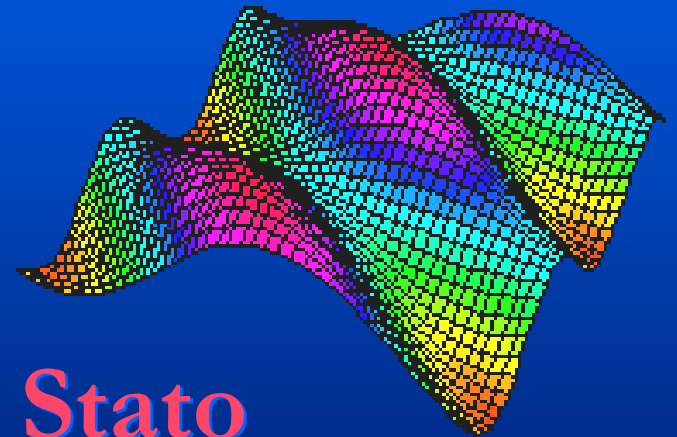




Universita' degli Studi dell'Insubria

Termodinamica Chimica



Equazione di Stato

`dario.bressanini@uninsubria.it`

`http://scienze-como.uninsubria.it/bressanini`



Grandezze Indipendenti

- Consideriamo un gas. Immaginiamo di fissare
 - n – il numero di moli (la composizione)
 - p – la pressione
 - V – il volume
- Ci accorgiamo che non è più possibile fissare arbitrariamente la temperatura, e nessun'altra variabile.
- È un fatto **sperimentale** che le variabili indipendenti, fissata la composizione, sono solamente **due**.



Grandezze Indipendenti

- Questa osservazione è **sperimentalmente** verificata per **OGNI** sostanza in **OGNI** fase.
- Esprimiamo matematicamente questo fatto:

ASSIOMA: Le variabili termodinamiche indipendenti sono solamente 3. Esiste una equazione, chiamata **EQUAZIONE DI STATO**, che lega una variabile alle altre.

$$T = f_1(n, p, V) \quad p = f_2(n, V, T)$$



Equazione di Stato

$$V = f(n, p, T) \quad g(n, p, V, T) = 0$$

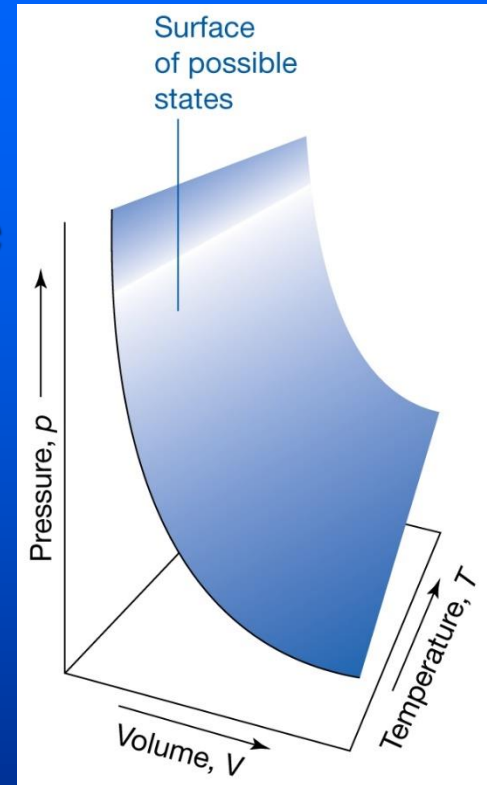
- L'equazione di stato esiste per ogni sostanza
- La funzione $f(n, p, T)$ è diversa a seconda della sostanza
- La Termodinamica, teoria generale, **NON** può ricavare le equazioni di stato. Queste possiamo considerarle **assiomi** verificati **sperimentalmente**.



