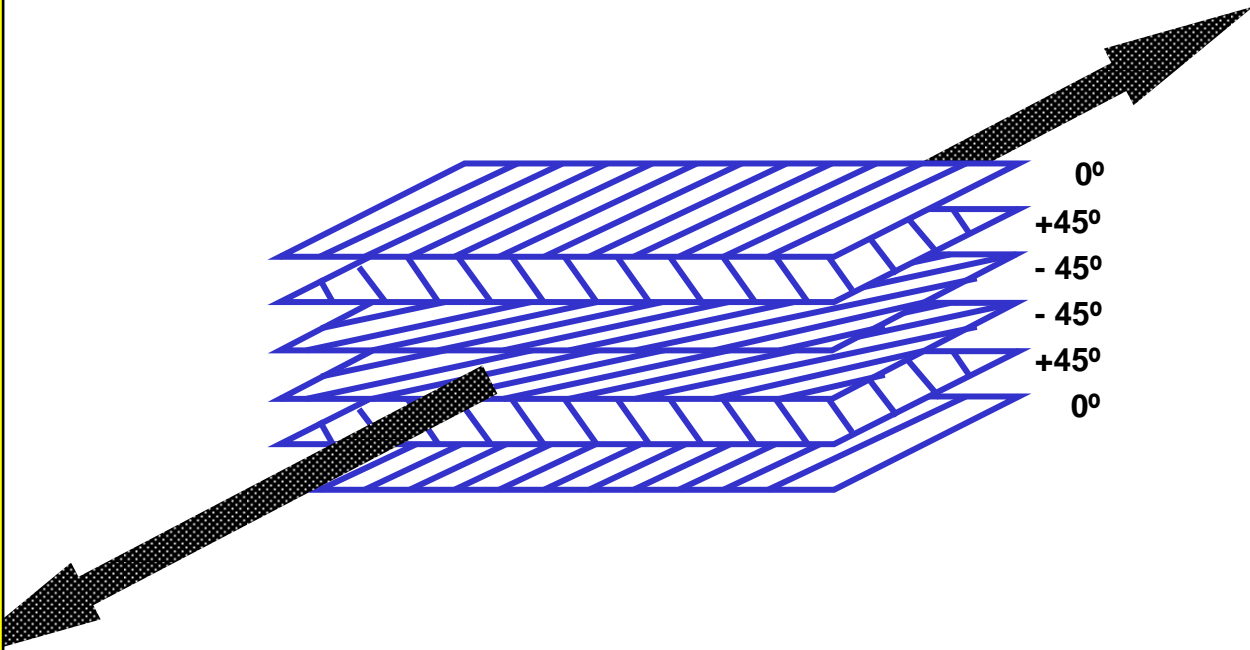


Problema 09_02_02

al compuesto “ortótropo” $(0^\circ \pm 45^\circ)_s$ se somete a tracción en la dirección indicada figura. Determinar, de modo cualitativo, cómo se deforma.



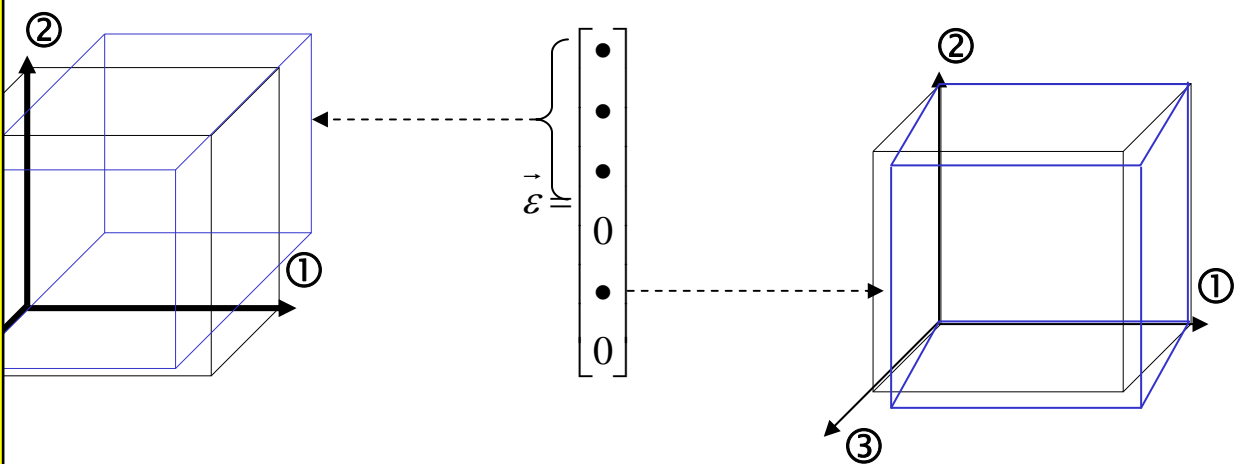
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



