I PASSAGGI DI STATO

TRATTO DA:

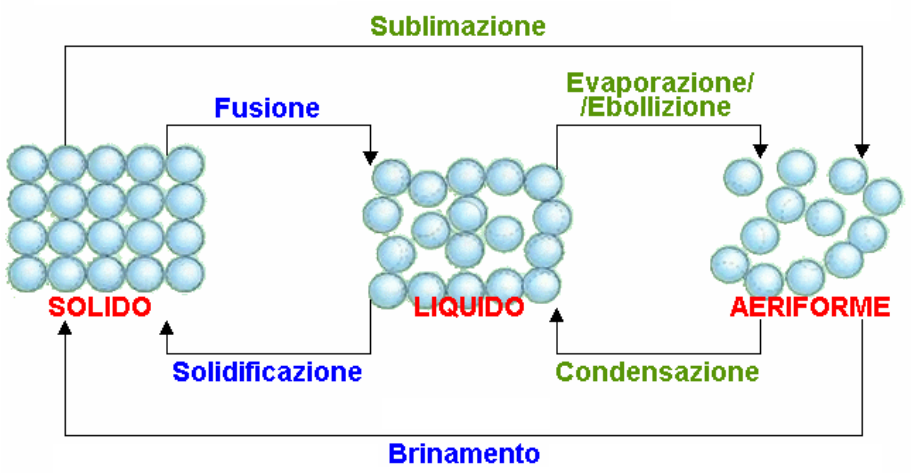
I Problemi Della Fisica - Cutnell, Johnson, Young, Stadler – Zanichelli editore

La Fisica di Amaldi – Zanichelli editore

Integrazioni e LO a cura del docente

I PASSAGGI DI STATO

La materia può passare da uno stato di aggregazione a un altro e in questi passaggi il calore gioca un ruolo importante. La figura presenta i diversi possibili passaggi di stato.



IL CALORE LATENTE

La quantità di calore da fornire o da sottrarre perché una sostanza passi da uno stato di aggregazione a un altro stato dipende dalla natura della sostanza e dal particolare passaggio di stato. Il calore latente è la quantità di calore necessaria perché 1 kg di sostanza cambi il suo stato di aggregazione.

- CALORE FORNITO, O SOTTRATTO, DURANTE UN PASSAGGIO DI STATO

La quantità di calore Q che deve essere fornita o sottratta perché avvenga un passaggio di stato di una massa *m* di sostanza è

$$Q = m \cdot L$$

dove *L* = calore latente per quella determinata sostanza.

unità di misura: J/kg.

STATI DI AGGREGAZIONE DELL'ACQUA

Durante un passaggio di stato, la temperatura rimane costante anche se si continua a fornire (o a sottrarre) calore.

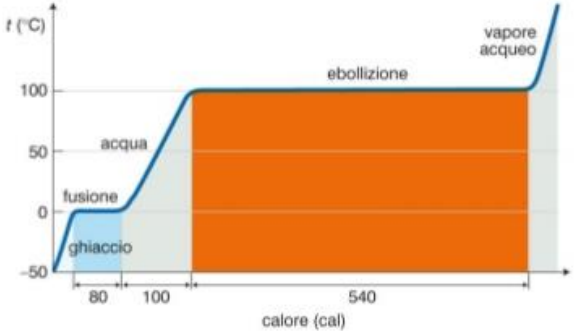


TABELLA CALORE LATENTE DI ALCUNI MATERIALI

Sostanza	Punto di fusione (°C)	Calore latente di fusione L_f ($\cdot 10^4$ J/kg)	Punto di ebollizione (°C)	Calore latente di vaporizzazione L_v ($\cdot 10^5$ J/kg)
Acqua	0,0	33,5	100,0	22,6
Alcol etilico	–114,4	10,8	78,3	8,55
Ammoniaca	–77,8	33,2	–33,4	13,7
Azoto	–210,0	2,57	–195,8	2,00
Benzene	5,5	12,6	80,1	3,94
Mercurio	–38,9	1,14	356,6	2,96
Oro	1063	6,28	2808	17,2
Ossigeno	–218,8	1,39	–183,0	2,13
Piombo	327,3	2,32	1750	8,59
Rame	1083	20,7	2566	47,3

