

Lezione n.1 (Corso di termodinamica)

*Introduzione alla Termodinamica:
terminologia*

Termodinamica

- La termodinamica è la scienza che studia il trasferimento e le trasformazioni dell'energia, nonché le connesse variazioni delle proprietà fisiche dei sistemi.

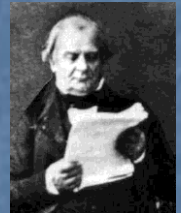
- Sadi-Nicolas-Leonard Carnot

1796 - 1832



- Benoit-Paul-Emile Clayperon

1799 - 1864



- Julius Robert Mayer

1814 - 1878



- James Prescott Joule

1818 - 1889



- William Thomson Kelvin

1824 - 1907



- Rudolf Julius Clausius

1822 - 1888



- ...

Terminologia

- Sistema e ambiente
- Vincoli di un sistema
- Massa e volume di controllo
- Macroscopico e microscopico
- Proprietà termodinamiche
- Stato termodinamico ed equazioni di stato
- Sistemi semplici (sostanza pura, fasi, ..)
- Gradi di libertà del sistema (p , v , T)
- Trasformazioni termodinamiche
- Termodinamica classica e del continuo
- Energia, calore e lavoro
- Temperatura e pressione termodinamica

Sistema e ambiente

Superficie di controllo

S.C.



Sistema

Ambiente

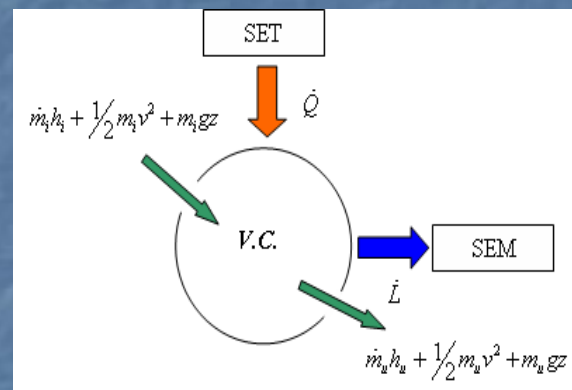
La superficie reale o immaginaria che separa il sistema dall'ambiente è la **superficie di controllo**.

Il **sistema** è la quantità di materia o la regione di spazio oggetto di studio.

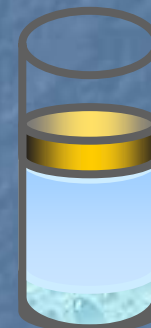
Tutto ciò che è esterno al sistema costituisce **l'ambiente**.

Vincoli di un sistema

- Chiuso (aperto)



- A pareti rigide e fisse (a pareti mobili)



- Adiabatico (diatermano)



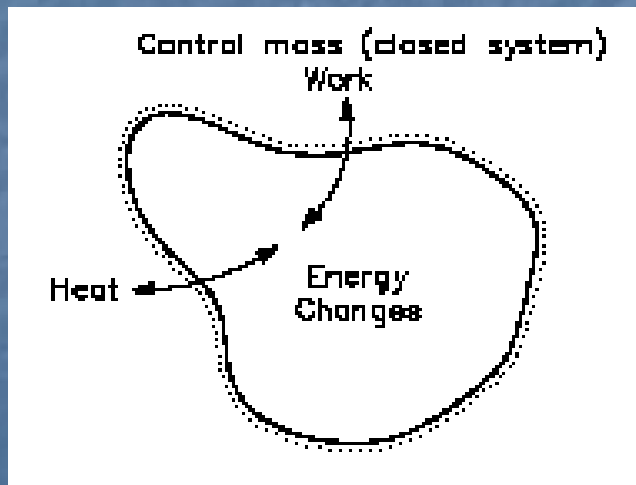
- Isolato (non isolato)



