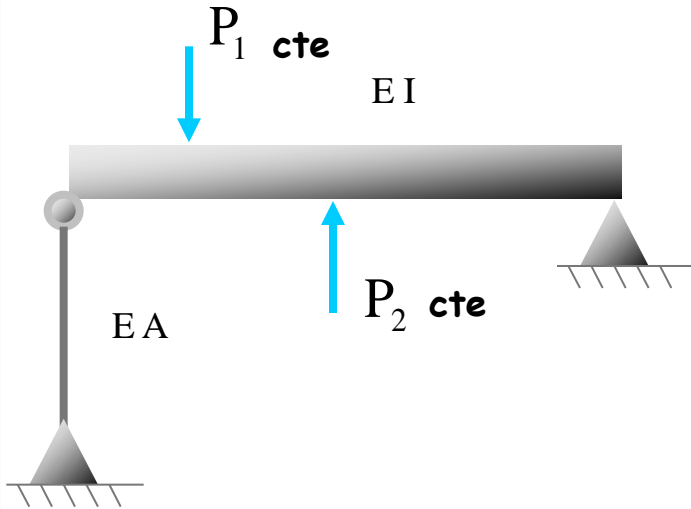
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

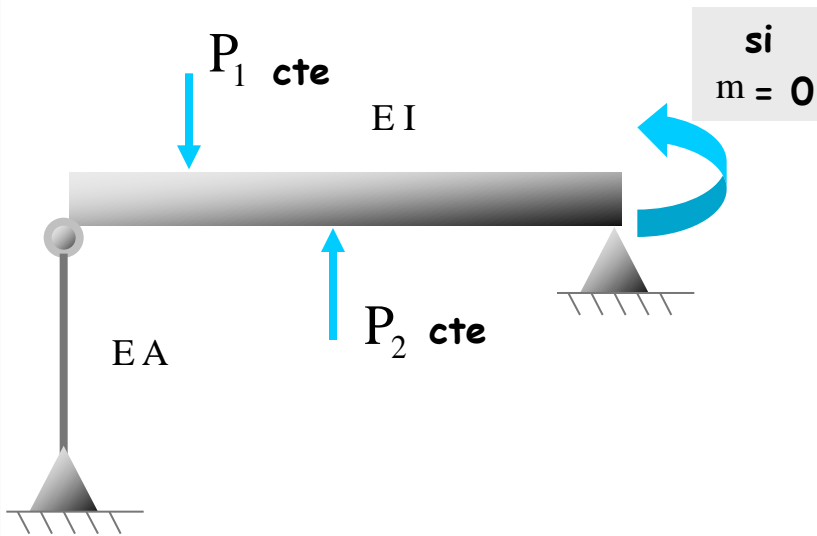
$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_T} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)

Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

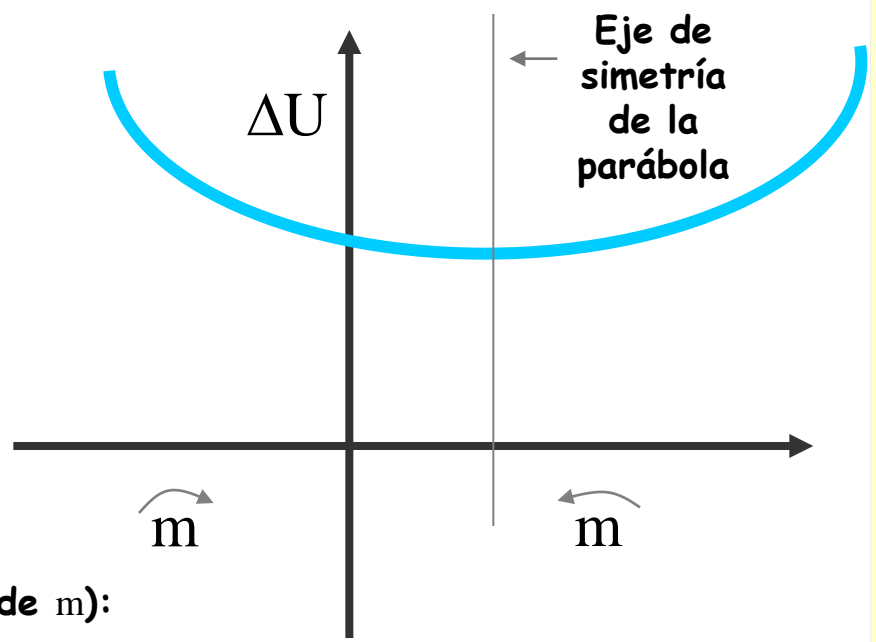
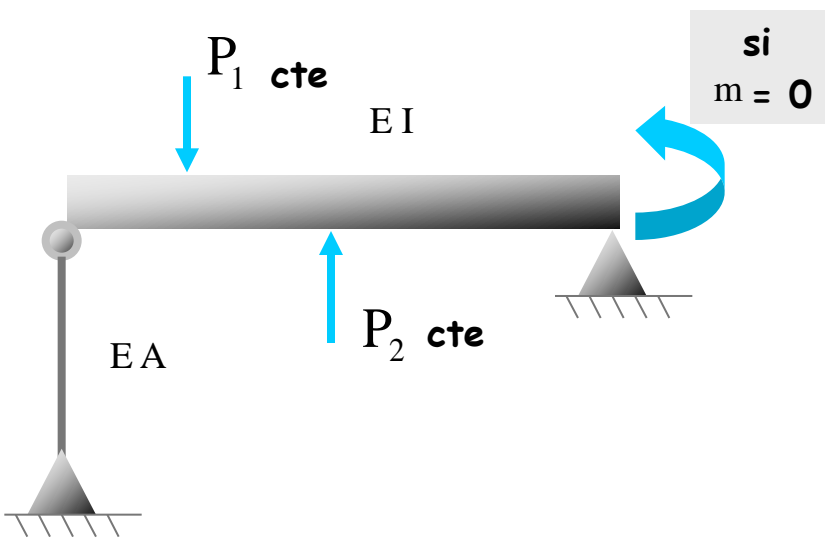
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

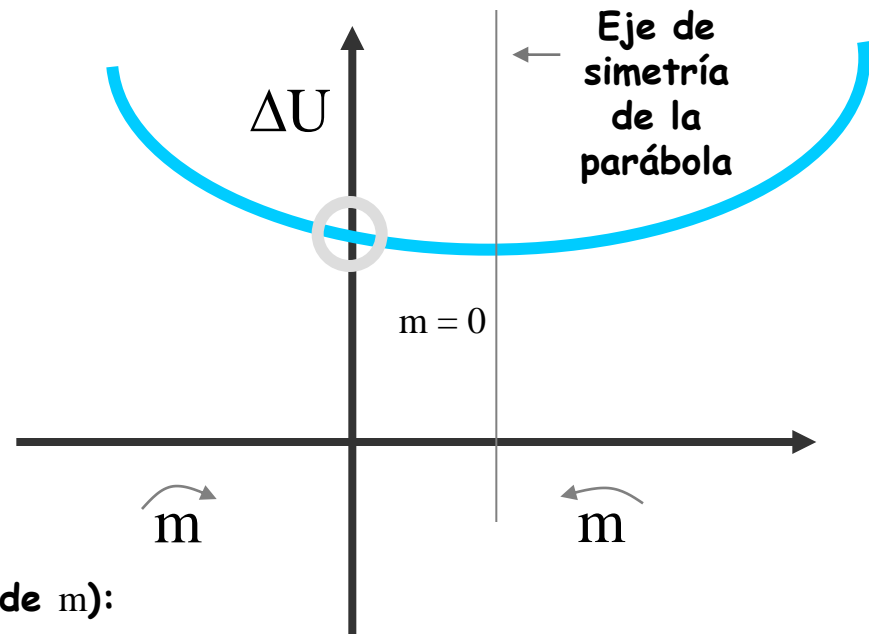
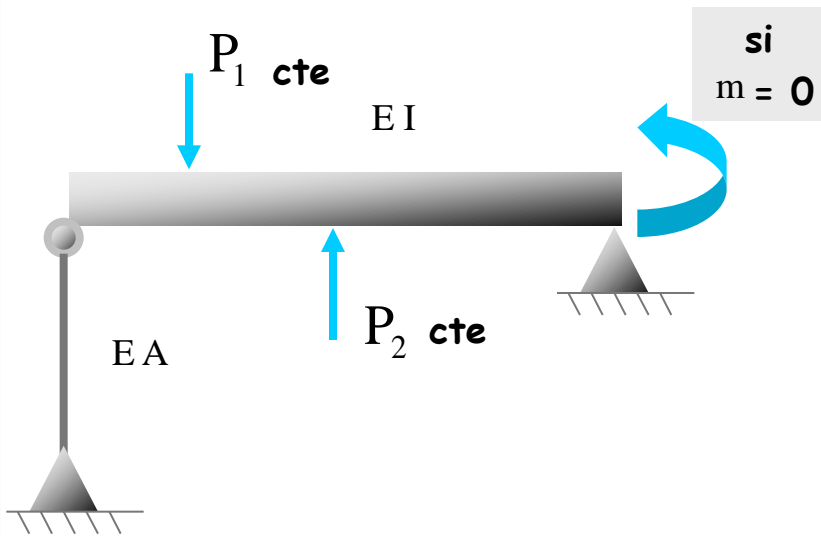
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

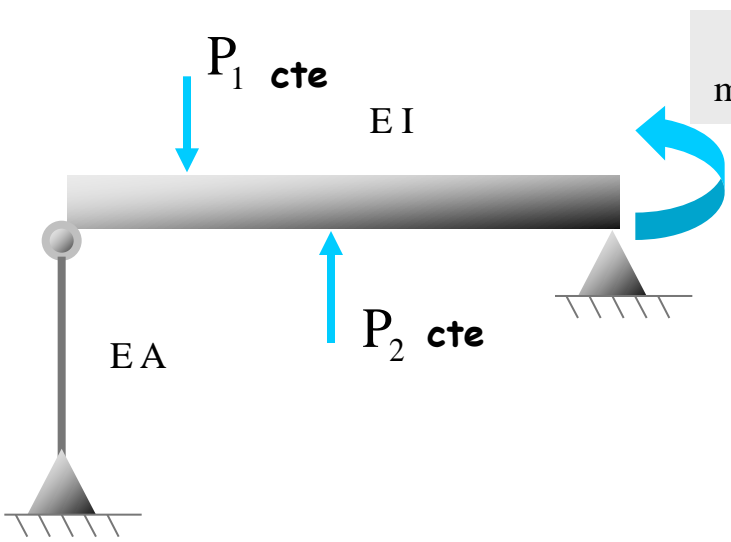
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



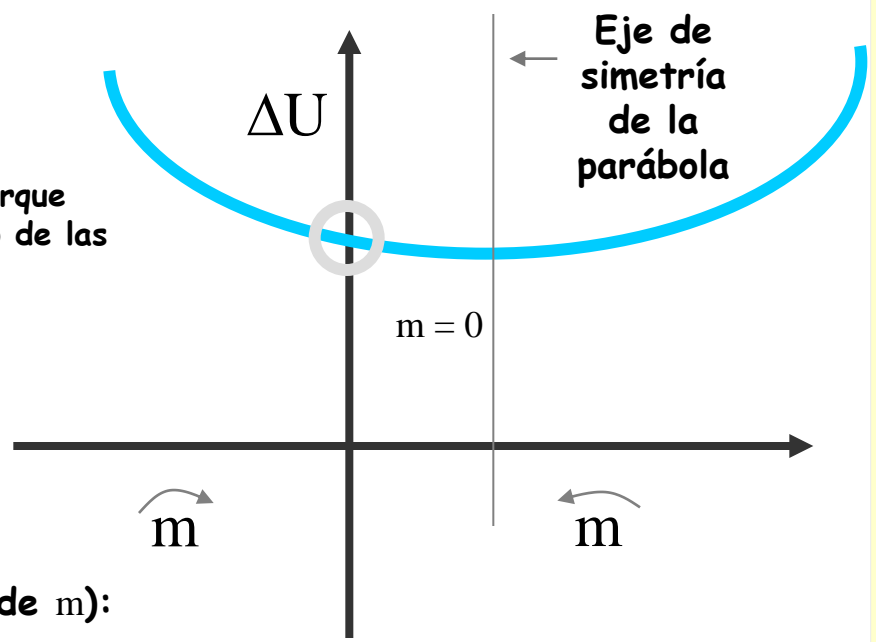
Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



si $m = 0$

U no es nula porque actúan el resto de las acciones



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

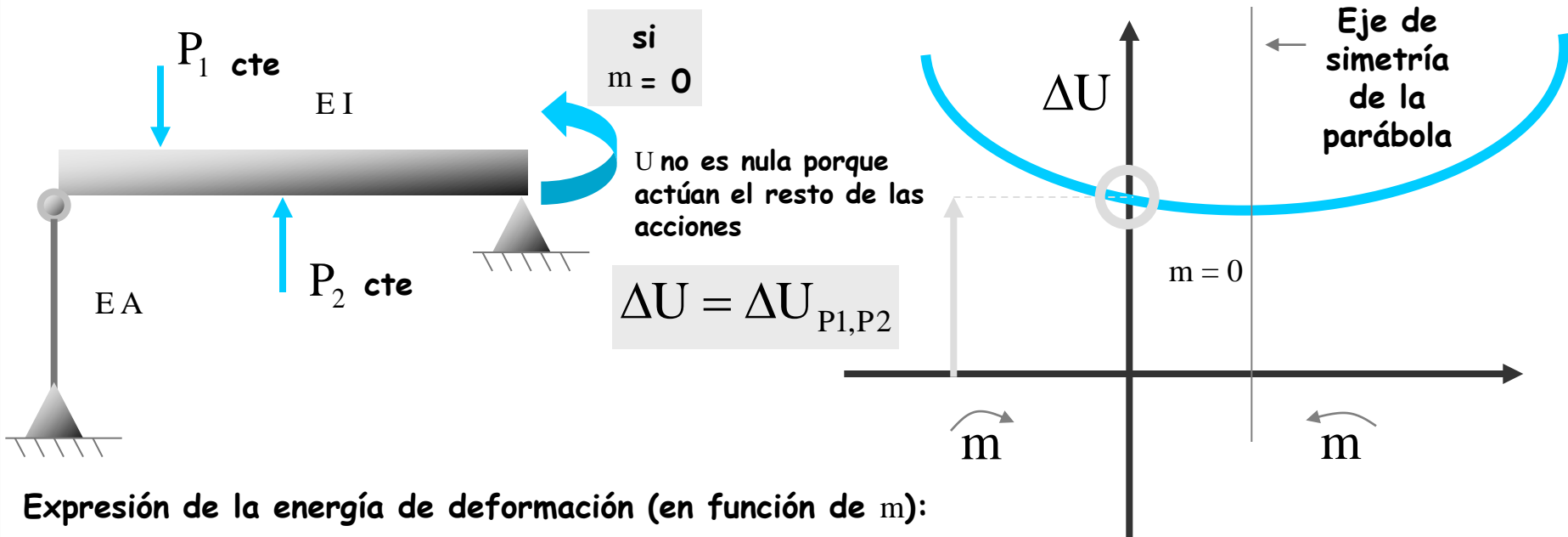
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

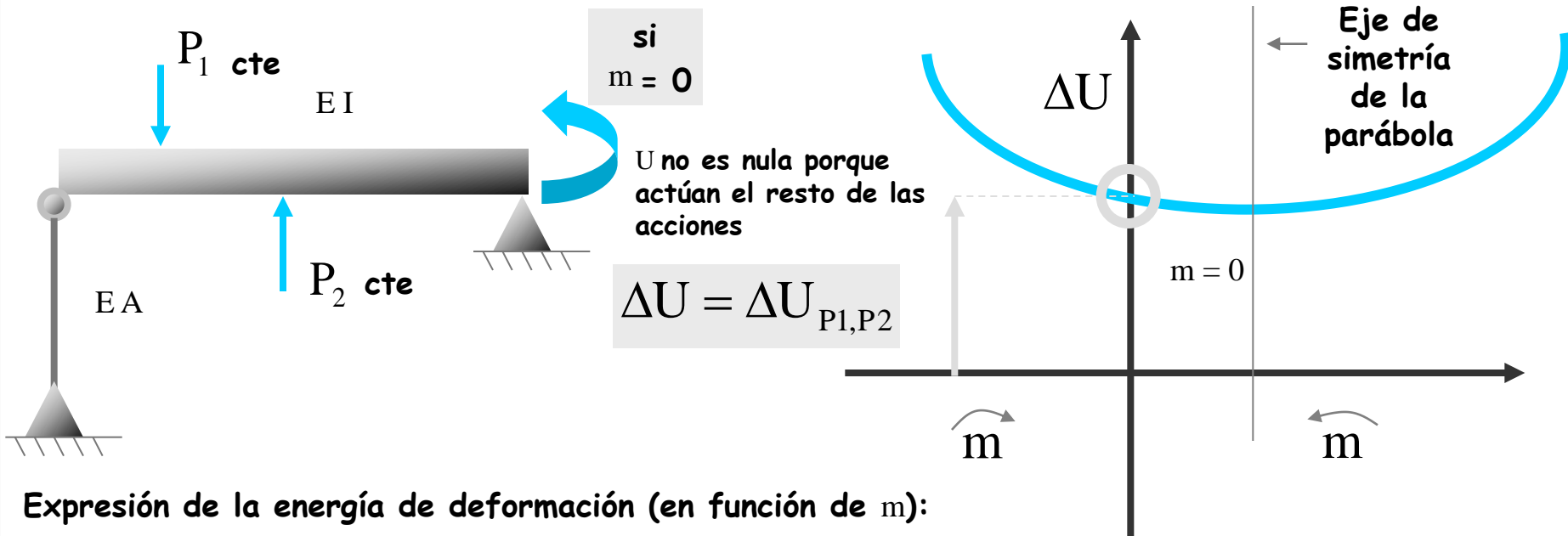
No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Ejemplo 2

Variación de U en presencia de un momento m variable y acciones ctes



Expresión de la energía de deformación (en función de m):

$$\Delta U = \left(\int_A^B \frac{M^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{T^2 \cdot dx}{2GI_t} \right) + \int_A^B \frac{N^2 \cdot dx}{2EA} = \int_A^B \frac{M(m)^2 \cdot dx}{2EI} + \int_A^B \frac{N(m)^2 \cdot dx}{2EA} = f(m)$$

No existen torsiones

Parábola de 2º grado de eje vertical que no pasa por (0,0)



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Propiedad 2



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

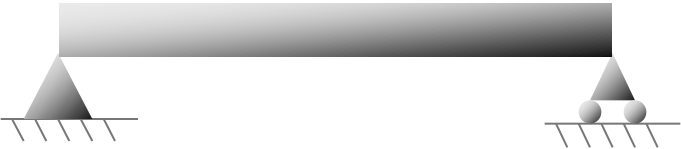
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura	



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

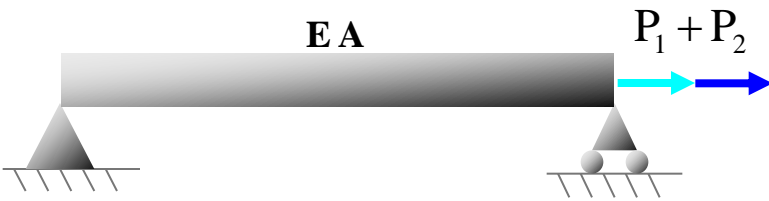
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> <p style="text-align: center;">$E A$</p> 	



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

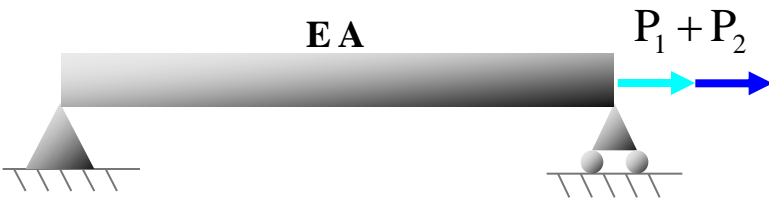
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

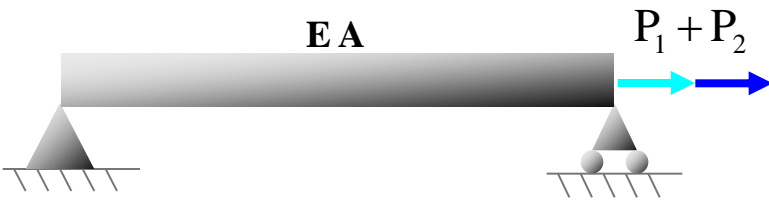
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \int_A^B \frac{(P_1 + P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1 + P_2)^2 L}{2EA}$



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

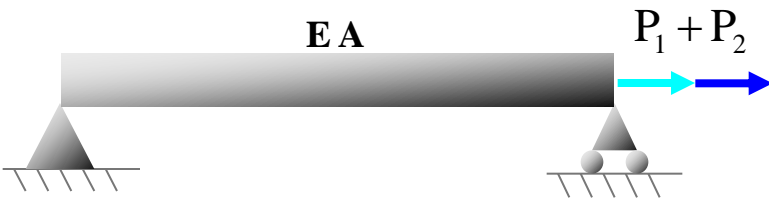
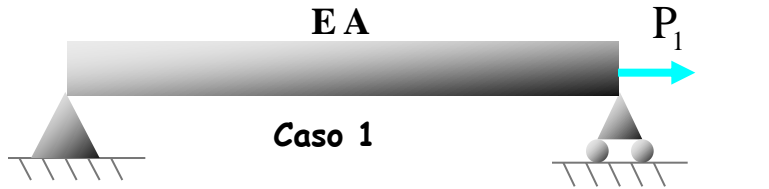
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \int_A^B \frac{(P_1 + P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1 + P_2)^2 L}{2EA}$
<p>Contemplando el ppio. de superposición: aplicación de cada acción de manera individual</p>	



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

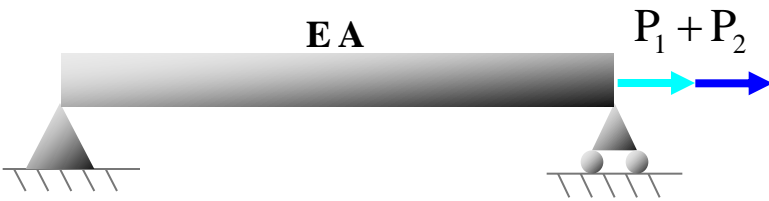
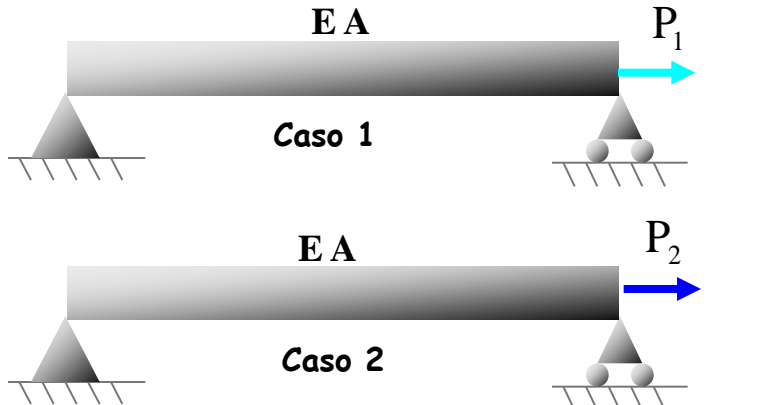
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \int_A^B \frac{(P_1 + P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1 + P_2)^2 L}{2EA}$
<p>Contemplando el ppio. de superposición: aplicación de cada acción de manera individual</p>  <p>Caso 1</p>	



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

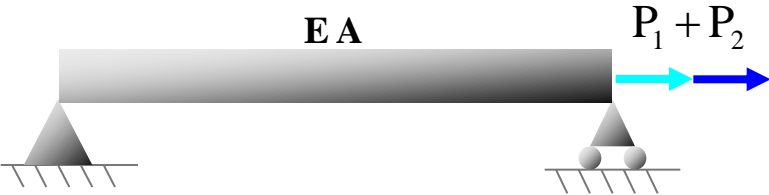
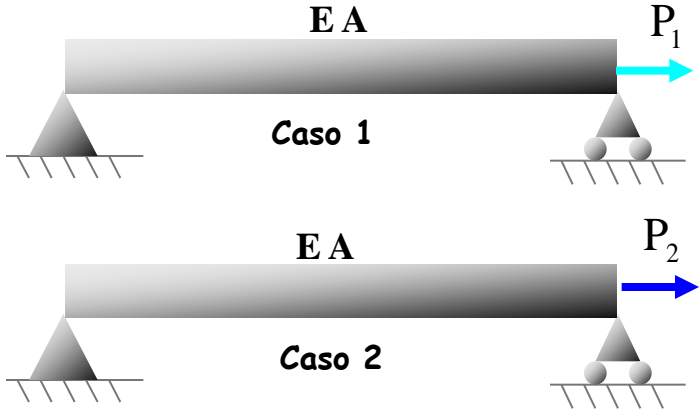
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \int_A^B \frac{(P_1 + P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1 + P_2)^2 L}{2EA}$
<p>Contemplando el ppio. de superposición: aplicación de cada acción de manera individual</p> 	



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

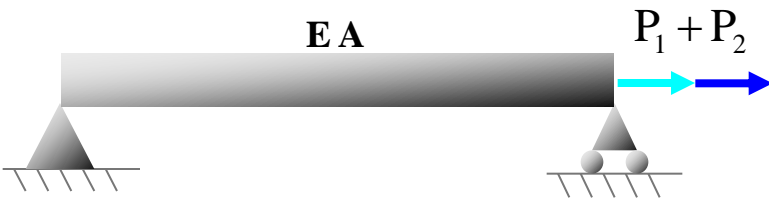
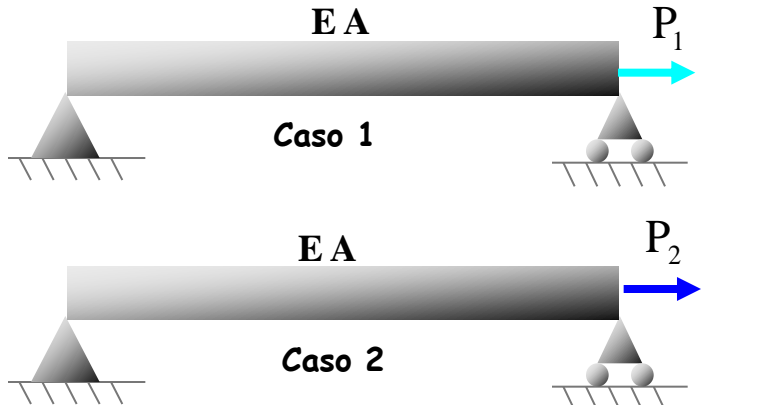
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \int_A^B \frac{(P_1 + P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1 + P_2)^2 L}{2EA}$
<p>Contemplando el ppio. de superposición: aplicación de cada acción de manera individual</p> 	<p>Por el caso 1</p> $\Delta U_{P_1} = \int_A^B \frac{(P_1)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1)^2 L}{2EA}$



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

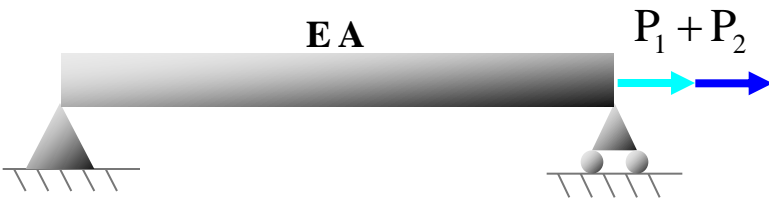
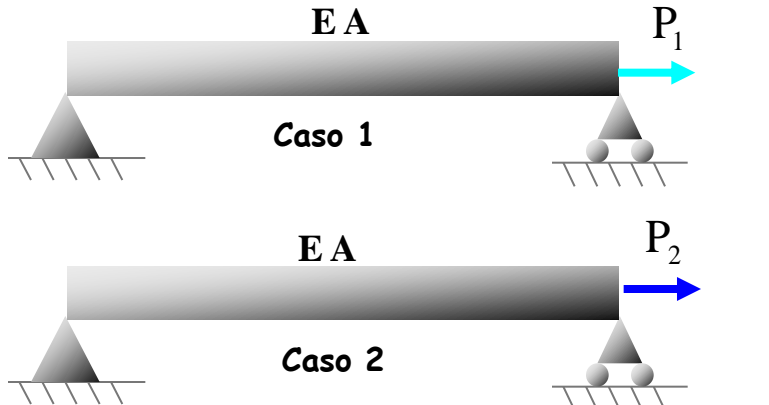
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \int_A^B \frac{(P_1 + P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1 + P_2)^2 L}{2EA}$
<p>Contemplando el ppio. de superposición: aplicación de cada acción de manera individual</p> 	<p>Por el caso 1</p> $\Delta U_{P_1} = \int_A^B \frac{(P_1)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1)^2 L}{2EA}$ <p>Por el caso 2</p> $\Delta U_{P_2} = \int_A^B \frac{(P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_2)^2 L}{2EA}$



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplado y sin contemplar el principio de superposición

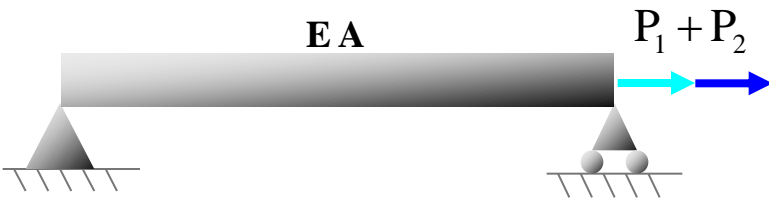
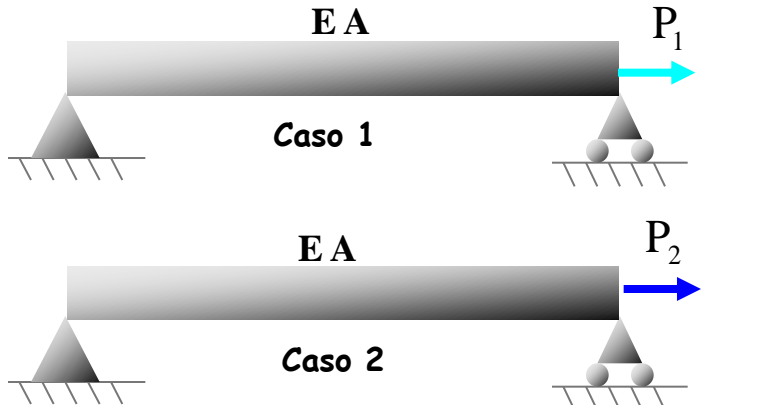
Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \int_A^B \frac{(P_1 + P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1 + P_2)^2 L}{2EA}$
<p>Contemplando el ppio. de superposición: aplicación de cada acción de manera individual</p> 	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Por el caso 1</p> $\Delta U_{P_1} = \int_A^B \frac{(P_1)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1)^2 L}{2EA}$ </div> <div style="font-size: 4em; margin: 0 10px;">}</div> <div style="text-align: center;"> $\frac{(P_1^2 + P_2^2)L}{2EA}$ </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>Por el caso 2</p> $\Delta U_{P_2} = \int_A^B \frac{(P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_2)^2 L}{2EA}$ </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>U supuesta según el ppio de superposición</p> </div>



Propiedad 2

La energía de deformación, por ser una función cuadrática, no cumple el principio de superposición

Ejemplo: comparación de los valores de U obtenidos en una estructura contemplando y sin contemplar el principio de superposición

Caso	Energía de deformación acumulada en la estructura
<p>Sin contemplar el ppio. de superposición: aplicación simultánea de dos acciones en la estructura</p> 	$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \int_A^B \frac{(P_1 + P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1 + P_2)^2 L}{2EA}$
<p>Contemplando el ppio. de superposición: aplicación de cada acción de manera individual</p> 	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Por el caso 1</p> $\Delta U_{P_1} = \int_A^B \frac{(P_1)^2}{2EA} dx = \frac{(P_1)^2 L}{2EA}$ <p>Por el caso 2</p> $\Delta U_{P_2} = \int_A^B \frac{(P_2)^2}{2EA} dx = \frac{(P_2)^2 L}{2EA}$ </div> <div style="margin: 0 20px;"> <p style="font-size: 2em;">}</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>No son iguales</p> $\frac{(P_1^2 + P_2^2)L}{2EA}$ <p>U supuesta según el ppio de superposición</p> </div> </div>



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Propiedad 3



Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación



Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo



Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada

EA





Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



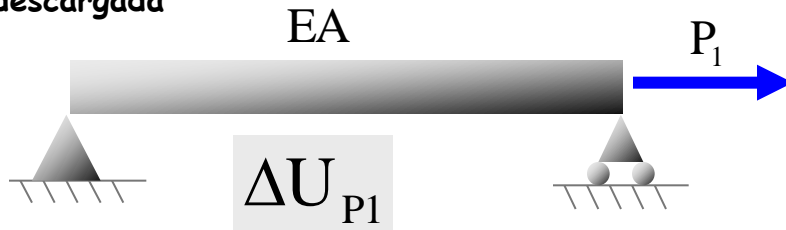


Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada

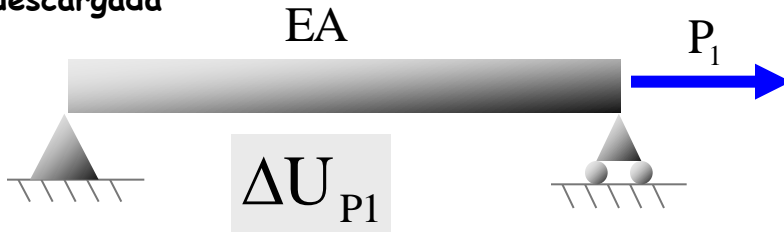


Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



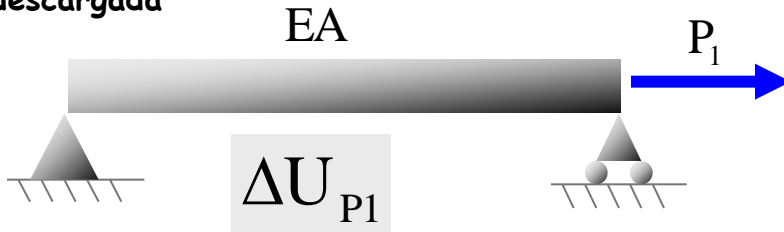
Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1

Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



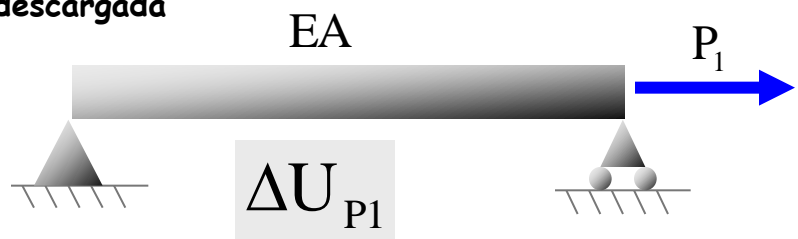


Propiedad 3

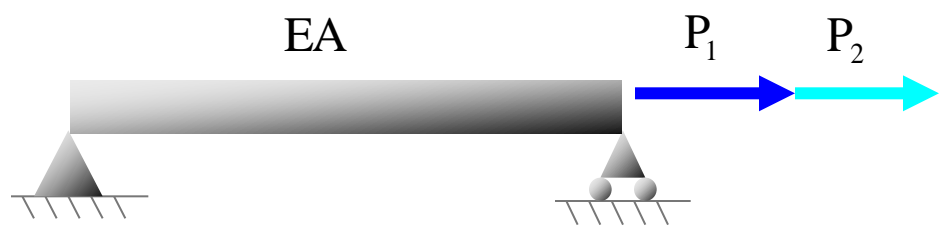
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1

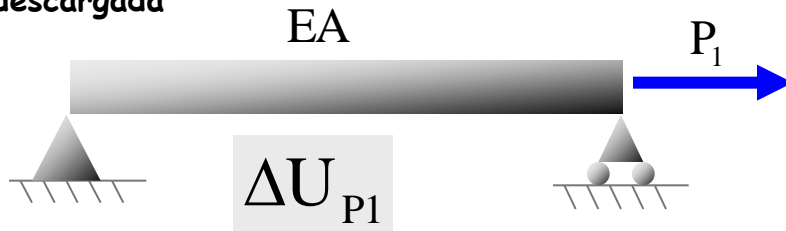


Propiedad 3

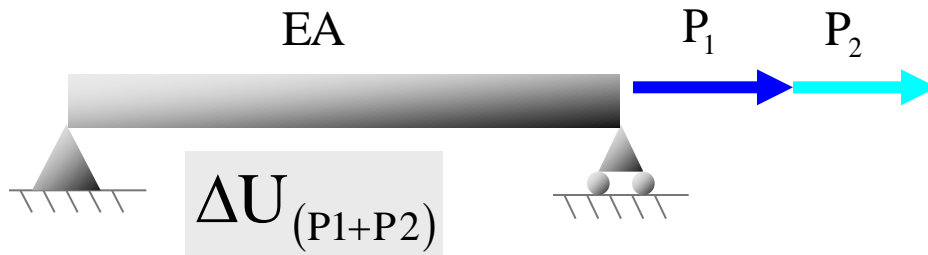
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



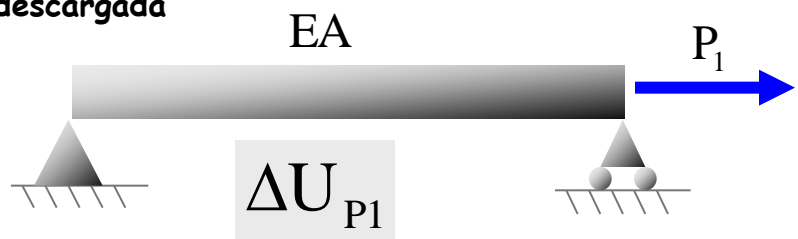


Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

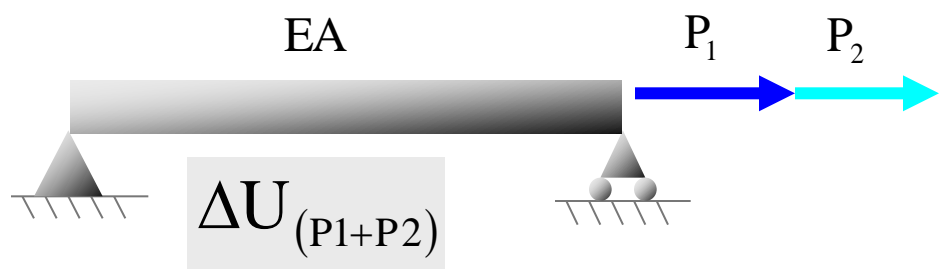
Ejemplo

Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada

Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



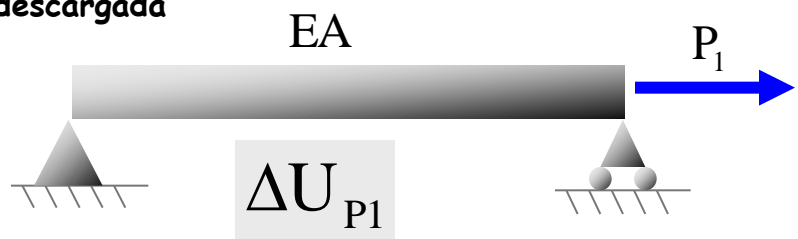


Propiedad 3

Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

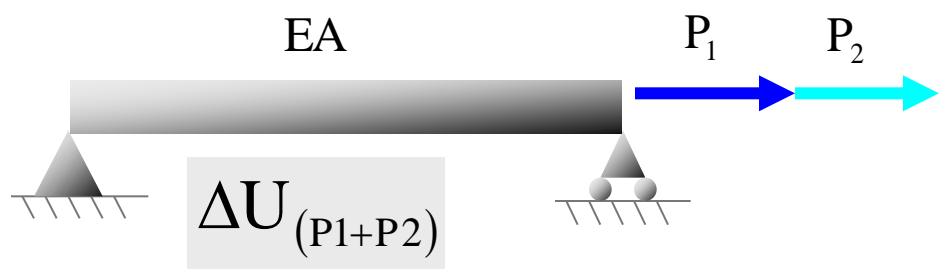
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1

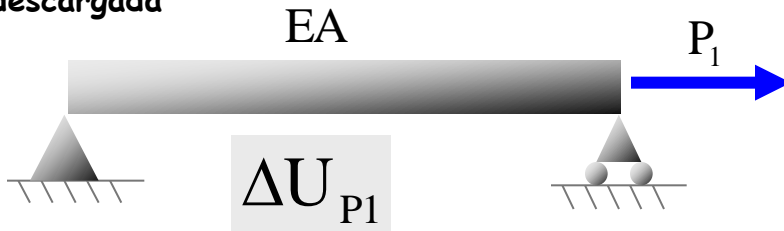


Propiedad 3

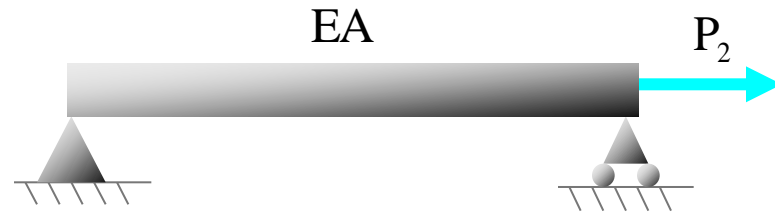
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

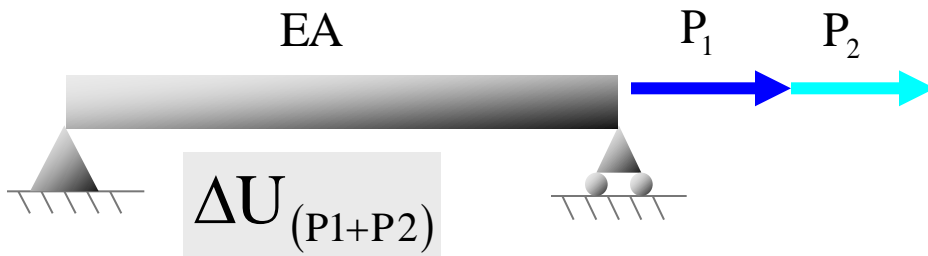
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



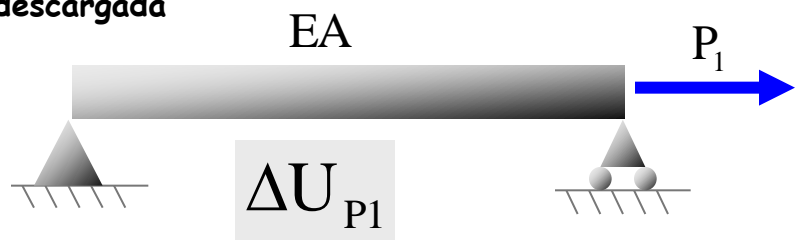


Propiedad 3

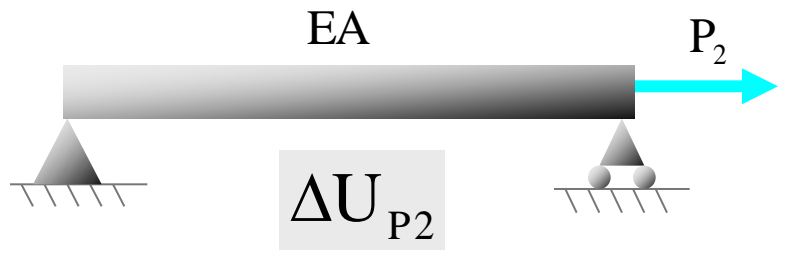
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

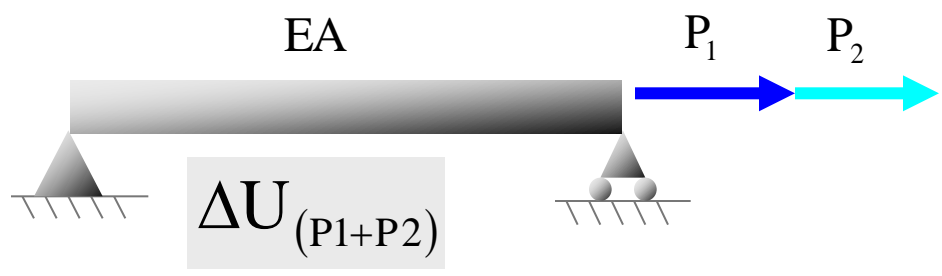
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



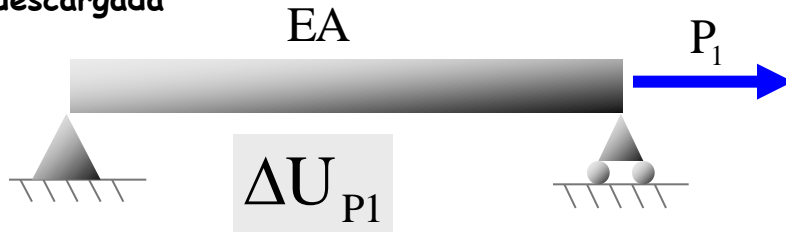


Propiedad 3

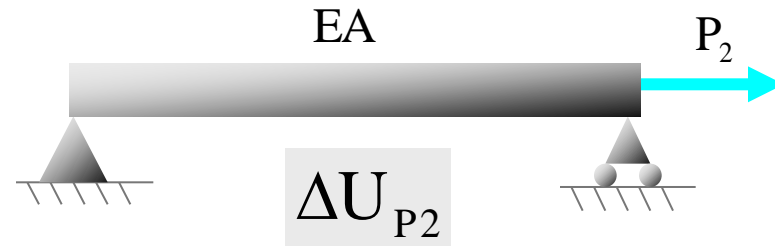
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

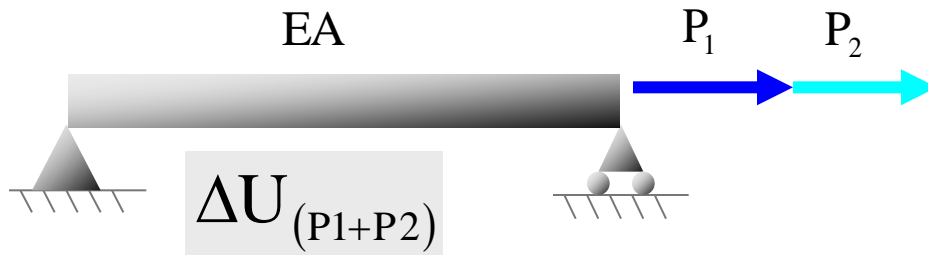
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



Aplicación de P_1 sobre la estructura una vez equilibrada con P_2

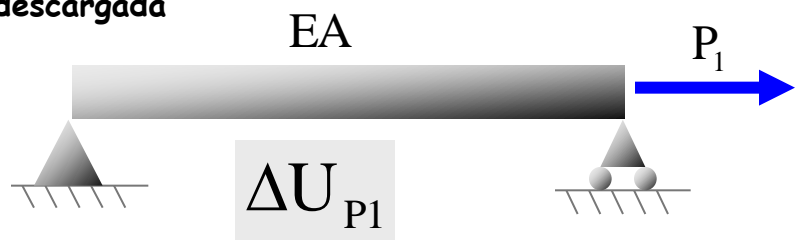


Propiedad 3

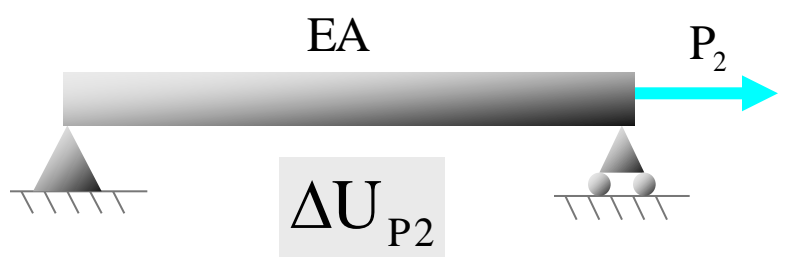
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

