**TEMPERATURA DI EQUILIBRIO: SOLUZIONE GRAFICA**

In questi appunti descriverò come ottenere la **temperatura di equilibrio** fra due sostanze in contato termico e poste fra **pareti adiabatiche** (cioè: due sostanze che si scambiano calore fra loro ma che non hanno alcun scambio termico con l’esterno).

**Figura 1**

La teoria dello scambio termico fra pareti adiabatiche è descritta negli appunti “SCAMBIO TERMICO FRA PARETI ADIABATICHE”: qui faccio un breve riassunto. Guarda la figura1: A e B sono due oggetti in contatto termico: il corpo A è più caldo del corpo B e perciò il corpo A cede il calore Q al corpo B: di conseguenza, A si raffredda mentre B si riscalda. La temperatura di A diminuisce, quella di B aumenta… finché le due temperature giungono ad avere lo stesso valore: a questo punto i due corpi sono all’equilibrio termico e lo scambio termico cessa. La temperatura a cui avviene l’equilibrio termico è chiamata **temperatura di equilibrio** (**Teq**).

Adesso vedremo come ottenere il valore di Teq usando il **grafico Q-T del riscaldamento/raffreddamento** che abbiamo descritto in classe.

**COME COSTRUIRE IL GRAFICO Q-T E CALCOLARE Teq**

Il modo più rapido per capire la tecnica del calcolo grafico di Teq è quella di fare un semplice esempio. Supponiamo che A abbia una capacità termica CA=200cal/°C ed una temperatura iniziale TA\_I=50°C ; supponiamo poi che B abbia una capacità termica CB=400cal/°C ed una temperatura iniziale TB\_I=10°C. Voglio sapere qual è la temperatura Teq a cui avviene l’equilibrio termico mettendo in contatto termico i due oggetti.

Per prima cosa notiamo che il corpo A è più caldo di B: perciò A si raffredda mentre B si riscalda.

|  |
| --- |
| **Tabella di raffreddamento** |
| **QA** | **ΔTA** | **TA** |
| **0 cal** | **0 °C** | **50°C** |
| **-6000cal** | **-30°C** | **20°C** |

Per prima cosa, scriviamo la Tabella di raffreddamento di A (Tabella1). La **colonna QA** rappresenta il calore perso dal corpo: la **colonna ΔTA** rappresenta la variazione di temperatura dovuta alla perdita di calore: la **colonna TA** rappresenta la temperatura finale raggiunta da A. Poiché per disegnare una retta ho bisogno di due punti, la Tabella ha due righe, una per ogni valore di QA che uso.

**Tabella1**

Poi scelgo due valori di QA, in modo del tutto arbitrario, e calcolo ΔTA e TA. Per comodità nella prima riga pongo QA1=0cal → ΔTA1 = 0°C e TA1 = TA1\_I = 50°C. Nella seconda riga pongo QA2 = -6000cal (perché proprio -6000cal? Ve lo spiegherò fra qualche riga), poi calcolo ΔTA2 = QA2/CA = -30°C ed infine calcolo TA2 = TA\_I + ΔTA2 = 50°C + (-30°C) = 20°C (vedi Tabella1).

Dopodiché, disegno i due punti che ho appena trovato nel grafico Q-T: A1 = (0cal , 50°C) ; A2 = (6000cal , 20°C).

Infine, traccio la retta di raffreddamento di A. Nota che il valore di Q è espresso in valore assoluto (vedi Figura2).

Ripetiamo tutti i passaggi per il corpo B:

|  |
| --- |
| **Tabella di riscaldamento** |
| **QB** | **ΔTB** | **TB** |
| **0 cal** | **0 °C** | **10°C** |
| **+6000cal** | **+15°C** | **25°C** |

Scriviamo la Tabella di riscaldamento di B (Tabella2).

Poi scelgo due valori di QB, in modo del tutto arbitrario, e calcolo ΔTB e TB. Nella prima riga uso il valore QB1=0cal → ΔTB1 = 0°C e TB1 = TB1\_l = 10°C. Nella seconda riga pongo QB2=+6000cal, poi calcolo ΔTB2 = QB2/CB = +15°C ed infine calcolo TB2 = TB\_I + ΔTB2 = 10°C + 15°C = 25°C.

**Tabella2**

Dopodiché, disegno i due punti che ho appena trovato nel grafico Q-T: B1 = (0cal , 20°C) ; B2 = (6000cal , 25°C)

Infine, traccio la retta di riscaldamento di B (vedi Figura2).



**Figura 2**

**Nota che le due rette si incontrano in un punto P**: il valore sull’asse Y di P (**Teq**) rappresenta proprio la temperatura di equilibrio! Il valore sull’asse X (**Qeq**) indica invece il calore che è necessario scambiare fra A e B affinché si raggiunga l’equilibrio. Dal grafico risulta: **Teq = 23°C** , **Qeq = 5300 cal**.

**UNA NOTA SUL VALORE DI “Q2” DA USARE NELLA TABELLA**

Per calcolare i valori nella seconda riga delle Tabelle di raffreddamento/riscaldamento ho suggerito di usare Q2 = 6000cal. Perché proprio questo valore? In realtà, qualsiasi valore va bene, però l’ideale è usare un valore di Q2 prossimo a Qeq: infatti, se Q2 dovesse essere molto minore di Qeq le rette rischiano di non incontrarsi nel grafico (Figura 3a); se invece scelgo un valore molto maggiore di Qeq il punto di incontro P risulta poco preciso (Figura 3b). Il problema è che… non è possibile sapere il valore Qeq prima di disegnare il grafico! In realtà, con un minimo d’occhio fisico è possibile stimare il valore di Qeq prima di disegnare il grafico e di conseguenza avere un’idea del valore Q2 da usare nelle Tabelle: nei problemi che vi darò vi suggerirò io il valore di Q2 più adatto.



**Figura 3b: è stato scelto un valore Q2 = 60000cal: il punto di intersezione P è schiacciato a sinistra del grafico e le sue coordinate non sono precise.**

**Figura 3a: è stato scelto un valore Q2 = 600cal: le due rette non si incontrano nel grafico.**