

Battistella Francesco
18/11/2011
Laboratorio di Fisica del Liceo Scientifico "L. da Vinci"

Calcolo del calore di fusione del ghiaccio

Materiale utilizzato:

Calorimetro, termometro a mercurio, acqua, ghiaccio, maglione o sciarpa (per tappare il calorimetro), cilindro graduato da 250ml, bilancia elettronica.

Premessa teorica:

Con questa esperienza, l'ultima riguardante la termologia, abbiamo calcolato il calore latente di fusione del ghiaccio, cioè il calore richiesto da un'unità di ghiaccio per passare dallo stato solido a quello liquido.



Un'immagine del passaggio di stato da noi analizzato

Come già, sappiamo ad un certo punto della curva termica di un materiale c'è una sosta termica (si veda esperienza curva di riscaldamento acido stearico), questa sosta si trova in corrispondenza del passaggio di stato, nel quale il sistema diventa bifase e perciò la temperatura non sale.

In questo intervallo di tempo, tuttavia, il calore viene continuamente fornito; dove viene dunque utilizzato?

Il calore serve per rompere i legami intermolecolari (cristallini nel caso del ghiaccio) che vincolano le molecole nello stato solido.

A questo punto si pone un altro problema: come calcolare il calore utilizzato in questo processo?

Per fare ciò si rende necessario introdurre il concetto di calore latente (da *latentem*, participio presente di "*lateo*": oscuro, nascosto), che per l'appunto è il calore necessario al passaggio di stato di un'unità di sostanza ed è indicato con λ_{fus} .

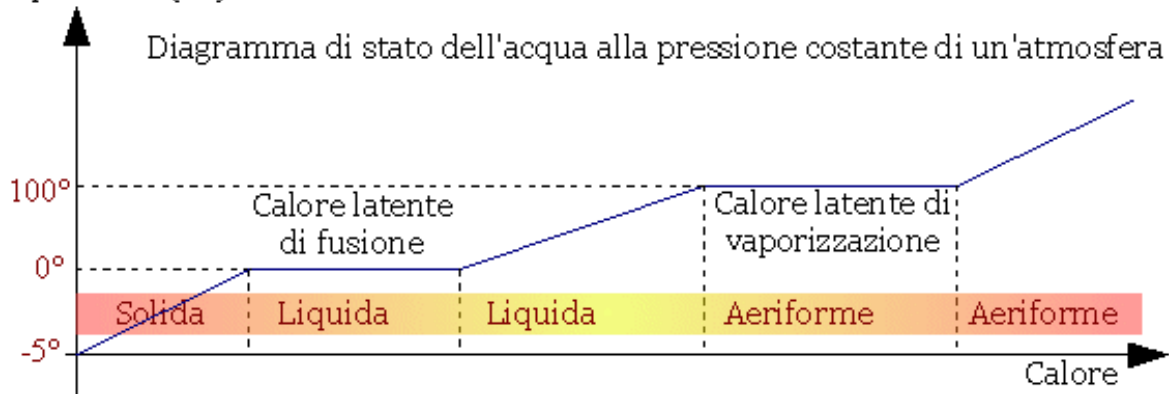
Quindi per calcolare il calore necessario al passaggio di stato di un materiale moltiplichiamo il suo calore la latente per la sua massa ($Q_{fus}=m\lambda_{fus}$).

Avviene cosa analoga per quanto riguarda l'evaporazione, ovviamente λ_{ev} sarà maggiore di λ_{fus} .

E' facile intuire che il calore latente dipende dal materiale, ma anche da altri fattori trascurabili.

