

Esercitazione di Meccanica dei fluidi con Fondamenti di Ingegneria Chimica

Esercitazione 5 - 5 Novembre 2015

Equazione di Bernoulli (II)

Esercizio 1 – Perdite di carico in un condotto liscio

Un tubo liscio di diametro $D=0.8\text{ m}$ convoglia una portata d'acqua $Q=0.5\text{ m}^3/\text{s}$ ($\mu=1.27\cdot 10^{-3}\text{ Pa s}$, $\gamma=9806\text{ N/m}^3$). Si valuti la perdita di carico che si ha per chilometro di condotta.

Esercizio 2 – Oleodotto

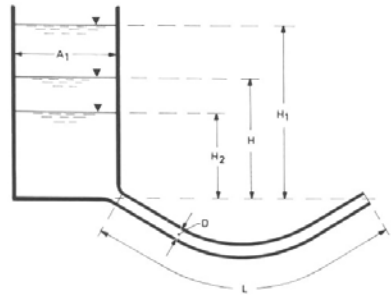
Un oleodotto lungo 20 km è costituito da una condotta di diametro $D=0.15\text{ m}$. Calcolare la potenza necessaria a convogliare una portata $Q=80\text{ m}^3/\text{h}$ di olio avente peso specifico $\gamma=9120\text{ N/m}^3$ e viscosità dinamica $\mu=0.22\text{ Pa s}$. Si consideri la condotta orizzontale e si trascurino i termini cinetici. La potenza si ricava dall'espressione: $P=\gamma Q\Delta H$ (dove Q è la portata volumetrica).

Esercizio 3 – Moto di un fluido in una tubazione

Lungo una tubazione di diametro $D=0.05\text{ m}$ defluisce una portata Q pari a 1 l/s di olio (di viscosità cinematica pari a $2\cdot 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$ e densità pari a 800 kg/m^3). Si determini il regime di moto e la perdita di carico per una lunghezza di tubazione pari a 300 m . Si determini infine il diametro che dovrebbe avere la tubazione al fine di avere, con la stessa portata, una perdita di pressione dimezzata.

Esercizio 4 – Svuotamento di un serbatoio

Un serbatoio cilindrico contenente olio di viscosità cinematica $\nu=11.2\cdot 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$, ha sezione orizzontale $A_1=4\text{ m}^2$. L'olio riempie inizialmente il serbatoio fino ad una altezza pari a 5 m . Dal serbatoio si diparte, con imbocco ben raccordato, una tubazione con diametro $D=0.1\text{ m}$ e lunghezza $L=10\text{ m}$, la cui estremità di valle sbocca nell'atmosfera alla quota del fondo del serbatoio. Ammesso che il serbatoio sia pieno, nell'ipotesi di regime di moto laminare e trascurando le inerzie locali, si determini il tempo necessario ad ottenere nel serbatoio una profondità $H_2=2\text{ m}$.

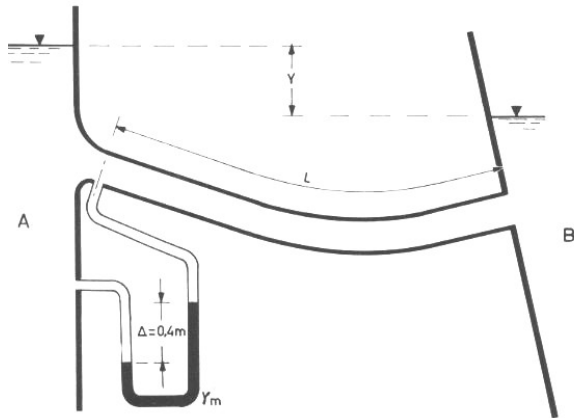


Esercizio 5 – Perdite di carico in un condotto scabro (I)

