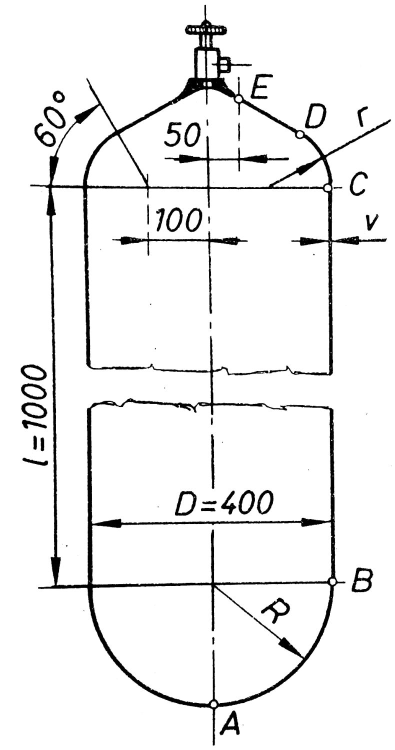
1 Példa 8.1

Számítsuk ki, hogy mekkora feszültségek ébrednek a membrán elmélet alkalmazásakor az alábbi $\upsilon = 5\,\mathrm{mm}$ falvastagságú tartály falában a jellegzetes helyeken! Adjunk becslést a hengeres rész hossz- és átmérőváltozására is. Adatok: $p = 20\,\mathrm{bar}$, $E = 200\,\mathrm{GPa}$, $\nu = 0{,}3$.



2 Megoldás

Betöltjük a `sympy` modult. Definiáljuk a szimbólumokat. Az adatok könnyebb behelyettesítésének érdekében készítünk egy listát. Számoljunk SI alapegységekben!

In [1]:

```
import sympy as sp
sp.init_printing()

p, E, υ, ν, ϱ_t, ϱ_m = sp.symbols("p, E, υ, ν, ϱ_t, ϱ_m") #ne keverjük össze v-t

p_adat = 20*1e5 #Pa
E_adat = 200*1e9 #Pa
υ_adat = 5*1e-3 #m
ν_adat = 0.3 #-

adatok = [(p,p_adat),(E,E_adat),(υ,υ_adat),(ν,ν_adat)]
```

executed in 820ms, finished 14:31:01 2020-05-08

A meridián és tangenciális feszültségek képlete:

$$\sigma_m = \frac{p\varrho_t}{2\upsilon},$$

$$\sigma_t = \sigma_m \left(2 - \frac{\varrho_t}{\varrho_m} \right),$$

ahol ϱ_t és ϱ_m a megfelalő görbületi sugarak az adott pontban.

In [2]:

```
σ_m = p*ϱ_t/2/v
σ_t = σ_m*(2-ϱ_t/ϱ_m)
```

executed in 5ms, finished 14:31:01 2020-05-08

A feladat későbbi részeiben gyakran kell majd behelyettesítenünk ezekbe a kifejezésekbe, ezért mentsük el külön változóban azt, ahol a globális adatok (p, E, υ, ν) már be vannak helyettesítve.

In [3]:

```
σm_adatok = σ_m.subs(adatok)
σt_adatok = σ_t.subs(adatok)
```

executed in 16ms, finished 14:31:01 2020-05-08

Mivel sokszor kell megcsinálnunk a sugarak behelyettesítéseit, írjunk egy függvényt, ami a két sugár ismeretében kiírja a feszültségeket! Hogy utána könnyebb legyen értelmezni az eredményeket, adjuk meg a függvénynek a pont "nevét" is.

In [4]:

```
def feszP(ϱtP,ϱmP,nev):
    #A ϱ_t és ϱ_m már általunk használt szimbólumok, ezért ne használjuk őket a
    #változóinak jelölésére!

    #az eredményeket váltsuk vissza MPa-ra
    σtP = (σt_adatok.subs([(ϱ_t,ϱtP),(ϱ_m,ϱmP)])/1e6).evalf(5)
    σmP = (σm_adatok.subs([(ϱ_t,ϱtP),(ϱ_m,ϱmP)])/1e6).evalf(5)
    print("A tangenciális és meridián feszültség a(z)", nev,"pontban: [MPa]") #
    display(σtP,σmP) #a 'display' szebben írja ki a számokat
```

executed in 11ms, finished 14:31:01 2020-05-08

Szükségünk lesz a különböző pontokban ϱ_t és ϱ_m értékére. Erre sajnos nem használhatjuk a `sympy` -t, a geometria alapján nekünk kell megadni őket. (Figyeljünk arra, hogy mivel SI alapegységekben számolunk, ezt is m-ben kell megadni!)

