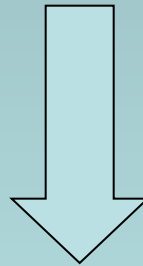


LEGAMI INTERMOLACOLARI

I LEGAMI INTERMOLECOLARI

Le sostanze elementari, iodio, fosforo, zolfo, sono costituite da molecole discrete di formula I_2 , P_4 , S_8 . Poiché tali sostanze sono solide a condizioni ambiente, devono esistere interazioni che tengono legate le molecole le une alle altre.

F, Cl, H, O, N ed i gas nobili sono costituiti da molecole discrete e sono gassosi a temperatura ambiente ma solidificano a temperature relativamente basse. Anche in questo caso devono esistere forze di coesione intermolecolare che tengono unite le molecole allo stato solido e che non sono riconducibili al legame ionico o covalente.



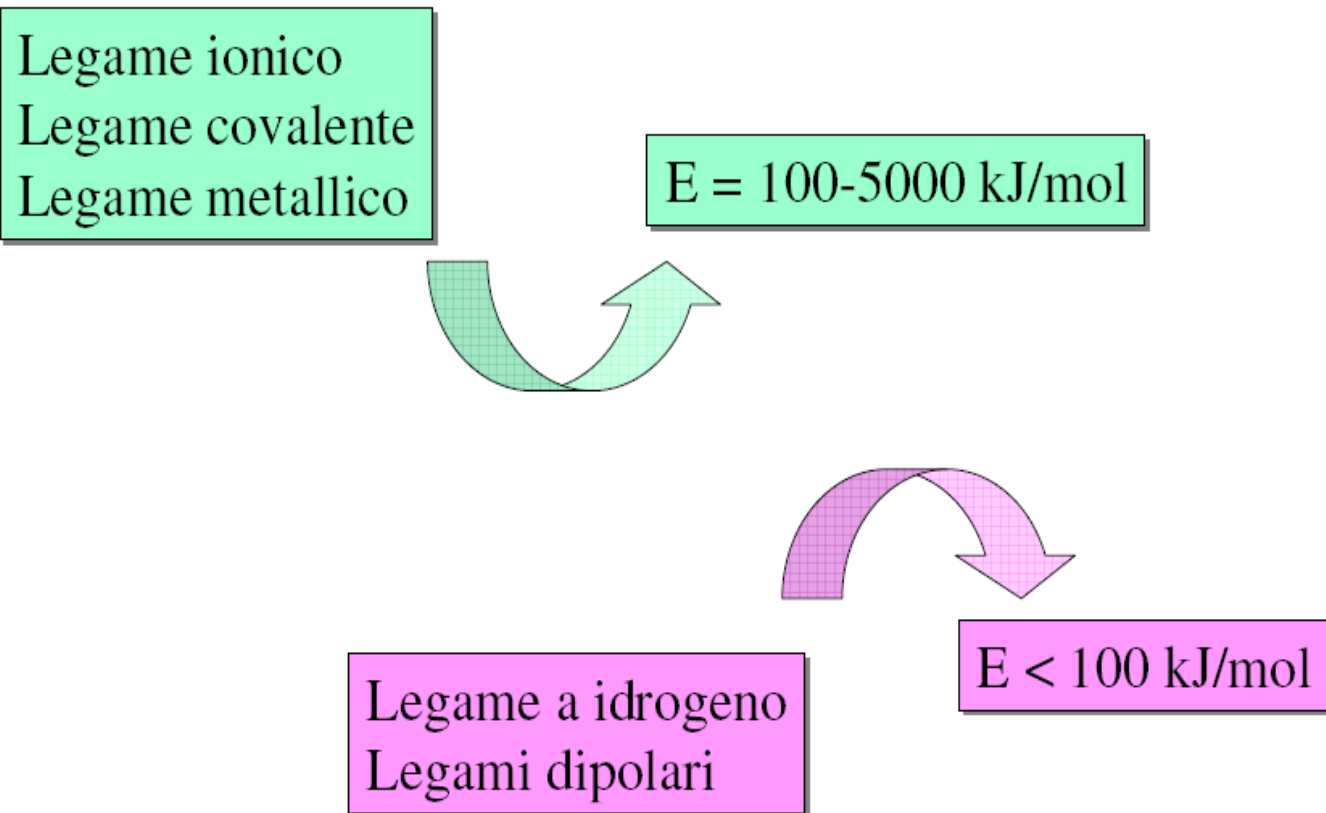
LEGAMI INTERMOLECOLARI

I LEGAMI DEBOLI

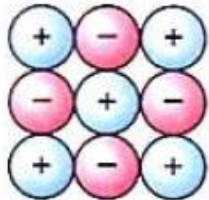
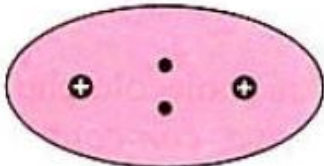
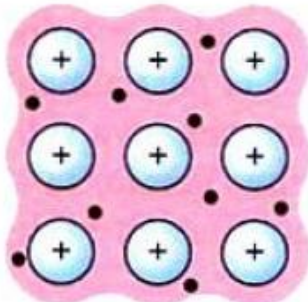
➤ Legame a idrogeno

➤ Legami dipolari:

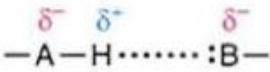
- ✓ Interazione ione-dipolo;
- ✓ Interazioni di Van der Waals:
 - Dipolo permanente-dipolo permanente;
 - Dipolo permanente-dipolo indotto;
 - Dipolo istantaneo-dipolo indotto (forze di London)



Legami forti

Forza	Modello	Base dell'attrazione	Energia (kJ/mol)	Esempio
Forze di legame				
Forze di legame <u>ionico</u>		Catione-anione	<u>400-4000</u>	NaCl
Forze di legame <u>covalente</u>		Nuclei-coppia di e ⁻ condivisa	<u>150-1100</u>	H—H
Forze di legame <u>metallico</u>		Cationi-elettroni delocalizzati	<u>75-1000</u>	Fe

Legami deboli

Forza	Modello	Base dell'attrazione	Energia (kJ/mol)	Esempio
Forze di legame idrogeno		Legame polare con carica H-dipolo (alta elettronegatività di N, O, F)	10-40	$\text{:}\ddot{\text{O}}\text{—H}\cdots\text{:}\ddot{\text{O}}\text{—H}$ H H
Forze dipolo-dipolo		Cariche dei dipoli	5-25	$\text{I—Cl}\cdots\text{I—Cl}$
Forze ione-dipolo indotto		Carica dello ione-nuvola elettronica polarizzabile	3-15	$\text{Fe}^{2+}\cdots\text{O}_2$
Forze dipolo-dipolo indotto		Carica del dipolo-nuvola elettronica polarizzabile	2-10	$\text{H—Cl}\cdots\text{Cl—Cl}$
Forze di dispersione (forze di London)		Nuvole elettroniche polarizzabili	0,05-40	$\text{F—F}\cdots\text{F—F}$

Legame a idrogeno

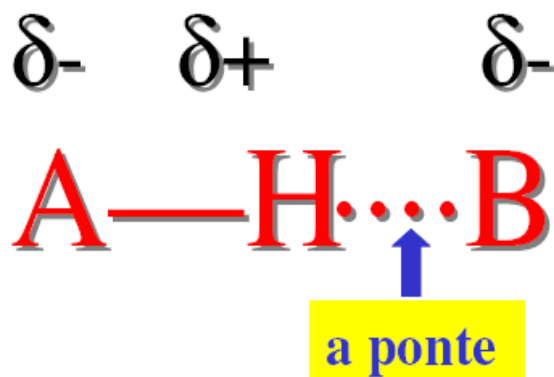
Il legame a idrogeno si instaura tra un atomo di idrogeno legato ad un atomo molto elettronegativo e una coppia di elettroni di non legame di un altro atomo molto elettronegativo appartenente ad un'altra molecola



