

L'importanza dell'acqua

Il vapore acqueo contenuto nell'atmosfera, seppur presente in concentrazioni limitate, riveste un ruolo fondamentale negli scambi energetici atmosferici.

Le transizioni di fase

I processi di transizione di fase sono molto importanti in quanto responsabili di scambi di grosse quantità di energia.

Le transizioni di fase che avvengono nel verso della freccia richiedono energia:

Solido	→	Liquido	FUSIONE
Solido	→	Vapore	SUBLIMAZIONE
Liquido	→	Vapore	EVAPORAZIONE

Le transizioni di fase che avvengono nel verso della freccia liberano energia:

Solido	←	Liquido	SOLIDIFICAZIONE
Solido	←	Vapore	BRINAMENTO
Liquido	←	Vapore	CONDENSAZIONE

Si definisce calore latente, l'energia termica necessaria per la transizione di fase di 1 kg di sostanza. Per convezione si assume positiva l'energia richiesta, negativa quella liberata:

Calore latente di condensazione	- 2.500.000 J/kg
Calore latente di evaporazione	+ 2.500.000 J/kg
Calore latente di fusione	- 330.000 J/kg
Calore latente di solidificazione	+ 330.000 J/kg
Calore latente di sublimazione	- 2.830.000 J/kg
Calore latente di brinamento	+ 2.830.000 J/kg

L'evaporazione di 1 kg di acqua richiede energia (2.500.000 J). Tale energia viene ceduta durante la condensazione.

Le grandezze igrometriche

L'aria può essere considerata una miscela di due gas: vapore acqueo e aria secca.

La massa di vapore acqueo che può essere contenuta in una massa d'aria, ad una data temperatura e pressione, ha un limite superiore che viene raggiunto in condizioni di saturazione.

In tale condizione un eventuale eccesso di vapore acqueo condensa formando goccioline di acqua (acqua nella fase liquida).

La massa di vapore acqueo che può essere contenuta in una massa d'aria aumenta con la temperatura e diminuisce con la pressione.

Pressione di vapore

In una miscela di gas, ogni componente esercita una pressione che è pari a quella che eserciterebbe se occupasse da solo il volume a disposizione (legge delle pressioni parziali di Dalton).

La pressione di vapore rappresenta quindi la pressione esercitata dal vapore acqueo. Essa è proporzionale alla percentuale di vapore acqueo presente nell'atmosfera. Se una particella di aria ha pressione pari a 1000 hPa ed è composta dal 78% di azoto, 21% di ossigeno e 1% di vapore acqueo, la pressione parziale del vapore acqueo è pari a 10 hPa (1% di 1000 hPa).

La pressione di vapore esercitata in condizioni di saturazione viene definita pressione di vapore saturo e rappresenta il valore massimo in quelle condizioni di temperatura e pressione.

Umidità assoluta

E' una grandezza data dal rapporto tra la massa di vapore acqueo ed il volume di aria. Si esprime in grammi di vapore su metro cubo di aria [g_v/m³].

L'umidità assoluta non viene comunemente utilizzata in meteorologia. Infatti una particella di aria che si sposta verticalmente varia il proprio volume a causa della variazione della pressione atmosferica (si espande se sale, si contrae se scende). Il valore dell'umidità assoluta può quindi variare anche se il contenuto di vapore acqueo rimane costante.

Si introducono due grandezze che sono indipendenti dal valore del volume dell'aria ed i cui valori rimangono costanti finché non si aggiunge o toglie vapore acqueo all'aria (ovvero non avvengono transizioni di fase)

Umidità specifica q

E' una grandezza data dal rapporto tra la massa di vapore acqueo e la massa di aria. Si esprime in [g_v/kg].

Rapporto di mescolanza (Mixing Ratio) r

E' una grandezza data dal rapporto tra la massa di vapore acqueo e la massa di aria secca. Si esprime in [g_v/kg].

Umidità relativa

E' una grandezza che esprime il rapporto tra la massa di vapore contenuta nell'aria e la massa di vapore che l'aria conterrebbe se fosse in condizioni di saturazione.

Viene espressa in valore percentuale ed indica quanto ci si discosta dalla condizione di saturazione. Può assumere valori compresi tra 0% (aria completamente priva di vapore acqueo) e 100% (condizioni di saturazione).

Il valore dell'umidità relativa non fornisce alcuna indicazione sul contenuto effettivo di vapore acqueo nell'aria.

Se la quantità di vapore acqueo rimane costante, un incremento della temperatura provoca una diminuzione dell'umidità relativa. Una diminuzione della temperatura provoca invece un aumento dell'umidità relativa.

L'aria calda può contenere più vapore acqueo dell'aria fredda.

Temperatura di bulbo umido (wet bulb temperature)

E' noto che la transizione dalla fase liquida alla fase di vapore (evaporazione) richiede energia. (raffreddamento evaporativo).

Si supponga di avere una massa di aria e di far evaporare in essa acqua finchè non si raggiunge la condizione di saturazione (UR=100%).

L'evaporazione provoca un raffreddamento della massa d'aria e quindi una diminuzione della temperatura. In condizione di saturazione la temperatura raggiunge il valore minimo possibile. La temperatura misurata in condizioni di saturazione viene definita di bulbo umido.

Temperatura di rugiada (dew point temperature)

Rappresenta il valore di temperatura al quale occorre raffreddare una massa di aria (a pressione costante) per far condensare il vapore acqueo in essa contenuta.

La temperatura di rugiada diminuisce con l'umidità. Nelle giornate di favonio i valori di umidità sono molto bassi ed è abbastanza usuale che, nel periodo invernale, i valori della temperatura di rugiada assumano valori negativi. In una giornata con T +10 °C e UR 20% la temperatura di rugiada è circa -12 °C.

Viceversa nelle calde e afose giornate estive i valori della TD possono anche essere superiori a 20 °C. In una giornata con T +28 °C e UR 65% la temperatura di rugiada è circa +21 °C.

Spesso nelle zone sottovento a catene montuose, una rapida diminuzione della temperatura di rugiada è indice della presenza di effetto favonico.

Quando l'aria è satura di vapore acqueo (UR=100%) il valore della temperatura di rugiada coincide con quello della temperatura.

Fatti salienti

- Il vapore acqueo è acqua nella fase di vapore.
- Le minuscole goccioline di acqua che costituiscono le nubi e la pioggia non sono vapore acqueo. Sono formate da acqua nella fase liquida.
- L'aria può essere considerata come una miscela di aria secca e vapore acqueo.
- La massa di vapore acqueo diminuisce a seguito della condensazione e aumenta con l'evaporazione.
- L'aria è un fluido comprimibile e pertanto il volume occupato da una data massa dipende dalla pressione (la densità non ha valore costante).
- Una determinata massa di aria può contenere una quantità massima di vapore acqueo. Oltre tale quantità la massa di vapore in eccesso condensa formando goccioline di acqua.
- La quantità massima di vapore acqueo che può essere contenuta in una massa di aria dipende dalla temperatura e dalla pressione. Essa aumenta con la temperatura e diminuisce con la pressione.

Ing. Gianluca Bertoni
Meteo Varese
www.meteovarese.net
info@meteovarese.net
ver.1.0