

## I passaggi di stato

### A. Da solido a liquido a vapore (per riscaldamento)

#### ■ PASSAGGIO DA SOLIDO A LIQUIDO: LA FUSIONE

Un solido a cui si fornisce in modo continuo calore si riscalda gradatamente e, raggiunta una certa temperatura, si trasforma in liquido. Il passaggio dallo **stato solido** allo **stato liquido** si chiama **fusione** e la temperatura alla quale avviene, **specifica per ogni tipo di sostanza**, prende il nome di **temperatura di fusione** o **punto di fusione** (tab. 1).

Se disponiamo sopra una fonte di calore un recipiente contenente dei cubetti di ghiaccio estratti dal freezer e vi inseriamo un termometro, possiamo osservare che il ghiaccio inizia a fondere quando la temperatura raggiunge il valore di  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , che è il punto di fusione del ghiaccio (fig. 1a).

Inoltre, durante il processo, finché tutto il ghiaccio non si è fuso la **temperatura** nel recipiente **non varia**, anche se si continua a fornire calore: questo, infatti, viene assorbito dalle molecole d'acqua per vincere le intense forze di coesione che le tengono aggregate tra loro nel ghiaccio.

Si chiama **calore di fusione** la quantità di calore necessaria per fondere 1 grammo di una sostanza.

Questo calore viene "restituito" all'ambiente durante il passaggio di stato inverso, quello dallo stato liquido allo stato solido.

**Tabella 1. Temperature di fusione e di ebollizione di alcune sostanze**

SOSTANZE	TEMPERATURA DI FUSIONE (E DI SOLIDIFICAZIONE)	TEMPERATURA DI EBOLLIZIONE (E DI CONDENSAZIONE)
<b>Rame</b>	$1085\text{ }^{\circ}\text{C}$	$2595\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Tungsteno</b>	$3410\text{ }^{\circ}\text{C}$	ca. $5900\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Ferro</b>	$1536\text{ }^{\circ}\text{C}$	ca. $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Piombo</b>	$327\text{ }^{\circ}\text{C}$	ca. $1740\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Zolfo</b>	$119\text{ }^{\circ}\text{C}$	$444\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Acqua</b>	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$100\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Mercurio</b>	$-39\text{ }^{\circ}\text{C}$	$357\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Alcol</b>	$-130\text{ }^{\circ}\text{C}$	$78,3\text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Ammoniaca</b>	$-78\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-33\text{ }^{\circ}\text{C}$



**Fig. 1.** I passaggi di stato dell'acqua in seguito alla somministrazione di calore.

#### ■ LA VAPORIZZAZIONE

Se riscaldiamo moderatamente un contenitore aperto con dell'acqua lo lasciamo esposto all'aria anche a temperatura ambiente (purché maggiore di  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), il liquido a poco a poco diminuisce, finché dopo un tempo più o meno breve, non ve n'è più traccia: l'acqua si è trasformata *vapore acqueo*.

Questo processo si chiama **evaporazione** e avviene a ogni temperatura, ma si manifesta **solo alla superficie del liquido** (fig. 1b): quanto maggiore è la temperatura tanto maggiore è il numero di particelle superficiali che, assorbono calore e acquistano energia sufficiente per liberarsi nell'aria. Si chiama **calore latente di evaporazione** la quantità di calore necessaria, a ogni data temperatura e pressione, per fare **evaporare 1 grammo di una sostanza**.

Questo calore, sottratto all'ambiente, viene a questo "restituito" nel passaggio di stato inverso, da aeriforme a liquido (*condensazione*).

Quando riscaldiamo dell'acqua sul fuoco, quando il termometro raggiunge i 100 °C, l'evaporazione interessa l'intera massa liquida: si formano delle bolle che salgono in superficie e l'acqua entra in **ebollizione**, come è chiamato il passaggio veloce e tumultuoso dallo stato liquido a quello aeriforme (*fig. 1c*).

Il volume dell'acqua diminuisce vistosamente, con una rapidità che dipende dalla quantità di calore fornita al liquido in un secondo. La **temperatura di ebollizione** o **punto di ebollizione** è specifica per ogni sostanza a una data pressione (*tab. 1*). La temperatura nel recipiente rimane costante fino alla fine del processo, anche se si continua a fornire calore. Si chiama **calore latente di ebollizione** quello necessario per far evaporare 1 grammo di una sostanza alla sua temperatura di ebollizione.

