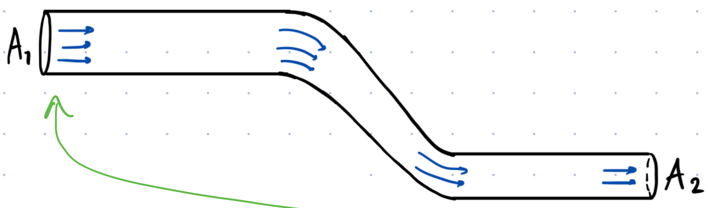
DINAMICA DEI FLUIDI

FLUIDO IDEALE : PRIVO DI VISCOSITÀ ED INCOMPRIMIBILE

NON ESISTONO FORZE D'ATTRITO $\Rightarrow$ CONSERVAZIONE ENERGIA MECCANICA

PRINCIPIO DI CONTINUITÀ



LA MASSA DI FLUIDO CHE PASSA PER UNITÀ DI TEMPO DEVE ESSERE COSTANTE

$$\frac{m_1}{\Delta t} = \frac{m_2}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho V_1}{\Delta t} = \frac{\rho V_2}{\Delta t}$$

V_1 E V_2 = VOLUME DEL FLUIDO CHE PASSA TRA LE DUE SEZIONI

$\Rightarrow V_1 = A_1 \Delta x_1$ E $V_2 = A_2 \Delta x_2$

$$\Downarrow$$

$$A_1 \underbrace{\frac{\Delta x_1}{\Delta t}}_{v_1} = A_2 \underbrace{\frac{\Delta x_2}{\Delta t}}_{v_2} \Rightarrow \boxed{A_1 v_1 = A_2 v_2}$$

VELOCITÀ

PORTATA $R = Av$

$\left[\frac{m^3}{s}\right]$

PRINCIPIO DI CONTINUITÀ $\longrightarrow$ PORTATA R COSTANTE

ESEMPIO : INNAFFIATORE

DIAMETRO DEL TUBO $D = 0{,}02\ m$

FORI = 24   DIAMETRO $d = 10^{-3}$ m

LA VELOCITÀ NEL TUBO È $v_1 = 0.8$ m/s .

$$v_1 S_1 = 24\, v_2 S_2 \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 S_1}{24 S_2} \qquad S_1 = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 \quad S_2 = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{v_1}{24}\frac{D^2}{d^2} \cong 15 \text{ m/s}$$

TEOREMA DI BERNOULLI

PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA APPLICATO AD UN FLUIDO

→ VOGLIAMO RICAVARE UNA RELAZIONE TRA VELOCITÀ E PRESSIONE

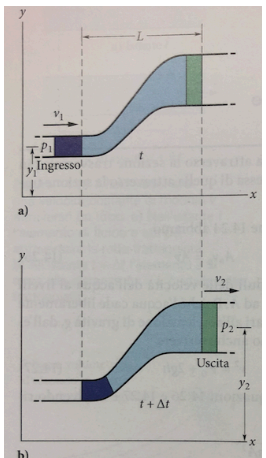


Figura 14.20 Un fluido scorre in un tubo in regime stazionario per un tratto di lunghezza *L* del tubo, dall'estremità d'ingresso a sinistra all'estremità d'uscita a destra. Dall'istante *t* in **a)** all'istante $t + \Delta t$ in **b)** la quantità di fluido colorata in blu entra dall'estremità d'ingresso ed è uguale a quella colorata in verde che fluisce dall'estremità d'uscita.

IDEA: CONSIDERIAMO IL SISTEMA IN FIGURA E APPLICHIAMO LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA.

IL VOLUME ENTRANTE (BLU) = VOLUME USCENTE (VERDE) = ΔV

PER IL TEOREMA DELL'ENERGIA CINETICA

$$W = \Delta K$$

LAVORO TOTALE DEL SISTEMA   VARIAZIONE DI ENERGIA CINETICA

$$\Delta K = \frac{1}{2}\underbrace{\Delta m}_{\rho \Delta V} v_2^2 - \frac{1}{2}\Delta m\, v_1^2 = \frac{1}{2}\rho\Delta V\,(v_2^2 - v_1^2)$$

