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 11/6/2007

Nome			*barrare la voce che interessa* ↓	
Cognome				
Matricola				
Corso di Laurea	☐ N.O. Civile	☐ N.O. Civ.-Amb.	☐ V.O. Ing. Civ.	☐ N.O. Ing. Mecc.
Data prova orale	***E' necessario iscriversi in rete***		***Barrare per prova orale 13.6*** ☐	

Es. 1

Un cilindro a sezione circolare di raggio R e di lunghezza L, è bagnato da due liquidi sovrapposti: acqua, di peso specifico γ, e olio di peso specifico $0.75\ \gamma$. La geometria è completamente nota. Calcolare la risultante (modulo, direzione, verso e retta di applicazione) delle azioni idrostatiche sul cilindro.

Dati numerici: $R = 0.5\ m$; $L = 1.2\ m$; $\alpha = \dfrac{\pi}{3}$

Es. 2

Due serbatoi alimentano, mediante condotte che terminano con ugelli ben sagomati, getti verticali: uno discendente, l'altro ascendente. I diametri degli ugelli sono rispettivamente d_1 e d_2. I getti investono una piastra, di peso proprio P. Si richiede di determinare la potenza della pompa, necessaria e sufficiente a mantenere la piastra in equilibrio, conoscendo la geometria del sistema (si veda la figura 2). Si richiede espressamente di tenere conto della variazione di diametro dei getti verticali, trascurando la dimensione c rispetto alle altre. Considerare fluido ideale e pompa priva di attriti.

Dati numerici:

$$D = 150\ mm;\quad d_1 = 80\ mm;\quad d_2 = 60\ mm;\quad P = 500\ N;$$
$$a = 5.0\ m;\quad b = 2.5\ m;\quad c \simeq 0\ m;\quad e = 2.0\ m;\quad f = 0.8\ m$$

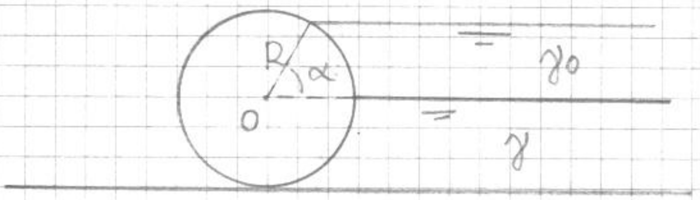
Es. 3

Nella rete di lunghe condotte in figura, sono note le caratteristiche delle condotte $(L_k\quad D_k\quad \varepsilon_k),\ k = 1, 2, \ldots, 5$, le quote dei serbatoi z_A e z_B, le portate emunte nei nodi Q_D e Q_E. il serbatoio **A** alimenta la rete, mentre il serbatoio **B** ne viene alimentato. Considerando trascurabili le perdite nei tronchi AC e FB, e valide le ipotesi classiche di reti di lunghe condotte, determinare le portate nei rami della maglia ed il carico nei nodi **D** ed **E**. Ipotizzare moto turbolento di parete scabra ovunque.

Dati numerici:

$$L_{1,2,3,4,5} = \left[2.5\quad 2.5\quad 2.5\cdot\sqrt{2}\quad 2.5\quad 2.5\right] km;\quad D_{1,2,3,4,5} = \left[150\quad 150\quad 80\quad 100\quad 100\right] mm;$$
$$\varepsilon_k = 0.42\ mm, \forall k;\quad Q_D = Q_E = 7\ l/s;\quad z_A = 980\ m;\quad z_B = 900\ m$$