Sostanze	Temperatura di fusione (°C)	Calore latente di fusione (kcal / kg)
Alluminio	660	64.6
Argento	961	21.1
Ghiaccio	0	79.7
Azoto	-210	6.2
Elio	-269.7	1.25
Idrogeno	-259	1.6
Etere etilico	-116	23.2
Ferro	1536	56
Iridio	2447	65.8
Mercurio	-39	2.8
Naftalene	80 (subl.)	35.7
Nichel	1455	71.8
Oro	1063	16.1
Paraffina	54	36
Platino	1774	27
Piombo	327	5.78
Rame	1083	50.6
Stagno	230	14
Tungsteno	3380	46
Zinco	419	24.1
Zolfo	183	9.35

LIMONATA ESTIVA

In una tazza contenente 0,32 kg di limonata a 27 °C viene aggiunto del ghiaccio a 0 °C. Il calore specifico della limonata è praticamente uguale a quello dell'acqua, ovvero $c = 4186$ J/(kg·K). Quando la limonata e il ghiaccio raggiungono la temperatura di equilibrio, nella tazza ci sono ancora alcuni cubetti di ghiaccio. Il calore latente di fusione del ghiaccio è $L_f = 3{,}35 \cdot 10^5$ J/kg. Supponi che la massa della tazza sia così piccola da non assorbire calore e ignora qualsiasi perdita di calore verso l'esterno.

- Calcola la massa di ghiaccio fuso.

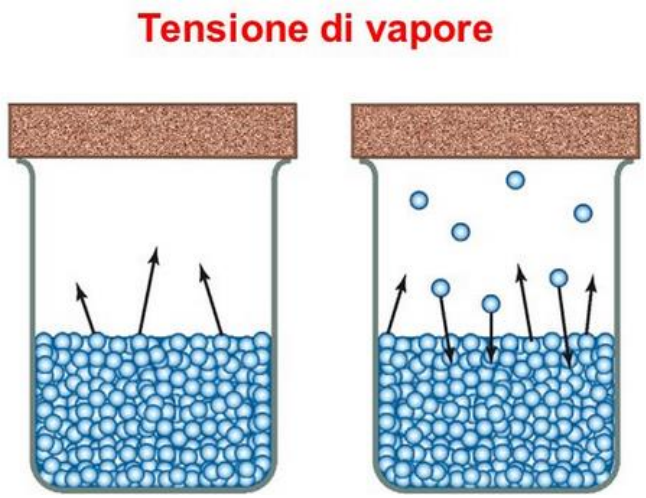
EQUILIBRIO TRA STATI DI AGGREGAZIONE

- PRESSIONE DI VAPORE SATURO

La pressione esercitata da un vapore in equilibrio con il suo liquido è detta pressione di vapore saturo.

