

## Homework N° 8

a.

Un pozzo sottomarino (A) di olio leggero ( $\rho = 750 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\mu = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ) a pressione  $p_A = 4.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  viene utilizzato per alimentare una pompa a getto per sollevare olio da un secondo pozzo ( $p_B = 3 \cdot 10^5 < p_A$ ) e portare la produzione dei due pozzi su di una piattaforma distante 2 km e situata 32 m sopra il livello dei pozzi, utilizzando una tubazione di diametro  $D$  pari a 0.4 m e di rugosità trascurabile. Determinare:

1. la pressione in testa alla linea di trasporto (posizione 3) per una portata  $w_A = 80 \text{ kg/s}$  e la portata sollevata  $w_B$  se si trascurano le perdite nelle linee di alimentazione della pompa;
2. se  $w_A = w_B = 80 \text{ kg/s}$  determinare le perdite di carico nella linea di trasporto a valle della pompa.

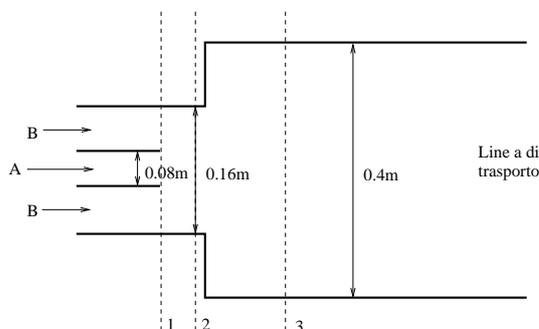


FIG. 1. Pompa a getto utilizzata per trasportare olio da un pozzo sottomarino.

b.

Si consideri il circuito per trasporto di acqua ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ) rappresentato in Figura 2. Le tubazioni hanno diametro  $D = 20 \text{ cm}$  e rugosità  $k = 0.02 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ .

1. Nel caso che la valvola  $V$  sia chiusa, si calcoli la portata alimentata in D.
2. Si voglia raddoppiare la portata in D. In che direzione scorre il fluido nel ramo B-C inferiore (quello senza la pompa)?
3. Supponendo efficienza della pompa unitaria, calcolare la potenza della pompa a valvola  $V$  aperta.

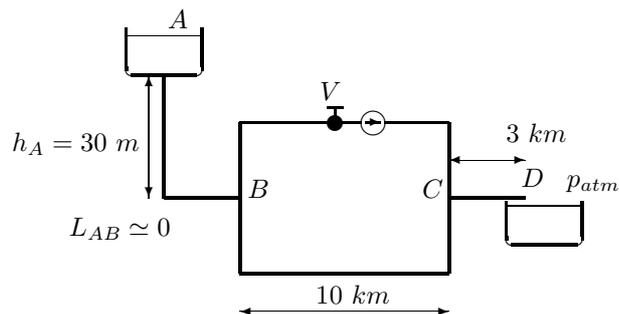


FIG. 2. Schema di un circuito idraulico.

c.

Un serbatoio A posto ad una altezza  $h_A = 5 \text{ m}$  viene utilizzato per alimentare una portata d'acqua  $Q$  al serbatoio B, al livello del suolo, attraverso una condotta di diametro  $D = 0.1 \text{ m}$  e rugosità  $k = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ , lunga  $L_{AB} = 1000 \text{ m}$ , come mostrato in Figura 3.

1. Determinare la portata  $Q$  trasferita da A a B.
2. In un secondo tempo, si decide di aggiungere un punto di prelievo N a distanza  $L_{AN} = 500 \text{ m}$  dal serbatoio A, che va ad alimentare un serbatoio C distante  $L_{NC} = 200 \text{ m}$  da N e al livello del suolo. Calcolare le portate trasferite in queste condizioni ai serbatoi B e C assumendo per il fattore d'attrito nei diversi tratti un valore costante pari a quello determinato al punto precedente.
3. Determinare la potenza della pompa che deve essere installata nel tratto A-N affinché sia possibile trasferire a B la stessa portata del punto 1.