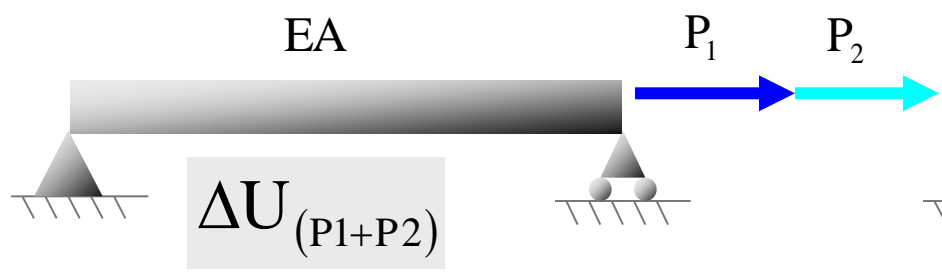
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



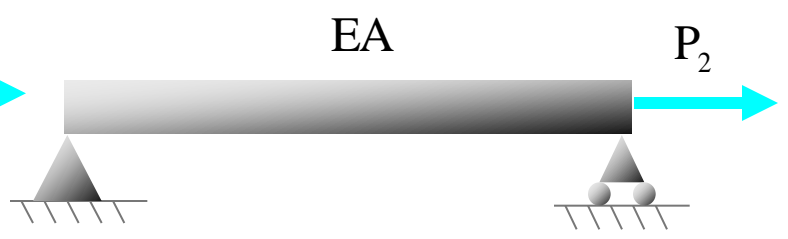
Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



Aplicación de P_1 sobre la estructura una vez equilibrada con P_2



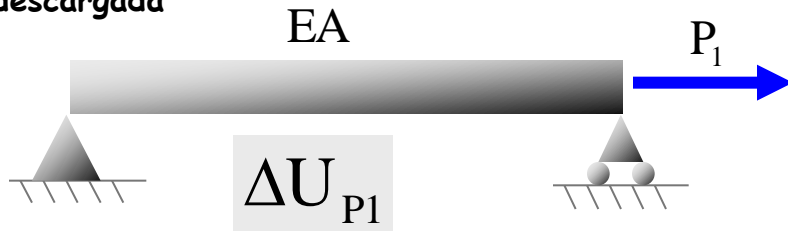


Propiedad 3

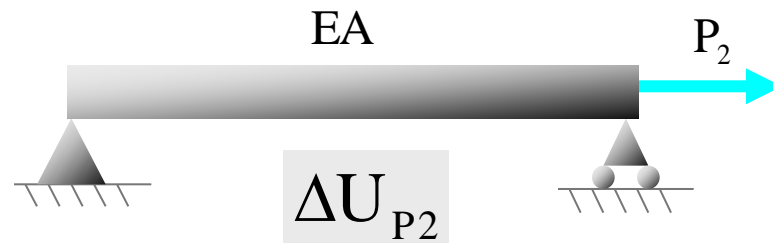
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

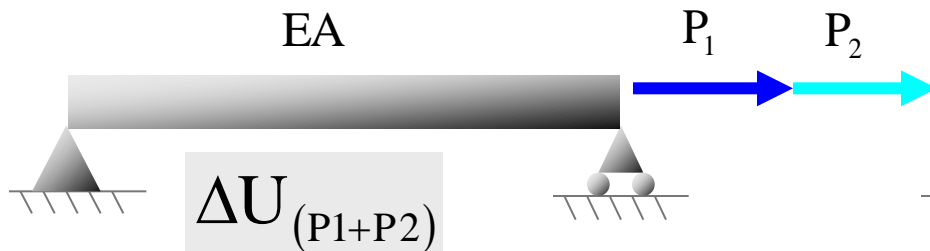
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



Aplicación de P_1 sobre la estructura una vez equilibrada con P_2



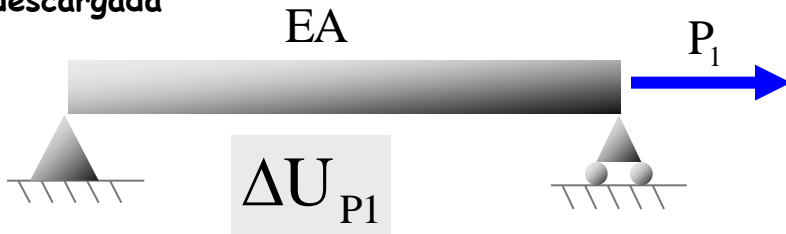


Propiedad 3

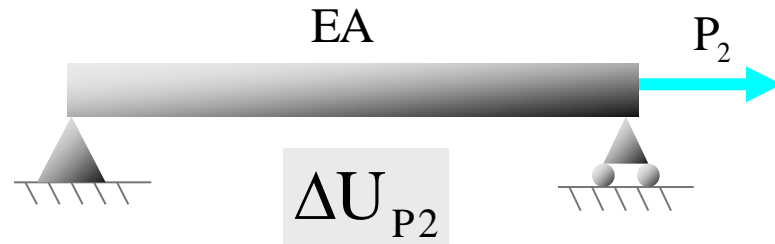
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

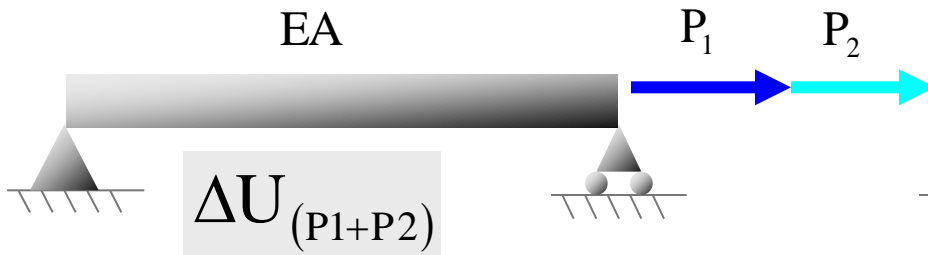
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



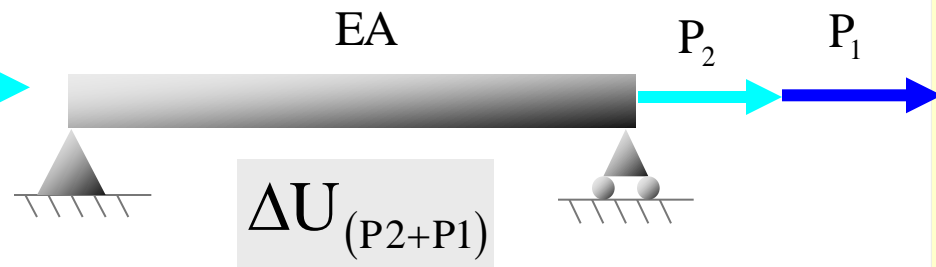
Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



Aplicación de P_1 sobre la estructura una vez equilibrada con P_2



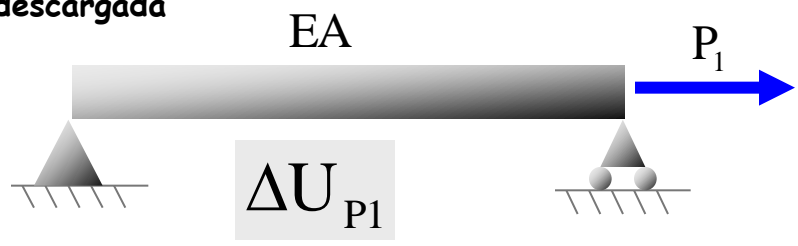


Propiedad 3

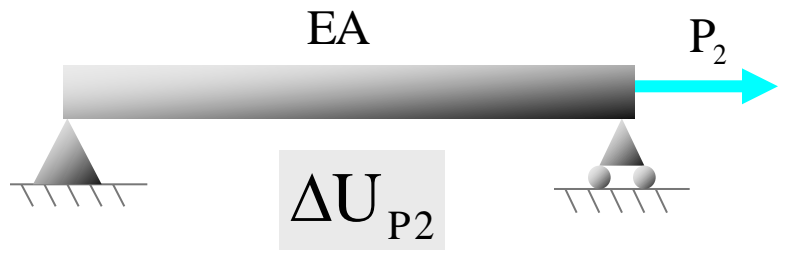
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

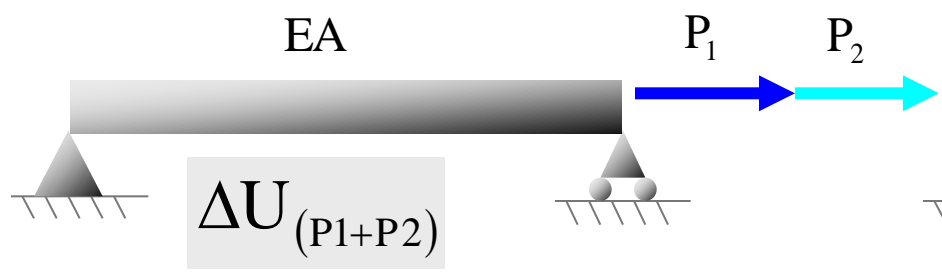
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



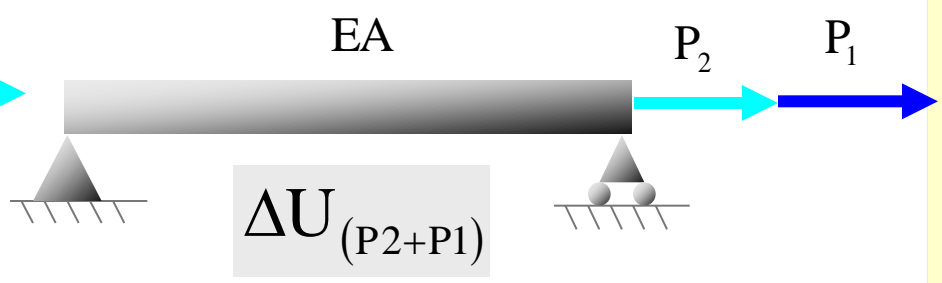
Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



Aplicación de P_1 sobre la estructura una vez equilibrada con P_2



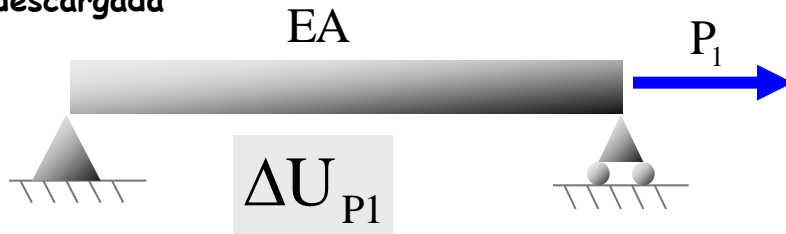
$$\Delta U_{(P_1+P_2)} = \Delta U_{(P_2+P_1)}$$

Propiedad 3

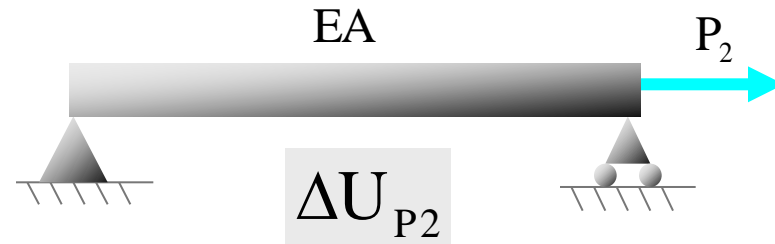
Sea un conjunto de acciones que actúan simultáneamente en una estructura. El orden de aplicación de dichas acciones no afecta el valor final de la energía de deformación

Ejemplo

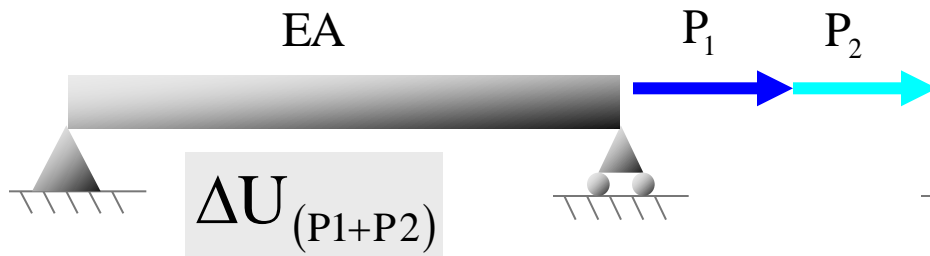
Aplicación de una fuerza P_1 sobre una estructura descargada



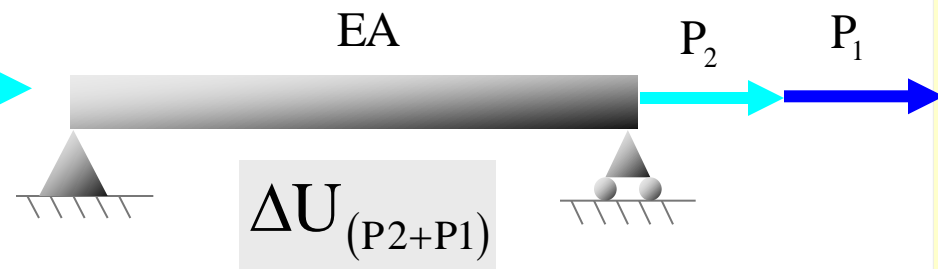
Aplicación de P_2 sobre la estructura descargada



Aplicación de una fuerza P_2 sobre la estructura una vez equilibrada con P_1



Aplicación de P_1 sobre la estructura una vez equilibrada con P_2



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

Se observa que no se ha utilizado el Principio de superposición, ya que las acciones se van aplicando sin descargar en ningún momento la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Principio 1



Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material



Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica



Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material



Sin acciones exteriores



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

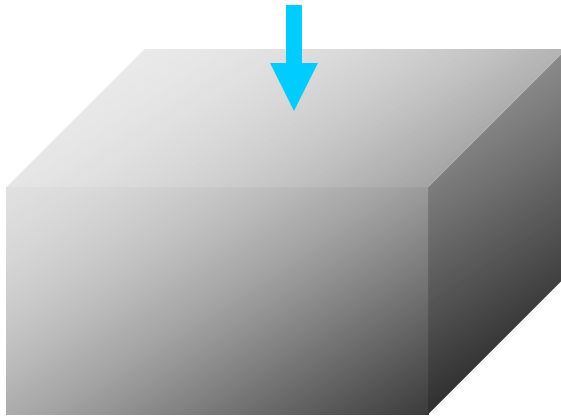
Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Aplicación de una carga estática P



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

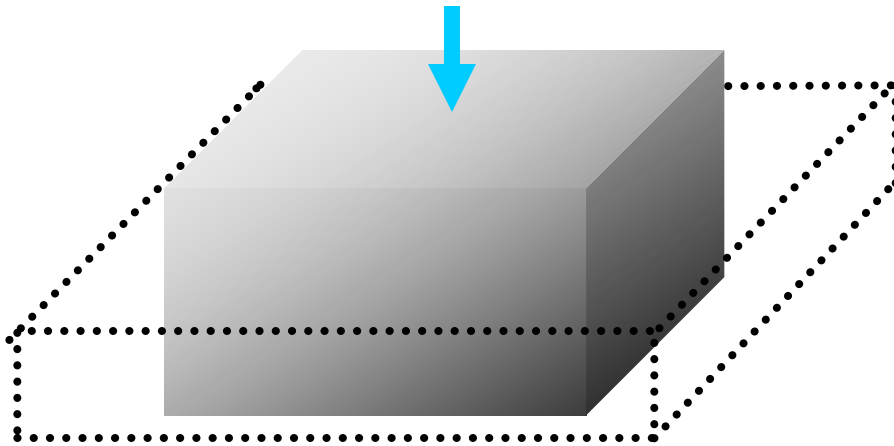
Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Aplicación de una carga estática P



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

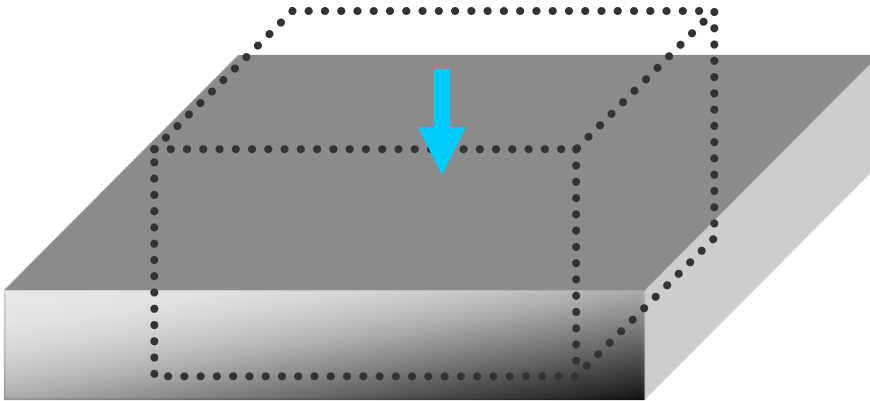
Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Aplicación de una carga estática P



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

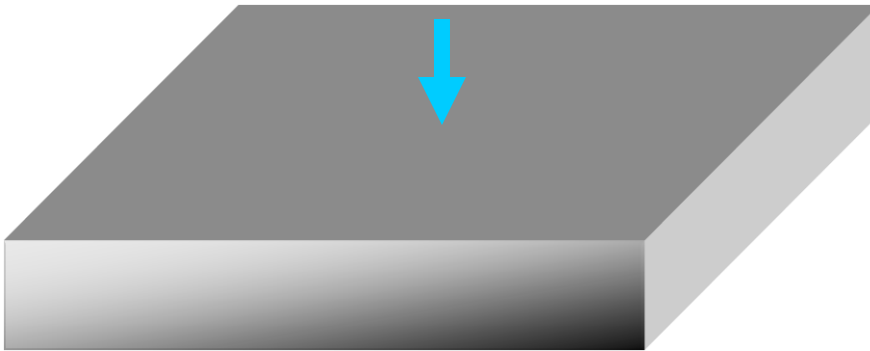
Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Aplicación de una carga estática P



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

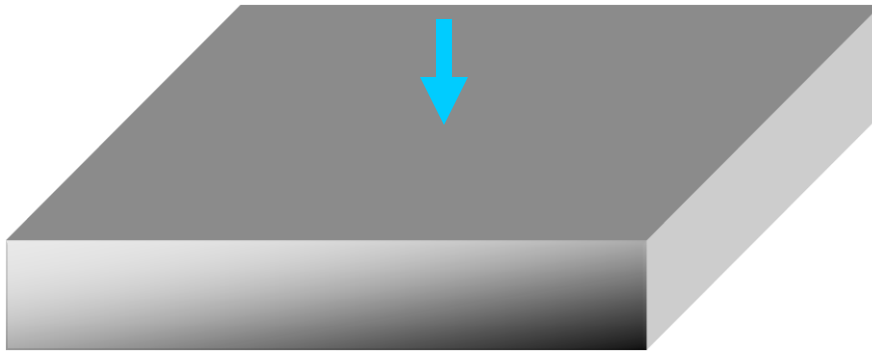
Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Aplicación de una carga estática P



Bloque deformado equilibrado



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material



Eliminación de P . El bloque recupera su forma original



Sin acciones exteriores

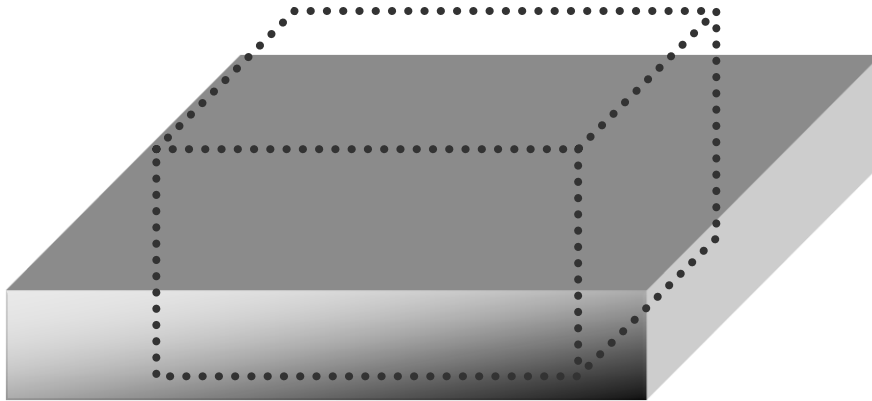
Dos bloques idénticos

Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material



Eliminación de P. El bloque recupera su forma original



Sin acciones exteriores

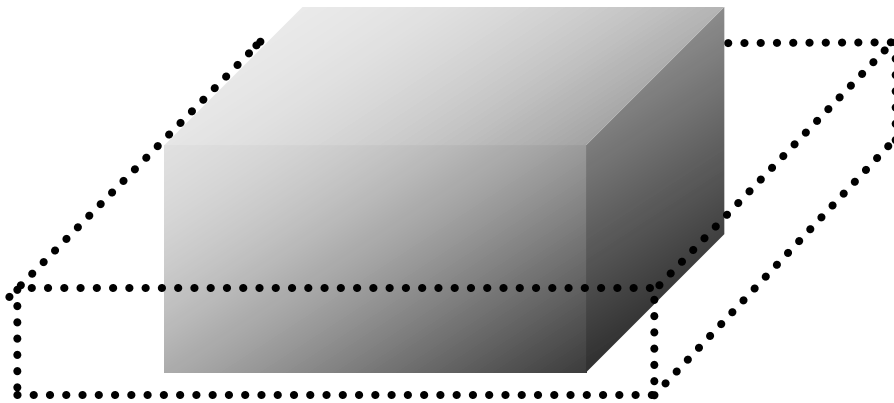
Dos bloques idénticos

Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material



Eliminación de P. El bloque recupera su forma original



Sin acciones exteriores

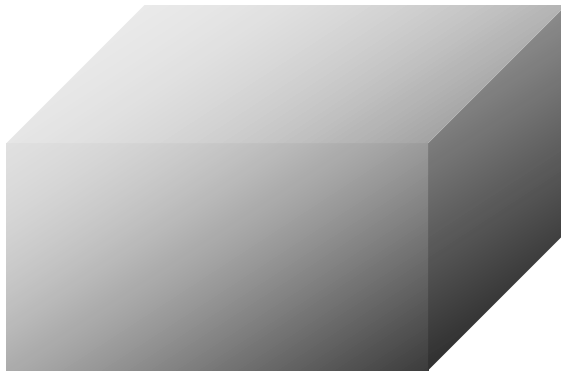
Dos bloques idénticos

Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material



Eliminación de P . El bloque recupera su forma original



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Se considera que los dos bloques tienen las mismas dimensiones



Eliminación de P. El bloque recupera su forma original



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Se considera que los dos bloques tienen las mismas dimensiones



Eliminación de P . El bloque recupera su forma original

Esta hipótesis es coherente con la siguiente igualdad:



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos

Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Se considera que los dos bloques tienen las mismas dimensiones



Eliminación de P. El bloque recupera su forma original

Esta hipótesis es coherente con la siguiente igualdad:

$$W_{\text{EXT}} = W_{\text{INT}}$$



Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos



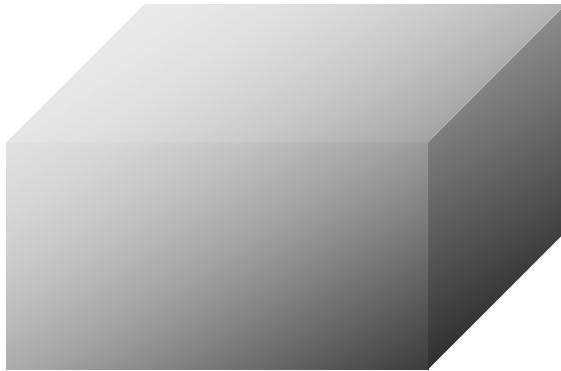
Principio 1

Principio de conservación de la energía: Acepta que el trabajo producido por las acciones exteriores es igual al de los esfuerzos internos de la estructura, por considerar nula la pérdida de energía que se produce durante el mecanismo de la deformación debido al rozamiento interno del material

Este principio es coherente con la hipótesis que acepta que las dimensiones de los materiales no varían después de descargarlos en la fase elástica

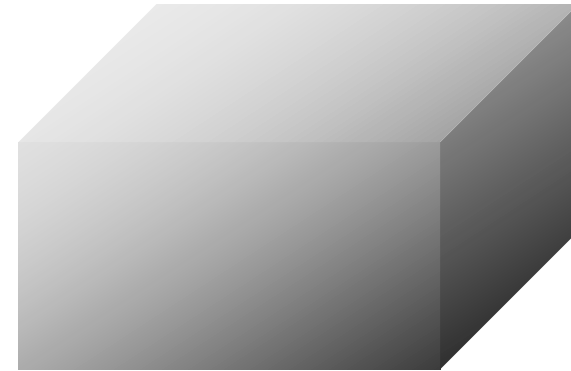
Comportamiento supuesto de un bloque en presencia de una acción P en la fase elástica del material

Se considera que los dos bloques tienen las mismas dimensiones



Esta hipótesis es coherente con la siguiente igualdad:

$$W_{\text{EXT}} = W_{\text{INT}}$$



Eliminación de P. El bloque recupera su forma original

Sin acciones exteriores

Dos bloques idénticos



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Principio 2



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto \mathbf{A} de acciones exteriores



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Ejemplos de sistemas de fuerzas en equilibrio que actúan en una estructura sometida a acciones exteriores

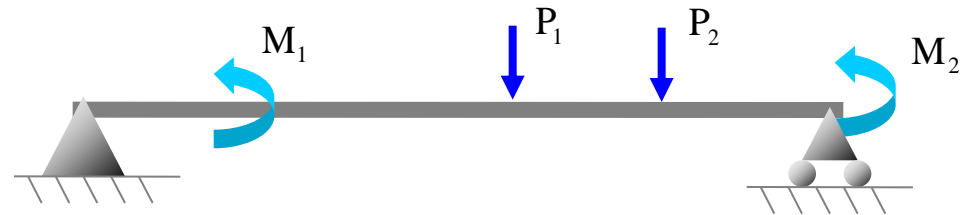
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Ejemplos de sistemas de fuerzas en equilibrio que actúan en una estructura sometida a acciones exteriores



Principio 2

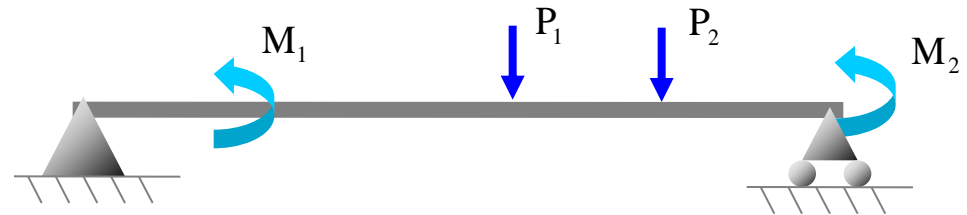
Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Ejemplos de sistemas de fuerzas en equilibrio que actúan en una estructura sometida a acciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores





Principio 2

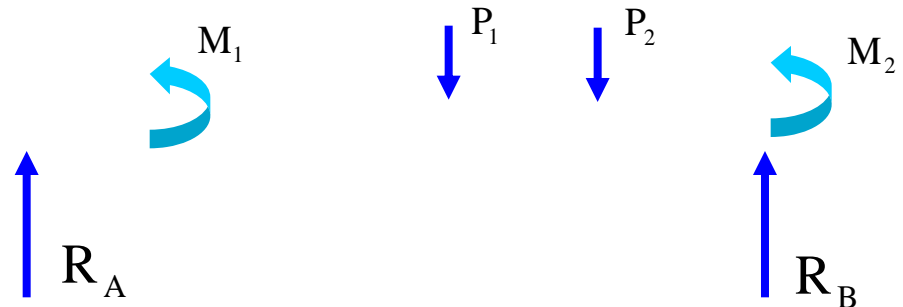
Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Ejemplos de sistemas de fuerzas en equilibrio que actúan en una estructura sometida a acciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores



Principio 2

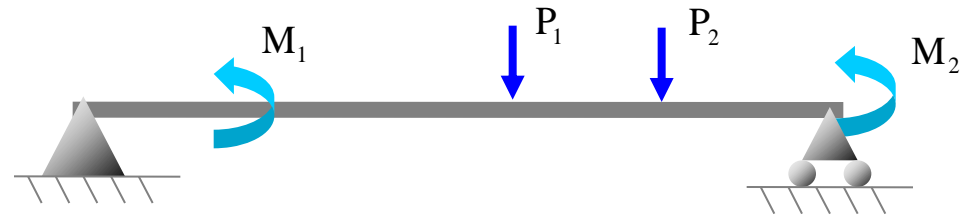
Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Ejemplos de sistemas de fuerzas en equilibrio que actúan en una estructura sometida a acciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

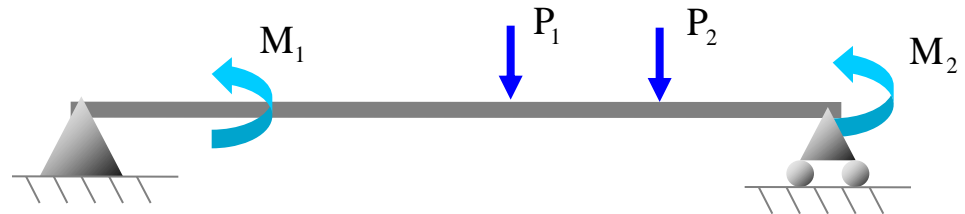
Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Ejemplos de sistemas de fuerzas en equilibrio que actúan en una estructura sometida a acciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores + sollicitaciones





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

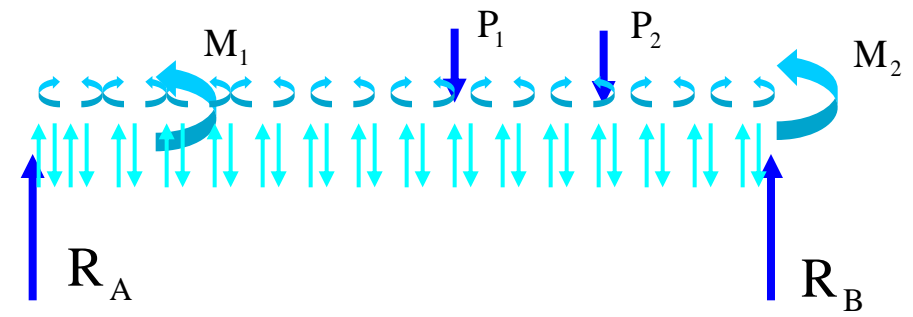
Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Ejemplos de sistemas de fuerzas en equilibrio que actúan en una estructura sometida a acciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores + sollicitaciones





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

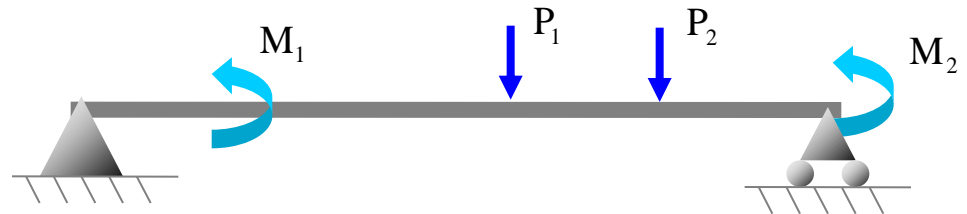
Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Ejemplos de sistemas de fuerzas en equilibrio que actúan en una estructura sometida a acciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores

Acciones + Reacciones exteriores + sollicitaciones





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:



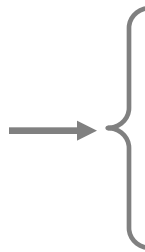
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:



Un movimiento de sólido rígido



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

→ { Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación



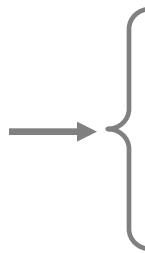
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:



Un movimiento de sólido rígido

De traslación





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido { De traslación





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

→ { Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación
De rotación

Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación
De rotación





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

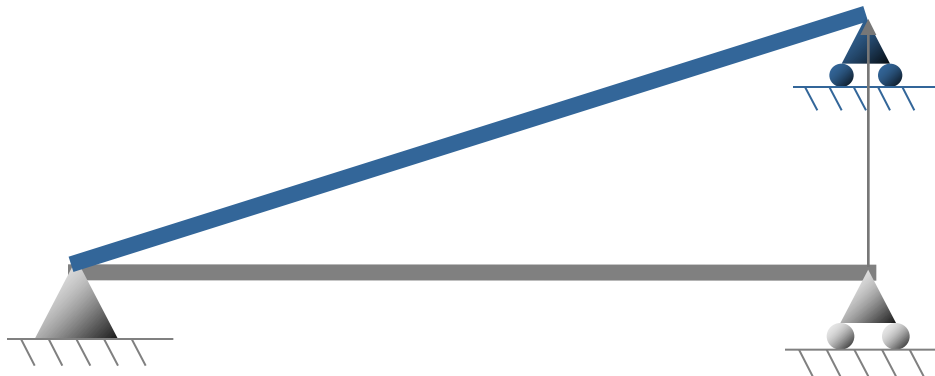
“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido

De traslación
De rotación

Rotaciones pequeñas





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

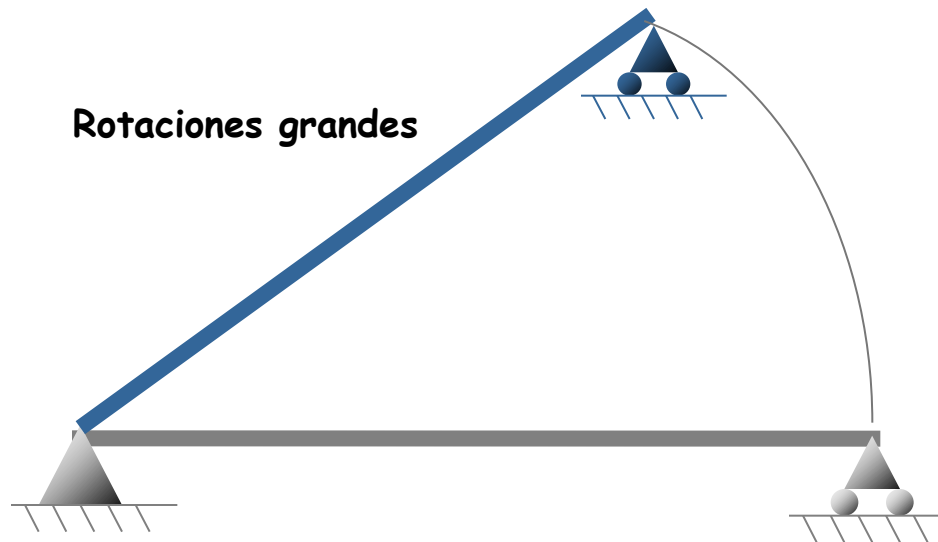
Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido

De traslación
De rotación





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

→ { Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación
De rotación



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación
De rotación

Un movimiento debido a una deformación



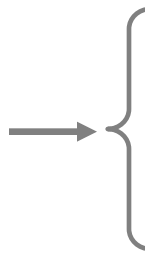
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:



Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación
De rotación

Un movimiento debido a una deformación



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

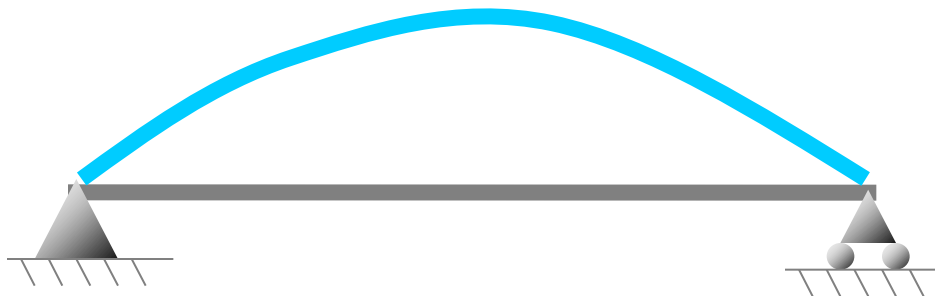
“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación
De rotación

Un movimiento debido a una deformación





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación
De rotación

Un movimiento debido a una deformación



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido

{ De traslación
De rotación

Un movimiento debido a una deformación

Combinaciones de casos anteriores



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

- Un movimiento de sólido rígido {
 - De traslación
 - De rotación
- Un movimiento debido a una deformación
- Combinaciones de casos anteriores





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”**

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

- Un movimiento de sólido rígido {
 - De traslación
 - De rotación
- Un movimiento debido a una deformación
- Combinaciones de casos anteriores





Principio 2

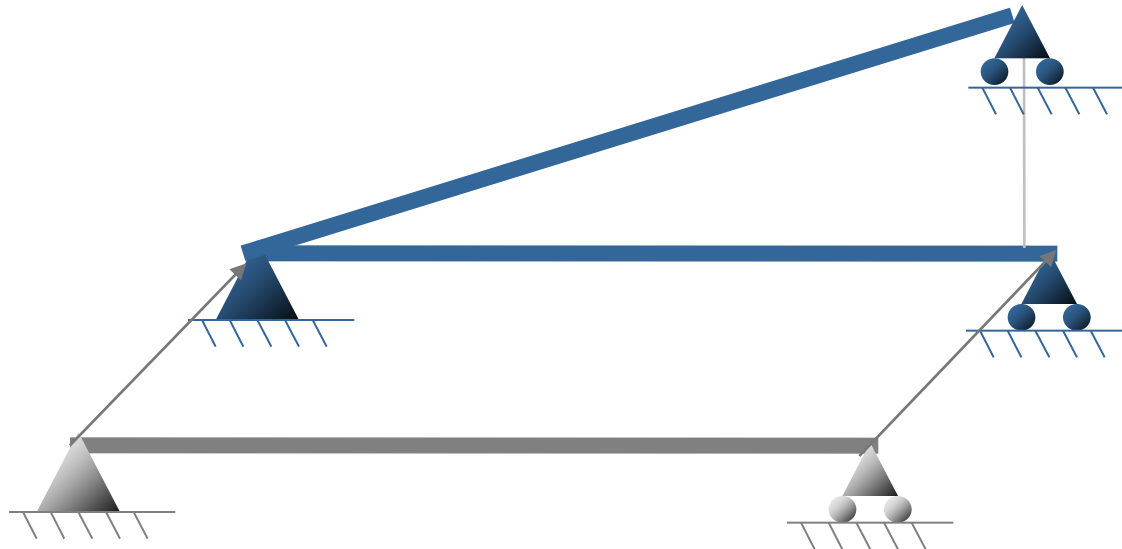
Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

- Un movimiento de sólido rígido {
 - De traslación
 - De rotación
- Un movimiento debido a una deformación
- Combinaciones de casos anteriores



Principio 2

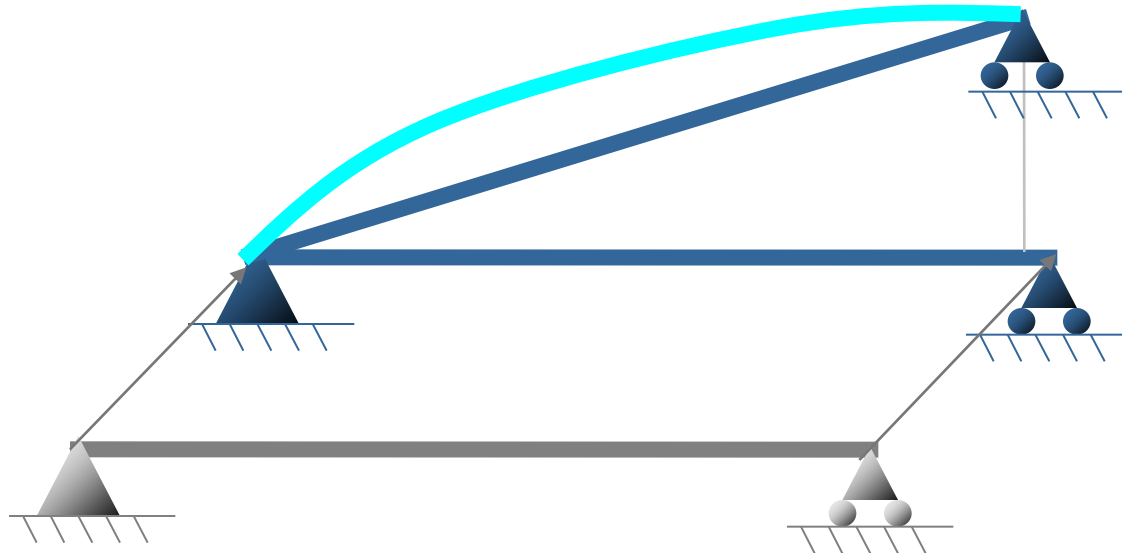
Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Un conjunto cualquiera de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura puede estar producido por:

Un movimiento de sólido rígido { De traslación
De rotación
Un movimiento debido a una deformación
Combinaciones de casos anteriores





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Conjunto A de acciones en equilibrio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Conjunto A de acciones en equilibrio
↓
Fuerzas exteriores



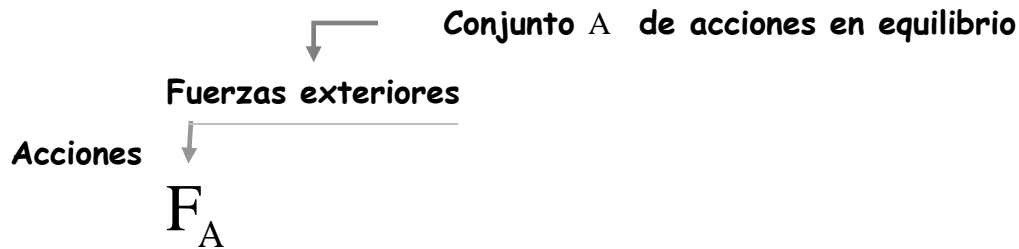
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





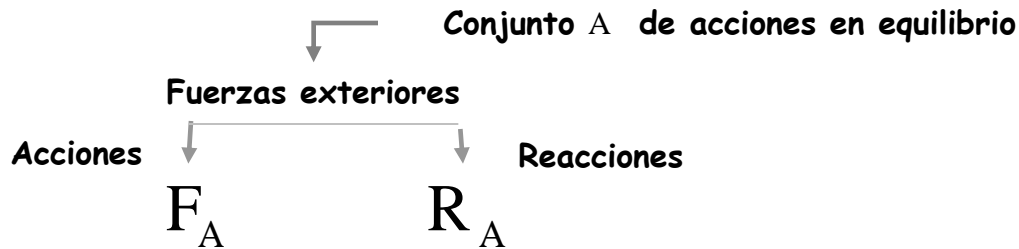
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





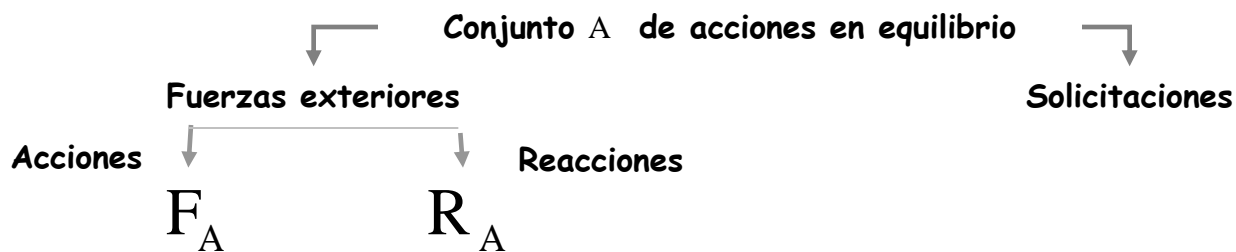
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





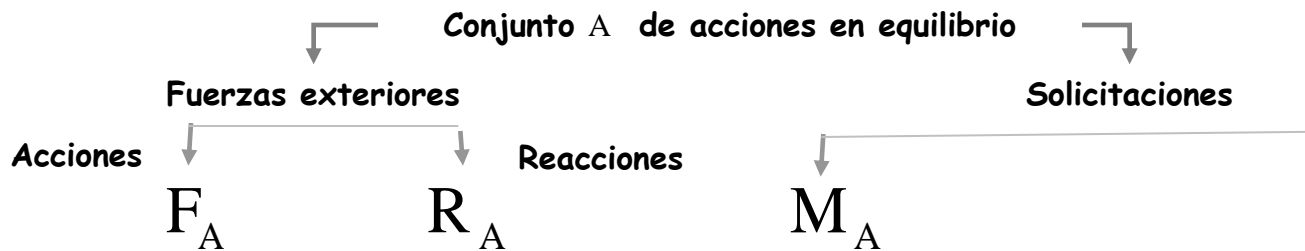
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





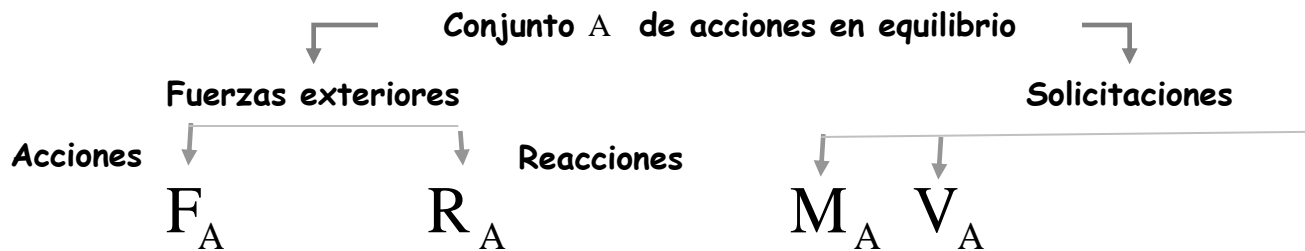
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





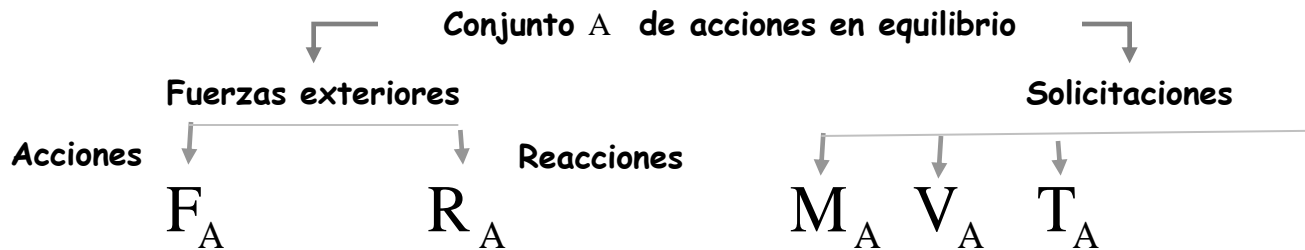
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





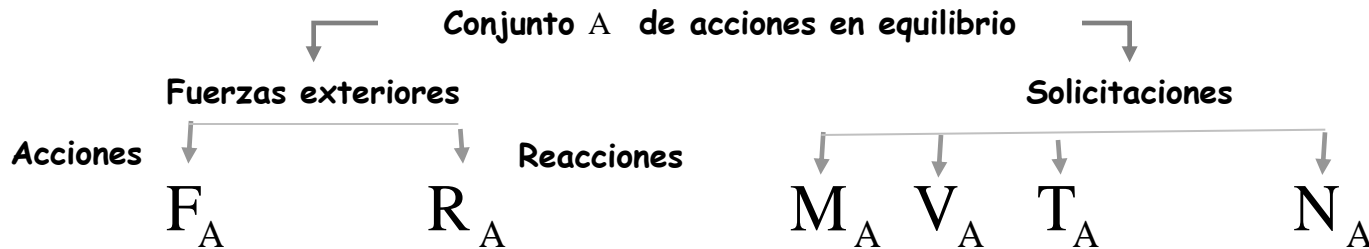
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





