

# *Lezione 21. Forze Intermolecolari*



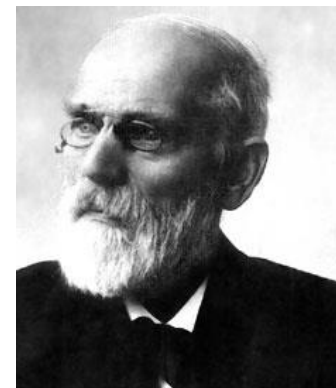
- *Forze di Van der Waals*
- *Legame a idrogeno*
- *Solubilità e idratazione*
- *Il legame a idrogeno nella materia vivente*

# Forze Intermolecolari

## Interazioni deboli

	Forze	Energia, <sup>a</sup> kJ/mol	Esempio
tutte le molecole	<b>Intermolecolari</b>		
	Di dispersione di London	0.05–40	CH <sub>4</sub> ...CH <sub>4</sub>
	Dipolo–dipolo indotto	2–10	CH <sub>3</sub> (CO)CH <sub>3</sub> ...CH <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
molecole polari	Ione–dipolo indotto	3–15	Li <sup>+</sup> ... C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
	Dipolo–dipolo	5–25	H <sub>2</sub> O...CO
molecole con H <sup>δ+</sup>	Legame a idrogeno	10–40	CH <sub>3</sub> OH...H <sub>2</sub> O
ioni + molecole polari	Ione–dipolo	40–600	K <sup>+</sup> ... H <sub>2</sub> O
composti ionici	Ione–ione	400–4000	Lys <sup>+</sup> ... Glu <sup>-</sup>

**Forze di Van der Waals**



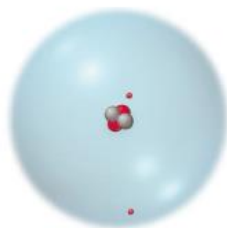
**J. D. Van der Waals**  
(1837-1923)

# Forze di London (o di Dispersione)

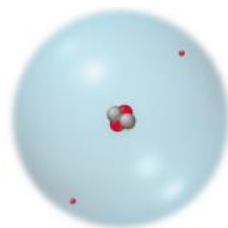
*Dipolo istantaneo e dipolo indotto*

**Presenti in tutti gli atomi e le molecole**

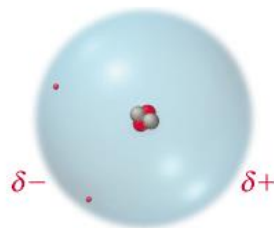
Creazione di un **dipolo istantaneo** (istantanea concentrazione di  $e^-$  in una molecola)



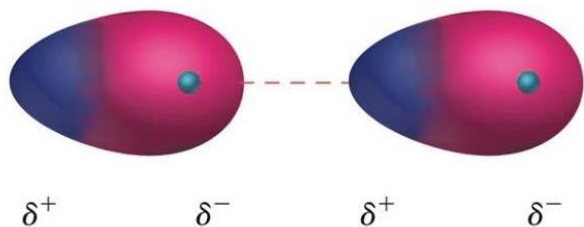
Fotogramma 1



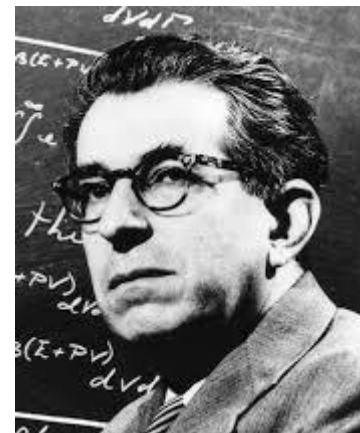
Fotogramma 2



Fotogramma 3

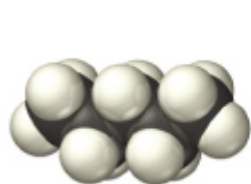
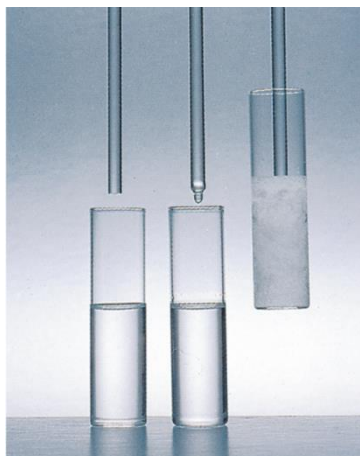


*Il dipolo istantaneo induce la formazione di dipoli (**dipolo indotto**) in altre molecole apolari*

