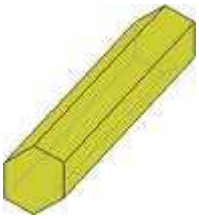
Fiocchi di neve

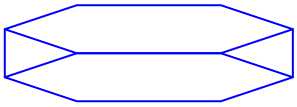
C'è tutto un mondo di forme diverse di cristalli nascosto nella neve. I fiocchi che scendono, a seconda di molteplici fattori fisici e chimici, sono costituiti da cristalli che assumono aspetti completamente diversi che vanno da semplici prismi a configurazioni stellari complesse, illustrate nella tabella qui a fianco. La particolarità delle forme è costituita dalla loro struttura simmetrica, caratteristica studiata per la prima volta scientificamente da Keplero, nel 1611.

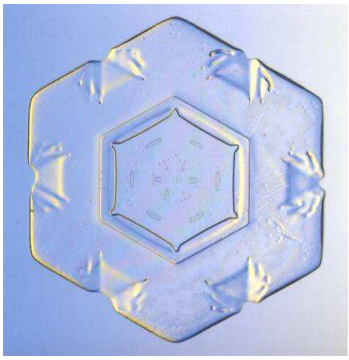
La neve si forma negli altostrati, nubi a circa 4000 metri o più di altitudine, quando la temperatura scende a 0°C e l'acqua presente nella nube allo stato liquido o gassoso[1] passa a quello solido; scende quando le correnti ascensionali non sono più sufficienti a contrastare la forza di gravità verso il suolo, dove arriva in forma di fiocchi se l'umidità degli strati di aria che attraversa non è troppo elevata e se la temperatura resta sempre intorno a 0°C o inferiore.

[1] **nelle nubi la densità e la pressione possono essere tali da mantenere l'acqua allo stato di vapore anche a temperature di -40°C.**

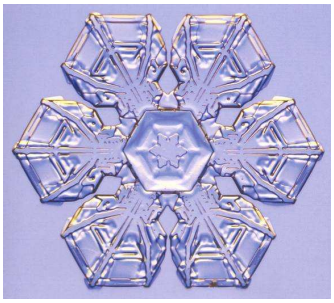
La forma più semplice che può assumere un cristallo di neve è quella di un prisma a base esagonale; può essere abbastanza schiacciato, oppure più allungato, a seconda della velocità con cui scende.

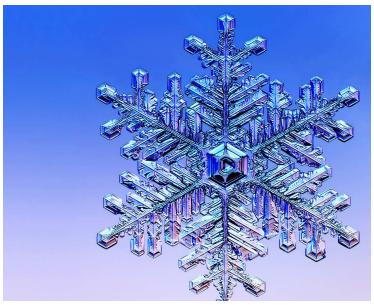




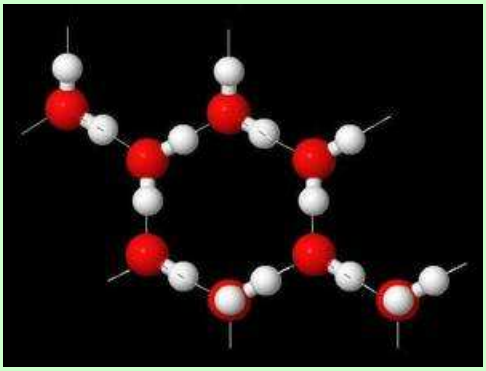


La struttura esagonale di base può assumere forme più complesse e, man mano che il cristallo cresce, trasformarsi in strutture con ramificazioni sempre più elaborate.