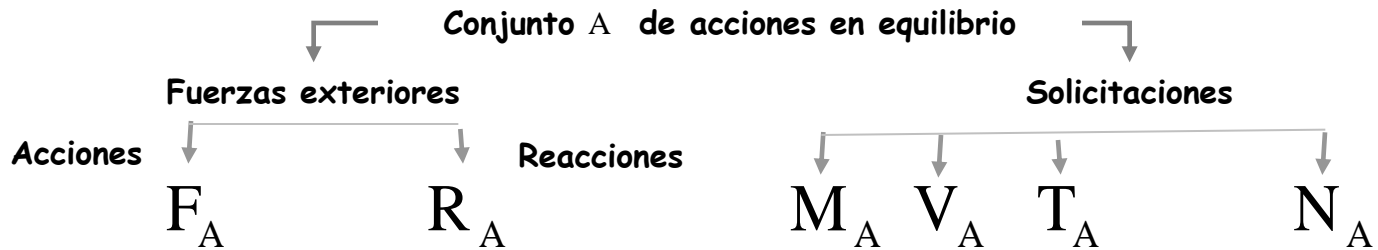
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





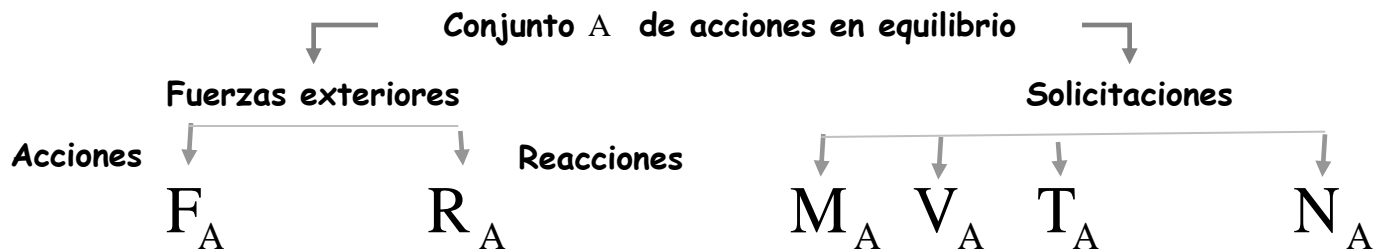
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio



Conjunto B de desplazamientos compatibles con los enlaces de la estructura



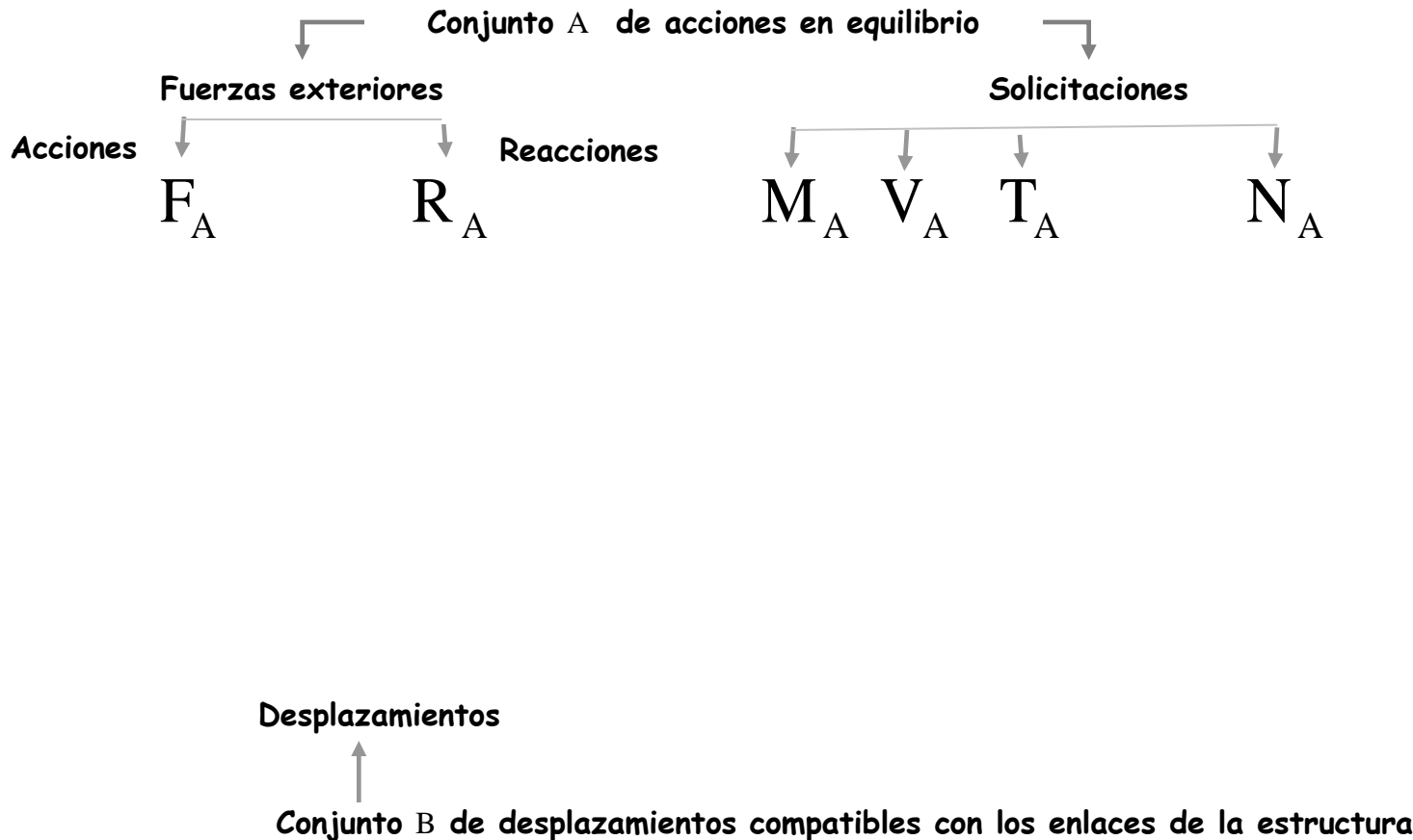
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





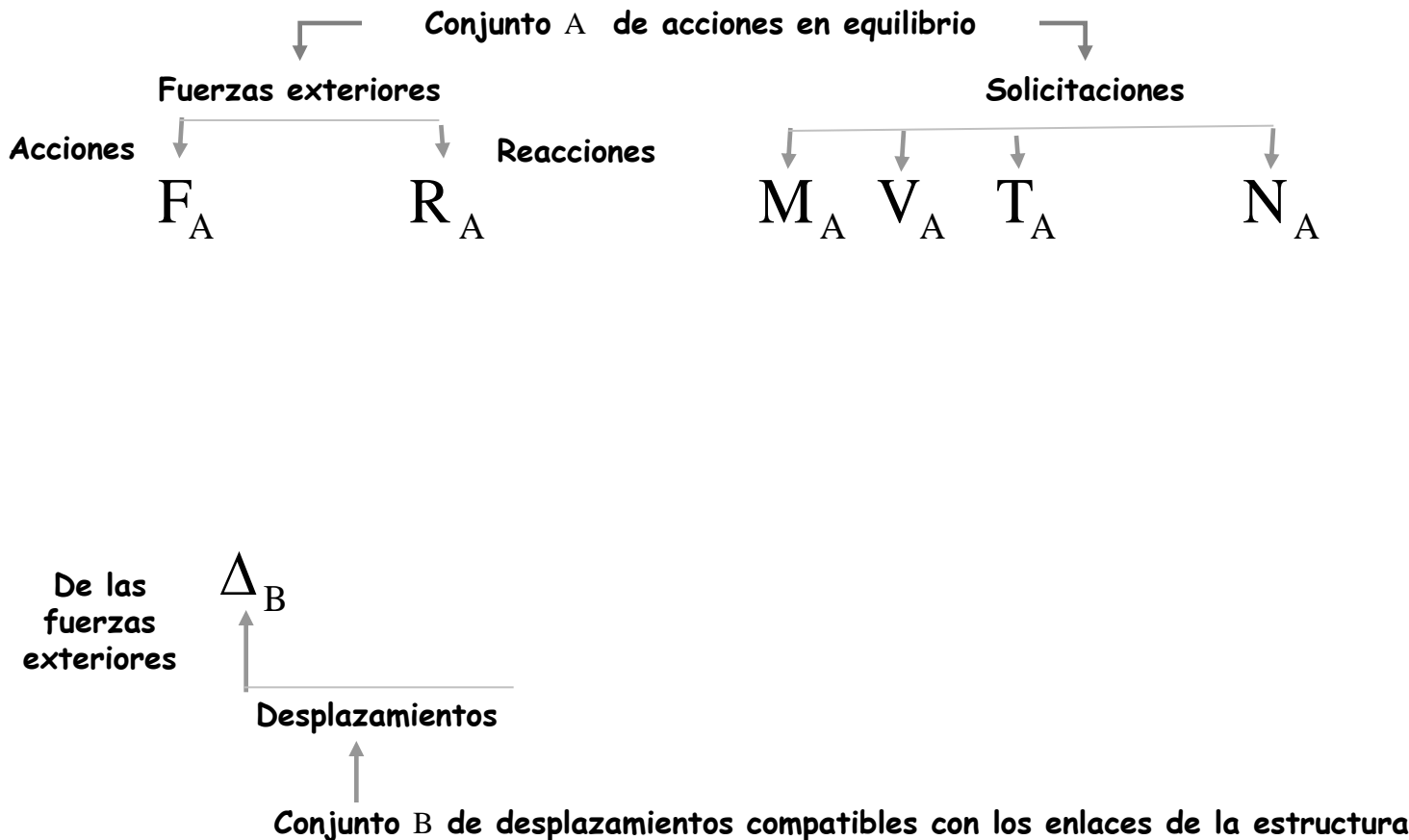
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





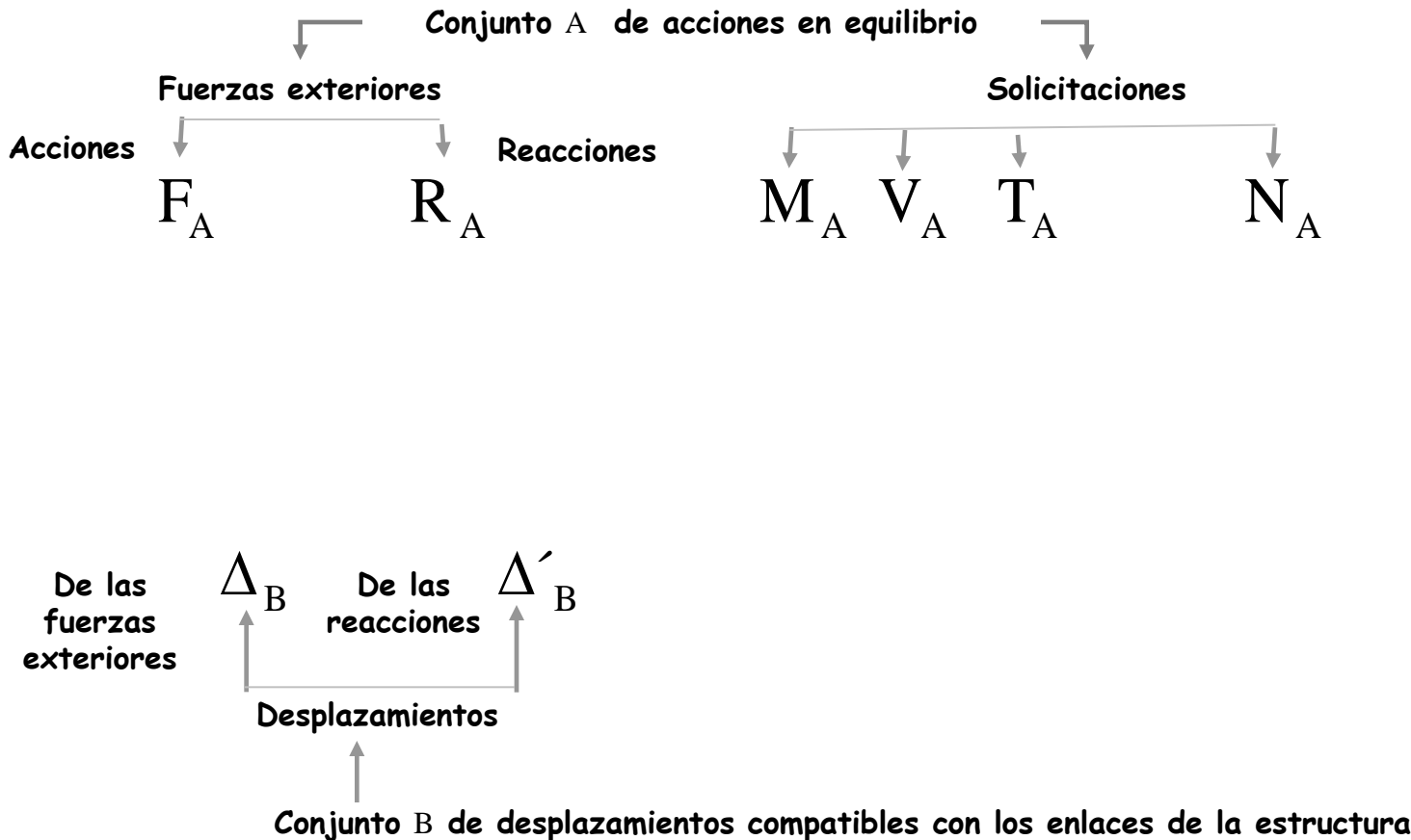
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





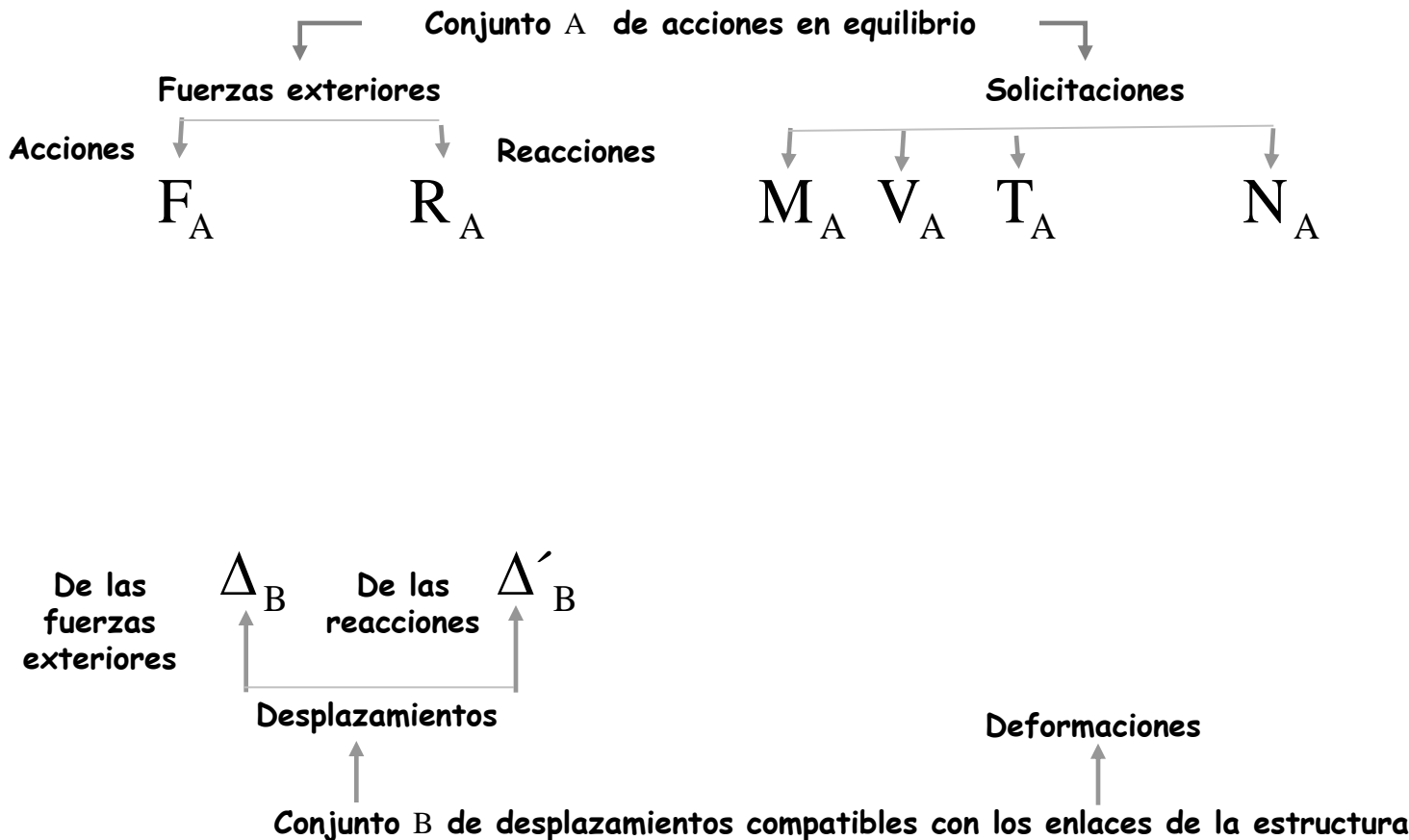
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





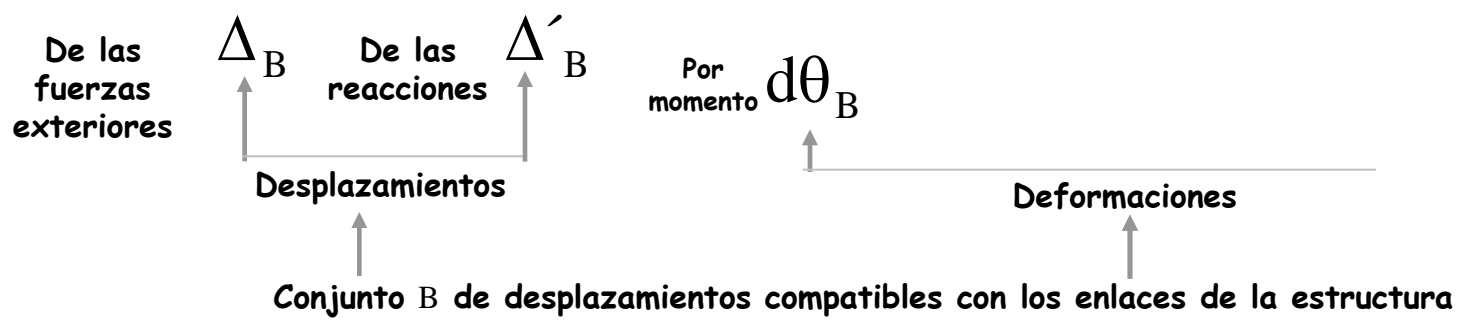
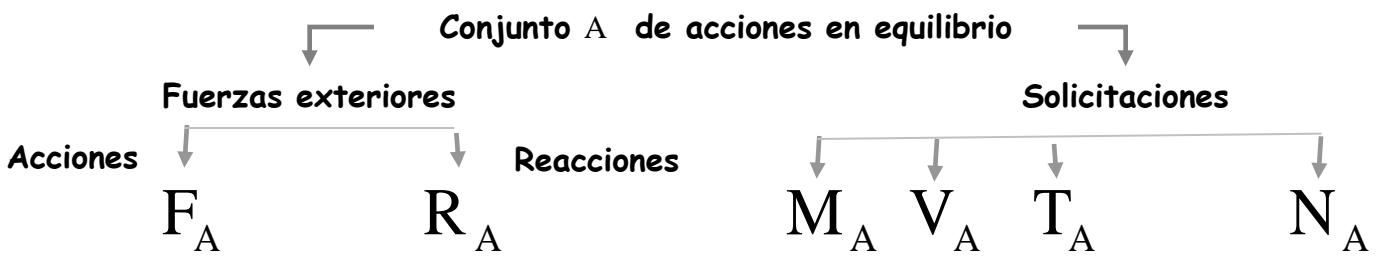
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier **desplazamiento B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





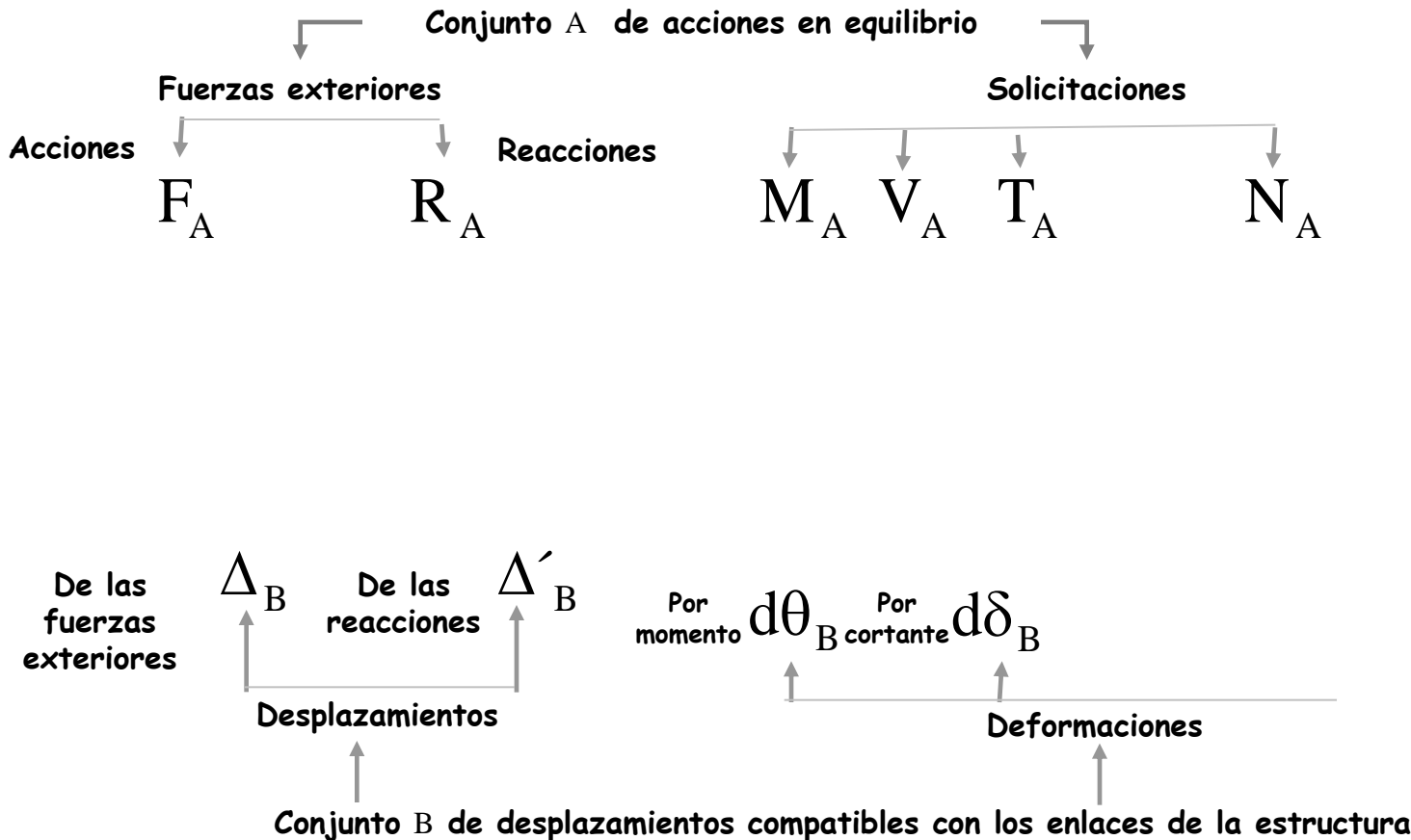
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





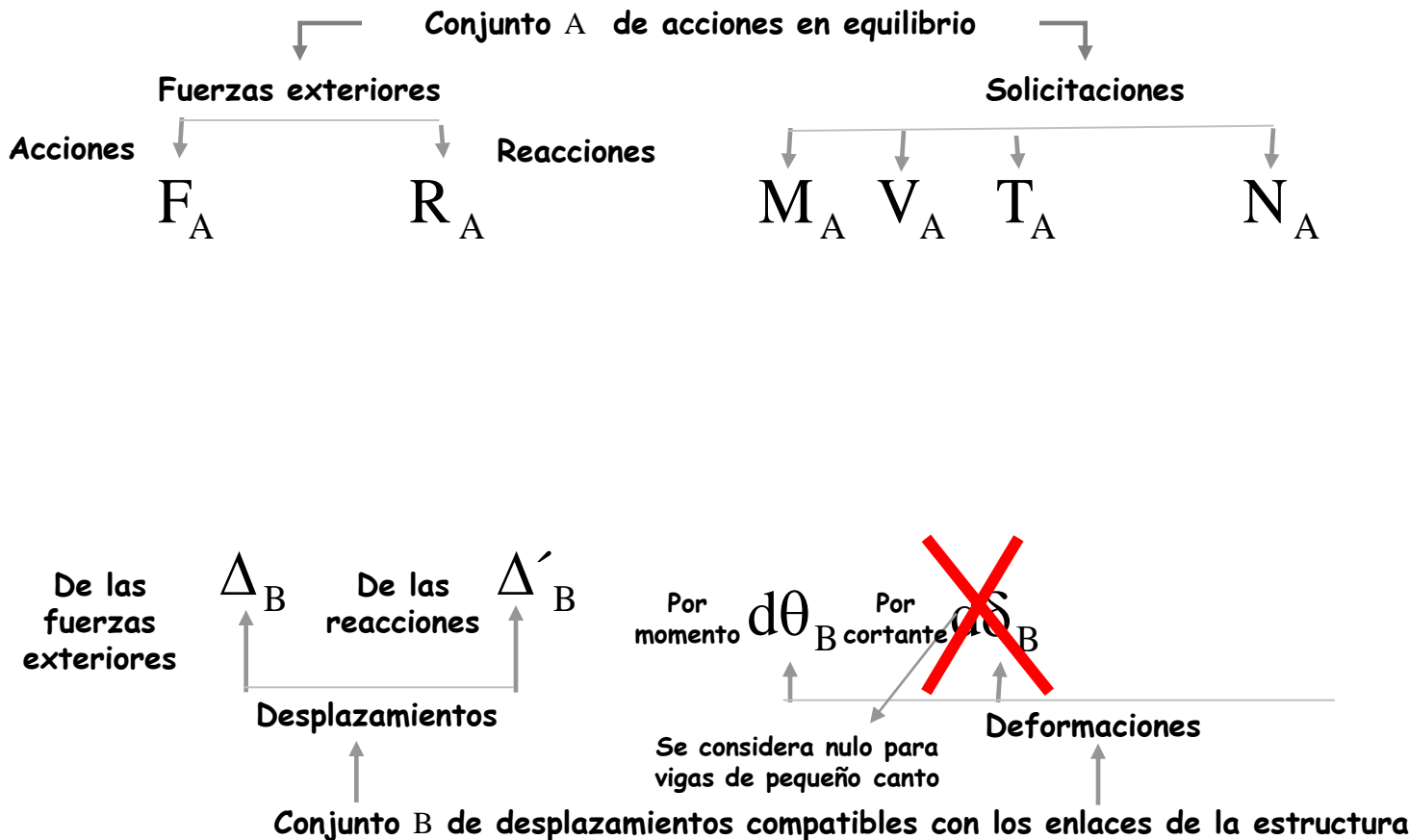
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier **desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma**”

Esquema explicativo del principio





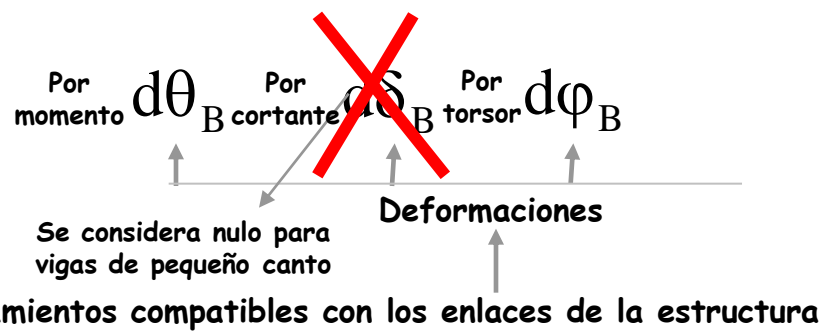
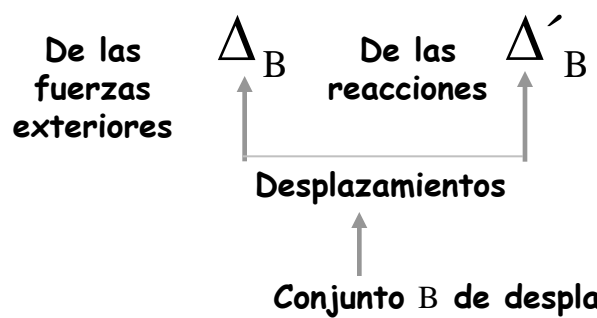
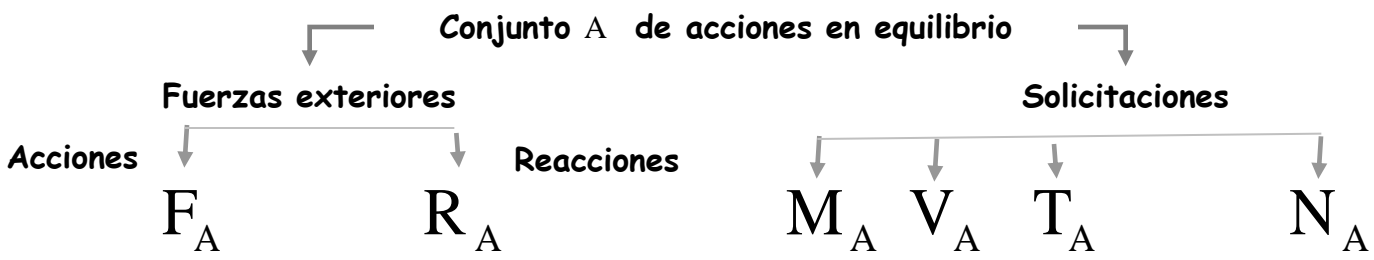
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier **desplazamiento B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





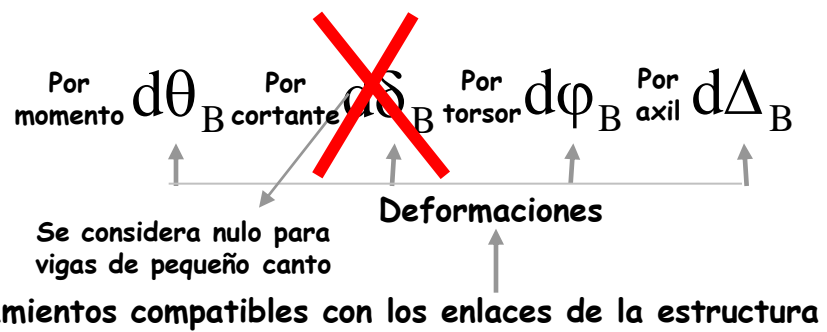
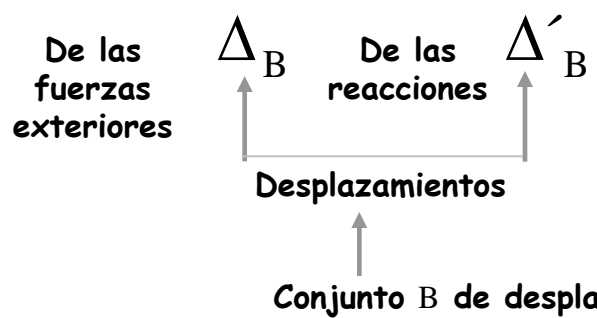
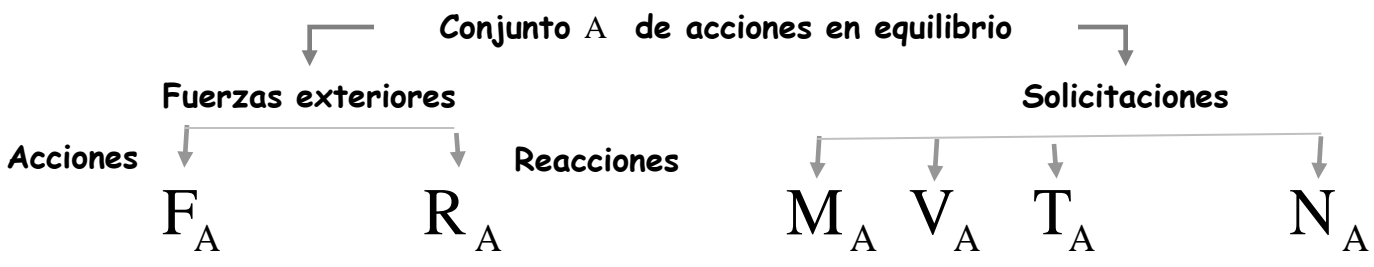
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier **desplazamiento B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





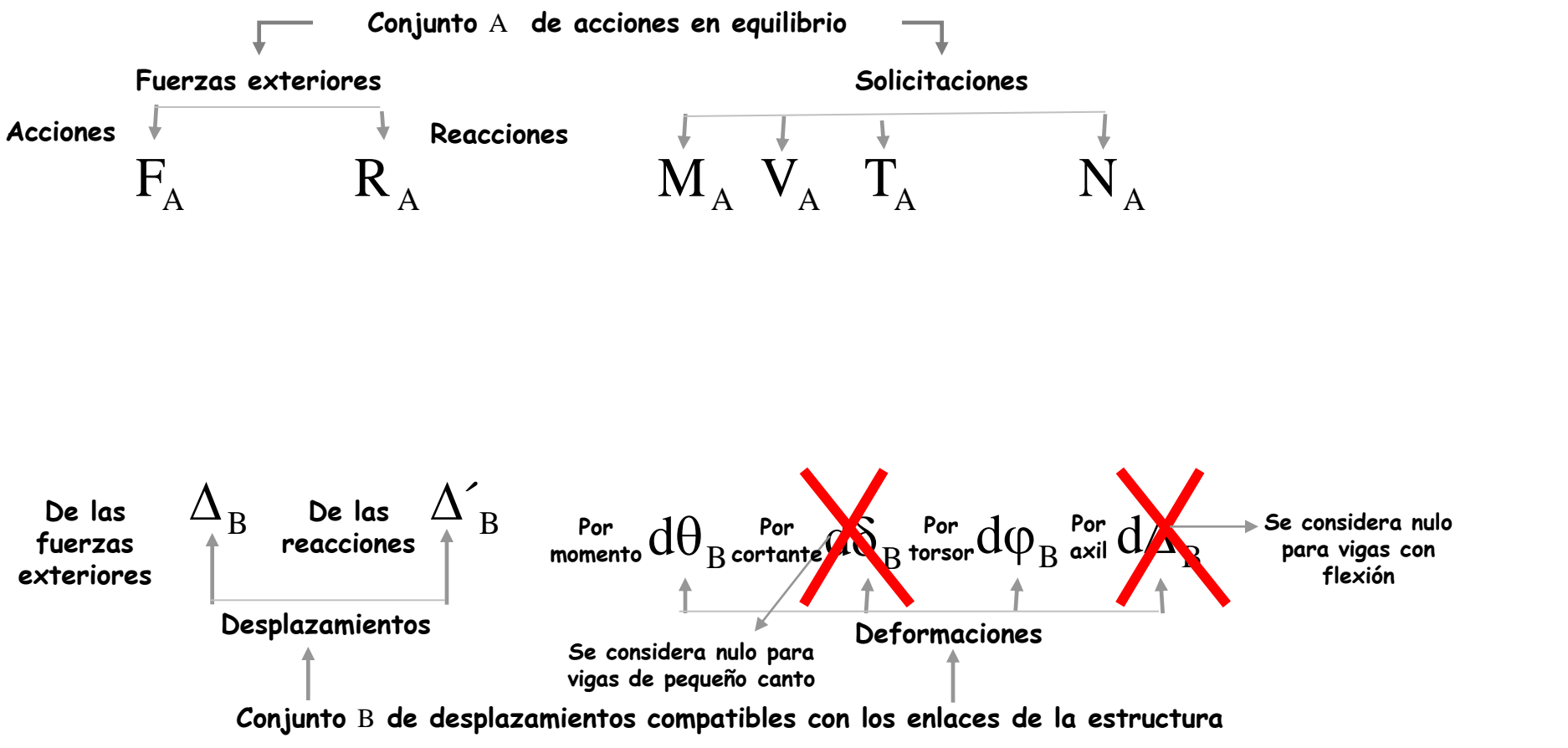
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

"La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma"

Esquema explicativo del principio





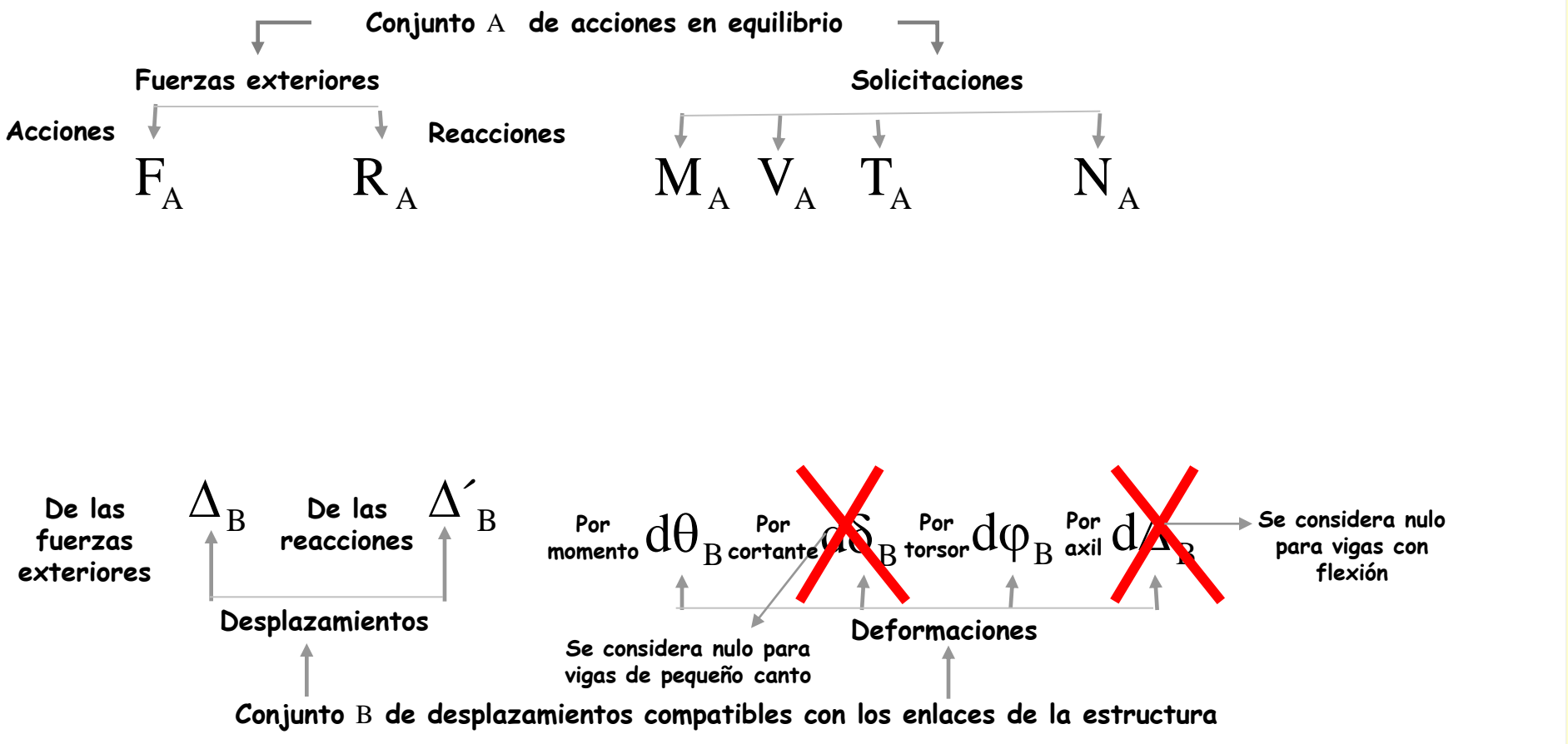
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





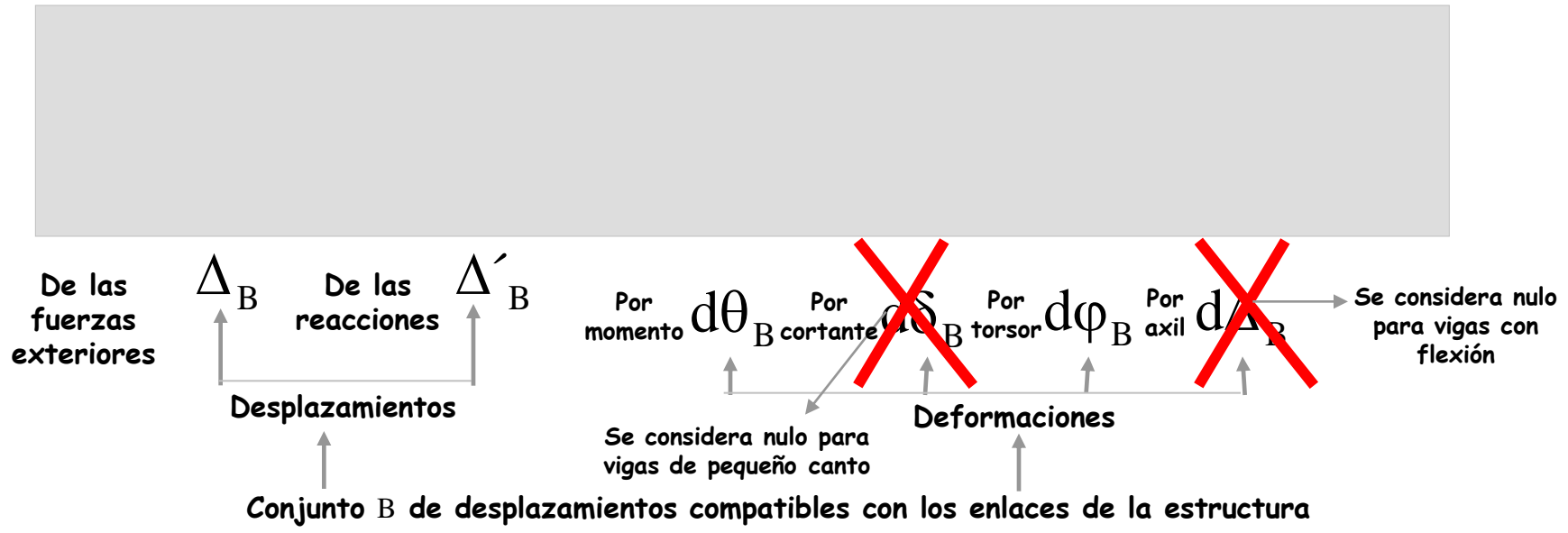
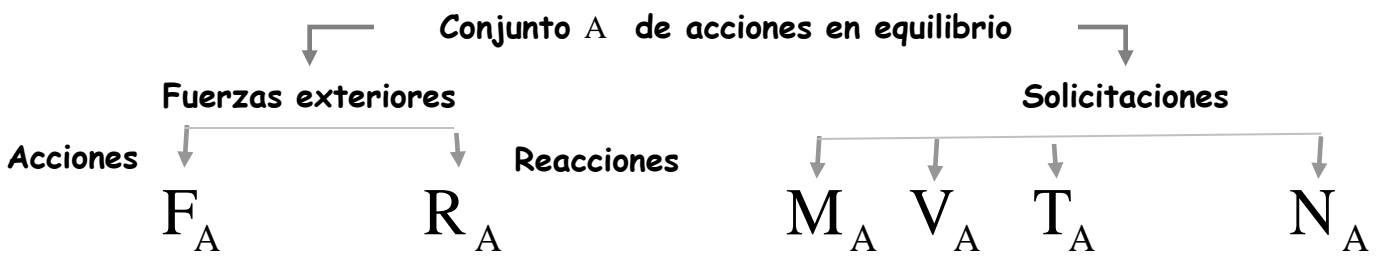
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





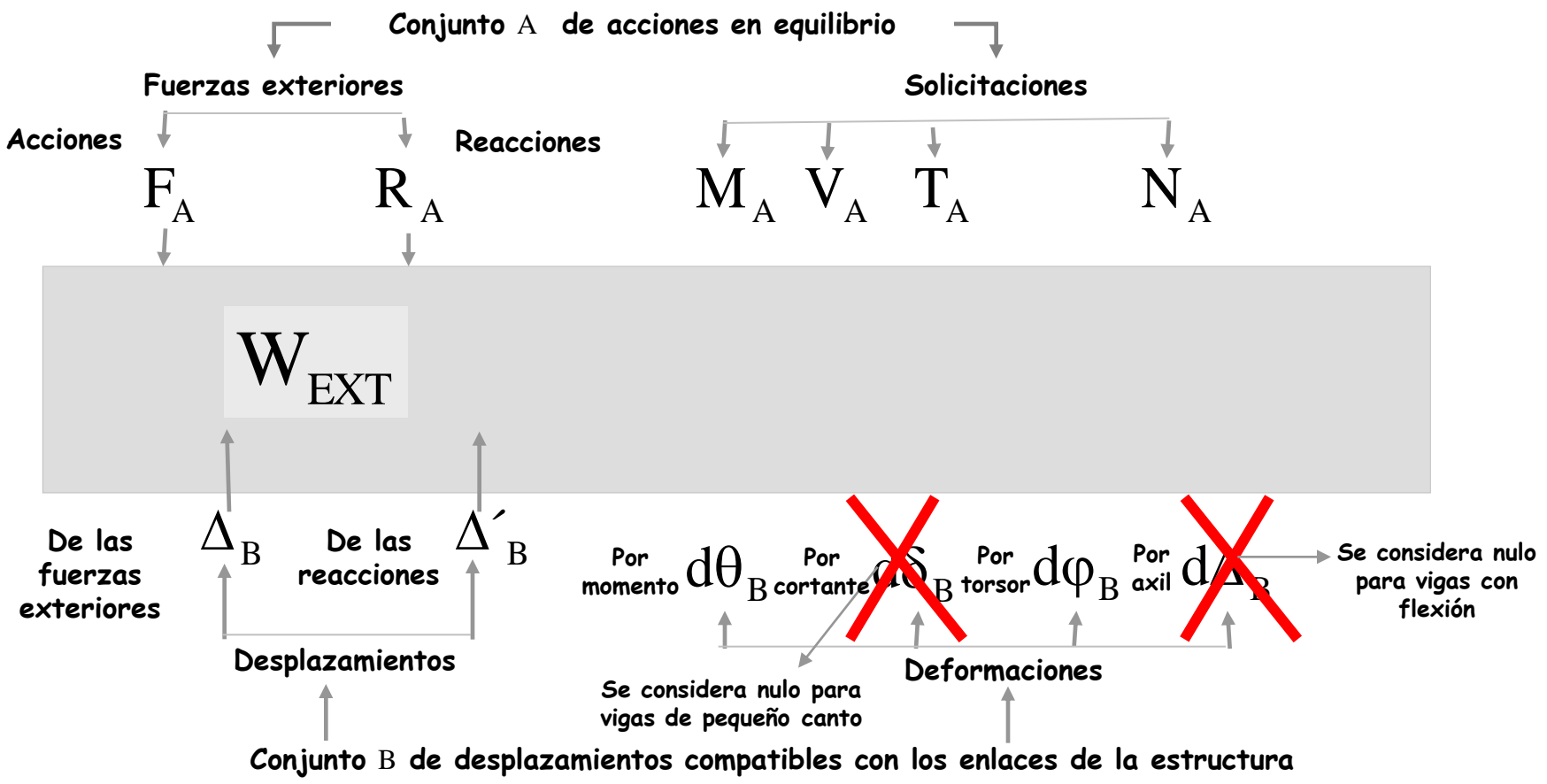
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