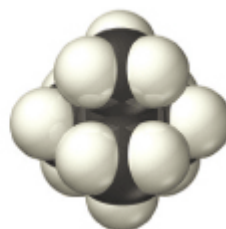


**W. F. London**  
(1900-1954)

*L'entità delle forze di dispersione dipende dalla massa molecolare e dalla forma molecolare*



**n-Pentano**  
massa molare = 72.15 g/mol  
punto di ebollizione = 36.1 °C

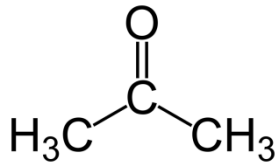


**Neopentano**  
massa molare = 72.15 g/mol  
punto di ebollizione = 9.5 °C

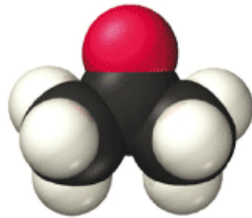
# Interazioni Dipolo-Dipolo

Forze intermolecolari basate su dipoli permanenti

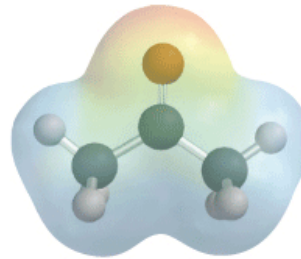
Presenti in tutte le molecole polari



acetone

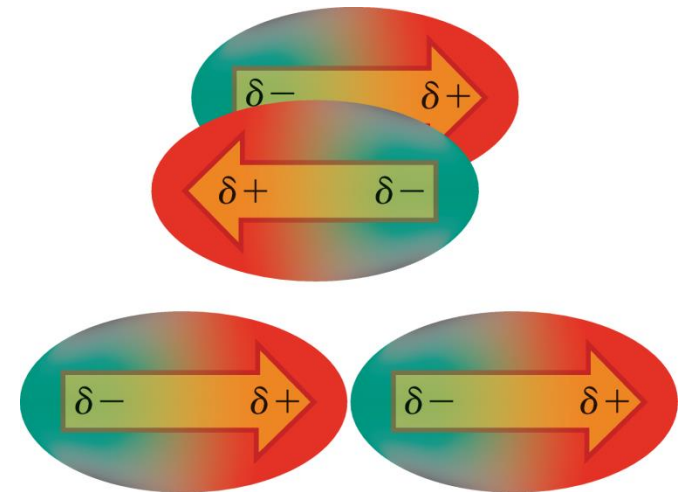
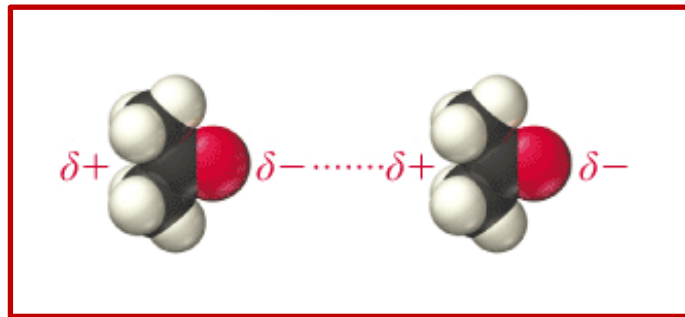


Modello molecolare



Mapa del potenziale elettrostatico

Presenza di cariche parziali in corrispondenza di regioni **ricche di elettroni** ( $\delta^-$ ) alternate a regioni **povere di elettroni** ( $\delta^+$ )

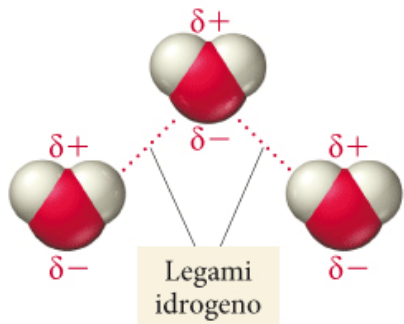
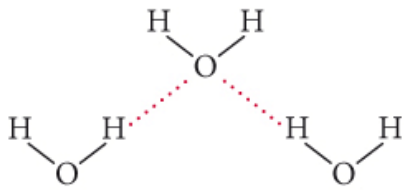


Attrazione reciproca in virtù dell'interazione tra la cariche parziali dei dipoli elettrici delle molecole polari

