

## Unita' di misura del calore

l'unita' di misura del calore nel *S.I.* e' il Joule, ma e' in uso anche la Caloria (*Cal*)

*una caloria ( Cal ) e' la quantita di calore che occorre fornire ad una massa di un Kg di acqua distillata per innalzare di un grado centigrado ( °C ) la sua temperatura, a partire da 14.5 °C*

la "piccola caloria" (*cal*) e' definita in relazione ad un grammo di acqua

$$1 \text{ Cal} = 1000 \text{ cal} \quad \text{ossia} \quad 1 \text{ Cal} = 1 \text{ Kcal}$$

Joule ha determinato sperimentalmente l'equivalenza tra calore e lavoro

$$\text{una Caloria} = 4186.8 \text{ Joule}$$

il calore specifico dell'acqua varia con la temperatura,  
ma tra 0 e 100 gradi centigradi cambia di pochissimo

→ lo si assume costante nell'intervallo  $[0, 100] ^\circ\text{C}$

dato che  $Q_{H_2O} = m_{H_2O} c_{H_2O} \Delta T_{H_2O}$  dalla definizione stessa di caloria

ne discende che

➤ per definizione il calore specifico dell'acqua e' uno nelle unita'  $\text{Cal} / \text{kg } ^\circ\text{C}$

ma attenzione che  $1 \frac{\text{Cal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \equiv 1 \frac{\text{Cal}}{\text{kg } \text{K}} = 4186.8 \frac{\text{J}}{\text{kg } \text{K}}$

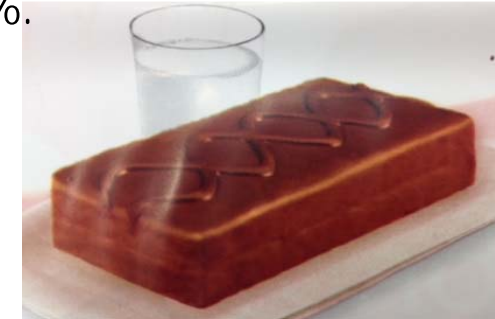
➤ il calore specifico dell'acqua e' 4186.8 nelle unita'  $\text{J} / \text{kg } \text{K}$

## Esercizio

stimare per quanto tempo si può mantenere lo sforzo di pedalare su una bicicletta mangiando solamente una barretta dolce con contenuto energetico utilizzabile di 191,7 kcal.

La potenza necessaria per pedalare è 80,82  $W$  e l'efficienza è del 20%.

$$1\text{Cal} = 4.187\text{kJ}$$



l'energia dalla barretta utilizzata è solo il 20 % delle 191.7 kcal

quindi l'energia disponibile è  $191.7 \cdot 4.187 \cdot 0.2$

$$= 160.5 \text{ kJ}$$

la potenza è la rapidità di variazione dell'energia nel tempo

$$W = \frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$$

$$\text{tempo} = \frac{\text{Energia}}{W} = \frac{160.5 \cdot 10^3}{80.82} = 1986.3\text{s} \quad \text{circa 33 minuti}$$

INFORMAZIONI NUTRIZIONALI		
VALORI MEDI	PER 100 g	PER PEZZO (42g)
ENERGIA	1904 kJ/456 kcal	770 kJ/191 kcal
GRASSI	26,2 g	11 g
di cui: acidi grassi saturi	13,3 g	5,6 g
CARBOIDRATI	51,3 g	21,5 g
di cui: zuccheri	38,5 g	16,2 g
PROTEINE	5,3 g	2,2 g
SALE	0,293 g	0,123 g

\* Assunzioni di riferimento di un adulto medio (8400 kJ/ 2000 kcal)