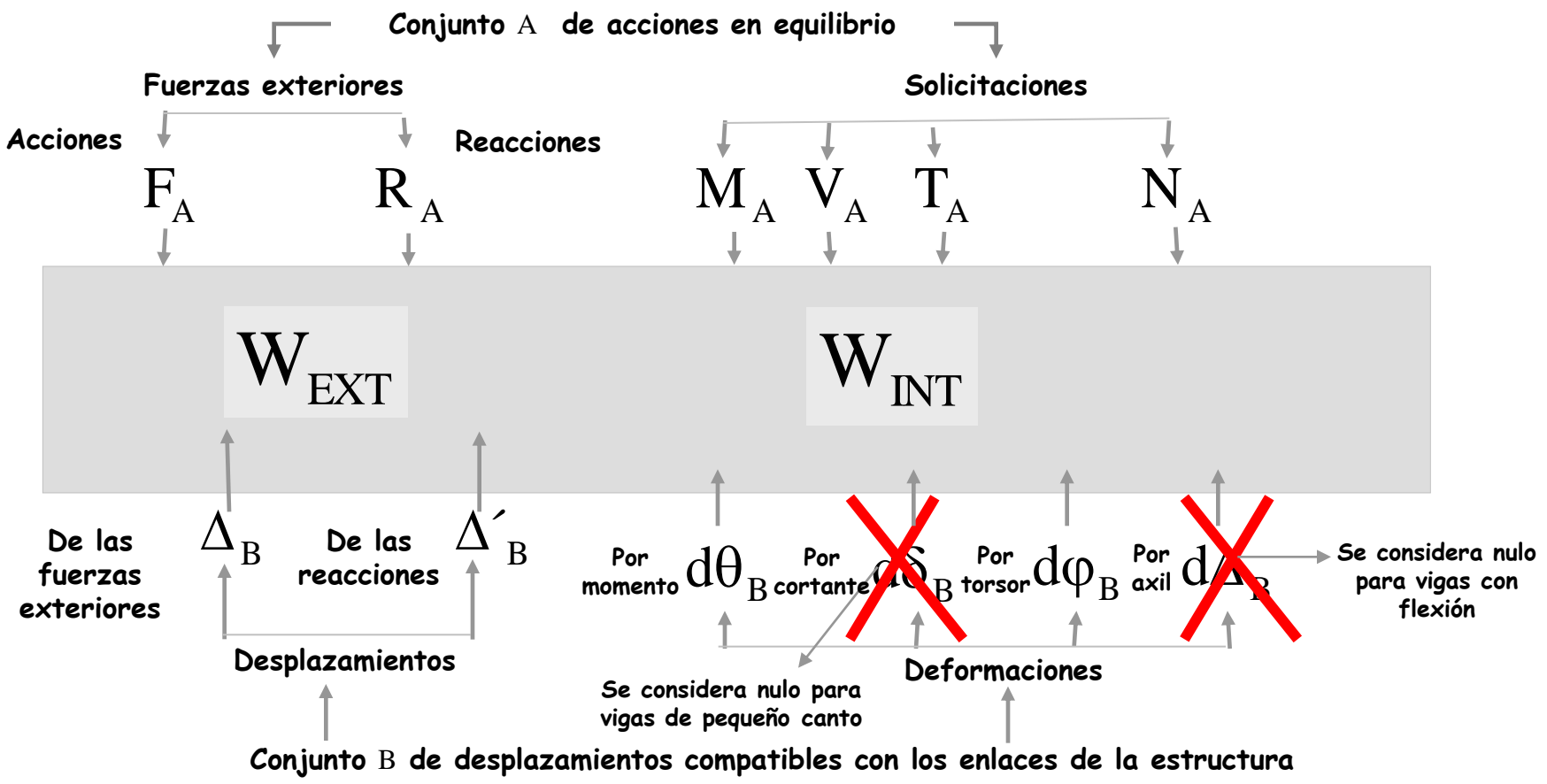
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





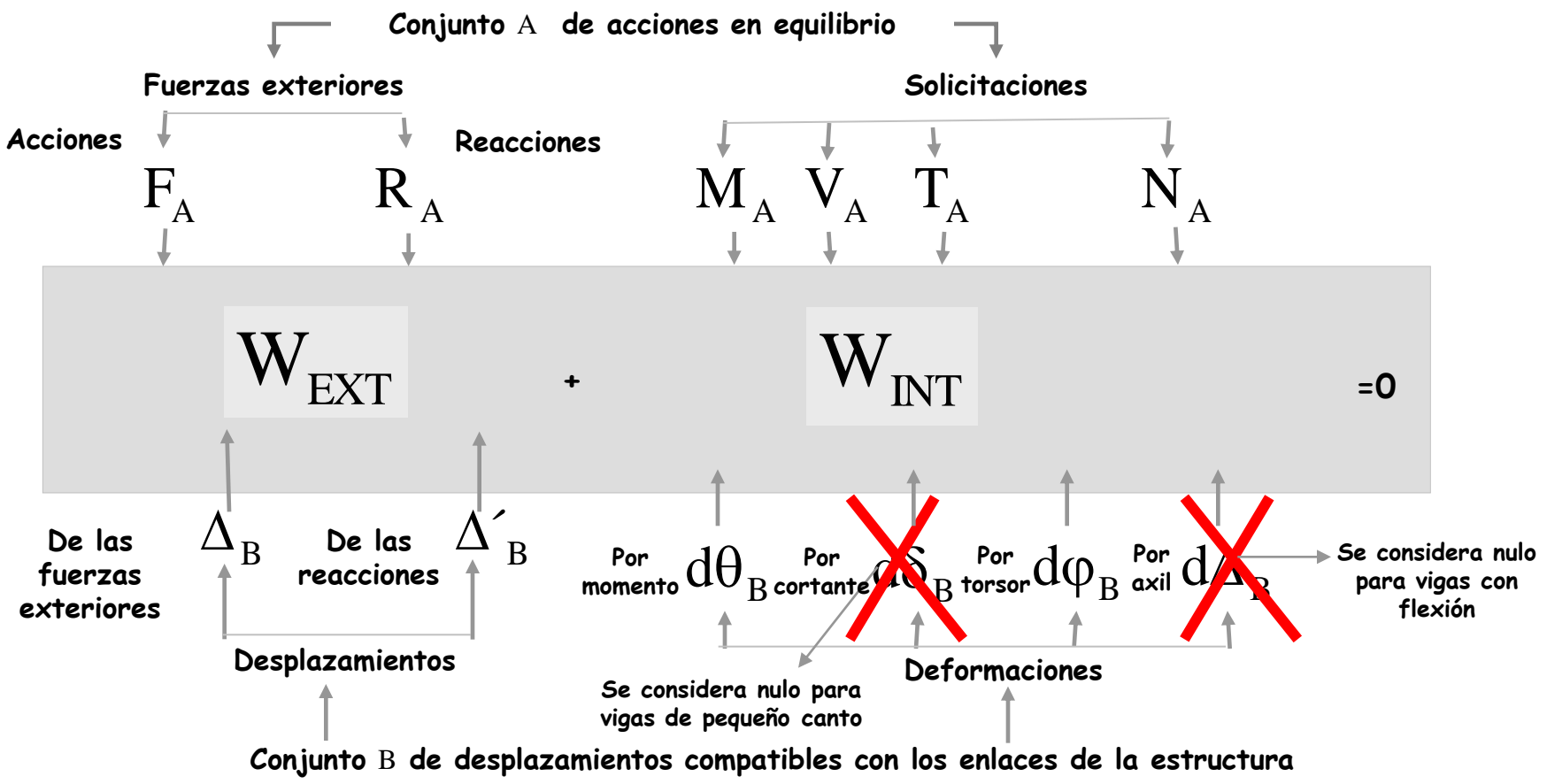
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





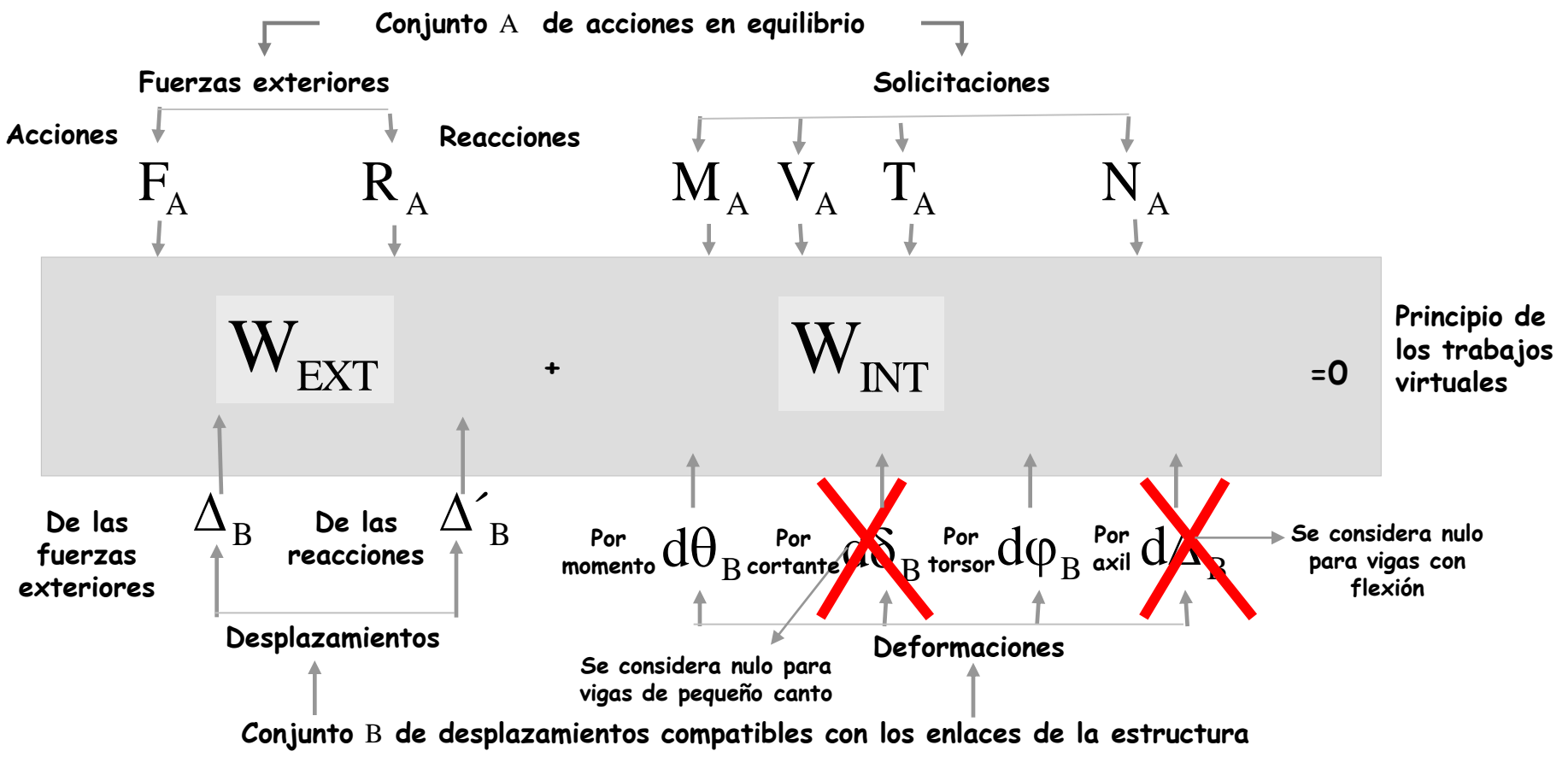
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





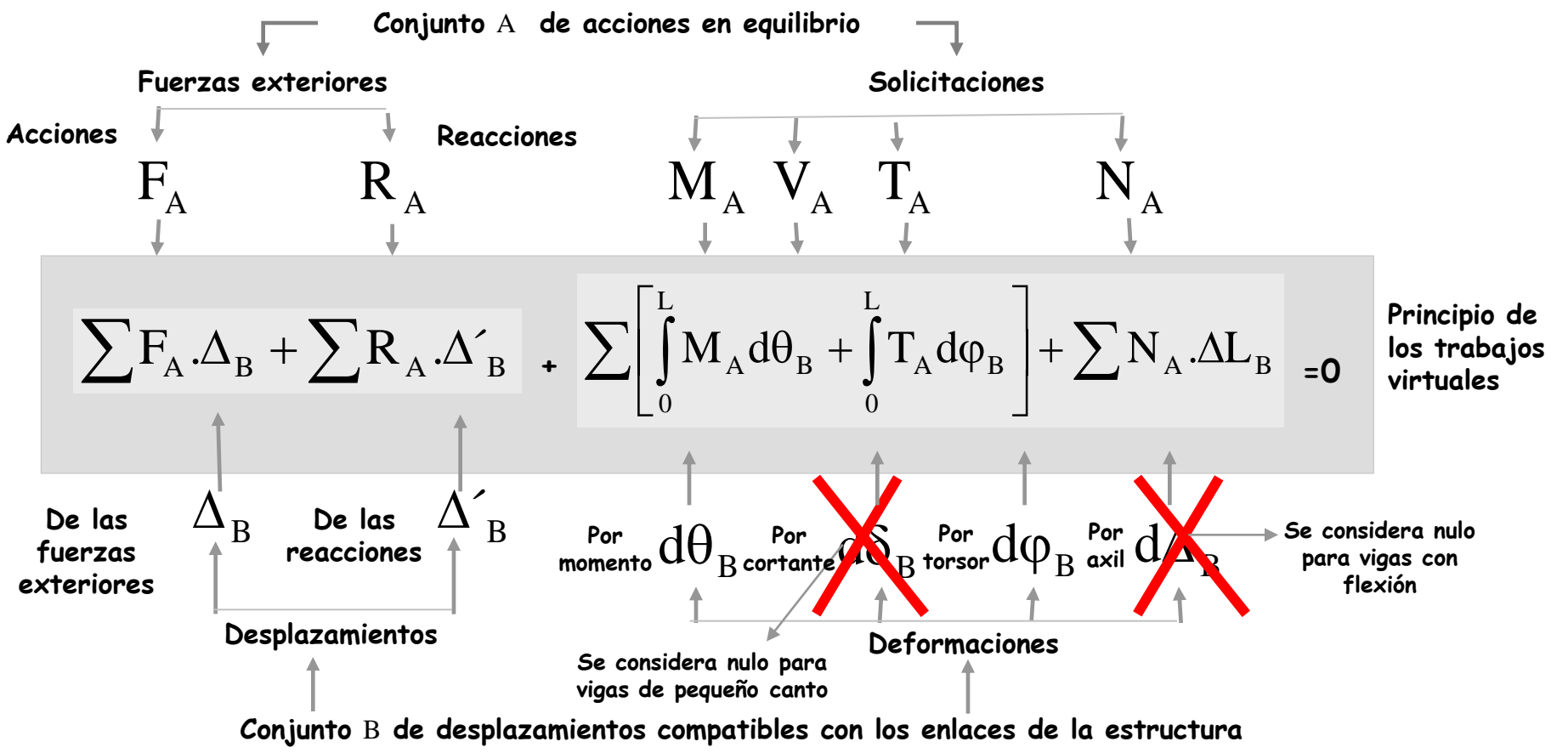
Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio





Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto A de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema A de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento B de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

$$W_{\text{EXT}} + W_{\text{INT}} = 0$$



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

$$W_{\text{EXT}} + W_{\text{INT}} = 0$$

El trabajo interno es igual y opuesto al externo



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

$$W_{\text{EXT}} + W_{\text{INT}} = 0$$

El trabajo interno es igual y opuesto al externo

$$W_{\text{EXT}} = -W_{\text{INT}}$$



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

$$W_{\text{EXT}} + W_{\text{INT}} = 0$$

El trabajo interno es igual y opuesto al externo

$$W_{\text{EXT}} = W_{\text{INT}}$$

← Trabajo producido por las reacciones en los nudos



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

$$W_{\text{EXT}} + W_{\text{INT}} = 0$$

El trabajo interno es igual y opuesto al externo

$$W_{\text{EXT}} = -W_{\text{INT}}$$

Trabajo producido por las reacciones en los nudos

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\varphi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

$$W_{\text{EXT}} + W_{\text{INT}} = 0$$

El trabajo interno es igual y opuesto al externo

$$W_{\text{EXT}} = -W_{\text{INT}}$$

Trabajo producido por las reacciones en los nudos

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\varphi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$

El principio de los trabajos virtuales aplicado a las estructuras lineales de pequeñas deformaciones se materializa en esta ecuación que relaciona sistemas de fuerzas equilibradas con sistemas de desplazamientos que comparten la misma estructura. Se observa que este principio abarca más casos que los que suceden en el mundo real



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\varphi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\varphi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible



Desplazamientos y giros

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\varphi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\varphi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$

Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

Deformaciones

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\varphi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

Deformaciones

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\phi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

Deformaciones

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\phi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$

Incógnitas relacionadas en un sistema de fuerzas en equilibrio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

Deformaciones

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\phi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$

Fuerzas y momentos

Incógnitas relacionadas en un sistema de fuerzas en equilibrio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

Deformaciones

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\phi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$

Fuerzas y momentos

Incógnitas relacionadas en un sistema de fuerzas en equilibrio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

Deformaciones

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\phi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$

Fuerzas y momentos

Solicitaciones

Incógnitas relacionadas en un sistema de fuerzas en equilibrio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

Deformaciones

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\phi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$

Fuerzas y momentos

Solicitaciones

Incógnitas relacionadas en un sistema de fuerzas en equilibrio



Principio 2

Principio de los trabajos virtuales

Sea una estructura equilibrada sometida a un conjunto **A** de acciones exteriores

“La condición necesaria y suficiente que asegura el equilibrio del sistema **A** de acciones es la nulidad del trabajo realizado por dicho sistema debido a cualquier desplazamiento **B** de la estructura compatible con los enlaces de la misma”

Esquema explicativo del principio

Incógnitas relacionadas entre sí en un desplazamiento compatible

Desplazamientos y giros

Deformaciones

$$\sum F_A \cdot \Delta_B + \sum R_A \cdot \Delta'_B = \sum \left[\int_0^L M_A d\theta_B + \int_0^L T_A d\varphi_B \right] + \sum N_A \cdot \Delta L_B$$

Fuerzas y momentos

Solicitaciones

Incógnitas relacionadas en un sistema de fuerzas en equilibrio



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Definición

Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1



Observación 1



Observación 1

Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella



Observación 1

Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella

Sea una
estructura con
acciones
exteriores



Observación 1

Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella

Sea una
estructura con
acciones
exteriores

Objetivo:

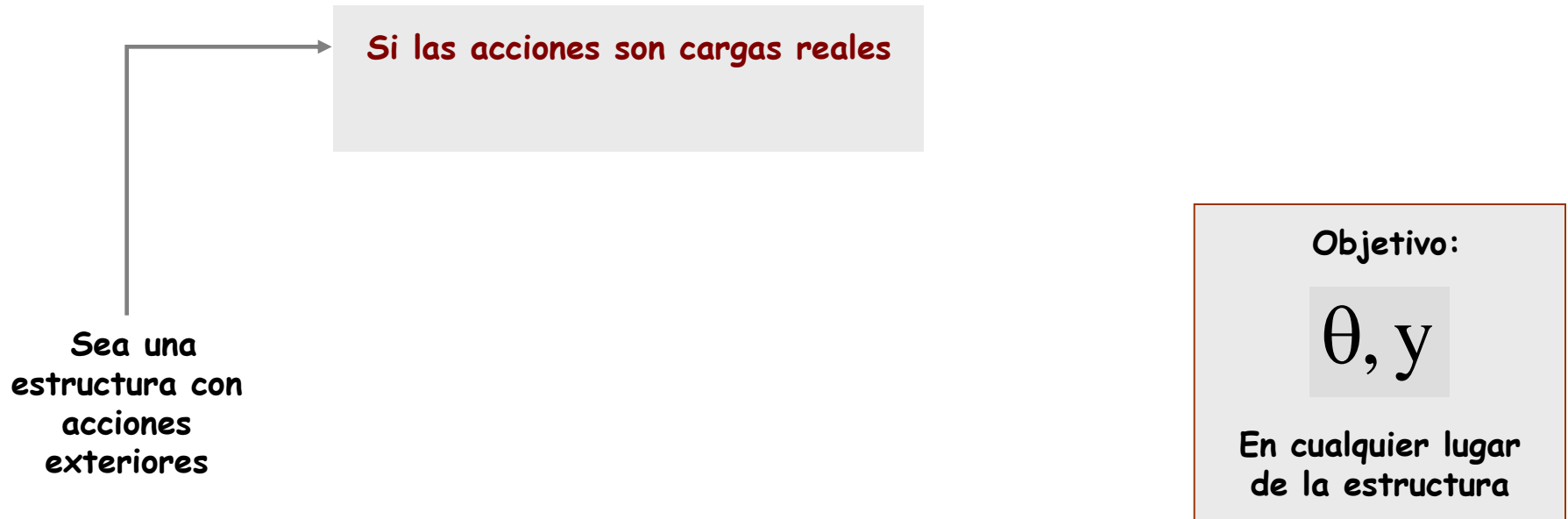
θ, y

En cualquier lugar
de la estructura



Observación 1

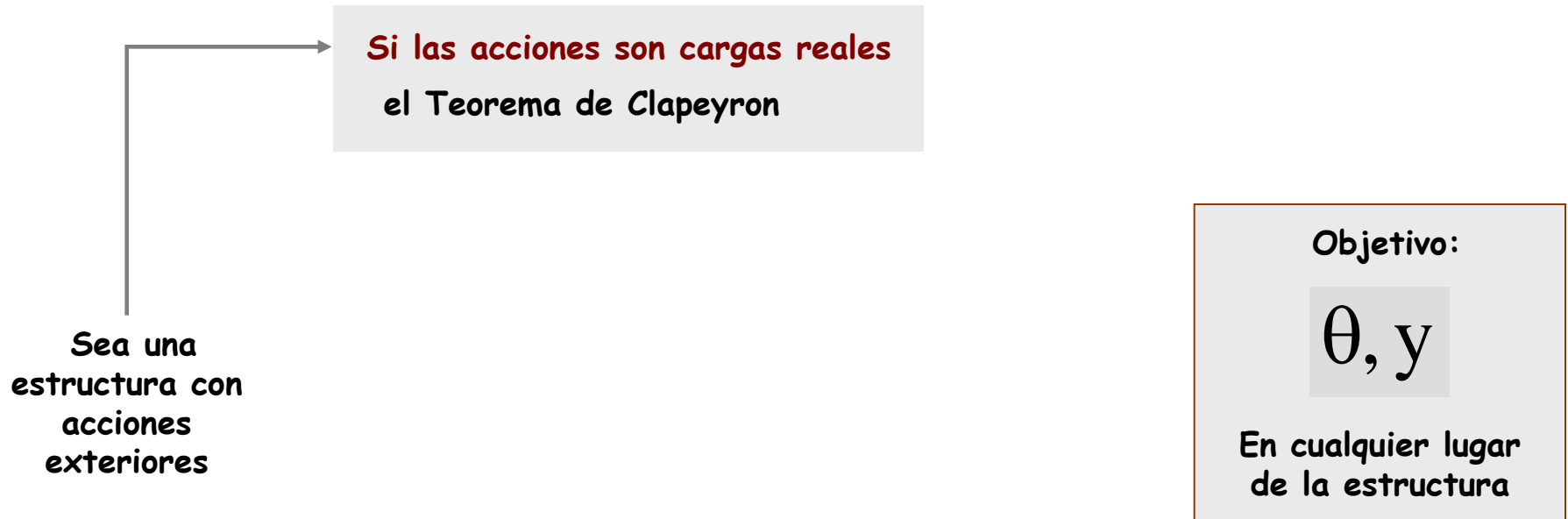
Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella





Observación 1

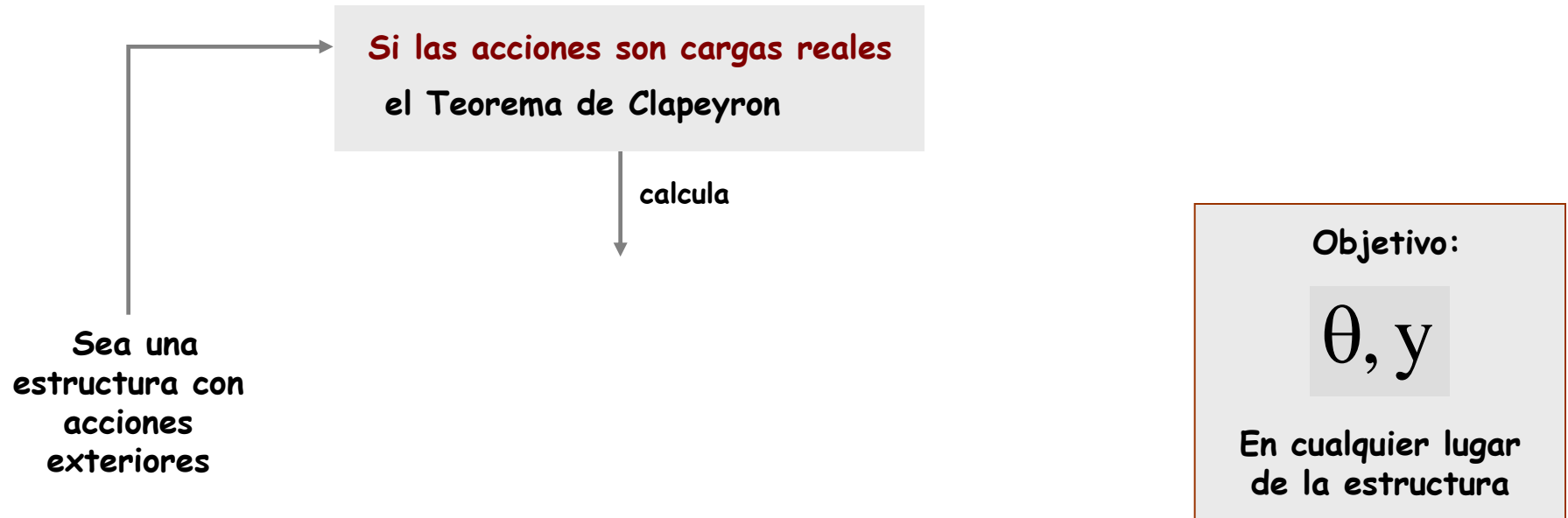
Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella





Observación 1

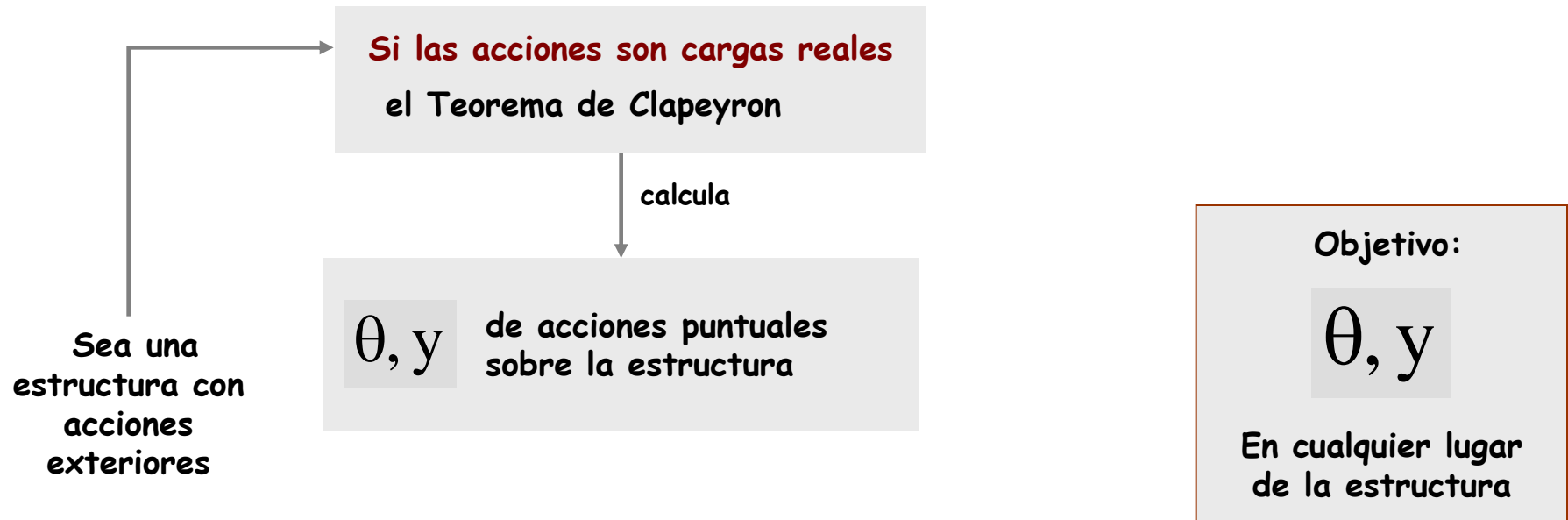
Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella





Observación 1

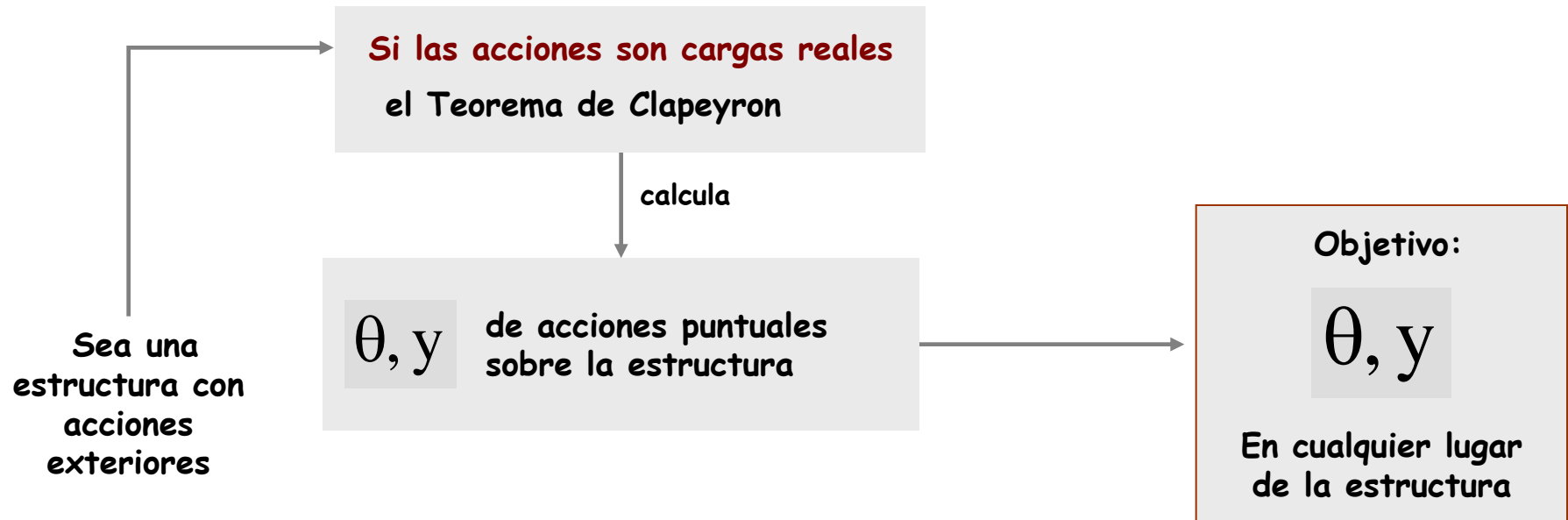
Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella





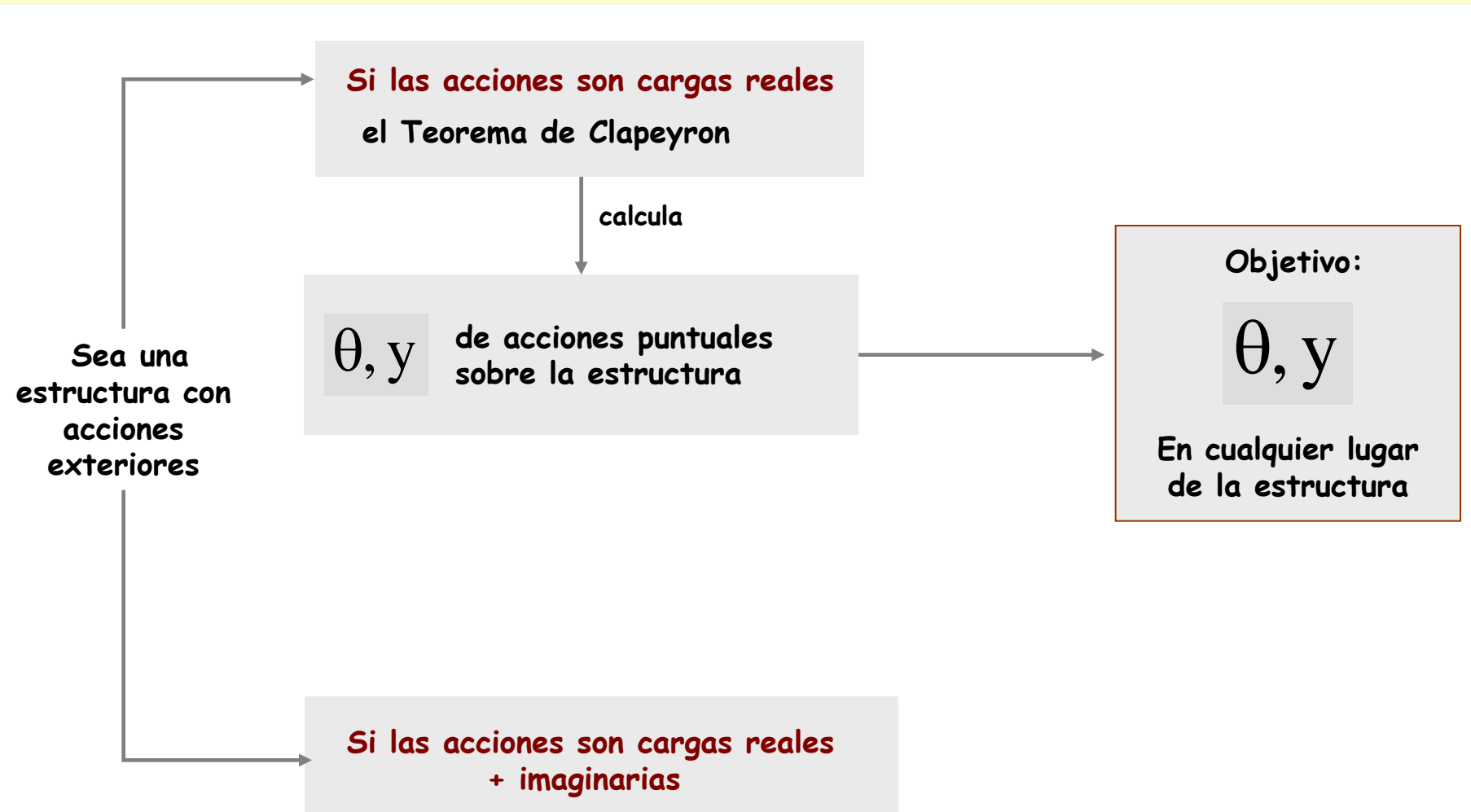
Observación 1

Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella



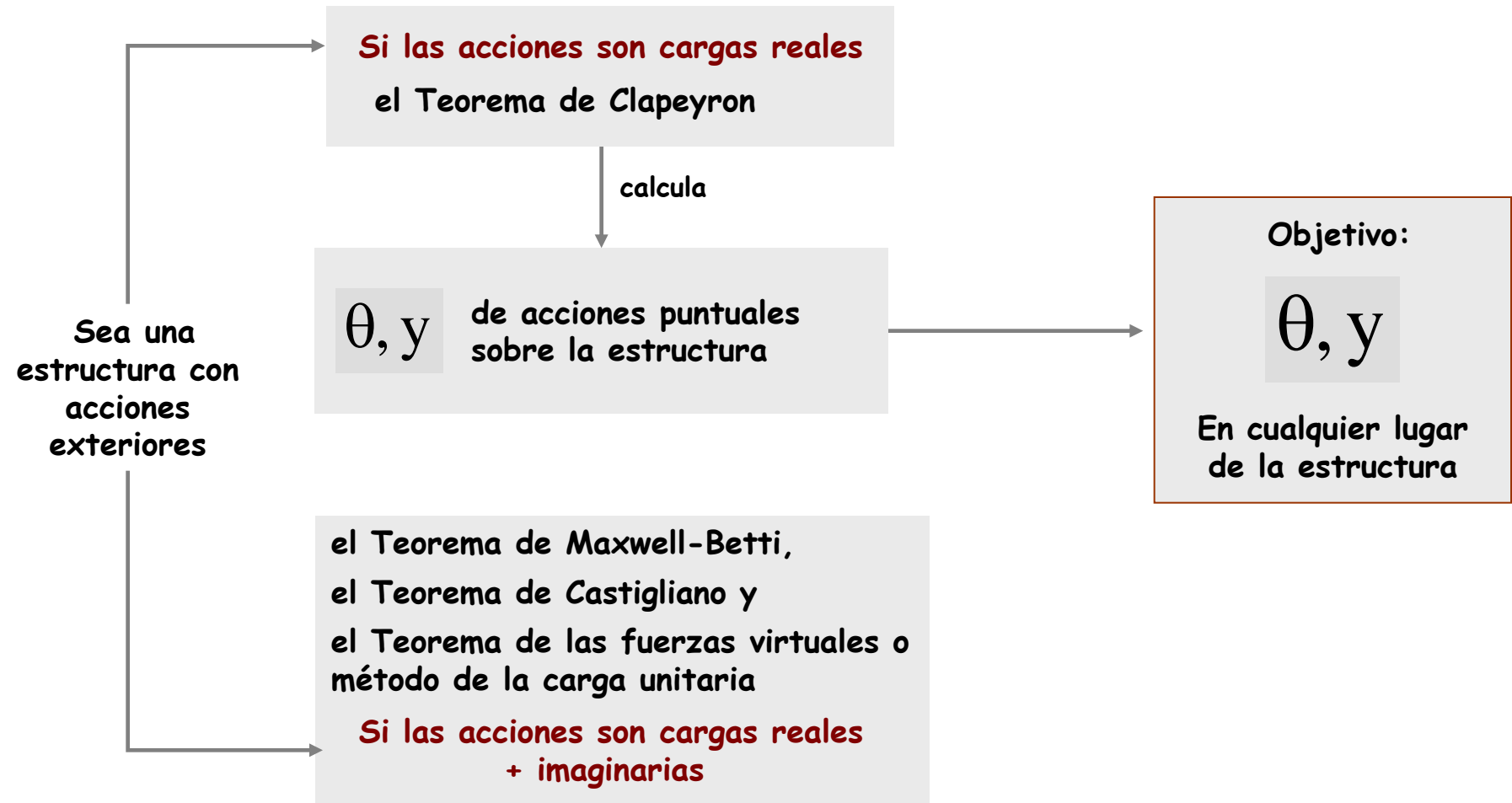
Observación 1

Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella



Observación 1

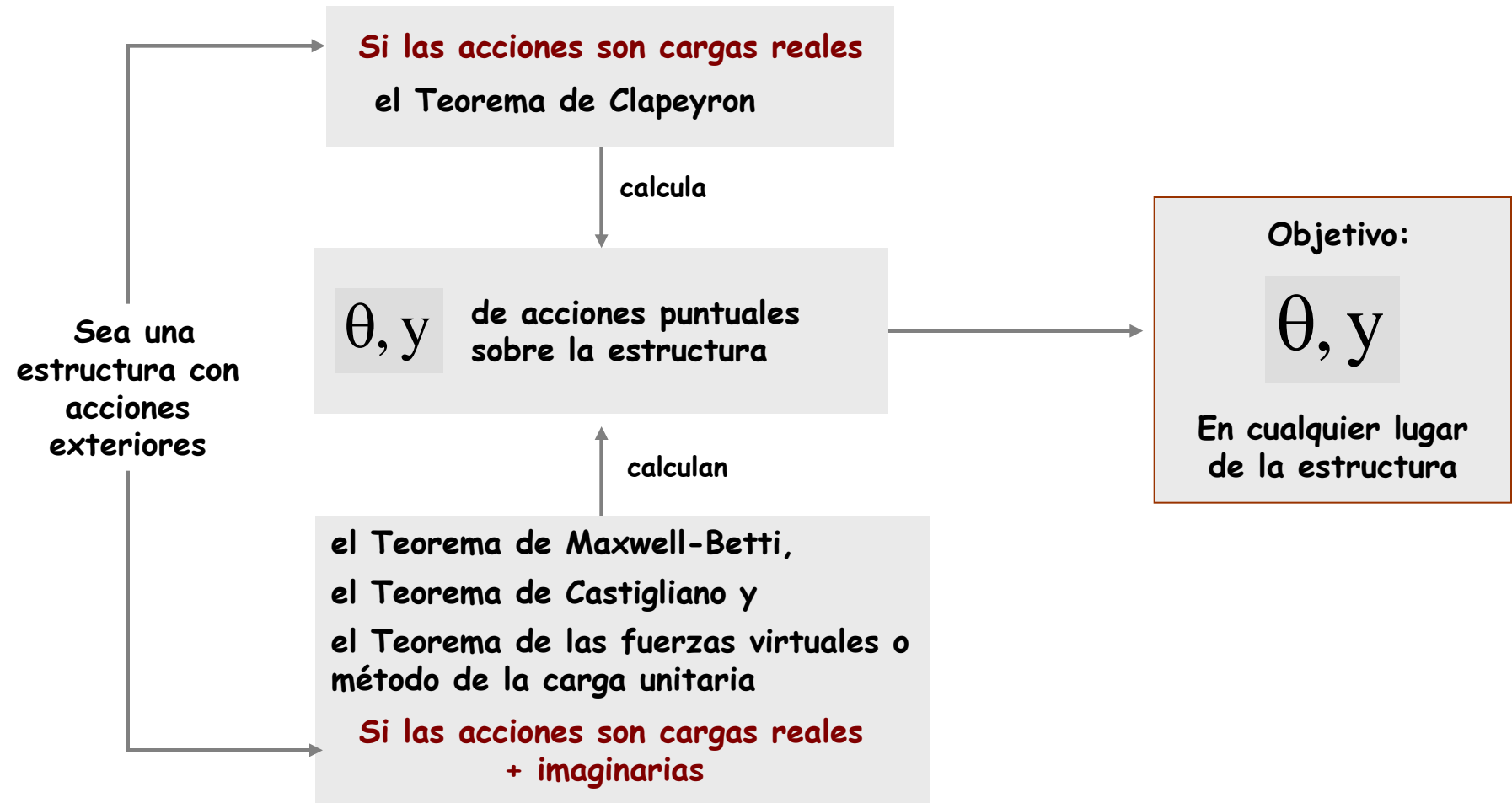
Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella





Observación 1

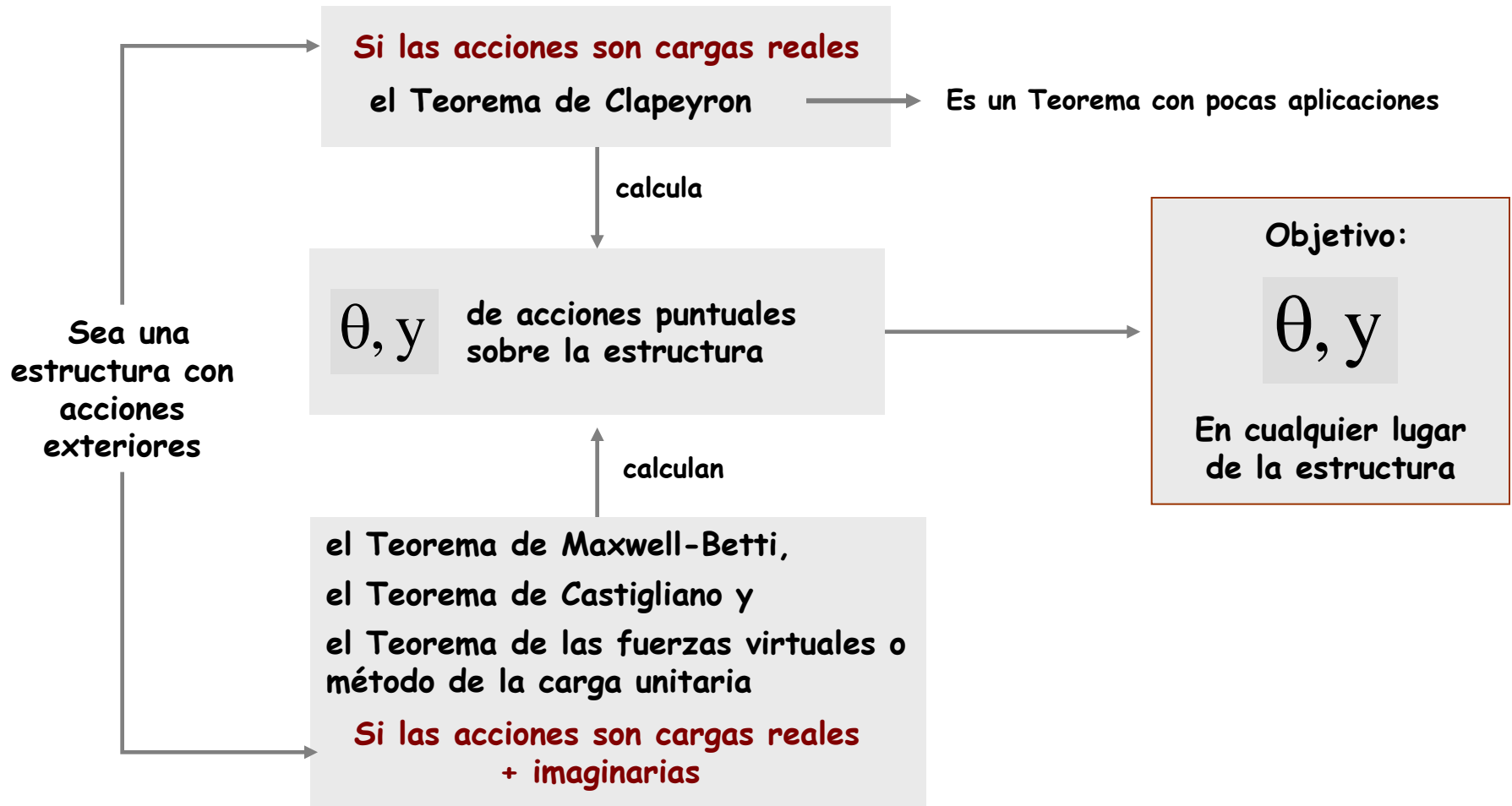
Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella





