

I FLUIDI

CONCETTI DISCUSSI

DEFINIZIONE DI FLUIDO, DENSITÀ, PRESSIONE, LEGGE DI STEVINO

DEFINIZIONI

MEZZO CONTINUO PRIVO DI FORMA PROPRIA $\rightarrow$ ASSUME LA FORMA DEL CONTENITORE

FLUIDI $\rightarrow$ LIQUIDI $\rightarrow$ HANNO UN VOLUME PROPRIO (BASSA COMPRESSIBILITÀ)
 $\searrow$ GAS $\rightarrow$ NON HANNO UN VOLUME PROPRIO (ALTA COMPRESSIBILITÀ)

FLUIDO STATICA: STUDIO DEI FLUIDI IN QUIETE O DEI CORPI IMMERSI IN ESSI

FLUIDO DINAMICA: STUDIO DEL MOTTO DEI FLUIDI E DELLE FORZE CHE AGISCONO SU CORPI IN MOTTO ALL'INTERNO DEL FLUIDO.

DENSITÀ

NON SI APPLICA SOLO AI FLUIDI!

$$\rho = \frac{dm}{dV} = \frac{m}{V} \quad \text{U.D.M. } [Kg/m^3]$$

$$\rho_{H_2O} = 10^3 \text{ Kg/m}^3, \quad \rho_{Piombo} = 1.14 \cdot 10^4 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_{LIQUIDO} \gg \rho_{GAS}$$

PRESSIONE

$$P = \frac{dF}{dS} = \frac{F}{S} \quad \leftarrow \text{FORZA AGENTE SU UNA SUPERFICIE } S$$

N.B. LA FORZA È QUELLA $\perp$ ALLA SUPERFICIE!!

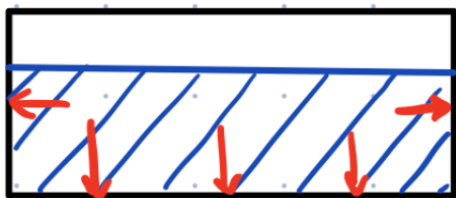
U.D. di PASCAL $[P_e] = [N/m^2]$

UNITÀ DI MISURA CHE NON RIENTRANO NEL SISTEMA INTERNAZIONALE:

$$1 \text{ BAR} = 10^5 P_e, \quad 1 \text{ ATM} = 1.013 \cdot 10^5 P_e, \quad 1 \text{ TORR} = \frac{1}{760} \text{ ATM} = 133 P_e$$

LA PRESSIONE È UNA FORMA DI DENSITÀ DI ENERGIA.

$$P = \frac{F}{S} = \frac{F \cdot \ell}{V} = \frac{\text{ENERGIA}}{\text{VOLUME}}$$



AFFINCHÉ IL FLUIDO SIA IN QUIETE È NECESSARIO CHE TUTTE LE FORZE SIANO BILANCIATE.

IL LIQUIDO ESERCITA UNA FORZA SU TUTTE LE PARTI DEL CONTENITORE. IL QUALE A SUA VOLTA ESERCITA UNA FORZA DI REAZIONE.

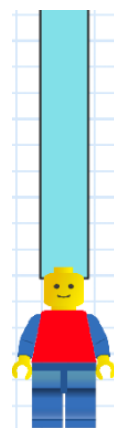
LA FORZA DEVE ESSERE $\perp$ ALLE PARETI! SE CI FOSSE UNA COMPONENTE $\parallel$ ALLORA

IL FLUIDO SCORREREBBE. $\Rightarrow$ NO QUIETE!!

ESEMPIO: FORZA ESERCITATA DALLA PRESSIONE ATMOSFERICA.

$$S = 0.04 \text{ m}^2$$

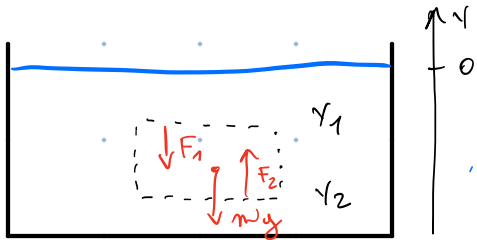
$$P = F/S \Rightarrow F = PS \approx 10^5 P_e \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 = 4 \cdot 10^3 \text{ N}$$



FLUIDI A RIPOSO - LEGGE DI STEVINO

OSSERVAZIONE: IN MONTAGNA LA PRESSIONE ATMOSFERICA DIMINUISCE SALENDO, QUANTE

LE IMMERSIONI LA PRESSIONE AUMENTA CON LA PROFONDITÀ.