# Calorimetria :

un recipiente **isolato termicamente** (calorimetro) e' riempito di acqua a temperatura  $T_{H_2O}$   
all'esterno si ha un corpo a temperatura  $T_C$  ad es corpo piu' caldo dell'acqua  $\rightarrow T_C > T_{H_2O}$

se si immerge il corpo caldo nell'acqua e si attende un tempo sufficiente si raggiungera'  
l'equilibrio termico

all'equilibrio

- la temperatura dell'acqua e quella del corpo sono tra loro uguali :  $T_{H_2O} = T_C = T_{eq}$
- la temperatura  $T_{eq}$  e' intermedia tra  $T_C$  e  $T_{H_2O}$
- l'acqua avra' assorbito una certa quantita' di calore dal corpo caldo e avra' innalzato la sua temperatura
- il corpo avra' ceduto la stessa quantita' di calore all' acqua e avra' diminuito la sua temperatura

con i calorimetri si possono determinare i calori specifici relativi all'acqua ed effettuare misure di scambio di calore

## Esercizio

Una massa di 100 g di alluminio inizialmente riscaldata a 100 °C viene posta in un bagno d'acqua. Se la massa dell'acqua e' di 500 g, la temperatura iniziale dell'acqua e' di 18.3 °C e quella finale e' di 21.7 °C , determinare il calore specifico dell'alluminio.

un grado Celsius corrisponde ad un grado Kelvin, quindi non occorre in questo caso effettuare le trasformazioni nel S.I. in quanto si avra' a che fare soltanto con differenze di temperatura all'equilibrio termico la temperatura dell'acqua e quella dell'alluminio saranno le stesse

$$\Delta T_{H_2O} = 21.7 - 18.3 = 3.4 \text{ } ^\circ\text{C} \equiv 3.4 \text{ K}$$

$$-\Delta T_{Al} = 100 - 21.7 = 78.3 \text{ } ^\circ\text{C} \equiv 78.3 \text{ K}$$

la quantita' di calore acquisita dall'acqua, per definizione di capacita' termica, e' pari a :

$$Q_{H_2O} = C_{H_2O} \Delta T_{H_2O} = m_{H_2O} c_{H_2O} \Delta T_{H_2O}$$

il calore specifico dell'acqua e' 1.0 (Cal/ kg K) = 4186,8 (Joule/ kg K)

$$\Rightarrow Q_{H_2O} = m_{H_2O} c_{H_2O} \Delta T_{H_2O} = 0.5 \cdot 4187 \cdot 3.4 = 7118 \text{ J}$$

in un calorimetro si opera isolati termicamente dall'esterno quindi la quantità di calore assorbita dall'acqua sarà pari alla quantità di calore ceduta dall'alluminio.

dunque  $Q_{Al} = m_{Al} c_{Al} \Delta T_{Al} = Q_{H_2O}$  da cui  $c_{Al} = \frac{Q_{H_2O}}{m_{Al} \Delta T_{Al}}$

numericamente  $c_{Al} = \frac{7118}{0.1 \cdot 78.3} = 909 \frac{J}{kg K}$

da confrontarsi con quella dell'acqua che è pari a 4187

in questo modo è possibile determinare anche il calore specifico molare dell'alluminio

# Trasformazioni adiabatiche

si definisce adiabatica una trasformazione termodinamica durante la quale

non avvengano scambi di calore, ossia  $Q = 0$

in una trasformazione adiabatica

sono possibili solo scambi di lavoro  $\rightarrow L = L_{ab=} - \Delta U$

nel caso di trasformazioni adiabatiche infinitesime  $dL = - dU$

# Trasformazioni cicliche

se un sistema termodinamico esegue una serie di trasformazioni

termodinamiche cicliche  $\rightarrow \Delta U = 0$  e, per il primo principio,  $\rightarrow Q = L$

- un sistema che assorba calore dall' esterno e lo trasformi in lavoro e' detta "macchina termica"
- un sistema che riceva lavoro dall'ambiente esterno e diminuisca la sua temperatura, fornendo calore all' esterno, e' detto "macchina frigorifera"



# Backup Slides