Questi fenomeni sono reversibili, situazione non comune in fisica, dove la maggior parte delle reazioni è irreversibile

Temperatura (°C)



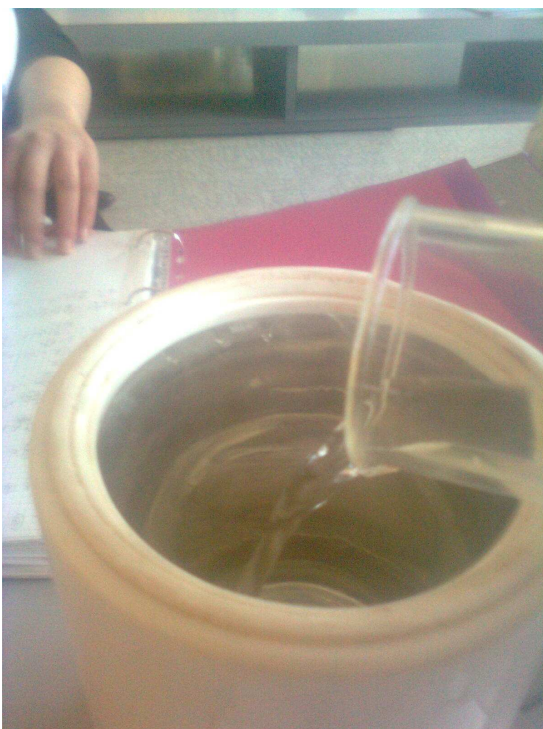
Da questo diagramma possiamo chiaramente capire il concetto di calore latente e sosta termica

E' possibile calcolare la quantità di calore (Q) necessaria per passare da una temperatura in un determinato stato ad un'altra in un altro stato della materia e di conseguenza calcolare anche il calore latente del passaggio di stato

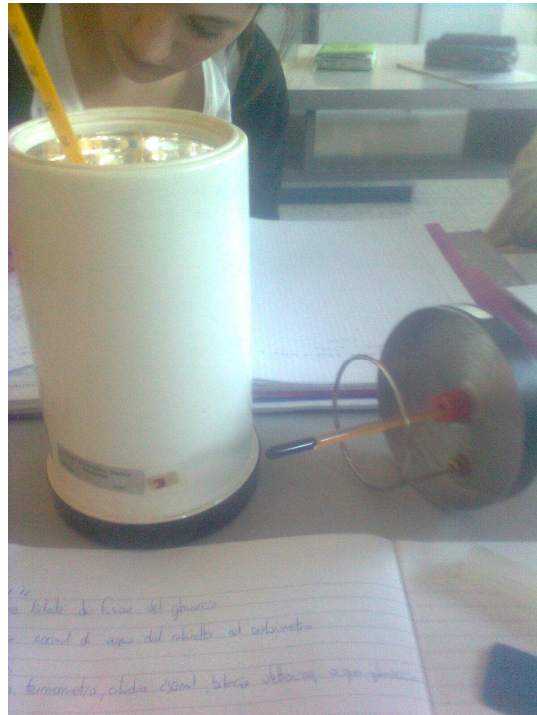
Utilizziamo l'equazione $Q=Q_1+Q_{\text{fus}}+Q_2$, dove Q_1 è la quantità di calore necessaria ad arrivare alla temperatura di fusione, Q_{fus} è la quantità di calore latente utilizzato nella fusione e Q_2 è la quantità di calore necessaria ad arrivare alla temperatura finale dalla temperatura di fusione.

Svolgimento dell'esperienza:

Inizialmente abbiamo versato, grazie al cilindro graduato, 400 ml di acqua nel calorimetro. Si è trattato di acqua corrente, raccolta direttamente dal rubinetto senza scaldarla; quindi a temperatura ambiente.



Poi, utilizzando il termometro a mercurio, abbiamo misurato la temperatura dell'acqua versata nel calorimetro prima di immergere il cubetto di ghiaccio.



Dopodichè abbiamo massato un cubetto di ghiaccio e l'abbiamo immerso nell'acqua presente nel calorimetro.



Per non disperdere calore e permettere di leggere temperature basse dal termometro abbiamo avvolto la sommità del calorimetro con un panno di lana (maglione), avvolto intorno al termometro, è stato possibile controllare costantemente la temperatura a cui si trovava l'acqua presente nel calorimetro.



