

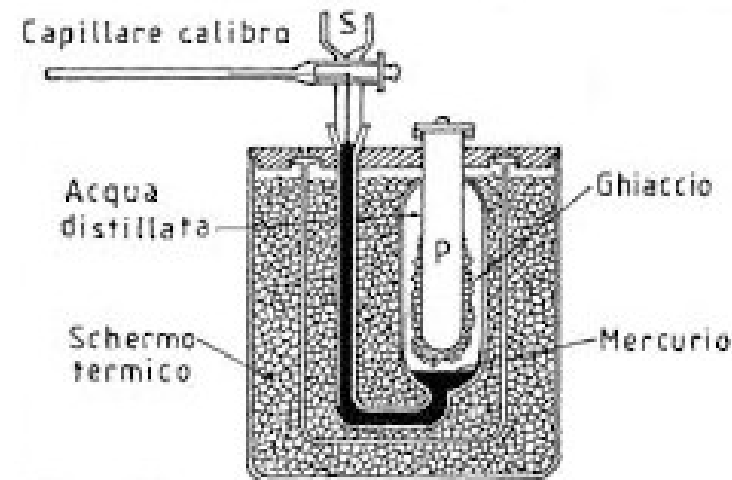
Calore

Calore

- Concetto intuitivo
- “Fluido calorifico”
 - idea abbandonata a metà '800
- Calore \mapsto processo di misura
- **Calorimetro**: strumento per la misura degli scambi di calore
 - calorimetro di Bunsen

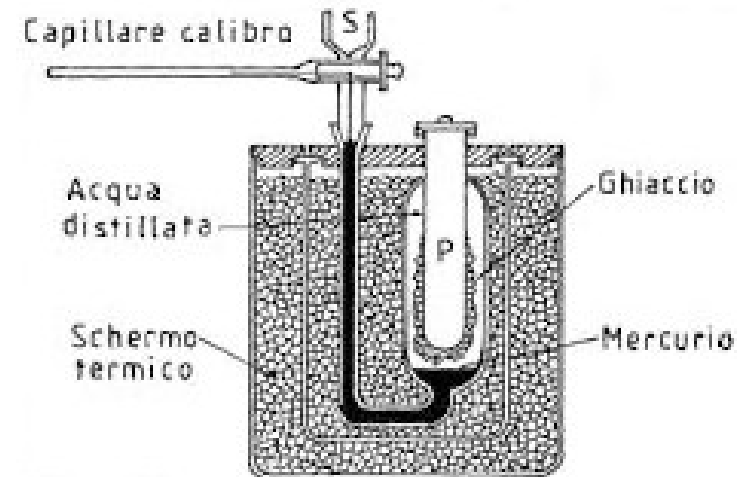
Calorimetro di Bunsen

- **Provetta** inserita in un bulbo contenente **acqua** e **mercurio**
- Il tutto immerso in un **contenitore isolante**
- E' possibile misurare il **livello** di **mercurio**
- Si trasforma parte dell'acqua in **ghiaccio**
 - ad es. versandovi dell'etere che evaporando sottrae calore



Calorimetro di Bunsen

- Si pone un corpo a **contatto** con la provetta
 - se **più caldo** del ghiaccio → **cede** calore → parte ritorna acqua
 - ↳ ha **volume minore** → il livello del mercurio **scende**
 - se **più freddo** del ghiaccio → **assorbe** calore → altra acqua diventa ghiaccio
 - ↳ ha **volume maggiore** → il livello del mercurio **sale**



Definizione del calore

- Si immerge prima il corpo 1 e poi il corpo 2
 - e si misura lo spostamento della colonnina di Hg nei due casi
- Stesso spostamento → scambio di calore uguale
- Spostamento maggiore → scambio di calore maggiore
- Unità di misura: **caloria**
 - $1 \text{ cal} \equiv \Delta Q$ tale che 1 g di H_2O da 14.5°C a 15.5°C
 - » (**non** è l'unità del SI!)

Definizione del calore ?

- Calore o scambio di calore ??
 - “Calore” non misurabile \Leftrightarrow **non** è grandezza fisica
 - » non si può misurare il **contenuto** di calore di *un* corpo
 - **Scambi di calore** misurabili \Leftrightarrow sono una grandezza fisica
 - » si possono misurare solo gli **scambi** fra *due* corpi
- $Q \rightarrow \Delta Q$
- $\Delta Q > 0 \rightarrow$ corpo **assorbe** calore
- $\Delta Q < 0 \rightarrow$ corpo **cede** calore

Capacità termica

- Se un sistema **scambia calore** con l'esterno **varia** la sua **temperatura**
- **Capacità termica**: rapporto tra quantità di calore **scambiato** e **variazione** di temperatura

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

- Se il corpo è **omogeneo**: **capacità termica massica** (o **calore specifico**)

$$c = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

Capacità termica

- **Capacità termica molare**: per unità di mole

$$c_n = \frac{1}{n} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

- Si noti che se la massa m contiene $N = n N_A$ particelle di massa m_0 , allora $m = n N_A m_0$ per cui

$$c = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{1}{n N_A m_0} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

e quindi

$$c = \frac{c_n}{N_A m_0} = \frac{c_n}{M_n}$$

massa molare

Capacità termica

- In realtà C e c (e c_n) *dipendono* dalla **temperatura** T a cui avviene lo **scambio di calore**
 - più correttamente, se δQ è uno scambio di calore infinitesimo che provoca una variazione di temperatura infinitesima dT

$$C = \frac{\delta Q}{dT} \qquad c = \frac{1}{m} \frac{\delta Q}{dT}$$

- quindi $C = C(T)$ e $c = c(T)$

(ecco perché nella **definizione** di caloria è stata **specificata** la temperatura a cui avviene lo scambio di calore)