Equazione Di Stato

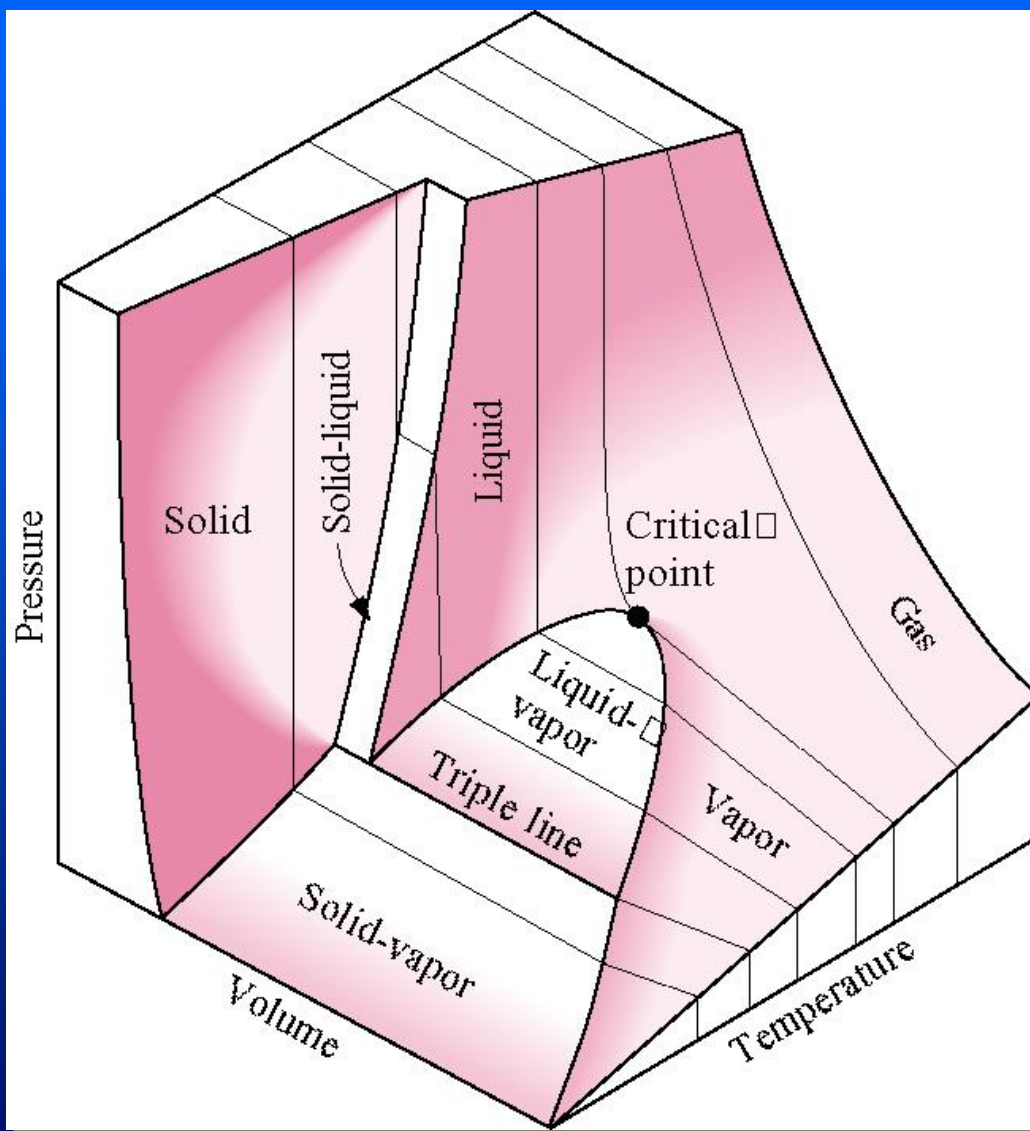
$$V = f(n, p, T)$$

- Fissata la composizione, questa equazione è rappresentabile con una superficie.
- Nella maggioranza dei casi la funzione $f(n, p, T)$ la si può descrivere solo in forma grafica e non con una unica formula analitica.
- **STATO DI UN SISTEMA:** Un punto della superficie. L'insieme dei valori delle sue coordinate.





