Siti: centropiaggio e files dei teams + "biomedica.ing.unipi.it"

ESAME:

1) Scritto con teoria + esercizi 27 punti
2) Tesina in inglese di 3 punti
   + orale facoltativo

TESINA su argomenti di fenomeni di trasporto

Argomenti: trasporto di → moto
                         → massa
                         → energia
} studiati insieme perché hanno le stesse equazioni, tramite la meccanica del continuo

Energia elettrica e termica sono le uniche che vengono trasportate, le altre convertite

Come scrivere la tesina
- Linguaggio formale, terza persona (impersonale), non si usano abbreviazioni tipo we're, it's ecc...

- Titolo
- Abstract: paragrafo sunto
- Introduzione
- Metodi e risultati (se si è fatto un esperimento) → non necessario
- Discussione
- Didascalia per le immagini

Fonti: Pubmed
Web of science
Scopus
Google scholar

Esame su Google form

master COPY

UOMO STANDARD

Uomo con specifico peso, altezza, metabolismo basale ecc...

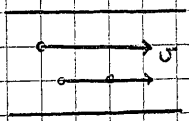
70 Kg
1.73 m — usato per fare calcoli di base sul corpo umano
25 anni
100 J/s metabolismo basale (in realtà 86, quantità di calore prodotto a riposo)
12 respiri/min
120/80 mmHg pressione sanguigna
5 L volume sangue
37.0°C t corporea
60/min battito cardiaco
30 Kg massa muscolare
1.85 m^2 area superficiale

master COPY

05-03

Esamino volumetti che sono più grandi di atomi e molecole per la meccanica del continuo
Massa → moto → energia } argomenti che studio
In condizioni di <u>equilibrio</u> o quasi

Somma delle forze agenti è circa nulla $\Sigma F = 0$
Stazionario: il sistema non cambia nel tempo $\left(\frac{d}{dt} = 0\right)$ ciò non vuol dire che il sistema non si muova



il sistema è stazionario perché ogni particella che passa ha la stessa velocità

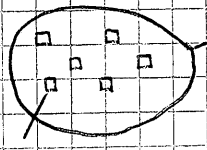
2 approcci per studiare i fenomeni
- <u>Euleriano</u>: fisso il volume nello spazio e osservo ciò che accade lì
- <u>Lagrangiano</u>: fisso un gruppo di particelle e le seguo nello spazio per vedere ciò che accade

Studio:

MASSA	m	Kg
MOTO	mv	Kg m/s
ENERGIA	J	F·d = N·m (forza per distanza)

NOZIONI

- <u>Scalari</u>: quantità caratterizzate dalla sola ampiezza (Temperatura, Massa, Pressione, Densità, Concentrazione)

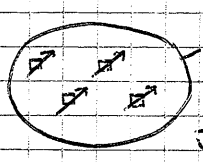


$T(x, y, z, t)$

Ho un campo di temperature (ogni punto ha una temperatura diversa) e posso disegnare delle isoterme

Sistema stazionario: T non dipende dal tempo t

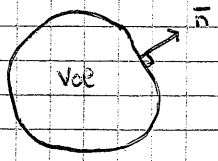
- <u>Vettore</u>: quantità descritta da ampiezza, direzione e verso, le particelle nel volume hanno velocità diverse



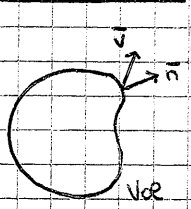
$\bar{v} = \begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix}$ oppure $\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}$

Vettore normale: ampiezza unitaria, direzione $\perp$ superficie e verso uscente

$\bar{n}$ $\quad |\bar{n}| = 1$



- Prodotto scalare (dot product)

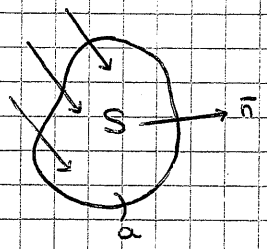


$\underbrace{\bar{v} \cdot \bar{n}}$ = scalare

Prodotto tra 2 vettori

$\bar{v} \cdot \bar{n} = \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} \cdot [1\ 0\ 0] = u$

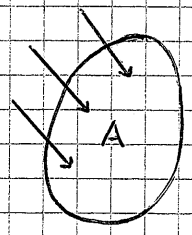
- Integrale sulla superficie



$V_{media} = \frac{1}{A} \int_A \bar{v} \cdot \bar{n}\, dA$

$\bar{n}$ normale alla superficie, le particelle attraversano la superficie in varie direzioni

- Flusso volumetrico



$Q = \int_A \bar{v} \cdot \bar{n}\, dA \qquad \frac{m}{s} \cdot m^2 = \frac{m^3}{s}$

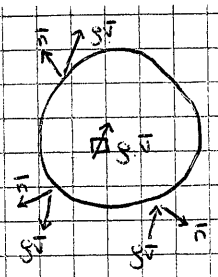
Volume che attraversa la superficie al secondo

Relazione tra velocità media e flusso volumetrico $\quad V_{media} = \frac{Q}{A}$

$\text{Flusso} = \underbrace{\frac{\Phi}{A \cdot t}}_{\frac{J}{m^2 s}}$ = quantità che attraverso la superficie nell'unità di tempo