# Legame a Idrogeno

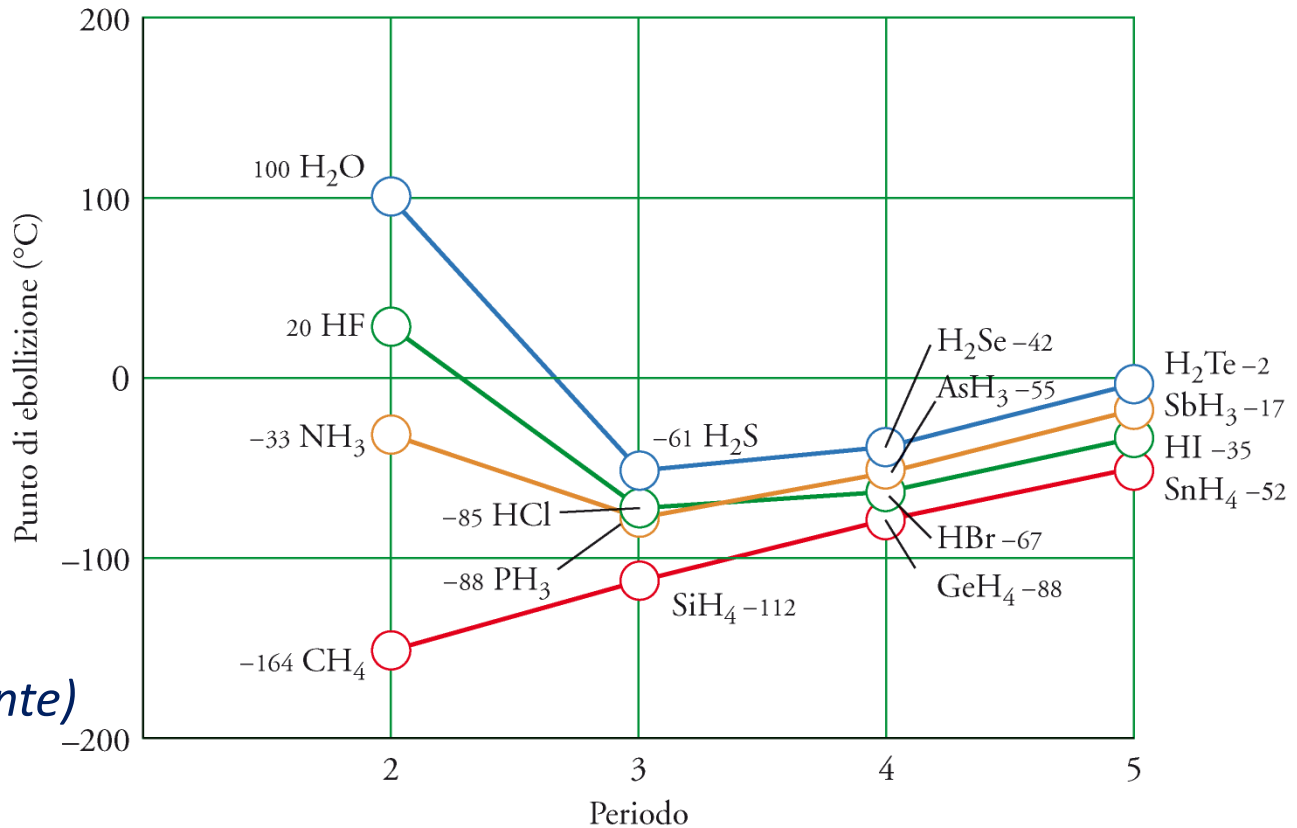
«Interazione elettrostatica debole»

(donatore) molecola –  $\overset{\delta^-}{X}-\overset{\delta^+}{H} \cdots \overset{\delta^-}{Y}$ -molecola (accettore)



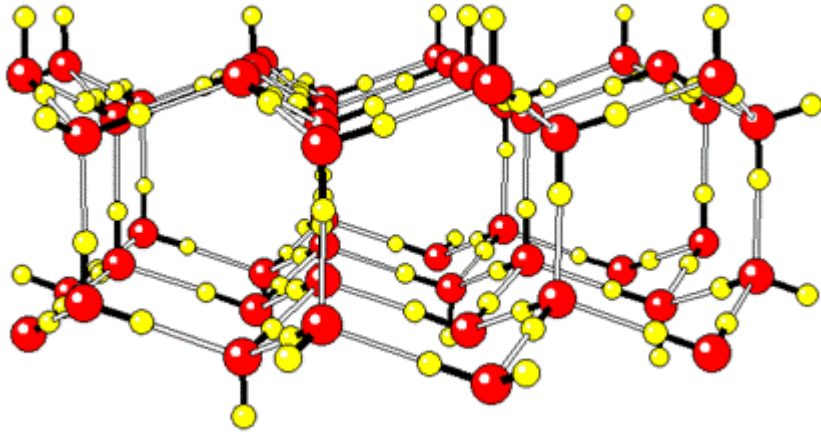
**Più forte tra le comuni forze intermolecolari (10% di un legame covalente)**

