

Passaggio di stato del tiosolfato di sodio.

Finalità

Osservare che la temperatura durante il passaggio dallo stato solido a quello liquido rimane costante. Stimare la potenza assorbita da una quantità di tiosolfato di sodio durante il riscaldamento in fase solida e durante la transizione di fase. Osservare il fenomeno del sottoraffreddamento o sopraffusione di un liquido

Alternative sperimentali

Per misurare la temperatura e il tempo si può utilizzare un sensore di temperatura interfacciato al PC o altrimenti un normale termometro ad alcol colorato da laboratorio ed un cronometro.

Materiale necessario e figura

Circa 60 grammi di tiosolfato di sodio, provettone, becker, 500 mL di acqua, fornello elettrico, stativo, sensore di temperatura interfacciato al PC. Delle prove preliminari sono state effettuate con una piccola provetta con 6 g di tiosolfato, con una candolina come sorgente di calore e un becker con 200 mL d'acqua.

Principio della misura

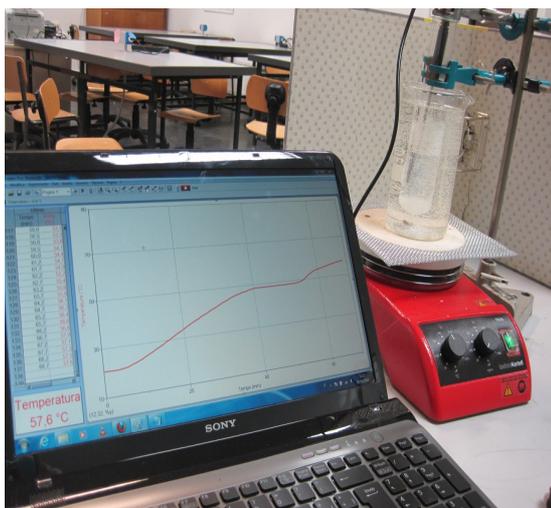
Si misura l'andamento nel tempo della temperatura del tiosolfato di sodio durante il riscaldamento, il passaggio di stato solido-liquido e il raffreddamento.

Si stima la quantità di energia termica per unità di tempo fornita alla massa di tiosolfato durante il riscaldamento e durante il passaggio di stato.

Descrizione della procedura

Si pone il provettone riempito con il tiosolfato a bagnomaria nell'acqua del becker che viene riscaldato dal fornello elettrico.

La sonda di temperatura è inserita nel provettone a contatto con il tiosolfato facendo attenzione che non tocchi la parete di vetro. Si accende il fornello e si registra la temperatura mediante il sistema di acquisizione. Raggiunto e superata la transizione di fase si lascia raffreddare a temperatura ambiente il provettone togliendo via fornello e becker e continuando a registrare la curva della temperatura.



Dati campione

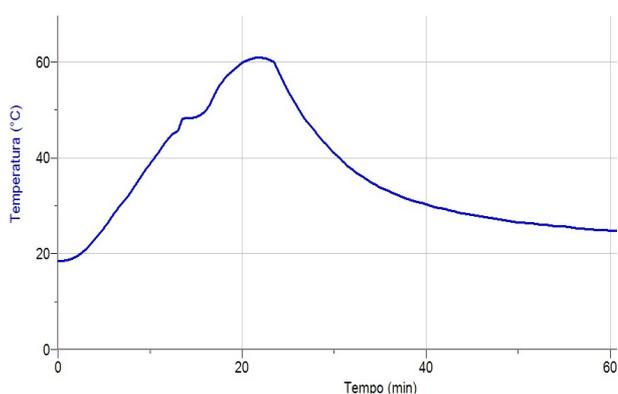


Fig. 1 Tiosolfato di sodio ($m = 6$ g): curva di temperatura in funzione del tempo. Durante la fase di riscaldamento si nota la temperatura costante ($T=48.4^{\circ}\text{C}$) in cui avviene la liquefazione. A circa $t = 22$ min comincia la fase di raffreddamento a effettuata a temperatura ambiente: a $T = 48,4^{\circ}\text{C}$ non c'è transizione di fase, il tiosolfato rimane in fase liquida sottoraffreddato o in sopraffusione. E' stata utilizzata una candela come sorgente di calore.