$E = 10-60 \text{ kJ/mol}$

A, B: atomi piccoli e molto elettronegativi

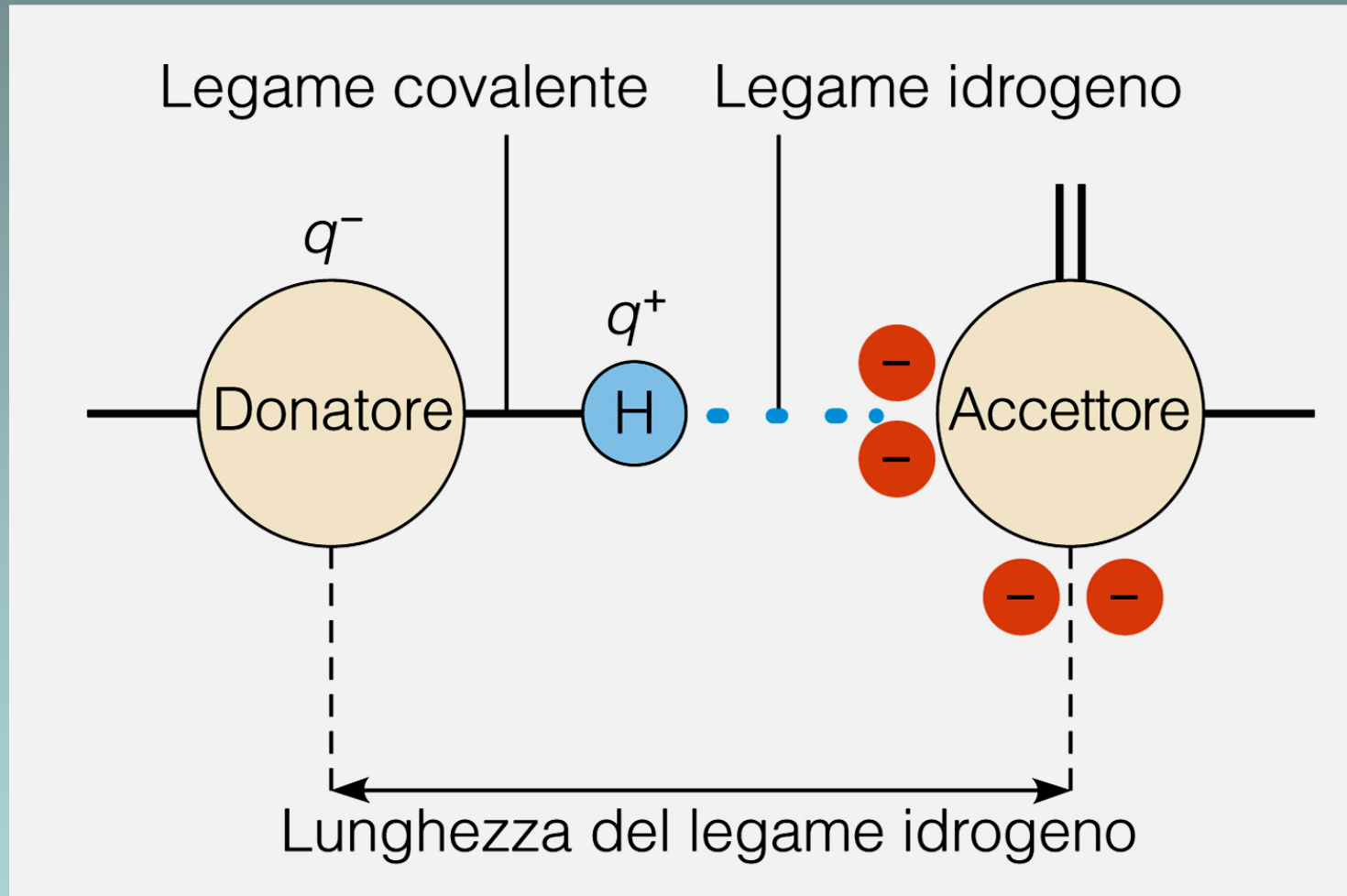
N, O, F, (Cl)



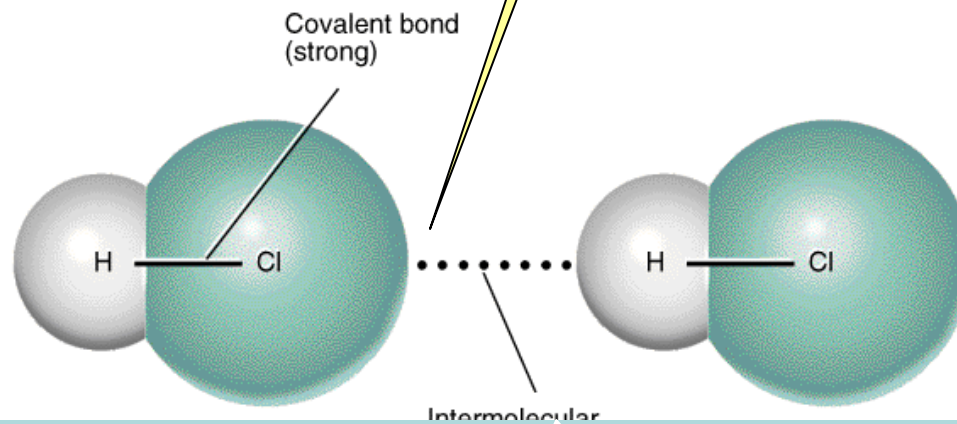
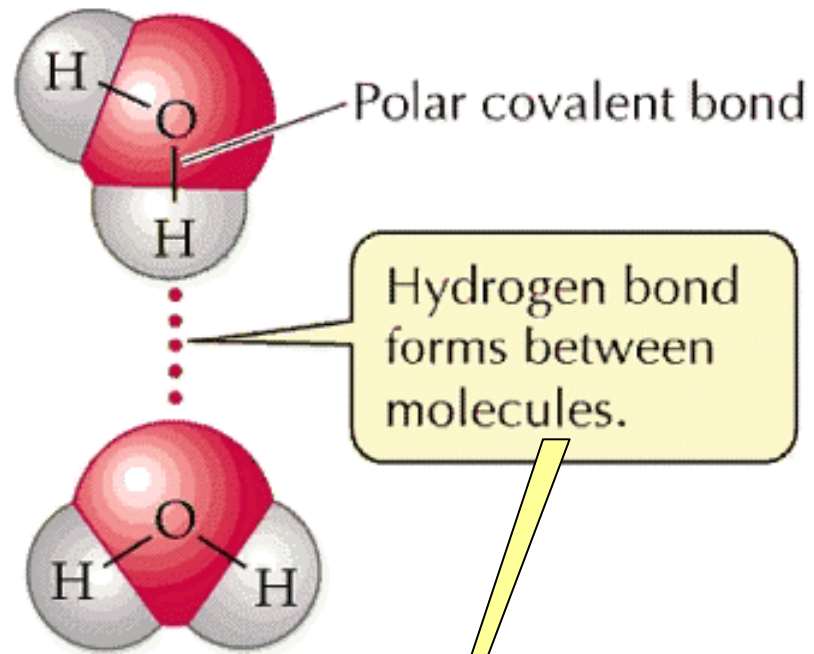
A e B $\rightarrow$ stessa molecola $\rightarrow$ LEGAME A IDROGENO *INTRAMOLECOLARE*

A e B $\rightarrow$ molecole diverse $\rightarrow$ LEGAME A IDROGENO *INTERMOLECOLARE*

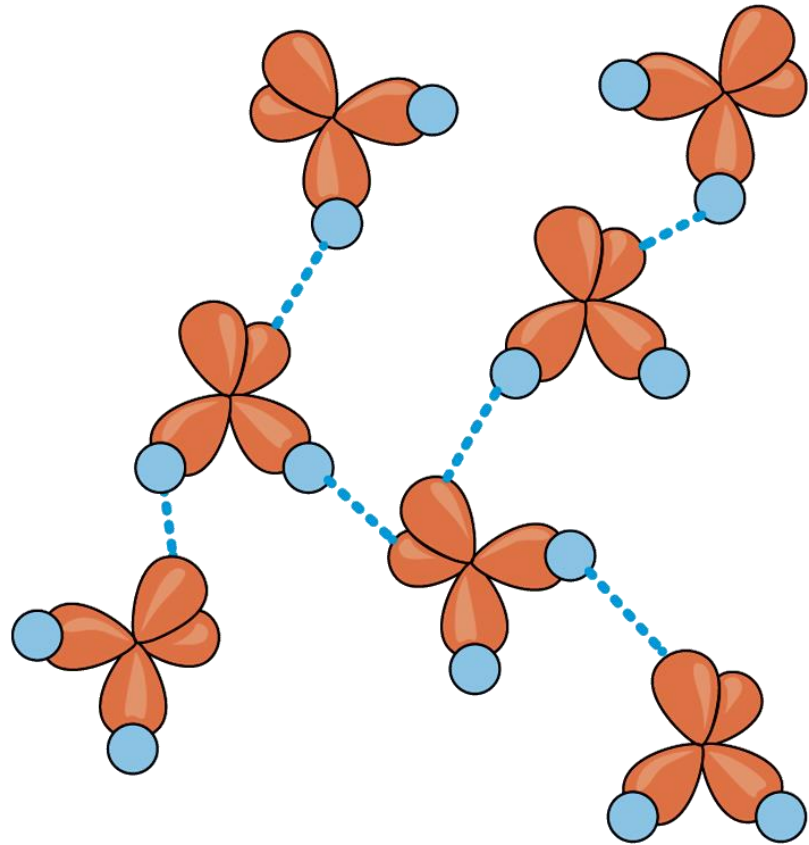
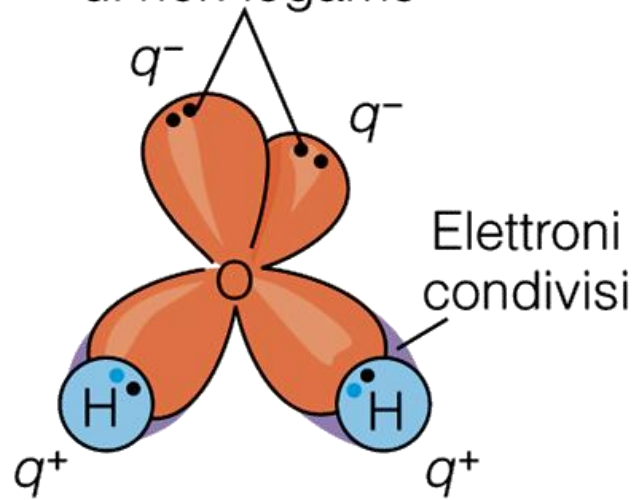
LEGAME AD IDROGENO