MASSA DI FLUIDO ENTRANTE $\rho\Delta V$

IL FLUIDO SI SPOSTA VERSO L'ALTO

IL LAVORO TOTALE ORIGINA DA (1) GRAVITÀ → $W_g = -\Delta m g\,(y_2 - y_1)$

$$= -\rho\Delta V g\,(y_2 - y_1)$$

② DA FORZE CHE SPINGONO IN AVANTI IL FLUIDO IN INGRESSO

$$W_1 = F_1 \Delta x = P_1 A \Delta x = P_1 \Delta V$$ ← LAVORO IN USCITA

③ LAVORO COMPIUTO DAL SISTEMA PER SPINGERE IN AVANTI IL LIQUIDO IN USCITA

$$W_2 = -P_2 \Delta V$$

$$\Rightarrow \quad W = W_g + W_1 + W_2 = \Delta K$$

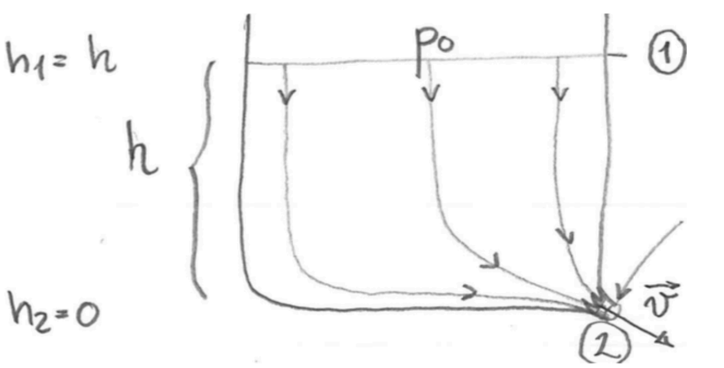
$$\Rightarrow \quad -\rho g \Delta V (y_2 - y_1) - \Delta V (P_2 - P_1) = \frac{1}{2} \rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2)$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2}$$

QUINDI $\boxed{P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{COSTANTE}}$ TEOREMA DI BERNOULLI

QUANDO $v = 0$ ALLORA $P + \rho g y = \text{COSTANTE}$ ⇒ LEGGE DI STEVINO

ESEMPIO : TEOREMA DI TORRICELLI



VELOCITÀ IN USCITA DAL TUBO?

SULLA SUPERFICIE A_1 SI ESERCITA SOLO LA PRESSIONE ATMOSFERICA

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + P_2$$

$h_2 = 0$

IL FLUIDO ESCE A VELOCITÀ COSTANTE ⇒ LA PRESSIONE ATMOSFERICA IN USCITA DEVE ESSERE LA STESSA DI QUELLA ATMOSFERICA ⇒ $P_1 = P_2 = P_0$

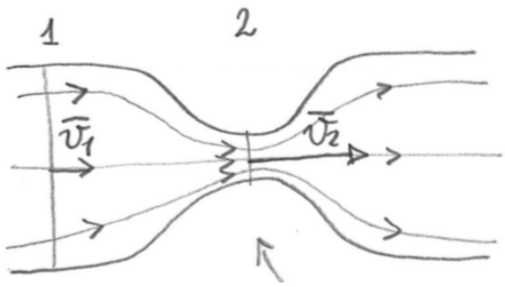
$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\Rightarrow \quad v_2^2 = v_1^2 + 2gh_1$$

SE IL RECIPIENTE FOSSE MOLTO LARGO ALLORA $v_1 \approx 0$

$\Rightarrow \quad v_2 = \sqrt{2gh}$ ← LA STESSA VELOCITÀ CHE AVREBBE L'ACQUA CADENDO DA UN'ALTEZZA h

ESEMPIO: TUBO DI VENTURI



P, v_2 DENTRO LA STROZZATURA

BERNOULLI, TUBO ORIZZONTALE $\Rightarrow h_1 = h_2$

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + P_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + P_2$$

EQUAZIONE DI CONTINUITÀ $A_1 v_1 = A_2 v_2 \Rightarrow v_2 > v_1$

$\Rightarrow$ DALL'EQUAZIONE DI BERNOULLI $\rightarrow P_1 > P_2$

$\boxed{\text{VELOCITÀ ALTA, PRESSIONE BASSA}}$

ESEMPIO: PORTANZA DI UN ALA

$v_1 > v_2$

$$\Rightarrow \quad P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho\,(v_1^2 - v_2^2) > 0$$

$$\Rightarrow \quad F = \Delta P \, A = \frac{1}{2} \rho \left(v_1^2 - v_2^2\right) A$$