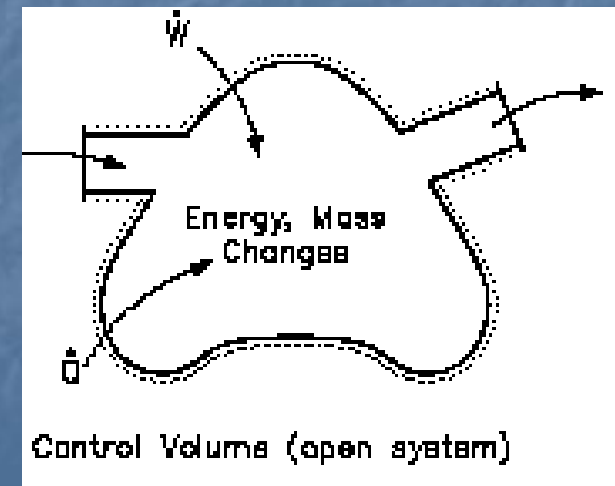
Massa e volume di controllo

(Distinzione tra sistema chiuso e sistema aperto....)

- La superficie di controllo del sistema segue lo spostamento della M.C.



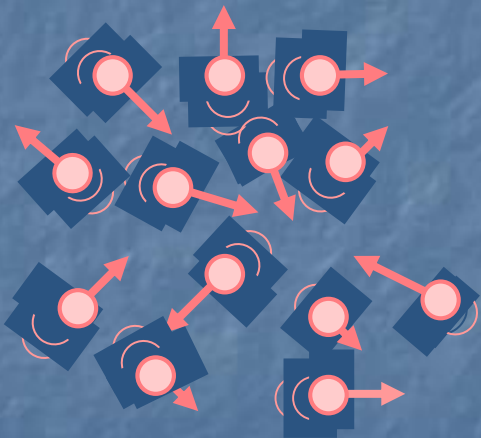
- La superficie di controllo del sistema è fissa nello spazio e non segue i flussi di massa entranti/uscenti



Macroscopico e microscopico

Approccio microscopico

- 1 mole = $6,02 \cdot 10^{23}$ particelle elementari



Approccio macroscopico

- Sistema come continuo
- Coordinate termodinamiche come medie statistiche (proprietà termodinamiche)

Proprietà termodinamiche

La **proprietà** è qualunque grandezza caratteristica del sistema.

intensiva

il valore è indipendente dall'estensione del sistema.

pressione, temperatura, conducibilità termica

estensiva

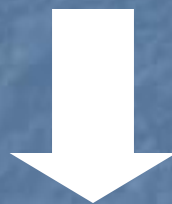
il valore è dipendente dall'estensione del sistema.

massa, entropia, volume, energia

Proprietà specifiche

proprietà estensiva

massa



proprietà specifica

**volume specifico,
energia specifica,
entropia specifica**

Stato termodinamico ed equazioni di stato

di equilibrio

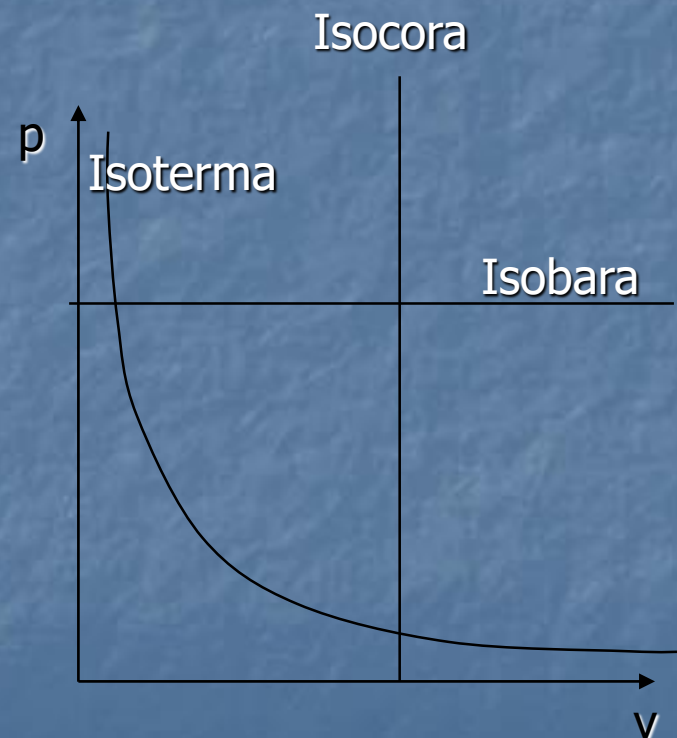
- Lo **stato termodinamico** di un sistema è definito dall'insieme dei valori delle N proprietà termodinamiche
- Per definire univocamente lo stato termodinamico sono necessarie solo un numero limitato M ($M < N$) di **proprietà indipendenti**.
- E' possibile dimostrare che il numero M di proprietà indipendenti è pari al numero di **gradi di libertà** del sistema $M = NC - NF + 2$ (GIBBS)
- Le restanti proprietà termodinamiche ($N-M$) possono essere ricavate dalle M assegnate sulla base di equazioni costitutive anche definite **equazioni di stato**