1

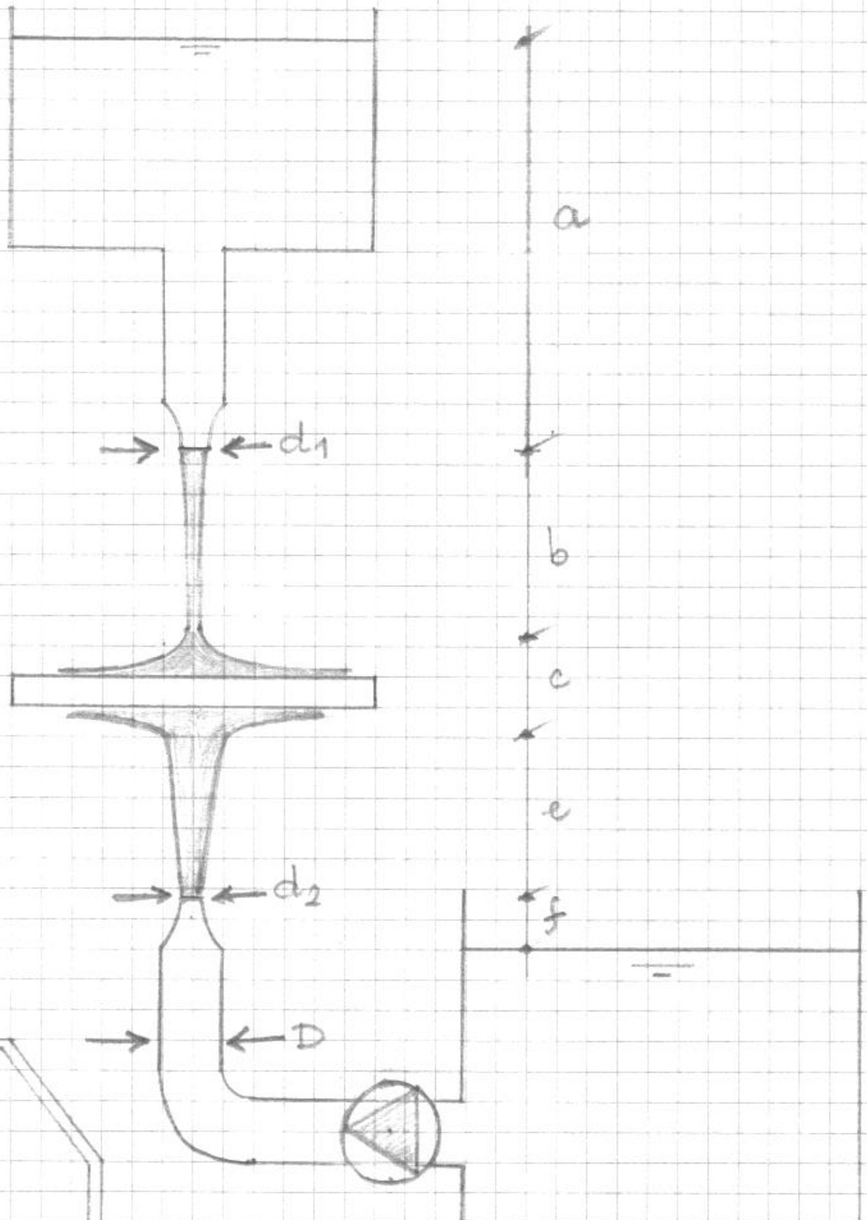


$\alpha = \pi/3$

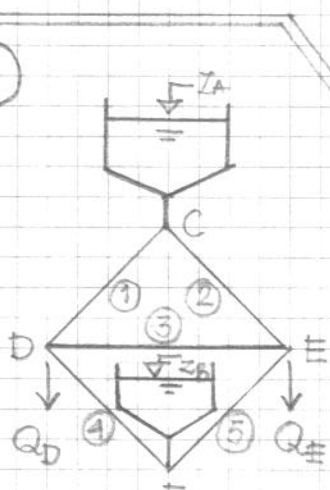
$R = 0.5\ m$

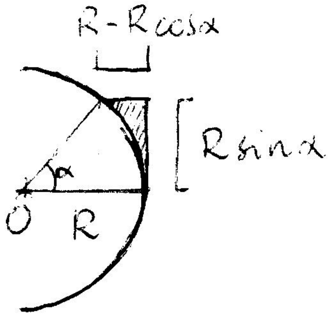
$\gamma_0 = 0.75\,\gamma$

2



3

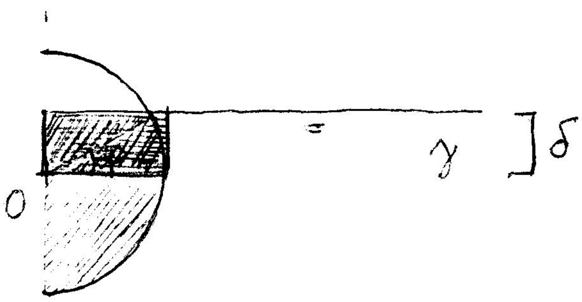




$$(\leftarrow)\quad F_{ox} = \gamma_o L \frac{R^2 \sin^2\alpha}{2} \simeq 827\,N$$

$$(\downarrow)\quad F_{oz} = \gamma_o L \left[\frac{R + (R - R\cos\alpha)}{2} R\sin\alpha - \alpha \frac{R^2}{2} \right]$$

$$(\downarrow)\quad F_{oz} = \gamma_o \frac{LR^2}{2} \left[(2-\cos\alpha)\sin\alpha - \alpha \right] \simeq 278\,N$$



$$\delta = \frac{\gamma_o}{\gamma} R\sin\alpha \simeq 0.325\,m$$

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{\delta}{R}\right) \simeq 40^\circ.5$$

$$(\leftarrow)\quad F_{ax} = \gamma\left(\delta + \frac{R}{2}\right) R\,L \simeq 3.38\,kN$$

$$(\uparrow)\quad F_{az} = \gamma L \left[\frac{\pi R^2}{4} + \delta R \right] =$$