PRENDIAMO UNA PORZIONE DI LIQUIDO CILINDRICA.

BASE ORIZZONTALE DI AREA A E ALTEZZA $(y_1 - y_2)$

IL FLUIDO È IN QUIETE $\Rightarrow \sum \vec{F} = 0$

CI SONO 3 FORZE. F_1 : DOVUTA AL LIQUIDO SOPRA IL CILINDRO

mg : PESO DEL CILINDRO DI LIQUIDO

F_2 : SPINTA DEL LIQUIDO SOTTO IL CILINDRO

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow F_2 = F_1 + mg \quad F_1 = P_1 A$$

$$F_2 = P_2 A$$

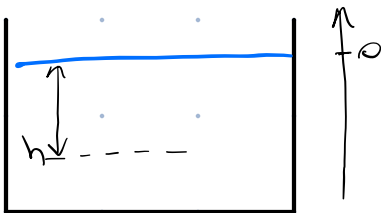
$$\Rightarrow P_2 A = P_1 A + mg$$

$$\hookrightarrow pV = \rho A (y_1 - y_2)$$

$$\Rightarrow P_2 A = P_1 A + \rho A (y_1 - y_2) g$$

$$\Rightarrow \underline{P_2 = P_1 + \rho (y_1 - y_2) g}$$

SUPPLEMENTO QUINDI DI CALCOLO LA PRESSIONE AD UNA PROFONDITÀ h .



NELL'EQUAZIONE SOPRA $y_1 = 0$, $y_2 = -h$

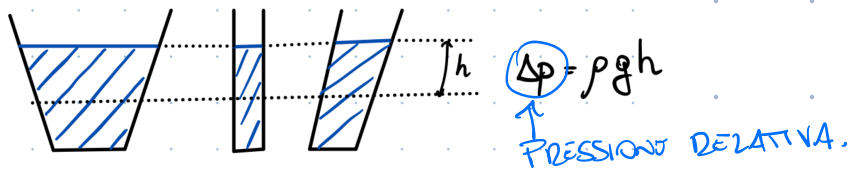
P_1 = PRESSIONE ATMOSFERICA $\equiv P_0$

$P_2 = P$ LA PRESSIONE CHE VOGLIAMO CALCOLARE

$$\Rightarrow \boxed{P = P_0 + \rho g h}$$

DIPENDE SOLO DA h , $\rightarrow$ INDIPENDENTE DALLA FORMA DEL CONTENITORE

LEGGE DI STEVINO



ESEMPIO: QUANTO VALE LA PRESSIONE A 1 Km. SOTTO IL MARE?

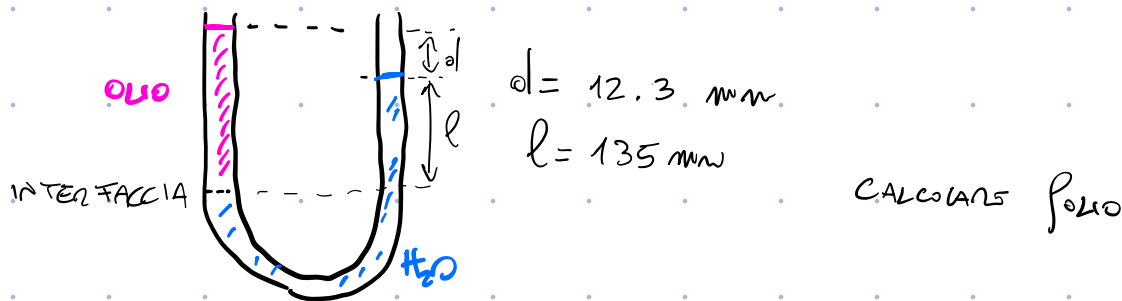
$$\rho = 1.03 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3 \Rightarrow P = \rho g h = 1.03 \cdot 10^7 \text{ Pa} = 102 \text{ ATM}$$

LA LEGGE DI STEVINO VALE ANCHE IN ARIA. SUPPONIAMO DI CALCOLARE LA PRESSIONE DELL'ARIA

$$P = P_{\text{ARIA}}, \quad \gamma_1 = 0, \quad P_1 = P_0, \quad \gamma_2 = d$$

$$\Rightarrow P = P_0 - \rho_{\text{ARIA}} g d \quad \leftarrow \text{LA PRESSIONE SCENDE CON L'ALTEZZA.}$$

Esercizio



I LIQUIDI SONO IN QUIETE, C'È UNA PRESSIONE P_{INT} ALL'INTERFACCIA TRA OLIO E ACQUA.

