APPUNTI E DOMANDE D'ESAME PER IL PRIMO COMPITINO DI FLUIDODINAMICA DELLA PROF. MARIA VITTORIA SALVETTI

Abbiamo creato queste dispense integrando le **sbobinature** delle lezioni con le slide forniteci dalla Prof e abbiamo poi messo il tutto in ordine logico per facilitare la preparazione del compitino, in più abbiamo raccolto i compiti degli anni passati (dal 2010 al 2018) e notando che le domande erano spesso ripetute abbiamo creato una raccolta di possibili domande del compitino.
Il compitino si svolge nel seguente modo: ci viene dato il testo dell'esame completo e anche il tempo a disposizione è lo stesso (4 ore), ma chi fa il compitino deve rispondere SOLO alle domande 1, 2 e 5 delle quali:

- la 1 e la 2 sono domande a risposta breve e valgono 0,5 punti ciascuna.
- La 5 è la "domandona" con risposta lunga e vale 12 punti.

Il voto massimo del compitino e 13 e il minimo per poterlo considerare superato è 7.

MASTER COPY
Tel. 050 831216
Cell. 388 9837745

INDICE:

- Nozioni Introduttive
- Richiami su vettori e tensori
- Derivata materiale e teorema del trasporto
- Bilancio di massa, quantità di moto e energia
- Equazioni di Navier-Stokes ed equazioni costitutive
- Condizioni iniziali e condizioni al contorno
- Forme alternative del bilancio di energia
- Flusso incomprimibile: semplificazioni delle equazioni di Navier-Stokes
- Esempi applicativi : Flussi di Poiseuille piano, di Hagen-Poiseuille e di Couette
- Flusso incomprimibile e irrotazionale: semplificazione delle equazioni di Navier-Stokes
- Equazione della dinamica della vorticità
- Applicabilità di tale modello per usi ingegneristici.

- **Elenco domande di esame**
- **Risposte a ciascuna domanda**


master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

INTRODUZIONE

Def: FLUIDODINAMICA → Scienza che studia il moto dei fluidi e le forze che si scambiano un fluido e un corpo a causa del moto relativo delle FORZE FLUIDODINAMICHE

La STRUTTURA MICROSCOPICA dei:

- SOLIDI → hanno forma e volume proprio; le molecole sono "imprigionate in strutture ordinate delle reticoli. e il moto relativo tra essi è trascurabile.

- LIQUIDI → hanno volume proprio ma NON la forma; le molecole sono disposte in strutture ordinate ma esse si muovono l'una rispetto all'altra.

- GAS → non hanno ne' forma ne' volume proprio, le molecole sono libere di muoversi l'una rispetto all'altra su grandi distanze.

Def: FLUIDO → SOSTANZA CHE SI DEFORMA CONTINUAMENTE SOTTO L'AZIONE DI FORZE TANGENZIALI ANCHE INFINITESIME, cioè i fluidi possono reagire alle forze tangenziali solo con il moto. I fluidi comprendono i liquidi e i gas e sono quindi caratterizzati dalla mancanza di una forma propria.

- GAS PERFETTO → è un gas in cui le interazioni tra molecole avvengono solo tramite la collisione, attraverso esso si scambiano quantità di moto ed energia.

L'IPOTESI DI MEZZO CONTINUO

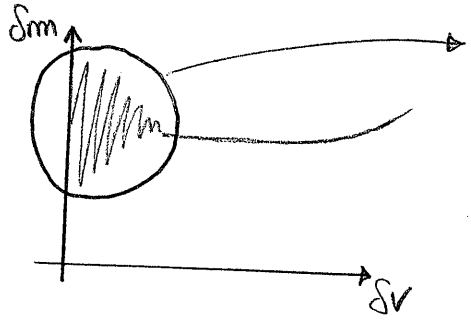
La fluidodinamica classica si basa sull'ipotesi che il comportamento macroscopico di un fluido possa essere descritto considerandolo come mezzo continuo, senza tenere conto, cioè del moto delle singole molecole.