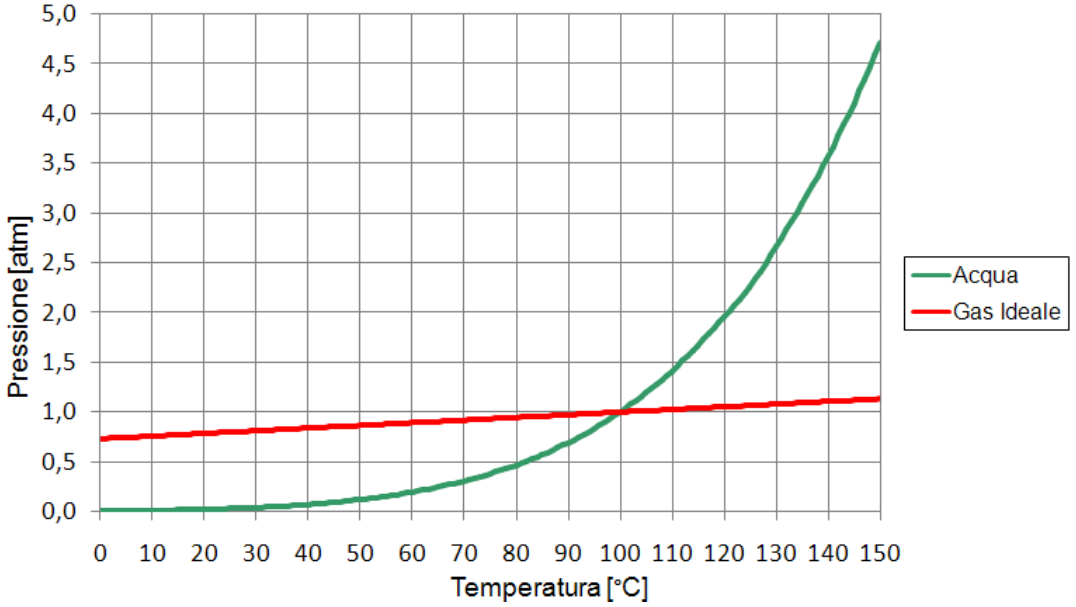
La pressione di vapore saturo non dipende dal volume sovrastante il liquido.

Essa dipende soltanto dalla temperatura del liquido: a temperatura maggiore corrisponde una maggiore pressione di vapore saturo



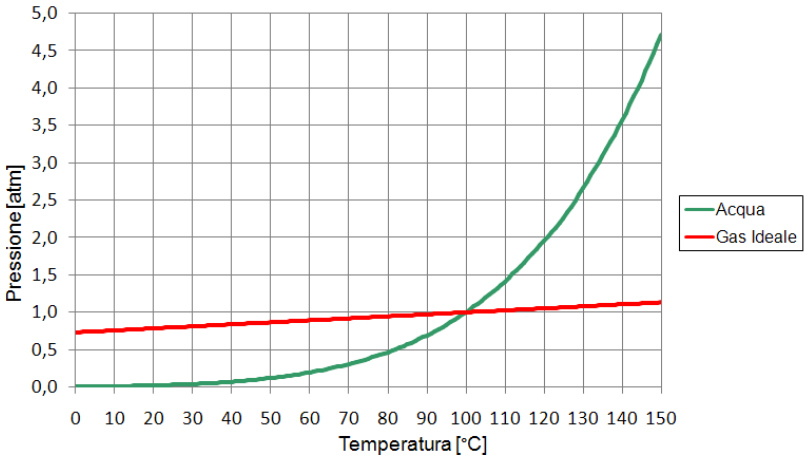
LA CURVA DI VAPORIZZAZIONE

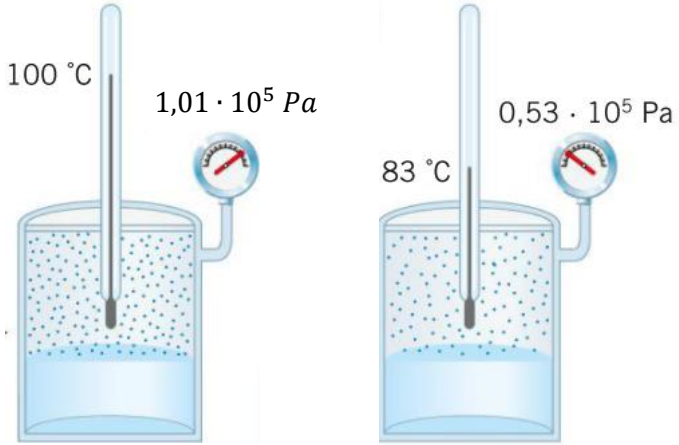
Gli stati di liquido e vapore coesistono in equilibrio solo quando la temperatura e la pressione di vapore corrispondono a un punto della curva del grafico, che viene chiamata **curva di vaporizzazione**.



