ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI

INFORMAZIONI GENERALI:

prof. Testi (1° parte) e prof. Frigo (2° parte)

12 crediti (SCRITTO + ORALE)

LIBRI/MATERIALE:

- "TERMODINAMICA E TRASMISSIONE DEL CALORE" (Cengel)
- "ELEMENTI DI FISICA TECNICA PER L'INGEGNERIA"
- "MACCHINE" (Della Volpe)
- APPUNTI MASTERCOPY MAURIZIO/COLORCOPY VALENTINA
- APPUNTI LUIGI TISCIONE

PROGRAMMA:

1. TERMODINAMICA APPLICATA
2. IDRAULICA
3. TRASMISSIONE DEL CALORE
4. FONDAMENTI DI MACCHINE
5. IMPIANTI MOTORE
6. IMPIANTI A CICLO INVERSO
7. COMPRESSORI E TURBINE IDRAULICHE

MASTER COPY
Tel. 050 831 21 26
Cell. 388 983 7745

1 TERMODINAMICA APPLICATA

SISTEMA: regione di spazio circondata da un'altra regione di spazio (AMBIENTE) e dal cui interno si trova l'oggetto di interesse

il sistema è separato dall'ambiente da un contorno detto FRONTIERA

esistono 2 tipi di sistema:

1. SISTEMA APERTO / VOLUME DI CONTROLLO
2. SISTEMA CHIUSO / MASSA DI CONTROLLO

① SISTEMA APERTO / VOLUME DI CONTROLLO

↳ sistema che scambia massa ed energia con l'ambiente; solitamente si parla di una regione di spazio, detta VOLUME DI CONTROLLO, attraverso cui si ha flusso di massa

equazione del BILANCIO DI MASSA:

$$\Delta M = \frac{dM}{dt} = \sum_{i=1}^{n} m_{IN,i} - \sum_{j=1}^{m} m_{OUT,j} \quad [kg/s]$$

↳ esprime quanto varia la massa contenuta nel sistema

in cui, inoltre si ha:

$$M = \int_{Vi}^{VF} \rho \, dV$$

ρ: densità
dV: variazione volume
M: massa

$$P = \dot{m} = \frac{dm}{dt} = \frac{\rho \cdot dV}{dt} = \frac{\rho \cdot S \cdot ds}{dt} = \rho \cdot S \cdot V$$

P: portata
S: superficie
V: velocità di attraversamento

② SISTEMA CHIUSO / MASSA DI CONTROLLO

↳ contiene una quantità fissa di materia, ma scambia energia con l'ambiente

N.B.!: se non interagisce in nessun modo con l'ambiente (né massa né energia) è detto SISTEMA ISOLATO

si ha inoltre una distinzione fra FUNZIONI DI STATO e FUNZIONI DI SCAMBIO / LINEA:

- FUNZIONI DI STATO: grandezze fisiche il cui valore dipende solo dalle condizioni assunte da un sistema all'inizio e alla fine di una trasformazione termodinamica, cioè dallo stato iniziale e finale, e non dal percorso seguito durante la trasformazione

↳ le variabili di stato che definiscono lo stato di equilibrio di un sistema sono:

- pressione → p
- volume → V
- temperatura → T
- numero di moli → n

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

fra queste possiamo distinguere varie proprietà termodinamiche:

- ESTENSIVE: il valore riferito al sistema è la somma dei suoi valori riferiti alle parti che compongono il sistema
  es. massa, volume, energia
- INTENSIVE: il valore è indipendente dalle dimensioni del sistema; può variare con la posizione all'interno del sistema
  es. volume specifico, pressione, temperatura

- FUNZIONI DI SCAMBIO/LINEA: grandezze fisiche il cui valore dipende dal percorso seguito durante la trasformazione
  es. calore, lavoro

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

RICHIAMI DI FISICA - 1

ENERGIA CINETICA: $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ $\quad \Delta E_c = E_{c2} - E_{c1} = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$

↳ prop. estensiva

ENERGIA POTENZIALE $E_p = mgz$ $\quad \Delta E_p = E_{p2} - E_{p1} = mg(z_2 - z_1)$

↳ prop. estensiva

LAVORO: $L = \int_1^2 F \cdot ds$ (prodotto scalare)

↳ se l'energia (potenziale o cinetica) del corpo aumenta, il lavoro fatto dalla forza a cui è sottoposto, è considerato un TRASFERIMENTO DI ENERGIA al corpo

- $L > 0 \longrightarrow$ lavoro compiuto dal sistema
- $L < 0 \longrightarrow$ lavoro compiuto sul sistema

↳ è necessario sapere come varia la forza in funzione della posizione del corpo (e non solo nei 2 stati iniziale e finale)