Ipotesi di mezzo continuo → IL MOTO DEI FLUIDI PUO' ESSERE DESCRITTO DA UN PUNTO DI VISTA MACROSCOPICO A PRESCINDERE DALLA STRUTTURA MOLECOLARE

L'ipotesi di mezzo continuo è valida se si può definire la particella fluida; vediamo come si definisce:

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

ESEMPIO → Prendo un volumetto δV di gas e me misuro la massa, poi inserisco i risultati in un grafico



OSCILLAZIONI → dovute al basso numero di molecole che sto esaminando

Come possiamo notare, dopo le oscillazioni, il grafico si stabilizza quando ho un numero sufficiente di molecole, successivamente inizia a crescere perché il volume non è più puntiforme e risente quindi di variazioni macroscopiche.

Def: ~~PARTICELLA FLUIDA~~ → VOLUMETTO ELEMENTARE DI FLUIDO δV SUFFICIENTEMENTE PICCOLO DA POTER ESSERE CONSIDERATO INFINITESIMO RISPETTO ALLE VARIAZIONI SPAZIALI MISURABILI DELLE GRANDEZZE MACROSCOPICHE, MA SUFFICIENTEMENTE GRANDE DA POTER CONTENERE UN NUMERO DI MOLECOLE ABBASTANZA ELEVATO PER FAR SÌ CHE IL VALORE DI OGNI GRANDEZZA RISULTI STATISTICAMENTE STAZIONARIO.

NB → Noi consideriamo SEMPRE valida l'ipotesi di mezzo continuo.

Tutte le grandezze fluidodinamiche sono riferite alla particella fluida e sono intese come media delle grandezze relative alle molecole contenute nella particella fluida.

LA COMPRIMIBILITÀ

I gas e i liquidi si differenziano per la loro diversa COMPRIMIBILITÀ cioè, ogni moto è caratterizzato da significative variazioni di pressione che implicano variazioni di densità molto più grandi per i gas che per i liquidi.

Si introduce il

COEFFICIENTE DI COMPRIMIBILITÀ (K) → INDICE DELLA VARIAZIONE RELATIVA DI VOLUME PER UNITÀ DI VARIAZIONI DI PRESSIONE

$$K = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right) \qquad \text{Con } V = \frac{1}{\rho} = \text{VOLUME SPECIFICO}$$

- Se la compressione è a TEMP. COSTANTE si chiama COEFFICIENTE DI COMPRIMIBILITÀ ISOTERMO

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

- Se la compressione è a ENTROPIA COSTANTE si chiama COEFFICIENTE DI COMPRIMIBILITÀ ISOENTROPICO

$$[K] = Pa^{-1} = (N/m^2)^{-1}$$

↑ di R ⇒ ↓ la compressibilità

- LIQUIDI: R BASSO ⇒ piccole variazioni di densità anche per significative variazioni di pressione

  Eq. di stato: ρ = COSTANTE

- GAS: R ELEVATO (3 o 4 ordini di grandezza > di quello dei liquidi) ⇒ le variazioni di densità NON sono sostanzialmente trascurabili.

  Eq. di stato: $\rho = \rho(P,T)$

  Sostanzialmente l'aria può essere considerata un gas perfetto

  Eq. di stato gas perfetti: $P = \rho RT$ con $R = 287{,}1 \frac{m^2 s^2}{K}$

Def: VELOCITÀ NEL PUNTO P → Velocità della particella fluida centrata in p → $\vec{V} = (u, v, w)$

FORZE AGENTI SU UNA PARTICELLA FLUIDA

Le forze agenti su una particella fluida si dividono in:

- FORZE DI VOLUME O MASSA → Sono forze proporzionali al volume della particella, sono sostanzialmente NOTE e sono presenti indipendentemente dal moto del fluido. (ES: FORZA PESO)

- FORZE DI CONTATTO → sono forze che nascono perché la particella è in moto a contatto con altro fluido o con un corpo solido, dipendono quindi dal moto e sono le incognite del problema fluidodinamico.