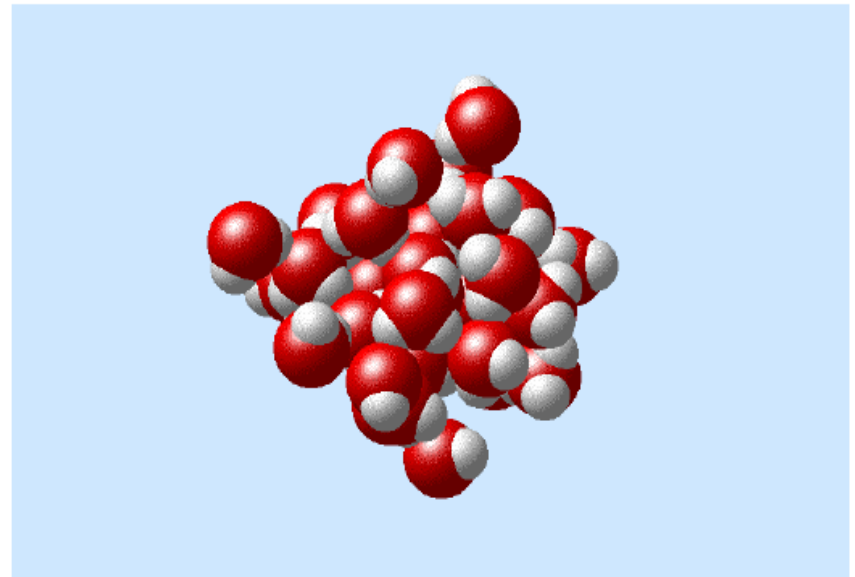
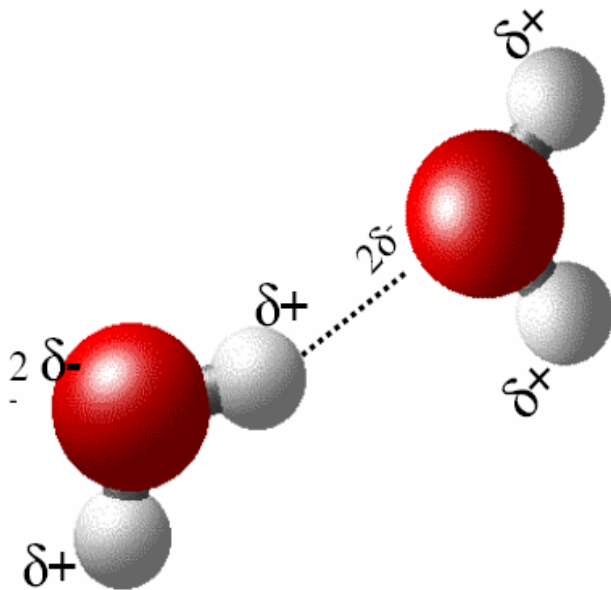
La molecola a cui appartiene l'atomo di idrogeno $+ \delta$ ($+q$) coinvolto nella formazione del legame a idrogeno funziona da **DONATORE DI LEGAME A IDROGENO**, l'atomo con carica $- \delta$ ($-q$) coinvolto nel legame è detto **ACCETTORE DI LEGAME A IDROGENO**



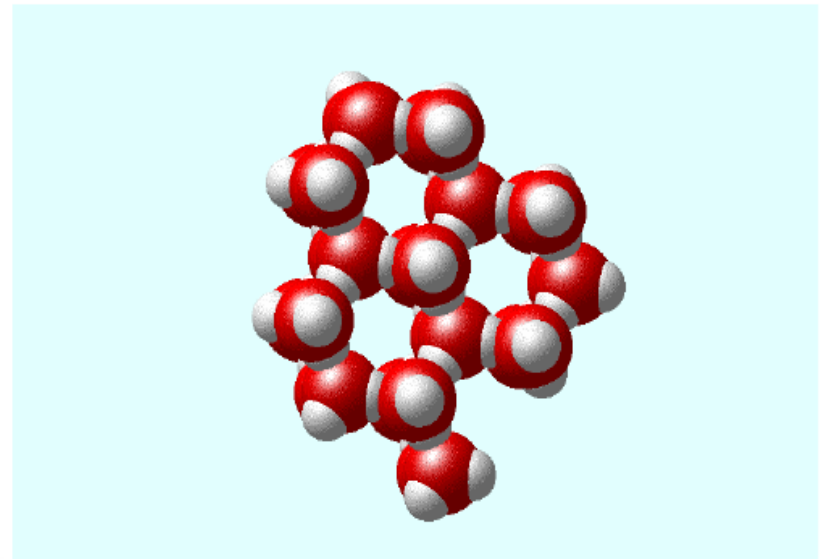
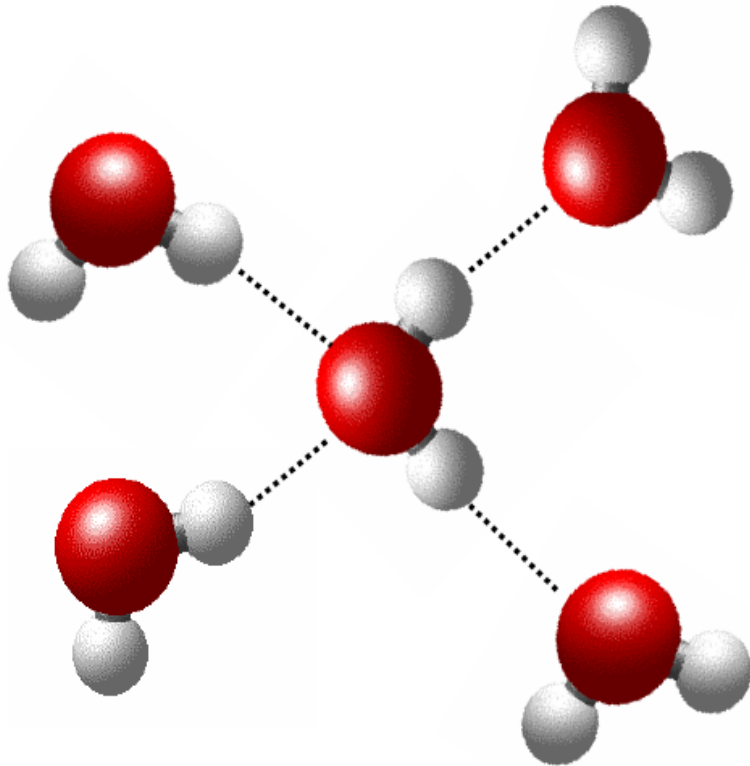
Doppio elettronico
di non legame