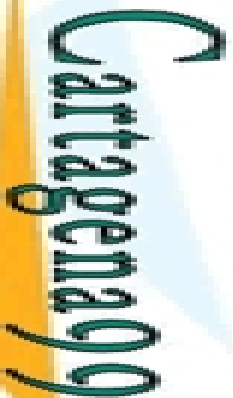
Problema 09_02_02

que la fuerza aplicada, exclusivamente en dirección 3, produce deformaciones normales en las direcciones ①, ② y ③, pero también cortadura en el plano ①③, por tanto $\varepsilon_5 (\equiv \varepsilon_{13})$

ente, la distorsión que sufre en paralelepípedo recto de este material compuesto por superposición de elongación en dirección ③, contracción en direcciones ② y ① (si el coeficiente de Poisson es positiva como en casi todos los materiales) y cortadura en el plano ①③.



El resultado de un esfuerzo de elongación es una distorsión que combina elongación y cortadura (pese a que no se aplica ningún esfuerzo cortante). Este tipo de distorsiones combinadas para una sollicitación de tensión longitudinal o a cortadura) se denomina con frecuencia “*alabeo*”.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Problema 09_02_02

ira de la matriz de complianzas, es evidente que el mismo fenómeno sucederá si es longitudinal se aplica en direcciones ① y ② (primeros dos elementos del vector esfuerzo). En los casos de esfuerzo longitudinal aparece una deformación de cortadura en el plano ①③ (los tres primeros elementos no nulos en la 5ª fila).

también que aplicando esfuerzo de cortadura en el plano ②③ (elemento 4 del vector esfuerzo) se obtiene un vector de deformación con la estructura:

$$\epsilon = \begin{bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bullet \\ \cdot \\ \bullet \end{bmatrix}$$

Este esfuerzo de cortadura produce por tanto una deformación angular no sólo en el plano ②③ sino también en el plano ①②.

Si la deformación se aplica a un esfuerzo de cortadura en el plano ①② (elemento 6 del vector esfuerzo)

Sin embargo, aplicando esfuerzo de cortadura en el plano ①③ (elemento 5 del vector esfuerzo) se obtiene:

$$\epsilon = \begin{bmatrix} \bullet \\ \bullet \\ \bullet \\ \cdot \\ \bullet \\ \cdot \end{bmatrix}$$

Es decir, este esfuerzo de cortadura produce por tanto no sólo deformación angular en el plano ①③ sino también deformaciones longitudinales en las direcciones ①② y ③.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

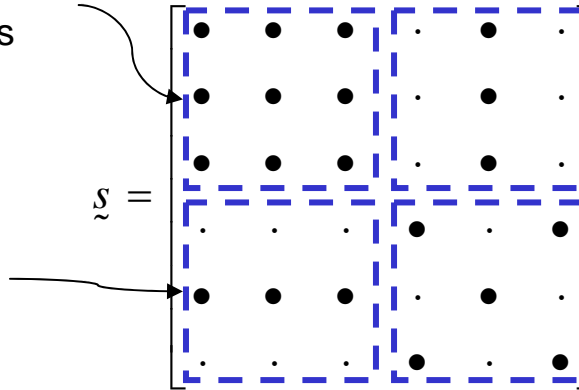


Problema 09_02_02

El acoplamiento mecánico no tiene análogo en los materiales isotrópicos. El acoplamiento entre esfuerzos longitudinales y deformaciones de cortadura, y entre esfuerzos de cortadura y deformaciones longitudinales es debido a la **presencia de elementos no nulos en el subbloque superior derecho (y, por simetría, en el inferior izquierdo) de las matrices de complianza y rigidez**.

acoplamiento entre esfuerzos y deformaciones longitudinales

acoplamiento entre esfuerzos y deformaciones



acoplamiento entre esfuerzos a cortadura y deformaciones longitudinales

acoplamiento entre esfuerzos y deformaciones a cortadura

De las estructuras de las matrices de complianza y rigidez, los materiales cuya estructura cristalina corresponde a los sistemas triclínico, monoclinico, tetragonal (clases 4, 4barra y 4/m) y trigonal presentan este efecto.

Algunos de los materiales compuestos pertenecen a alguna de estas clases, lo que por un lado facilita el diseño con estos materiales pero también permite funcionalidades no accesibles a los materiales isotrópicos.



-
- El significado físico de estas constantes elásticas (complianzas) se obtiene como se describe a continuación.
 - El método es análogo al aplicado en 02_01_02 para el material isótropo y en 09_02_03 para materiales hexagonal y de clases axisimétricas (con un eje de orden infinito).

