**SCAMBIO TERMICO FRA PARETI ADIABATICHE**

Sappiamo che quando due corpi sono in scambio termico fra loro il più caldo si raffredda mentre il più freddo si riscalda, finché giungono ad avere la stessa medesima temperatura, la cosiddetta temperatura di equilibrio (**Teq**): a questo punto gli scambi termici si interrompono e si ha l’equilibrio termico.

In questi appunti scopriremo come calcolare la temperatura di equilibrio fra due oggetti in contatto termico fra loro. Per trovare l’equazione che regola lo scambio di calore, supponiamo di avere un corpo A alla temperatura iniziale TAI a contatto termico con un corpo B, alla temperatura iniziale TBI: poniamo poi che A sia più caldo di B, cioè TAI > TBI. Supponiamo poi che i due corpi A e B siano circondati da una parete, ad esempio che siano posti entrambi dentro un recipiente (Figura1). Cosa accade? Poiché A è più caldo di B, A perde calore: indichiamo con **QA** il calore perso da A. Parte di questo calore sarà assorbito da B (**QB**) e parte uscirà fuori dal recipiente (**QEXT**); e magari dall’esterno un po’ di calore entrerà dentro il contenitore (**QINT**).

Figura 1

Un caso fisicamente importante è quando il recipiente è composto da un materiale **adiabatico**, cioè da un **isolante termico** che non permette alcuno scambio di calore fra l’interno e l’esterno: in questo caso posso subito cancellare dalla Figura1 le due grandezze QINT e QEXT poiché il calore non può né entrare né uscire dal recipiente. L’unico scambio di calore è quello che avviene fra A e B: cioè tutto il calore ceduto da A è assorbito da B e tutto il calore assorbito da B proviene da A. In conclusione: **se lo scambio termico avviene fra pareti adiabatiche, il calore ceduto da A (QA) è quello che viene assorbito da B (QB)**.

Siamo tutti d’accordo con questa affermazione? Direi di sì: ed allora bisogna trasformarla in una bella equazione!

**QA  = -QB (1a)** (scambio termico fra pareti adiabatiche)

 Calore ceduto da A = Calore assorbito da B

(va messo il segno “-“ davanti a QB perché QA, essendo calore perso, è negativo, mentre QB è calore guadagnato e perciò è positivo).

L’eq. (1a) è facilmente trasformabile usando la capacità termica. Poiché sappiamo che il calore Q scambiato da un corpo è legato alla sua variazione di temperatura ΔT dall’equazione: Q = C⋅ΔT, scrivo l’eq. (1a) come:

 **CA⋅ΔTA = -CB⋅ΔTB (1b)** (scambio termico fra pareti adiabatiche)

con **CA**, **CB** le capacità termiche delle sostanze A e B e **ΔTA**, **ΔTB** le loro **rispettive variazioni di temperatura** dovute allo scambio termico.

Nota che l’eq. (1b) dimostra matematicamente una cosa alquanto ovvia: **in uno scambio termico che avviene fra due soli corpi, se un corpo si riscalda l’altro necessariamente si raffredda**. Infatti, io posso scrivere l’eq. (1b) come: **ΔTB = - ⋅ΔTA.** Il segno “-“ indica che i due membri sono discordi: se uno è “+” l’altro è “-“. E poiché CA e CB sono sempre positivi, le uniche grandezze che possono essere discordi sono ΔTA e ΔTB → se ΔTA > 0 (la temperatura di A cresce) allora ΔTB < 0 (la temperatura di B decresce) e viceversa.

**Temperatura di equilibrio**

Con il passare del tempo, il corpo più caldo si raffredda mentre quello più freddo si riscalda. La temperatura a cui giunge un corpo (TF) è data dalla temperatura iniziale + la variazione di temperatura:

**TF = TI + ΔT (2)**

Il corpo più caldo continua a raffreddarsi, quello più freddo a scaldarsi… finché essi giungono ad avere la stessa temperatura finale! A questo punto non c’è più differenza di temperatura ed i due corpi smettono di scambiarsi calore, giungendo così all’**equilibrio termico**. La temperatura finale a cui avviene l’equilibrio termico si chiama, non a caso, **temperatura di equilibrio** (**TEQ**). Essa è ottenuta dall’uguaglianza fra TAF e TBF, cioè quando entrambi i corpi hanno la stessa temperatura finale: TFA = TFB  →[uso l’eq. (2)] →

|  |
| --- |
| **TIA + ΔTA = TIB + ΔTB (3)** |
| TFA = TFB |

Le eq. (1b) e (3) sono tutte quelle che ti servono per trovare la temperatura di equilibrio! Poiché esse devono valere contemporaneamente, posso racchiuderle dentro un sistema:

 sistema dell’equilibrio termico fra pareti adiabatiche

Per applicarle, studia i Problema che ti propongo adesso ma soprattutto… guarda gli appunti presi in classe!!

**PROBLEMI INTRODUTTIVI**

Ecco a voi alcuni semplici problemi introduttivi per impratichirvi con le equazioni che abbiamo discusso sopra.

Problema 1: la temperatura di equilibrio. Immergi un blocco di metallo di capacità termica CM = 25,4 cal/°C in un liquido di capacità termica CL=126cal/°C . All’inizio il metallo è caldo: TM\_I=90°C ; il liquido invece è freddo: TL\_I=18°C. Il metallo si raffredda mentre l’olio si riscalda… finché le due sostanze arrivano all’equilibrio termico. Trova il valore della temperatura di equilibrio (Teq). [hint: poni x=ΔTM, y=ΔTL; **Teq=30,1°C**]

**Soluz:** Sostituisco i valori numerici all’interno del sistema, ponendo x=ΔTM , y=ΔTL. Ottengo:

A questo punto ho un sistema con 2 equazioni in 2 incognite che risolvo: **x = -59,9** **; y = 12,1**

Calcolo TM e TL: **TM = TM\_I + x = 90 + (-59,9) = 30,1°C** ; **TL = TL\_I + y = 18 + 12,1 = 30,1°C**.

Nota che TM e TL sono identiche! E’ un caso?

Problema2: ancora la temperatura di equilibrio. Stesso caso del problema1 ma con il metallo avente una capacità termica più grande di quella del liquido: CM = 250cal/°C; CL=126cal/°C, TM\_I = 90°C, TL\_I =18°C [**Teq=65,9 °C**].

Nota che la temperatura di equilibrio è sempre compresa fra i due valori di temperatura iniziali.

Nota anche che la temperatura di equilibrio è sempre più vicina al valore di temperatura iniziale del corpo con capacità termica maggiore (Teq=30,1°C è più vicino a 18°C che a 90°C; Teq=65,9°C è più vicina a 90°C che a 18°C).

Problema3: le sostanze termicamente identiche. Adesso supponi di mettere a contatto termico due sostanze A e B termicamente identiche, aventi cioè la stessa capacità termica. Supponiamo che sia CA = CB = 800cal/°C e che TA\_I = 20°C e TB\_I = 60°C. Qual è la temperatura di equilibrio a cui arrivano? [**Teq=40°C**, esattamente a metà delle loro temperature iniziali].