- Flusso di massa = vettore dato da densità per velocità

$\rho \cdot \bar{v} \qquad \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{m}{s} = \frac{kg}{m^2 s}$ $\qquad \rho$ e $\bar{v}$ sono funzioni di spazio e tempo

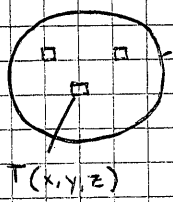


$\rho(x,y,z,t)$

$v(x,y,z,t)$

$\int_S \rho \cdot \bar{v} \cdot \bar{n} \, ds = \frac{\text{massa}}{\text{sec}}$ che entra/esce dal sistema

- Integrale sul volume



$$T_{media} = \frac{1}{Vol} \int_{Vol} T \, dVol = \frac{1}{Vol} \iiint T \, dx\,dy\,dz$$

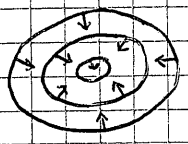
master copy

- Gradiente di uno scalare = vettore

$$\underbrace{\nabla T}_{\text{vettore}} = \frac{dT}{dx}\hat{\imath} + \frac{dT}{dy}\hat{\jmath} + \frac{dT}{dz}\hat{k} \quad \text{oppure} \quad \begin{bmatrix} \frac{dT}{dx} \\ \frac{dT}{dy} \\ \frac{dT}{dz} \end{bmatrix}$$

∇ = direzione in cui il parametro varia di più

Su ogni isoterma ∇T è $\perp$ alla curva e con verso dove c'è T maggiore



- Divergenza $\nabla \cdot \bar{v}$ = scalare $\nabla \cdot \bar{\bar{T}}$ = vettore

$$\left(\frac{d}{dx}, \frac{d}{dy}, \frac{d}{dz}\right) \begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}$$

master copy

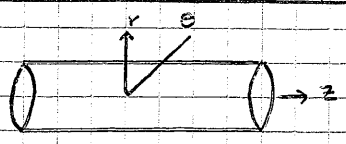
- Legge di Gauss (teorema della divergenza)

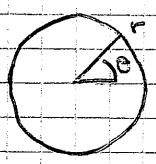
$$\int_S F \bar{n} \, ds = \int_V \nabla F \, dV$$

$\nabla^2 \phi = \nabla \cdot \underbrace{\nabla \phi}_{\text{vettore}}$ = scalare Laplaciano

$$\nabla^2 T = \nabla \cdot \nabla T = \left(\frac{d}{dx}, \frac{d}{dy}, \frac{d}{dz}\right) \begin{pmatrix} \frac{dT}{dx} \\ \frac{dT}{dy} \\ \frac{dT}{dz} \end{pmatrix} = \frac{d^2T}{dx^2} + \frac{d^2T}{dy^2} + \frac{d^2T}{dz^2}$$

- Coordinate cilindriche e sferiche

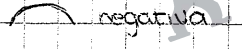




Cilindriche: $\frac{d^2\phi}{dz^2} + \underbrace{\frac{1}{r^2}\frac{d^2\phi}{d\theta^2}}_{\text{poco usato}} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{d\phi}{dr}\right)$

Sferiche: $\frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r^2\frac{d\phi}{dr}\right) + \frac{1}{r^2\sin\theta}\frac{d}{d\theta}\left(\sin\theta\frac{d\phi}{d\theta}\right) + \frac{1}{r^2\sin^2\theta}\frac{d^2\phi}{d\varphi^2}$

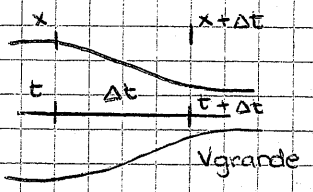
∇^2 = derivata seconda che aumenta all'aumentare della curvatura



Stati di aggregazione

- Solido: particelle legate fortemente e difficili da separare, mantengono la propria forma e volume
- Liquido: forze attrattive che rendono le molecole difficilmente separabili, mantengono il volume ma assumono la forma del recipiente in cui mi trovo
- Gas: molecole legate più debolmente, se aumento T aumentano anche le collisioni e interazioni tra molecole (con i liquidi sono detti fluidi)

- Accelerazione: derivata della velocità nel tempo $\vec{V}(x,y,z,t)$ $a = \frac{dV}{dt}$
  aumenta quando si riduce la scalare



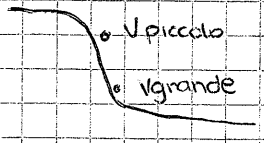
$u(x) \longrightarrow u(x+\Delta x)$
$u(t) \longrightarrow u(t+\Delta t)$
} Velocità varia nello spazio e nel tempo

$$\text{Accelerazione} = \frac{u(t+\Delta t) - u(t)}{\Delta t}$$

$$\Delta x = \frac{u}{\Delta} \qquad u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$acc = \frac{u(x+\Delta x) - u(x)}{\Delta t} \qquad acc = \frac{(u(x+\Delta x) - u(x))\,u}{\Delta t}$$

Es. in una cascata la velocità aumenta dall'alto al basso



non cambia nel tempo
V cambia nello spazio
} Stazionario