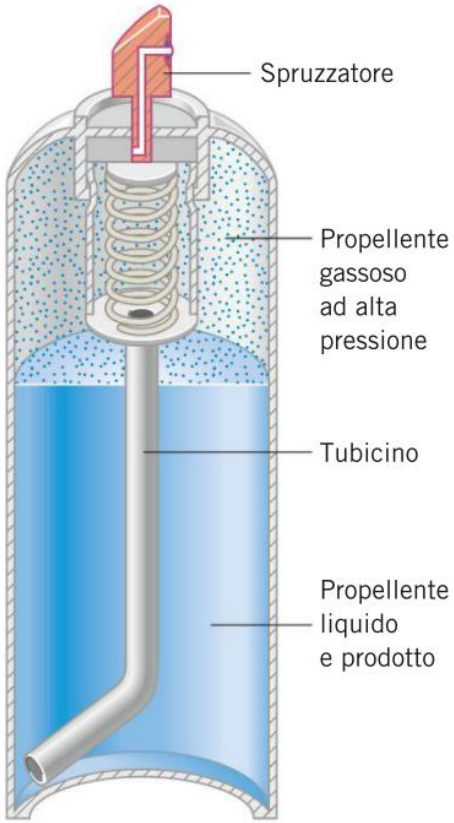
EQUILIBRI TRA TEMPERATURA E PRESSIONE

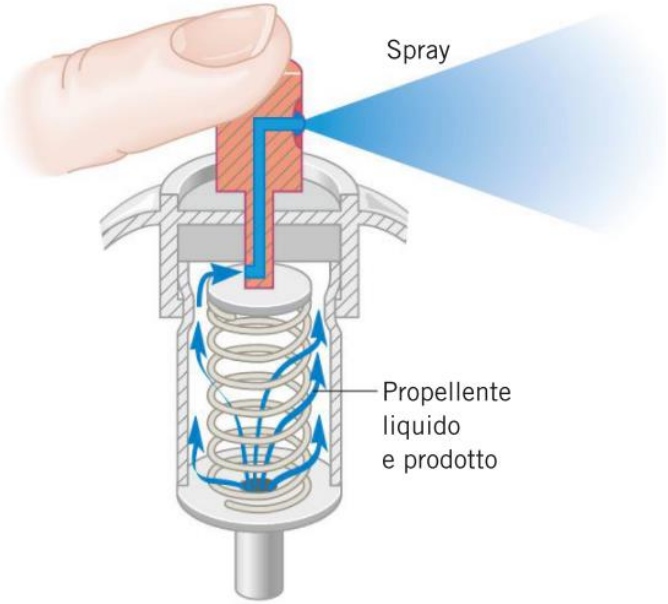
In generale, un liquido bolle alla temperatura alla quale la sua pressione di vapore uguaglia la pressione esterna. A livello del mare, l'acqua a 83 °C non può bollire in quanto, a questa temperatura, corrisponde una pressione di vapore di $0{,}53 \cdot 10^5$ *Pa*, che è inferiore alla pressione esterna di $1{,}01 \cdot 10^5$ *Pa*. Invece l'acqua a 83 °C bolle in montagna, a un'altezza di circa 5000 m, perché a quell'altitudine la pressione esterna è $0{,}53 \cdot 10^5$ *Pa.*