C'È ANCHE UNA PRESSIONE DELL'ACQUA SUL LATO DESTRO AD UNA PROFONDITÀ l , P_{DESTRO}

$$\text{QUIETE} \rightarrow P_{\text{INT}} = P_{\text{DESTRO}} = P$$

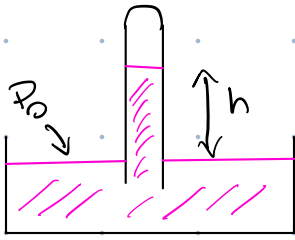
$$\Rightarrow \text{LATO DESTRO: } P = \rho_{\text{H}_2\text{O}} g l + P_0$$

$$\text{LATO SINISTRO: } P = P_0 + \rho_{\text{olio}} g (l + d)$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{olio}} = \rho_{\text{H}_2\text{O}} \frac{l}{l + d} = 815 \text{ Kg/m}^3$$

MISURE DI PRESSIONE

BAROMETRO A MERCURIO o BAROMETRO DI TORRICELLI



LA PRESSIONE ATMOSFERICA P_0 , SCHIACCIA LA SUPERFICIE

DEL MERCURIO. QUANTO VALE P_0 ?

QUESTA PRESSIONE È "TRASFERITA" ALLA BASE DELLA COLONNA

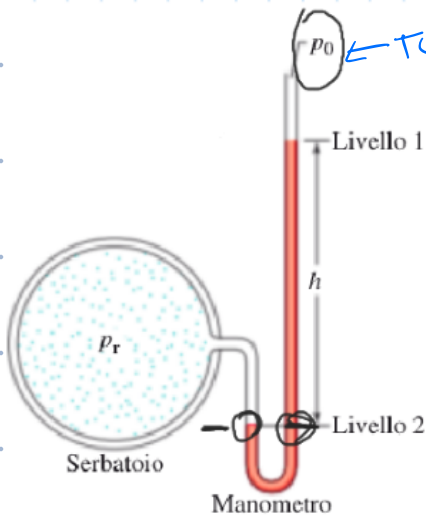
PER LA LEGGE DI STEVINO $P_2 = P_1 + \rho g (y_1 - y_2)$

$$P_2 = P_0$$

$P_1 = 0$ SOTTOFONDENDO LA COLONNA DI MERCURIO SI CREA IL VUOTO IN CIVITA' AL TUBO

$\Rightarrow P_0 = \rho g h \Rightarrow$ MISURANDO h , POSSIAMO CALCOLARE LA PRESSIONE ATMOSFERICA.

MANOMETRO A TUBO APERTO



$P_0 \leftarrow$ TUBO APERTO $\Rightarrow P_0$

L'OBIETTIVO È CALCOLARE P_r

$$P_2 > P_0$$

$$P_2 = P_0 + \rho g h$$

$$\Rightarrow P_2 - P_0 = \rho g h$$

NOTA h E ρ , POSSIAMO CALCOLARE LA PRESSIONE RELATIVA NEL SERBATOIO.

VASI COMUNICANTI

Quesito 1

Supponiamo di considerare un recipiente con due parti cilindriche verticali, 1 e 2 (Fig. F1.4a). Nel recipiente viene messo un liquido, es. acqua.

Qual è la differenza di altezza del liquido nelle due colonne verticali?

Risposta

In una sezione qualunque di area S del tratto orizzontale la forza che si esercita da sinistra verso destra Sp_1 e quella che si esercita da destra verso sinistra Sp_2 , debbono uguagliarsi, per avere equilibrio, (p_1 e p_2 sono le pressioni esercitate dalle due colonne di liquido).

$$\text{Ma } p_1 = p_H + \rho gh_1 \text{ e } p_2 = p_H + \rho gh_2$$

Quindi poiché $p_1 = p_2$ bisogna che $h_1 = h_2$

Questa conclusione si chiama "legge dei vasi comunicanti".

Quesito 2

Consideriamo lo stesso recipiente di figura F1.4a ma questa volta mettiamo nella colonna 1 del mercurio e nella colonna 2 dell'acqua. Questi due liquidi avranno una superficie ben definita di separazione in quanto non sono miscibili.

Il mercurio ha densità $\rho_{Hg} = 13,6 \text{ kg/m}^3$. Quale sarà in questo caso la differenza di quota di due liquidi in equilibrio?