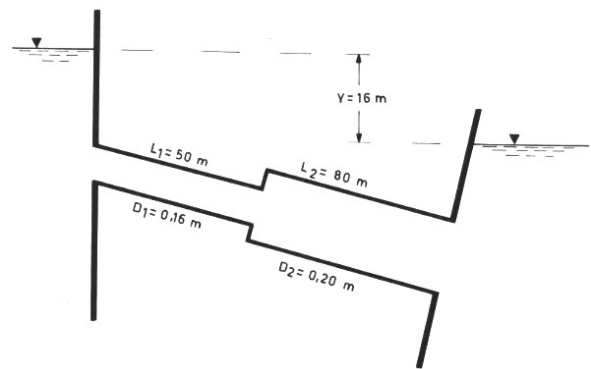
Nella condotta di lunghezza $L=120\text{ m}$, diametro $D=0.1\text{ m}$, scabrezza $\delta=0.0001\text{ m}$, che collega i due serbatoi A e B, l'imbocco è ben raccordato. Il manometro differenziale inserito fra il serbatoio di monte e la prima sezione della condotta a valle dell'imbocco fornisce l'indicazione Δ . Determinare la portata defluente dalla condotta ed il dislivello Y fra i due serbatoi ($\gamma=7845\text{ N/m}^3$, $\nu=0.0233\cdot 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$, $\gamma_m=9806\text{ N/m}^3$).

Esercizio 6 – Perdite di carico in un condotto scabro (II)

Le condotte del sistema indicato in figura sono in acciaio con coefficiente di scabrezza Kutter $m=0.35\text{ m}^{1/2}$. Si determini la portata d'acqua defluente ($\nu=0.01008\cdot 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$).



Esercizio 5



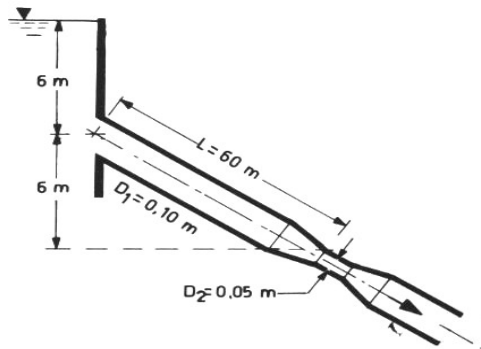
Esercizio 6

Esercizio 7 – Perdite di carico in un condotto scabro (III)

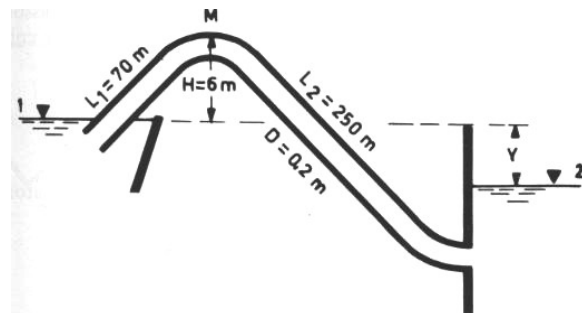
Calcolare la massima portata d'acqua ($\gamma = 9086 \text{ N/m}^3$) teorica che può defluire nella condotta caratterizzata da un coefficiente di scabrezza di Bazin $\gamma = 0.23 \text{ m}^{1/2}$ con imbocco a spigolo vivo.

Esercizio 8 – Tubazione di collegamento tra due serbatoi

La tubazione che collega i due serbatoi in figura è in acciaio ($m=0.3 \text{ m}^{1/2}$); determinare come varia la portata al variare del livello nel serbatoio di valle.



