

TERMODINAMICA

Per lo studio scientifico di un problema occorre separare idealmente una regione di spazio limitata (**sistema**) da tutto ciò che la circonda e può influenzarne il comportamento (**ambiente circostante**)

Per la descrizione di un sistema, in termini di grandezze legate al suo comportamento o alle sue interazioni con l'ambiente, **è possibile adottare due punti di vista**

Punto di vista macroscopico:

si specificano poche grandezze fisiche fondamentali misurabili direttamente

Punto di vista microscopico:

si fanno ipotesi sulla struttura della materia e si definiscono un gran numero di grandezze non misurabili direttamente relative alle particelle che costituiscono il sistema

Coordinate termodinamiche \equiv

grandezze macroscopiche che si riferiscono allo stato interno del sistema

Sistema termodinamico \equiv
sistema descrivibile
in termini di coordinate termodinamiche

Sistema **aperto**: scambia **materia** ed **energia**
con l'ambiente

Sistema **chiuso**: scambia solamente **energia**

Sistema **isolato**: non scambia materia né energia

Sistema + Ambiente \equiv Universo \equiv Sistema isolato

Scopo della termodinamica

Rivolgere l'attenzione all'interno di un sistema individuando le coordinate termodinamiche opportune per determinare l'energia interna

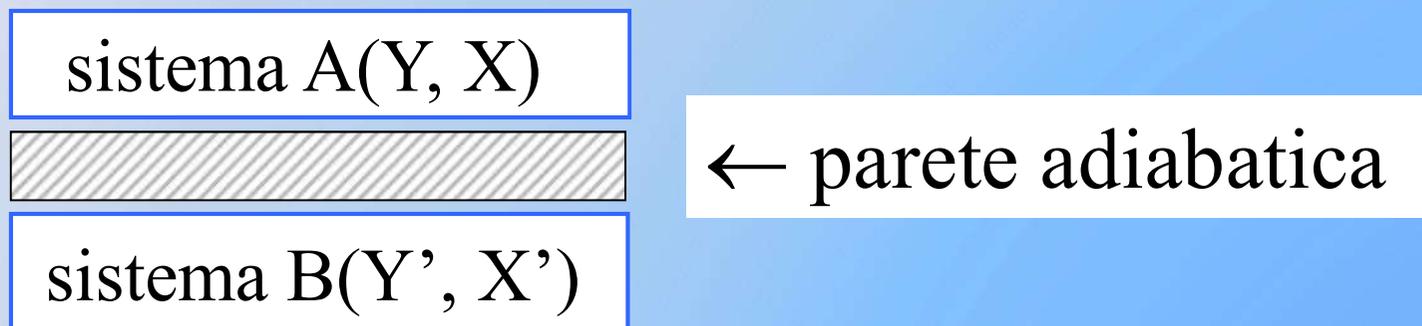
Descrivere le trasformazioni che un sistema termodinamico compie in relazione alle interazioni con l'ambiente

Studiare il bilancio energetico complessivo di un processo fisico

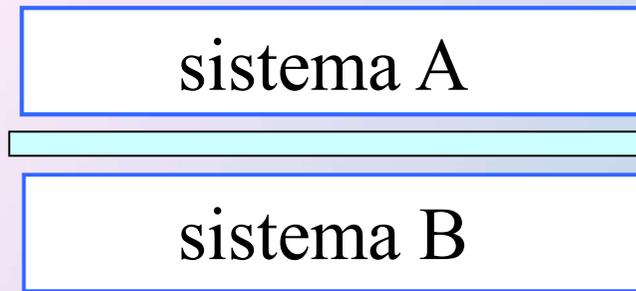
EQUILIBRIO TERMICO

Y, X coordinate indipendenti che descrivono il sistema

Stato di equilibrio \equiv
stato di un sistema in cui Y e X non variano



Sono possibili per A e B tutti i valori delle coppie (Y, X) e (Y', X')



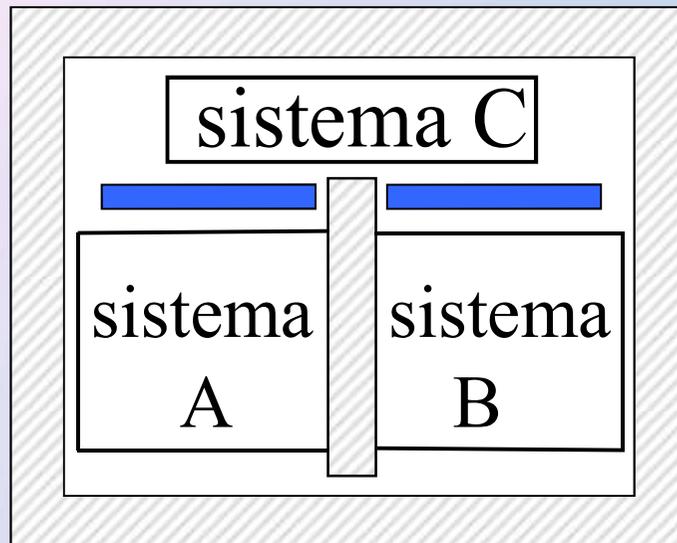
← parete diatermica

Sono possibili per A e B solo alcuni valori delle coppie (Y, X) e (Y', X')

