Università degli Studi di Parma

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica, Informatica e delle Telecomunicazioni

anno accademico 2014-2015

Fisica 1



Prof. Enrico Onofri, titolare del corso

Dr. Emilia Liviotti, esercitazioni

21 maggio 2015

Fisica dei Fluidi

Gettys: Cap. 15

Serway-Jewett: Cap.14

- Fasi della Materia
- Sforzi
- Pressione
- Liquidi ideali
- Unità di misura
- Variazione della pressione con l'altezza
- Fluidi compressibili
- Pressione atmosferica in quota
- Archimede!
- Bernoulli!

Inserisco qui solo alcuni dettagli dalla lezione di oggi. Riferirsi al vostro libro di testo preferito (Gettys, Serway, Halliday, etc.) per una trattazione consistente.

Un liquido "*perfetto*" è caratterizzato dall'assenza di sforzi di taglio. L'unica forza applicabile a un liquido è normale alla superficie. La *forza per unità di superficie* è denominata

PRESSIONE

Le unità di misura:

1. MKS: Pascal = Pa = $1\ N/m^2$
2. Atmosfera (atm) equivalente a ~ $10^5 Pa$ (*più esattamente 101317 Pa*
3. Pounds per inch ~ *6.9 kPa* (nome in codice *psi*)
4. Torricelli (*tor*) ~ 1 mm di Mercurio
5. Bar = 100 kPa ~ 0.987 atm

Note

- Il Pa è poco usato anche se è l'unità naturale nel S.I.
- L'atm è l'unità più familiare, è la pressione atmosferica a livello del mare
- Il psi è utilizzato ad es. nella misura della pressione dei pneumatici.
- Il Torricelli è riferito alla misura della pressione con un manometro a mercurio.
- Una atmosfera corrisponde a $760\ mm$ di mercurio.
- La densità del Mercurio è di 13.6×10^3 kg/m^3 di conseguenza 0.760

$\rho g \sim 1.33 \times 10^5\ Pa\ m^{-1}$ $(\rho g m = peso\ m^{-2})$

$$F = mg = \rho g A h$$

$$P = F/A = \rho g h$$

$$= 13.6 \times 10^3 \times 9.81 \times 0.76$$

$$\approx 1.014 \times 10^5\ N/m^2\ (Pa)$$

Sostanza	*densità* ($Kg\ m^{-3}$)
Alluminio	2.7×10^3
Rame	8.9×10^3
Oro	19.3×10^3
Ferro	7.8×10^3
Piombo	11.3×10^3
Platino	21.4×10^3
Mercurio	13.6×10^3
Acqua	1.0
Aria (a 1 atm)	1.29
Elio (“)	0.18
Idrogeno (“)	0.09

Come verrà mostrato nella lezione seguente in un liquido soggetto alla forza di gravità e in condizioni di equilibrio la pressione soddisfa la relazione

$$dp/dh = -\rho g \qquad (*)$$

Ne segue che nel caso dell'acqua ($\rho = 10^3\ kg/m^3 = 1\ g/cm^3$) la pressione aumenta di ~10^4 Pa ogni metro di profondità, o equivalentemente di *una atmosfera ogni 10m*. Il calcolo è solo approssimato in quanto 1 m^3 di acqua grava con una forza di 10^3 kg x g ~ 9810 N su una superficie di 1 m^2.

Per un gas come l'aria si deve tenere presente che la densità varia con la pressione (e la temperatura). Quindi l'equazione (*) diventa $(p/p_0 = \rho/\rho_0)$

$$dp/dh = -\rho g = -\rho_0\, p/p_0\, g$$

Detta $\lambda = \rho_0/p_0\, g$, l'equazione ha come soluzione

$$p(h) = p(0) \times exp\{-\lambda\, h\}$$

Numericamente

$$\lambda = 1.29\ kg/m^3 \times 9.8\ m\ s^{-2} / 10^5 N/m^2 \simeq 1.26 \times 10^{-4}\ m^{-1}$$

ossia la pressione diminuisce del *12% a 1000 m*

(del 23% a 2000 m e del 32% a 3000 m)