Observación 1

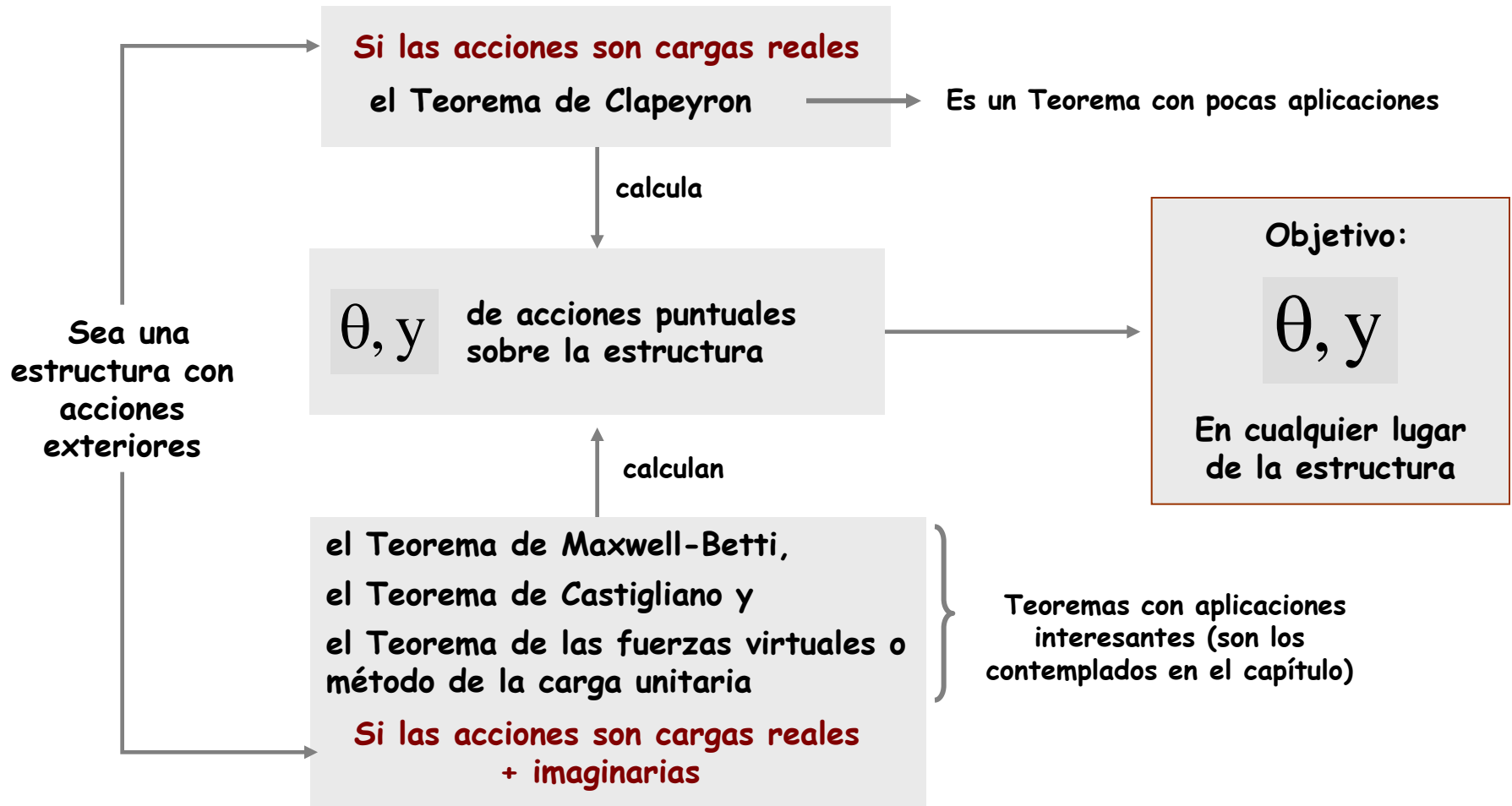
Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella





Observación 1

Los métodos energéticos no calculan desplazamientos ni giros de secciones de la estructura, sino desplazamientos y giros de acciones puntuales (momentos y cargas), reales o imaginarias aplicadas en ella





Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual
Con momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3
Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector
Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1
Observación 2



Observación 2



Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales



Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos



Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

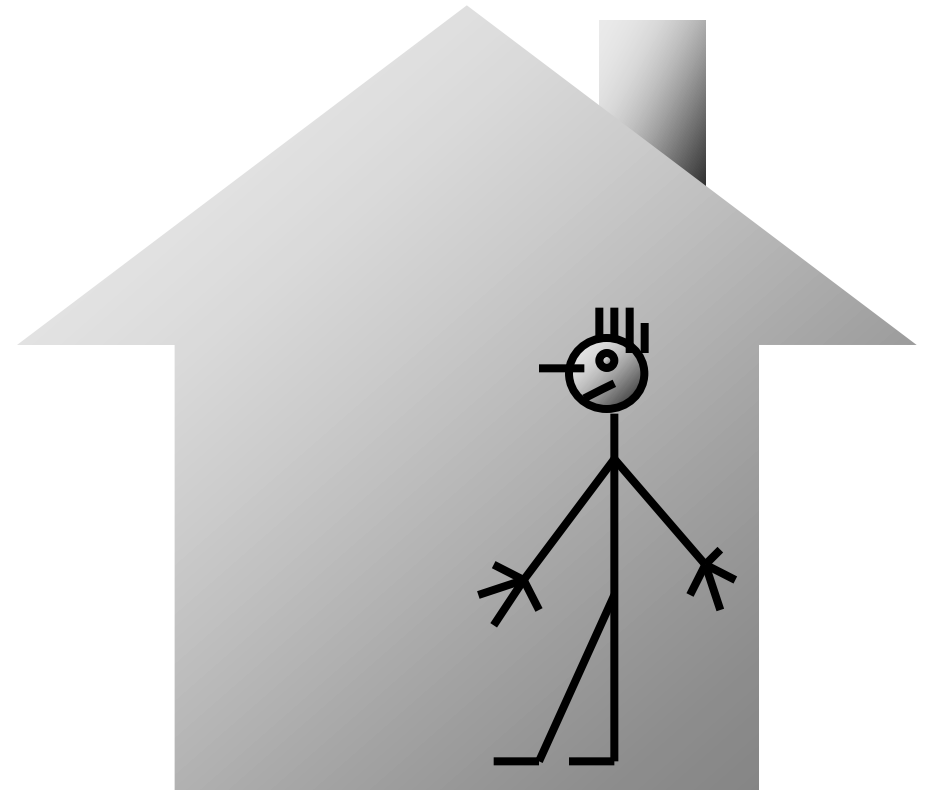
Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa



Situación real

Observación 2

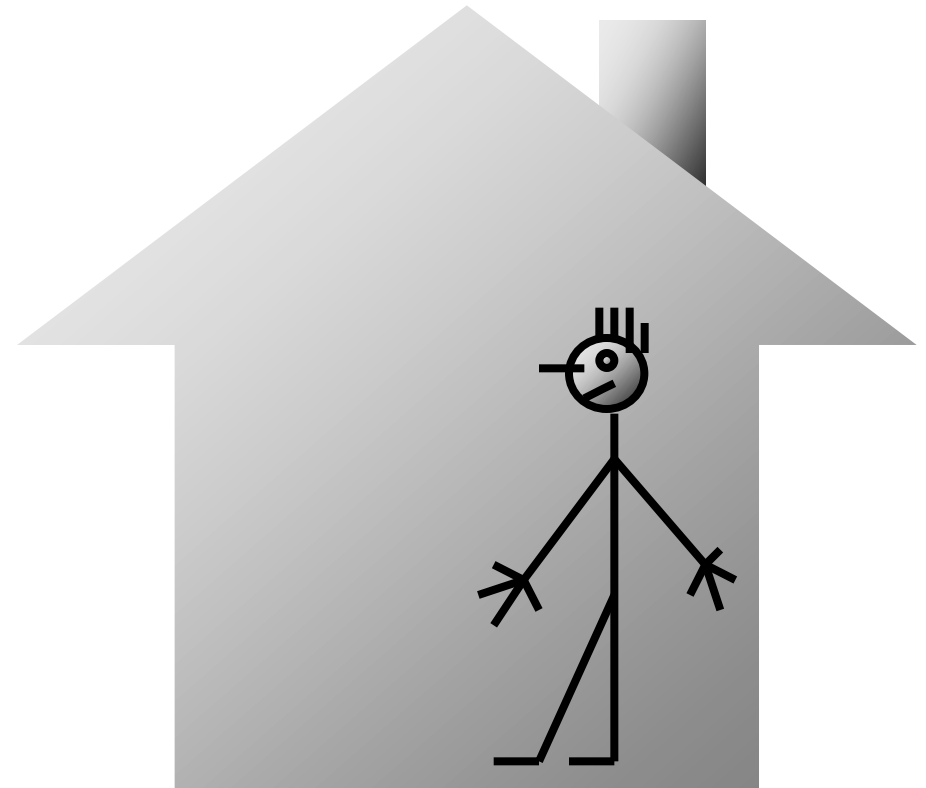
Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa

Supóngase además que existe el siguiente Teorema:

“Cuando dos amigos se encuentran siempre se saludan por el nombre”



Situación real

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

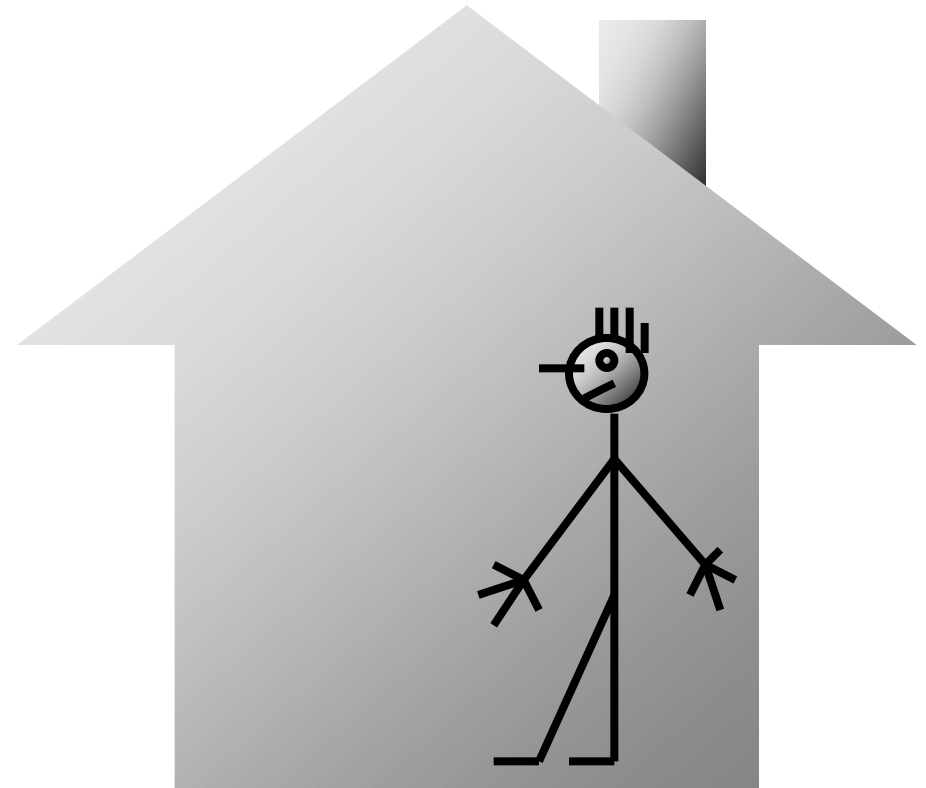
Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa

Supóngase además que existe el siguiente Teorema:

“Cuando dos amigos se encuentran siempre se saludan por el nombre”

El teorema no se puede aplicar porque el propietario está solo en el inmueble. Sin embargo, supóngase que existe un amigo imaginario dentro del edificio. En esta situación ficticia sí se cumpliría el enunciado del Teorema



Situación real

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

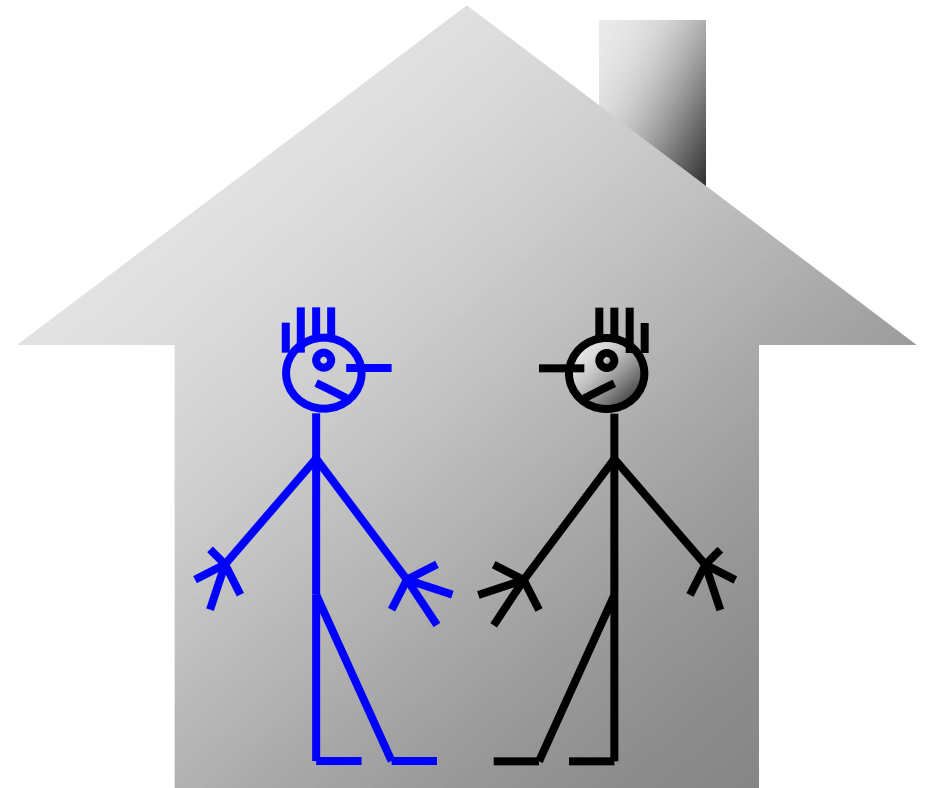
Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa

Supóngase además que existe el siguiente Teorema:

“Cuando dos amigos se encuentran siempre se saludan por el nombre”

El teorema no se puede aplicar porque el propietario está solo en el inmueble. Sin embargo, supóngase que existe un amigo imaginario dentro del edificio. En esta situación ficticia sí se cumpliría el enunciado del Teorema



Situación ficticia

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

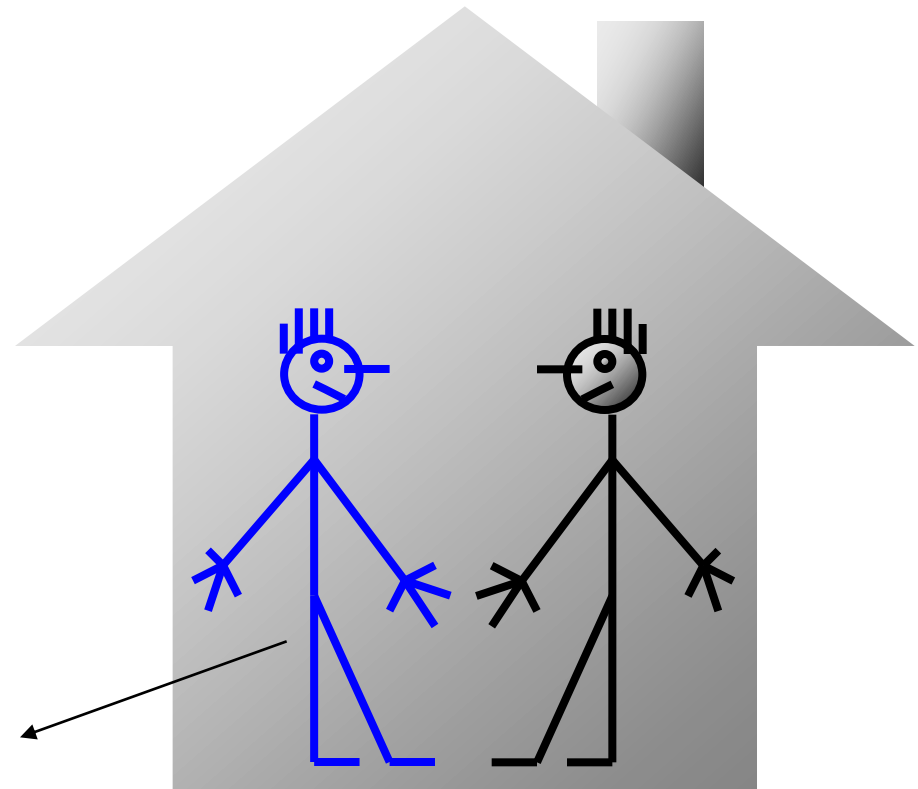
Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa

Supóngase además que existe el siguiente Teorema:

“Cuando dos amigos se encuentran siempre se saludan por el nombre”

El teorema no se puede aplicar porque el propietario está solo en el inmueble. Sin embargo, supóngase que existe un amigo imaginario dentro del edificio. En esta situación ficticia sí se cumpliría el enunciado del Teorema



Amigo virtual

Situación ficticia

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

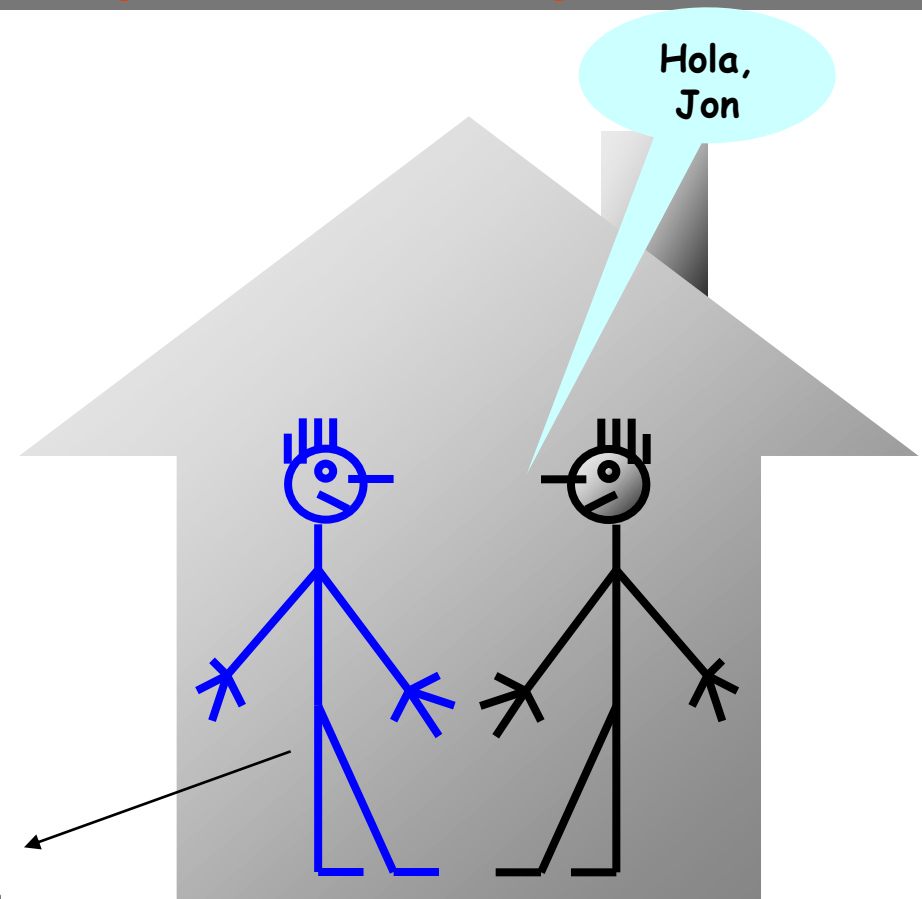
Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa

Supóngase además que existe el siguiente Teorema:

“Cuando dos amigos se encuentran siempre se saludan por el nombre”

El teorema no se puede aplicar porque el propietario está solo en el inmueble. Sin embargo, supóngase que existe un amigo imaginario dentro del edificio. En esta situación ficticia sí se cumpliría el enunciado del Teorema



Amigo virtual

Situación ficticia

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

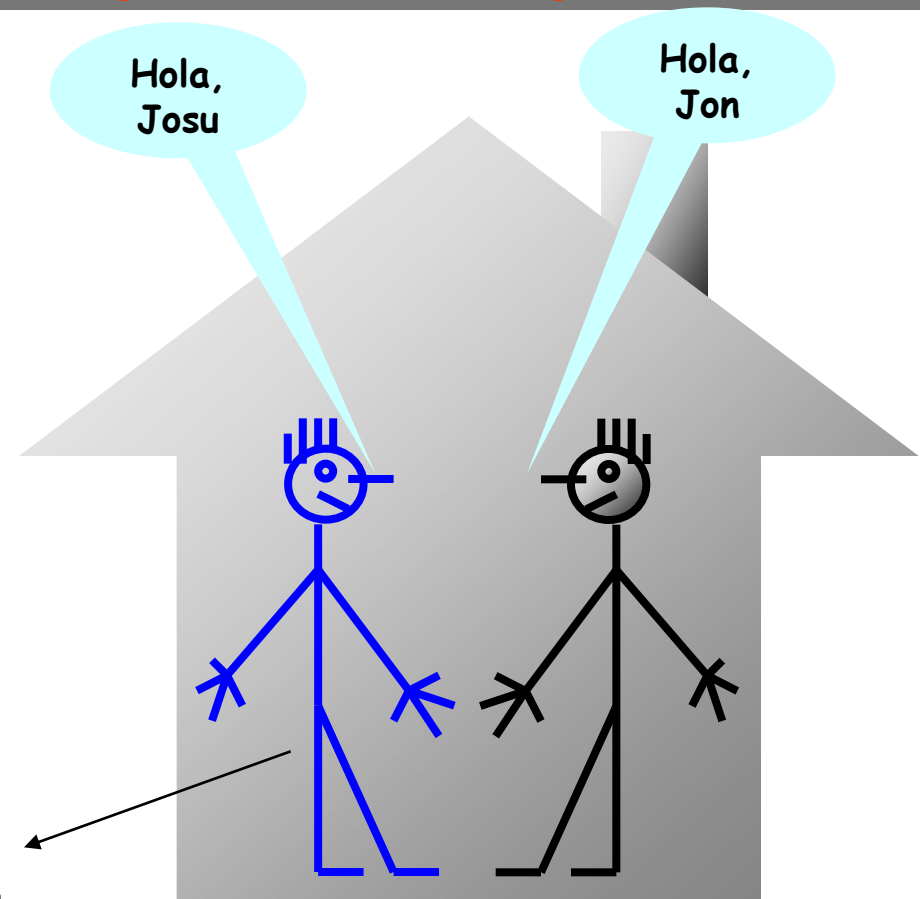
Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa

Supóngase además que existe el siguiente Teorema:

“Cuando dos amigos se encuentran siempre se saludan por el nombre”

El teorema no se puede aplicar porque el propietario está solo en el inmueble. Sin embargo, supóngase que existe un amigo imaginario dentro del edificio. En esta situación ficticia sí se cumpliría el enunciado del Teorema



Amigo virtual

Situación ficticia

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

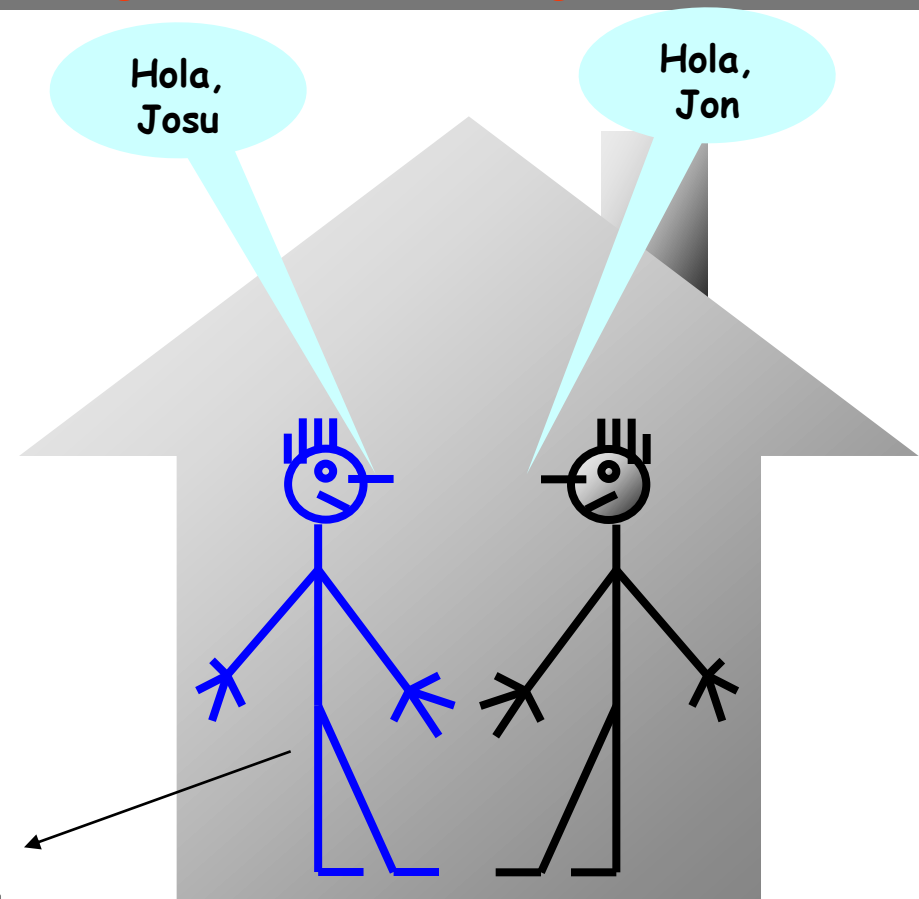
Supóngase que desea conocer el nombre del propietario de una casa

Supóngase además que existe el siguiente Teorema:

“Cuando dos amigos se encuentran siempre se saludan por el nombre”

El teorema no se puede aplicar porque el propietario está solo en el inmueble. Sin embargo, supóngase que existe un amigo imaginario dentro del edificio. En esta situación ficticia sí se cumpliría el enunciado del Teorema

Se observa que es el personaje virtual el que obtiene la respuesta del problema real



Amigo virtual

Situación ficticia



Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos



Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

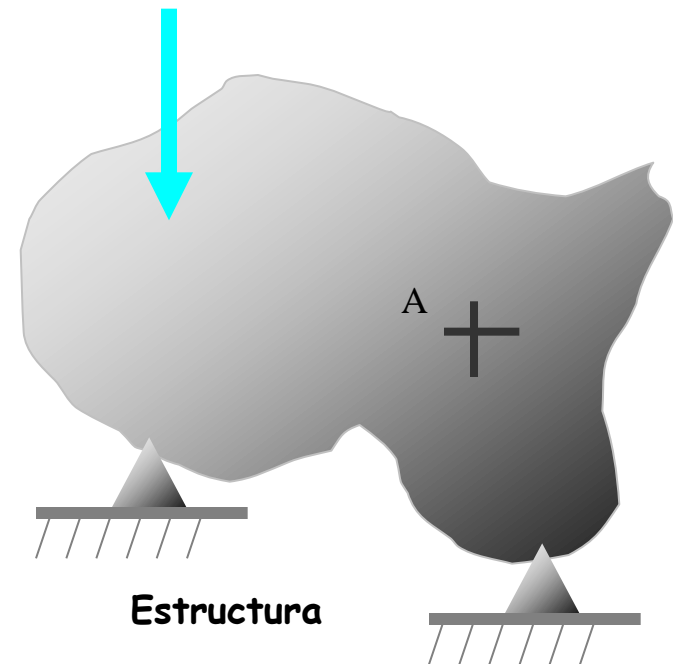
Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M , siendo ambas acciones imaginarias

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M , siendo ambas acciones imaginarias



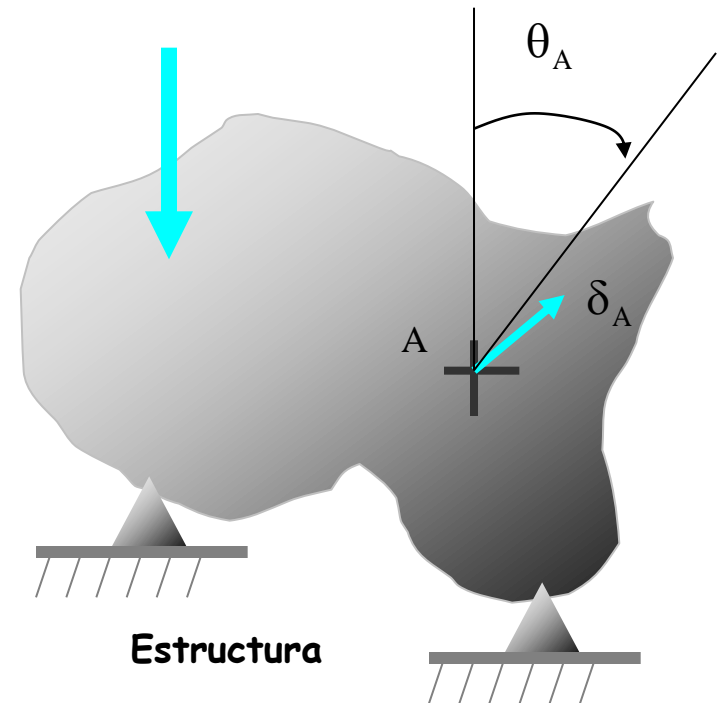
Situación real

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M, siendo ambas acciones imaginarias



Estructura

Situación real

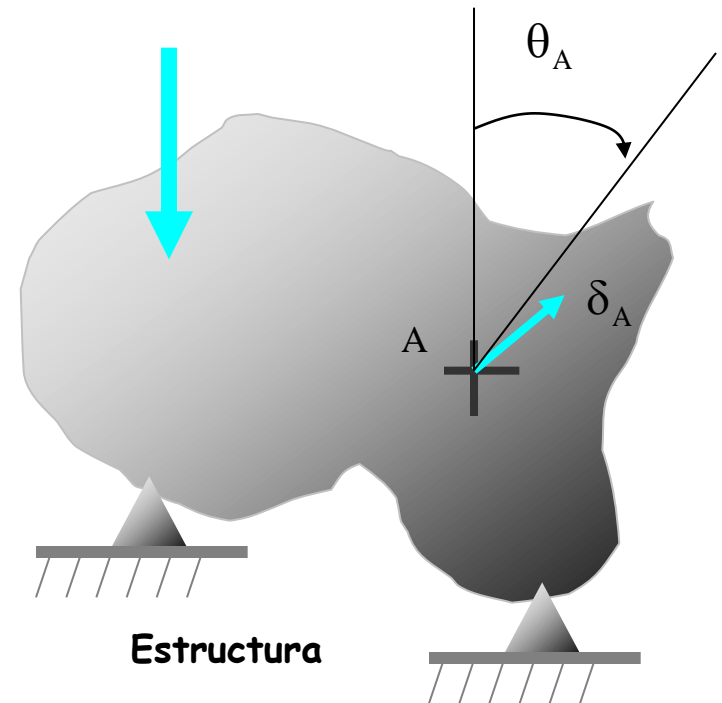
Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M, siendo ambas acciones imaginarias

Objetivo: θ_A, δ_A



Estructura

Situación real

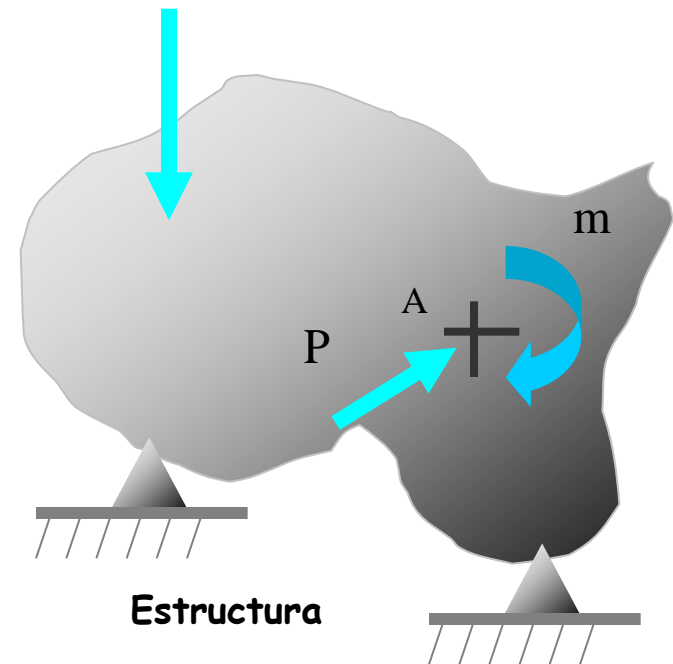
Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M, siendo ambas acciones imaginarias

Objetivo: θ_A, δ_A



Estructura

Situación ficticia

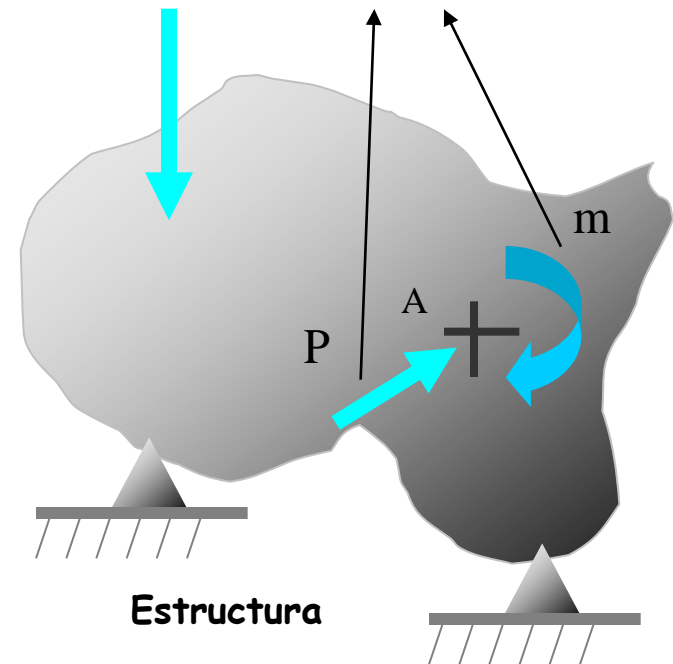
Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M, siendo ambas acciones imaginarias

Fuerzas y momentos puntuales virtuales aplicados donde se desea conocer el giro y el desplazamiento



Estructura

Situación ficticia

Observación 2

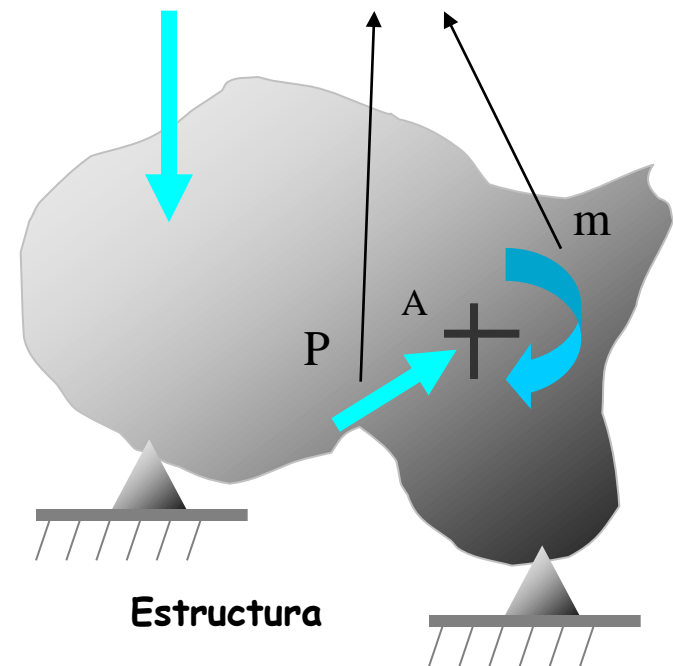
Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M , siendo ambas acciones imaginarias

Los métodos aplican en esta situación ficticia los Teoremas energéticos y obtienen los movimientos de esas acciones inexistentes que coinciden con los objetivos del problema real

Fuerzas y momentos puntuales virtuales aplicados donde se desea conocer el giro y el desplazamiento



Situación ficticia



Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

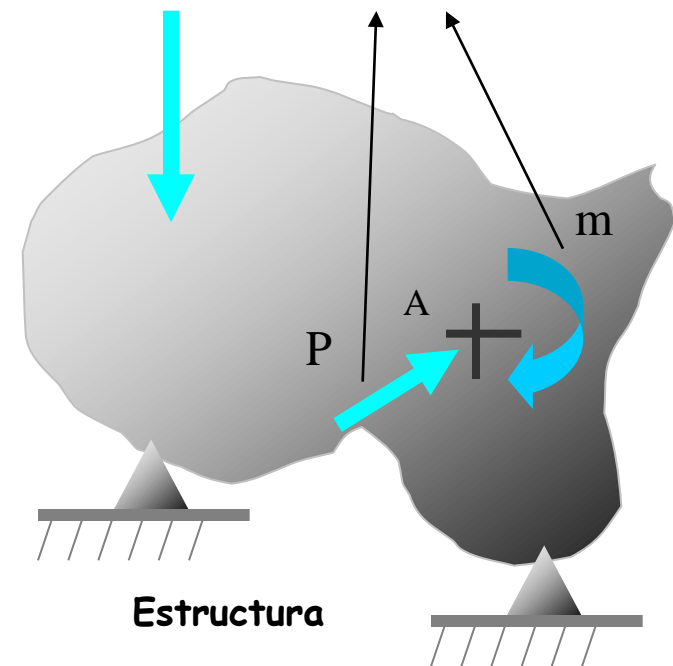
Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M, siendo ambas acciones imaginarias

Los métodos aplican en esta situación ficticia los Teoremas energéticos y obtienen los movimientos de esas acciones inexistentes que coinciden con los objetivos del problema real

$$\theta_m = \theta_A$$

$$\delta_A = \delta_P$$

Fuerzas y momentos puntuales virtuales aplicados donde se desea conocer el giro y el desplazamiento



Situación ficticia

Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M, siendo ambas acciones imaginarias

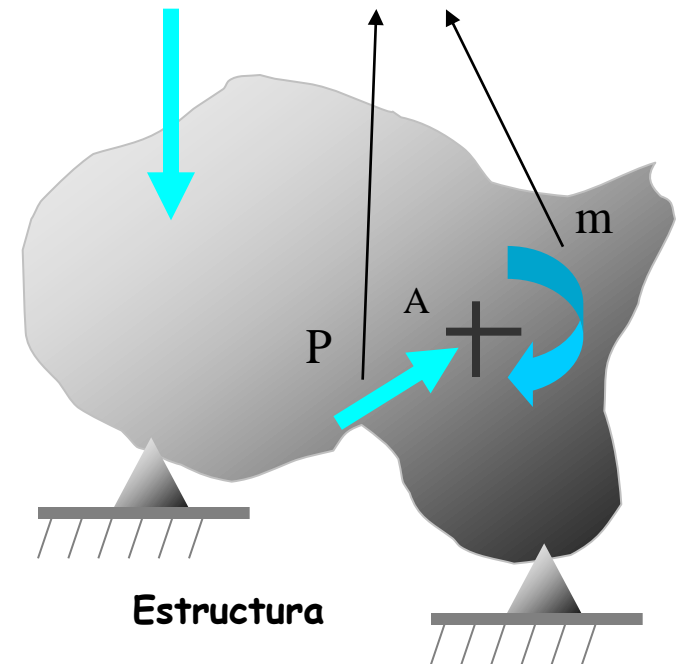
Los métodos aplican en esta situación ficticia los Teoremas energéticos y obtienen los movimientos de esas acciones inexistentes que coinciden con los objetivos del problema real

$$\theta_m = \theta_A$$

$$\delta_A = \delta_P$$

Se observa que son las acciones virtuales las que obtienen la respuesta del problema real

Fuerzas y momentos puntuales virtuales aplicados donde se desea conocer el giro y el desplazamiento



Estructura

Situación ficticia



Observación 2

Los movimientos de una sección pocas veces se calculan partiendo de la situación real del problema. En la mayoría de las ocasiones, los métodos energéticos utilizan los datos del problema para crear con ellos situaciones ficticias en las cuales aplican los teoremas energéticos obteniendo unos movimientos imaginarios coincidentes con los reales

Ejemplo ilustrativo que muestra la estrategia de los métodos energéticos

Los métodos energéticos transforman la realidad de la misma manera que en el ejemplo. Cuando calculan los movimientos de una sección A donde no existen acciones aplicadas, suponen que sobre A está aplicada una fuerza P en la dirección donde se desea conocer el desplazamiento y un momento puntual M, siendo ambas acciones imaginarias

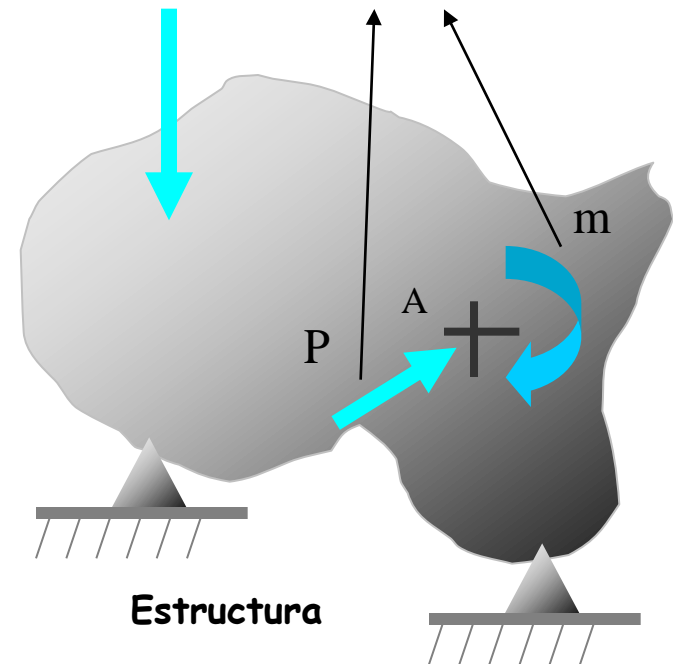
Los métodos aplican en esta situación ficticia los Teoremas energéticos y obtienen los movimientos de esas acciones inexistentes que coinciden con los objetivos del problema real

$$\theta_m = \theta_A$$

$$\delta_A = \delta_P$$

Se observa que son las acciones virtuales las que obtienen la respuesta del problema real

Fuerzas y momentos puntuales virtuales aplicados donde se desea conocer el giro y el desplazamiento



Estructura

Situación ficticia



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1
Observación 2



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Con momento puntual
Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1
Observación 2
Observación 3



Observación 3



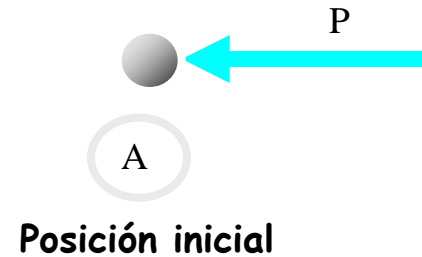
Observación 3

Los métodos energéticos calculan las proyecciones de los desplazamientos de las secciones en la dirección de las fuerzas, o bien los giros de los momentos. El punto de aplicación de las fuerzas no tiene por qué moverse o girar en el sentido de la acción



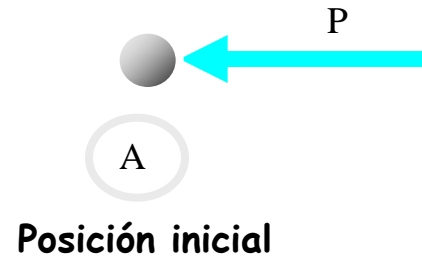
Observación 3

Los métodos energéticos calculan las proyecciones de los desplazamientos de las secciones en la dirección de las fuerzas, o bien los giros de los momentos. El punto de aplicación de las fuerzas no tiene por qué moverse o girar en el sentido de la acción

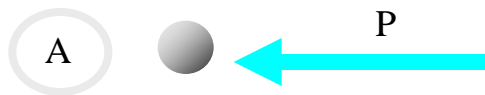


Observación 3

Los métodos energéticos calculan las proyecciones de los desplazamientos de las secciones en la dirección de las fuerzas, o bien los giros de los momentos. El punto de aplicación de las fuerzas no tiene por qué moverse o girar en el sentido de la acción



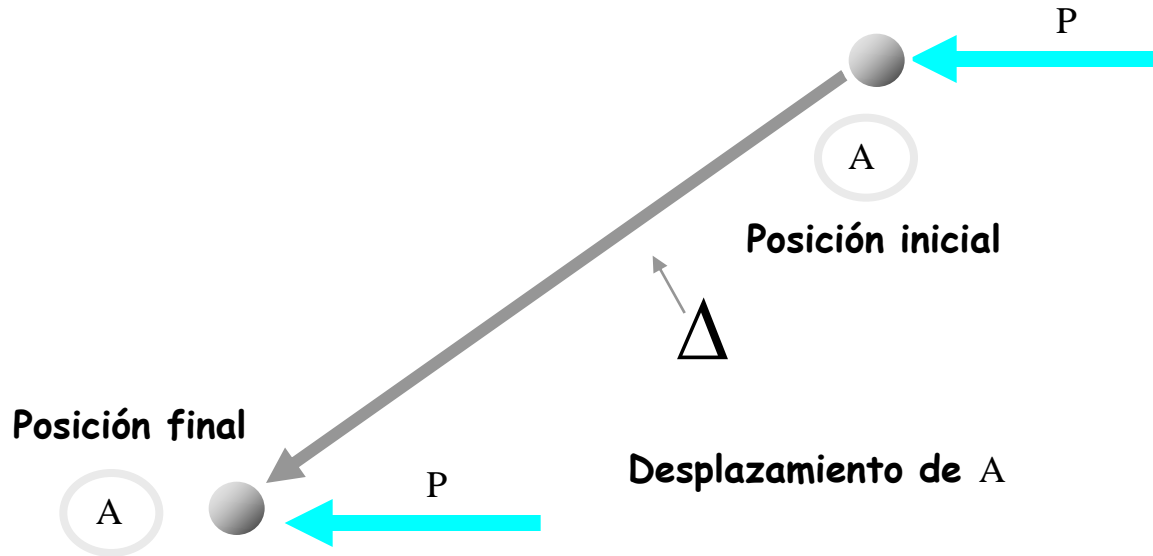
Posición final





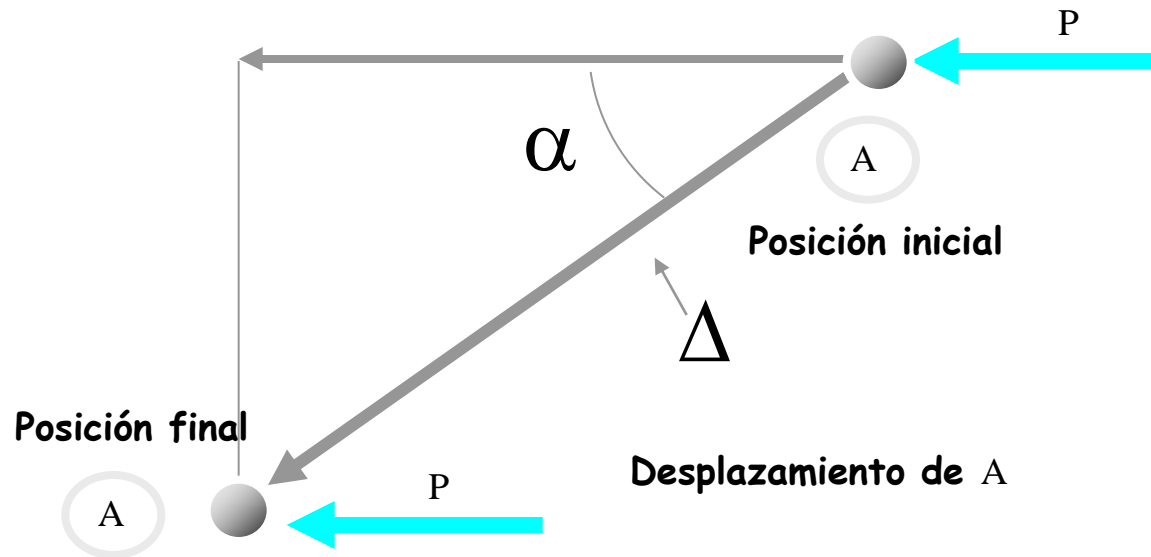
Observación 3

Los métodos energéticos calculan las proyecciones de los desplazamientos de las secciones en la dirección de las fuerzas, o bien los giros de los momentos. El punto de aplicación de las fuerzas no tiene por qué moverse o girar en el sentido de la acción