The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is set against a light blue background that resembles a map of the city of Cartagena, with a yellow and orange arrow-like shape pointing downwards from the left side.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
-- --
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



$$\vec{\epsilon} = \vec{s} \vec{\tau}$$

$$s_{22} \tau_2 + s_{13} \tau_3 + s_{15} \tau_5$$

$$s_{12} \tau_2 + s_{23} \tau_3 + s_{25} \tau_5$$

$$s_{33} \tau_2 + s_{33} \tau_3 + s_{35} \tau_5$$

$$s_{46} \tau_6$$

$$s_{55} \tau_2 + s_{35} \tau_3 + s_{55} \tau_5$$

$$s_{66} \tau_6$$

este producto provienen de

log para el material
(1_02)

deformación angular
en el plano 2-3
debida a esfuerzo
cortante 2-3

deformación
longitudinal 1-1
debida a esfuerzo
long. 1-1

deformación
longitudinal 1-1
debida a esfuerzo
long. 2-2

deformación
longitudinal 1-1
debida a esfuerzo
cortante 1-3

$$\epsilon_1 = \frac{1}{E_1} \tau_1 - \frac{\nu_{21}}{E_2} \tau_2 - \frac{\nu_{31}}{E_3} \tau_3 - \frac{\nu_{51}}{G_5} \tau_5$$

$$\epsilon_2 = \frac{-\nu_{12}}{E_1} \tau_1 + \frac{1}{E_2} \tau_2 - \frac{\nu_{32}}{E_3} \tau_3 - \frac{\nu_{52}}{G_5} \tau_5$$

$$\epsilon_3 = \frac{-\nu_{13}}{E_1} \tau_1 - \frac{\nu_{23}}{E_2} \tau_2 + \frac{1}{E_3} \tau_3 - \frac{\nu_{53}}{G_5} \tau_5$$

$$\epsilon_4 = \frac{1}{G_4} \tau_4 - \frac{\nu_{64}}{G_6} \tau_6$$

$$\epsilon_5 = -\frac{\nu_{15}}{E_1} \tau_1 - \frac{\nu_{25}}{E_2} \tau_2 - \frac{\nu_{35}}{E_3} \tau_3 + \frac{1}{G_5} \tau_5$$

$$\epsilon_6 = -\frac{\nu_{46}}{G_4} \tau_4 + \frac{1}{G_6} \tau_6$$

deformación angular
en el plano 2-3
debida a esfuerzo
cortante 1-2

deformación angular
en el plano 1-3
debida a esfuerzo
long. 3-3

eficientes se hace patente el significado físico de los 13 parámetros que son necesarios
completamente el comportamiento mecánico de este material compuesto:

$$s_{22} = 1/E_2 \quad s_{33} = 1/E_3 \quad s_{12} = -\nu_{21}/E_2 \quad s_{13} = -\nu_{31}/E_3 \quad s_{23} = -\nu_{32}/E_3$$

$$s_{55} = 1/G_5 \quad s_{66} = 1/G_6 \quad s_{15} = -\nu_{51}/G_5 \quad s_{25} = -\nu_{52}/G_5 \quad s_{35} = -\nu_{53}/G_5$$

$$s_{46} = \nu_{64}/G_4$$



Problema 09_02_02

obtienen las expresiones para el resto de las constantes elásticas (7, que no son íntegras) en función de las 13 constantes independientes anteriores:

$$\begin{aligned}
 &= \nu_{21} / E_2 \quad \nu_{13} / E_1 = \nu_{31} / E_3 \quad \nu_{23} / E_2 = \nu_{32} / E_3 \\
 &= \nu_{64} / G_6 \quad \nu_{15} / E_1 = \nu_{51} / G_5 \quad \nu_{25} / E_2 = \nu_{52} / G_5 \quad \nu_{35} / E_3 = \nu_{53} / G_5
 \end{aligned}$$

Algunas constantes elásticas aparecen algunas que no tienen análogas en materiales isotrópicos o que pertenecen a clases más simétricas. Estas constantes son las responsables del acoplamiento entre elongaciones/esfuerzos a cortadura y deformación. Ejemplos representativos:

ν_{causa_efecto}

ν_{51}

ν_{15}

ν_{64}

relación de Poisson que describe el cambio longitudinal (1-1) causado por la deformación de cortadura en el plano 1-3.

relación de Poisson que describe el cambio angular (cortadura en el plano 1-3) causado por la deformación longitudinal (1-1).

relación de Poisson que describe el cambio angular (cortadura) en el plano 2-3 causado por la deformación de cortadura en el plano 1-2.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