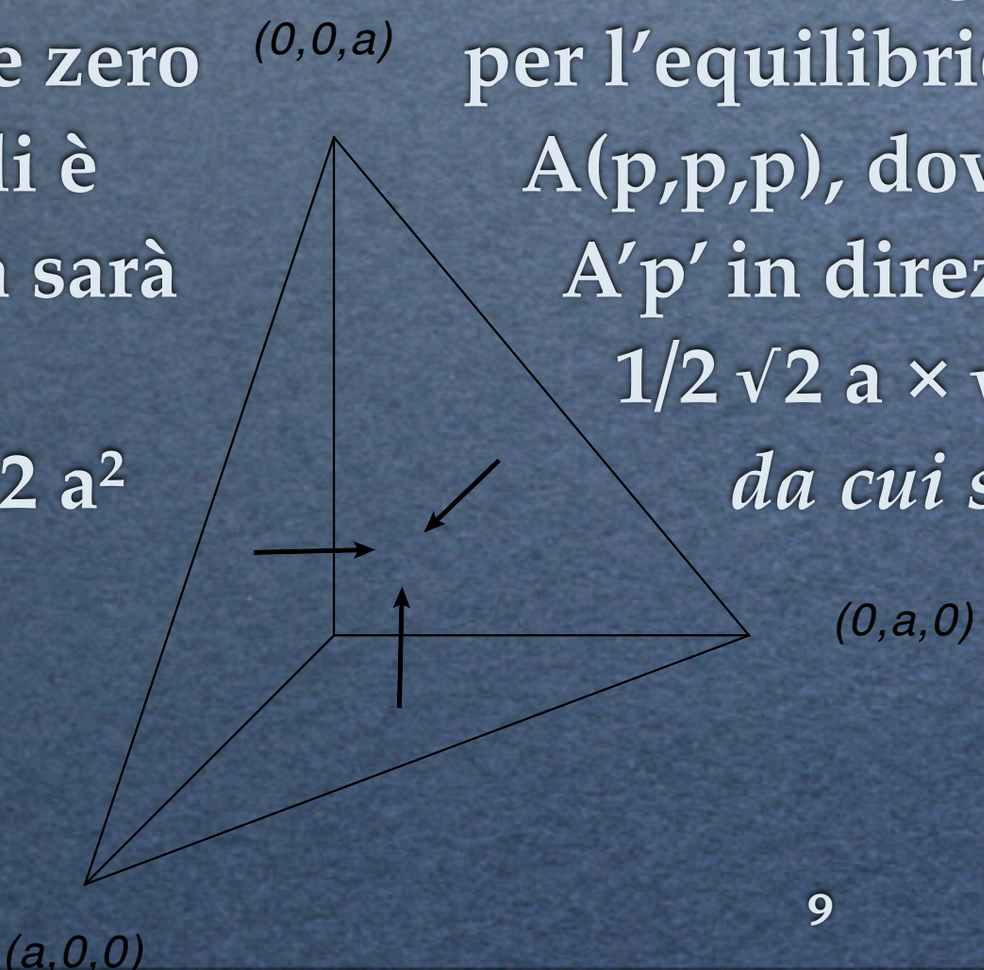
mentre all'altitudine del K2 (8611m) la pressione scende a

$$e^{-1.26 \times 8611 \times 10\text{-}4} \simeq .33\ Atm$$

Il calcolo è approssimativo, in quanto la pressione dipende anche dalla temperatura e ovviamente di questo bisogna tenere conto se si parla di una quota 8000!

La pressione in un fluido omogeneo è *isotropa*, ossia la forza esercitata dal fluido su una superficie è indipendente dall'orientazione. Un argomento semplice: isoliamo all'interno del fluido un volumetto a forma di piramide con vertici nei punti *(a,0,0), (0,a,0) e (0,0,a).* La pressione sulle facce che hanno un vertice in *(0,0,0) sarà la stessa per simmetria*. La forza totale che agisce sulla piramide deve essere zero per l'equilibrio; la forza sulla tre facce uguali è A(p,p,p), dove $A=a^2/2$. La forza sulla terza faccia sarà A'p' in direzione (1,1,1). L'area A' è data da $= \sqrt{3}/2\ a^2$ $1/2\ \sqrt{2}\ a \times \sqrt{2}\ a\ \sqrt{3}/2$ (1/2 base x altezza)

da cui segue p'=p.



Archimede
vedi ad es. testo del Gettys pag.363

Bernoulli
vedi pag.364

Formule importanti per iniziare con la fisica dei fluidi

- *1 Newton/m^2 = 1 Pascal = 1 Pa*
- *1 Atm = 10^5 Pa*
- *1 Atm = 756 Hg* (mm di mercurio)
- *pressione/densità/g = altezza della colonna di liquido di densità nota che produce la pressione - questa relazione entra nella equazione di Bernoulli che vedremo più avanti.*
- *$dp/dh = -\rho g$ variazione della pressione con l'altezza*
- *$p(h) = p(0)\ exp\{-\lambda\ h\}$ nel caso ρ proporzionale alla pressione*

FINE

della XIII lezione

Prossima lezione lunedì

25 maggio

ore 9:00