UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CdL in ING. CIVILE; CdL ING. CIVILE–AMBIENTALE
CdL in INGEGNERIA MECCANICA

Prova scritta di Idraulica, Idraulica I e Meccanica dei Fluidi del 9/10/2010

Nome		***Note del candidato***
Cognome		
Matricola		
Data prova orale ***(E' comunque necessario iscriversi in rete)***		

Es. 1

Un recipiente cilindrico stagno a base circolare di raggio r è chiuso superiormente da una superficie conica. L'altezza del cono è h. Fino a metà di tale altezza il cilindro è internamente riempito da acqua, mentre la restante parte è riempita da aria, mantenuta a pressione (relativa) costante pari a p_0. Il cono è internamente riempito da acqua. Si richiede di determinare la risultante delle azioni idrostatiche sulla superficie del cono (modulo, direzione, verso, retta di applicazione).

<u>*Dati numerici*</u>: $r = 1\,m; \quad h = 1.60\,m; \quad p_0 = 0.25\,bar$

Es. 2

Un serbatoio alimenta, mediante una pompa centrifuga, una condotta ad di diametro D, munita di un venturimetro, di diametro minimo D_2, collegato ad un trasduttore di pressione (lettura Δp). Alla condotta è flangiato un pezzo speciale **AB** a doppia curvatura (curva di 90° e poi di 30°); a tale pezzo è a sua volta flangiato un bocchello ben sagomato di diametro terminale d. La geometria del sistema è nota (vedi figura). Si richiede di determinare: *a)* la portata defluente nell'impianto; *b)* la prevalenza della pompa; *c)* la spinta dinamica sul pezzo speciale **AB**.

<u>*Dati numeric i*</u>*:*

$$D = 100\,mm; \quad D_2 = 50\,mm; \quad d = 35\,mm; \quad \Delta p = 0.12\,bar; \quad h_0 = 3\,m;$$

$$R = 350\,mm; \quad a = \frac{3}{2}R; \quad b = 100\,mm; \quad \alpha = 30°$$

Es. 3

Un serbatoio a quota nota z_S alimenta, mediante una condotta di caratteristiche note, una maglia di 5 lati e 4 nodi (si veda figura). Sono note le caratteristiche di resistenza delle condotte r_k, essendo $r_k = \dfrac{8\lambda_k L_k}{g\pi^2 D_k^5}$ (con λ coefficiente di resistenza distribuita, L lunghezza della condotta, g accelerazione di gravità, D diametro della condotta) e la portata erogata dai nodi B, C, D.
Si richiede di calcolare le portate in tutti i rami della rete.
[Suggerimento: scegliere la soluzione che dà luogo ai versi di percorrenza dei lati in figura]

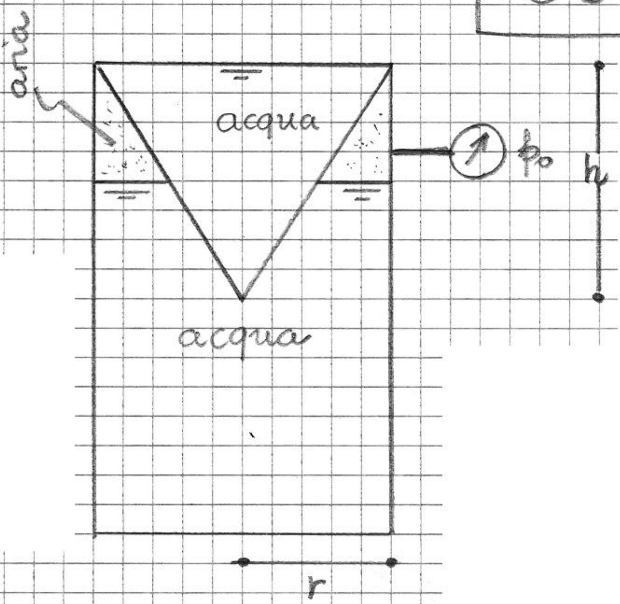
<u>*Dati numerici*</u>*:*

$$r_k = \frac{8\lambda_k L_k}{g\pi^2 D_k^5} = 2 \cdot 10^5\ m^{-5}s^2 \quad \forall k = 1, 2, \ldots, 6\ ;$$