AB gömbsüveg:

$$\varrho_{1t}^{A} = \varrho_{1t}^{B} = \varrho_{1m}^{A} = \varrho_{2m}^{B} = 0,2\,\mathrm{m}.$$

In [5]:

```
ϱt1A = 0.2
ϱt1B = 0.2
ϱm1A = 0.2
ϱm1B = 0.2
feszP(ϱt1A,ϱm1A,"A")
feszP(ϱt1B,ϱm1B,"B")
```

executed in 1.64s, finished 14:31:02 2020-05-08

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) A pontban: [MPa]
```

40.0

40.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) B pontban: [MPa]
```

40.0

40.0

BC henger:

$$\varrho_{2t}^{B} = \varrho_{2t}^{C} = 0{,}2\,\mathrm{m},$$

$$\varrho_{2m}^{B} = \varrho_{2m}^{C} = \infty.$$

A `sympy` -ban a ∞-t `sp.oo` -ként adhatjuk meg. (Persze akkor, ha a kód legelején `sp` -ként importáltuk.)

In [6]:

```
ϱt2B = 0.2
ϱt2C = 0.2
ϱm2B = sp.oo
ϱm2C = sp.oo
feszP(ϱt2B,ϱm2B,"B")
feszP(ϱt2C,ϱm2C,"C")
```

executed in 1.76s, finished 14:31:04 2020-05-08

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) B pontban: [MPa]
```

80.0

40.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) C pontban: [MPa]
```

80.0

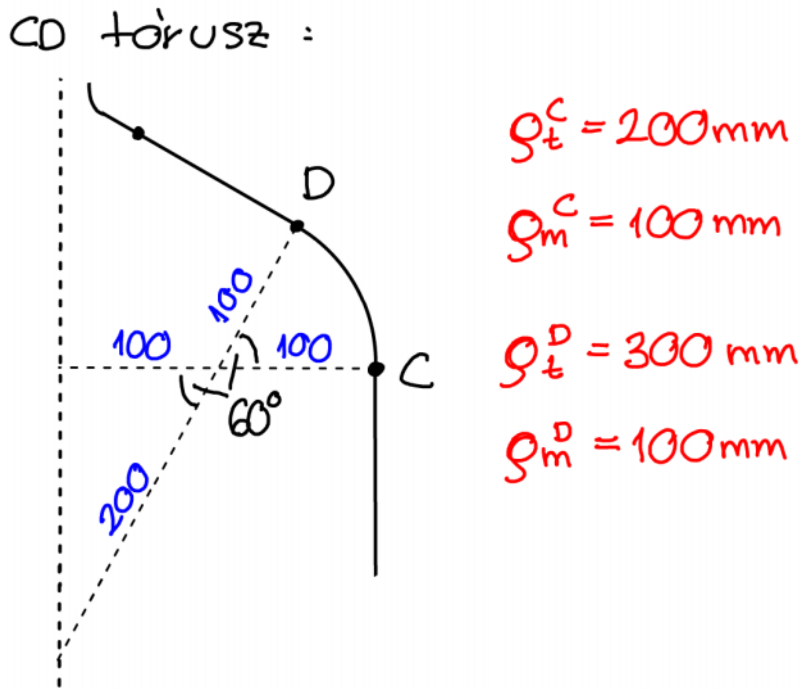
40.0

CD tórusz:

$$\varrho_{3t}^{C} = 0{,}2\,\mathrm{m},$$

$$\varrho_{3t}^{D} = 0{,}3\,\mathrm{m},$$

$$\varrho_{3m}^{C} = \varrho_{3m}^{D} = 0{,}1\,\mathrm{m}.$$



In [7]:

```
ϱt3C = 0.2
ϱt3D = 0.3
ϱm3C = 0.1
ϱm3D = 0.1
feszP(ϱt3C,ϱm3C,"C")
feszP(ϱt3D,ϱm3D,"D")
```

executed in 1.73s, finished 14:31:06 2020-05-08

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) C pontban: [MPa]
```

0

40.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) D pontban: [MPa]
```