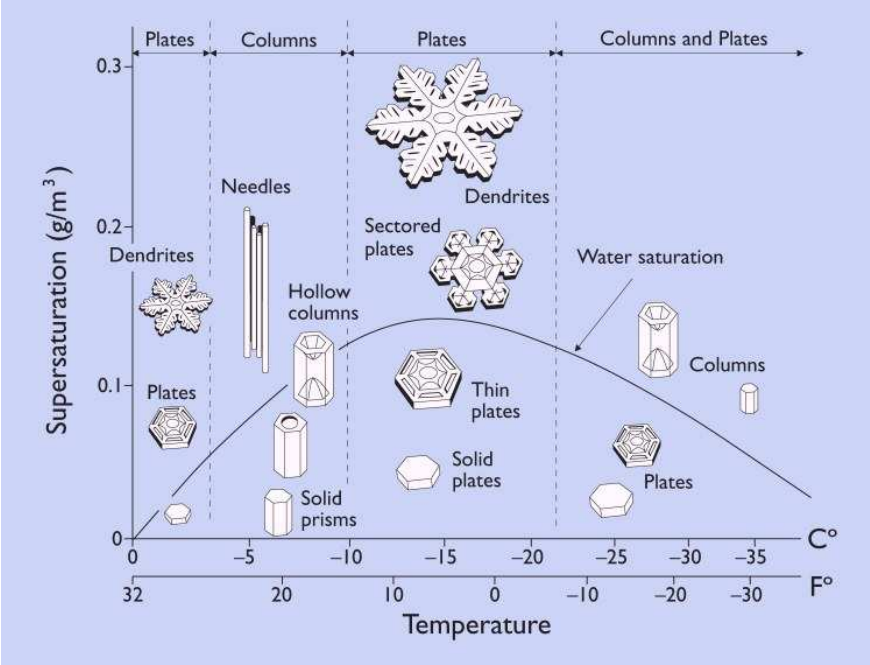
La struttura esagonale dei cristalli deriva da quella del ghiaccio, in cui gli atomi di idrogeno e di ossigeno dell'acqua si dispongono in geometrie esagonali.



I cristalli più conosciuti sono quelli che hanno una struttura a stella, in cui i sei vertici dell'esagono di base si sono allungati e ramificati. Da qui il nome di cristalli di tipo dendritico o semplicemente dendriti[2], dal greco dendron, albero.

[2] Si chiamano dendriti anche le ramificazioni dei neuroni.

I fattori che influiscono sulla forma dei cristalli sono la temperatura e l'umidità dell'aria, la velocità con la quale si forma la struttura e la velocità con cui cade. Lo schema a lato rappresenta la morfologia dei cristalli in relazione alle combinazioni dei valori di umidità (supersaturation) e di temperatura. All'aumentare dell'umidità dell'aria, le forme diventano più complesse.



Quando nella nube le goccioline di acqua o di vapore gelano, si forma quindi un cristallo di ghiaccio che inizia a crescere e può farlo in tanti modi diversi. Il motivo per cui lo studio di queste trasformazioni è importante non è solo legato alla meraviglia che si prova di fronte a queste strutture perfettamente simmetriche e artisticamente uniche che la natura ci regala, ma è soprattutto da ricondurre ai problemi connessi alla formazione del ghiaccio su apparecchi in movimento ad alte quote (aerei o satelliti) o alla coesione della neve sulle montagne per prevedere le valanghe.

Lo studio della formazione dei cristalli è molto complesso; in parte può essere seguito in laboratorio, anche con simulazioni al computer. I dati sperimentali hanno permesso ad esempio di formulare una legge per calcolare la velocità di accrescimento di un cristallo (formula di Hertz-Knudsen):

$$v = \lambda \sqrt{\frac{kT}{2\pi m}}$$

dove k è la costante di Boltzmann, $k=1.38 \cdot 10^{-23} JK^{-1}$, T la temperatura assoluta, m la massa di una molecola di acqua, λ un coefficiente che dipende dalla densità superficiale del ghiaccio, dall'umidità presente e dalla struttura chimica e geometrica del cristallo.

Tuttavia l'analisi dei processi che portano alle varie forme è estremamente particolareggiata, a causa della combinazione di processi di diffusione molecolare di particelle di acqua attratte dal cristallo in crescita e di diffusione di calore, quello latente prodotto con la trasformazione dell'acqua in ghiaccio. La riproduzione in laboratorio del fenomeno non è a tutt'oggi ottimale e molti aspetti connessi con la crescita dei cristalli non hanno ancora trovato una spiegazione.

Fonti:

http://www.its.caltech.edu
http://www.mathleague.com/help/geometry/3space.htm