Legame a idrogeno nell'acqua

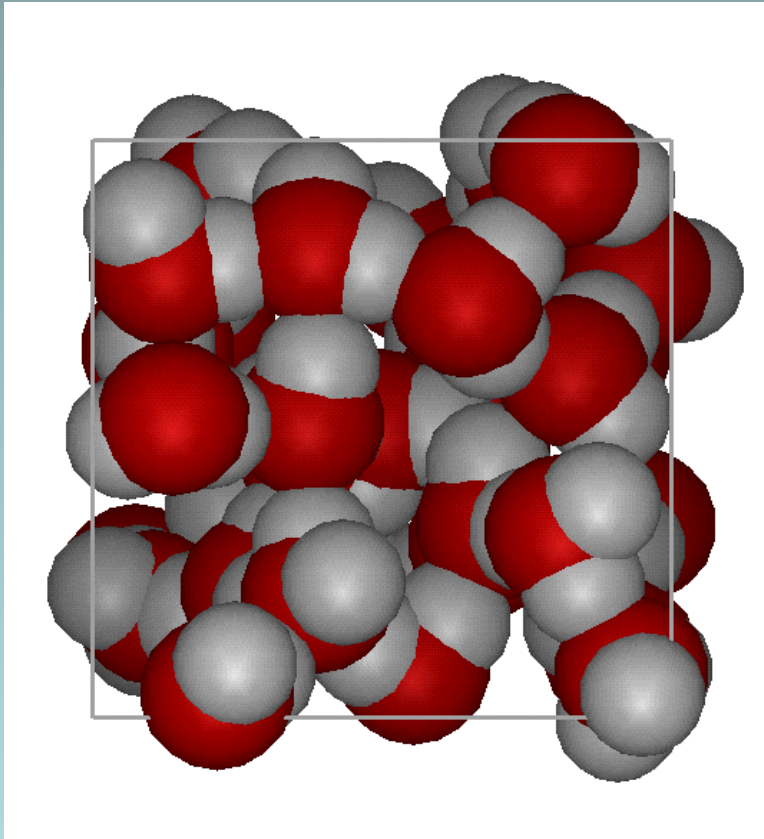


Legame a idrogeno nel ghiaccio

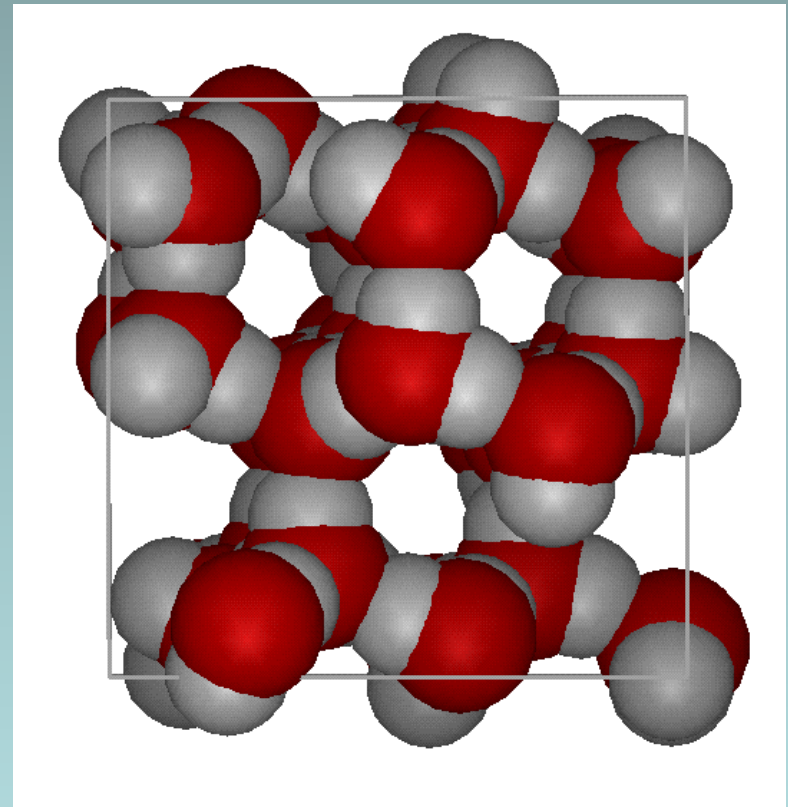


Legami ad idrogeno nell'acqua

Stato liquido

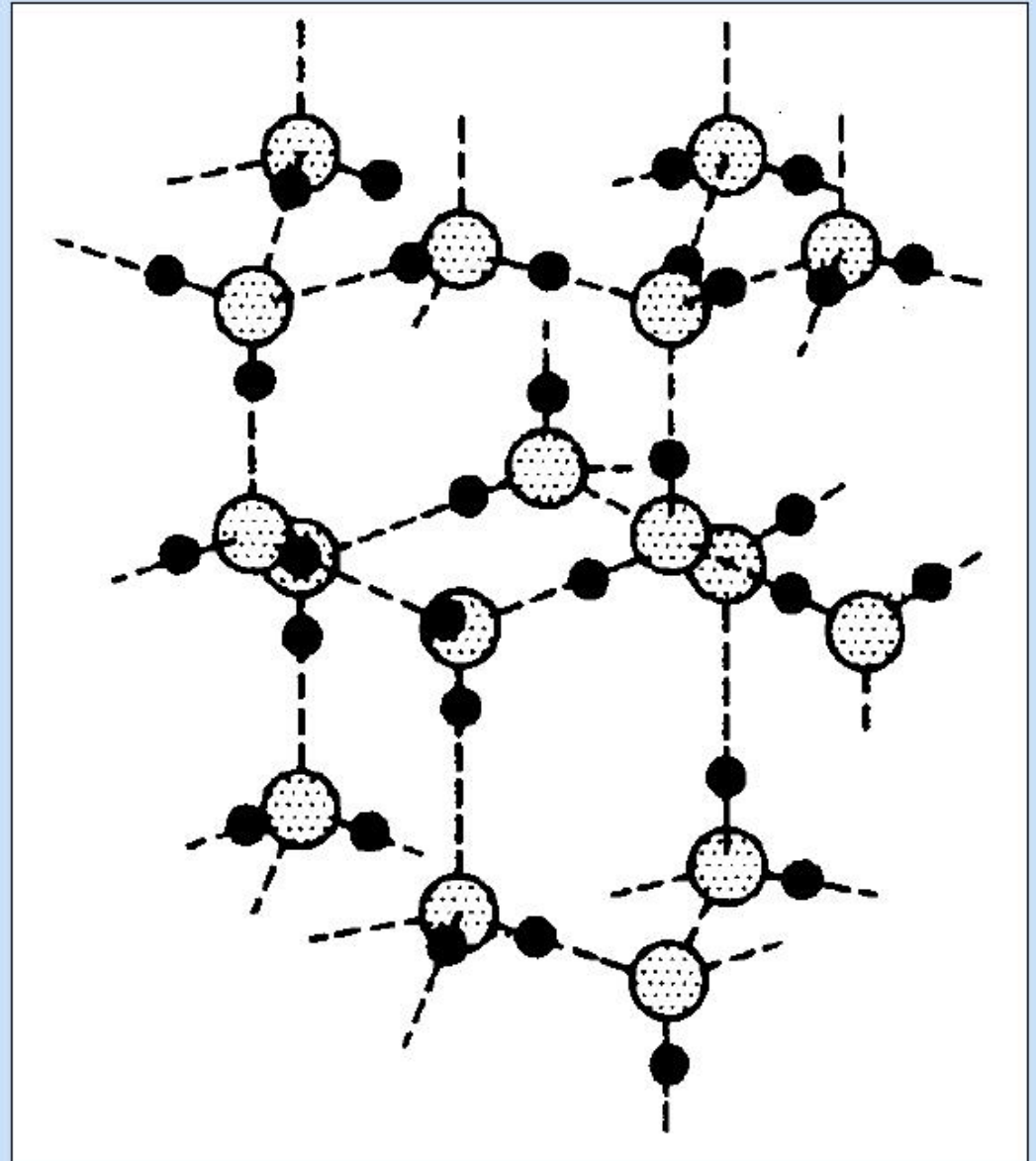
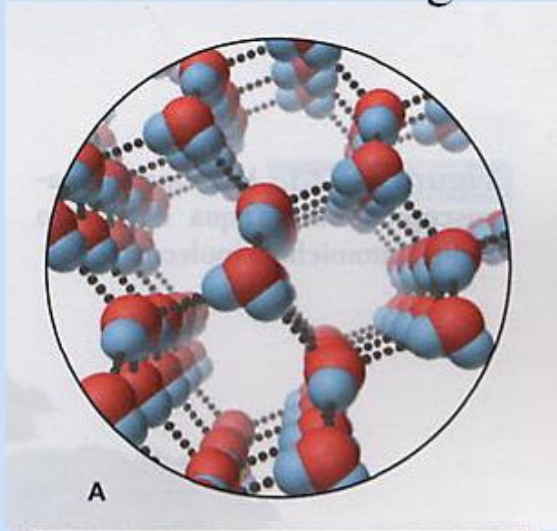