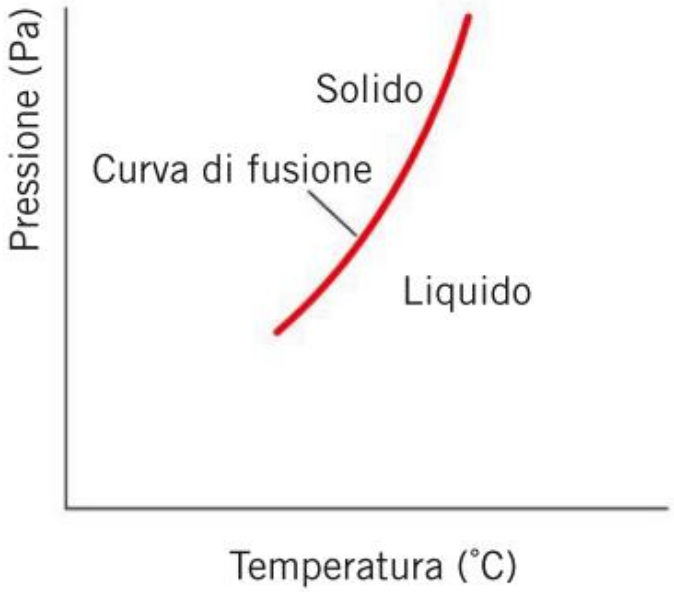
UNA BOMBOLETTA SPRAY





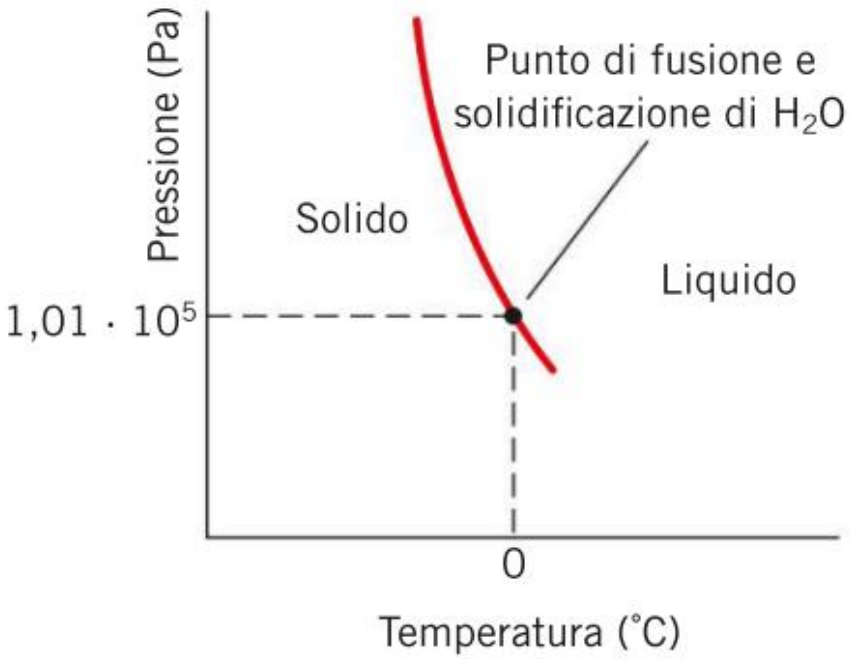
LA CURVA DI FUSIONE

Come nel caso dell'equilibrio tra stato liquido e gassoso, anche un solido può essere in equilibrio con il suo stato liquido. Per ogni valore di temperatura, esiste un solo valore di pressione che consente la coesistenza in equilibrio dei due stati di aggregazione. La curva che fornisce la pressione in funzione della temperatura di equilibrio è detta curva di fusione.