Equazione di Stato Sperimentale

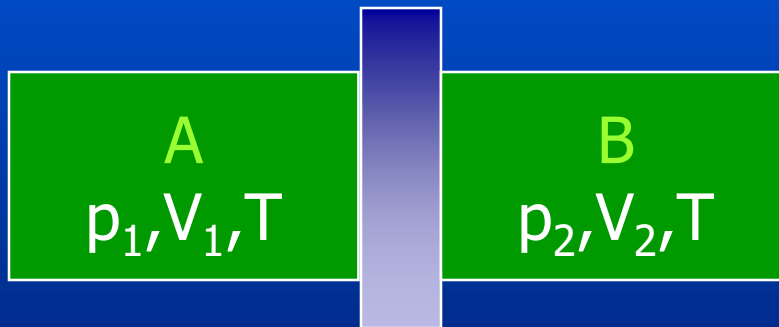
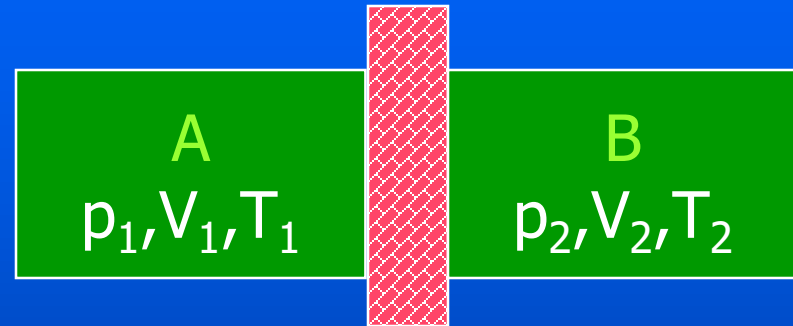




Equilibrio Termico

- Consideriamo due sistemi isolati. Questi avranno in generale dei valori diversi di p, V e T .

 Parete adiabatica



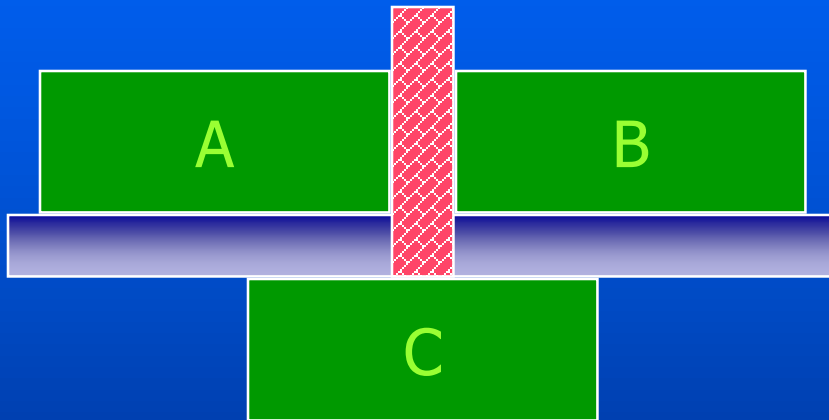
 Parete conduttrice

- Dopo il contatto, I due sistemi raggiungono l'**equilibrio termico**, e la temperatura nei due sistemi è identica.



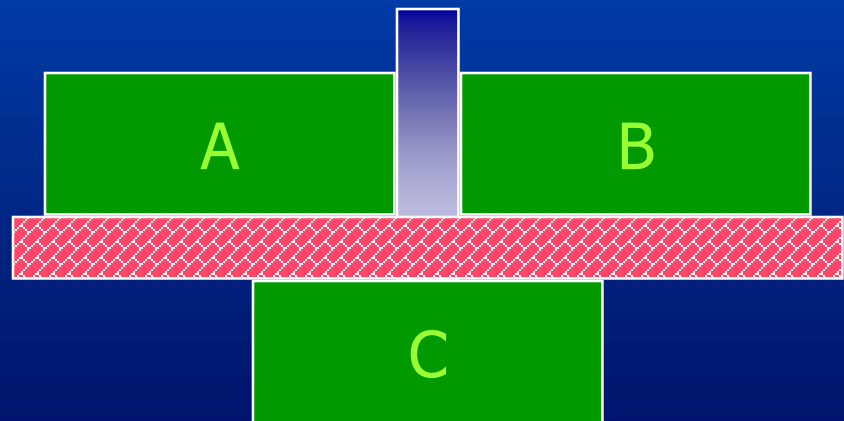
Equilibrio Termico

- Consideriamo ora due sistemi, A e B, separati da una parete adiabatica, ma ciascuno in contatto termico con C



- A e B raggiungono l'equilibrio termico con C
- Mettiamo ora A e B in contatto...

- non vi sono ulteriori cambiamenti: A e B sono *già* in equilibrio





Principio Zero della Termodinamica

- Possiamo esprimere questo risultato sperimentale così'

ASSIOMA: due sistemi in equilibrio termico con un terzo, sono in equilibrio tra loro.

