

ENERGIA E CALORE

- Unità di misura dell'energia: **Joule (J)**, unità troppo piccola; comunemente si usa il suo multiplo, il **KJ (Kilojoule)**.
- Importante è anche il **Kilowattora (KWh)**, unità usata nella misura dell'energia elettrica.
- Il **calore**, che è una forma particolare di energia, è sempre stato misurato mediante l'unità pratica **Caloria (Cal o KCal)**.
 - La **Caloria** per definizione è *la quantità di calore necessaria ad innalzare di un grado (da 14,5 a 15,5 °C) la temperatura di un g di acqua.*
 - Secondo il Sistema Internazionale il **calore** si misura in **KJ**.
 - Altra unità utilizzata è il **British Thermal Unit (Btu)** del sistema anglosassone.
 - I fattori di conversione in Joule (J) sono i seguenti:
 - 1 KWh = 3.600
 - 1 Cal = 4,186
 - 1 Btu = 1,055

➤ Il **calore specifico** invece si definisce come *la quantità di calore necessaria ad innalzare di 1 °C la temperatura di una quantità unitaria della sostanza considerata*. Si misura in cal/g °C o KCal/Kg °C.

Si può anche affermare che esso esprime la *variazione di entalpia* che subisce il sistema riscaldato:



Passando da un prodotto molto acquoso ad uno con un contenuto inferiore di acqua il calore specifico diminuisce

- Riportando in grafico il calore specifico (C_s) in funzione della quantità di acqua - espressa come frazione molare (x_w^*) - tutti i punti si dispongono su una retta; ciò significa che si può predire il calore specifico di un prodotto alimentare conoscendo il suo contenuto in acqua.

*Per frazione molare si intende il numero di moli di un componente in rapporto alle moli totali presenti ($n_A / n_{tot} = X_A$)

- Il calore specifico varia non solo da materiale a materiale, ma anche, per lo stesso materiale, con la temperatura, secondo relazioni empiriche ottenute per i diversi materiali. Il calore specifico dell'acqua varia con la temperatura secondo l'equazione:

$$C_s = 2,38846 \cdot 10^{-4} (4.206,8 - 1,1262 T)$$

- In assenza di altre forme di energia differenti dal calore e di passaggi di stato, quali vaporizzazioni, fusioni, sublimazioni, ecc., le variazioni di temperatura di una sostanza a seguito di uno scambio di calore sono regolate dalla seguente relazione, ottenuta applicando *il primo principio della termodinamica*:

$$Q_{1,2} = C_s (T_2 - T_1) m ,$$

in cui

$Q_{1,2}$ → indica la quantità di calore scambiata,

T_1 e T_2 → le temperature prima e dopo lo scambio di calore,

m → la massa del materiale interessata.

per $m = 1 \text{ g}$ e $T_2 - T_1 = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ si ha che: $Q_{1,2} = C_s$,

cioè che la quantità di calore scambiata corrisponde al calore specifico; per l'acqua avremo che:

- 1 cal/g °C scambiata corrisponde a 4,1868 J/g °C.

PASSAGGI DI STATO

➤ Se una sostanza si trova nelle condizioni fisiche corrispondenti ad un passaggio di stato - ad esempio, per l'acqua, in condizioni di evaporazione a $T=100^{\circ}\text{C}$ e $P=1\text{ atm}$, o $T=80,8^{\circ}\text{C}$ e $P=0,5\text{ atm}$ - uno *scambio di calore* con l'ambiente esterno non comporta *alcuna variazione di temperatura*, ma un progressivo **passaggio di stato** della massa della sostanza.

➤ In questo caso per calcolare il calore scambiato si usa la seguente relazione (ottenibile applicando il primo principio della termodinamica):

$$Q_{1,2} = m h_s ,$$

dove h_s è il calore necessario al passaggio di stato della massa m a temperatura costante.

➤ In base a ciò si definisce **calore di fusione** *la quantità di calore necessaria per far passare 1 g di sostanza dallo stato solido a quello liquido, a temperatura costante*. Tale quantità corrisponde a quella che è necessario sottrarre ad 1 g di liquido per provocarne la solidificazione.

➤ Il **calore di vaporizzazione** invece definisce *la quantità di calore che deve essere fornita ad 1 g di sostanza allo stato liquido per indurne la vaporizzazione a temperatura costante*.

✓ A seconda della temperatura alla quale avviene la trasformazione questa quantità di calore varia; per l'acqua ad esempio

✓ La vaporizzazione a P ambiente e a 100°C richiede **539,61 cal/g** o Kcal/Kg, mentre a 100 atm l'acqua vaporizza a 179°C richiedendo **481,50 cal/g**.

➤ Questa quantità di calore prende il nome di **calore latente**; mentre con il termine **calore sensibile** si indica la quantità di calore che è necessaria per portare una certa quantità di sostanza da una temperatura ad un'altra, comunque inferiori alla temperatura di vaporizzazione.

➤ A P ambiente la quantità di calore necessaria per innalzare, o abbassare di 1°C , la temperatura di 1 Kg di acqua (tra 0 e 100°C) corrisponde all'incirca ad 1Kcal.

→ Infine il **calore di sublimazione** definisce la *quantità di calore necessaria per portare 1 g di sostanza dallo stato solido allo stato aeriforme a temperatura costante.*

→ Durante i passaggi di stato i calori di fusione, vaporizzazione o sublimazione sono espressi in **Kcal/Kg** o in **J/Kg**.

ENTALPIA

L'**entalpia (H)** - chiamata anche calore totale o contenuto termico, è definita dalla relazione:

$$H = E + PV_s, \quad \text{dove } E \text{ è l'energia interna}$$

P è la pressione e
Vs è il volume specifico (*)

(*) Il *volume specifico* (Vs) per una determinata sostanza rappresenta il volume occupato dall'unità di densità della sostanza. Vs è legato alla massa del corpo (m) e al suo volume (V) dalla relazione:

$$V_s = V / m, \quad \text{ed è misurato in } m^3/Kg \text{ o } cm^3/g$$

La densità $\rho = m / V$, quindi
 $= 1 / V_s$ è misurata in Kg/m³ o g/cm³.

-Il termine PV_s può essere trascurato, in quanto esso rappresenta un lavoro di espansione o compressione eseguito dal o sul sistema; l'entalpia si riduce così al solo termine di *energia interna*.

- Essa è una energia per unità di massa, ed è quindi misurata in **KJ/Kg**; molto diffusa è anche l'unità pratica **KCal/Kg**.

Il valore dell'entalpia è sempre relativo ad uno stato di riferimento, arbitrariamente scelto, al quale l'entalpia è posta uguale a zero. Spesso si prende come stato di riferimento l'acqua allo stato liquido e alla temperatura di 0 °C.

In questo modo il cambiamento di entalpia di un componente tra lo stato di riferimento convenzionale e lo stato corrente può essere considerato come il valore relativo di entalpia del componente considerato