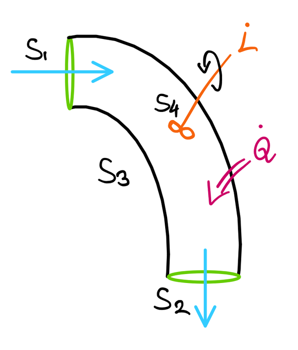
3 - Energia

Tuesday, 28 September 2021 14:31

PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELL' ENERGIA



MODALITÀ PER SCAMBIARE ENERGIA CON L' AMBIENTE

$\dot{Q}$ = POTENZA TERMICA (TERMOSTATO)

$\dot{L}$ = POTENZA MECCANICA (ORGANO MOBILE)

S_4 SUPERFICIE A CONTATTO TRA ORGANO MOBILE (ELICA) E IL FLUIDO, CREAZIONE DI LAVORO MECCANICO

$V = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$ VOLUME DI CONTROLLO

IPOTESI NON C'È NESSUNA GENERAZIONE INTERNA DI POTENZA (ESEMPIO: REAZIONI CHIMICHE O NUCLEARI)

NOI TRASCURIAMO QUESTI CASI

CONVENZIONI POSITIVO SE ENTRANTE $\xrightarrow{\dot{L}} \oplus \xleftarrow{\dot{Q}}$

CONSERVAZIONE DELL' ENERGIA (QUALITATIVA)

ΔE = POTENZA TERMICA + POTENZA DELLE FORZE AGENTI SUL FLUIDO + FLUSSO ATTRAVERSO LE 2 SUPERFICI (ASSOCIATO A $\dot{m}$)

COSA CI DICE QUESTA RELAZIONE?

PUÒ SUCCEDERE CHE CI RITROVIAMO CON UN FLUIDO PIÙ CALDO DI QUELLO INIZIALE, DIPENDE DA 4 AGENTI

ANCHE SE LE PARETI SONO ADIABATICHE ($\dot{Q}=0$) IL FLUIDO PUÒ CAMBIARE ENERGIA

VARIAZIONE DI ENERGIA IN V IN Δt

1) ENERGIA INTERNA U — MOTO DISORDINATO MOLECOLE

2) ENERGIA CINETICA K — MOTO ORDINATO MOLECOLE

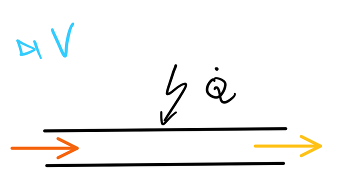
3) POTENZIALE DI CAMPI DI FORZA CONSERVATIVI $\Sigma\phi$ — CAMPO GRAVITAZIONALE

$$\boxed{\int_V \frac{\partial \rho\left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)}{\partial t}\, dV} \quad [W]$$

POTENZA TERMICA SCAMBIATA LUNGO LE PARETI DI V

STRETTAMENTE LEGATA A SCAMBI TERMICI

ES. SCAMBIATORE ELETTRICO $\boxed{\dot{Q}}$



TUBO RISCALDATO DA RADIAZIONE SOLARE

POTENZA DELLE FORZE AGENTI SUL VOLUME

1) FORZE A DISTANZA $\propto \dot{m}$ DEL MIO FLUIDO

- CONSERVATIVE (AMMETTONO POTENZIALE, LE INGLOBIAMO IN *)
- NON CONSERVATIVE $\boxed{\int_V f'_{DIST}\, \rho v\, dS}$

2) FORZE DI SUPERFICIE AGISCONO ATTRAVERSO S

FLUIDO IN CONDIZIONE DI MOTO $\rightarrow \boxed{\int_{S_1+S_2+S_3} (-p\vec{n}+\tau\vec{t})\, \vec{v}\, dS}$

FLUSSO NETTO DI ENERGIA ENTRANTE IN V FLUSSO (OUT-IN)

ENERGIA ASSOCIATA AL FLUIDO $\int_S \left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi_i\right)\rho\, \vec{v}\, \vec{n}\, dS$

$$\boxed{\int_{S_2}\left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi_1\right)\underbrace{\rho v_N\, dS}_{d\dot{m}} - \int_{S_1}\left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi_2\right)\underbrace{\rho v_N\, dS}_{d\dot{m}}} \quad [J/kg]$$

ENERGIA MAGGIORE SE:

$K\uparrow$ FLUIDO ENTRA VELOCEMENTE

$U\uparrow$ FLUIDO SI RISCALDA

$\Sigma\phi\uparrow$ FLUIDO SI TROVA IN ALTO

CONSERVAZIONE DELL' ENERGIA PER UN FLUIDO

$$\underbrace{\boxed{\int \frac{\partial\left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi_i\right)}{\partial t}\, dV}}_{\text{VARIAZIONE DI E IN V IN }\Delta t} = \underbrace{\boxed{\dot{Q}}}_{\text{POTENZA TERMICA}} + \underbrace{\boxed{\int f'_{DIST}\, \vec{v}\rho\, dV + \int_{S_1+S_2+S_3+S_4} (-p\vec{n}+\tau\vec{t})\, v\, dS}}_{\text{POTENZA DELLE FORZE AGENTI SUL FLUIDO (DISTANZA + SUPERFICIE)}} + \underbrace{\boxed{\int_{S_1}\left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)\rho v_n\, dS - \int_{S_2}\left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)\rho v_n\, dS}}_{\text{FLUSSO ATTRAVERSO LE SUPERFICI } S_1\ S_2}$$

CONSIDERAZIONI - RENDIAMO LA FORMULA UTILE

- S_3 SUPERFICIE RIGIDA (INVOLUCRO SOLIDO CHE CONTIENE V)

  $v(S_3) = 0$ m/s PER CONDIZIONE DI ADERENZA

  QUINDI $\boxed{\int_{S_3} (-p\vec{n}+\tau\vec{t})\, v\, dS = 0}$

- S_4 SUPERFICIE DELL' ORGANO MOBILE (ELICA)

  $\boxed{\int_S (-p\vec{n}+\tau\vec{t})\, v\, dS = \dot{L}}$

  FORZE DI SUPERFICIE SU S_4 = LAVORO MECCANICO

  POTENZA SCAMBIATA CON L' ESTERNO

- S_1, S_2 (IMMAGINARIE)

  $\begin{cases} \vec{n_1}\cdot v_N = v_N & S_1 \\ \vec{n_2}\cdot v_N = -v_N & S_2 \end{cases}$ NORMALE POSITIVA SE USCENTE SEGUE CHE:

  $$\boxed{\int_{S_1+S_2} -p\vec{n}\vec{v}\, dS = \int_{S_1} \frac{p}{\rho}\boxed{\rho v_N\, dS} - \int_{S_2}\frac{p}{\rho}\boxed{\rho v_N\, dS}}$$

IPOTESI ULTERIORI

- ASSENTI CAMPI DI FORZA NON CONSERVATIVI $\int_V f'_{DIST}\, \rho\vec{v}\, dV = 0$
- SFORZO LUNGO LE PARETI TRASCURABILE $\int \tau\vec{t}\,\vec{v}\, dS = 0$

CONSERVAZIONE DELL' ENERGIA PER UN FLUIDO GENERICO

$$\boxed{\int_V \frac{\partial\left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)\cdot\rho}{\partial t}\, dV = \dot{L} + \dot{Q} + \int_{S_1-S_2}\left(H+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)\rho v_n\, dS}$$

GENERICO POICHÈ NESSUNA IPOTESI DI COMPRIMIBILITÀ

MONODIMENSIONALITÀ

$$\int_L \frac{\partial\left(U+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)\cdot\rho}{\partial t}\, S\, dx = \dot{L} + \dot{Q} - \Delta\left[\left(H+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)\rho v S\right]$$

$$\Delta\left[\left(H+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)\rho v S\right] = \left(H_1+\frac{v_1^2}{2}+\Sigma\phi_1\right)\dot{m}_1 - \left(H_2+\frac{v_2^2}{2}+\Sigma\phi_2\right)\dot{m}_2$$

STAZIONARIETÀ + MONODIMENSIONALITÀ

$\partial/\partial t = 0 \rightarrow \dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$

$$\dot{L} + \dot{Q} = \Delta\left[\left(H+\frac{v^2}{2}+\Sigma\phi\right)\cdot\dot{m}\right]$$

CONSIDERIAMO SOLO IL CAMPO DI GRAVITÀ

$\Sigma\phi_i = \phi_{GRAV} = g\vec{z}$

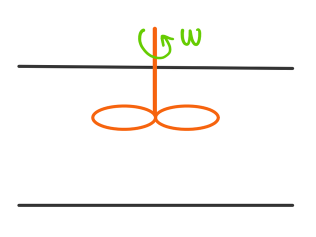
$$\dot{L} + \dot{Q} = \Delta\left[\left(H+\frac{v^2}{2}+gz\right)\cdot\dot{m}\right]$$