FA ECCEZIONE L'ACQUA

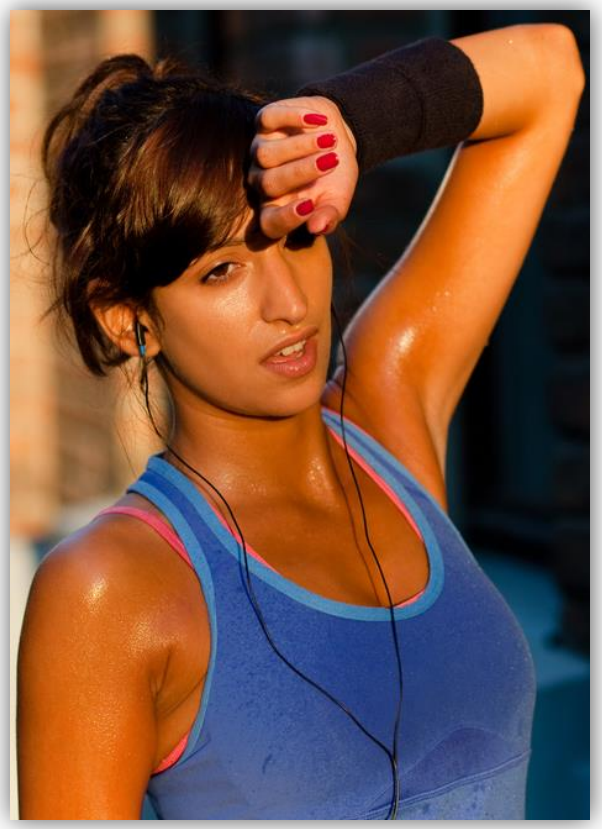
Essendo l'acqua una delle poche sostanze che si contrae durante la fusione; per queste sostanze la fusione è più facile in presenza di pressioni elevate; pertanto a pressioni maggiori corrispondono valori minori della temperatura di fusione.



EVAPORAZIONE: CASI PARTICOLARI

Il vento che soffia su una brocca contenente liquido impedisce al vapore di raggiungere la condizione di equilibrio con lo stato liquido della sostanza. Ciò fa evaporare il liquido completamente e abbassa gradualmente la temperatura della sostanza.

Nel caso del corpo umano, l'acqua è rilasciata sulla pelle dalle ghiandole sudoripare e lì evapora. La rimozione del calore attraverso il vapore d'acqua viene chiamato raffreddamento da evaporazione.



UMIDITA’ DELL’ARIA

L’aria è un gas formato, in gran parte, da azoto, ossigeno e vapore acqueo. Ogni elemento esprime una pressione parziale all’interno della miscela di gas. Per pressione parziale si intende la pressione che un elemento eserciterebbe se occupasse da solo tutto lo spazio. La quantità di vapore acqueo presente nell’aria viene espressa dai meteorologi attraverso l’umidità relativa.

Umidità relativa bassa

Secchezza della pelle e delle mucose

Umidità relativa alta

Sudorazione eccessiva e difficoltà di evaporazione

CALCOLO DELL'UMIDITA' RELATIVA PERCENTUALE

$$u_r = \frac{p_p}{p_{vs}} \cdot 100$$

Legenda:

$u_r \Rightarrow umidità\ relativa$

$p_p \Rightarrow pressione\ parziale\ del\ vapore\ acqueo$

$p_{vs} \Rightarrow pressione\ di\ vapore\ saturo\ dell'acqua\ a\ data\ temperatura$

VAPORE SATURO E INSATURO

Quando la pressione parziale del vapore d’acqua è uguale alla pressione di vapore saturo per quella determinata temperatura, l’umidità relativa è del 100%. In questo caso si dice che il **vapore è saturo**. Se l’umidità relativa è minore del 100%, si dice che il **vapore è insaturo**.

