

Trasformazioni fisiche della materia: i passaggi di stato

Nelle condizioni terrestri la materia può presentarsi in tre differenti **stati fisici** o **stati di aggregazione**: *solido*, *liquido* e *aeriforme*.

I **solidi** hanno *forma* e *volume proprio*. Le particelle che li costituiscono (atomi, molecole o ioni) sono tenute insieme, cioè *aggregate*, da *forze di coesione* di elevata intensità e hanno scarsissima possibilità di movimento, a parte semplici vibrazioni.

I **liquidi** hanno un *volume proprio*, ma *non una forma propria*. Le loro particelle sono libere di muoversi le une rispetto alle altre, pur rimanendo in contatto reciproco, perché le forze di coesione sono meno intense rispetto ai solidi.

Gli **aeriformi** ("simili all'aria") comprendono *gas* e *vapori* e *non hanno forma propria né volume proprio*, per cui tendono a occupare tutto lo spazio disponibile: le loro particelle possono infatti muoversi liberamente perché le forze di coesione non hanno praticamente effetto. I **gas** sono sostanze che nelle normali condizioni terrestri esistono solo nello stato aeriforme, come per esempio *l'ossigeno* o *l'azoto*. I **vapori** derivano invece da sostanze che normalmente esistono allo stato liquido, come *l'acqua*, o solido, come la *naftalina*.

Una stessa sostanza può presentarsi in ciascuno dei tre stati fisici (l'esempio più comune è l'acqua) e, a seconda delle condizioni di temperatura e pressione, può passare da uno stato fisico a un altro, cioè può **subire un passaggio** (o **cambiamento di stato**) (*tabella 1*): per esempio l'acqua, che in condizioni di temperatura e pressione normali (20 °C e 1 atmosfera) è allo stato liquido, per *raffreddamento* può solidificare come ghiaccio, mentre per *riscaldamento* può trasformarsi in vapore.

I passaggi di stato sono esempi di **trasformazioni fisiche**, in quanto non viene modificata la composizione chimica della sostanza: l'acqua rimane sempre un composto formato da idrogeno e ossigeno in un preciso rapporto, sia che si presenti come ghiaccio, liquido o vapore. Ciò che cambia è lo *stato fisico*. Le trasformazioni fisiche si dicono *reversibili* poiché possono avvenire in un senso e nel senso opposto, a seconda che si somministri o si sottragga calore (a parità di pressione).

Tabella 1. I passaggi di stato

Fusione	È il passaggio dallo stato solido allo stato liquido.
Solidificazione	È il passaggio dallo stato liquido allo stato solido.
Vaporizzazione	È il passaggio dallo stato liquido allo stato aeriforme. È detta evaporazione se interessa solo la superficie del liquido, ebollizione se interessa l'intera massa del liquido.
Condensazione (liquefazione)	È il passaggio dallo stato aeriforme (vapore) allo stato liquido; il passaggio di un gas allo stato liquido è detto liquefazione.
Sublimazione	È il passaggio diretto dallo stato solido allo stato aeriforme.
Brinamento	È il passaggio diretto dallo stato aeriforme (vapore) allo stato solido.

RISPONDI

- I corpi che si trovano allo stato liquido:
 - a. non hanno forma propria né volume proprio
 - b. hanno un volume proprio ma non una forma propria
 - c. hanno forma propria e volume propri
 - d. hanno forma propria ma non un volume proprio

Passaggi di stato dovuti a riscaldamento: solido → liquido → vapore

Fusione

È il passaggio **da solido a liquido**. La temperatura alla quale avviene, specifica per ogni tipo di sostanza a una data pressione, prende il nome di **temperatura di fusione** o **punto di fusione** (tabella 2).

Se disponiamo sopra una fonte di calore un recipiente contenente dei cubetti di ghiaccio e vi inseriamo un termometro, osserviamo che il ghiaccio inizia a fondere alla temperatura di 0 °C, il *punto di fusione del ghiaccio* (fig. 1a). Durante il passaggio di stato, finché tutto il ghiaccio non si è fuso, la temperatura nel recipiente non varia, anche se si continua a fornire calore: questo, infatti, è assorbito dalle molecole d'acqua per vincere le intense forze di coesione che le tengono tra loro aggregate nel ghiaccio.

