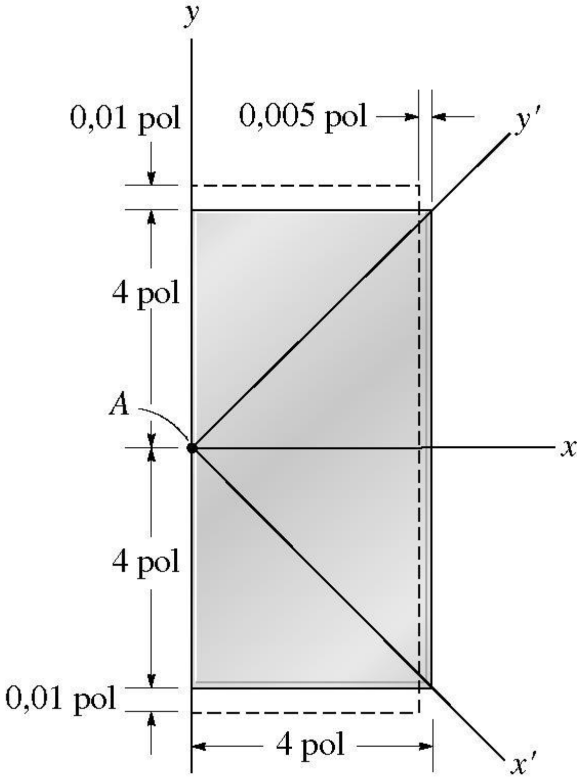
2.15. A chapa retangular está submetida à deformação mostrada pela linha tracejada. Determinar as deformações normais ε_x, ε_y, $\varepsilon_{x'}$, $\varepsilon_{y'}$.



Solução:

$$\varepsilon_x = -\frac{0,005}{4} = -0,00125$$

$$\varepsilon_y = \frac{0,02}{8} = 0,0025$$

Chamando as diagonais de d e d', antes e depois das deformações:

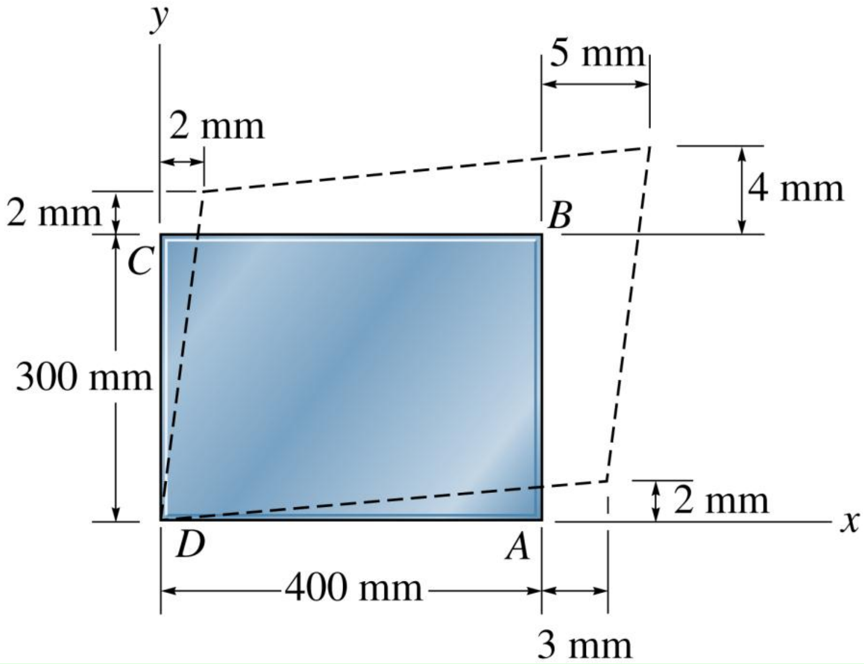
$$d = \sqrt{4^2 + 4^2}$$

$$d' = \sqrt{3,995^2 + 4,01^2}$$

$$\varepsilon_{x'} = \varepsilon_{y'} = \frac{d' - d}{d} = 6,27 \times 10^{-4}$$

Resposta: As deformações normais são: ε_x = **$-1,25\times10^{-3}$**; ε_y = **$2,50\times10^{-3}$**; $\varepsilon_{x'}$= **$6,27\times10^{-4}$** e $\varepsilon_{y'}$ = **$6,27\times10^{-4}$**

2.17. A peça de plástico originalmente é retangular. Determinar a deformação por cisalhamento γ_{xy} nos cantos A e B se o plástico se distorce como mostrado pelas linhas tracejadas.