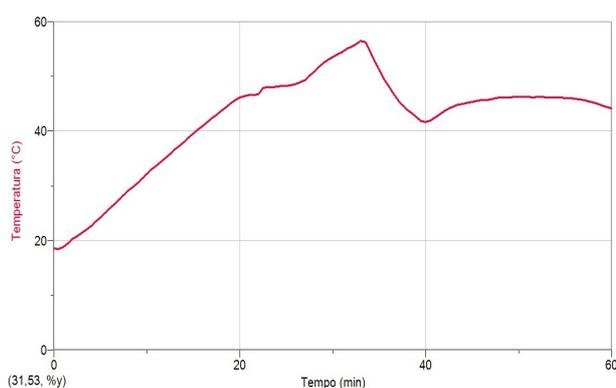


Fig. 2 L'esperienza è stata ripetuta con una stessa quantità di tiosolfato. Anche in questo caso durante il riscaldamento si nota la transizione di fase solido-liquido a $T=48.4^{\circ}\text{C}$. A circa $t=33$ min comincia la fase di raffreddamento effettuata a temperatura ambiente. All'istante $t=39$ min (in corrispondenza di $T = 42,5^{\circ}\text{C}$, quindi in sopraffusione) è stato immerso nella provetta un cristallo di tiosolfato: l'equilibrio instabile viene rotto e comincia il processo di solidificazione cristallina con un aumento di temperatura.