Si chiama **calore latente 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, dallo stato liquido a quello solido (*solidificazione*).

Tabella 2. Temperature di fusione e di ebollizione di alcune sostanze

SOSTANZE	TEMPERATURA DI FUSIONE (E DI SOLIDIFICAZIONE)	TEMPERATURA DI EBOLLIZIONE (E DI CONDENSAZIONE)
Rame	1085 °C	2595 °C
Tungsteno	3410 °C	ca. 5900 °C
Ferro	1536 °C	ca. 3000 °C
Piombo	327 °C	ca. 1740 °C
Zolfo	119 °C	444 °C
Acqua	0 °C	100 °C
Mercurio	-39 °C	357 °C
Alcol	-130 °C	78,3 °C
Ammoniaca	-78 °C	-33 °C



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

Vaporizzazione

È il passaggio **da liquido a vapore**. Se riscaldiamo moderatamente un contenitore aperto con dell'acqua e lo lasciamo esposto all'aria, anche a temperatura ambiente (purché maggiore di 0 °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 in *vapore acqueo* (fig. 1b). Questo processo si chiama **evaporazione** e avviene a ogni temperatura, ma si manifesta **solo alla superficie del liquido**: 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*).

Se 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. 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).

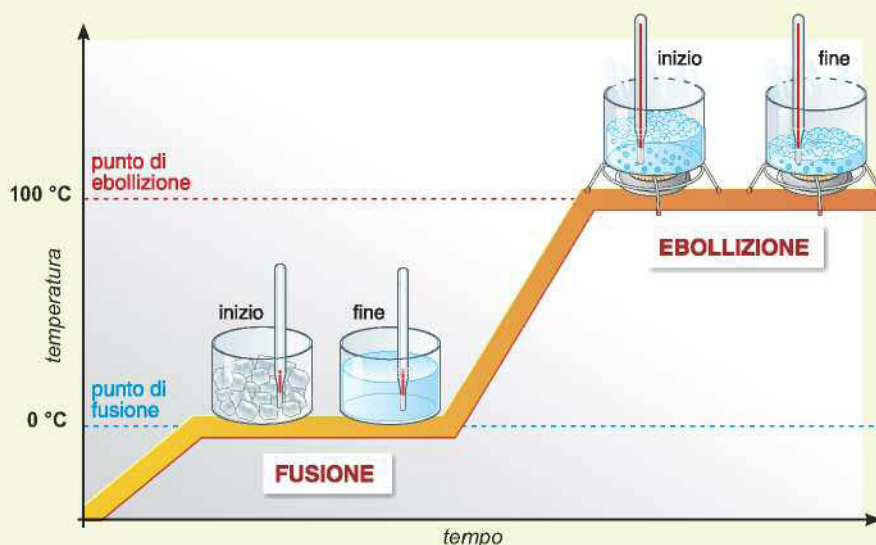


Fig. 2.

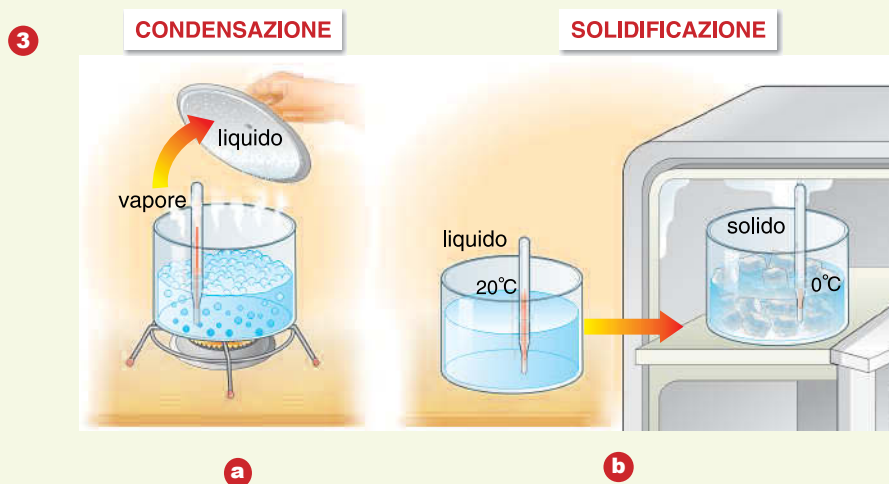
Il grafico relativo alla variazione della temperatura in funzione del tempo durante i passaggi di stato di una sostanza (in questo caso l'acqua) mostra una forma caratteristica. I tratti orizzontali, in cui la temperatura è costante, corrispondono alle fasi in cui si completano i passaggi di stato.