Stato solido

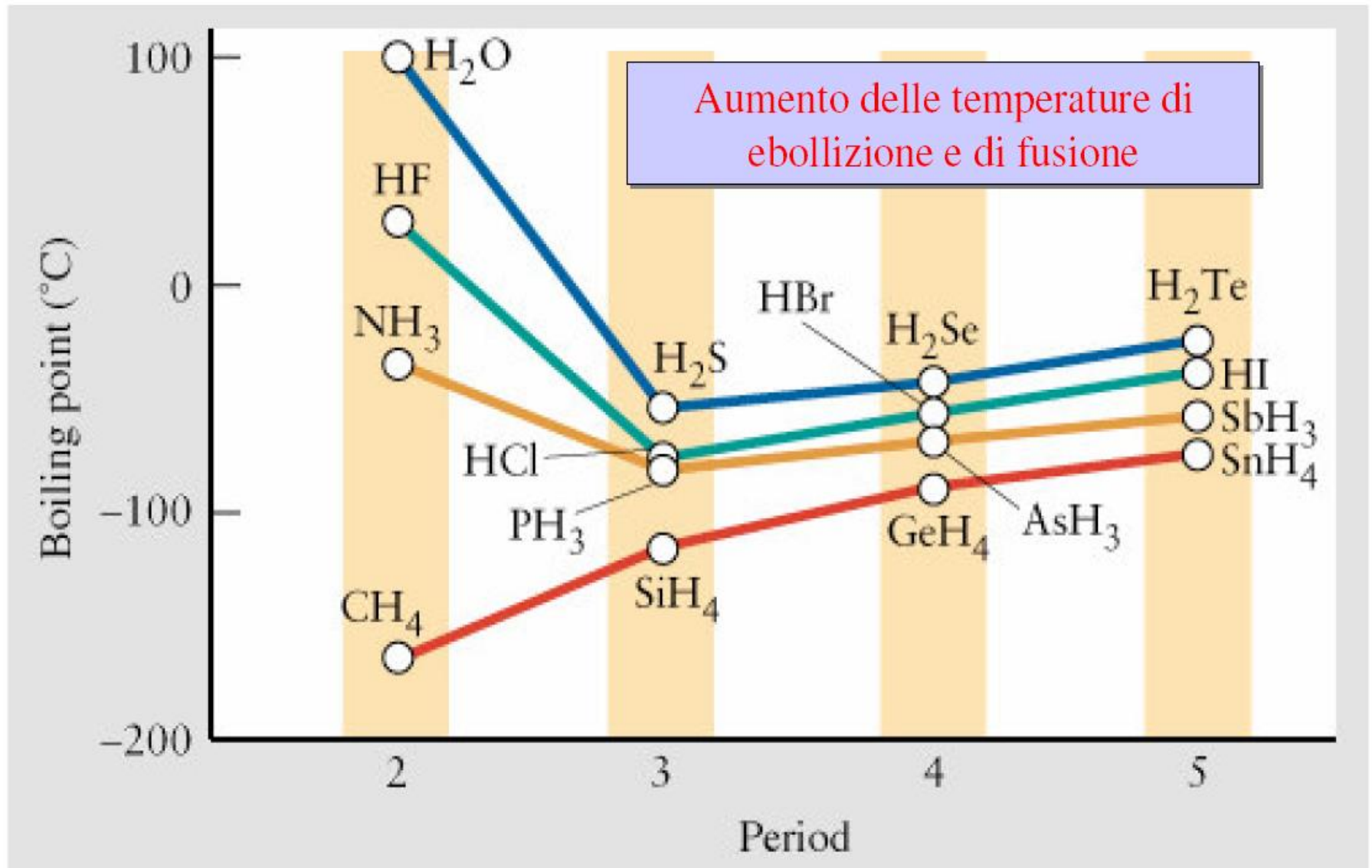


Legame a idrogeno

Struttura del ghiaccio

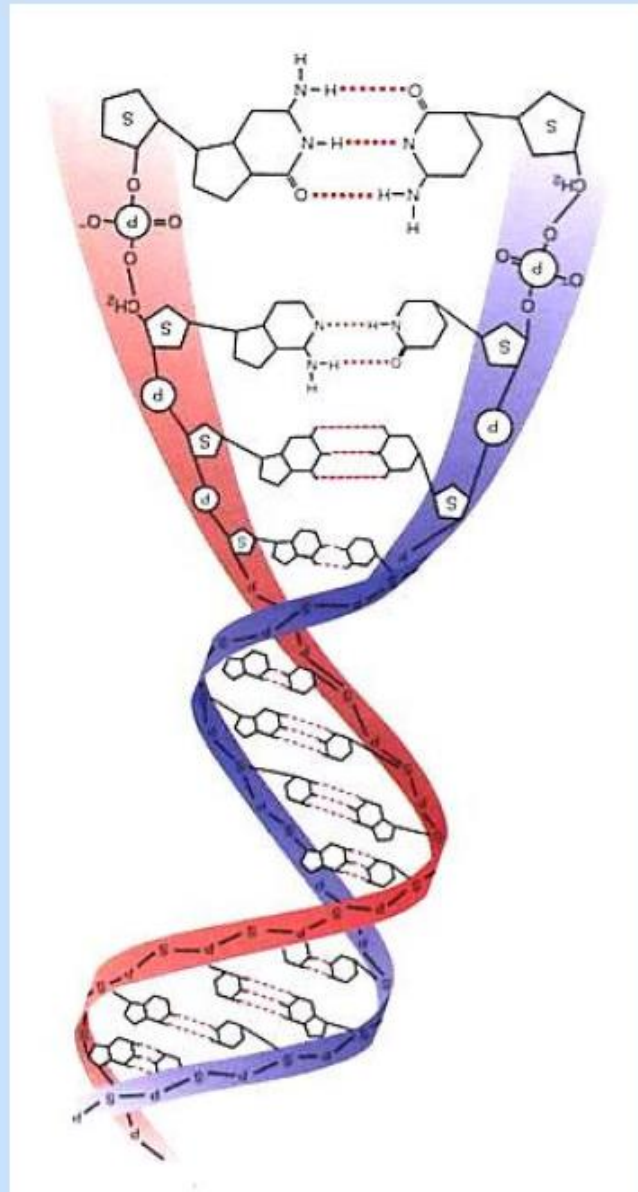


Temperatura di ebollizione degli idruri degli elementi dei gruppi 14, 15, 16 e 17



Legame a idrogeno

La molecola di **DNA** è costituita da due catene. Ciascuna catena è tenuta unita da legami covalenti forti, ma milioni di legami a idrogeno legano una catena all'altra per formare la doppia elica.



L'energia totale dei legami a idrogeno mantiene unite le catene durante molti processi. Tuttavia, ciascun legame a idrogeno è molto debole. Dalla rottura di un piccolo numero di legami a idrogeno per volta, le catene possono separarsi durante i processi cruciali della sintesi proteica e della riproduzione cellulare.

Legami dipolari

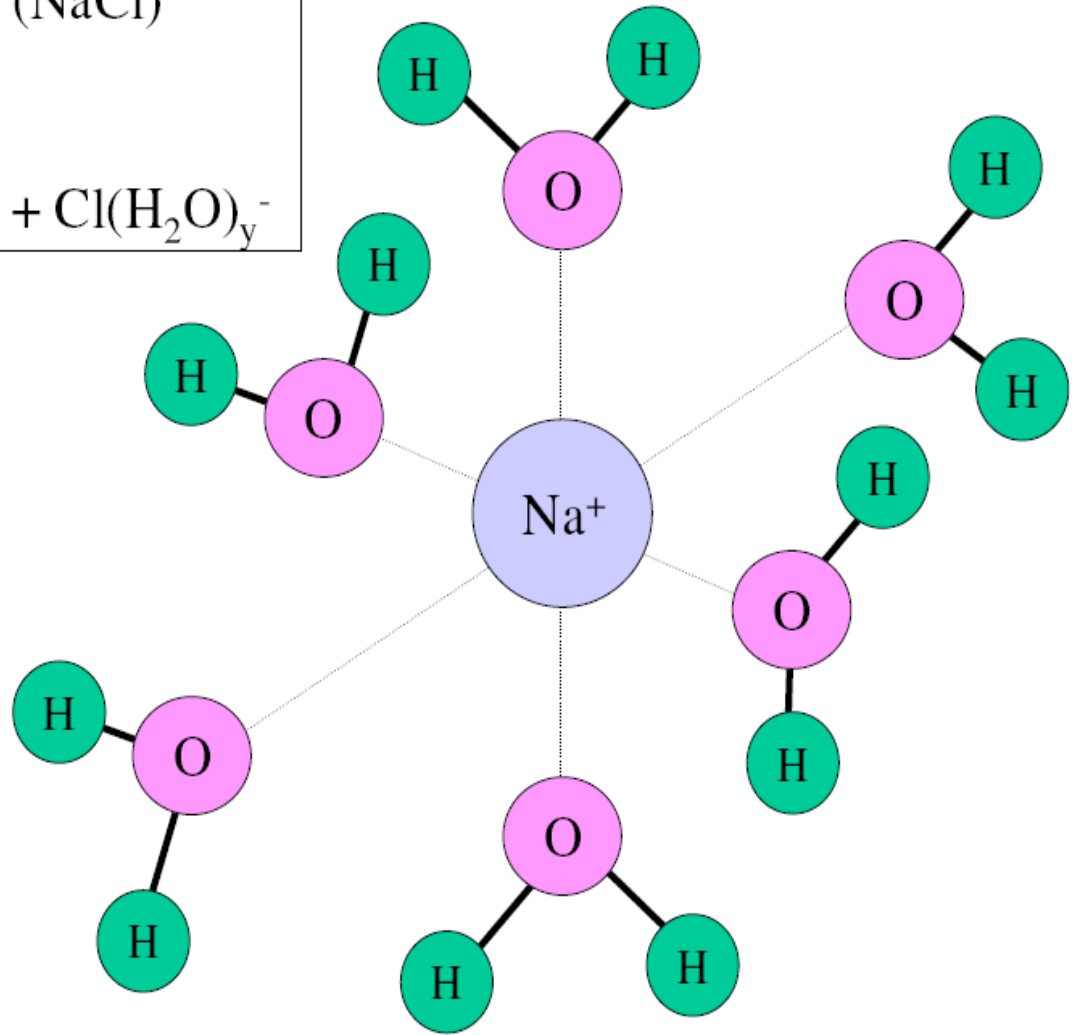
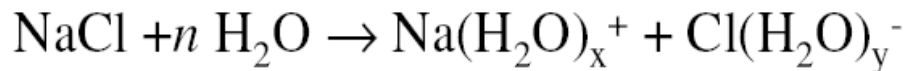


Sono interazioni di natura elettrostatica. Ogni carica elettrica (ione o dipolo elettrico associato ad una molecola) genera un campo elettrico che può:

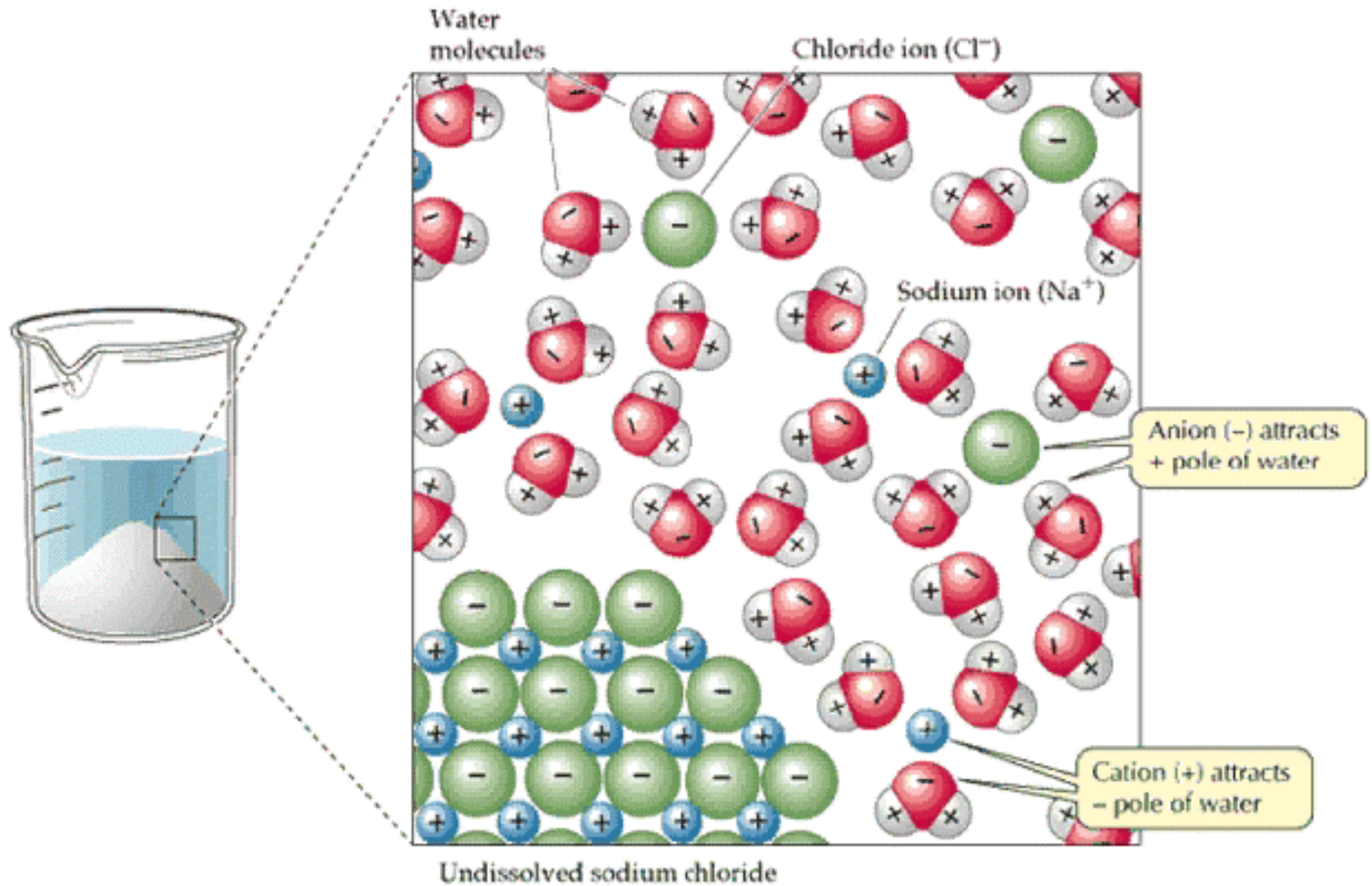
- i) indurre orientazione di eventuali dipoli presenti;*
- ii) indurre polarizzazione in molecole polari;*
- iii) causare la formazione di dipoli indotti in molecole apolari.*