- Il principio zero della termodinamica e' stato enunciato dopo il primo e secondo principio.

Ci si e' resi conto della sua necessita' quando si e' iniziato a costruire l'edificio della Termodinamica in modo logico.

- Il Termometro funziona grazie a questo principio



Equilibrio

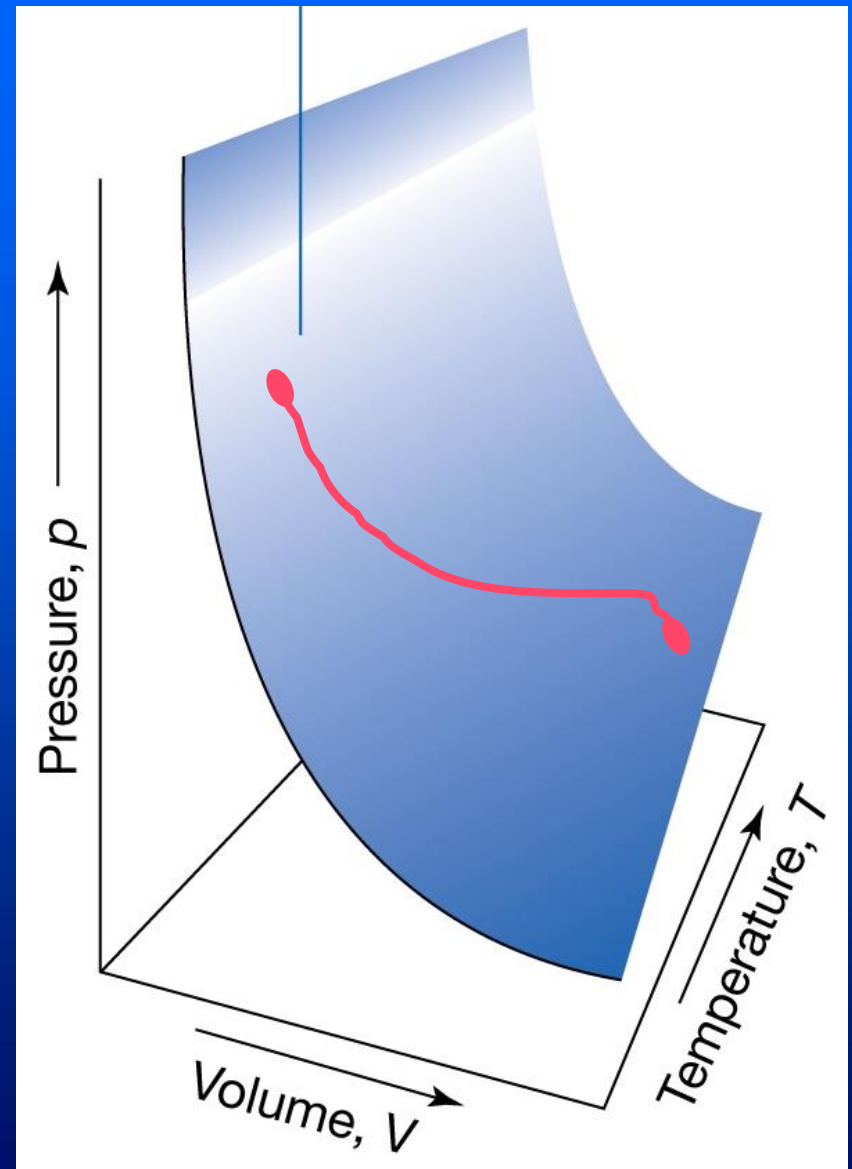
Un sistema è in equilibrio se i valori delle grandezze che lo caratterizzano rimangono costanti nel tempo

- Equilibrio **meccanico**: nulla si muove. Forze in equilibrio
- Equilibrio **chimico**: composizione costante
- Equilibrio **termico**: temperatura costante
- Equilibrio termodinamico: **termico**+**chimico**+**meccanico**



Processo o Trasformazione

- Un **Processo Termodinamico** è un cammino sulla superficie descritta dalla equazione di stato.
- Una successione di stati termodinamici.





Tipi di Trasformazione

- Isoterma $T = \text{cost.}$
- Isobara $p = \text{cost.}$
- Isocora $V = \text{cost.}$
- Adiabatica $q = 0$
- Isoentropica $S = \text{cost.}$
- ...