-60.0

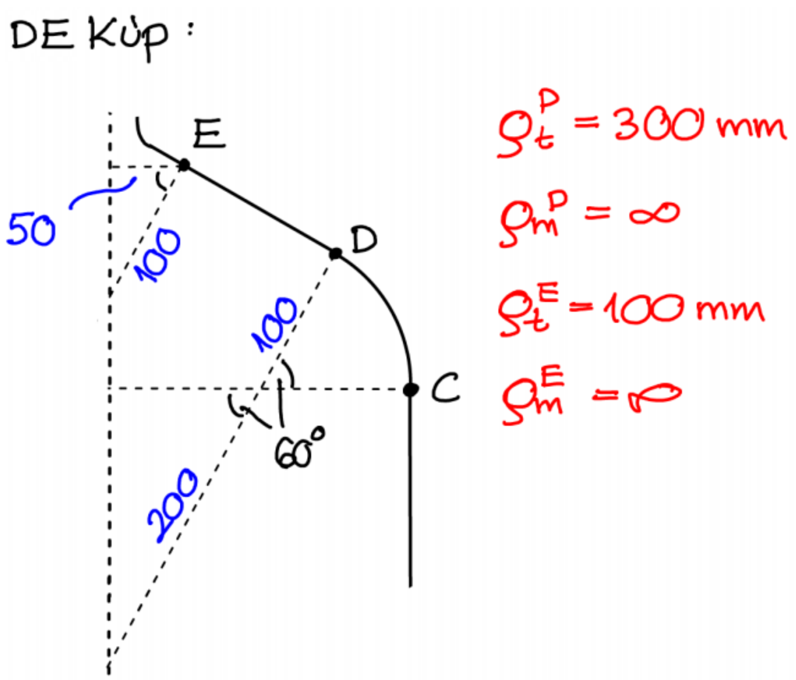
60.0

DE kúp:

$$\varrho_{4t}^{D} = 0{,}3\,\mathrm{m},$$

$$\varrho_{4t}^{E} = 0{,}1\,\mathrm{m},$$

$$\varrho_{4m}^{D} = \varrho_{4m}^{E} = \infty.$$



In [8]:

```
ϱt4D = 0.3
ϱt4E = 0.1
ϱm4D = sp.oo
ϱm4E = sp.oo
feszP(ϱt4D,ϱm4D,"D")
feszP(ϱt4E,ϱm4E,"E")
```

executed in 1.80s, finished 14:31:07 2020-05-08

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) D pontban: [MPa]
```

120.0

60.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) E pontban: [MPa]
```

40.0

20.0

2.0.1 Összefoglalva

In [9]:

```
ϱts=[ϱt1A,ϱt1B,ϱt2B,ϱt2C,ϱt3C,ϱt3D,ϱt4D,ϱt4E]
ϱms=[ϱm1A,ϱm1B,ϱm2B,ϱm2C,ϱm3C,ϱm3D,ϱm4D,ϱm4E]
nevek=['A','B','B','C','C','D','D','E']

[feszP(ϱt,ϱm,nev) for ϱt,ϱm,nev in zip(ϱts,ϱms,nevek)]; # szép, tömör Python sti
      # == [feszP(ϱts[i],ϱms[i],nevek[i]) for i in range(len(ϱts))];
```

executed in 7.47s, finished 14:31:15 2020-05-08

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) A pontban: [MPa]
```

40.0

40.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) B pontban: [MPa]
```

40.0

40.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) B pontban: [MPa]
```

80.0

40.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) C pontban: [MPa]
```

80.0

40.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) C pontban: [MPa]
```

0

40.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) D pontban: [MPa]
```

-60.0

60.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) D pontban: [MPa]
```

120.0

60.0

```
A tangenciális és meridián feszültség a(z) E pontban: [MPa]
```

40.0

20.0