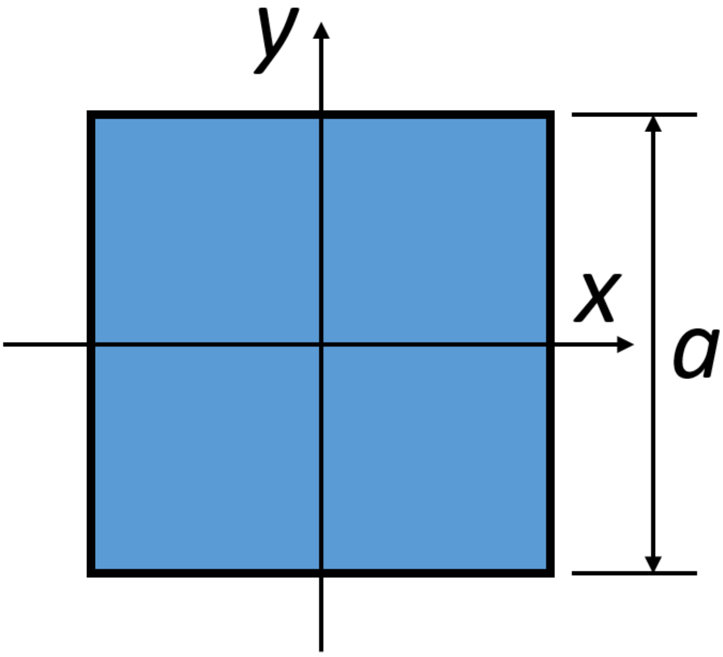
1 Példa 1.13

Tiszta hajlítással terhelt tartó keresztmetszete a oldalhosszúságú négyzet, a hajlítás tengelye az x-tengely. Hány százalékkal nő a maximális feszültség a keresztmetszetben, ha 45°-kal elforgatjuk a keresztmetszetet?



2 Megoldás

A megoldás során szükségünk van a `sympy` modulra. Ez egy tipikusan olyan feladat, amit csak szimbolikusan tudunk kezelni, mert nincsenek megadva konkrét értékek.

In [1]:

```
import sympy as sp #betöltjük a sympy modult
a, Mh = sp.symbols("a, M_{\mathrm{h}}") #létrehozzuk szimbólumokat
```

executed in 274ms, finished 14:16:50 2020-02-21

A válaszhoz szükségünk lesz a keresztmetszeti tényezőkre. Ha e_x-el jelöljük a szélső szál távolságát az x tengelytől, akkor:

$$K_x = \frac{I_x}{e_x}.$$

2.0.1 a) eset: nem elforgatott négyzet

$$I_x^{(a)} = \frac{a^4}{12},$$

$$e_x^{(a)} = \frac{a}{2},$$

$$K_x^{(a)} = \frac{I_x^{(a)}}{e^{(a)}},$$

$$\sigma_{z,\max}^{(a)} = \frac{M_\mathrm{h}}{K_x^{(a)}}.$$

In [2]:

```
Ix_a = a**4/12
e_xa = a/2

K_xa = Ix_a/e_xa

σ_max_a = Mh/K_xa
σ_max_a
```

executed in 259ms, finished 14:16:50 2020-02-21

Out[2]:

$$\frac{6M_\mathrm{h}}{a^3}$$

2.0.2 b) eset: 45°-al elforgatott négyzet.

A négyzet keresztmetszet gömbszimmetrikus tulajdonsága miatt ($I_x = I_y = I_1 = I_2$) a másodrendű nyomaték nem változik:

$$I_x^{(b)} = \frac{a^4}{12},$$

$$e_x^{(b)} = \frac{a\sqrt{2}}{2},$$

$$K_x^{(b)} = \frac{I_x^{(b)}}{e^{(b)}},$$

$$\sigma_{z,\max}^{(b)} = \frac{M_\mathrm{h}}{K^{(b)}}.$$

In [3]:

```
Ix_b = a**4/12
e_xb = sp.sqrt(2)*a/2

K_xb = Ix_b/e_xb

σ_max_b = Mh/K_xb
σ_max_b
```

executed in 7ms, finished 14:16:50 2020-02-21

Out[3]:

$$\frac{6\sqrt{2}M_\mathrm{h}}{a^3}$$

2.0.3 Eredmények összehasonlítása

A maximális feszültségek hányadosa:

In [4]:

```
σ_max_b/σ_max_a
```

executed in 20ms, finished 14:16:50 2020-02-21

Out[4]:

$$\sqrt{2}$$

Változás aránya az eredeti feszültséghez képest:

In [5]:

```
valtozas = (σ_max_b - σ_max_a)/σ_max_a #a változás aránya az eredeti értékhez k
valtozas #"nyers" kifejezés
```

executed in 21ms, finished 14:16:50 2020-02-21

Out[5]:

$$\frac{a^{3}\left(-\frac{6M_{\mathrm{h}}}{a^{3}}+\frac{6\sqrt{2}M_{\mathrm{h}}}{a^{3}}\right)}{6M_{\mathrm{h}}}$$

A kapott eredmény helyes, de több egyszerűsítés is elvégezhető lenne rajta. Ezt a `simplify()` utasítással érhetjük el.

In [6]:

```
valtozas = valtozas.simplify() # felülírva az eredet 'valtozas' változót
valtozas
```

executed in 71ms, finished 14:16:50 2020-02-21

Out[6]:

$$-1+\sqrt{2}$$

Százalékban, numerikusan kifejezve:

In [7]:

```
szazalek = valtozas*100
szazalek.evalf(5) #% - 5 értékes jegyre
```

executed in 6ms, finished 14:16:50 2020-02-21

Out[7]:

$$41.421$$