Interazioni ione-dipolo: idratazione dei cationi in acqua

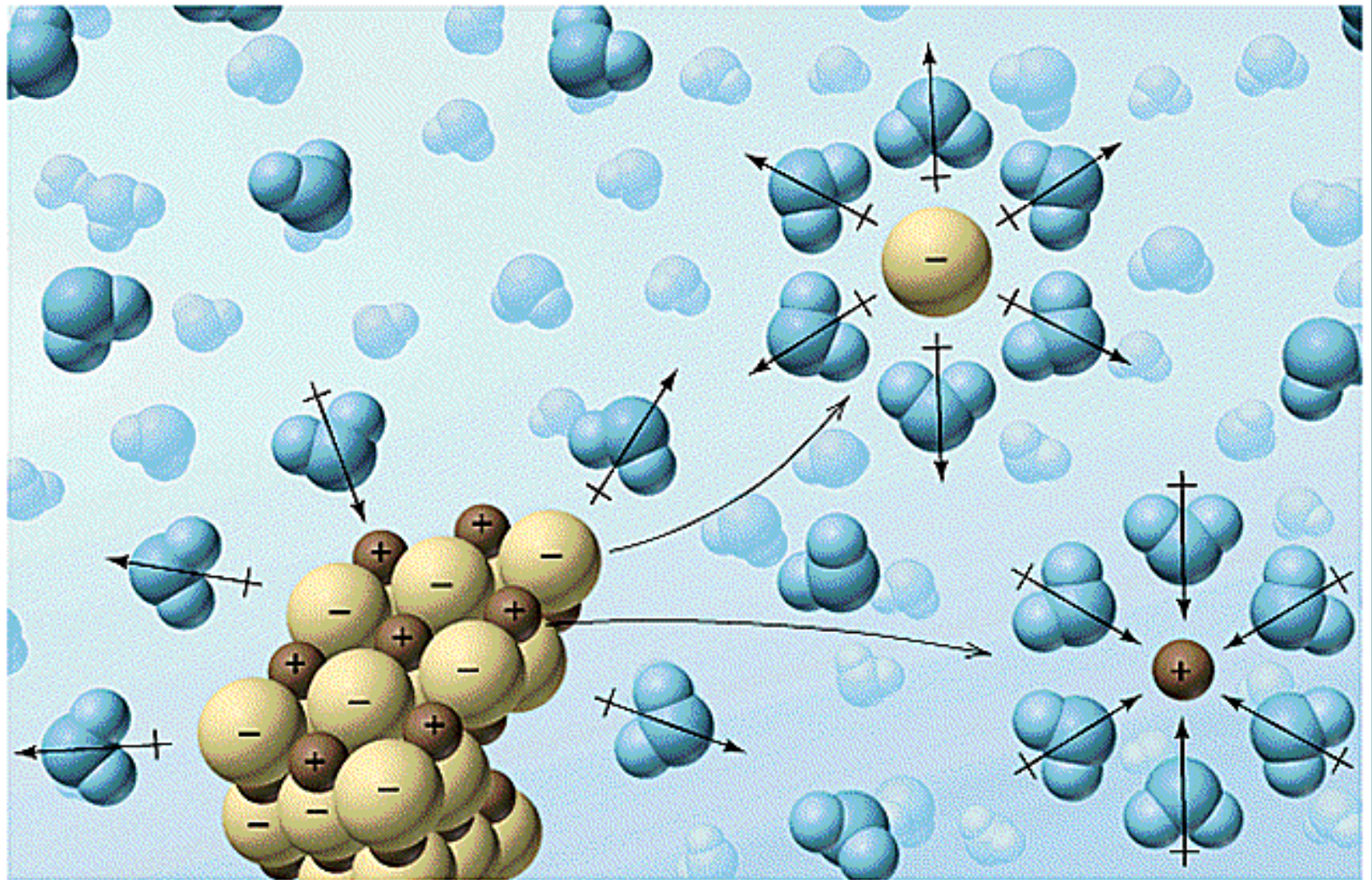
Soluzioni di composti ionici (NaCl)
in solventi polari (H₂O)



LEGAME IONE - DIPOLO



LEGAME IONE - DIPOLO



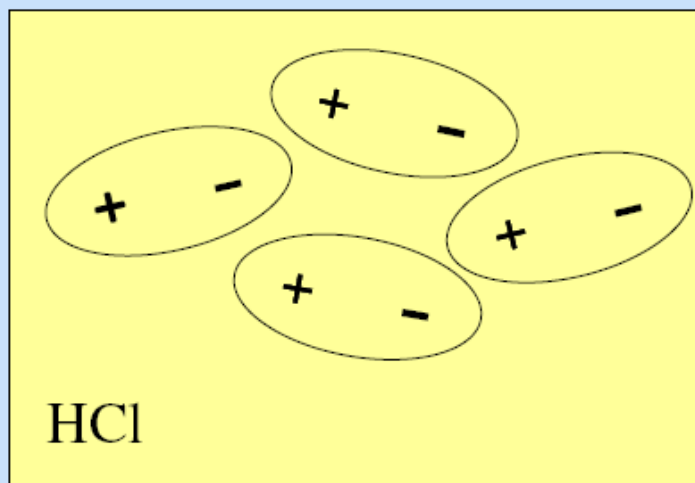
Interazioni di Van der Waals

Sono forze a corto raggio di natura elettrostatica

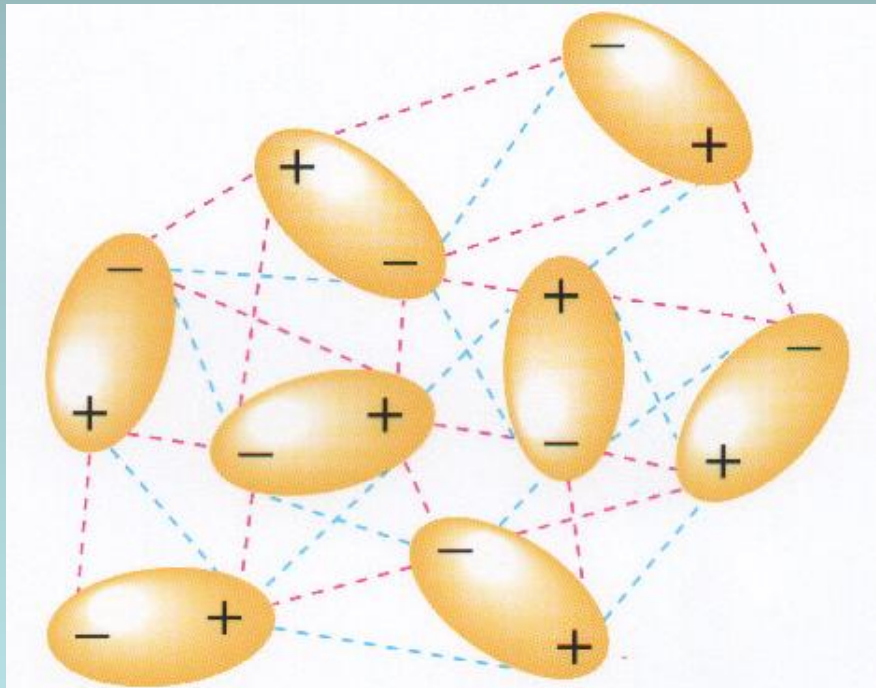
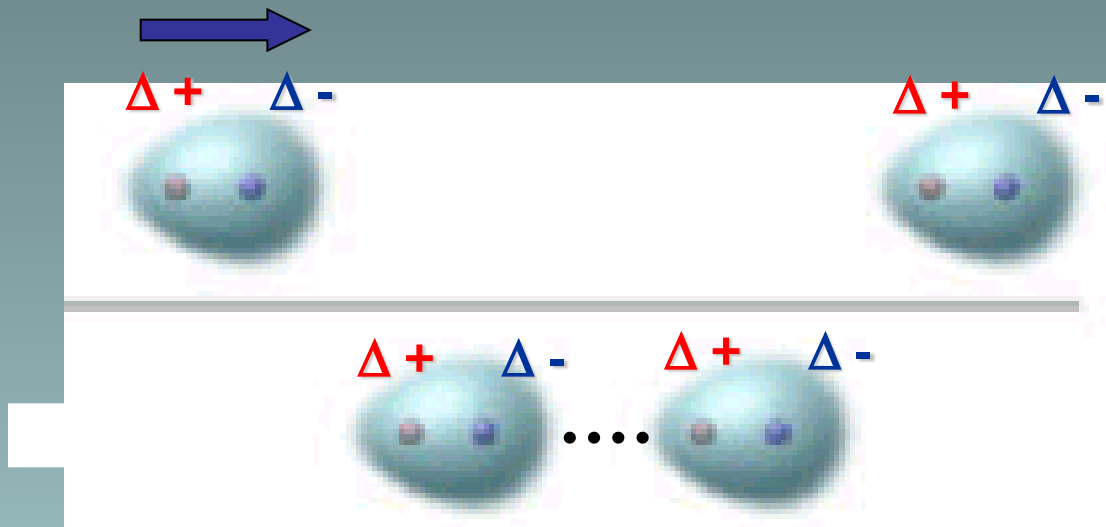
- interazioni dipolo permanente - dipolo permanente
- interazioni dipolo permanente - dipolo indotto
- interazioni dipolo istantaneo - dipolo indotto