Risposta

Si avrà equilibrio in questo caso quando:

$$p_H + \rho_{Hg} gh_1 = p_H + \rho_{H_2O} gh_2$$

Da cui $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_{H_2O}}{\rho_{Hg}} = \frac{1}{13,6 \text{ kg/m}^3} = 0,073$. Le due altezze nelle colonne non sono più uguali, ma stanno fra loro nel rapporto inverso delle loro densità.

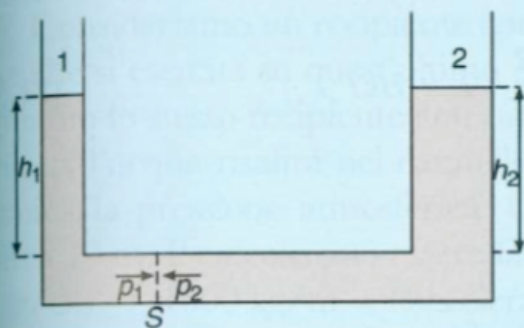


Fig. F1.4a

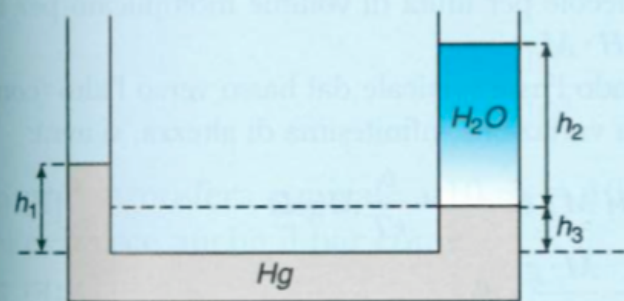


Fig. F1.4b

Quesito 3

In figura F1.4b è rappresentato lo stesso recipiente di figura F1.4a, contenente mercurio e acqua, come nel quesito 2, ma questa volta la superficie di separazione si trova nella colonna di destra. La pressione idrostatica dovuta alla colonna h_1 del mercurio viene in parte compensata da quella dovuta alla colonna h_3 . Potremo scrivere quindi:

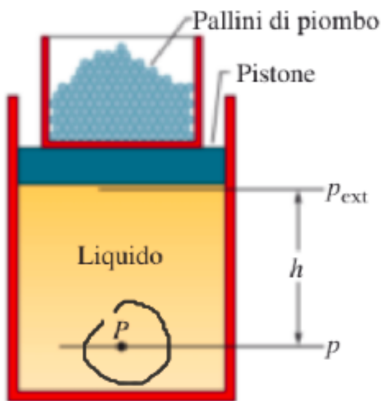
$$p_H + (h_1 - h_3) \rho_{Hg} g = p_H + h_2 \rho_{H_2O} g,$$

$$\text{da cui: } (h_1 - h_3) = h_2 \frac{\rho_{H_2O}}{\rho_{Hg}}.$$

PRINCIPIO DI PASCAL

UN CAMBIAMENTO DI PRESSIONE APPLICATO AD UN FLUIDO CONFINATO VIENE TRASMESSO INALTERATO AD OGNI PORZIONE E ALLE PARETI DEL RECIPIENTE

ES: TUBETTO DI DENTIFRICIO



$$P = P_{\text{ext}} + \rho g h$$

AGGIUNGO PALLINI DI PIOMBO $P'_{\text{ext}} = P_{\text{ext}} + \Delta P_{\text{ext}}$

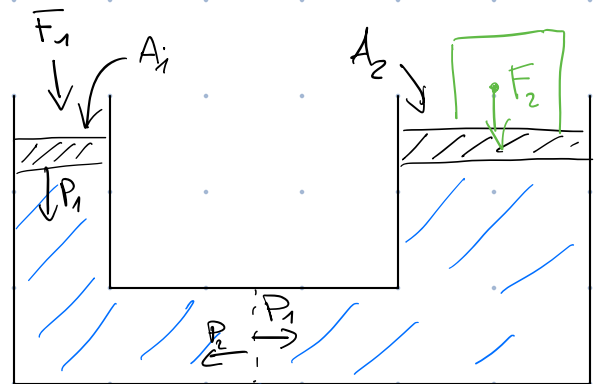
$\Rightarrow \Delta P = \Delta P_{\text{ext}}$ INDIPENDENTE DA $h \Rightarrow$ DEVE VALERE PER OGNI PUNTO DEL FLUIDO

Figura 14.7 I pesi caricati sul pistone creano una pressione esterna p_{ext} in cima al liquido incompressibile. Se si aumenta p_{text} , aggiungendo altri pesi, la pressione aumenta della stessa quantità in tutti i punti del liquido.