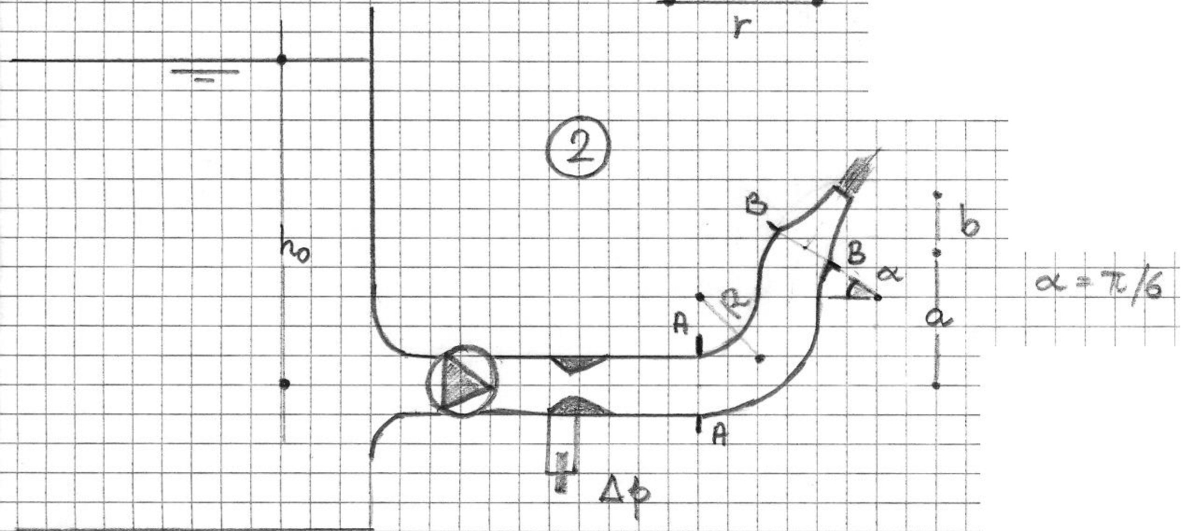
$$Q_B = Q_C = 5\,l/s; \quad Q_D = 10\,l/s$$

09-06-2010

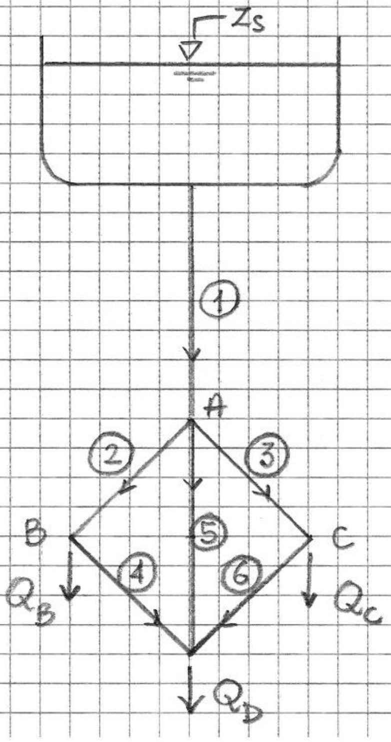
1



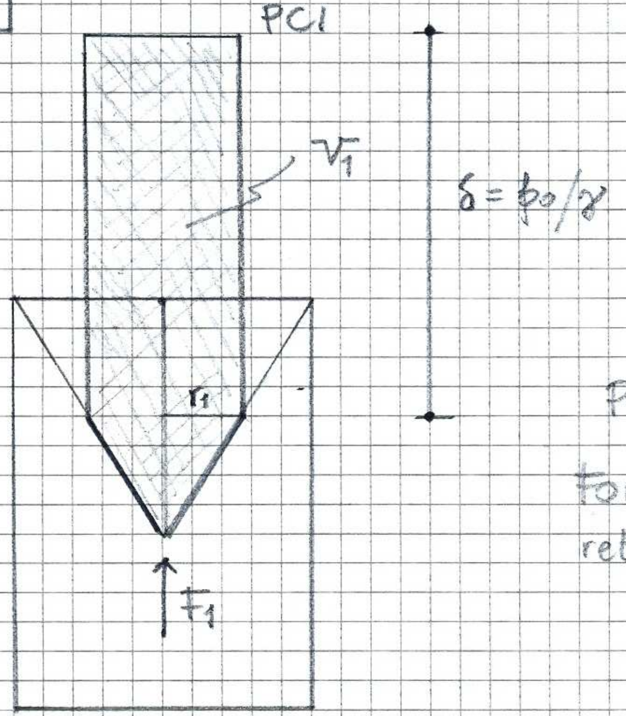
2



3



9·6·2010



Per assialsimmetria:
forze verticali con retta d'azione sull'asse.

$\delta = p_0/\gamma = 2.55\,m$ altezza del PCI

$$\frac{r_1}{r} = \frac{h/2}{h} \Rightarrow r_1 = r/2$$

ACQUA

$$(\uparrow)\ F_1 = \gamma V_1 = \gamma \left[(\pi r_1^2) \frac{h}{2} \cdot \frac{1}{3} + (\pi r_1^2) \cdot \delta \right]$$

$$F_1 = (\pi r_1^2) \left[\gamma \frac{h}{6} + p_0 \right] = 21.7\ kN$$

$$(\downarrow)\ F_2 = \gamma \underbrace{V_c}_{\text{vol. cono}} = \gamma \frac{(\pi r^2) h}{3} = 16.4\ kN$$

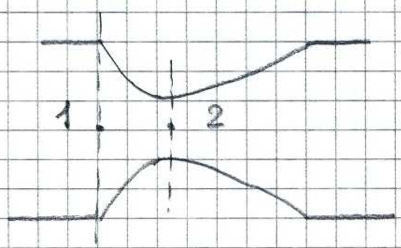
GAS

$$(\uparrow)\ F_g = p_0 \left[\pi \left(r^2 - \frac{r^2}{4} \right) \right] = \frac{3}{4} \pi r^2 \cdot p_0 = 58.9\ kN$$