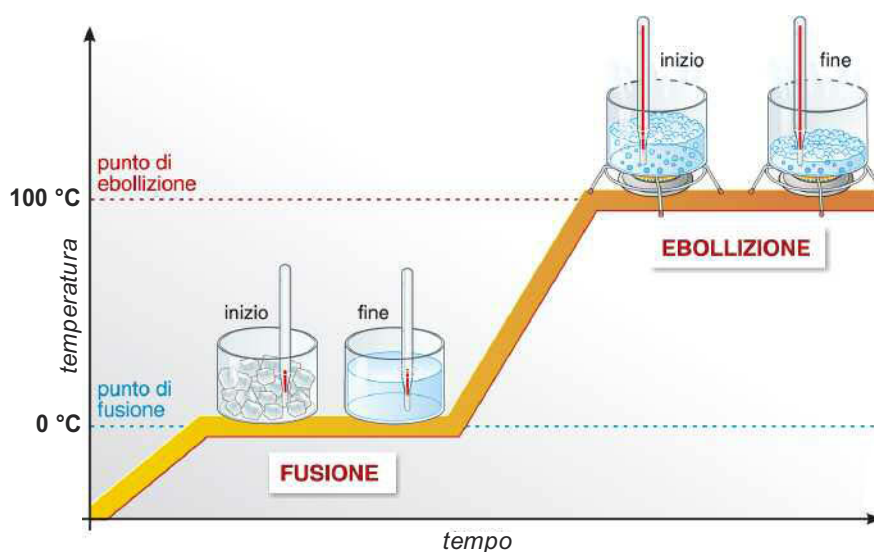
La temperatura di ebollizione di una sostanza varia sensibilmente con l'altitudine: l'acqua, per esempio, a una quota di 1800 m bolle a 94 °C.

La *pressione atmosferica diminuisce con l'altitudine* e, in generale, riducendosi la pressione, il punto di ebollizione di un liquido si abbassa.

Invece, un aumento di pressione ne provoca un innalzamento (nelle pentole a pressione l'acqua bolle oltre i 100 °C e i cibi cuociono più in fretta).

I passaggi di stato prima descritti si possono rappresentare in forma grafica riportando le variazioni di temperatura in funzione del tempo (*fig. 2*).

**Fig. 2.** Il grafico relativo alla variazione della temperatura in funzione del tempo durante i passaggi di stato di una sostanza (in questo caso l'acqua) mostra una forma caratteristica. I tratti orizzontali, in cui la temperatura è costante, corrispondono alle fasi in cui si completano i passaggi di stato.



## B. Da vapore a liquido a solido (per raffreddamento)

Questi passaggi di stato avvengono in senso inverso a quelli che abbiamo prima esaminato.

### ■ PASSAGGIO DA VAPORE A LIQUIDO: LA CONDENSAZIONE

Se intercettiamo il vapore dell'acqua che bolle con un coperchio freddo (*fig. 3a*), vedremo depositarsi su di esso delle goccioline d'acqua.

Questo vuol dire che il vapore si è nuovamente trasformato in liquido perché ha ceduto parte del suo calore al coperchio: l'agitazione termica diminuisce e le forze di coesione tra le molecole di acqua hanno il sopravvento.

3



Il passaggio **dallo stato di vapore allo stato liquido** è detto **condensazione** ed è l'inverso dell'evaporazione.

La temperatura alla quale avviene è detta **temperatura di condensazione** coincide con la temperatura di ebollizione.

La formazione delle gocce di pioggia nelle nubi o delle gocce di rugiada che si depositano al suolo durante la notte è dovuta a un fenomeno di condensazione del vapore acqueo atmosferico che viene a trovarsi a temperature più basse.

#### ■ PASSAGGIO DA LIQUIDO A SOLIDO: LA SOLIDIFICAZIONE

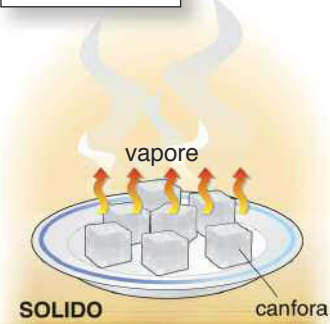
Un liquido cui è sottratto calore si raffredda e quando raggiunge una certa temperatura si trasforma in solido: l'agitazione termica viene vinta quasi totalmente dalle forze di coesione tra le particelle.

Il passaggio **dallo stato liquido allo stato solido** è detto **solidificazione** ed è l'inverso della fusione; la temperatura alla quale avviene si chiama **temperatura di solidificazione** o **punto di solidificazione** e coincide con la temperatura di fusione.

Se poniamo una vaschetta con acqua nel freezer (fig. 3b), ne provochiamo la solidificazione, che inizia alla temperatura di 0 °C, corrispondente al punto di fusione; anche in questo caso la temperatura dell'acqua non varia finché non si è tutta trasformata in ghiaccio.

4

#### SUBLIMAZIONE



### C. Da solido direttamente a vapore (per riscaldamento) e da vapore direttamente a solido (per raffreddamento)

#### ■ LA SUBLIMAZIONE

La sublimazione è il passaggio diretto **da solido a vapore**. Questo processo si verifica tipicamente in certe sostanze solide le cui particelle sono legate debolmente tra loro ed è sufficiente il calore assorbito dall'ambiente perché si separino e si disperdano come vapore. Un esempio comune è la *canfora*, utilizzata (al posto della naftalina) in forma di cubetti che si ripongono negli armadi per proteggere gli indumenti di lana dalle tarme (fig. 4).

## ■ IL BRINAMENTO

Il brinamento è il passaggio diretto **da vapore a solido** (è l'inverso della sublimazione). Il termine brinamento deriva da "brina", il velo di ghiaccio che si deposita al suolo e sulla vegetazione specialmente di notte, quando la temperatura si abbassa sotto 0 °C: in queste condizioni, il vapore acqueo dell'aria, a contatto con il terreno che è più freddo, passa direttamente allo stato solido.

La *figura 5* riporta lo schema riassuntivo generale dei passaggi di stato.