EX: MARTINETTO IDRAULICO

LA FORZA F_1 SU UNA SUPERFICIE A_1 CAUSA

UNA PRESSIONE $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$



UN CORPO APPOGGIATO SULL'ALTRO PISTONE ESERCE UNA FORZA (FORZA PESO AD ESEMPIO).

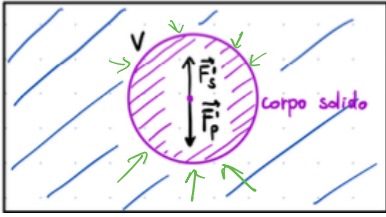
$$F_2 \Rightarrow P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

PER AVERE UN FLUIDO IN QUIETO LE DUE PRESSIONI DEVONO ESSERE LE STESS

$$\Rightarrow P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_1 = F_2 \frac{A_1}{A_2} \quad A_1 < A_2 \Rightarrow F_1 < F_2$$

$\Rightarrow$ È SUFFICIENTE UNA PICCOLA FORZA F_1 PER CONTRASTARE UNA GRANDE FORZA F_2

LEGGI DI ARCHIMEDE

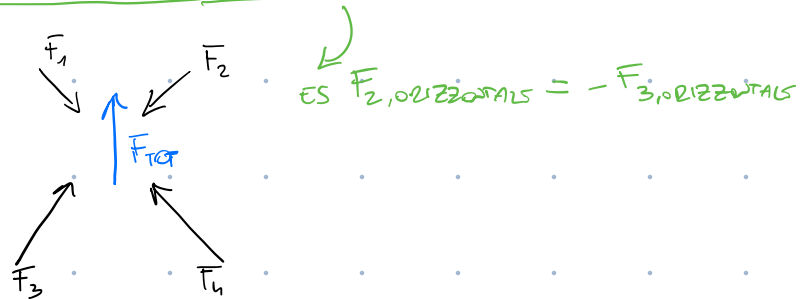


UN CORPO IMMERSO IN UN FLUIDO SUBISCE UNA SPINTA DAL BASSO VERSO L'ALTO. PARI AL PESO DEL VOLUME DI FLUIDO SPOSTATO. LA PRESSIONE NELLA PARTE INFERIORE DEL CORPO È MAGGIORE (LEGGE DI STEVINO)

$\Rightarrow$ LE FORZE CHE AGISCONO DAL BASSO SONO PIÙ GRANDI DI QUELLE CHE AGISCONO DALL'ALTO.

SOTTRAENDO LE FORZE LE COMPONENTI LATERALI SI ANNULLANO E RIMANE SOLO UNA

COMPONENTE VERTICALE



SE IL CORPO È IN EQUILIBRIO NEL FLUIDO ALLORA

FORZA DI ARCHIMEDE

$$F_A = m g = \rho V g$$

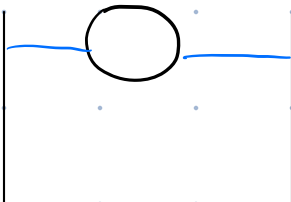
 FORZA PESO DEL CORPO

$$F_A = m_f g = \rho_f V g$$

↑
 MASSA
 DEL VOLUME DI FLUIDO
 SPOSTATO

$$\Rightarrow \rho_f V g = \rho V g \Rightarrow \rho_f = \rho$$

NEL CASO DI UN CORPO NON TOTALMENTE IMMERSO



$F_P = \rho V g$ — VOLUME TOTALE
 ↑
 FORZA PESO

$$F_A = \rho_L V_{\text{immerso}} g$$

$$\Rightarrow \rho V g = \rho_L V_{\text{immerso}} g$$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_L} = \frac{V_{\text{immerso}}}{V}$$

ESEMPIO: ICEBERG

$$P_{\text{ghiaccio}} = 0.92 \text{ Kg/dm}^3$$

$$P_{\text{acqua}} = 1.025 \text{ Kg/dm}^3$$

$$\Rightarrow \frac{V_{\text{immerso}}}{V} = \frac{P_{\text{ghiaccio}}}{P_{\text{acqua}}} = \frac{0.92}{1.025} \approx 0.9$$

$\Rightarrow$ Il 90% di un ICEBERG è immerso!