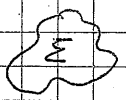
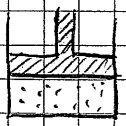
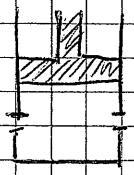
FISICA TECNICA

SISTEMA: insieme dei corpi su quali si opera 

ESTERNO DEL SISTEMA: sistema dei corpi che non appartengono al sistema

SISTEMA CHIUSO:  non può essere attraversato dalla massa

SISTEMA APERTO:  lo scambio di massa con l'esterno è ammesso

BOCCA

Il sistema può essere in grado di scambiare calore o lavoro con l'esterno



I sistemi che non permettono questo scambio di calore vengono detti termicamente isolati ($Q=0$). Quelli che non scambiano lavoro sono detti dinamicamente isolati ($L=0$).

GRANDEZZE DI STATO: che dipendono dallo stato in cui si trovano (pressione, temperatura)

STATO DI EQUILIBRIO: sistema in cui tutte le grandezze intensive risultano uniformi

TRASFORMAZIONE: passaggio di un sistema da uno stato di equilibrio all'altro.

SISTEMI CHIUSI

1° PRINCIPIO TERMODINAMICA X UN SISTEMA CHIUSO

E → energia totale

$d\tau$ → intervallo di tempo infinitesimo

La variazione di energia totale in un $d\tau$ può essere espressa con l'equazione

$$\boxed{dE = dQ - dL}$$

dQ = calore scambiato

dL = lavoro "

(dQ è positivo se il calore deriva dall'esterno)

(dL è considerato positivo se produce lavoro verso l'esterno)

Se dividiamo dE per un intervallo di tempo otteniamo:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{dQ}{dt} - \frac{dL}{dt}$$

$$\frac{dE}{dt} = \dot{Q} - \dot{L}$$

$\dot{Q}$ potenza termica

$\dot{L}$ potenza dinamica

In un sistema termicamente isolato si avrà:

$$dE = -dL$$

Per un sistema dinamicamente isolato si avrà:

$$dE = dQ$$

Per un sistema isolato:

$$dE = 0 \qquad \text{(l'energia si conserva)}$$

L'energia totale può essere espressa come somma di 3 contributi:

$$E = \underbrace{E_c + E_p}_{\text{MACROENERGETICA}} + U$$

E_c = energia cinetica = $\frac{1}{2} m V^2$

E_p = " potenziale = $m \cdot g \cdot h$

U = energia interna

$$[E_c] = \frac{Kg\ m^2}{s^2} \rightarrow J$$

U dipende dallo stato in cui si trova il sistema

$$dE_c + dE_p + dU = dQ - dL$$

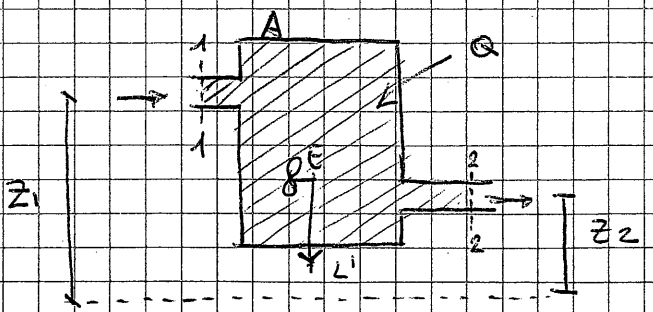
$dE_c = dE_p = 0$ (molto spesso)

$$\Downarrow$$

$$dU = dQ - dL$$

TRASFORMAZIONE CICLICA = trasformazione che si ripete attraverso un numero di n cicli in cui nell'ultimo ciclo si hanno le stesse condizioni del ciclo iniziale. $dU = 0 \Rightarrow dQ = dL \rightarrow \oint dQ = \oint dL \rightarrow Q = L$

1° PRINCIPIO TERMODINAMICA x SISTEMI APERTI



Il caso più semplice di sistema aperto è l'edificio

A = superficie di controllo

▨ = Volume di controllo

Il contorno del sistema (A) può essere immaginato come una parete rigida ed impermeabile.

Attraverso il contorno è possibile uno scambio termico con l'esterno.

(E) rappresenta la parte mobile del sistema tramite cui è possibile uno scambio di lavoro con l'esterno.