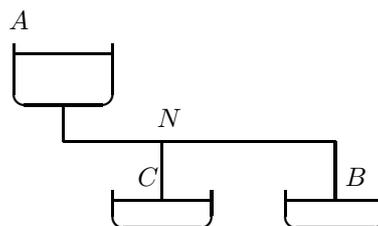


FIG. 3. Schema di circuito idraulico

d.

Un oleodotto deve trasportare una portata  $w = 200 \text{ kg/s}$  di petrolio (densità  $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ , viscosità  $\mu = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ) da un terminal A ad una stazione di stoccaggio B distante 50 km. Nei primi 20 km l'oleodotto deve superare un dislivello  $h = 300 \text{ m}$ . In ogni punto dell'oleodotto la pressione non deve scendere al di sotto di  $p_{min} = 1.1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Sapendo che il diametro

delle tubazioni è pari a  $D = 0.5 \text{ m}$ , determinare la potenza minima della pompa che consente di realizzare il trasporto.

e.

Per collegare tra loro due serbatoi A e B ( $h_A = 0$ ,  $h_B = 15 \text{ m}$ ) si utilizza un circuito come in Figura 4. Il diametro delle tubazioni è  $D_1 = 0.1 \text{ m}$  in tutti i rami del circuito. La potenza della pompa installata è  $P = 1.28 \text{ kW}$ .

1. Calcolare la portata trasmessa tra A e B se la valvola V è chiusa.
2. Quando la valvola viene aperta inizia a circolare fluido nel ramo inferiore del parallelo. Le perdite concentrate nella valvola, espresse in lunghezza equivalenti di tubo, dipendono dal grado di apertura della valvola secondo la legge:

$$L_{eq} = L_{max}(1 - \alpha) \quad (1)$$

con  $L_{max} = 7500 \text{ m}$  e  $\alpha$  grado di apertura della valvola ( $\alpha = 0$  per valvola completamente chiusa). Determinare il grado di apertura della valvola per cui si riesce a trasmettere una portata  $Q = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  da B ad A.

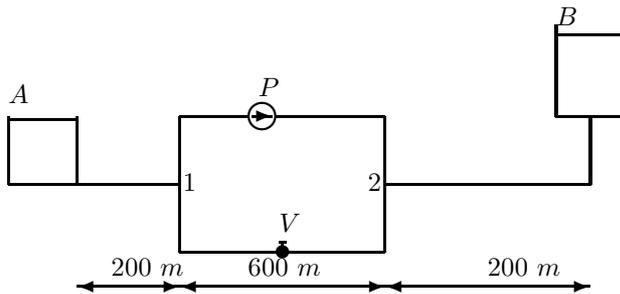


FIG. 4. Schema del circuito idraulico.

f.

Un oleodotto deve trasportare una portata  $w = 200 \text{ kg/s}$  di petrolio (densità  $\rho = 800 \text{ kg/s}$ , viscosità  $\mu = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ) da un terminal A ad una stazione di stoccaggio B distante  $50 \text{ km}$ . Nei primi  $20 \text{ km}$  l'oleodotto deve superare un dislivello  $h = 300 \text{ m}$ . In ogni punto dell'oleodotto la pressione non deve scendere al di sotto di  $p_{min} = 1.1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

1. Determinare il diametro ottimo della tubazione sapendo che l'oleodotto deve funzionare per 25 anni e 8000 ore/anno, i costi per la pompa sono  $k_P = 3 \cdot 10^6 \text{ lire/kW} = 1550 \text{ €/kW}$  e  $k_e = 50 \text{ lire/kWh} = 2.6 \cdot 10^{-2} \text{ €/kWh}$  per l'installazione e l'esercizio e i costi della tubazione sono  $k_T = 6 \cdot 10^5 \cdot D \text{ lire/m} = 310 \cdot D \text{ €/m}$ .
2. Determinare il costo annuo dell'impianto.