CAP 1 (INTRO)

SISTEMA
parte finita di universo che viene presa in particolare considerazione nell'ambito di uno specifico problema

IPOTESI DA FARE:
1) continui
2) privi di memoria

Definizioni
- APERTI / CHIUSI
- ISOLATI
- OMOGENEI
- STAZIONARI

DESCRITTI DA
- VARIABILI DI STATO
- PROPRIETÀ DI STATO

TERMODINAMICA EASY:
un sistema isolato si evolve in modo da conservare la sua energia e la sua evoluzione è diretta verso un ben definito stato finale di equilibrio

studiamo

TRASFORMAZIONI (DI EQUILIBRIO)
le uniche realizzabili in pratica sono quelle ISOTERME e quelle ADIABATICHE

una classe di trasf. ideali definite come successioni di stati di equilibrio (linee continue nel rep)

CARATTERISTICHE

QUANDO UNA TRASF. REALE TENDE A DIVENTARE DI EQUILIBRIO
le q.tà di G.L. di una gen. trasf. di eq. e sono facilmente valutabili e rappresentano valori limite per le analoghe q.tà relative al processo reale di cui quella trasf. di eq. ne è l'idealizzazione

PERCHÉ SONO IMPORTANTI

PROBLEMA:
come descrivere sistemi non omogenei? 2 casi limite

1) sistemi le cui proprietà TD varino in modo continuo da punto a punto

$$F = \int f \, dM = \int f \rho \, dV$$

2) sistemi costituiti da più famiglie di sottosistemi omogenei

$$F = \sum_{j=1}^{m} F(\alpha_j)$$

ESTENSIVE
INTENSIVE

TRASFORMAZIONE REALE → SUA IDEALIZZAZIONE COME STATI DI EQUILIBRIO → CALCOLO DEGLI EFFETTI RELATIVI ALLE TRASF. DI EQUILIBRIO → CALCOLO COEFF. DI RENDIMENTO → CALCOLO DEGLI EFFETTI RELATIVI ALLA TRASF. REALE


master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745
master
COPY
COPISTERIA

CAP. 2

TERMODINAMICA

modello che può trasportare l'energia
- modo coerente
- modo incoerente

I° LEGGE L'energia si conserva $\Delta E = \Delta U = W + Q$

II° LEGGE Dissimmetria

- CLAUSIUS ↕ 2.10 KELVIN
- No Q da freddo a caldo senza dare W
- No completa conversione di Q in W.

Rimuovendo una serie di vincoli, un sistema tende a raggiungere il suo eq che è UNICO e indipendente dall'ordine con cui sono stati rimossi i vincoli.

CLAUSIUS l'energia tende a distribuirsi nello spazio
KELVIN l'energia tende a perdere la sua coerenza

STUDI SULLA MACCHINA A VAPORE

$\eta = \frac{W'}{Q_H} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H}$

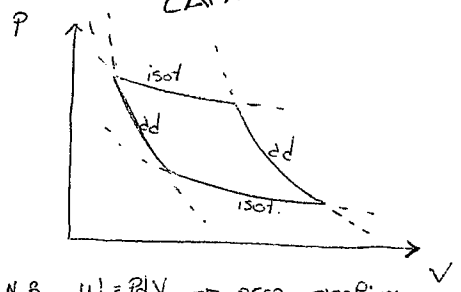
ci vuole sempre una d.d.p per produrre lavoro

ciclo dal η massimo → CICLO DI CARNOT

Dim. da sapere:
1) una linea isoterma e una adiabatica hanno al più una intersezione
2) Principio di Carnot (η dipende solo da T)
3) $\frac{Q_H}{Q_C} = \frac{T_H}{T_C}$
4) Uguaglianza tra le scale di temperature
5) $\int \frac{dQ}{T}$ lungo una trasf. rev non dipende dal cammino

$\frac{dQ}{T}$ è pari al diff del potenz. termodinamico S
ENTROPIA

PRINCIPIO EVOLUTIVO: $\Delta S_{TOT} = \Delta S_H + \Delta S_C = -\frac{Q}{T_H} + \frac{Q}{T_C} > 0$



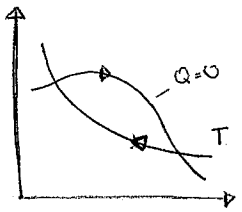
N.B $W = \int P dV$ ⇒ area racchiusa dal trapezio uguale al lavoro compiuto durante il ciclo

$\Delta V = \oint \frac{dW}{P}$

$\Delta S = \oint \frac{dQ}{T}$

master copy COPISTERIA 0881.2126 388/9837745

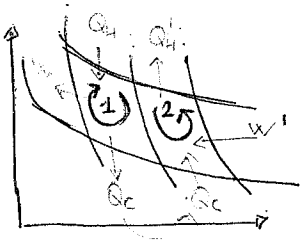
1) Una linea isoterma e una adiabatica hanno al più una intersezione



È UNA CONSEGUENZA DELLA II° LEGGE

se potessero avere più di una intersezione, l'area racchiusa dalle curve rappresenterebbe una macchina termica che produce lavoro assorbendo calore da un unico serbatoio di calore.