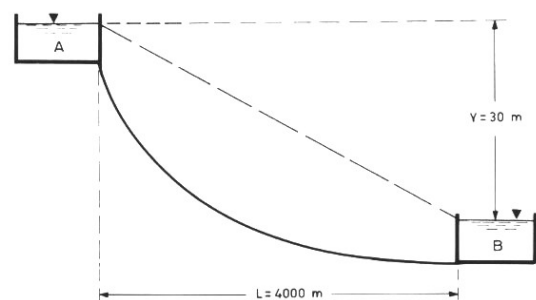
Esercizio 7



Esercizio 8

Esercizio 9 – Collegamento tra due serbatoi

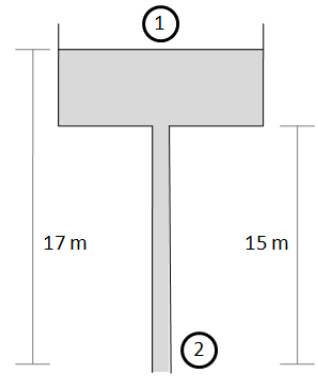
Due serbatoi di nafta ($\mu=0.039 \text{ Pa s}$, $\gamma = 8335 \text{ N/m}^3$) le cui superfici libere hanno un dislivello Y , sono collegati da una condotta in acciaio ($\epsilon=10^{-4} \text{ m}$) di lunghezza $L= 4000 \text{ m}$. Supponendo che la condotta abbia diametro costante pari a $D=0.25 \text{ m}$, si determini la portata Q . Supponendo poi che occorra trasferire una portata $Q' = 1 \text{ m}^3/\text{s}$, si determini il diametro teorico D_t e si dimensiona la condotta (coefficiente di scabrezza Kutter $m = 0.5 \text{ m}^{1/2}$).



Esercizio 10 – Svuotamento di un serbatoio (I)

È dato un serbatoio pieno d'acqua, di volume pari a 5000 l, posto ad un'altezza da terra di 15 m (il pelo libero dell'acqua si trova invece ad un'altezza di 17 m). Ad esso è collegato un tubo liscio di lunghezza appunto 15 m e diametro $D=0.1$ m. Si calcoli quanto tempo impiega il serbatoio a svuotarsi completamente.

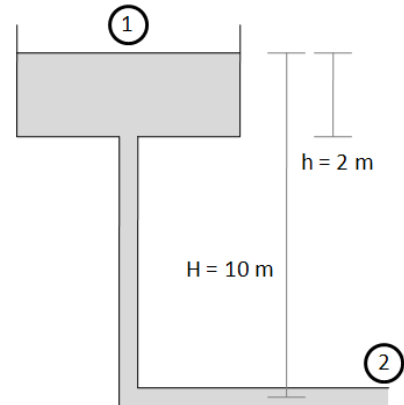
NB: Dal momento che il dislivello disponibile varia da 17 m a 15 m e' lecito in prima approssimazione considerare una altezza media pari a 16 m.



Esercizio 11 – Svuotamento di un serbatoio (II)

È dato un recipiente pieno d'acqua ad una quota di 10 m e ad esso è collegato un tubo che a terra piega di 90° e di lunghezza complessiva pari a 25 m. Si chiede di determinare il diametro della tubazione che consente uno svuotamento del serbatoio ad una velocità di 0.06 kg/s.

