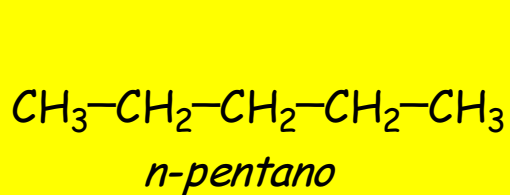


Le interazioni deboli o legami secondari

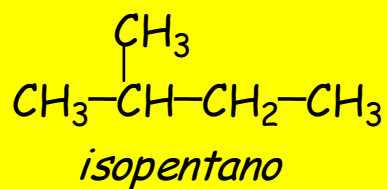
- a) *forze intermolecolari* (spesso indicate come *forze di van der Waals*):
- forze di dispersione (o di London)
 - interazioni dipolo-dipolo
 - forze di induzione
- b) *interazioni ione-dipolo*
- c) *legami a ponte di idrogeno*

Forze intermolecolari (forze di van der Waals)

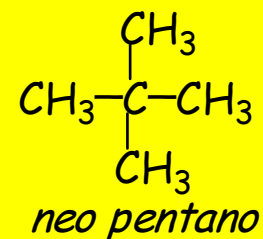
- forze di dispersione (o di London): sono attribuite all'effetto di spostamenti temporanei di carica che si verificano in tutti gli atomi o molecole, anche con una distribuzione simmetrica della struttura elettronica. Forze a corto raggio ($1/r^6$)