2) L'efficienza di un ciclo di Carnot dipende esclusivamente dalle + delle serbatoi termici

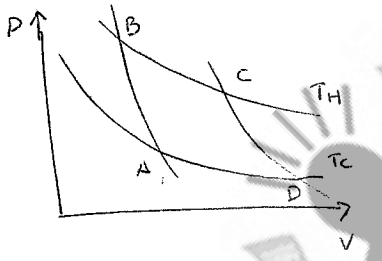


supponendo che il Q ceduto da 1 rientri in 2, se $\eta_2 > \eta_1$, la macchina 1+2 convertirebbe tutto il Q assorbito in W, contraddicendo la seconda legge.

$\eta_2 > \eta_1 \Rightarrow W' < W$

$W - W' = Q_H - Q_H'$

3) $|Q_H| = B T_H \ln \frac{V_C}{V_B}$; $|Q_C| = B T_C \ln \frac{V_D}{V_A}$



dato che $T V^{\gamma-1} = \text{costante}$

$$\frac{T_H}{T_C} = \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_D}{V_C}\right)^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{V_C}{V_B} = \frac{V_D}{V_A}$$

da cui $\frac{|Q_H|}{|Q_C|} = \frac{T_H}{T_C}$

master COPY COPISTERIA 050/8312126 388/9837745

master COPY COPISTERIA

ROMA VALENZA FORMULAZIONE DI KELVIN - CLAUSIUS

CAP. 3

TERMODINAMICA DEI PROCESSI: LEGGI FONDAMENTALI

CONSERVAZIONE DELLA MASSA

SISTEMI APERTI

$$\frac{dM}{d\theta} = \dot{m}_{in} - \dot{m}_{out}$$

SISTEMI CHIUSI

$$\frac{dM}{d\theta} = 0$$

IN PRESENZA DI REAZIONI CHIMICHE

IN ASSENZA DI REAZIONI CHIMICHE

$$\frac{dN_i}{d\theta} = \dot{n}_{i,IN} - \dot{n}_{i,out} + \sum_{K=1}^{r} \nu_{ik} \frac{d\xi_k}{d\theta}$$

- sommatoria delle r reazioni indipendenti
- coeff. stechiometrico con segno
- grado di avanzamento

SISTEMI SEMPLICI → una classe di sistemi per i quali le variabili di equilibrio possono ritenersi P / T / M_j / N_j

CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

apparecchiature con contorno rigido funz. a fluido

$$E_\Sigma = U + E_K + E_P$$

$$\dot{e}_\Sigma = \dot{m} e + W + Q$$

$$e = u + \frac{1}{2}w^2 + gz$$

U ⇒ restrizione dell'e. totale E_Σ associata allo stato "interno" del sistema all'istante considerato

BILANCIO ENERGETICO PER SISTEMI CHIUSI

$$\Delta E \equiv \Delta U = Q - W$$

PER SISTEMI APERTI esplicitare flussi en. connessi con flussi di materia e quelli non connessi

questo vale se:

a) l'apparecchiatura è ferma e quindi $k = 0$

b) e. potenziale costante

$$\frac{dE_P}{dt} = 0$$

P/M/

(CONSERVAZIONE CARICA ELETTRICA)

$$\frac{dQ_{el}}{d\theta} = \dot{q}_{el,in} - \dot{q}_{el,out}$$

CRITERIO EVOLUTIVO

SISTEMA ISOLATO $dS \geq 0$

SISTEMA NON ISOLATO

si costruisce un sistema virtualmente isolato composto dal sistema di nostro interesse e da un adeguato numero di sistemi ausiliari

- RISERVE TERMICHE
  - $\Delta U_{RT} = Q_{RT}$
  - $\Delta S_{RT} = \frac{Q_{RT}}{T_{RT}}$
- RISERVE DI LAVORO GENERALIZZATO
  - $\Delta S_{RL} = 0$ $(Q = 0)$
  - $\Delta U_{RL} = W_{RL}$
- RISERVE DI MATERIA
  - $\Delta U_{RMAT} = \mu \cdot \Delta M_{RMAT}$
  - $\Delta S_{RMAT} = s \cdot \Delta M_{RMAT}$

la materia si ritiene nell'identico stato TD $(x_1, \dots x_m)$ in cui esso viene scambiato col sistema aperto che si considera.

a) trasf. di Q da RT_H a RT_C con $T_H > T_C$

b) macchine termiche

c) macchine frigorifere

d) pompe di calore

e) impossibilità conv. globale e ciclica di Q in W

f) degradazione del lavoro

$$\dot{\sigma} = \sum \dot{m}_{out} s_{out} - \sum \dot{m}_{in} s_{in} - \sum \frac{\dot{Q}_{k,F}}{T_k} + \frac{dS_P}{d\theta} \geq 0$$

master COPY COPISERIA 050/832126 338/9887745