

**COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE**  
**ESAME DEL 21/07/2016**

**Esercizio 1**

E' dato il recipiente cilindrico in acciaio mostrato in Fig. 1.1, formato da due camere chiuse, delle quali la superiore è riempita di liquido di densità  $\rho_0$ , mentre quella inferiore contiene un gas alla pressione  $p_0$ . Si calcolino, trascurando gli effetti locali:

1. le caratteristiche generalizzate di tensione agenti sui corpi cilindrici della due camere
2. lo spessore minimo richiesto per i corpi cilindrici delle due camere
3. la variazione di diametro della camera inferiore a metà della sua altezza con lo spessore minimo calcolato al punto 2

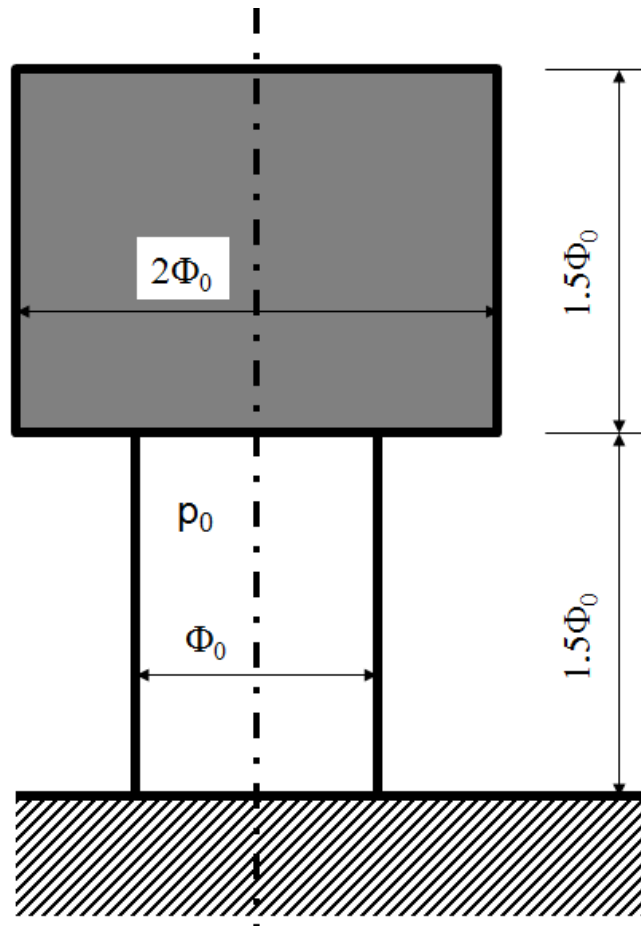


Fig. 1.1

$$\Phi_0 := 2 \cdot \text{m}$$

$$p_0 := 0.5 \cdot \text{bar}$$

$$\rho_0 := 5000 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$E_0 := 210000 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{\text{amm}0} := 500 \cdot \text{MPa}$$

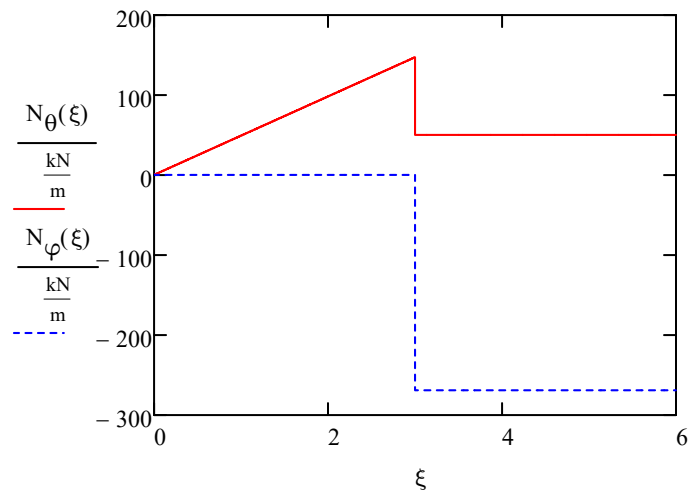
$$\nu := 0.3$$

### Quesito 1

$$N_{\varphi}(\xi) := \begin{cases} 0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} & \text{if } 0 \leq \xi \leq 1.5 \cdot \Phi_0 \\ \frac{p_0 \cdot \Phi_0}{4} - 1.5 \cdot \Phi_0^2 \cdot \rho_0 \cdot g & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$N_{\theta}(\xi) := \begin{cases} \frac{\rho_0 \cdot g \cdot \xi \cdot \Phi_0}{2} & \text{if } 0 \leq \xi \leq 1.5 \cdot \Phi_0 \\ \frac{p_0 \cdot \Phi_0}{2} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\xi := 0 \cdot \text{mm}, 1 \cdot \text{mm} \dots 3 \cdot \Phi_0$$



**Quesito 2**

$$h_{\min\_sup} := \frac{N_{\theta}(1.5 \cdot \Phi_0)}{\sigma_{amm0}} = 0.294 \cdot \text{mm}$$

$$h_{\min\_inf} := \frac{|N_{\theta}(2 \cdot \Phi_0) - N_{\varphi}(2 \cdot \Phi_0)|}{\sigma_{amm0}} = 0.638 \cdot \text{mm}$$

**Quesito 3**

$$\Delta\Phi := \frac{N_{\theta}(2.25 \cdot \Phi_0) - \nu \cdot N_{\varphi}(2.25 \cdot \Phi_0)}{h_{\min\_inf} \cdot E_0} \cdot \Phi_0 = 1.951 \times 10^{-3} \text{ m}$$

## Esercizio 2

I fondi del recipiente mostrato in Fig. 2.1 sono collegati al corpo cilindrico tramite flange con bulloni e formano con quest'ultimo un unico vano interno.