Sistema semplice p, v, T

- Un sistema costituito da una sostanza pura il cui stato intensivo è costituito da due proprietà interne intensive indipendenti è un **sistema semplice**.
- Qualora queste due proprietà possono essere scelte tra la pressione, la temperatura e il volume specifico il sistema viene definito **sistema semplice comprimibile** o p, v, T

Trasformazioni termodinamiche

- Un sistema si dice in **equilibrio termodinamico** se le sue proprietà restano costanti nel tempo.
- Si definisce processo o **trasformazione termodinamica** una variazione dello stato termodinamico di un sistema
- Una trasformazione si definisce **quasi statica** quando essa avviene seguendo una successione di stati di equilibrio (**tempo di rilassamento**)



Termodinamica classica

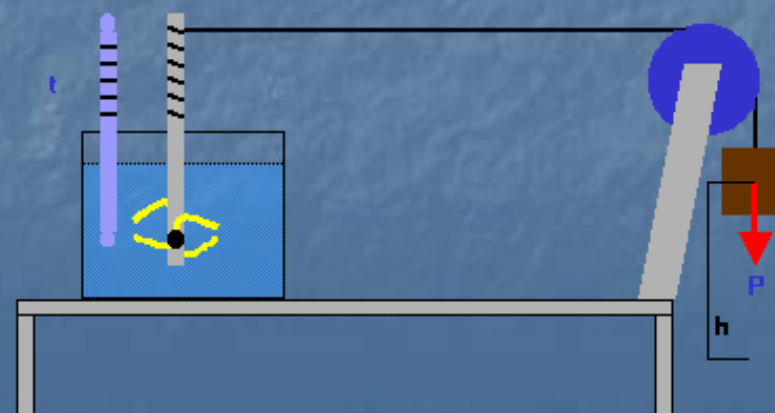
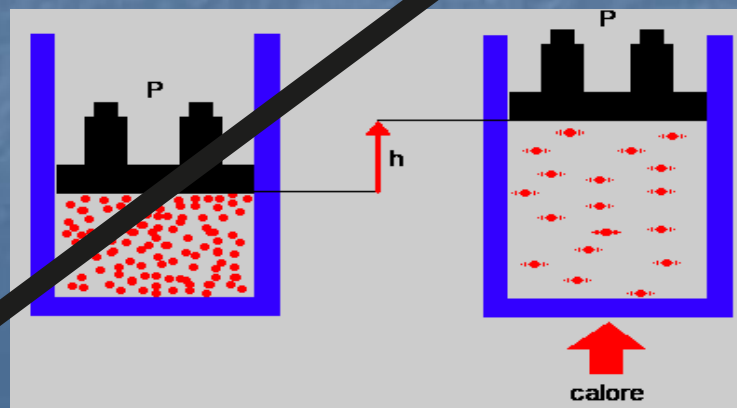
- Si occupa dei sistemi chiusi in condizioni di **equilibrio termodinamico**
- Le trasformazioni sono **quasi statiche** e le proprietà termodinamiche intensive, non dipendono dallo spazio, ma sono uniformi nel sistema $P(\theta)$
- Ad es. sistema pistone-cilindro (espansione, compressione, ...)