NOTARE CHE SE $Q>0$, $L>0$

- $T\uparrow$ POICHÈ $H=H(T)$ SE IDEALE
- $v\uparrow$ IL FLUIDO ACQUISTA VELOCITÀ
- $z\uparrow$ IL FLUIDO PUÒ AUMENTARE IN POTENZIALE

$\boxed{\frac{p}{\rho} = \frac{R}{MM}T}$ SE IL FLUIDO SI SCALDA ρ DIMINUISCE, $\dot{m}$ COSTANTE v AUMENTA

MACCHINE A FLUIDO



$$L = \Delta\left(H - \frac{v^2}{2} - gz\right) - Q \quad \left(\frac{J}{kg}\right)$$

V_S = VOLUME SPECIFICO

$T\,dS = dH - V_S\, dP = dH - \frac{dP}{\rho}$ FONDAMENTALE TDS

$$L = \int_1^2 T\,dS + \int_1^2 \frac{dP}{\rho} + \Delta\left(\frac{v^2}{2}+2g\right) - Q$$

DOVE $dS = \left(\frac{\delta Q}{T}\right)_{REV} = \left(\frac{\delta Q}{T}\right)_{1\to2} + \delta$ — >0 IRREV, $=0$ REV

IRREVERSIBILITÀ CAUSATA DA MOTI INTERNI DEL FLUIDO PRESENZA DI VORTICI O ALTRI FENOMENI DISSIPATIVI

δ = LAVORO DELLE FORZE D' ATTRITO

$$L = \int_1^2 T\left(\cancel{\frac{\delta Q}{T}} + \frac{\delta L_W}{T}\right) + \int_1^2 \frac{dP}{\rho} + \underbrace{\cancel{\Delta\left(\frac{v^2}{2}+gz\right)}}_{\approx 0 \text{ PER IPOTESI}} + \cancel{Q}$$

LE MACCHINE OPERATRICI DEVONO DARE LAVORO AL FLUIDO

$\boxed{L = L_W + \int V\, dP}$

- $\int V\,dP$ → LAVORO TRASFERITO AL FLUIDO (EFFICACIE)
- L_W → LAVORO PERSO PER DISSIPAZIONE TERMICA
- L → LAVORO TOTALE FORNITO

COMPRIMIBILE $\rho \neq$ COST COMPRESSORE

INCOMPRIMIBILE $\rho =$ COST POMPA

UNA MACCHINA CHE ESTRAE LAVORO DAL FLUIDO SI CHIAMA TURBINA

L' IRREVERSIBILITÀ DIMINUISCE L' EFFETTO CARATTERISTICO DELLA NOSTRA TRASFORMAZIONE

$$L = \Delta\left(H+\frac{v^2}{2}+gz\right) - Q = L_W + \int_1^2 V\,dP + \Delta\left(\frac{v^2}{2}+gz\right)$$

IPOTESI DI INCOMPRIMIBILITÀ

$H = U + PV$

ρ COST, $\dot{m}$ COST $\rightarrow V_{SPECIFICO}$ = COST

$L_W = U_2 - U_1 - Q$ SE INCOMPRIMIBILE

VALUTARE L' INEFFICIENZA DELLA TRASFORMAZIONE

$\Delta U = c\,\Delta T = Q + L_W = c\,(\Delta T_Q + \Delta T_{L_W})$

DOVE $\Delta T = \Delta T_Q + \Delta T_{L_W}$

IPOTESI DI FLUIDO ADIABATICO $Q=0$, $\Delta T_Q = 0$

$$\Delta T_{L_W} = \frac{1}{c}\left\{L - \left[\Delta\left(\frac{p}{\rho}+\frac{v^2}{2}+gz\right)\right]\right\}$$

BERNOULLI È VALIDO SOLO PER I FLUIDI INCOMPRIMIBILI

$$p + \rho g z + \frac{\rho v^2}{2} = \text{cost}$$

L' INCOMPRIMIBILITÀ RIDUCE L' EFFETTO

$$\frac{p_1}{\rho} + g z_1 + \frac{v_1^2}{2} = \frac{p_2}{\rho} + g z_2 + \frac{v_2^2}{2} + Y$$