Observación 3

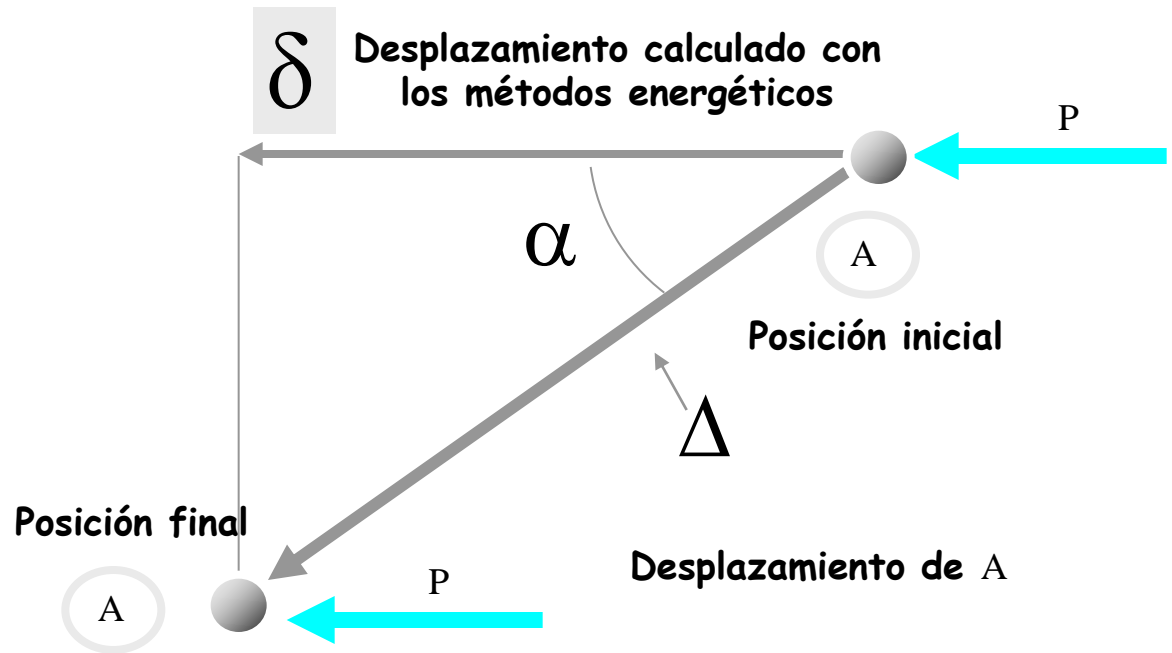
Los métodos energéticos calculan las proyecciones de los desplazamientos de las secciones en la dirección de las fuerzas, o bien los giros de los momentos. El punto de aplicación de las fuerzas no tiene por qué moverse o girar en el sentido de la acción





Observación 3

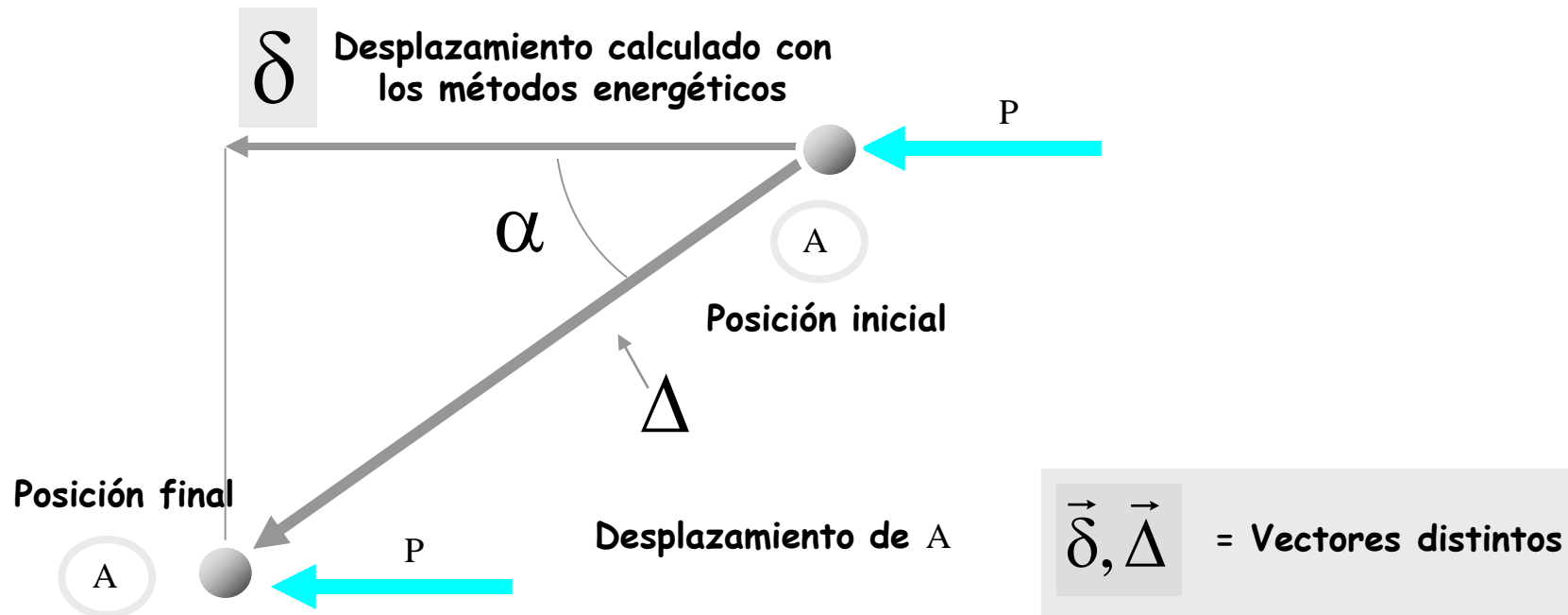
Los métodos energéticos calculan las proyecciones de los desplazamientos de las secciones en la dirección de las fuerzas, o bien los giros de los momentos. El punto de aplicación de las fuerzas no tiene por qué moverse o girar en el sentido de la acción





Observación 3

Los métodos energéticos calculan las proyecciones de los desplazamientos de las secciones en la dirección de las fuerzas, o bien los giros de los momentos. El punto de aplicación de las fuerzas no tiene por qué moverse o girar en el sentido de la acción





Observación 3



Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última



Observación 3

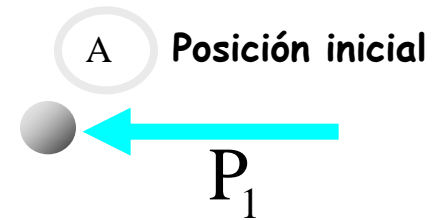
Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última





Observación 3

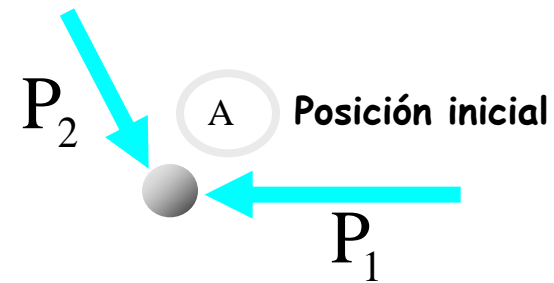
Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última





Observación 3

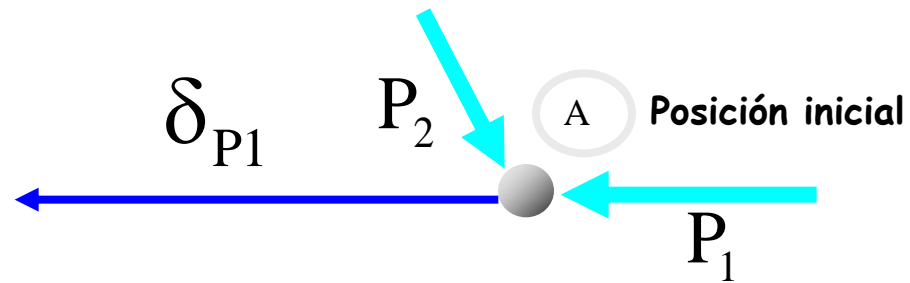
Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última





Observación 3

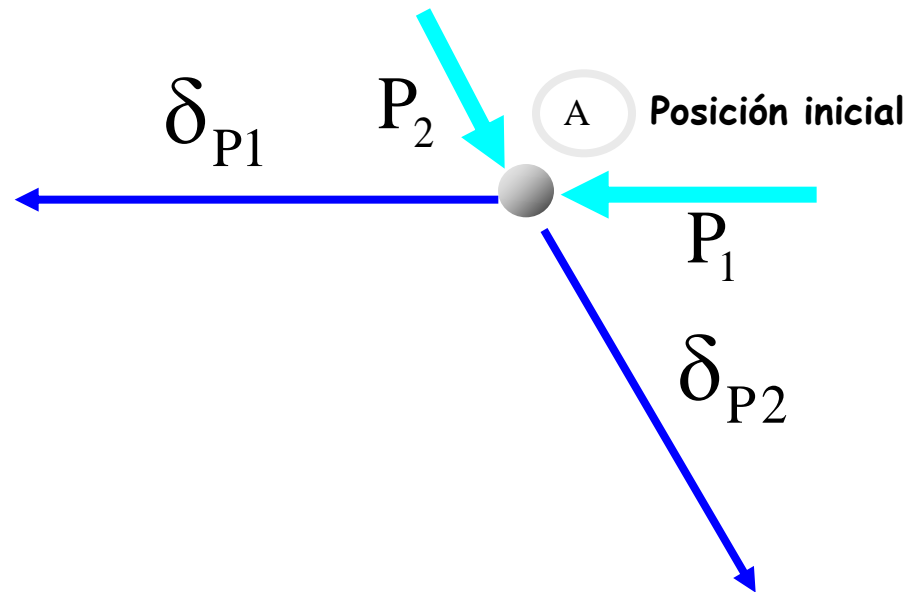
Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última





Observación 3

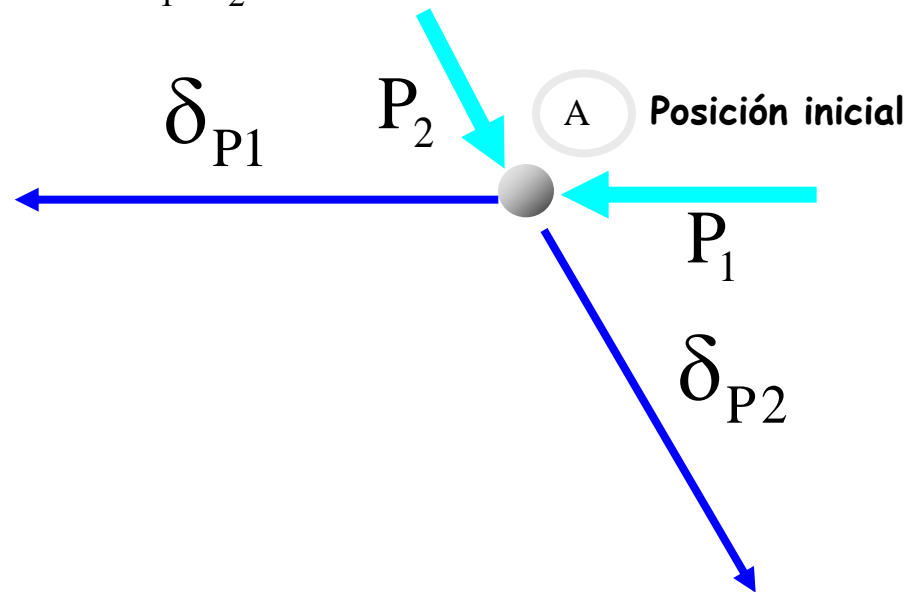
Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última



Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última

$\delta_{P_1}, \delta_{P_2}$ = desplazamientos de las fuerzas P_1, P_2

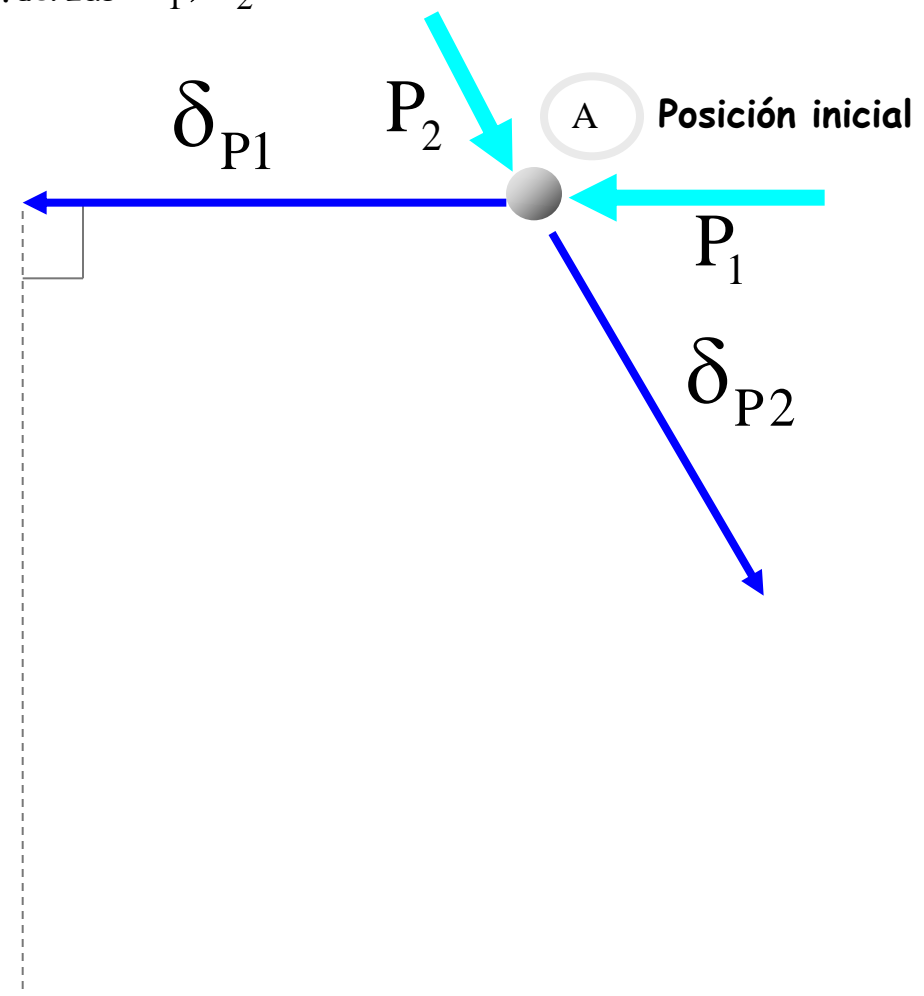




Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última

$\delta_{P_1}, \delta_{P_2}$ = desplazamientos de las fuerzas P_1, P_2

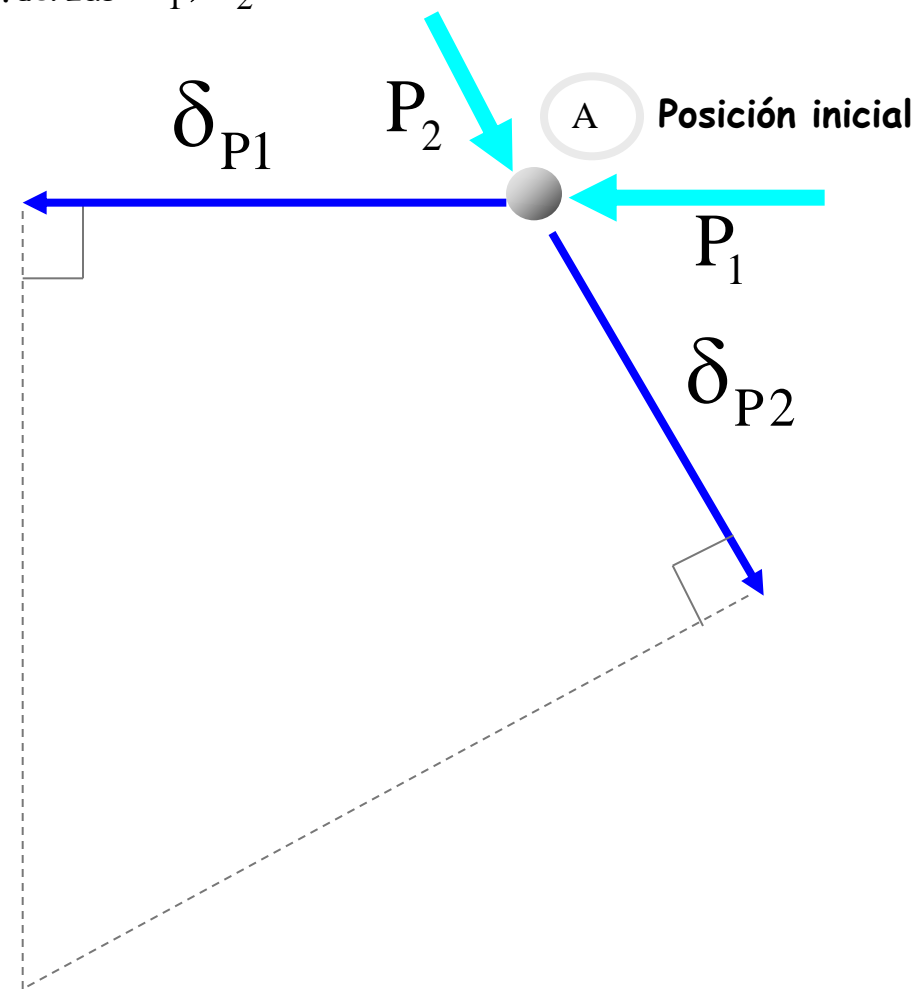




Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última

$\delta_{P_1}, \delta_{P_2}$ = desplazamientos de las fuerzas P_1, P_2

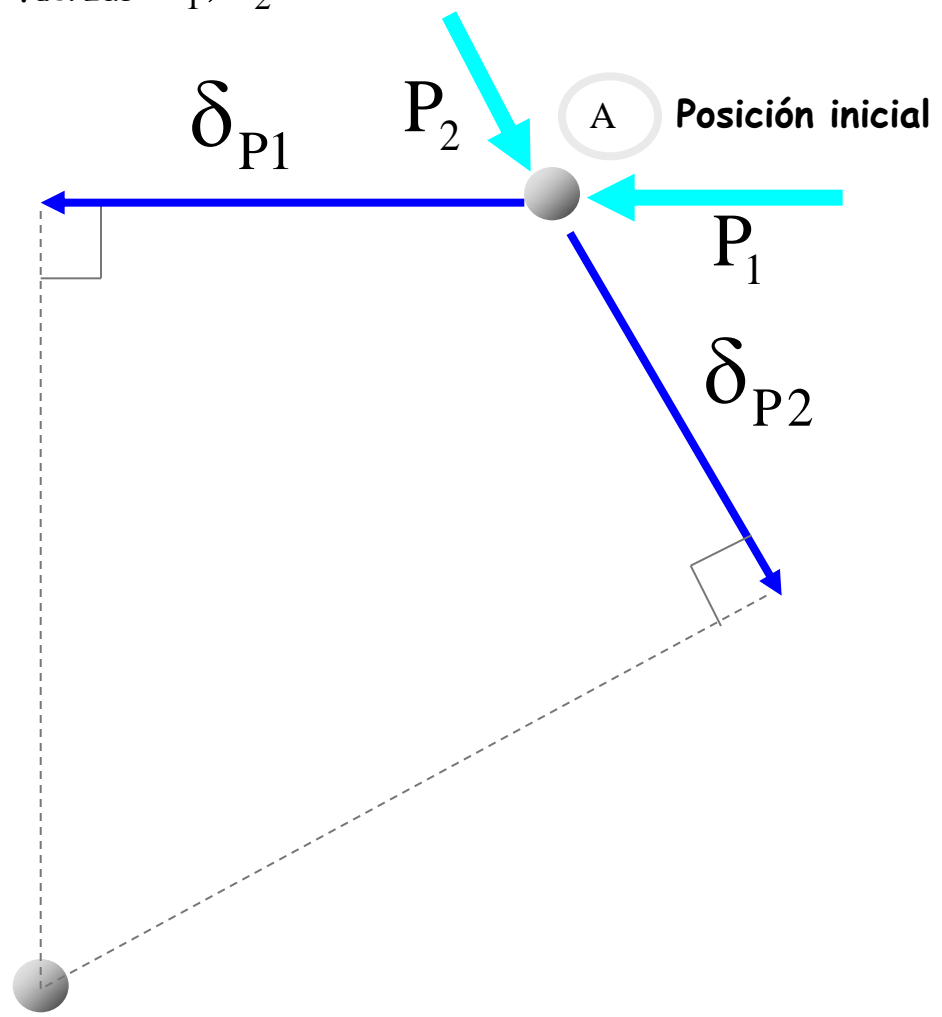




Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última

$\delta_{P_1}, \delta_{P_2}$ = desplazamientos de las fuerzas P_1, P_2

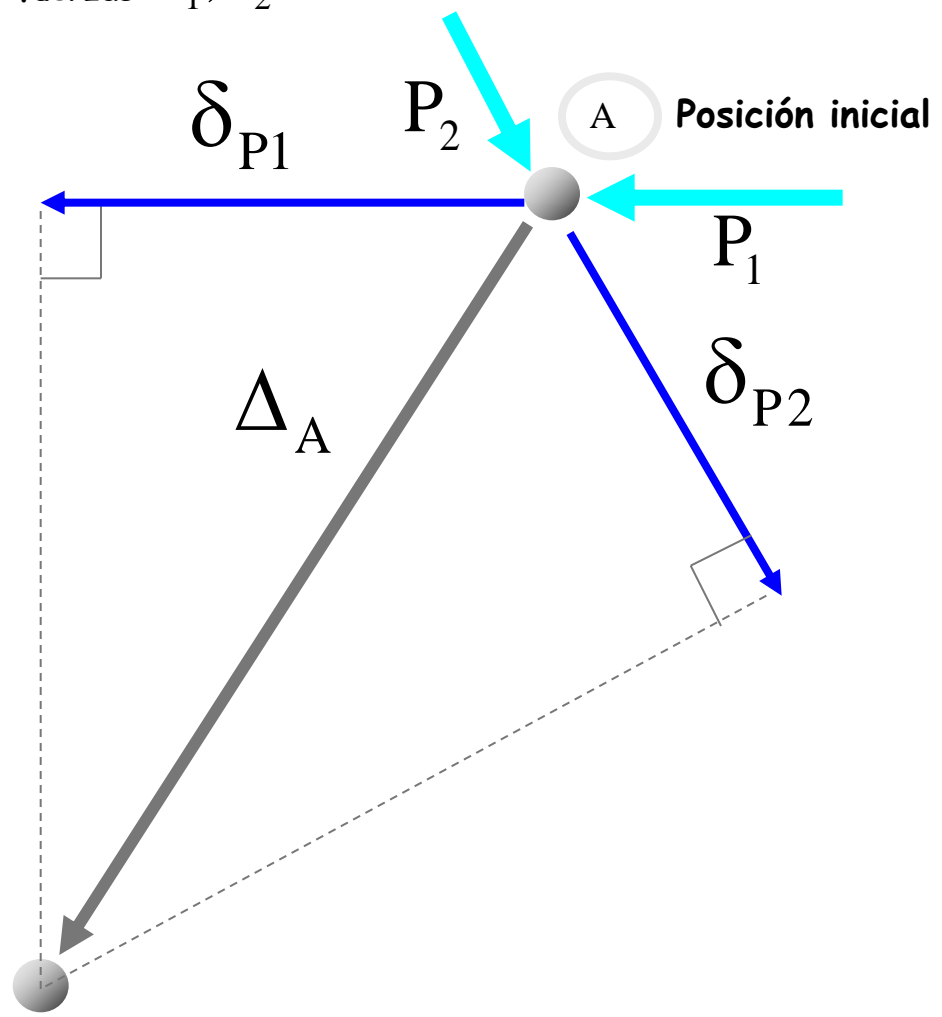




Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última

$\delta_{P_1}, \delta_{P_2}$ = desplazamientos de las fuerzas P_1, P_2



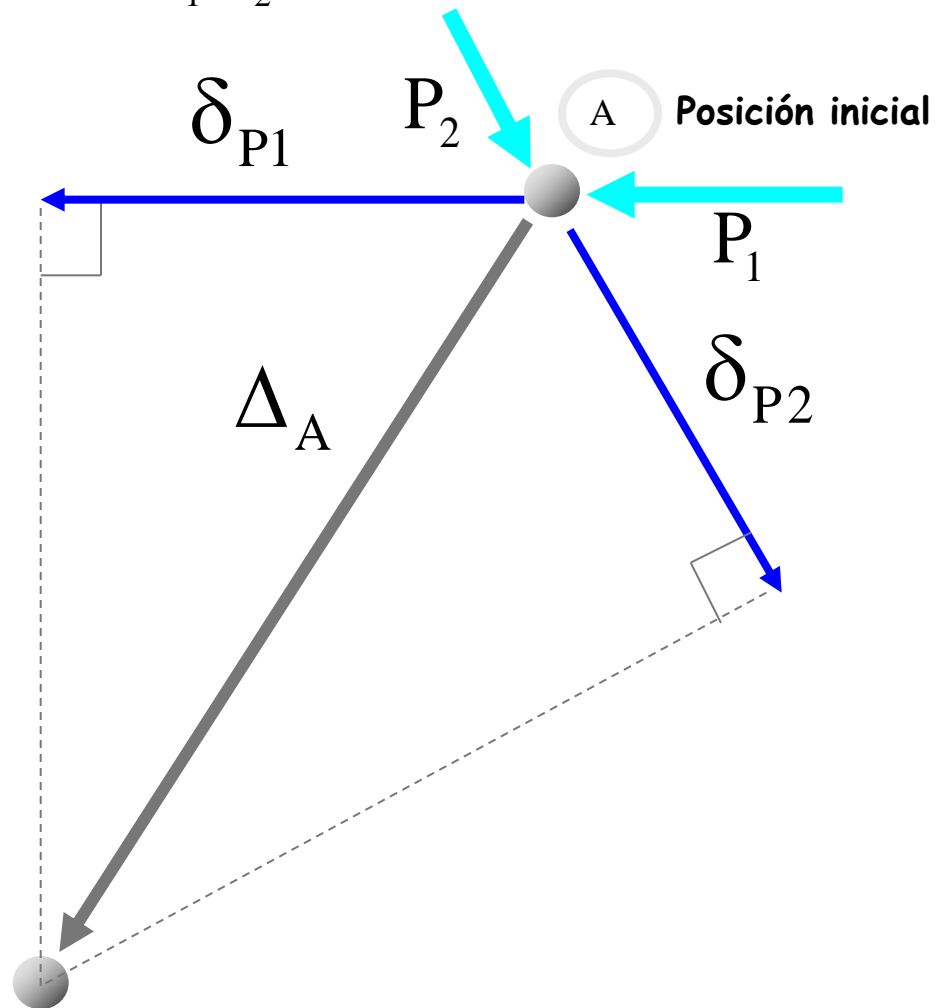


Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última

$\delta_{P_1}, \delta_{P_2}$ = desplazamientos de las fuerzas P_1, P_2

Δ_A = desplazamiento de A



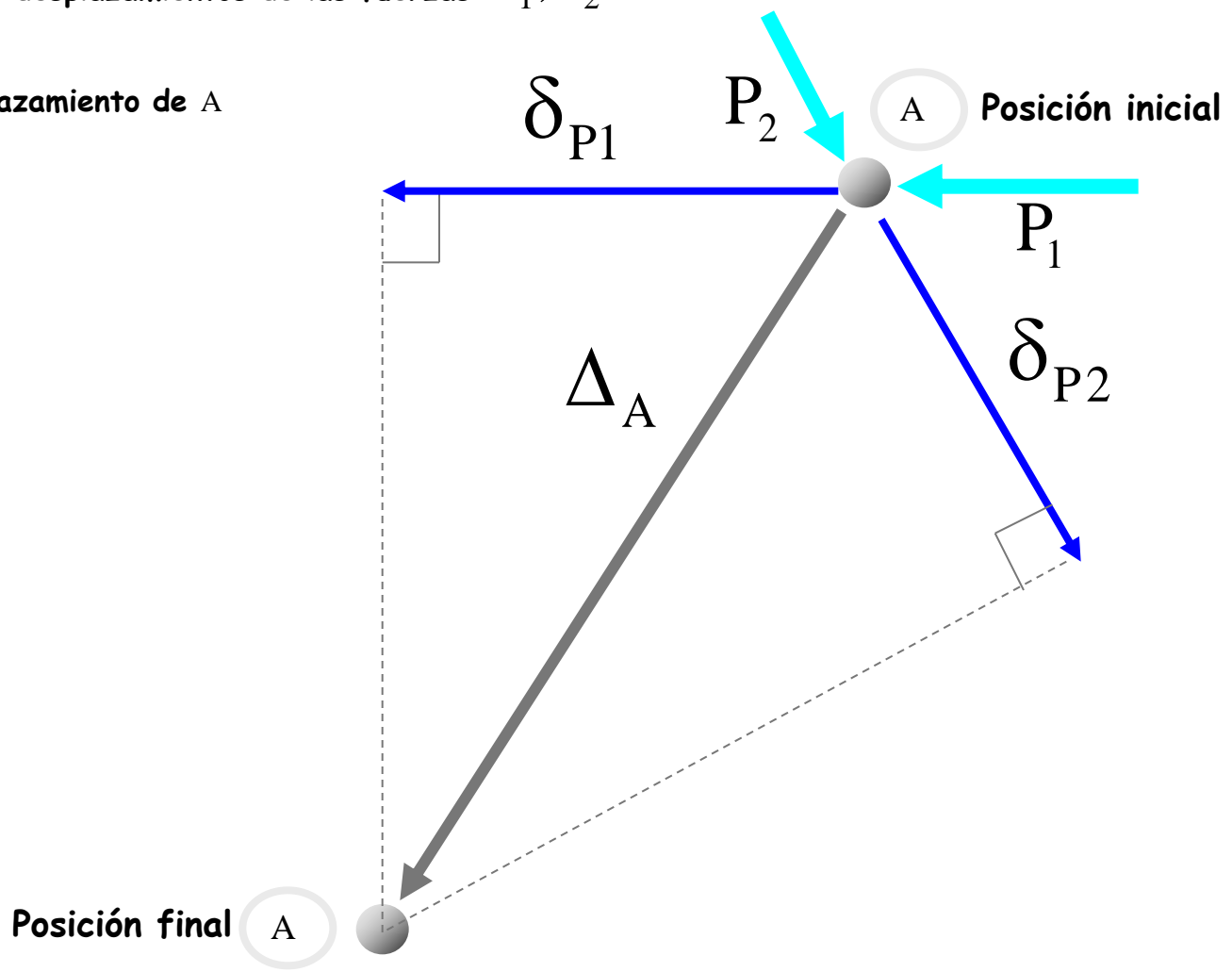


Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última

$\delta_{P_1}, \delta_{P_2}$ = desplazamientos de las fuerzas P_1, P_2

Δ_A = desplazamiento de A



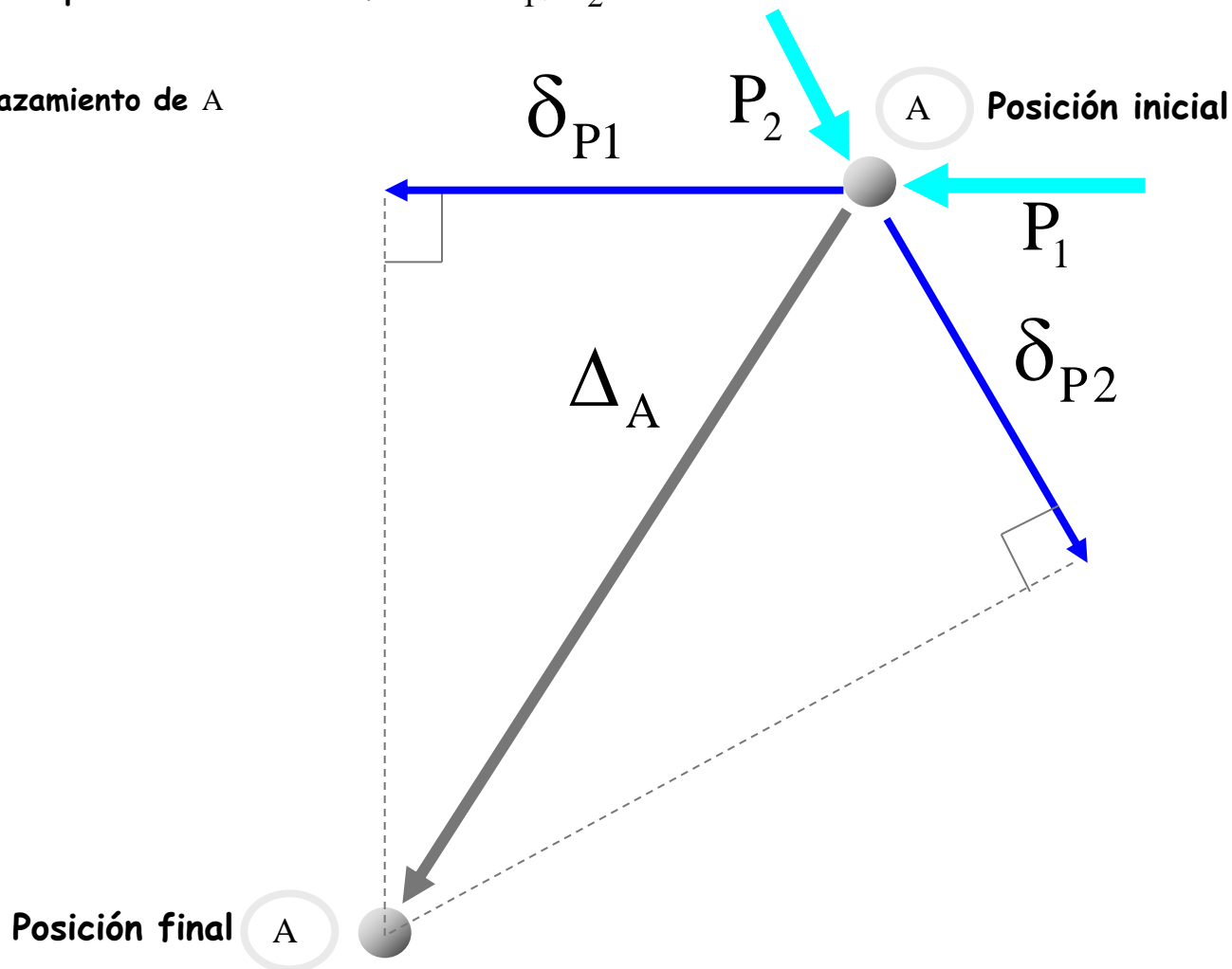


Observación 3

Esto significa que con dos cargas puntuales de direcciones distintas y aplicadas en una misma sección S se puede conocer el movimiento de esta última

$\delta_{P_1}, \delta_{P_2}$ = desplazamientos de las fuerzas P_1, P_2

Δ_A = desplazamiento de A





Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1
Observación 2
Observación 3



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1
Observación 2
Observación 3
Observación 4



Observación 4



Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño



Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

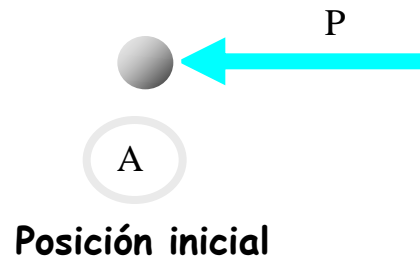
Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P



Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

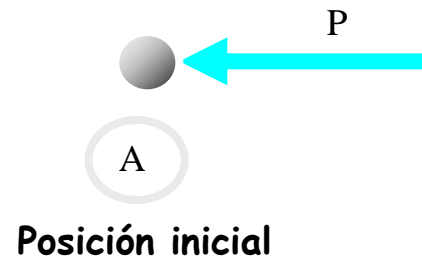
Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P



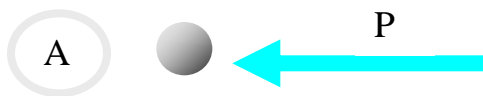
Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P



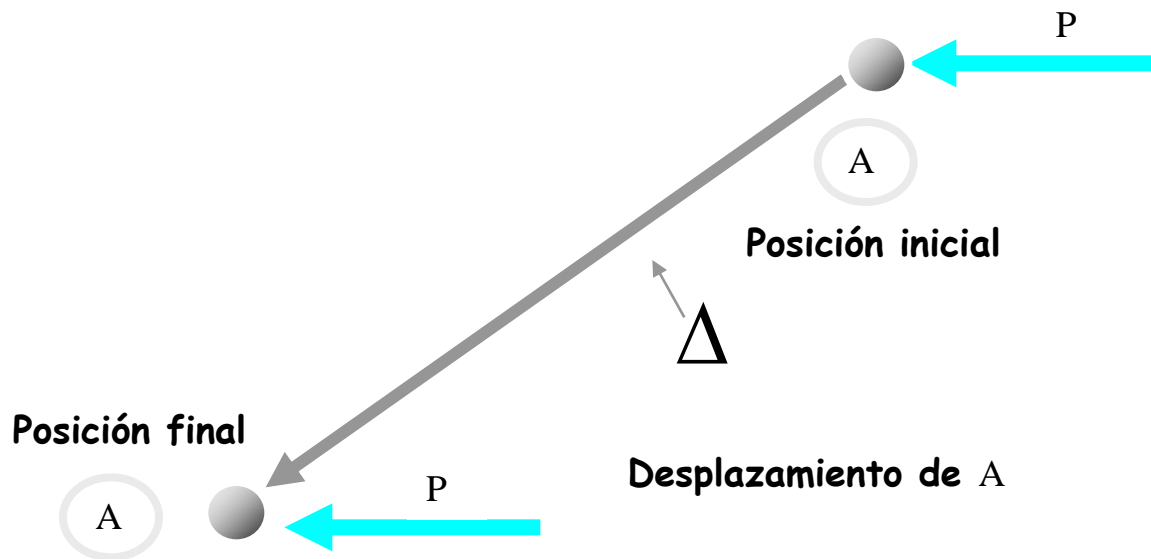
Posición final



Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

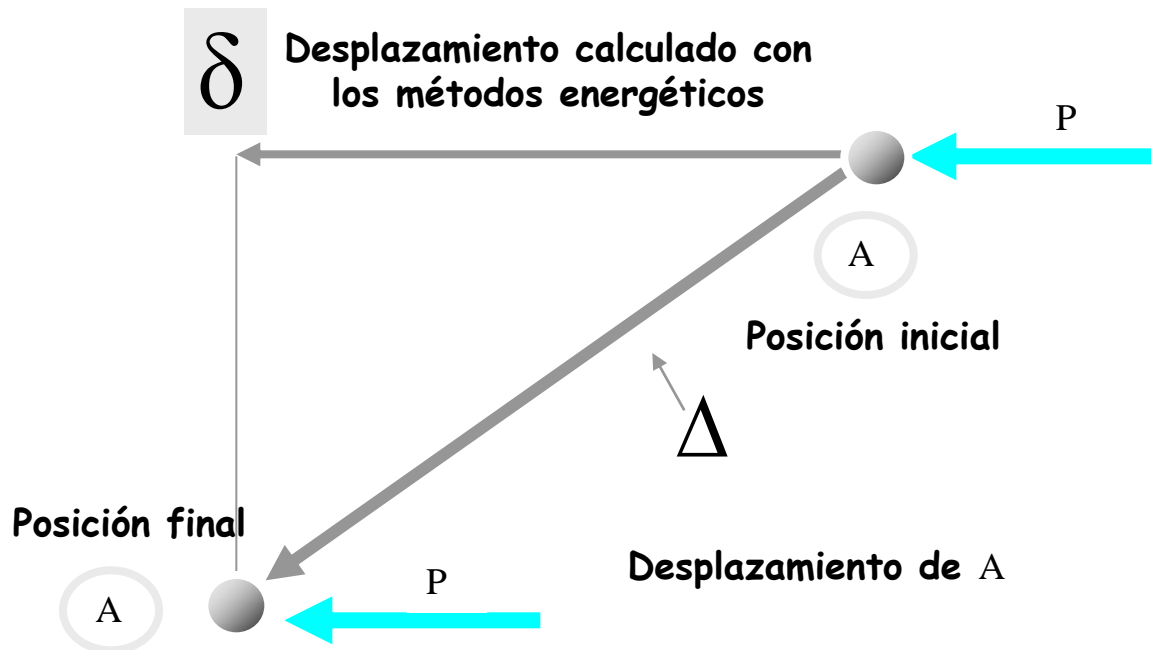
Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P



Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P

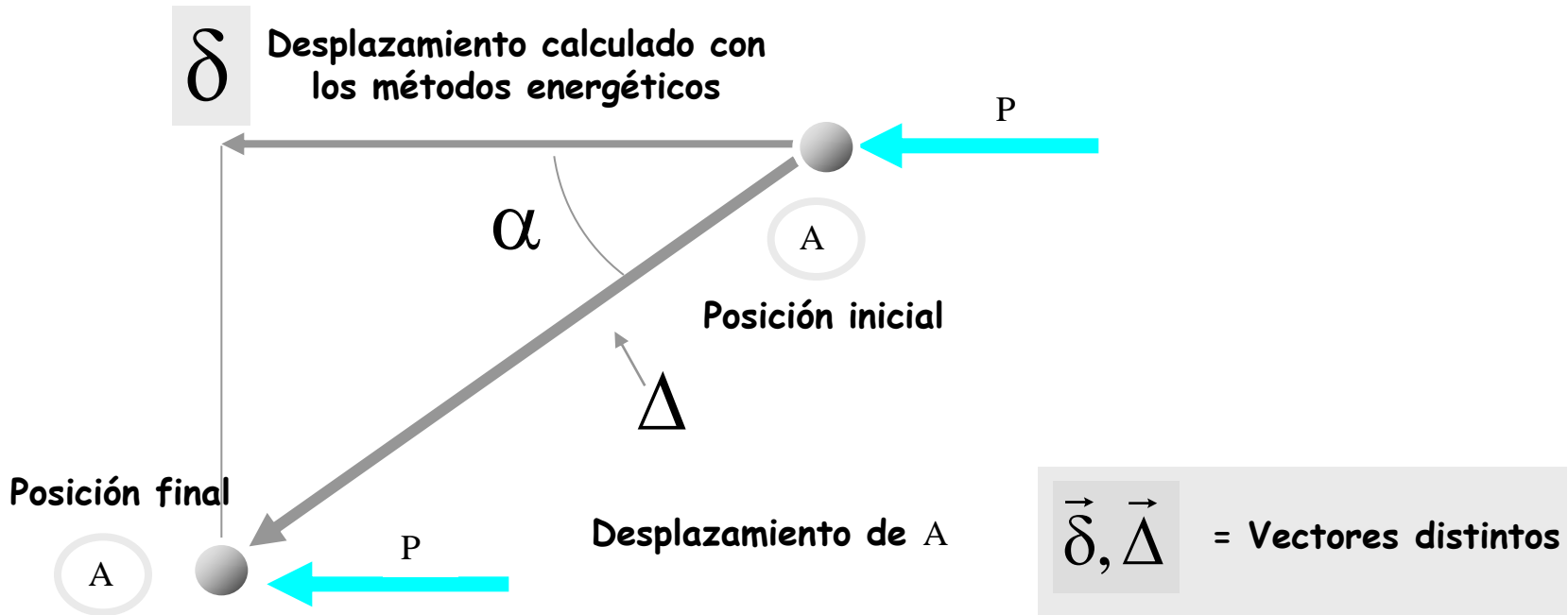




Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P

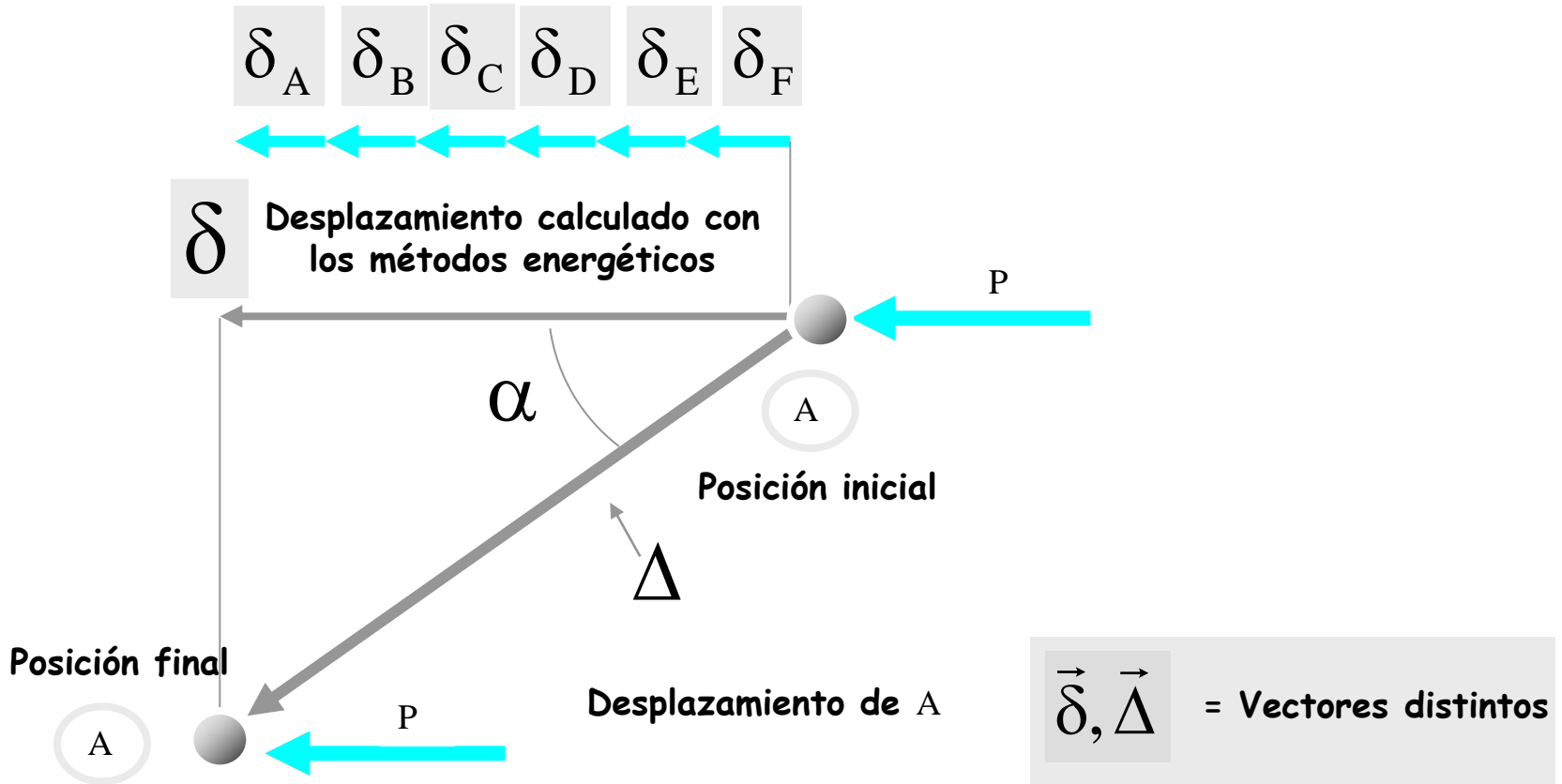




Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P



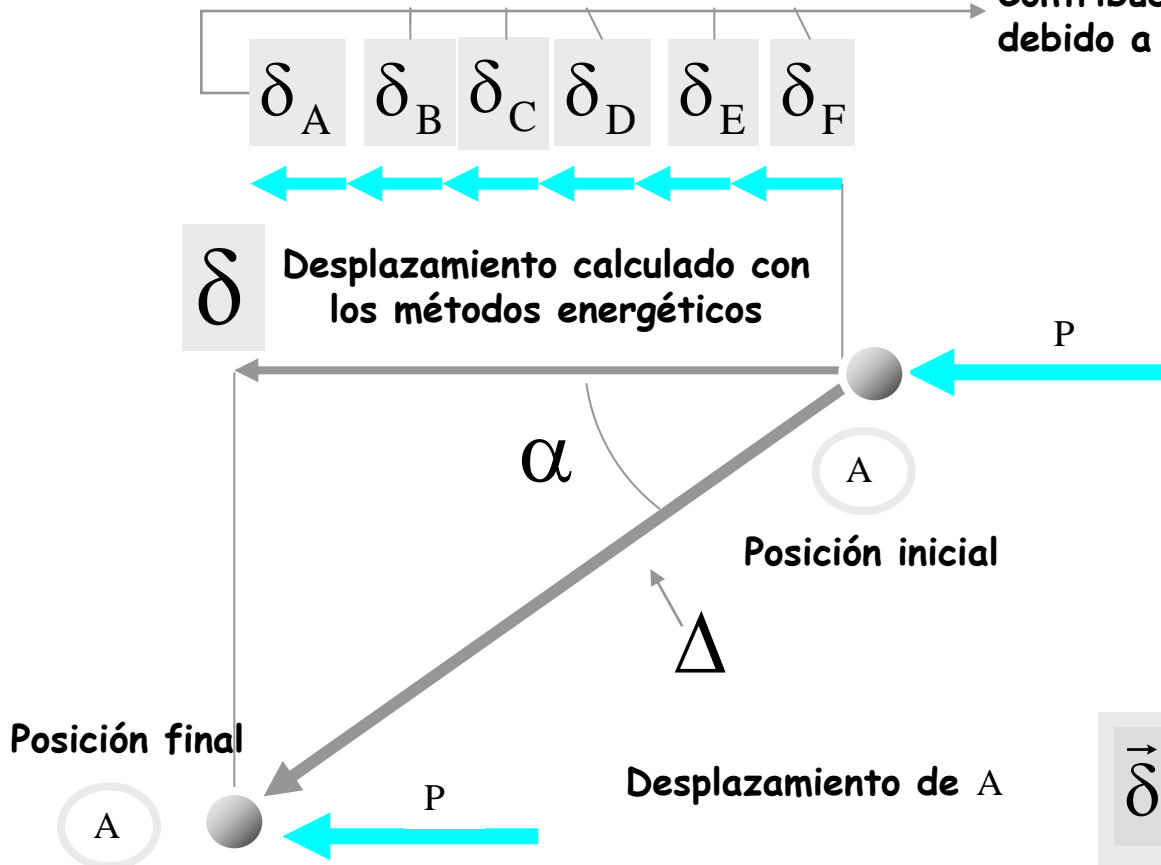


Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P

Contribución del desplazamiento de P debido a la deformación de cada tramo



$\vec{\delta}, \vec{\Delta}$ = Vectores distintos

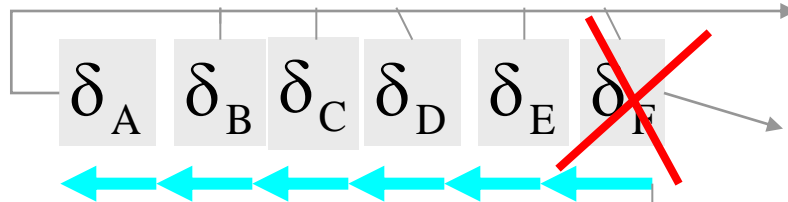


Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

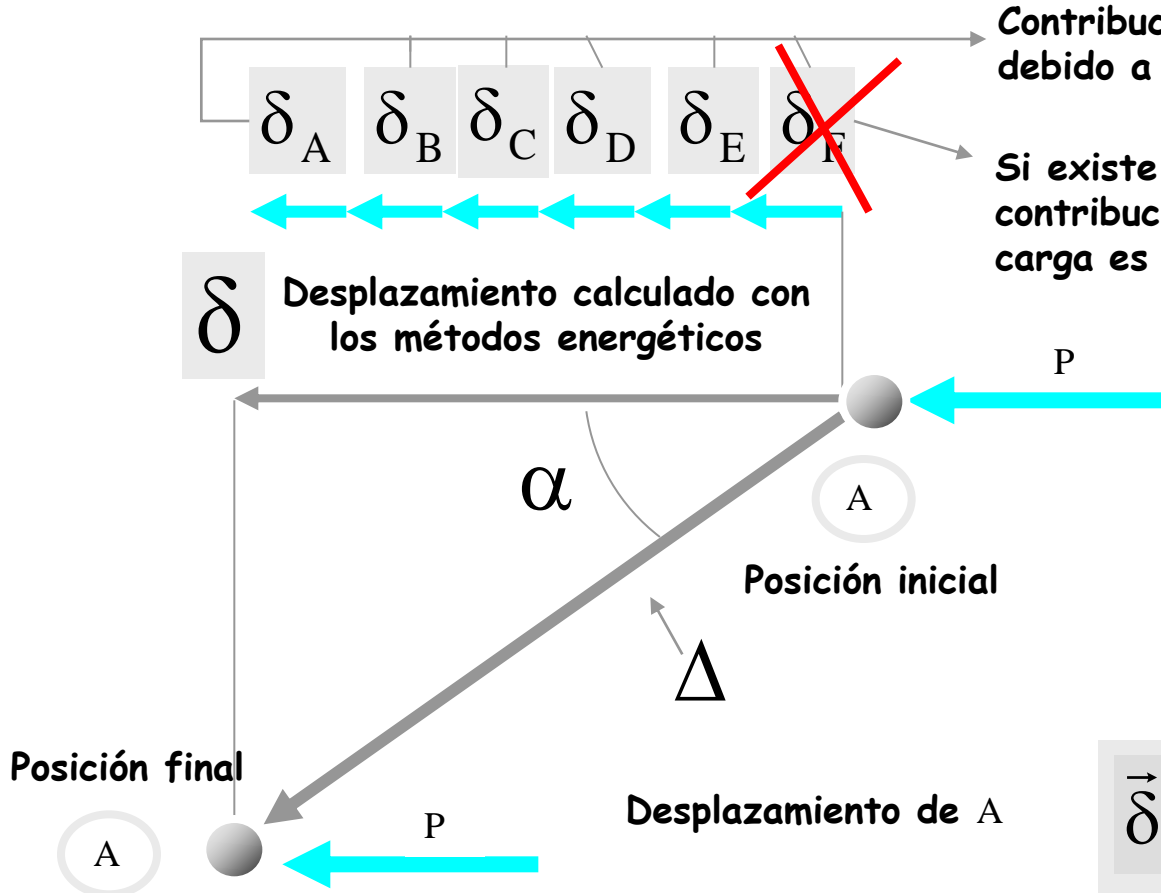
Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P

Contribución del desplazamiento de P debido a la deformación de cada tramo



Si existe algún tramo indeformable, su contribución en el desplazamiento de la carga es nula

δ Desplazamiento calculado con los métodos energéticos



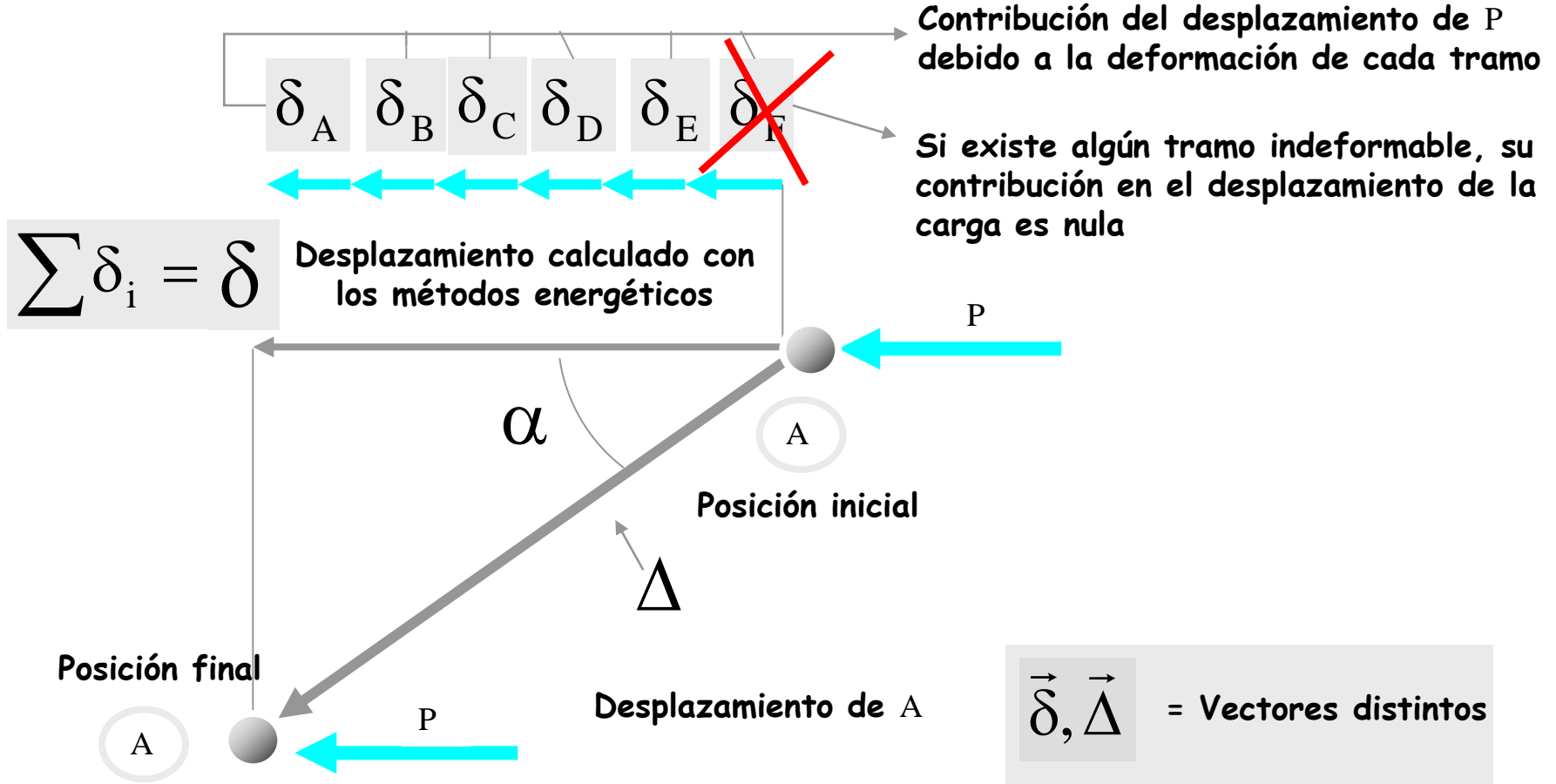
$\vec{\delta}, \vec{\Delta}$ = Vectores distintos



Observación 4

El movimiento de una acción exterior se puede expresar en forma de un sumatorio de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada tramo al desplazamiento total de la acción exterior, en el caso de que el tramo varíe de tamaño

Ejemplo: Descomposición del desplazamiento total de una acción exterior P





Introducción

Introducción

Introducción	Generalidades	Trabajo externo	Por una acción cte	Definición	Caso 1				
			Con fuerza puntual	Caso 2					
	Definiciones	Trabajo interno	Por una acción estática	Con momento puntual	Caso 1				
			Definición	Caso 2					
	Propiedades de la energía de deformación	Trabajo interno	Definición	Valor	Ejemplo	Por axil	De un e. diferencial		
						De un tramo			
						Por cortante	De un e. diferencial		
			Principios de la energía	Propiedad 1	Descripción	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Por flector	De un e. diferencial
								De un tramo	
	Observaciones comunes a los teoremas	Principio 1	Principio 2	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4		



Introducción

Introducción

Introducción	Generalidades	Trabajo externo	Por una acción cte	Definición	Caso 1
			Con fuerza puntual	Con momento puntual	Caso 2
	Definiciones	Trabajo interno	Por una acción estática	Definición	Caso 3
			Definición	Con fuerza o momento puntual	Caso 1
	Propiedades de la energía de deformación	Trabajo interno	Valor	Por axil	Caso 2
			Ejemplo	Por cortante	Caso 3
			Descripción	De un e. diferencial	De un tramo
			Ejemplo 1	De un e. diferencial	De un tramo
			Ejemplo 2	De un e. diferencial	De un tramo
	Principios de la energía	Trabajo interno	Por flector	De un e. diferencial	De un tramo
Por torsor			De un e. diferencial	De un tramo	
Observaciones comunes a los teoremas	Trabajo interno	De toda la estructura			
		Observación 1			
		Observación 2			
		Observación 3			
		Observación 4			
Observación 5					



Observación 5



Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos



Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

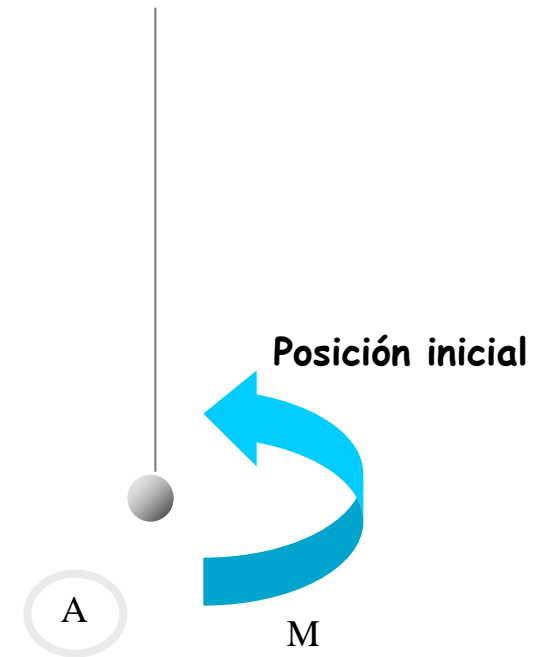
Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores



Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores

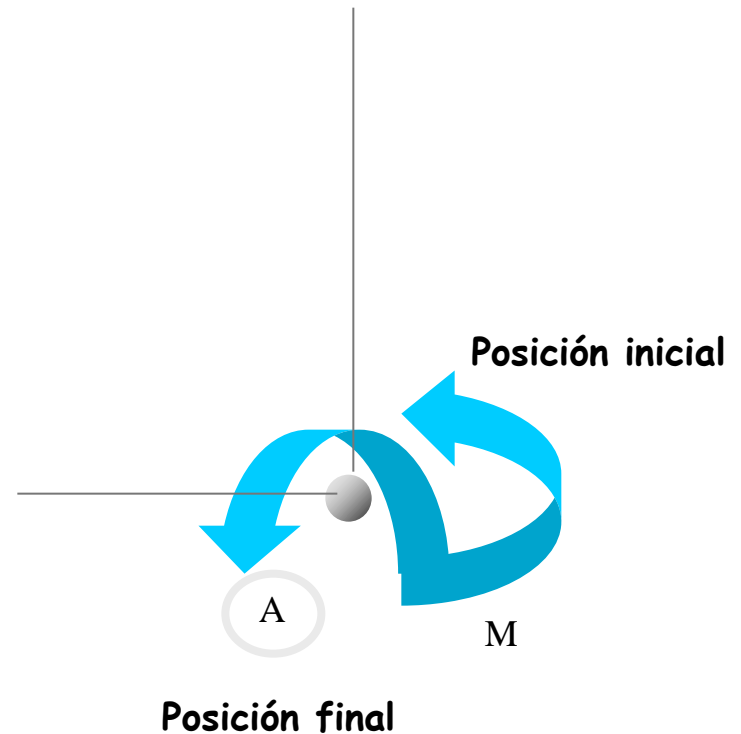




Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

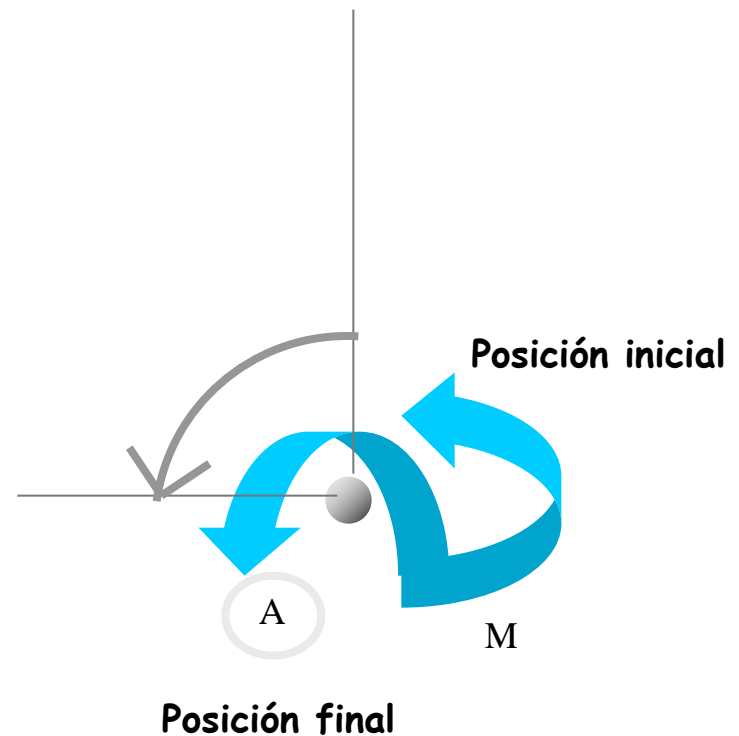
Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores



Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores



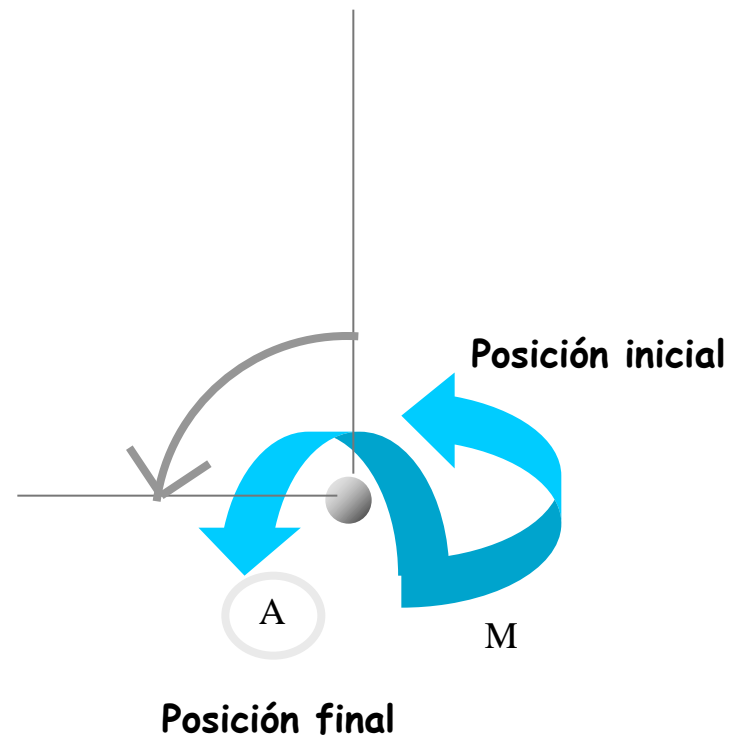


Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores

El giro de M es una suma de giros:

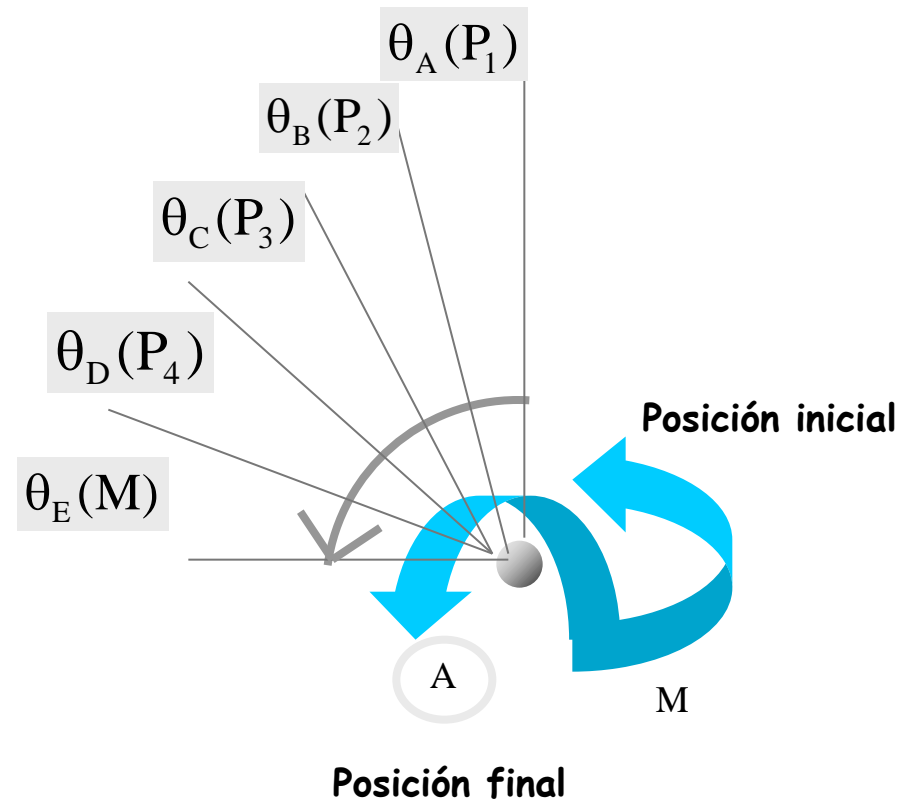


Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores

El giro de M es una suma de giros:



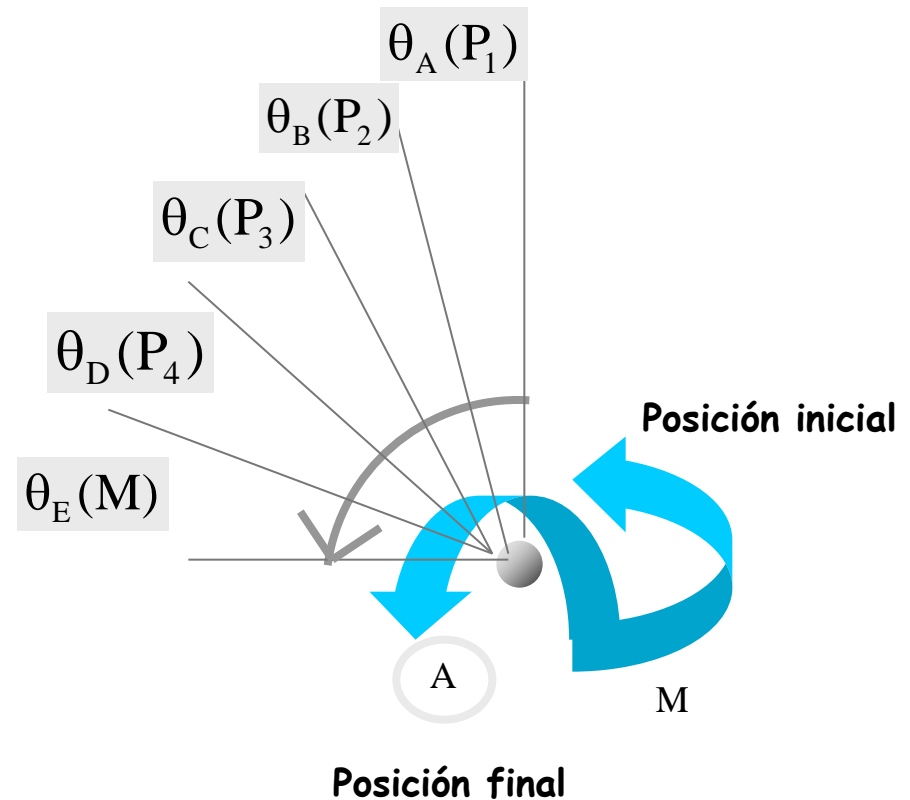
Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores

P_1, P_2, P_3, P_4, M = acciones exteriores

El giro de M es una suma de giros:



Observación 5

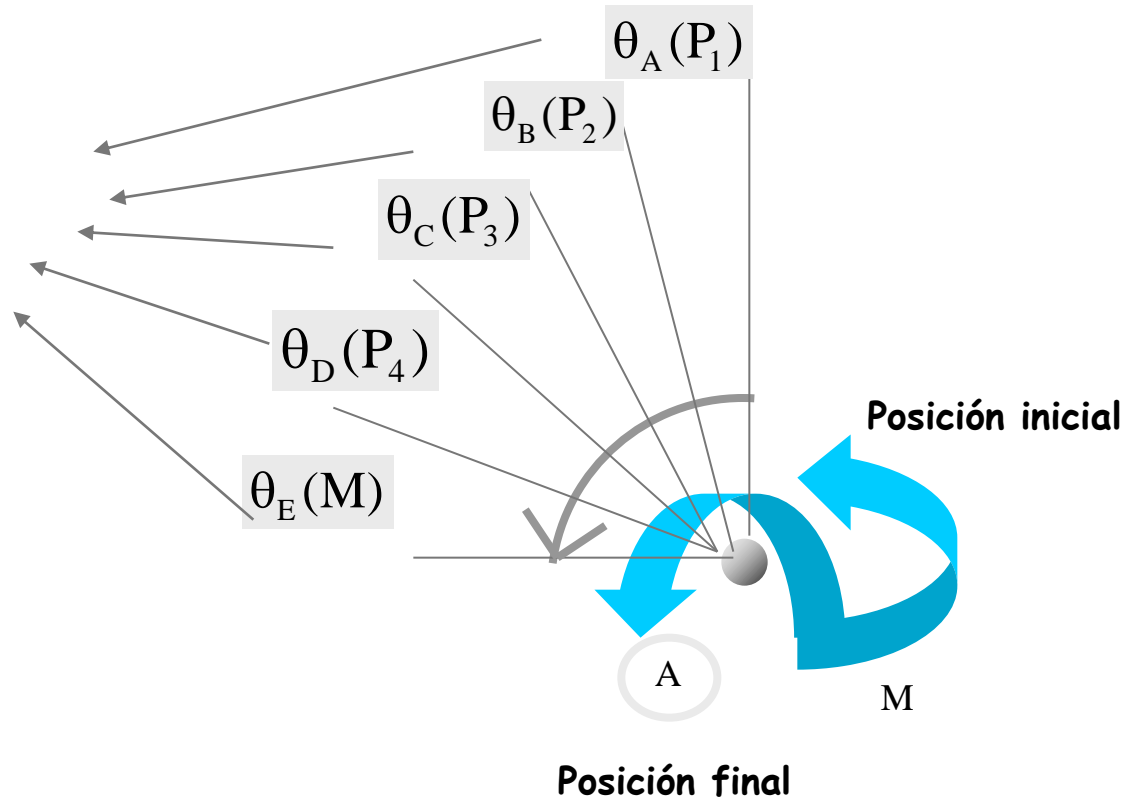
Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores

P_1, P_2, P_3, P_4, M = acciones exteriores

El giro de M es una suma de giros:

Contribución en el giro de M por la deformación de la estructura debido a cada acción exterior



Observación 5

Los valores de los desplazamientos y de los giros se pueden expresar en forma de una serie de términos, siendo cada uno de ellos la contribución de cada una de las acciones exteriores en estos movimientos

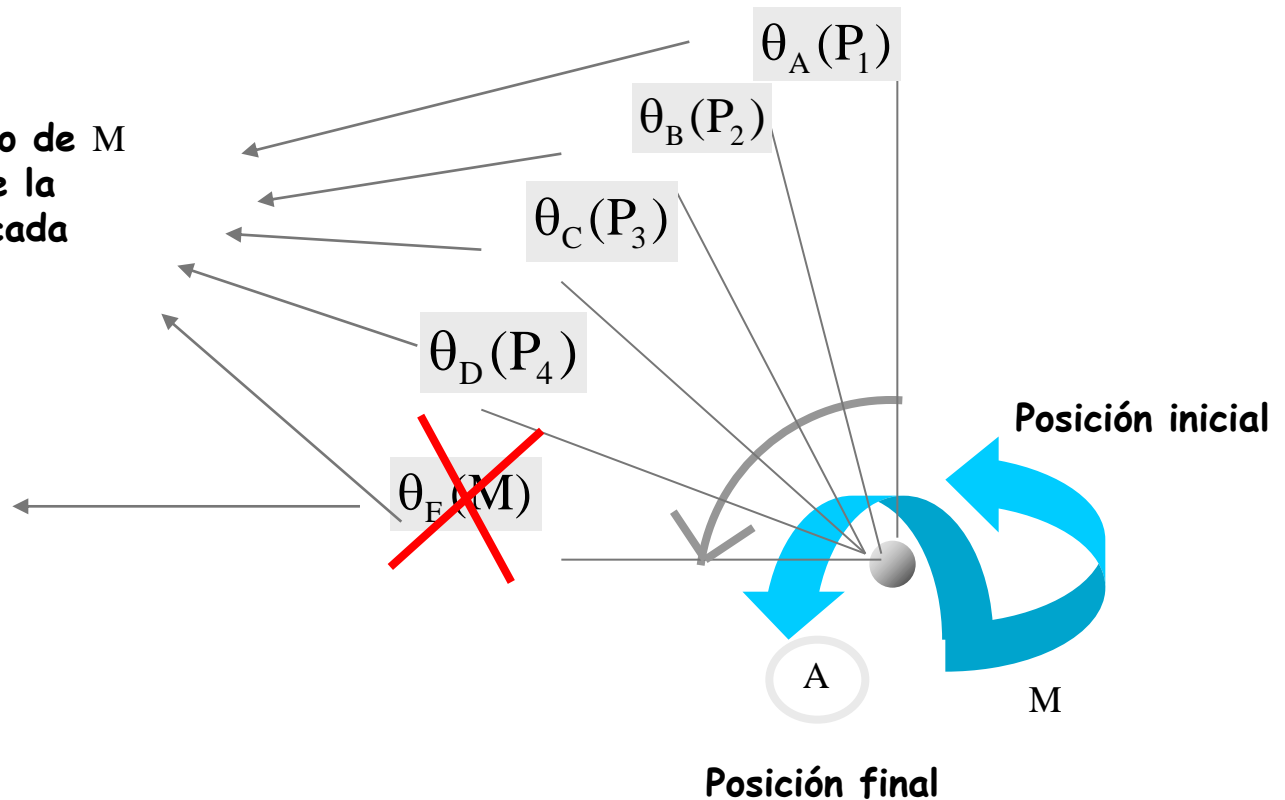
Descomposición del giro de un nudo en función de las acciones exteriores

P_1, P_2, P_3, P_4, M = acciones exteriores

El giro de M es una suma de giros:

Contribución en el giro de M por la deformación de la estructura debido a cada acción exterior

Si se elimina $\theta_E(M)$ se obtiene la rotación de M por todas las acciones menos por M





Introducción

Introducción

Introducción	Generalidades	Trabajo externo	Por una acción cte	Definición	Caso 1
				Con fuerza puntual	Caso 2
	Definiciones	Trabajo interno	Por una acción estática	Con momento puntual	Caso 3
				Definición	Caso 1
	Propiedades de la energía de deformación	Trabajo interno	Definición	Con fuerza o momento puntual	Caso 2
			Valor		Caso 3
			Ejemplo	Por axil	De un e. diferencial
				Por cortante	De un tramo
				Por flector	De un e. diferencial
	Principios de la energía	Trabajo interno	Descripción	Por torsor	De un tramo
Ejemplo 1				De un e. diferencial	
Observaciones comunes a los teoremas	Trabajo interno	Ejemplo 2		De un tramo	
		Principio 1	De toda la estructura		
		Principio 2			
		Observación 1			
		Observación 2			
		Observación 3			
		Observación 4			
		Observación 5			



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1
Observación 2
Observación 3
Observación 4
Observación 5
Observación 6



Observación 6



Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)



Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico



Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

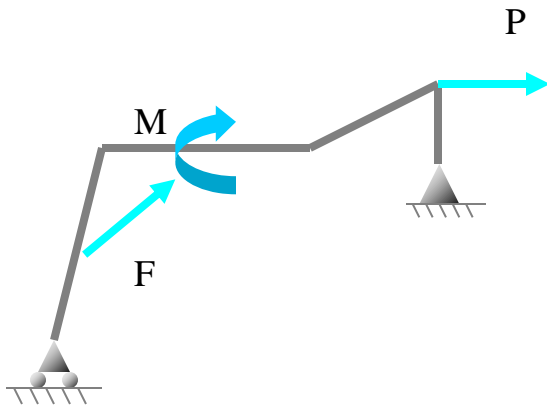
Estructura equilibrada
con acciones exteriores

Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Estructura equilibrada
con acciones exteriores



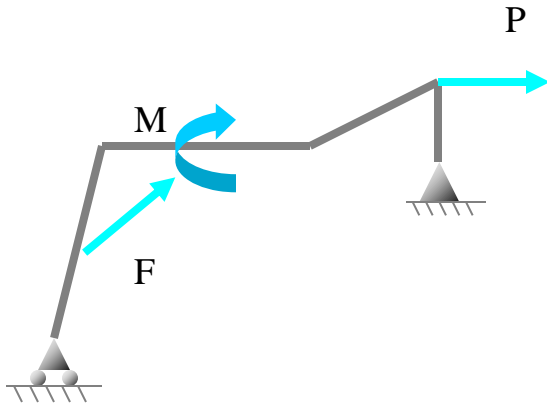
Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Movimiento descrito por un tramo:

Estructura equilibrada
con acciones exteriores



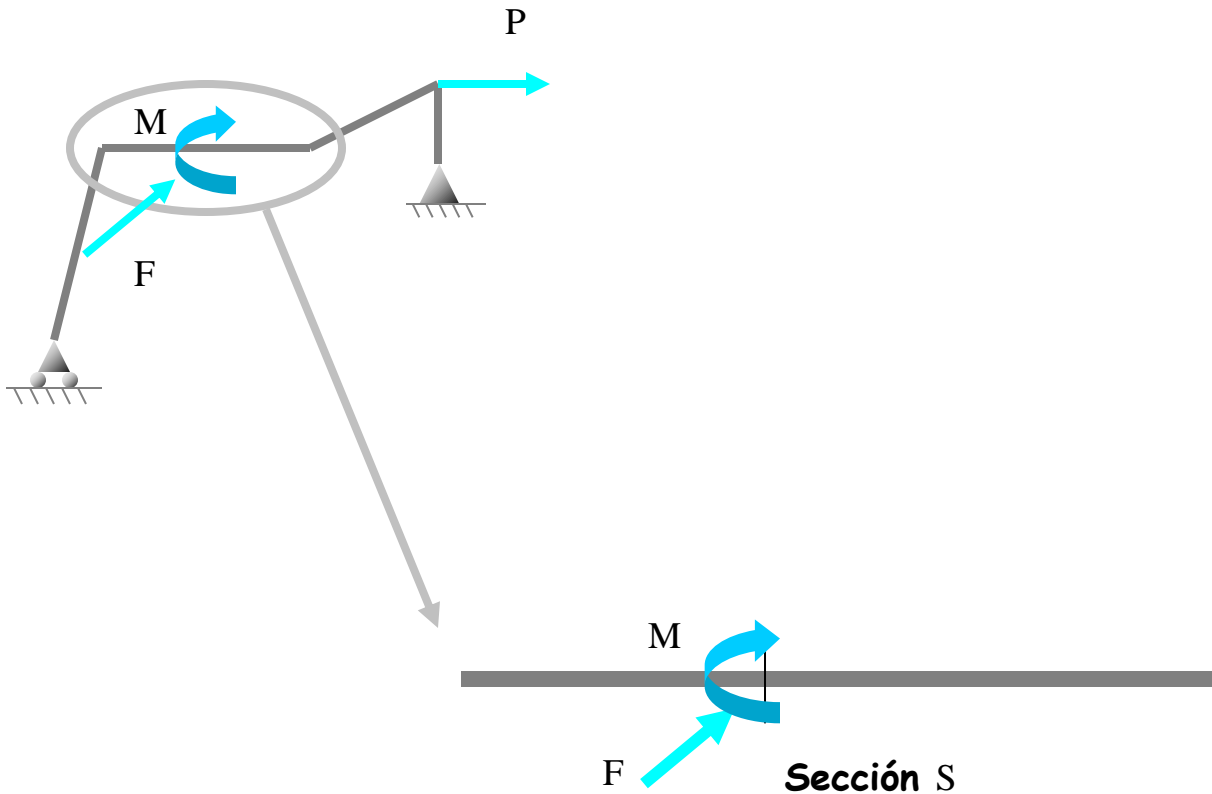
Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Movimiento descrito por un tramo:

Estructura equilibrada
con acciones exteriores



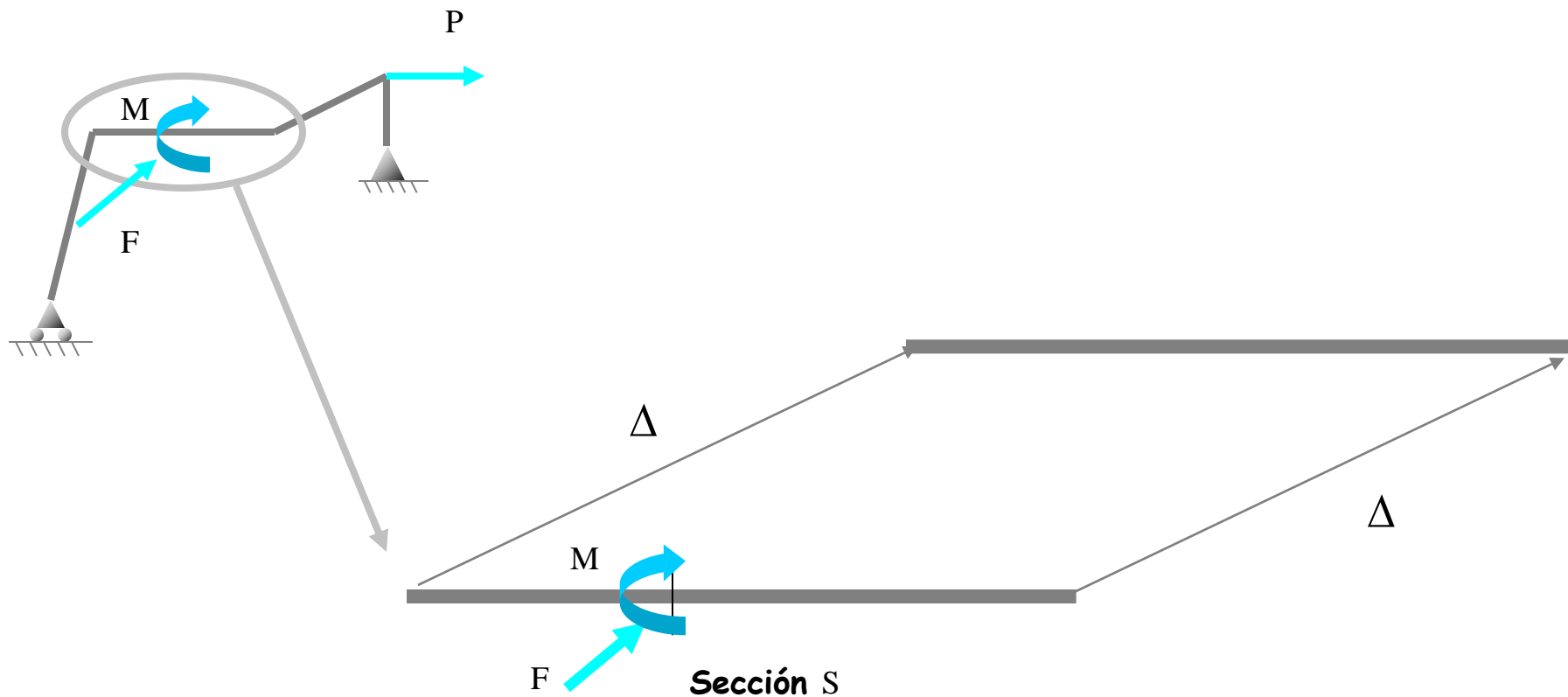
Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Movimiento descrito por un tramo:

Estructura equilibrada con acciones exteriores





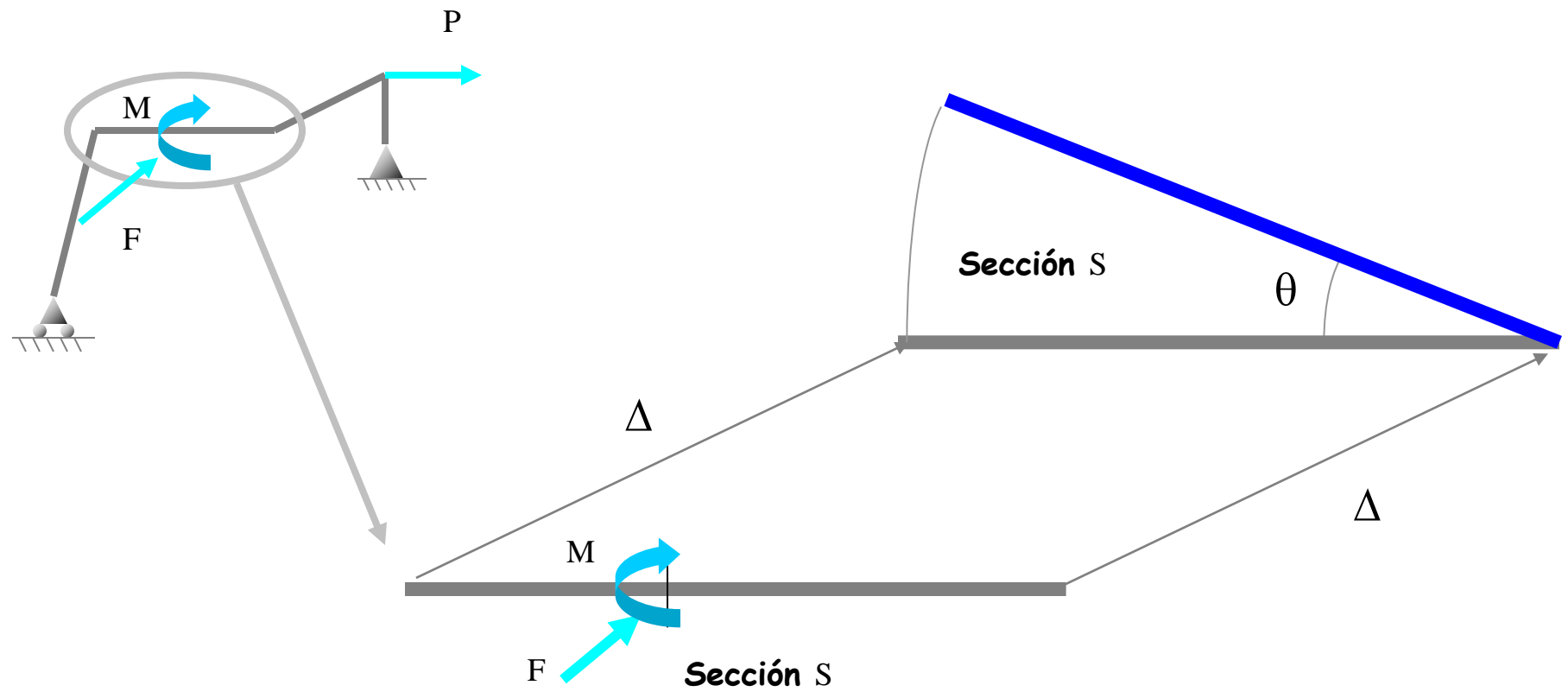
Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Movimiento descrito por un tramo:

Estructura equilibrada con acciones exteriores





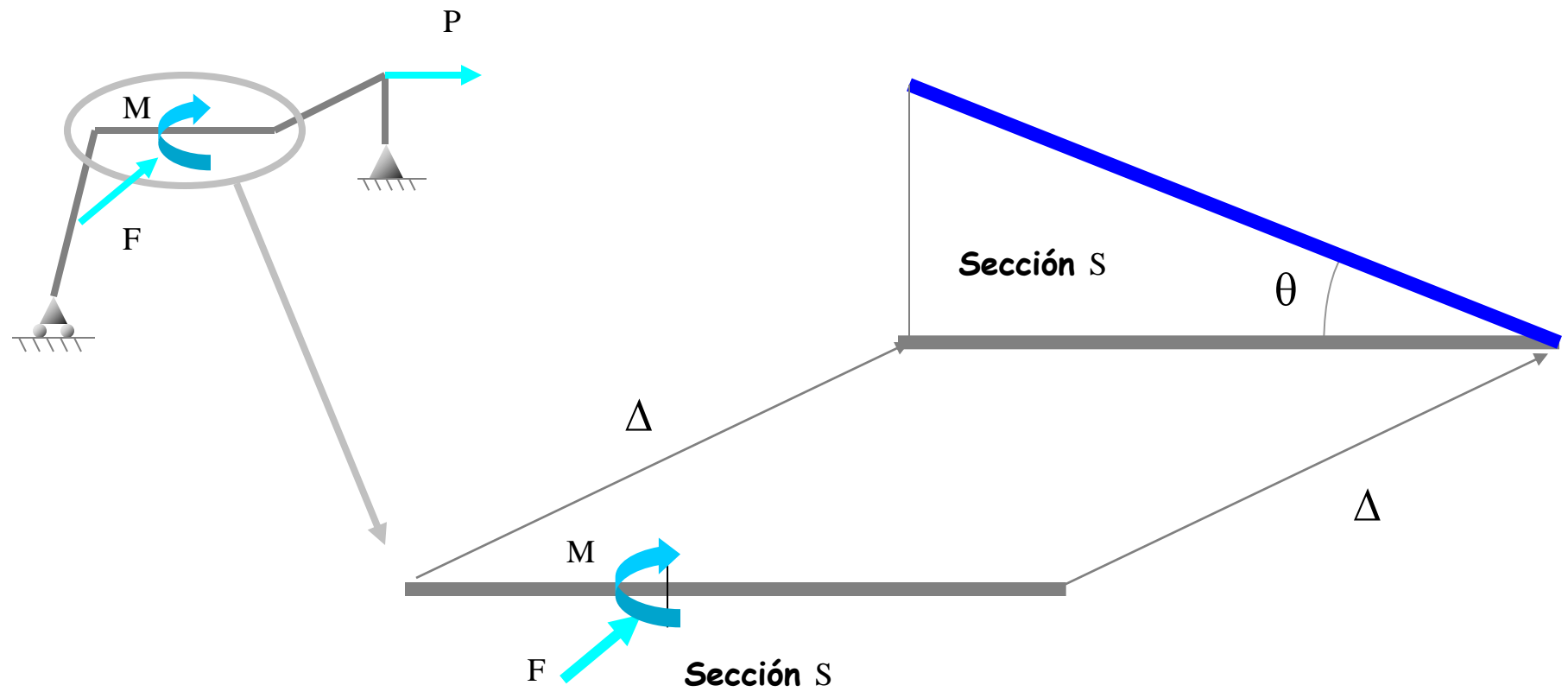
Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Movimiento descrito por un tramo:

Estructura equilibrada con acciones exteriores





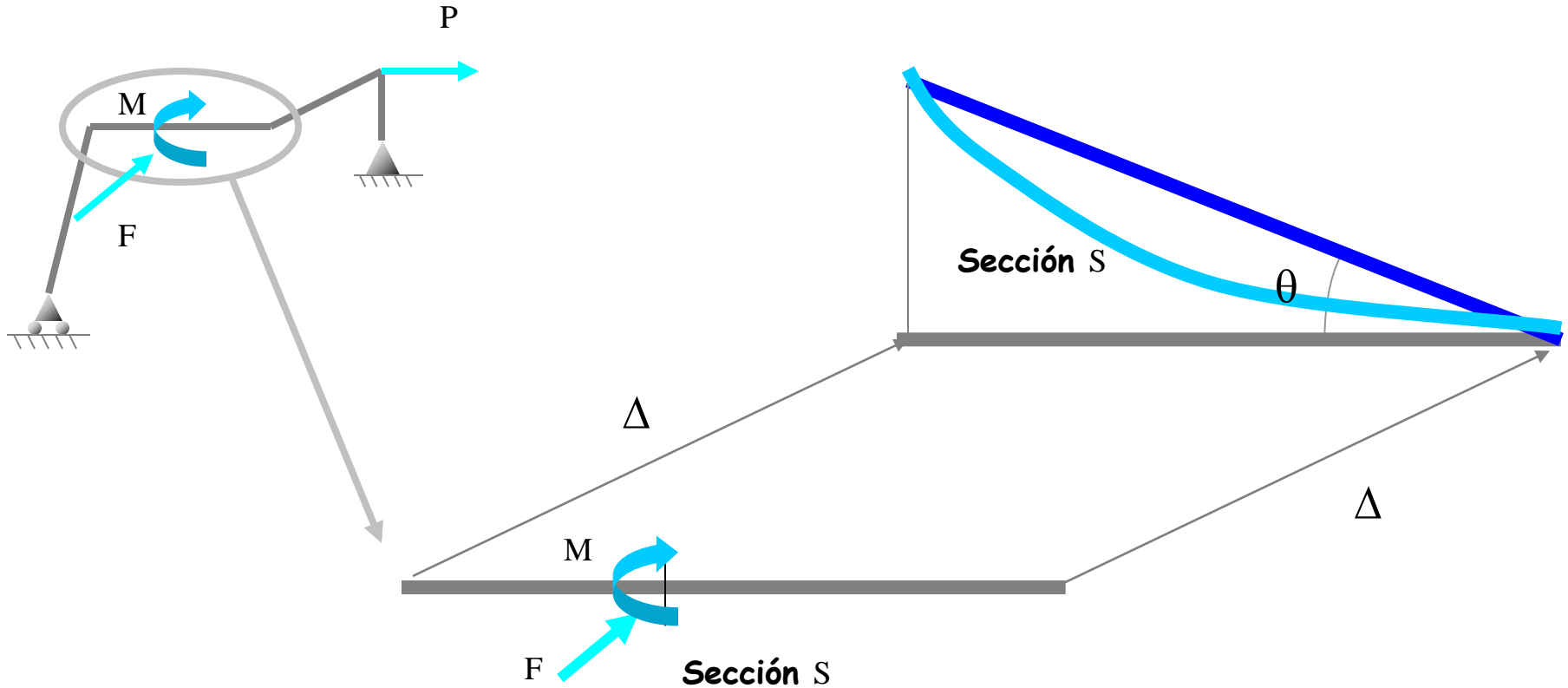
Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Movimiento descrito por un tramo:

Estructura equilibrada con acciones exteriores



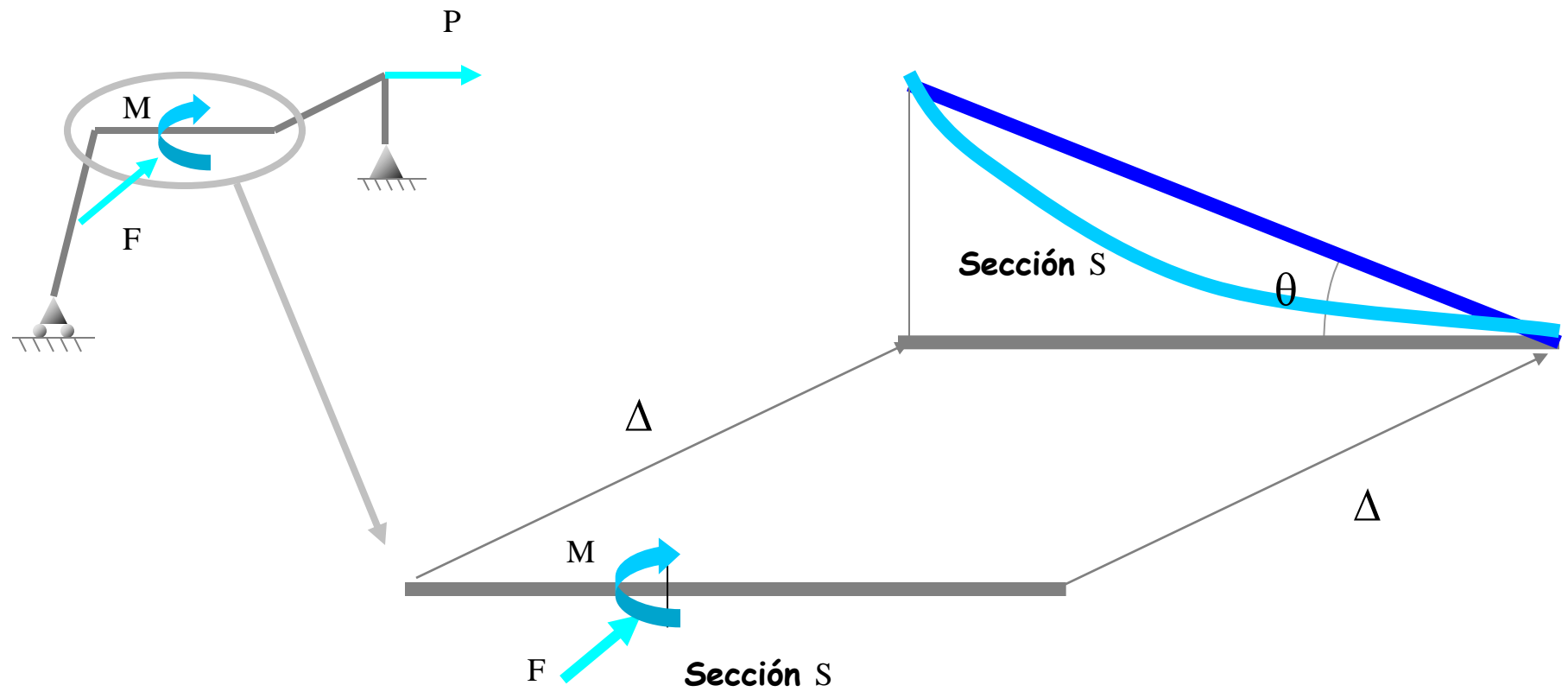


Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Estructura equilibrada con acciones exteriores

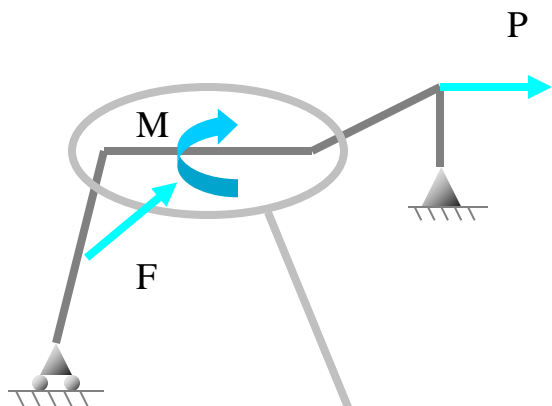


Observación 6

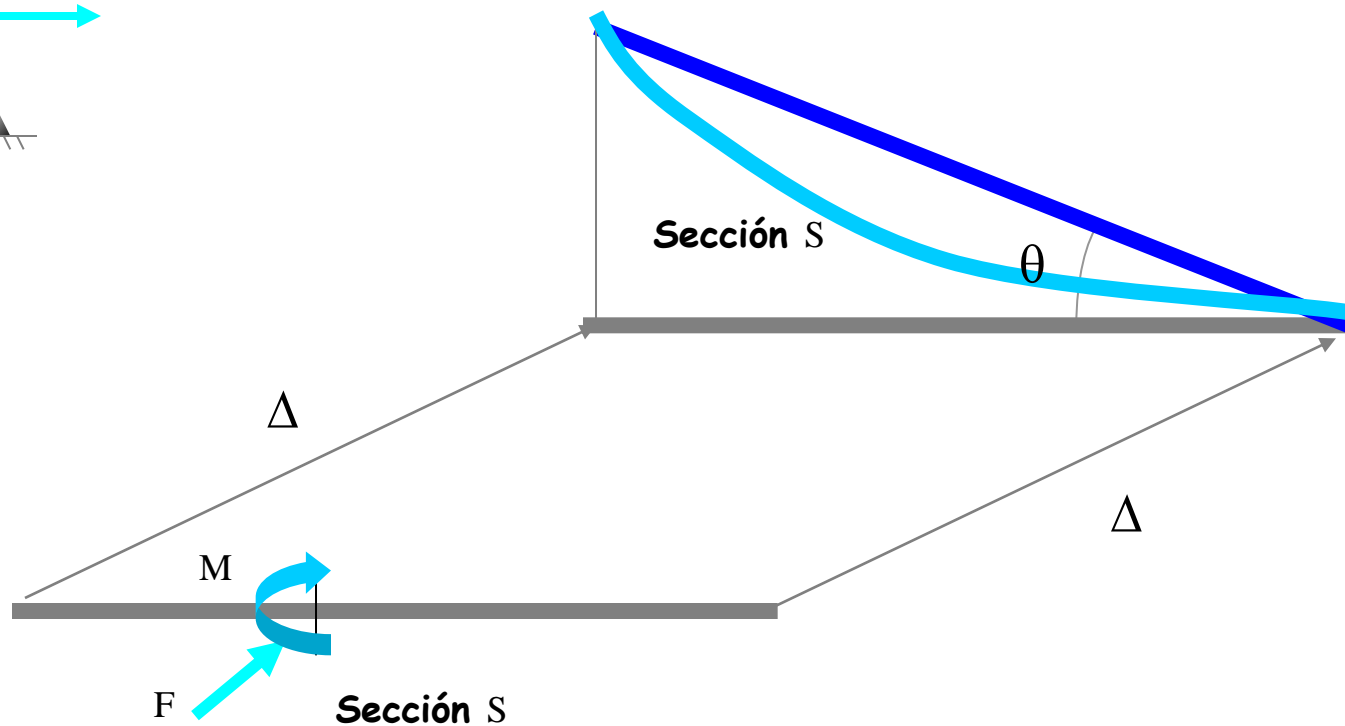
En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Estructura equilibrada con acciones exteriores



Movimientos descritos por F y M en una sección S :



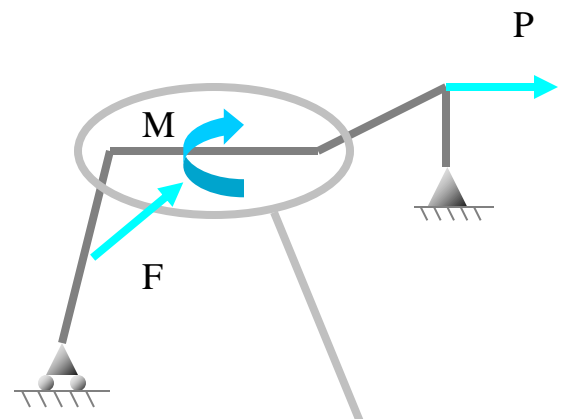


Observación 6

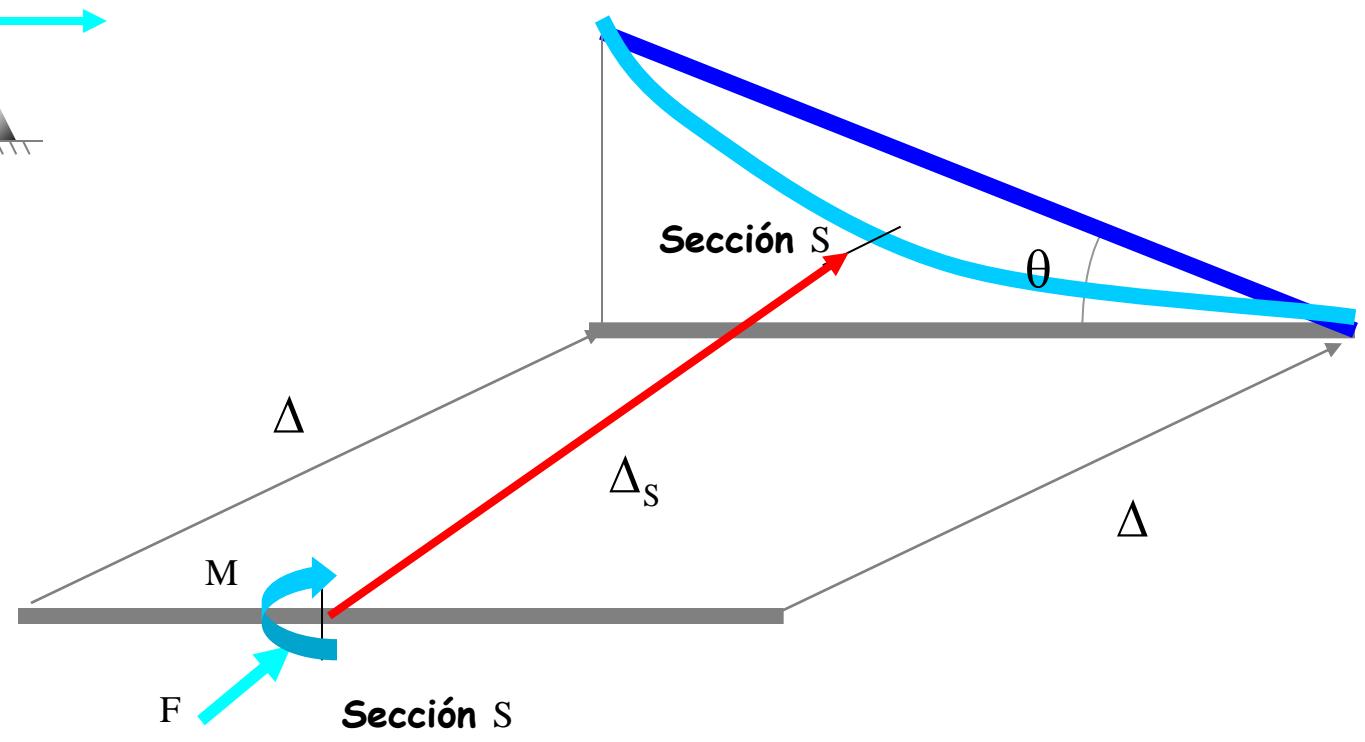
En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Estructura equilibrada con acciones exteriores



Movimientos descritos por F y M en una sección S :



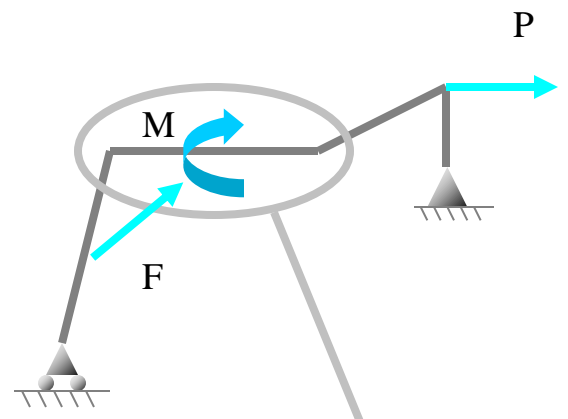


Observación 6

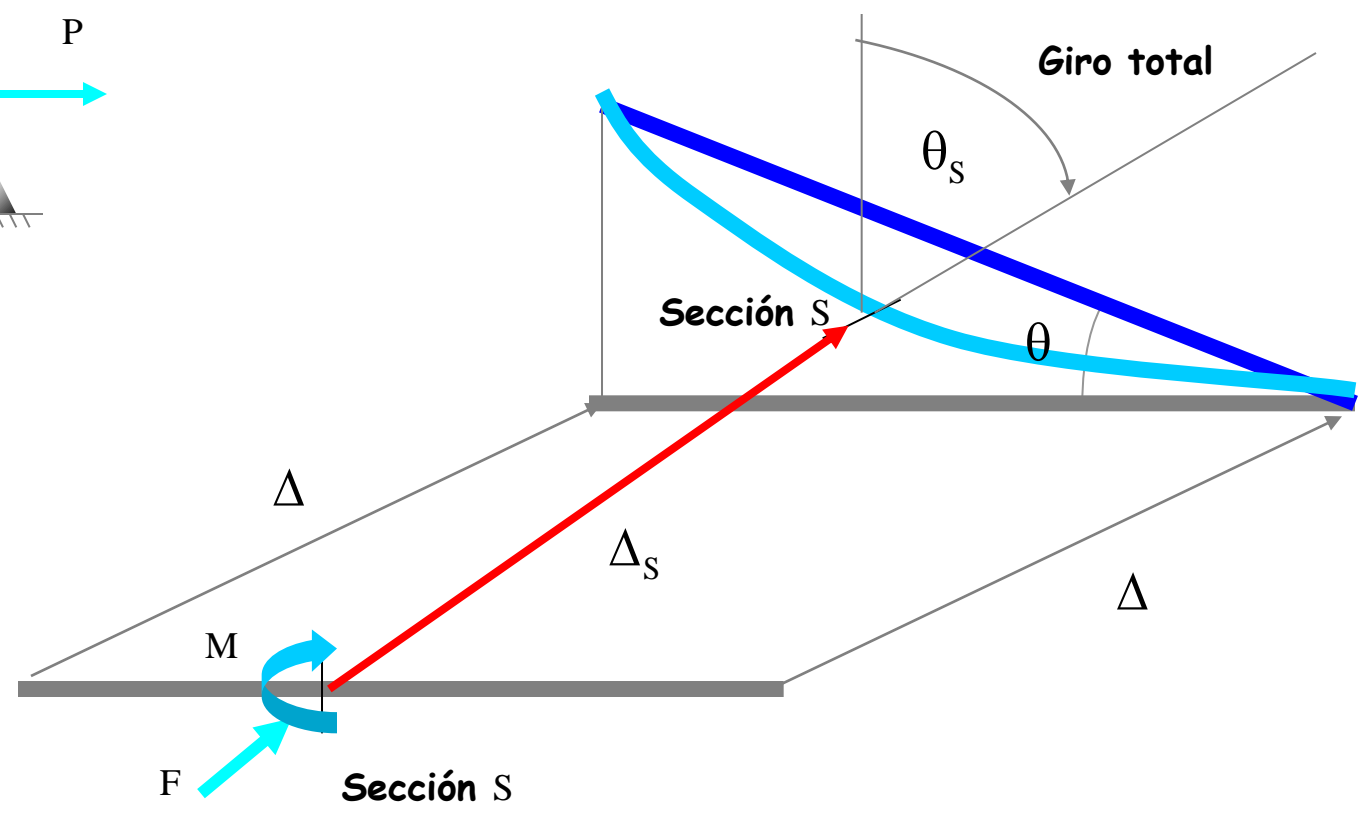
En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Estructura equilibrada con acciones exteriores



Movimientos descritos por F y M en una sección S :





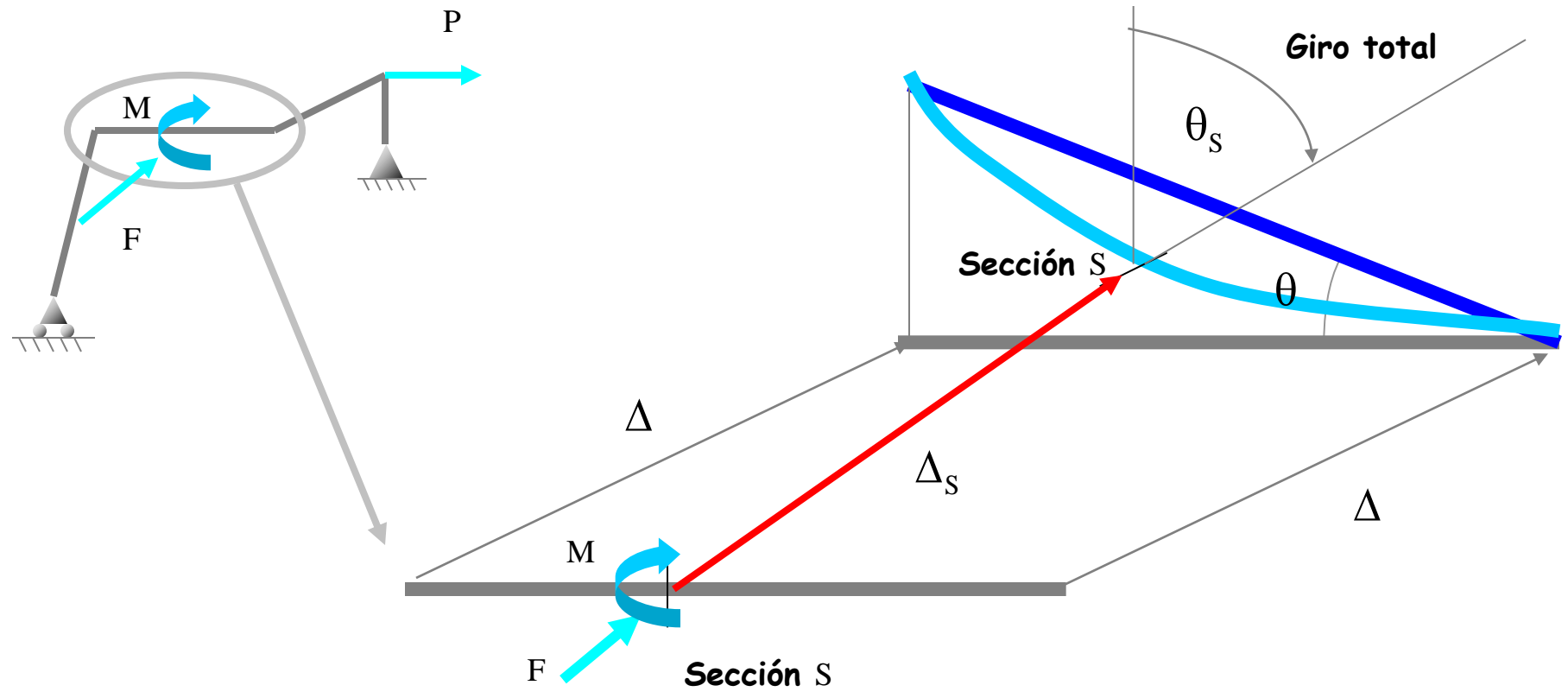
Observación 6

En el cálculo de los movimientos de las acciones exteriores se contemplan, además de los producidos por las deformaciones de los tramos, los que existen de sólido rígido (giros y traslaciones)

Ejemplo: movimiento de un tramo viga por la deformación de un pórtico

Δ_S, θ_S los calculan los métodos energéticos

Estructura equilibrada con acciones exteriores





Introducción

Introducción

Introducción	Generalidades	Trabajo externo	Por una acción cte	Definición	Caso 1	
				Con fuerza puntual	Caso 2	
	Definiciones	Trabajo interno	Por una acción estática	Con momento puntual	Caso 3	
				Definición	Caso 1	
	Propiedades de la energía de deformación	Trabajo interno	Definición	Con fuerza o momento puntual	Caso 2	
			Valor		Caso 3	
			Ejemplo			
		Principios de la energía	Propiedad 1	Descripción	Por axil	De un e. diferencial
			Propiedad 2	Ejemplo 1	Por cortante	De un tramo
			Propiedad 3	Ejemplo 2	Por flector	De un e. diferencial
Observaciones comunes a los teoremas	Principios de la energía	Principio 1	Por torsor	De un tramo		
		Principio 2	De toda la estructura			
	Observaciones comunes a los teoremas	Observación 1				
		Observación 2				
		Observación 3				
	Observación 4					
	Observación 5					
	Observación 6					



Introducción

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1
Observación 2
Observación 3
Observación 4
Observación 5
Observación 6
Observación 7



Observación 7



Observación 7

Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo



Observación 7

Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo

Del principio de
conservación de la
energía

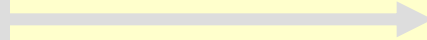


Observación 7

Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo

Del principio de
conservación de la
energía

Se obtiene



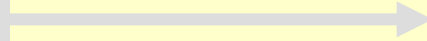


Observación 7

Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo

Del principio de conservación de la energía

Se obtiene



El Teorema de Clapeyron



Observación 7

Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo

Del principio de conservación de la energía

Se obtiene

El Teorema de Clapeyron

Del principio que asegura que el orden de aplicación de las cargas no afecta a la energía de deformación del sistema



Observación 7

Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo

Del principio de conservación de la energía

Se obtiene

El Teorema de Clapeyron

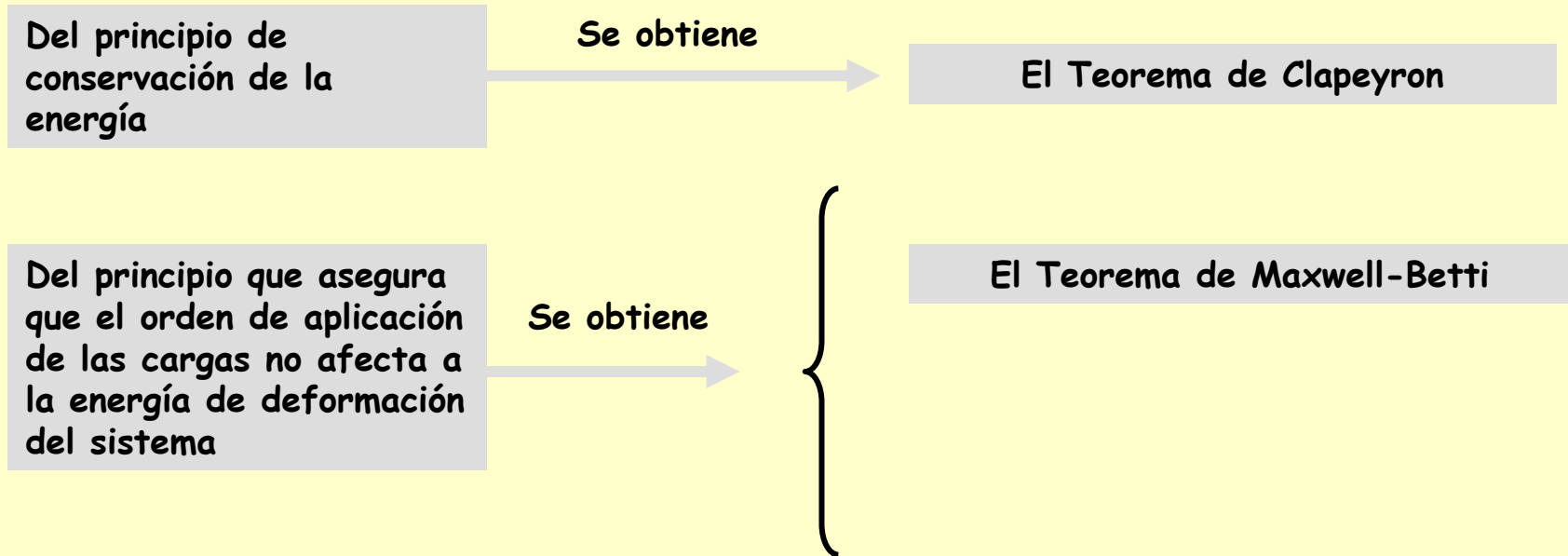
Del principio que asegura que el orden de aplicación de las cargas no afecta a la energía de deformación del sistema

Se obtiene



Observación 7

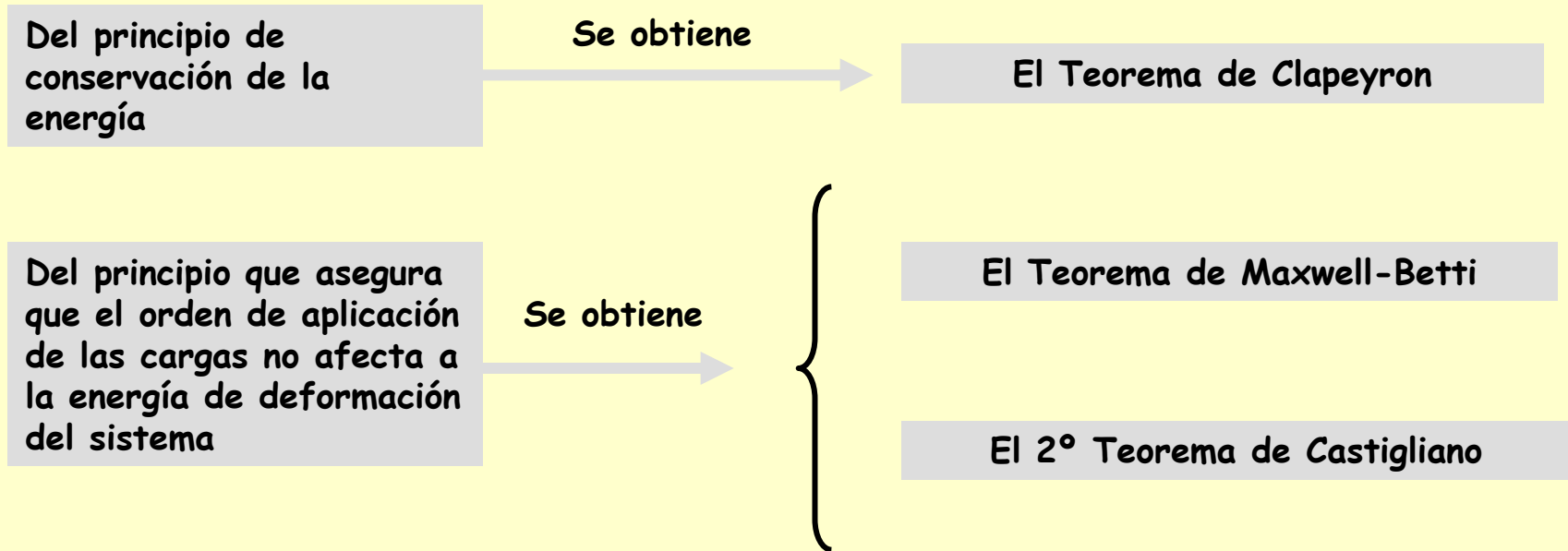
Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo





Observación 7

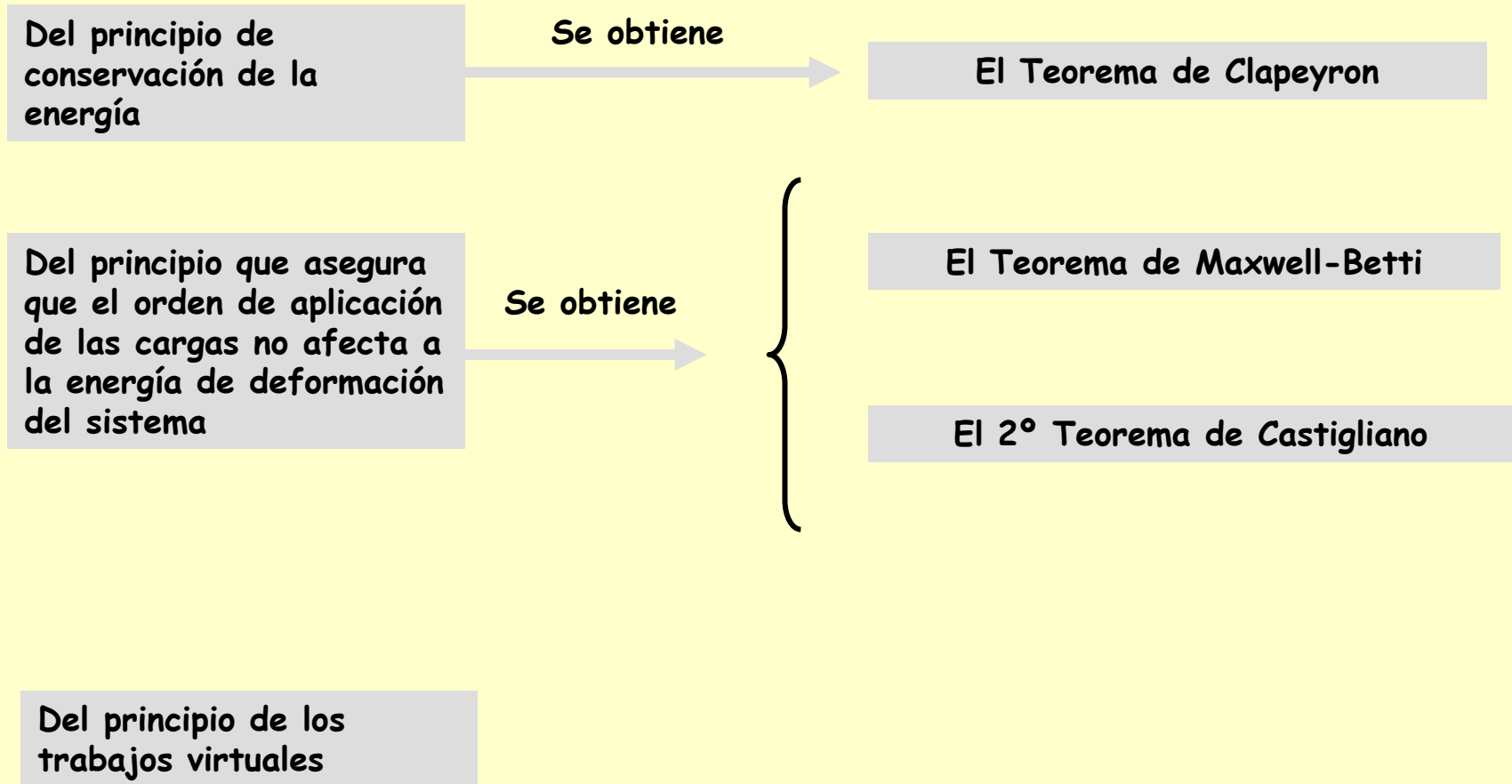
Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo





Observación 7

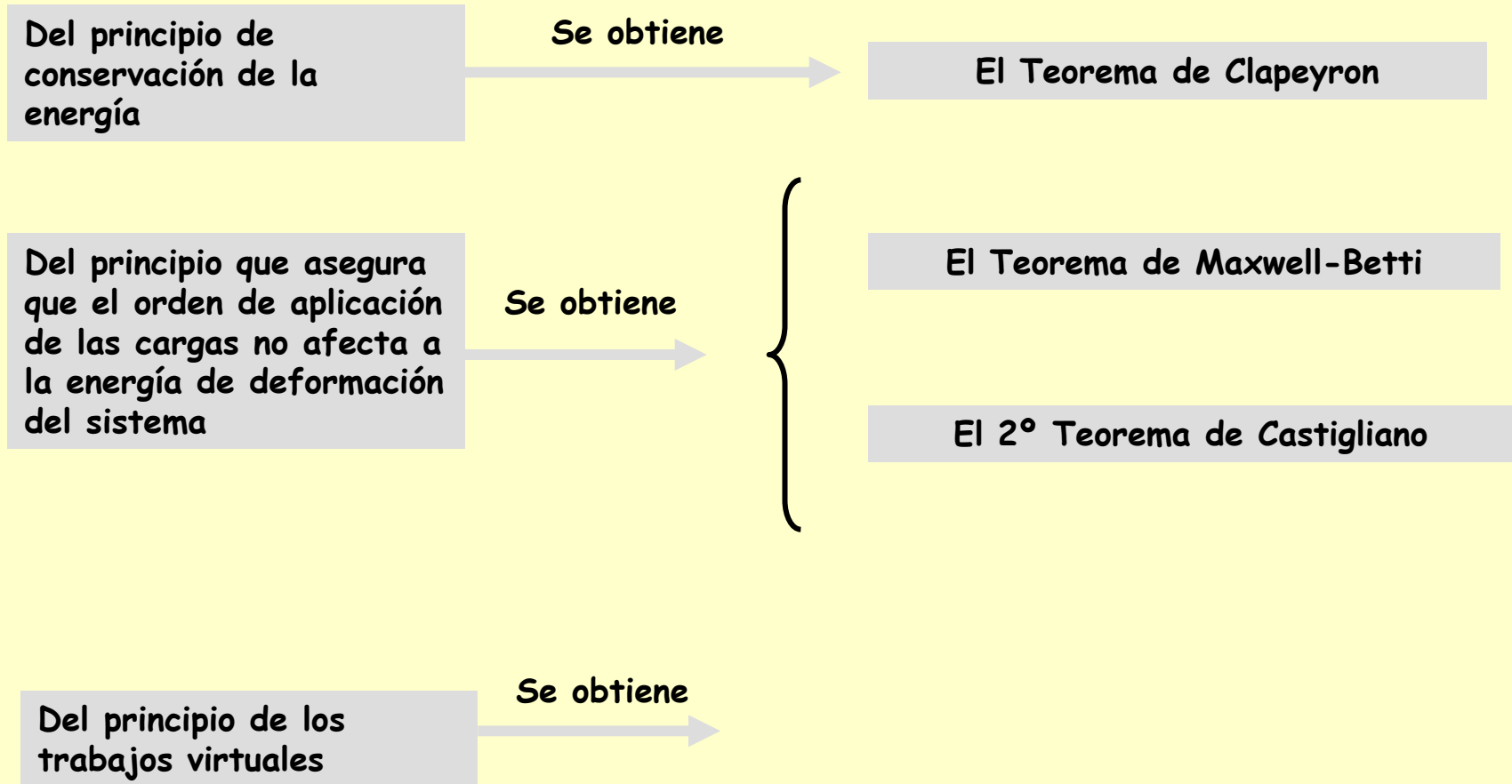
Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo





Observación 7

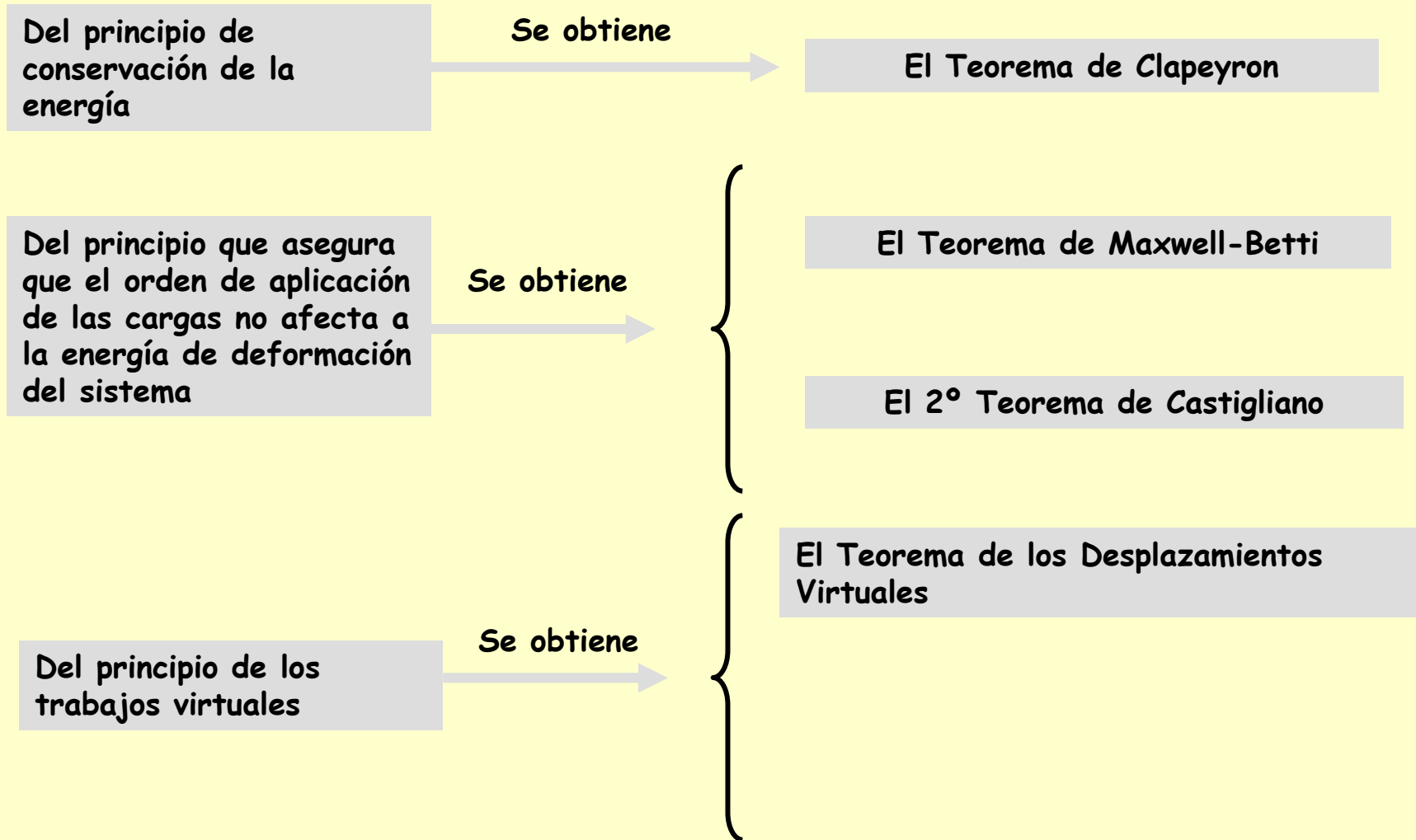
Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo





Observación 7

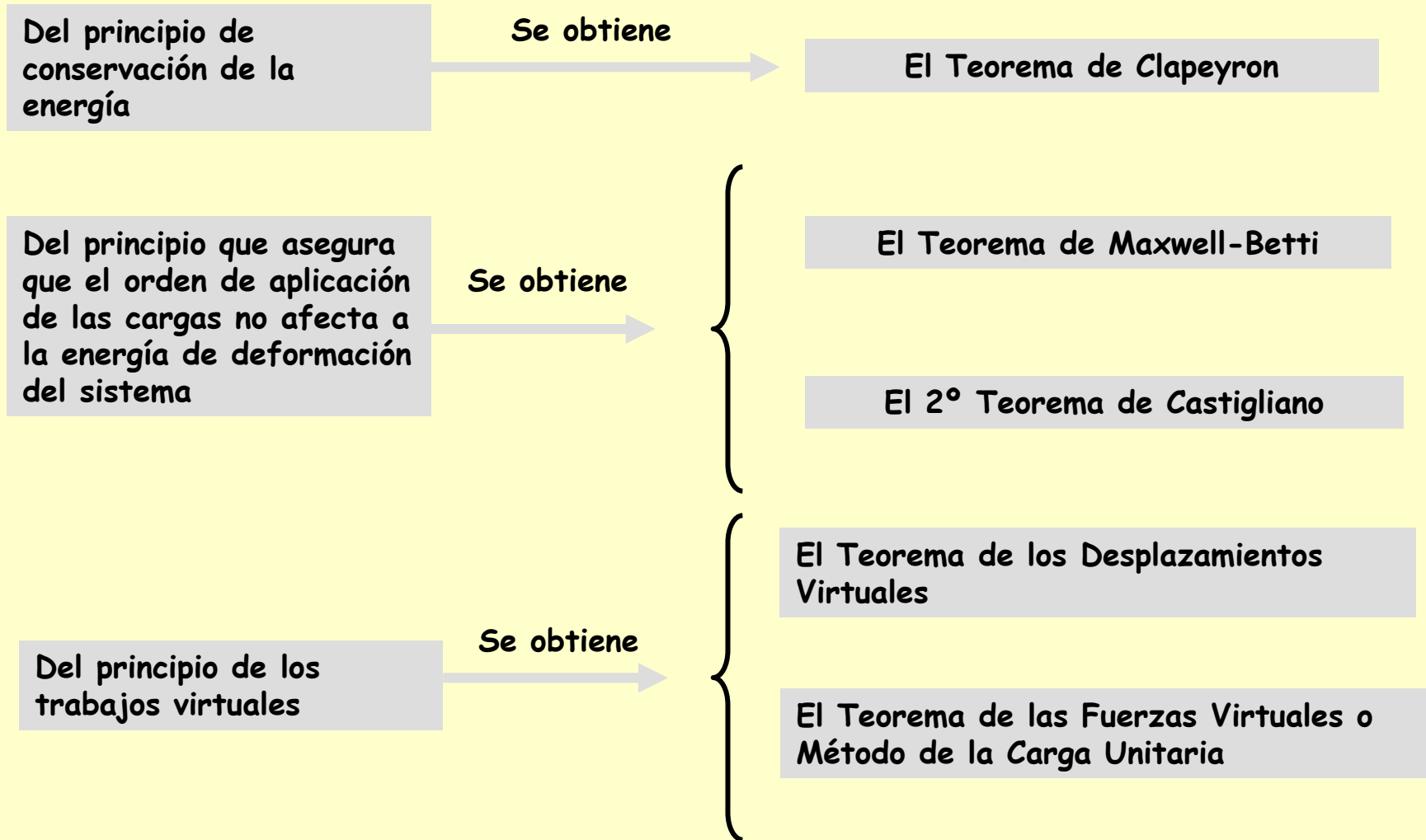
Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo





Observación 7

Los métodos de cálculo de movimientos basados en los teoremas energéticos están extraídos directamente de los principios enunciados en el capítulo





Introducción

Introducción

Introducción	Generalidades	Trabajo externo	Por una acción cte	Definición	Caso 1
				Con fuerza puntual	Caso 2
	Definiciones	Trabajo interno	Por una acción estática	Con momento puntual	Caso 3
				Definición	Caso 1
	Propiedades de la energía de deformación	Trabajo interno	Definición	Con fuerza o momento puntual	Caso 2
			Valor	Por axil	Caso 3
			Ejemplo	Por cortante	De un e. diferencial
			Descripción	Por flector	De un tramo
				Ejemplo 1	Por torsor
	Principios de la energía	Principio 1	De un tramo		
Principio 2		De toda la estructura			
Observaciones comunes a los teoremas	Observación 1				
	Observación 2				
	Observación 3				
	Observación 4				
	Observación 5				
	Observación 6				
	Observación 7				



Introducción

Índice

Introducción

Generalidades

Trabajo externo

Por una acción cte

Definición
Con fuerza puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Definiciones

Trabajo interno

Por una acción estática

Definición
Con fuerza o momento puntual

Caso 1
Caso 2
Caso 3

Trabajo interno

Definición
Valor
Ejemplo

Por axil
Por cortante

De un e. diferencial
De un tramo
De un e. diferencial
De un tramo

Propiedades de la energía de deformación

Propiedad 1
Propiedad 2
Propiedad 3

Descripción
Ejemplo 1
Ejemplo 2

Por flector

De un e. diferencial
De un tramo

Principios de la energía

Principio 1
Principio 2

Por torsor

De un e. diferencial
De un tramo

De toda la estructura

Observaciones comunes a los teoremas

Observación 1
Observación 2
Observación 3
Observación 4
Observación 5
Observación 6
Observación 7