Termodinamica del continuo

- Si occupa di sistemi chiusi o aperti che possono trattarsi come un continuo materiale $P(x,y,z,\theta)$.
- L'ipotesi di fondo si basa sull'**equilibrio locale**.
- Ad es. una trasformazione adiabatica in un condotto

Energia interna e flussi di energia (calore e lavoro)

- Definizione
- Proprietà (conservazione)
- Forme (qualità dell'Energia)
- Flussi (modo calore e lavoro)



Temperatura e pressione

■ Temperatura termodinamica e empirica

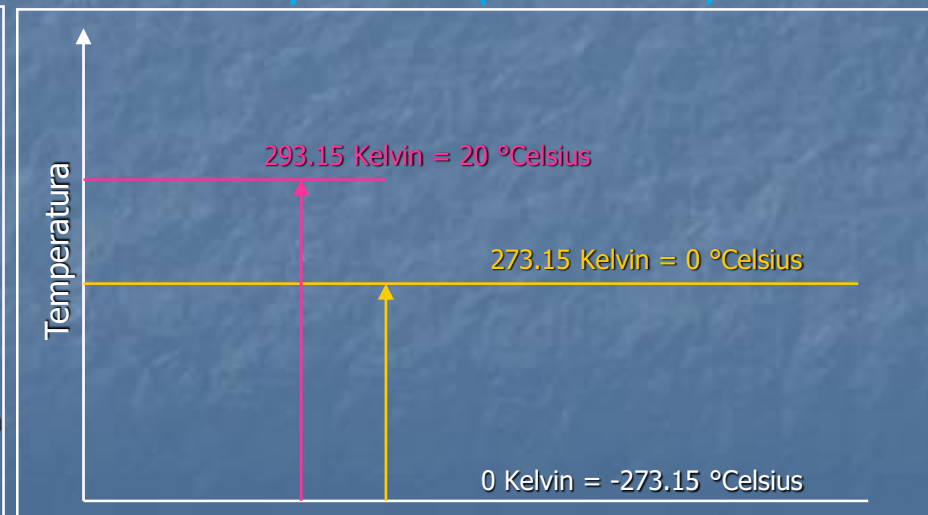
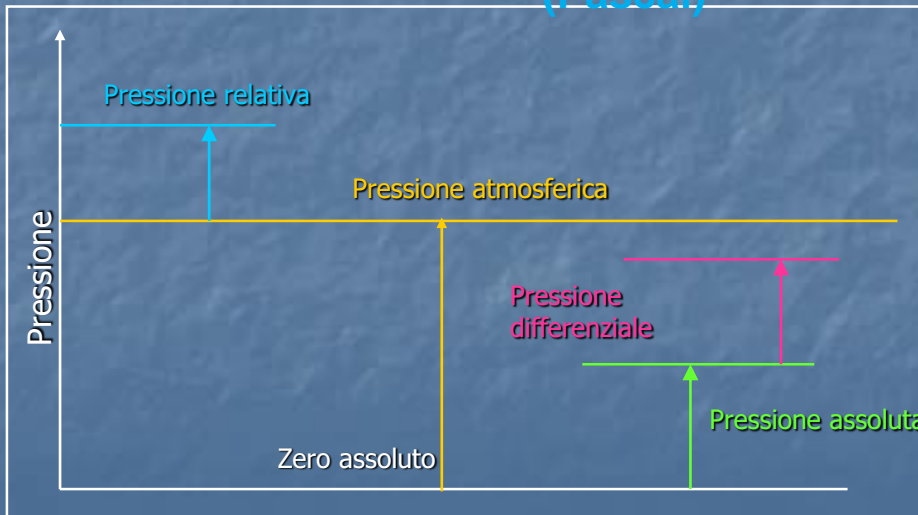
(ciclo di Carnot)

(definizione operativa, variazione di grandezze di un corpo termometrico)

■ Pressione termodinamica e empirica

Forza su superficie ma... solo per sistemi in equilibrio (Pascal)

Forza media su superficie e variazione grandezze misuratore di pressione (es. Bourdon)



Riepilogo

- In definitiva ... che cosa è la termodinamica e di cosa ci occuperemo in questo corso?
- Quali sono le possibili applicazioni pratiche delle nozioni acquisite?
- Osservazioni?