TOT

$$(\uparrow)\ F_{TOT} = F_1 + F_g - F_2 = 64.2\ kN$$

retta d'azione: asse del cilindro / cono



$$\Omega_1 = \Omega = \frac{\pi}{4} D^4$$

$$\Omega_2 = \frac{\pi}{4} D_2^2$$

Venturimetro: $\cancel{z_1} + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega_1^2} = \cancel{z_2} + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega_2^2}$

$$(p_1 - p_2) = \Delta p = \rho \frac{Q^2}{2\Omega_2^2}\left(1 - \left(\frac{\Omega_2}{\Omega_1}\right)^2\right)$$

$$Q = \Omega_2 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \frac{1}{\sqrt{1-(D_2/D_1)^4}}$$

$$Q = 9.93 \ l/s$$

sez contratta

serbatoio

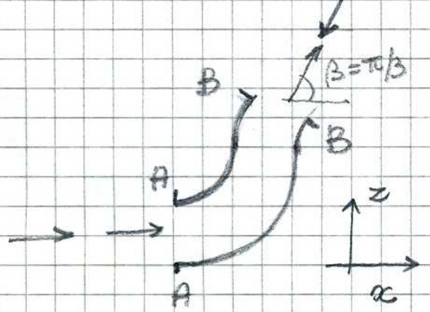
$$\Delta H = H_c - H_s = a + b + \frac{Q^2}{2g\omega^2} - h_0 = 3.06 \ m$$

TdB A − C (B − C)

$$z_A + \frac{p_A}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega^2} + z_C + \frac{Q^2}{2g\omega^2}$$

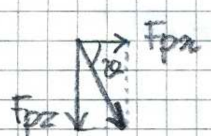
$$p_A = \gamma\left[a + b + \frac{Q^2}{2g\omega^2}\left(1 - \left(\frac{\omega}{\Omega}\right)^2\right)\right] = 58.6 \ kPa$$

$$p_B = \gamma\left[b + \frac{Q^2}{2g\omega^2}\left(1 - \left(\frac{\omega}{\Omega}\right)^2\right)\right] = 53.5 \ kPa$$



Bilancio QdM ($\bar{F}_f$ sul fluido $\bar{F}_p$ sul pezzo)

x) $F_{fx} + p_A\Omega - p_B\Omega\cos\beta = \rho\frac{Q^2}{\Omega}\cos\beta - \rho\frac{Q^2}{\Omega}$



$$F_{px} = \left(p_A\Omega + \rho\frac{Q^2}{\Omega}\right) - \left(p_B\Omega + \rho\frac{Q^2}{\Omega}\right)\cos\beta$$

$$F_{px} = 257 \ N$$

z) $F_{fz} - p_B\Omega\sin\beta - \gamma V_p = \rho\frac{Q^2}{\Omega}\sin\beta$ $\left[V_p = \Omega\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6}\right)R\right]$

$$F_{pz} = -\left(p_B\Omega + \rho\frac{Q^2}{\Omega}\right)\sin\beta - \gamma V_p$$

$$F_{pz} = -431 \ N$$

$$F_p = \sqrt{F_{px}^2 + F_{pz}^2} = 502 \ N$$

$$\vartheta = 59°.22$$

(3)

$$r_k = r \quad \forall k$$

$$z_S - h_A = r Q_1^2$$

$$h_A - h_D = r Q_2^2 + r Q_4^2$$

$$h_A - h_D = r Q_5^2$$

$$\Rightarrow \quad Q_2^2 + Q_4^2 = Q_5^2$$

$$Q_1 = 2Q_2 + Q_5$$

$$Q_2 = Q_B + Q_4$$

$$2Q_4 + Q_5 = Q_D \quad \rightarrow \quad Q_5 = Q_D - 2Q_4$$

$$(Q_B + Q_4)^2 + Q_4^2 = (Q_D - 2Q_4)^2$$

$$Q_B^2 + \cancel{2} Q_B Q_4 + Q_4^2 + Q_4^2 = Q_D^2 - \cancel{4} Q_D Q_4 + 4 Q_4^2$$

$$2 Q_4^2 - 2(2Q_D + Q_B) Q_4 + Q_D^2 - Q_B^2 = 0$$

$$Q_4 = \frac{(2Q_D + Q_B) \pm \sqrt{(2Q_D + Q_B)^2 - 2(Q_D^2 - Q_B^2)}}{2}$$

$$Q_4 = \begin{cases} 23.4 \text{ l/s} & \text{da scartare perché} > Q_B + Q_C + Q_D \\ 1.6 \text{ l/s} = Q_6 \end{cases}$$

$$Q_2 = 6.6 \text{ l/s} = Q_3$$

$$Q_5 = 6.79 \text{ l/s}$$

$$Q_1 = 20 \text{ l/s}$$