Capacità termica

- La quantità di calore scambiato – e quindi la capacità termica – dipende *anche* dal **tipo** di **trasformazione**
 - quindi in generale esistono *infinite* capacità termiche
- Però per gran parte dei **solidi** e **liquidi**, in particolare per i metalli, la capacità termica varia **poco** sia con la **temperatura** che con il **tipo di trasformazione** entro intervalli abbastanza ampi (l'acqua fa eccezione)
 - per cui per tutti i fini pratici si può usare un solo valore
- Per i **gas** invece c'è una **forte dipendenza** dal tipo di trasformazione e dalla temperatura

Capacità termica dei gas

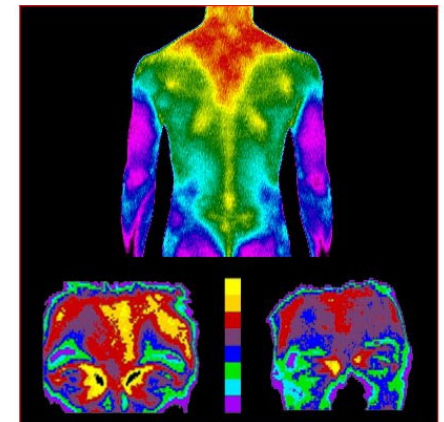
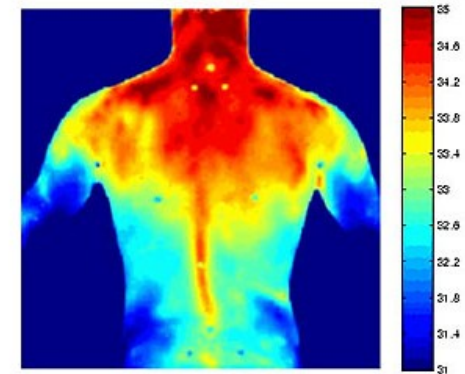
- Per i **gas**
 - C e c dipendono dal tipo di trasformazione
 - quindi ci sono *infiniti* valori
- Sono particolarmente importanti i calori specifici
 - a **volume costante** C_V
 - » quando lo scambio avviene lungo una **isocora**
 - a **pressione costante** C_p
 - » quando lo scambio avviene lungo una **isobara**
 - si verifica che per *tutti* i gas è **sempre** $C_p > C_V$

Trasmissione del calore

- Tre meccanismi
 - **conduzione**: trasferimento di calore attraverso un mezzo materiale, *senza movimento* (macroscopico) di materia
 - » tipico dei **solidi** (es: calore che si propaga *attraverso* un muro a cause della differenza di temperatura tra le due pareti)
 - **convezione**: trasferimento di calore attraverso un mezzo materiale, *accompagnato* da **movimento** (macroscopico) di materia
 - » tipico di **liquidi** e **gas**, dove una differenza di T genera una differenza di p e quindi una forza netta (es: scaldando un recipiente l'acqua riscaldata tende a salire in alto quella fredda a scendere)

Trasmissione del calore

- **irraggiamento**: avviene anche *senza* la presenza di **materia**
 - » le cariche elettriche microscopiche che costituiscono tutti i corpi vibrano a causa dell'agitazione termica ed emettono radiazione elettromagnetica; tale emissione dipende da T (es: il Sole, una lampadina,...)
- Anche il **corpo umano** emette calore
 - soprattutto per **irraggiamento**
 - in condizioni normali il metabolismo fornisce una potenza di circa 110 W
 - tale potenza aumenta se il corpo compie attività fisica fino a raggiungere molte centinaia di Watt



Trasformazioni adiabatiche

- **Trasformazione adiabatica**: che avviene *senza* scambio di calore con l'esterno

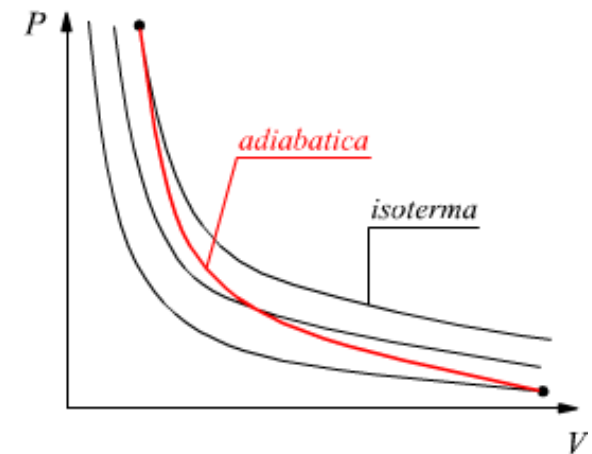
$$\Delta Q = 0$$

- Per un gas perfetto

$$pV^\gamma = \text{cost}$$

dove

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} > 1$$



sul piano pV ha una **pendenza maggiore** di una isoterma