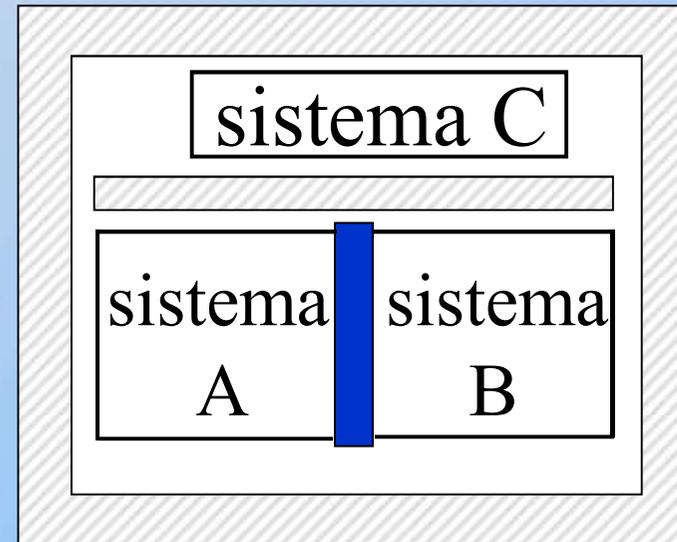
Equilibrio termico

stato raggiunto da due o più sistemi posti a contatto tramite una parete diatermica

Principio 0 della termodinamica



A e B in equilibrio termico con C

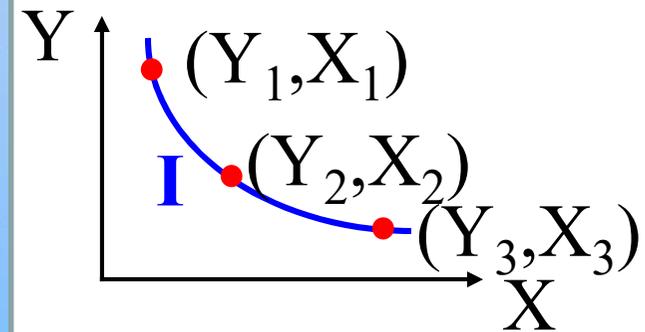


A e B in equilibrio termico fra loro

Temperatura \equiv proprietà dei sistemi che definisce se più sistemi sono in equilibrio termico fra loro

Isoterma

luogo dei punti che rappresentano stati in cui un sistema è in equilibrio termico con un dato stato di un altro sistema

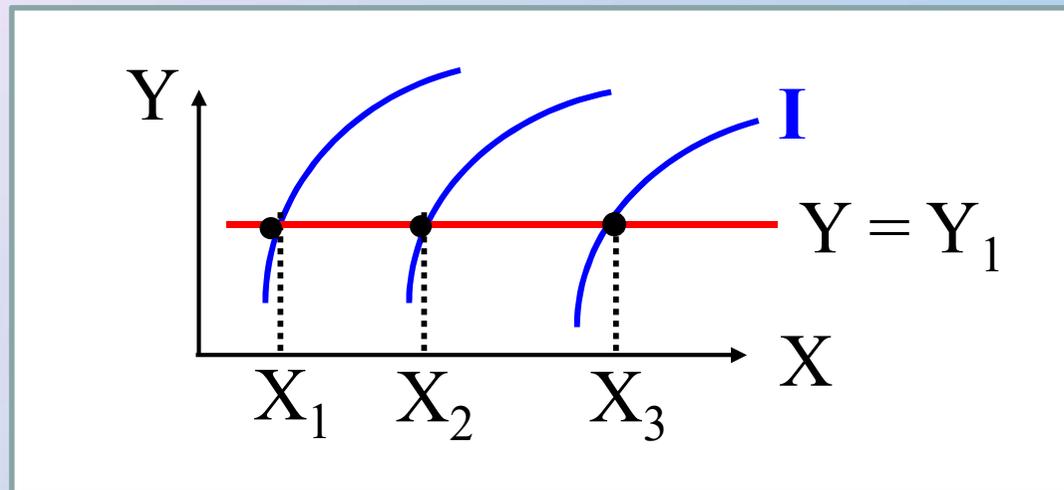


Definizione **operativa** di temperatura

Termometro

sistema definito dalle coordinate (Y, X) ,
variabili con la temperatura, che si pone a contatto
col sistema di cui si vuole determinare la **temperatura**

Famiglia di isoterme del termometro



Per **misurare la temperatura**

si fissano le regole per associare un numero ad ogni isoterma del termometro

La temperatura dipende Y e da X , ma se si opera in modo che sia $Y = Y_1 = \text{costante}$,