Dati e loro elaborazione

La parte dei calcoli di quest'esperienza è servita a determinare se le misure finora effettuate fossero corrette, infatti grazie ai calcoli abbiamo potuto verificare se il calore latente del ghiaccio, ottenuto facendo dei calcoli con i dati raccolti, fosse abbastanza coerente con il valore teorico, stabilito con strumenti molto precisi di cui non siamo in possesso.

Come già detto per calcolare la quantità di calore necessaria a passare da una temperatura in un determinato stato ad un'altra in un altro stato si usa l'equazione $Q=Q_1+Q_{fus}+Q_2$. Vediamo di approfondire quest'equazione, in modo da comprendere i calcoli che abbiamo dovuto eseguire.

$$Q=Q_1+Q_{fus}+Q_2$$

$$m_1c_{acqua}(t_1-t_f)+ m_{eq}c_{acqua}(t_1-t_f)= m_2\lambda_{fus} +m_2c_{acqua}(t_f-t_2)$$

Abbiamo messo l'equivalente in acqua del calorimetro come parte di Q perché siccome si passa ad una temperatura inferiore sarà il calorimetro stesso a cedere, in minima parte, calore.

Ora abbiamo ben chiara l'equazione sulla quale dovremo lavorare; infatti noi dobbiamo trovare il calore latente di fusione del ghiaccio ($\lambda_{fus}=x$), quindi svolgendo quest'equazione potremo determinarne il valore effettivo

A questo punto vediamo i dati in nostro possesso.

$$t_1=20^{\circ}\text{C}$$

$$t_2=0^{\circ}\text{C}$$

$$m_1=0,4 \text{ kg}$$

$$m_2=18,45 \text{ g}$$

$$t_{\text{finale}}=16^{\circ}\text{C}$$

$$m_{\text{eq}}=0,05\text{kg}$$

Il valore di t_2 è approssimato, poiché il ghiaccio fonde a 0°C sol tanto al livello del mare, quindi la temperatura sarà leggermente superiore; ma noi utilizziamo comunque questo valore. Allo stesso modo il valore di c_{acqua} da noi utilizzato ($4186 \text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$) è un'approssimazione, perché si tratta della misura valida per l'acqua distillata, non per l'acqua del rubinetto, come quella da noi utilizzata.

A questo punto impostiamo l'equazione

$$\begin{aligned} m_1 c_{\text{acqua}}(20-16) + m_{\text{eq}} c_{\text{acqua}}(20-16) &= m_2 x + m_2 c_{\text{acqua}}(16-0) \\ 0,4 * 4186 * 4 + 0,05 * 4186 * 4 &= 0,01845x + 0,01845 * 4186 * 16 \\ 6697,6 + 837,2 &= 0,01845x + 1235,707 \\ 6299,093 &= 0,01845x \\ x &= 6299,093 / 0,01845 = 341414 \text{ J/Kg} \end{aligned}$$

A questo punto abbiamo calcolato lo scarto percentuale con il valore ufficiale: 334000 J/Kg

$$s\% = [(341414 - 334000) / 341414] * 100 = 2,17\%$$

Per una maggiore chiarezza abbiamo raccolto i dati in una tabella.

T_1 ($^{\circ}\text{C}$)	T_2 ($^{\circ}\text{C}$)	T_f ($^{\circ}\text{C}$)	λ_{fus} (J/Kg)	Scarto %
20	0	16	341414	2,17

Conclusioni:

Con questa esperienza ho potuto capire il concetto di calore latente: non pensavo fosse possibile calcolare quanto calore viene utilizzato in un passaggio di stato, utilizzando strumenti relativamente semplici e di uso comune.

Inoltre, grazie all'applicazione pratica delle regole apprese, ho avuto l'occasione di sperimentare l'utilità effettiva di questo argomento.