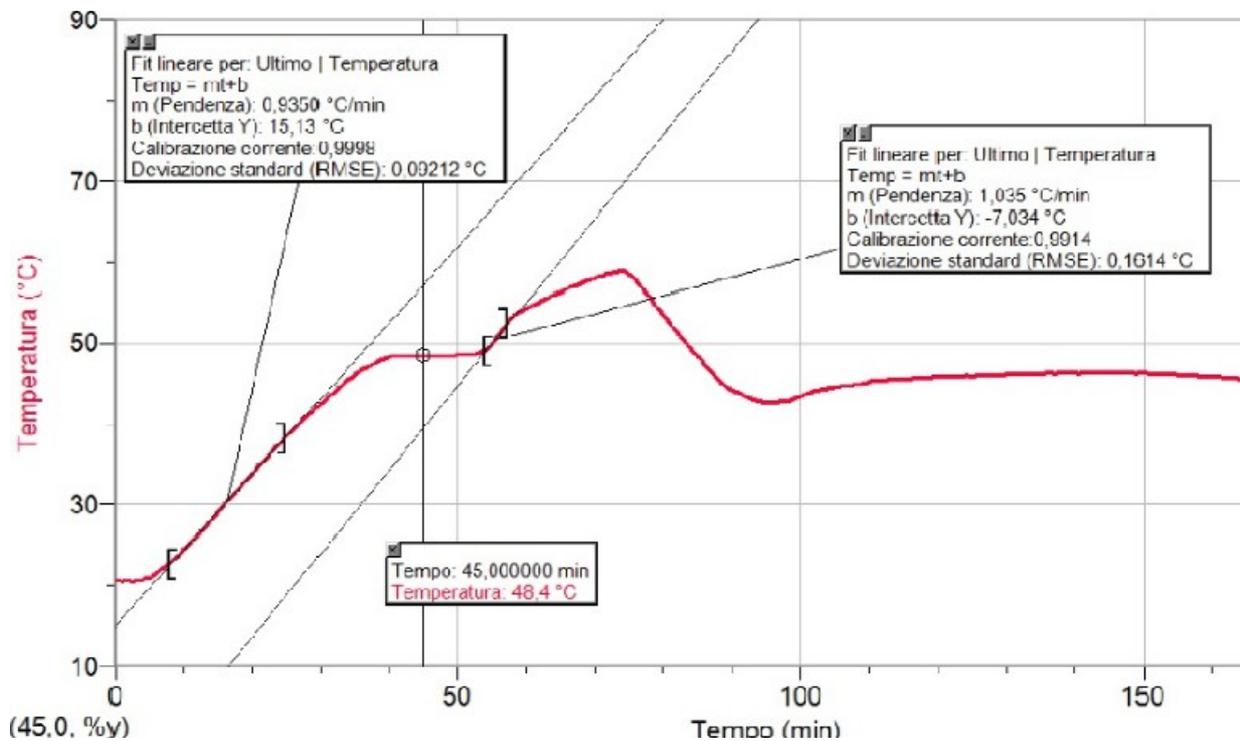


Fig. 3 Esperienza ripetuta con modalità analoghe all'esperienza descritta in Fig.2 ma con un fornello elettrico e con una quantità maggiore di tiosolfato di sodio ($m = 58 \text{ g}$). Il software del sistema di acquisizione permette il calcolo del fit in intervalli scelti della curva.

Elaborazione dati

Per poter conoscere la potenza termica P assorbita dalla massa m_t del tiosolfato di sodio durante la fase solida utilizziamo la equazione fondamentale della termologia: $P = \Delta E / \Delta t = c_t m_t \Delta T / \Delta t$ dove c_t è il calore specifico del tiosolfato allo stato solido, ΔE è l'energia termica assorbita dalla massa m_t nell'intervallo di tempo Δt in corrispondenza del tratto rettilineo del grafico in cui il rateo $R = \Delta T / \Delta t$ è costante (riscaldamento della fase solida).

Il calore latente di fusione è definito $L_f = \Delta E_f / m_t$ dove ΔE_f è l'energia utilizzata per fondere la massa m_t .

La potenza assorbita durante la liquefazione è data da $P_f = \Delta E_f / \Delta t_f = L_f m_t / \Delta t_f$ con Δt_f intervallo di tempo durante il quale avviene l'intero processo di fusione che corrisponde al tratto orizzontale della curva di temperatura.

Discussione dei risultati

Il calore specifico del tiosolfato di sodio risulta in letteratura $c_t = 4100 \text{ J/}^\circ\text{C kg}$

la massa di tiosolfato utilizzata è $m_t = 58 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$,

il rate di aumento di temperatura nel tempo calcolato dal fit lineare nel tratto di riscaldamento della fase solida è $R = \Delta T / \Delta t = 0,94 \text{ }^\circ\text{C/min} = 1,6 \text{ }^\circ\text{C/s}$

Quindi la potenza assorbita durante il riscaldamento in fase solida è

$$P = c_t m_t \Delta T / \Delta t = 4,1 \cdot 10^3 \text{ (J/}^\circ\text{C kg)} \cdot 58 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C/s} = 3,8 \text{ W}$$

Il calore latente di fusione del tiosolfato risulta in letteratura: $L_f = 209 \text{ kJ/kg}$

L'intervallo di tempo di fusione dal grafico è $\Delta t_f = 53 \text{ min} - 40 \text{ min} = 13 \text{ min} = 780 \text{ s}$

da cui la potenza assorbita durante la liquefazione è

$$P_f = L_f m_t / \Delta t_f = 209 \cdot 10^3 \text{ (J/kg)} \cdot 58 \cdot 10^{-3} \text{ kg} / 780 \text{ s} = 16 \text{ W}$$

Considerazioni conclusive

La curva di temperatura in funzione del tempo risulta smussata nei punti di cambiamento delle fasi (a differenza delle rappresentazioni grafiche ideali presentate nelle spiegazioni teoriche) introducendo una indeterminazione nella misura intervallo di tempo in cui avviene la transizione, di almeno il 20%.

Quando la temperatura scende sotto la temperatura di solidificazione del tiosolfato si nota il suo andamento decrescente, il che sta a indicare che la sostanza è in uno stato liquido sopraffuso. Introducendo alcuni cristalli di tiosolfato nella fase sopraffusa si nota la rottura dell'equilibrio instabile e la risalita asintotica della temperatura verso il suo valore di transizione, successivamente riprende il raffreddamento.