Calcolare, trascurando il peso proprio del recipiente:

1. Il diametro minimo dei bulloni richiesto per avere una pressione media di contatto sulla superficie di accoppiamento delle flange pari a  $p_{c1}$
2. Il valore della pressione di contatto media tra le flange nel caso agisca una pressione interna al recipiente pari a  $p_{i1}$

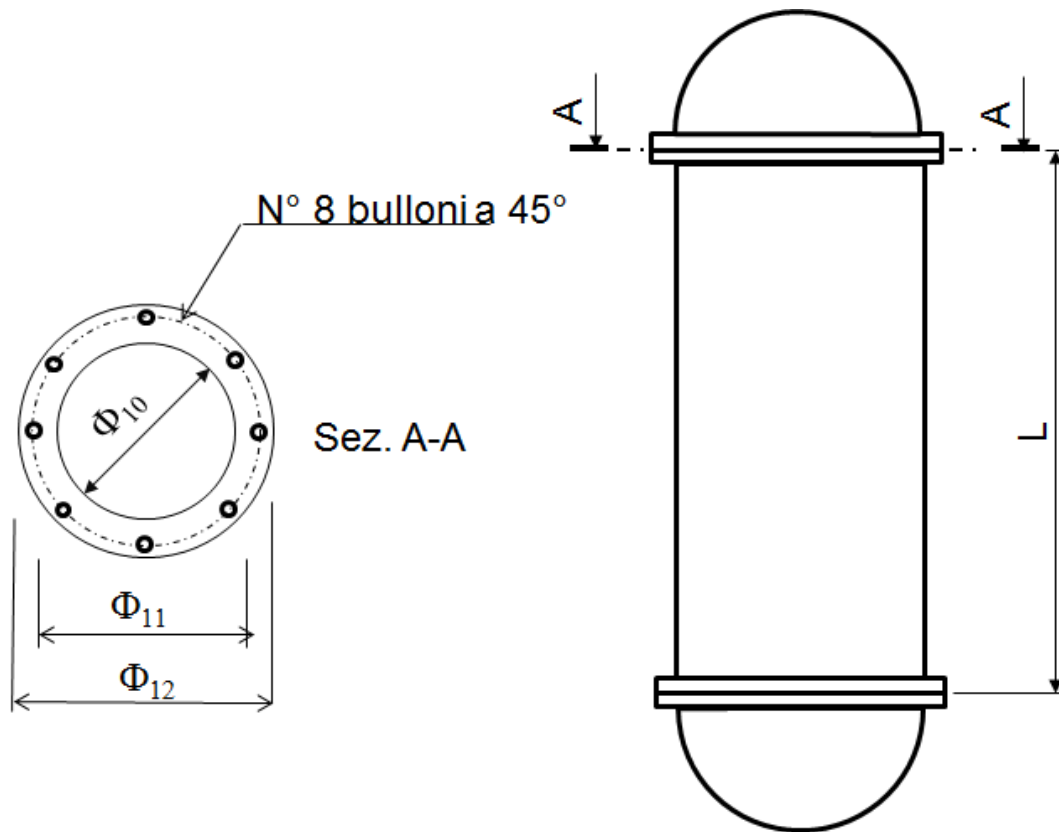


Fig. 2.1

$$\Phi_{10} := 825 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi_{11} := 850 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi_{12} := 875 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{amm}_b} := 900 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{c1} := 10 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{i1} := 5 \cdot \text{bar}$$

**Quesito 1**

$$N_{\text{ric}} := \frac{p_{c1} \cdot \pi \cdot (\Phi_{12}^2 - \Phi_{10}^2)}{4.8} = 83.449 \cdot \text{kN}$$

$$\phi_{\text{min}_b} := \sqrt{\frac{4 \cdot N_{\text{ric}}}{\pi \cdot \sigma_{\text{amm}_b}}} = 10.865 \cdot \text{mm}$$

**Quesito 2**

$$p_{\text{cres}} := p_{c1} - \frac{p_{i1} \cdot \Phi_{10}^2}{\Phi_{12}^2 - \Phi_{10}^2} = 5.996 \cdot \text{MPa}$$

### Esercizio 3

La trave orizzontale in acciaio di sezione uniforme mostrata in Fig. 3.1, di massa complessiva  $M_2$ , è sostenuta da una barra verticale incernierata di sezione circolare.