Solução:

As coordenadas dos pontos (após a deformação) são:

```
A(403,   2)
B(405, 304)
C(  2, 302)
D(  0,   0)
```

$$\vec{r}_{AB} = (405-403)\vec{i} + (304-2)\,\vec{j} \;\Rightarrow\; \vec{r}_{AB} = 2\vec{i} + 302\,\vec{j} \;\Rightarrow \left\|\vec{r}_{AB}\right\| = \sqrt{2^2 + 302^2} = 302{,}007$$

$$\vec{r}_{AD} = (0-403)\,\vec{i} + (0-2)\,\vec{j} \;\Rightarrow \left\|\vec{r}_{AD}\right\| = 403{,}005$$

$$\vec{r}_{AB}.\vec{r}_{AD} = 2\times(-403) + 302\times(-2) = -1410$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{\vec{r}_{AB}.\vec{r}_{AD}}{\left\|\vec{r}_{AB}\right\|\times\left\|\vec{r}_{AD}\right\|}\right) = \arccos\left(\frac{-1410}{302{,}007\times 403{,}005}\right) = 1{,}5823815$$

$$(\gamma_A)_{xy} = \frac{\pi}{2} - \alpha = -0{,}011585158 \text{ rad}$$

$$\vec{r}_{BA} = (403-405)\vec{i} + (2-304)\,\vec{j} \;\Rightarrow \left\|\vec{r}_{BA}\right\| = 302{,}007$$

$$\vec{r}_{BC} = (2-405)\,\vec{i} + (302-304)\,\vec{j} \;\Rightarrow \left\|\vec{r}_{BC}\right\| = 403{,}005$$

$$\vec{r}_{BA}.\vec{r}_{BC} = 1410$$

$$\beta = \arccos\left(\frac{\vec{r}_{BA}.\vec{r}_{BC}}{\left\|\vec{r}_{BA}\right\|\times\left\|\vec{r}_{BC}\right\|}\right) = \arccos\left(\frac{1410}{302{,}007\times 403{,}005}\right) = 1{,}5592112$$

$$(\gamma_B)_{xy} = \frac{\pi}{2} - \beta = 0{,}011585158 \text{ rad}$$

Resposta: As deformações por cisalhamento γ_{xy} nos cantos A e B são **– 0,0116 rad** e **+ 0,0116 rad**, respectivamente.

Lembrando que:

Coordenadas de pontos: .... $A(A_x, A_y)$ e $B(B_x, B_y)$

Vetor posição de A para B: .... $\vec{r}_{AB} = (B_x - A_x)\vec{i} + (B_y - A_y)\vec{j}$

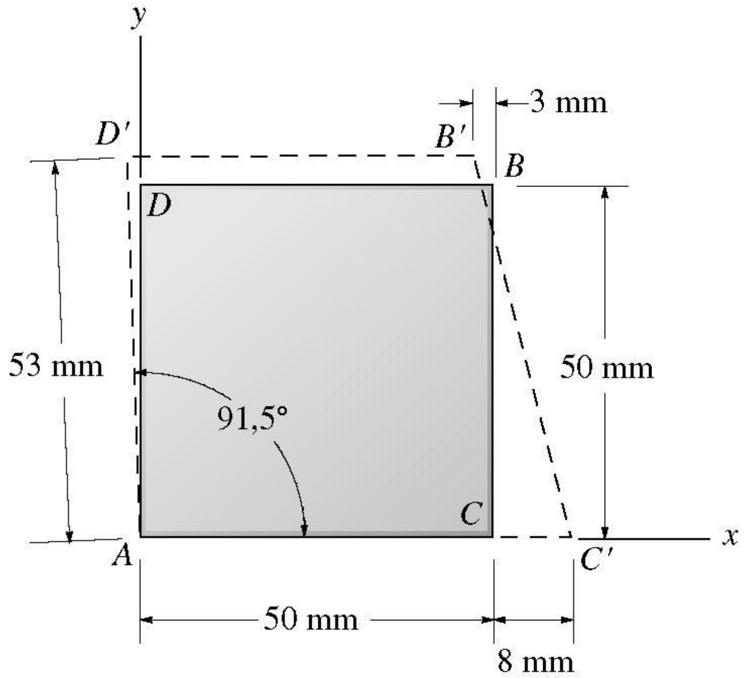
Vetores: .... $\vec{A} = A_x\vec{i} + A_y\vec{j}$ e $\vec{B} = B_x\vec{i} + B_y\vec{j}$