La temperatura è funzione solo di X , cioè dei valori X_1, X_2, X_3 corrispondenti a $Y = Y_1$

X caratteristica termometrica

$\theta(X)$ funzione termometrica

Definiamo arbitrariamente una scala,
assumendo che la temperatura sia proporzionale ad X

$$\theta(X) = a X$$

Per fissare a

poniamo il termometro a contatto con un

sistema standard

in uno stato facilmente riproducibile

“punto fisso”

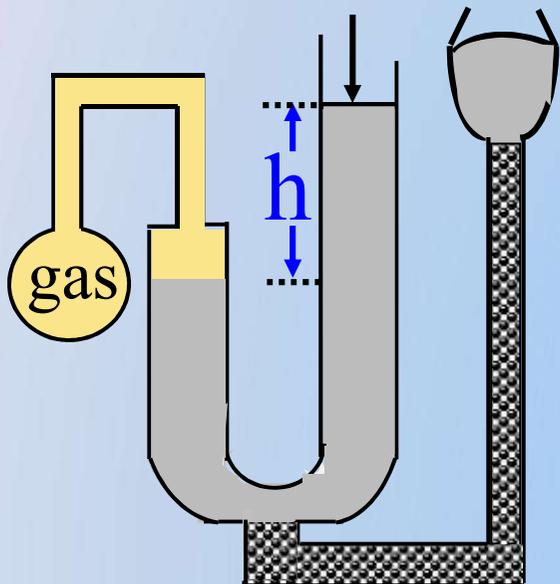
Punto fisso \equiv Punto triplo dell'acqua

Assegniamo arbitrariamente alla temperatura del punto triplo dell'acqua il valore $\theta(X_T) = 273.16$ Kelvin \Rightarrow

$$a = \frac{273.16}{X_T}$$

$$\theta(X) = 273.16 \frac{X}{X_T}$$

TERMOMETRO A GAS



■ mercurio

θ dipende da P e da V
 $V = \text{costante}$

P caratteristica termometrica

La pressione in B è

$$p = p_0 + \rho gh$$

h dislivello del mercurio nel tubo ad U

$$\theta(p) = 273.16 \frac{p}{p_T}$$

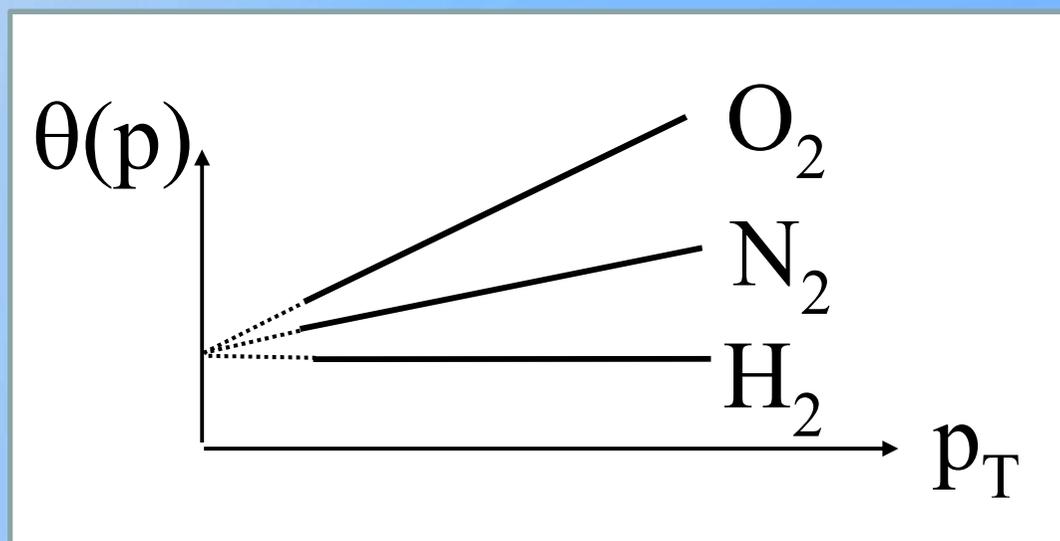
p pressione misurata con il bulbo a contatto con il sistema di cui si vuole misurare la temperatura

p_T pressione misurata con il bulbo a contatto con acqua al punto triplo

Temperatura del gas ideale

Si ripete più volte il procedimento, riducendo il numero di moli di gas nel bulbo in modo da ottenere valori di p e p_T sempre più piccoli, e si calcolano i corrispondenti valori di $\theta(p)$

Si riporta in un grafico $\theta(p)$ in funzione di p_T per gas differenti



Al limite per $p_T \rightarrow 0$

$\theta(p)$ tende ad un unico valore per tutti i gas

Possiamo definire **temperatura del gas ideale**

$$T = \lim_{p_T \rightarrow 0} 273.16 \frac{p}{p_T}$$

T indipendente dalle proprietà dei singoli gas,
non dalle proprietà generali dei gas

Scala Celsius $t (^{\circ}\text{C}) = T (\text{K}) - 273.15$