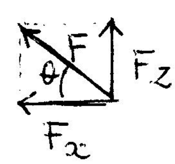
$$(\uparrow)\quad F_{az} = \gamma L R^2 \left[\frac{\pi}{4} + \frac{\delta}{R} \right] \simeq 4.22\,kN$$

$$(\leftarrow)\quad F_x = F_{ox} + F_{ax} \simeq 4.21\,kN$$

$$(\uparrow)\quad F_z = F_{az} - F_{oz} \simeq 3.94\,kN$$

La risultante passa per O ed è inclinata di θ:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} \simeq 5.77\,kN$$



$$|\theta| = \operatorname{arctg}\left| F_z / F_x \right| \simeq 43^\circ.1$$

d_1 (ω_1) diam. del getto (sez.) all'ugello superiore

d_{1P} (ω_{1P}) " " " (") subito sopra la piastra

d_2 (ω_2) " " " (") all'ugello inferiore

d_{2P} (ω_{2P}) " " " (") subito sotto la piastra

$$(\downarrow) \quad F_1 = \rho \frac{Q_1^2}{\omega_{1P}} \quad , \quad \text{con } Q_1 = \omega_1 \sqrt{2ga} \simeq 49.8\ l/s$$

$$\text{TdB } 1-1P \ ; \quad z_1 + \frac{Q_1^2}{2g\omega_1^2} = z_{1P} + \frac{Q_1^2}{2g\omega_{1P}^2} \Rightarrow \omega_{1P} = \frac{\omega_1}{\sqrt{1 + \frac{2gb\omega_1^2}{Q_1^2}}}$$

$$F_1 = \rho \frac{Q_1^2}{\omega_{1P}} \simeq 603.7\ N$$

$$F_2 = F_1 + P \simeq 1104\ N$$

$$\text{TdB } 2-2P : \quad z_2 + \frac{Q_2^2}{2g\omega_2^2} = z_{2P} + \frac{Q_2^2}{2g\omega_{2P}^2} \Rightarrow \omega_{2P} = \frac{\omega_2}{\sqrt{1 - \frac{2ge\omega_2^2}{Q_2^2}}}$$

$$F_2 = \rho \frac{Q_2^2}{\omega_{2P}} = \rho \frac{Q_2^2}{\omega_2} \sqrt{1 - \frac{2ge\omega_2^2}{Q_2^2}}$$

$$\Rightarrow Q_2^4 - 2(ge\omega_2^2) Q_2^2 - \frac{F_2^2 \omega_2^2}{\rho^2} = 0 \quad \text{(eq.ne biquadr.)}$$

$$Q_2 = 57.3\ l/s$$

$$v_2 = \frac{Q_2}{\omega_2} = 20.26\ m/s$$

$$\Delta H = f + \frac{v_2^2}{2g} = 217\ m$$

$$P = \gamma Q_2 \Delta H = 12.2\ kW$$

simm $\Rightarrow$ $Q_3 = 0$

$\lambda_1 = \lambda_2 \doteq 0.0256$; $\lambda_4 = \lambda_5 = 0.0288$

$r_1 = r_2 = 6.98 \cdot 10^4 \, m^{-5} s^2$; $r_4 = r_5 = 5.95 \cdot 10^5 \, m^{-5} s^2$

$$\begin{cases} \overset{z_A}{h_C} - h_D = r_1 Q_1^2 \\ h_D - \underset{z_B}{h_F} = r_4 Q_4^2 \\ Q_1 = Q_D + Q_4 \end{cases}$$

$z_A - z_B = r_1 Q_1^2 + r_4 Q_4^2$

sostituz.

$$(r_1 + r_4) Q_4^2 + 2 (r_1 Q_D) Q_4 + \left[r_1 Q_D^2 - (z_A - z_B) \right] = 0$$

$\downarrow$ ha 1 sola soluz. >0. $Q_4 = 10 \, l/s$

$Q_1 = Q_D + Q_4 = 17 \, l/s$

$h_D = z_B + r_4 Q_4^2 \simeq 959.8 \, m$

Cadenti (non richieste):

$j_1 = j_2 \simeq 8.09‰$

$j_4 = j_5 \simeq 2.39\%$