} Molecole
polari

→ Molecole
apolari



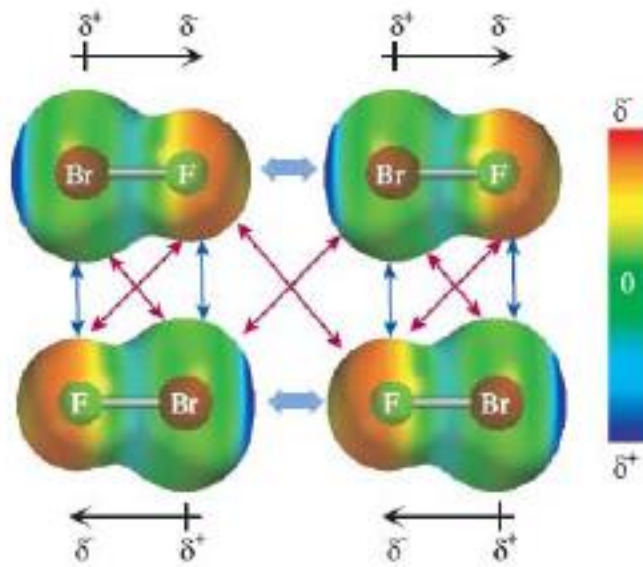
LEGAME DIPOLO - DIPOLO



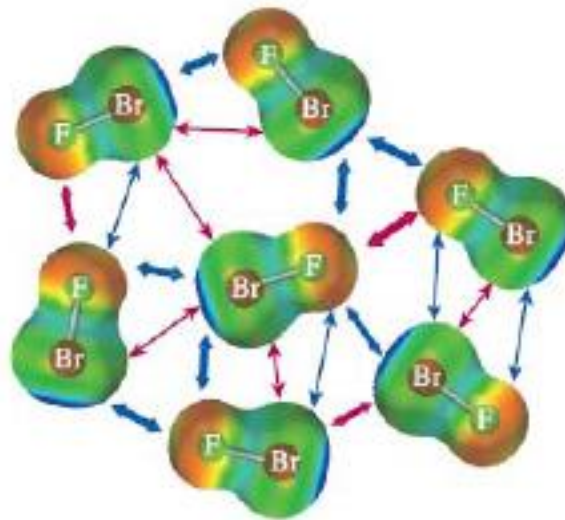
attrazione
repulsione



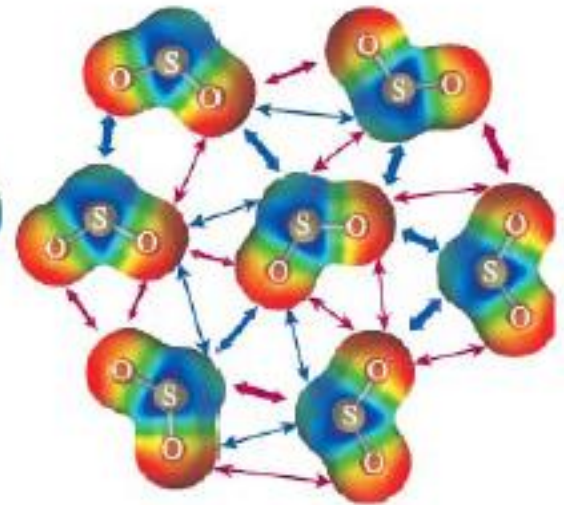
INTERAZIONE DIPOLO-DIPOLO



(a)

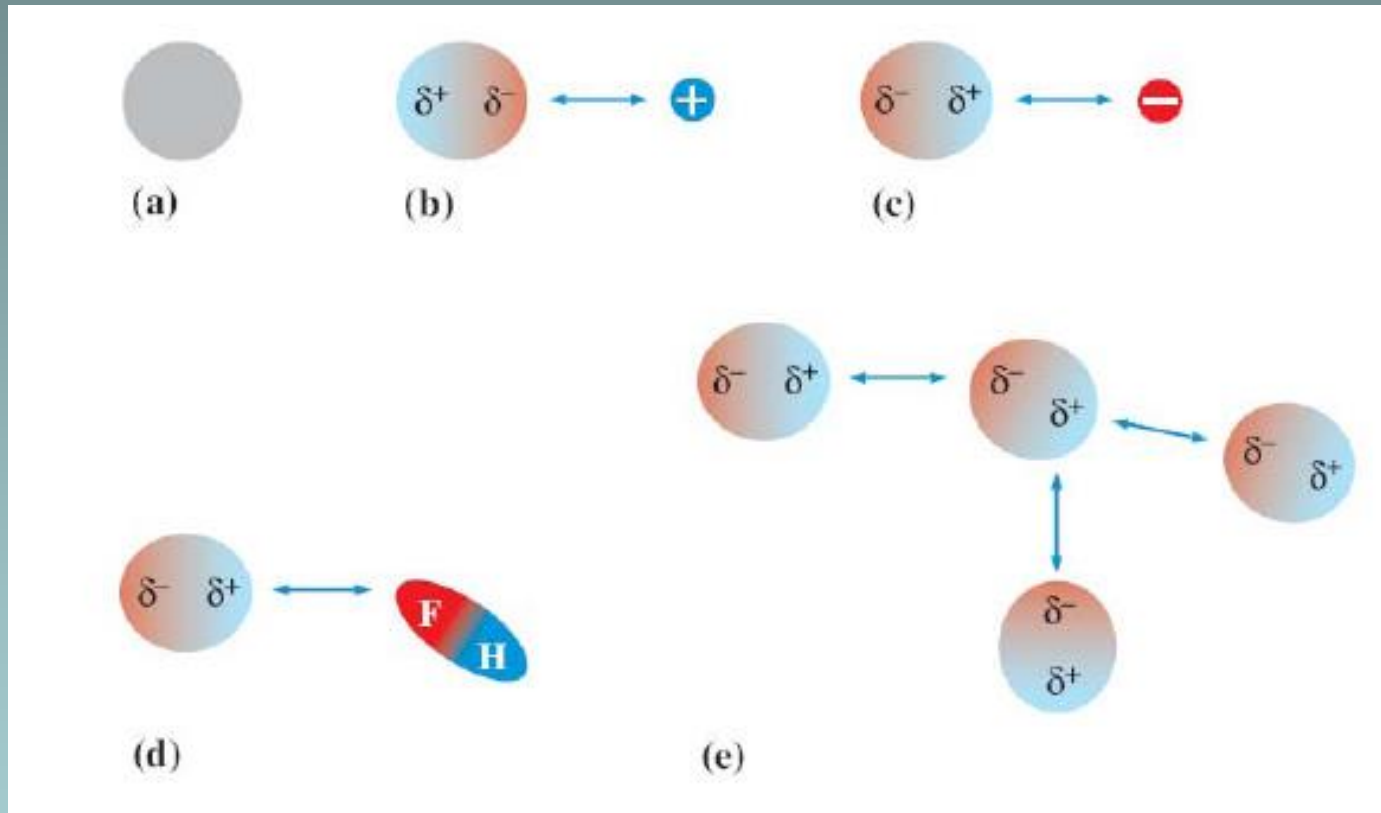


(b)



(c)

FORMAZIONE DI UN DIPOLO INDOTTO

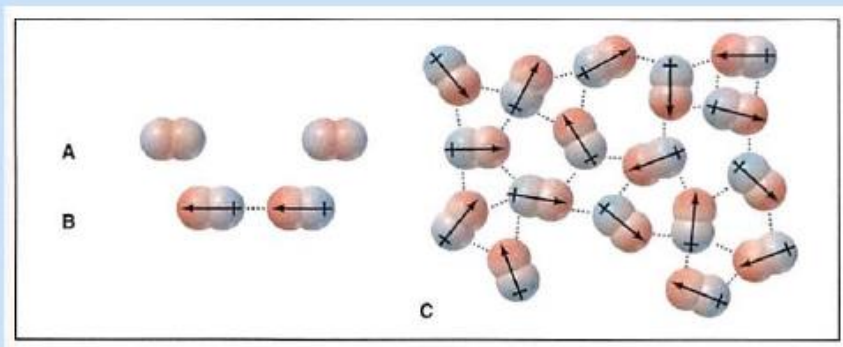


(a) Un atomo isolato di argon non è un dipolo. (b) Quando un catione si avvicina all'atomo di argon, la parte più esterna della nuvola elettronica di quest'ultimo è debolmente attratta dalla carica positiva dello ione. Sull'atomo di argon viene indotto un dipolo temporaneo. (c) Il dipolo può essere indotto anche da un anione, (d) da una molecola polare o (e) dalla vicinanza di due atomi di argon.