POTENZA: $\boxed{\dot{L} = F \cdot w}$ $[J/s \rightarrow W]$

($\dot{L}$: potenza; w: velocità)

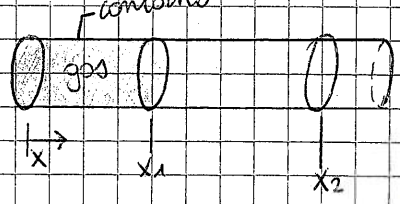
↳ è la velocità con cui avviene il trasferimento di energia; la quantità di energia trasferita nell'unità di tempo, sotto forma di lavoro

↳ $\boxed{L = \int_{t_1}^{t_2} \dot{L}\, dt = \int_{t_1}^{t_2} F \cdot w\, dt}$ (L: lavoro totale)

POTENZA ELETTRICA: $\boxed{\dot{L} = -\mathcal{E} \cdot i}$

POTENZA TRASMESSA DA UN ALBERO: $\boxed{\dot{L} = T \cdot w}$

LAVORO DI ESPANSIONE O COMPRESSIONE:



pressione sul pistone: p

area pistone: A

forza esercitata sul pistone (perpendicolare): $F = pA$

↳ $\boxed{\delta L = p \cdot A \cdot dx}$ → lavoro compiuto dal sistema quando il pistone si muove di dx

dV (variazione di volume del sistema)

↳ $\boxed{\delta L = p\, dV}$

$\delta L > 0$ → volume aumenta, gas si espande

$\delta L < 0$ → volume diminuisce, gas si comprime

→ $\boxed{L = \int_{V_1}^{V_2} p\, dV}$

N.B.: è quasi impossibile calcolarlo nel caso di processi di compressione o espansione reali

↳ si parla di TRASFORMAZIONI QUASI STATICHE DI ESPANSIONE E COMPRESSIONE per risolvere il problema:

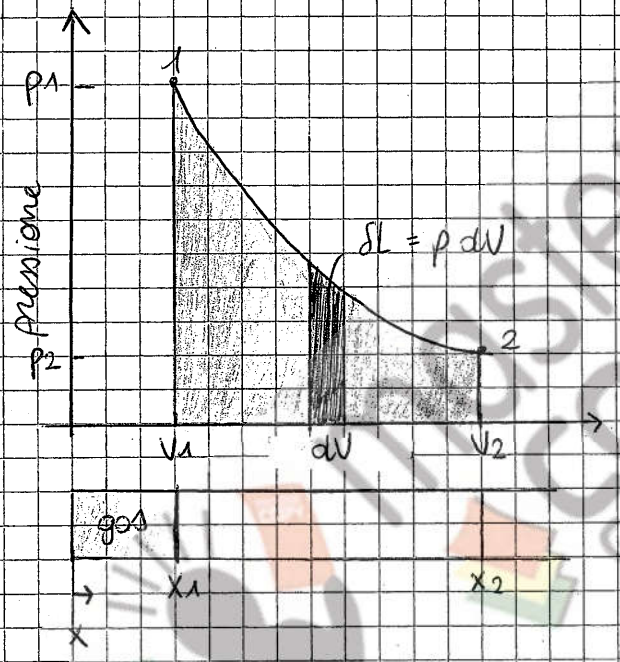
in queste trasformazioni tutti gli stati attraverso cui il sistema evolve sono considerati STATI DI EQUILIBRIO (sono delle trasformazioni reversibili)

MASTER COPY Tel. 050 831 21 26 Cell. 388 9837745

→ è come immaginare un gas compresso da un pistone, sul quale sono collocate una grande quantità di masse infinitesimali (invece di un'unica grande massa)

se sposto, levo o aggiungo una massa alla volta il sistema trova velocemente un nuovo equilibrio (proprietà intensive con valori uniformi)

posso rappresentare la relazione fra pressione e volume con un diagramma PRESSIONE-VOLUME (p-V):



all'inizio: ① { gas a x_1 / pressione p_1

alla fine: ② { gas a x_2 / pressione a p_2

la curva rappresenta gli stati di equilibrio attraverso i quali il sistema evolve

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

LAVORO COMPIUTO NELL'ESPANSIONE: $L = \int_1^2 p\, dV$

↳ rappresentato dall'area sottesa alla curva!

N.B.: il lavoro dipende dal tipo di trasformazione tra gli stati iniziale e finale!

- in un sistema, oltre all'energia cinetica e potenziale si trovano altri tipi di energia, che possono essere riassunti nell'ENERGIA INTERNA DEL SISTEMA (rappresentata da U)

↳ l'energia interna specifica può essere espressa:

- u → in termini di massa
- $\tilde{u}$ → in termini di massa molare