PUNTO DI RUGIADA

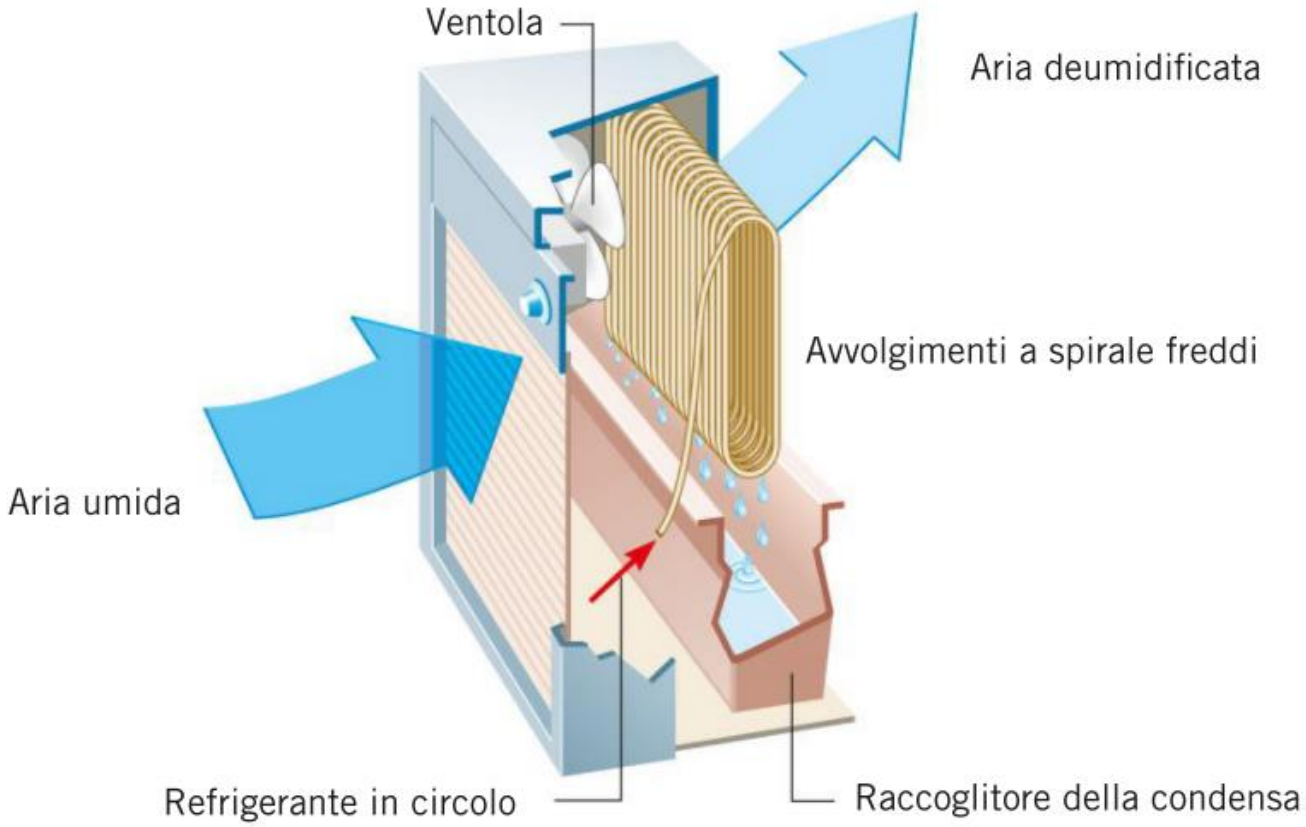
Con **punto di rugiada o temperatura di rugiada** ("dew point") si intende la temperatura alla quale, a pressione costante, la miscela aria-vapore diventa satura di vapore acqueo, ovvero quando la percentuale di vapore acqueo raggiunge il 100%.

Se il punto di rugiada cade sotto 0 °C, esso viene chiamato anche punto di brina.

Punto di rugiada

Punto di brina

IL PUNTO DI RUGIADA

indica la temperatura al di sotto della quale il vapore d’acqua presente nell’aria condensa in forma di goccioline di liquido (rugiada). Più la temperatura effettiva si avvicina al punto di rugiada, più l’umidità relativa tende al valore del 100%. **La nebbia** si forma quando la temperatura dell’aria scende al di sotto del punto di rugiada.

IL DEUMIDIFICATORE