① = sezione di ingresso
② = " d' uscita
} BOCCHE → attraverso cui avviene lo scambio di massa

BILANCI

1) Bilancio in massa: Sia τ (intervallo di tempo) e M (la massa) che è funzione del tempo ed è la massa contenuta nel volume di controllo

Sia $d\tau$ = dm_1 ; dm_2

$d\tau$ → intervallo di tempo
dm_1 → massa che fa il suo ingresso nel sistema
dm_2 → massa uscita dall'esterno

$$dM = dm_1 - dm_2$$

$$\frac{dM}{d\tau} = \frac{dm_1}{d\tau} - \frac{dm_2}{d\tau}$$

Poniamo:

$$G_1 = \frac{dm_1}{d\tau} \; ; \quad G_2 = \frac{dm_2}{d\tau} \quad \left[\frac{Kg}{s}\right] \text{ (portate in massa)},$$

quindi $\frac{dM}{d\tau} = G_1 - G_2 = -(G_2 - G_1)$

+ portate in uscita
− " in entrata

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dM}{d\tau} = -\sum_i G_i} \quad (1)$$

applicabile ad un sistema con un numero qualsiasi di bocche

Per un sistema in condizioni stazionarie (a regime) si ha che

$$\boxed{\frac{dH}{d\tau} = 0 \Rightarrow \sum_i b_i = 0}$$

$$\Downarrow$$

H = costante — anche se continuamente rimescolato

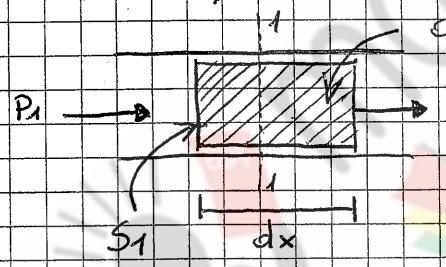
2) Lavoro di Pulsione

dL = lavoro scambiato dal sistema con l'esterno nell'intervallo di tempo

$$dL = dL' + dL_p$$

dL' = lavoro netto, scambiato grazie alle parti mobili del sistema con l'esterno

dL_p = lavoro di pulsione, scambiato attraverso le bocche del sistema



p_1; S_1; V_1 = volume specifico

$$(dL_p) = p_1 \cdot dx \cdot S_1$$

$$S_1\, dx = V_1 \cdot dm_1$$

$$\boxed{(dL_p)_1 = p_1 \cdot V_1 \cdot dm_1}$$

$$\boxed{(dL_p)_2 = p_2 \cdot V_2 \cdot dm_2}$$ ~ lavoro fatto sull'esterno per scacciare la massa dm_2 alla pressione p_2 (lavoro di pulsione nella bocca di uscita)

3) Bilancio Energetico:

$d\tau$:

$$dE = dE_\xi + dE_U \qquad (2)$$

Risulta:

$$\left.\begin{aligned} dE_\xi &= (U_1 + E_{c1} + E_{p1})\, dm_1 + dQ + p_1 V_1\, dm_1 \\ dE_U &= (U_2 + E_{c2} + E_{p2})\, dm_2 + dL' + p_2 V_2\, dm_2 \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

M_i ; $E_{ci} = \frac{1}{2} w_i^2$; $E_{pi} = g z_i$ $(i = 1,2)$

Relative all'unità di massa $(m = 1)$

ENTALPIA $I = U + pV$

ENTALPIA di ristagno $H = I + E_c + E_p$

riferite all'unità di massa

Dalle (3) $\Rightarrow$ $\left.\begin{aligned} dE_E &= H_1\, dm_1 + dQ \\ dE_U &= H_2\, dm_2 + dL' \end{aligned}\right\}$ (4)

Per la (4) dalla (2) $\Rightarrow$ $dE = H_1\, dm_1 - H_2\, dm_2 + dQ - dL'$ (*)

dividendo per $d\tau$:

$\frac{dE}{d\tau} = H_1 G_1 - H_2 G_2 + \dot{Q} - \dot{L}'$ (5) dove $\dot{Q} = \frac{dQ}{d\tau}$ potenza termica scambiata

$\dot{L} = \frac{dL'}{d\tau}$ potenza meccanica netta

Dalla (5) $\Rightarrow$ $\frac{dE}{d\tau} = -\sum_i G_i H_i + \dot{Q} - \dot{L}$ (6)

(espressione generale per un sistema con n bocche)

Tornando al bilancio in massa,

$$\boxed{\frac{dM}{d\tau} = -\Sigma G_i} \quad (1)$$

NOTA 1 Per un sistema chiuso: $G_i = 0 \quad \forall i$

dalla (6) si ha: $\frac{dE}{d\tau} = \dot{Q} - \dot{L}$

dalla (1) si ha $\frac{dM}{d\tau} = 0 \Rightarrow M = \text{cost.}$

NOTA 2 $dE = H_1\, dm_1 - H_2\, dm_2 + dQ - dL'$

in condizioni stazionarie: $dE = 0$; $dm_1 = dm_2 = dm$

dividendo per dm: $H_2 - H_1 = Q - L'$ $\qquad Q = \frac{dQ}{dm}$