Interazioni di Van der Waals

- interazioni dipolo istantaneo - dipolo indotto

Molecole
apolari



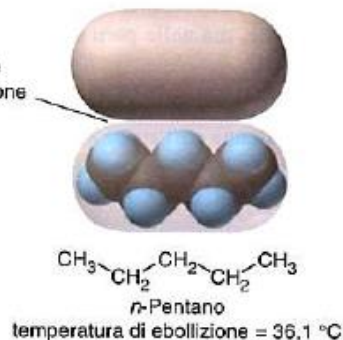
$H_2, N_2, O_2, CH_4, He, Ne, \dots$
Spostamenti temporanei di carica

↓
Dipolo istantaneo

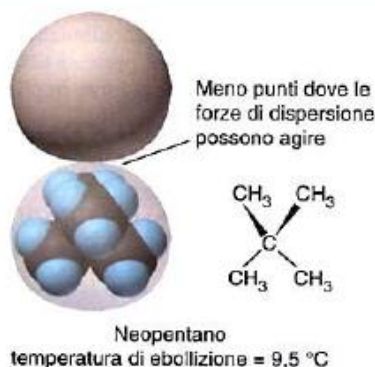
↓
Dipolo indotto

FORZE di LONDON

Più punti dove le
forze di dispersione
possono agire

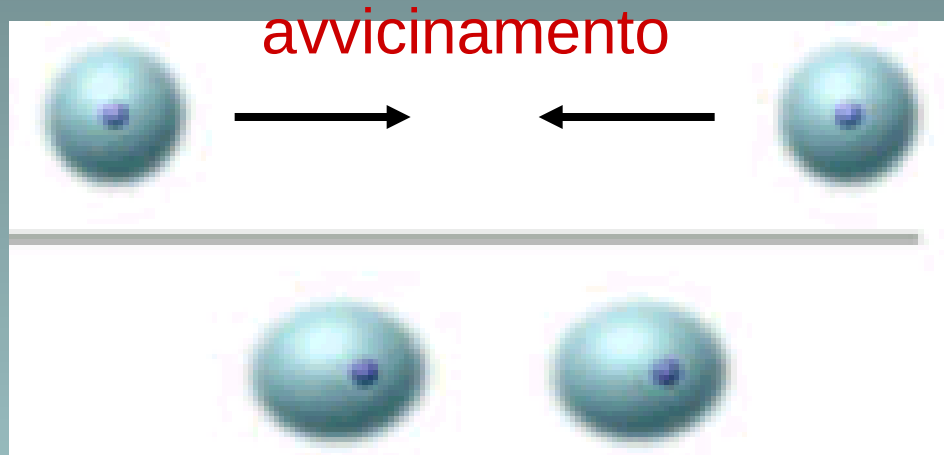


Meno punti dove le
forze di dispersione
possono agire

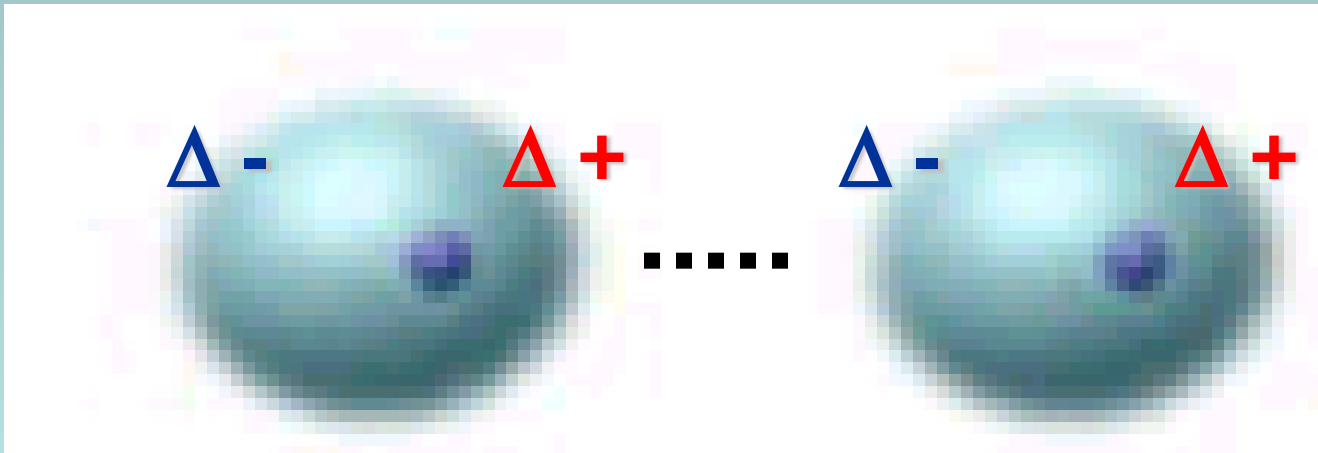


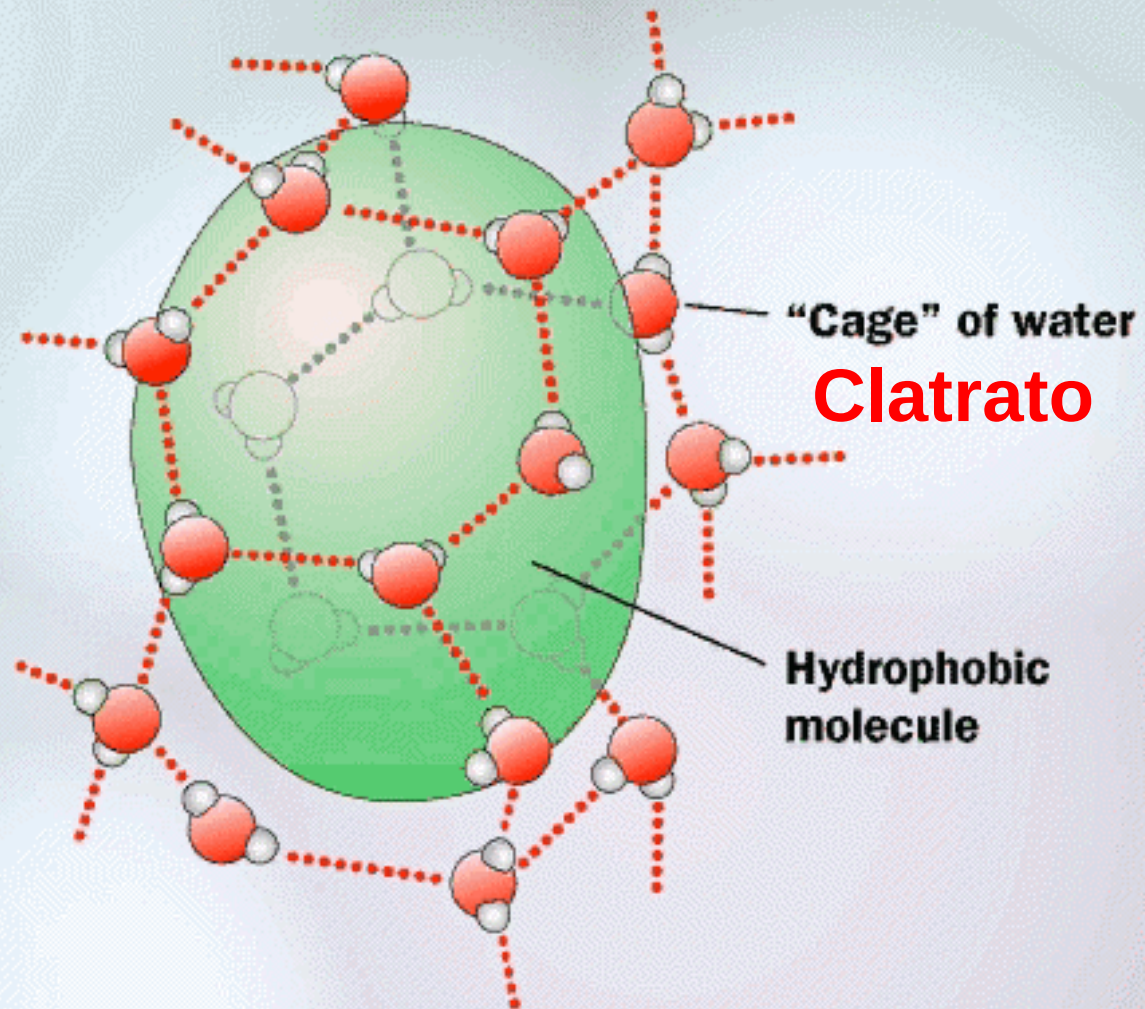
LEGAME DIPOLO INDOTTO - DIPOLO INDOTTO

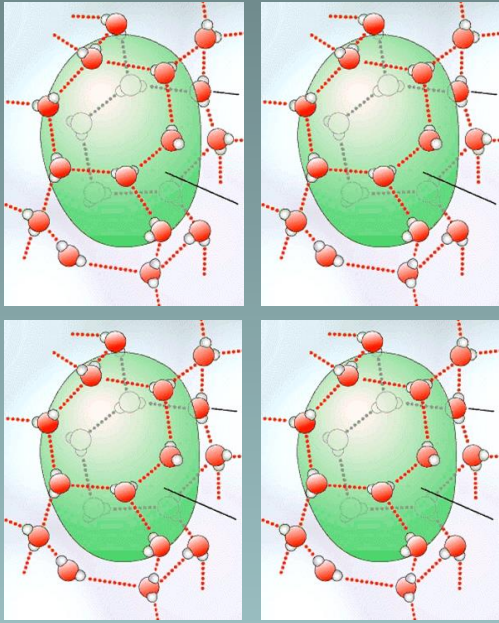
Molecole non polari



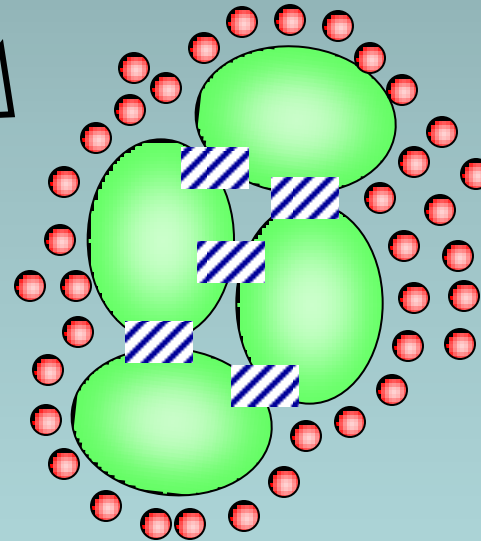
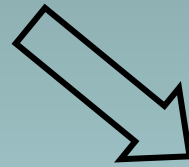
diventano polari per l'effetto attrattivo
che il nucleo di una molecola esercita sulla nube elettronica di
una seconda molecola in avvicinamento







**Interazioni
idrofobiche**



Diminuizione delle regioni di contatto tra
molecole idrofobiche e molecole d'acqua