$$T_{\text{eb}} = 36.1^\circ\text{C}$$
$$d = 0.626 \text{ g/cm}^3$$

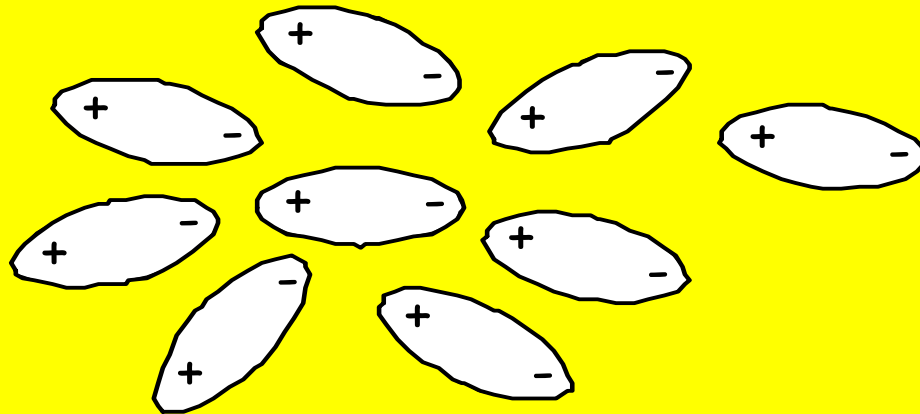


$$T_{\text{eb}} = 27.9^\circ\text{C}$$
$$d = 0.620 \text{ g/cm}^3$$



$$T_{\text{eb}} = 9.5^\circ\text{C}$$
$$d = 0.591 \text{ g/cm}^3$$

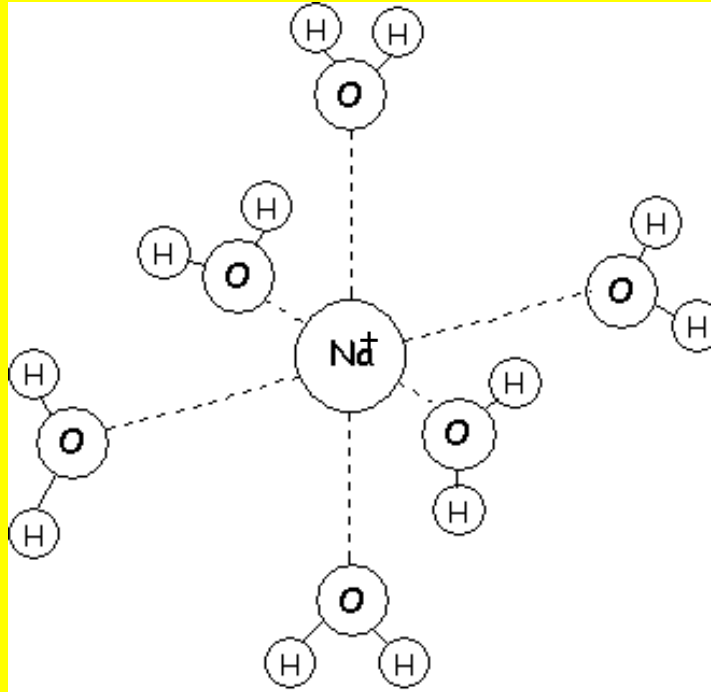
- interazioni dipolo-dipolo: sono originate dalle interazioni elettrostatiche tra i poli delle molecole che hanno un proprio momento dipolare μ . I dipoli tendono ad orientarsi in modo da avvicinare i poli di segno opposto:



- forze di induzione (o di Debye): sono dovute alla formazione di un momento dipolare indotto in molecole che si trovano in prossimità di una carica (ione o dipolo permanente). Il contributo di queste forze alle interazioni intermolecolari è generalmente piuttosto piccolo.

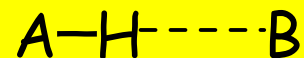
Interazioni ione-dipolo

Si manifestano principalmente nelle soluzioni di composti ionici in solventi polari, in particolare in acqua. Portano alla formazione di *ioni idrati*:

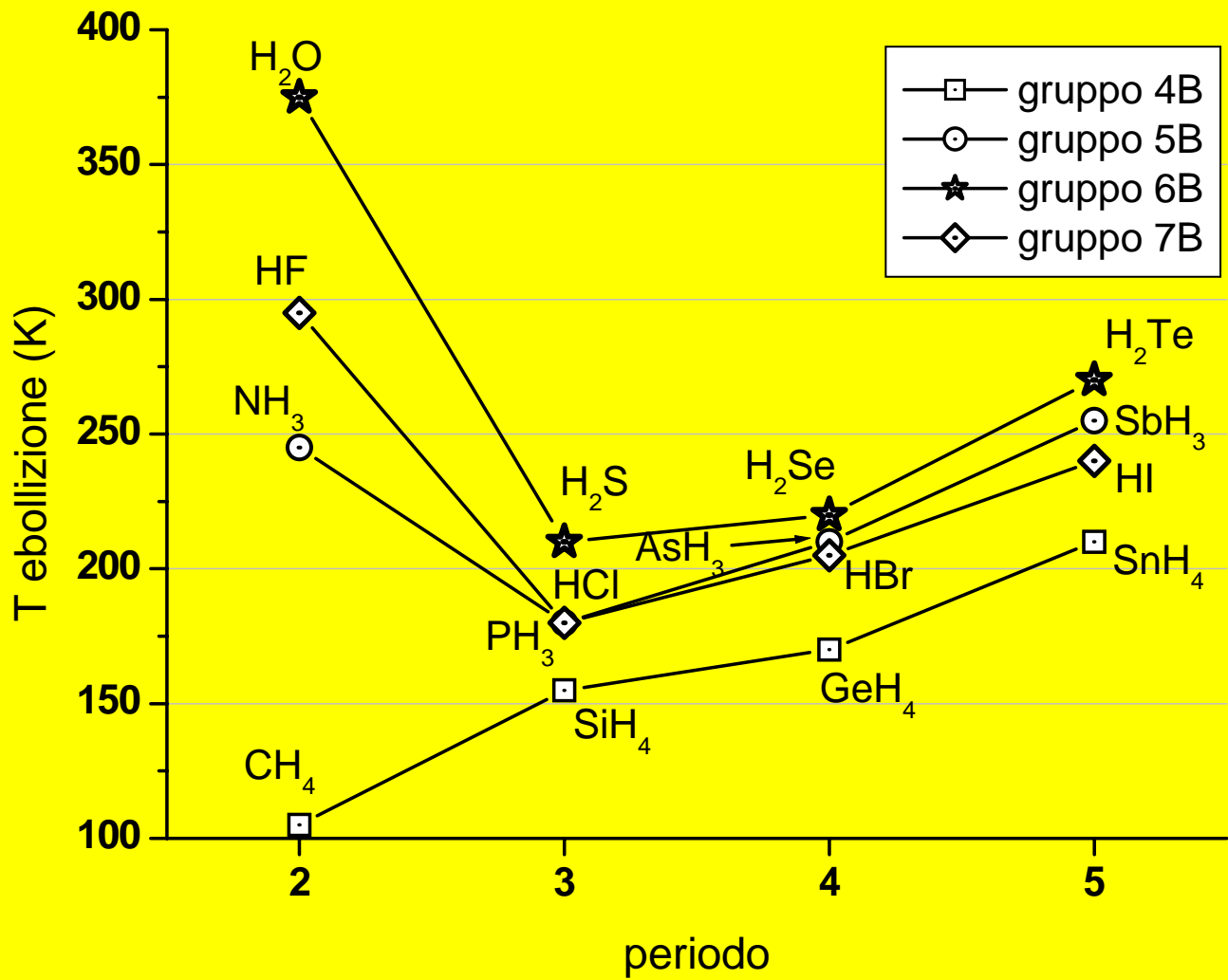


Legami a ponte di idrogeno

Interazioni (di tipo elettrostatico) dipolo-dipolo che si realizzano quando un atomo di idrogeno si lega contemporaneamente, o, come generalmente si dice, fa da *ponte* tra due atomi A e B secondo lo schema:

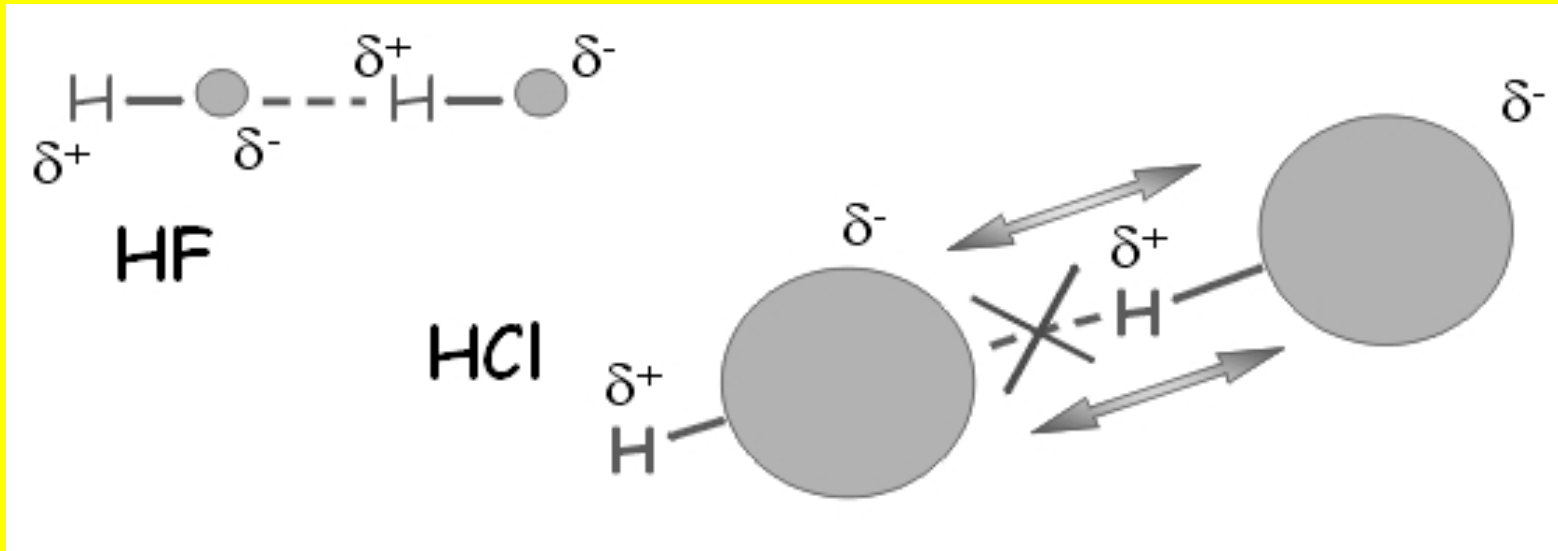


A e B sono atomi di piccole dimensioni e molto elettronegativi, come azoto, ossigeno, fluoro e, in misura minore, cloro.



Condizioni necessarie per la formazione di legami a H:

- l'atomo A deve avere un'elettronegatività sufficientemente elevata
- l'atomo A deve avere dimensioni sufficientemente piccole:



- se l'atomo B appartiene ad un'altra molecola, il legame idrogeno è chiamato *intermolecolare*;
- se l'atomo B appartiene alla stessa molecola, il legame idrogeno è chiamato *intramolecolare*.

La presenza di legami a idrogeno determina:

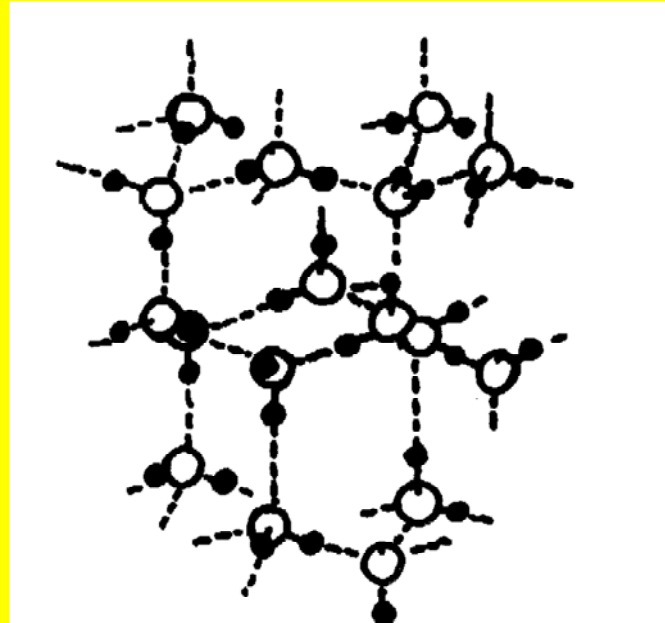
- un aumento molto sensibile delle temperature di ebollizione e di fusione delle sostanze:

Composto	T_f [°C]	T_{eb} [°C]
H ₂ O	0	100
H ₂ S	-85.5	-61.8

- un notevole incremento dei calori di fusione e di vaporizzazione
- un aumento del calore specifico

L'energia di legame è compresa tra 10 e 40 kJ/mol.

Struttura del ghiaccio



(O= atomi di ossigeno; •= atomi di idrogeno)

Molecola	Momento dipolare [D]	Forze di London [%]	Interazioni dipolo-dipolo [%]	Interazioni di induzione [%]
CO	0.1	100	—	—
HI	0.4	99	—	1
HBr	0.8	95	3	2
HCl	1.0	81	15	4
NH ₃	1.5	50	45	5
H ₂ O	1.8	19	77	4

Legame	Energia (kJ·mol⁻¹)
covalente	100 ÷ 1000
ionico	100 ÷ 1000
metallico	10 ÷ 1000
a ponte di Idrogeno	10 ÷ 40
forze di Van der Waals	0.1 ÷ 10

energia cinetica media relativa ai moti di traslazione delle molecole a *temperatura ambiente*: 3.7 kJ·mol⁻¹