Módulos dos vetores: .... $\|\vec{A}\| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ e $\|\vec{B}\| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$

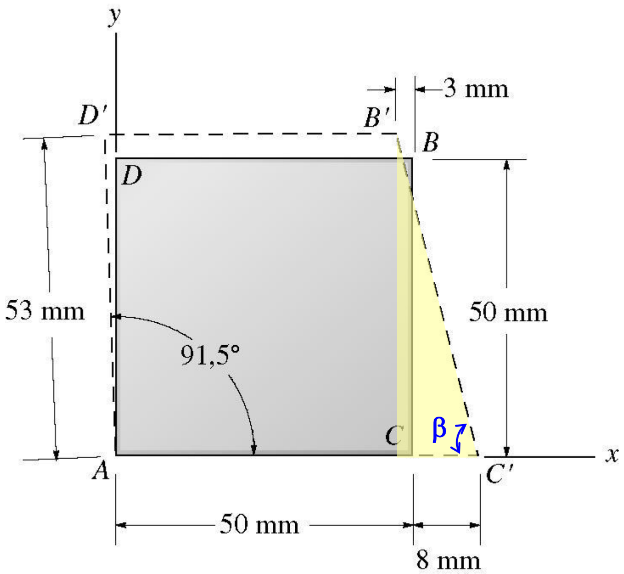
Produto escalar :................................ $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y$

Ângulo entre vetores: .... $\theta = \arccos\left(\dfrac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{\|\vec{A}\| \times \|\vec{B}\|}\right)$

2.24. O quadrado deforma-se, indo para a posição mostrada pelas linhas tracejadas. Determinar a deformação por cisalhamento em cada um dos cantos A e C. O lado DB permanece horizontal.



Solução:



$$(\gamma_A)_{xy} = 90^o - 91{,}5^o = -1{,}5^o = -1{,}5^o \times \frac{\pi}{180} = -0{,}026179939 \text{ rad}$$

Como a altura do ponto $D' = 53\cos(1{,}5^o)$, então:

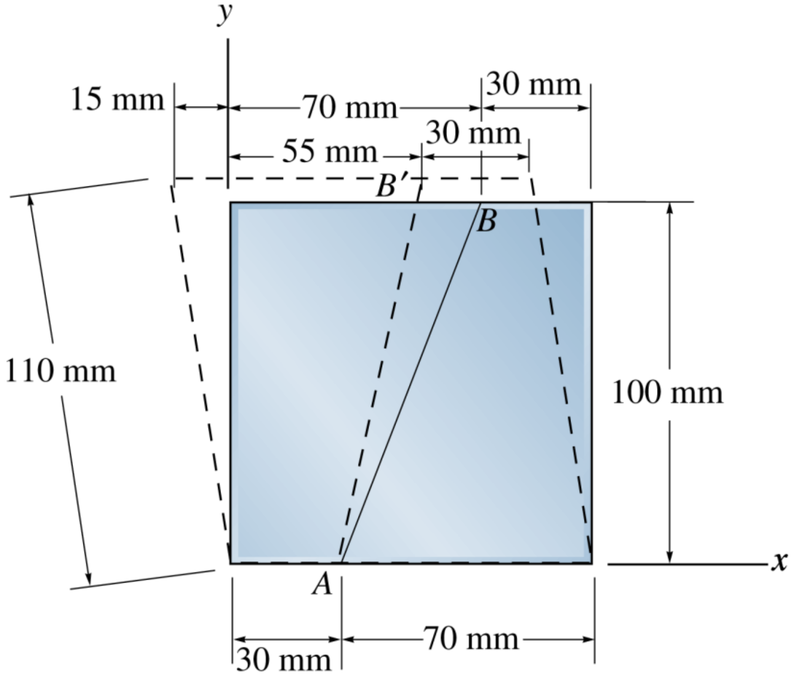
$$\text{tg}(\beta) = \frac{53\cos(1{,}5^o)}{8+3} \Rightarrow \beta = \text{arc tg}\left(\frac{53\cos(1{,}5^o)}{11}\right) = 1{,}36608631042 \text{ rad}$$