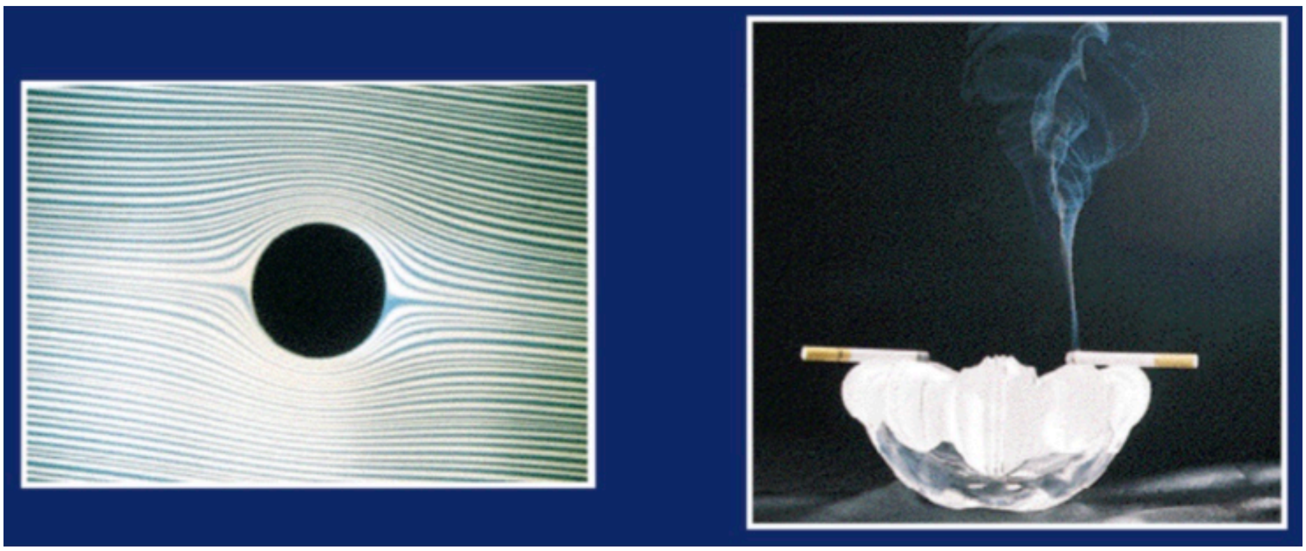
SUPERFICIE ALA

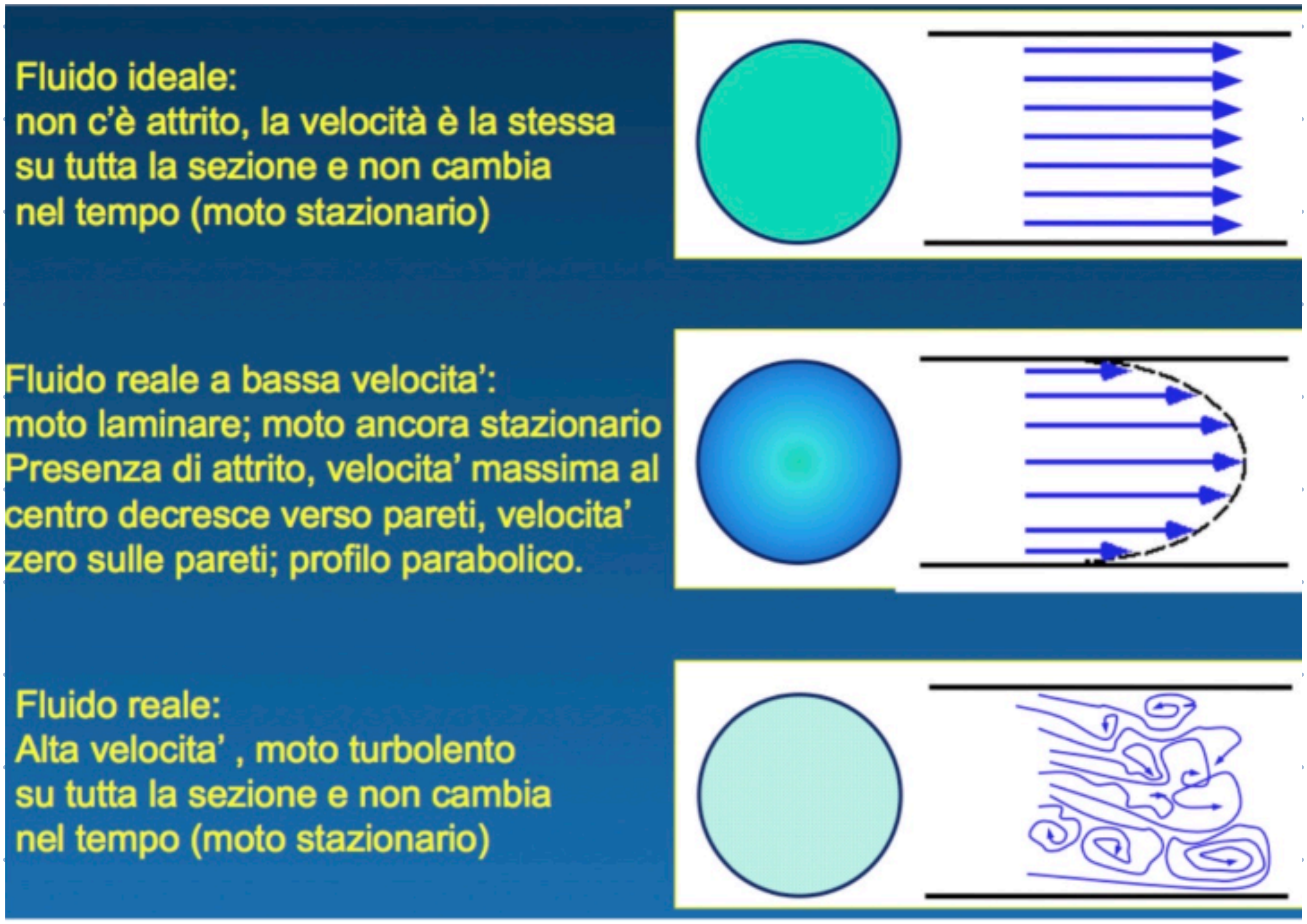
FLUIDI REALI

FLUSSO LAMINARE: LINEE DI FLUSSO BEN DEFINITE, OGNI STRATO SEGUE UNA TRAIETTORIA STAZIONARIA BEN DEFINITA CHE NON INTERSECA LE ALTRE

FLUSSO TURBOLENTO: INTERSEZIONE TRA LINEE DI FLUSSO PERCHÉ IL MOTO È TROPPO RAPIDO ES. OSTRUZIONI

FLUSSO LAMINARE   FLUSSO TURBOLENTO





ATTRITO NEI FLUIDI = VISCOSITÀ

↳ ATTRITO TRA DIVERSI STRATI DI FLUIDO OPPURE TRA UN OGGETTO IN MOTO IN UN FLUIDO ED IL FLUIDO STESSO

COEFFICIENTE DI VISCOSITÀ η (VARIA CON LA TEMPERATURA)

FORZA DI STOKES → LA VISCOSITÀ CREA FORZE CHE SI OPPONGONO AL MOTO DI CORPI NEL FLUIDO

PER UNA SFERA DI RAGGIO R E VELOCITÀ v

$$F_{Stokes} = -6\pi R \eta v$$

In generale, la forza di attrito in un fluido nel caso di flusso laminare

$$F_a = -\beta v$$

coeff. attrito viscoso

Numero di Reynolds

Turbolenza

Quando un fluido viscoso è in moto con una certa velocità può accadere che i vari strati di fluido non scorrano più l'uno sull'altro, ma si mescolino creando dei vortici.

Si parla allora di **flusso turbolento**

Per capire se il flusso di un fluido in un condotto di raggio R avviene o no in regime turbolento si può utilizzare il numero di Reynolds

$$N_R = \frac{2\rho\bar{v}R}{\eta}$$

$N_R < 1000$ → flusso laminare

$1000 < N_R < 3000$ → flusso instabile

$N_R > 3000$ → flusso turbolento