Passaggi di stato dovuti a raffreddamento: vapore → liquido → solido

Condensazione

È il passaggio **da vapore a liquido** (*l'inverso dell'evaporazione*). Quando l'acqua bolle, dalla sua superficie si leva una nuvola comunemente detta di "vapore". In realtà ciò che osserviamo sono delle minutissime *goccioline liquide* sospese nell'aria (*fig. 3a*). Poiché la temperatura dell'aria è inferiore a 100 °C, le molecole di vapore acqueo cedono calore all'ambiente (**calore latente di condensazione**) e la loro agitazione termica diminuisce e parte del vapore si trasforma in liquido, cioè *condensa*.

La condensazione del vapore acqueo atmosferico contribuisce alla formazione delle *nubi* ed è all'origine delle *precipitazioni*; anche le gocce di *rugiada* che si depositano al suolo nelle ore notturne sono dovute a un fenomeno di condensazione del vapore acqueo atmosferico a contatto con superfici fredde.



Solidificazione

È il passaggio **da liquido a solido** (*è l'inverso della fusione*). Un liquido che cede calore all'ambiente (**calore latente di solidificazione**) si raffredda e quando raggiunge una certa temperatura, detta **temperatura di solidificazione** o **punto di solidificazione** (coincidente con il punto di fusione), si trasforma in solido: le forze di coesione tra le particelle prevalgono sul moto di agitazione termica.

La solidificazione dell'acqua pura inizia a 0 °C (a pressione atmosferica) e la temperatura della massa non varia finché tutta l'acqua non si è congelata (*fig. 3b*).

Passaggi di stato diretti: solido → vapore aeriforme → solido

Sublimazione

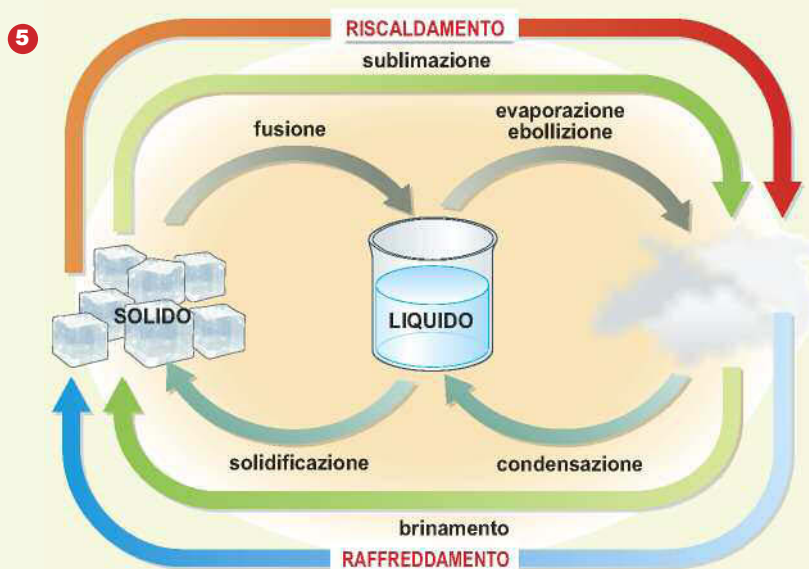
È il passaggio diretto **da solido a vapore**. Questo processo si verifica tipicamente in certe sostanze solide le cui particelle sono legate debolmente tra loro ed è sufficiente il calore assorbito dall'ambiente perché si separino e si disperdano come vapore. Un esempio comune è la *canfora*, utilizzata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



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 fig. 5 riporta lo schema riassuntivo dei passaggi di stato.



RISPONDI

- Il passaggio dallo stato solido allo stato liquido è:
 - a. la vaporizzazione
 - b. la fusione
 - c. l'evaporazione
 - d. l'ebollizione
- Il passaggio diretto da vapore a solido è:
 - a. il brinamento
 - b. la sublimazione
 - c. la solidificazione
 - d. la vaporizzazione