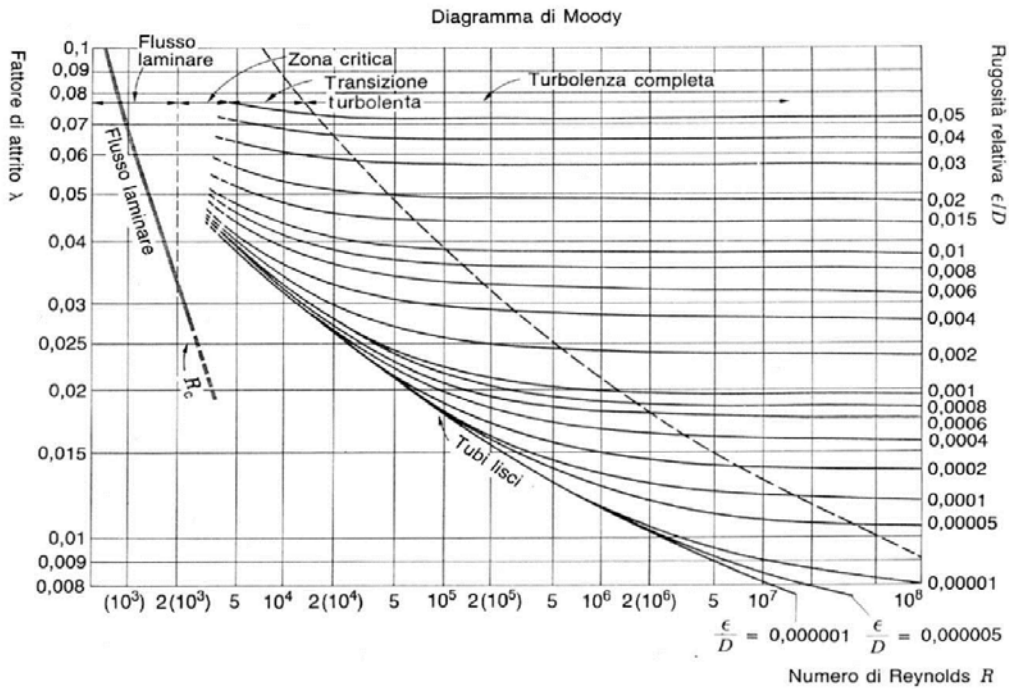
Il dimensionamento deve essere effettuato scegliendo uno dei tubi disponibili in commercio, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella allegata.



Diametro esterno (mm)	Spessore normale (mm)	Massa (kg/m)
10.2	1.6	0.344
13.5	1.8	0.522
17.2	1.8	0.688
21.3	2.0	0.962
26.9	2.0	1.24
30.0	2.3	1.59
33.7	2.3	1.79
38.0	2.6	2.29
42.4	2.6	2.57
44.5	2.6	2.70
48.3	2.6	2.95
54.0	2.6	3.32
57.0	2.9	3.90
60.3	2.9	4.14
70.0	2.9	4.83
76.1	2.9	5.28
88.9	3.2	6.81

Diametro esterno (mm)	Spessore normale (mm)	Massa (kg/m)
101.6	3.6	8.76
108.0	3.6	9.33
114.3	3.6	9.90
133.0	4.0	12.8
139.7	4.0	13.5
159.0	4.5	17.1
168.3	4.5	18.1
193.7	5.4	25.0
219.1	5.9	31.0
244.5	6.3	37.1
273.0	6.3	41.6
323.9	7.1	55.6
355.6	8.0	68.3
368.0	8.0	70.8
406.4	8.8	85.9
419.0	8.8	88.7

Tab.1 – Tubi commerciali lisci di acciaio per usi commerciali Conforme UNI4991



**TABELLA 8.II
PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE**

Sbocco in un serbatoio		$\frac{V^2}{2g}$
Imbocco a spigolo vivo (90°)		$0,5 \frac{V^2}{2g}$
Imbocco aggettante		$= 1,16 \frac{V^2}{2g}$
Brusco allargamento ($D_2 > 2D_1$)		$\frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$
Brusco restringimento ($D_1 > 2D_2$)		$0,5 \frac{V^2}{2g}$

Moto turbolento in tubazioni lisce

Formula di Blasius	$\lambda = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$
Formula di Prandtl-Von Kàrmàn	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}}$

Moto turbolento in tubazioni scabre

Formula di Prandtl-Von Kàrmàn	$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{1}{3.71 D} \frac{\epsilon}{D}$				
Formula di Chèzy	$J = \frac{V^2}{C^2 R_h}$				
Bazin	$C = \frac{87 \sqrt{R_h}}{\sqrt{R_h} + \gamma}$	Kutter	$C = \frac{100 \sqrt{R_h}}{\sqrt{R_h} + m}$	Gauckler-Strickler	$C = k R_h^{1/6}$