Assim:

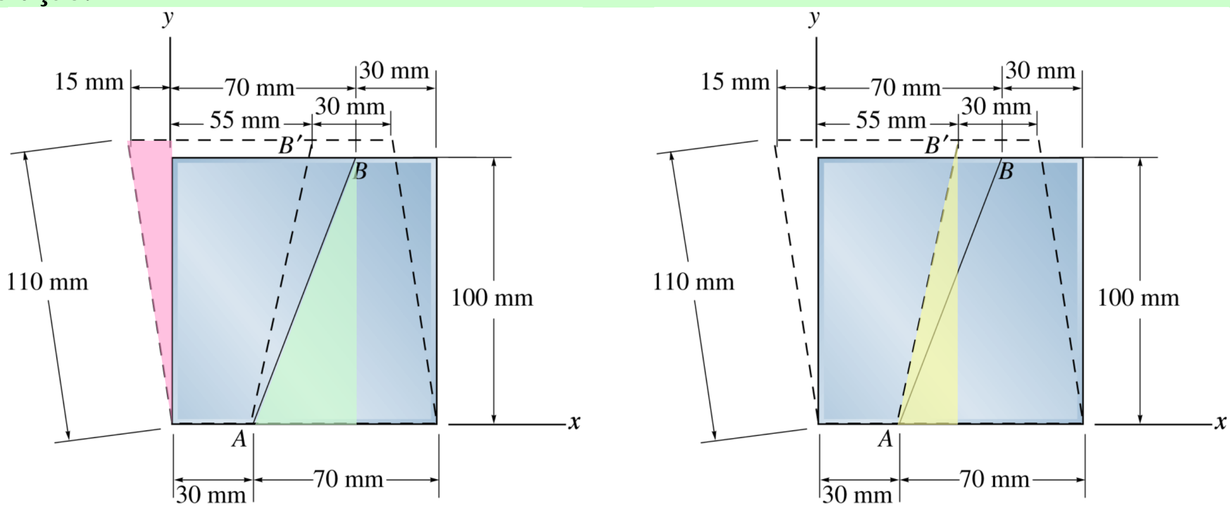
$$(\gamma_C)_{xy} = \frac{\pi}{2} - \beta = 0{,}20471002 \text{ rad}$$

Resposta: As deformações por cisalhamento γ_{xy} nos cantos A e C são **–0,0262 rad** e **+0,205 rad**, respectivamente.

2.25. O bloco é deformado, indo para a posição mostrada pelas linhas tracejadas. Determinar a deformação normal média ao longo da reta AB.



Solução:



Comprimento inicial de AB (calculado pelo triângulo retângulo verde):

$$L_{ABi} = \sqrt{40^2 + 100^2} = 107{,}7033 \text{ mm}$$

A altura de B' (calculado pelo triângulo retângulo rosa):

$$B'^2 = 110^2 - 15^2$$

Assim o comprimento final AB' é (calculado pelo triângulo retângulo amarelo):

$$L_{ABf} = \sqrt{25^2 + B'^2} = \sqrt{25^2 + 110^2 - 15^2} = 111{,}8034 \text{ mm}$$

Portanto a deformação média de AB é:

$$\varepsilon = \frac{L_{ABf} - L_{ABi}}{L_{ABi}} = \frac{111{,}8034 - 107{,}7033}{L_{ABi}} = 0{,}038068498$$

Resposta: A deformação normal média ao longo da reta AB é de **0,0381 mm/mm**.