Sapendo che la barra è soggetta a fenomeni di creep e trascurando il peso proprio della barra stessa, calcolare:

1. il tempo occorrente affinché l'estremità sinistra della barra entri in contatto con il vincolo sottostante, recuperando il "gap" iniziale  $\delta_2$
2. la tensione nella barra  $t_{h2}$  ore dopo l'istante in cui entra in contatto col vincolo

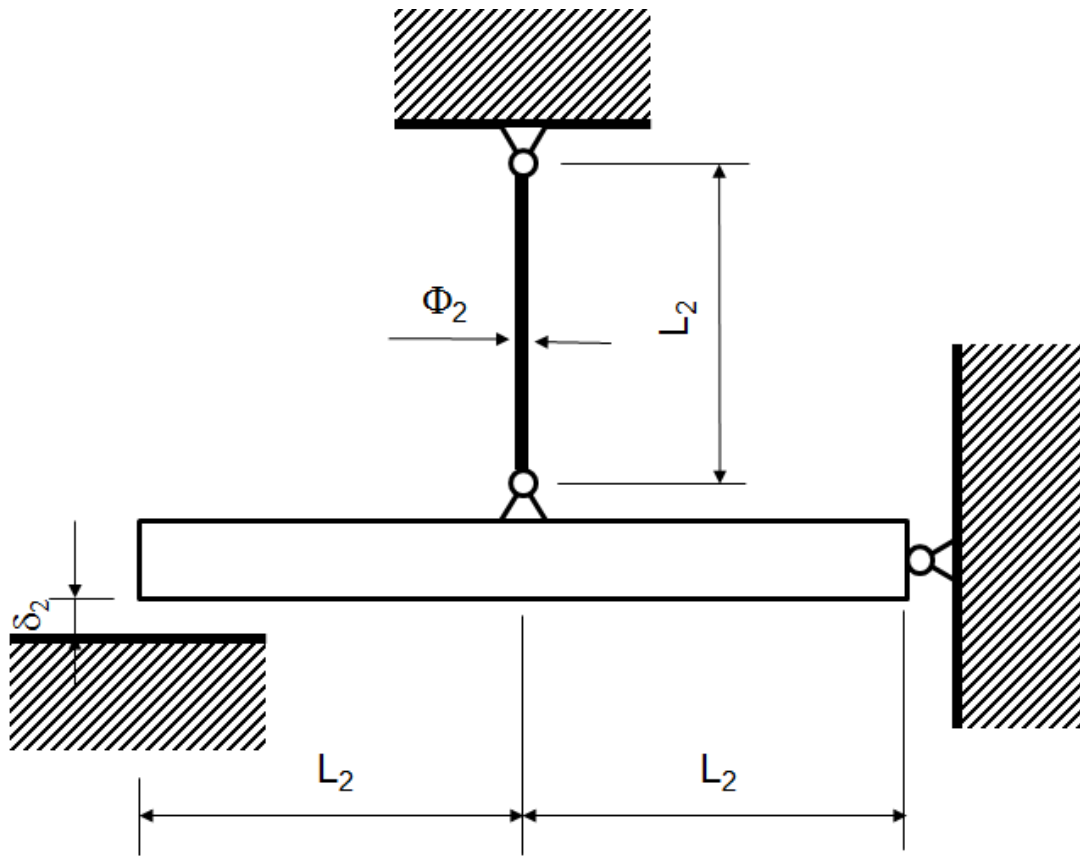


Fig. 3.1

$$\Phi_2 := 0.005 \cdot \text{m} \quad L_2 := 2 \cdot \text{m} \quad M_2 := 400 \cdot \text{kg} \quad \delta_2 := 3 \cdot \text{mm} \quad t_{h2} := 10000 \cdot \text{hr}$$

Dati materiale barra

$$E_2 := 15000 \cdot \text{MPa}$$

$$B_2 := 5.078 \cdot 10^{-20} \cdot \frac{1}{\text{s}}$$

$$n_2 := 4$$

Coefficienti legge di Norton  
(tensioni in MPa, velocità  
creep s-1)

### Quesito 1

$$\sigma_{20} := \frac{M_2 \cdot g}{\left( \frac{\pi \cdot \Phi_2^2}{4} \right)} = 199.779 \cdot \text{MPa}$$

$$\varepsilon_p := B_2 \cdot \left( \frac{\sigma_{20}}{\text{MPa}} \right)^{n_2} = 8.089 \times 10^{-11} \frac{1}{\text{s}}$$

$$t_c := \frac{\delta_2}{2 \cdot L_2 \varepsilon_p} = 2.576 \times 10^3 \cdot \text{hr}$$

### Quesito 2

$$\sigma_{th} := \left[ \left( \frac{\sigma_{20}}{1 \cdot \text{MPa}} \right)^{1-n_2} + (n_2 - 1) \cdot B_2 \cdot \left( \frac{E_2}{1 \cdot \text{MPa}} \right) \cdot \left( \frac{t_{h2}}{\text{s}} \right) \cdot \text{s} \right]^{\frac{1}{1-n_2}} \cdot \text{MPa} = 168.864 \cdot \text{MPa}$$