$X$  oppure  $Y = O, N, F$



# ***Legame a Idrogeno nell'Acqua***

*I legami a idrogeno influenzano le proprietà dell'acqua*



*Nel ghiaccio, i legami a idrogeno tengono insieme le molecole d'acqua in una struttura rigida ma aperta*

*Il ghiaccio ha una bassa densità*

*Nel processo di fusione, solo alcuni legami a idrogeno si rompono*

*Le molecole d'acqua si sistemano in modo più compatto*

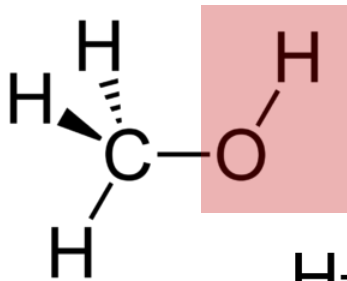
*La densità aumenta*

*Massimo impaccamento a 4°C, poi la densità cala all'aumentar della T*

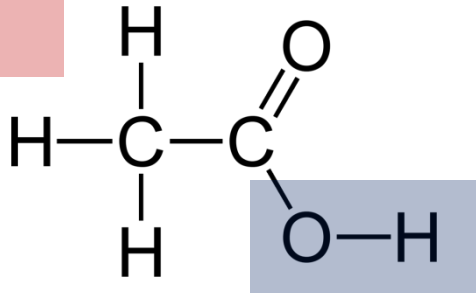


# Solubilità e Idratazione

«Il simile scioglie il simile»



metanolo



Acido acetico

La polarità e la formazione di legami a idrogeno contribuiscono significativamente alla miscibilità di due liquidi



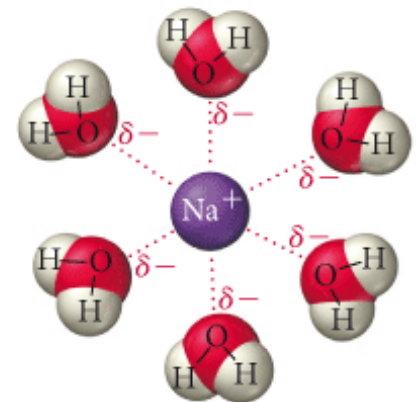
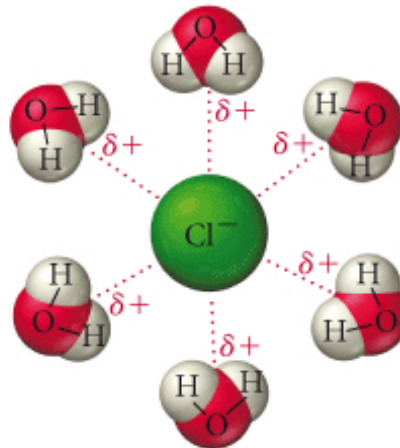
L'olio non è polare

L'acqua è polare

## Forze ione-dipolo

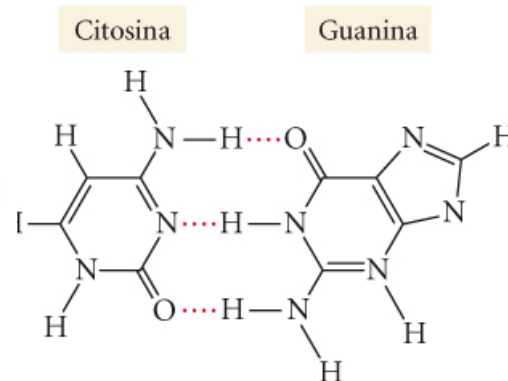
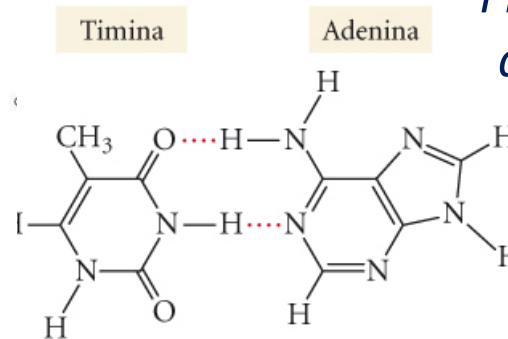
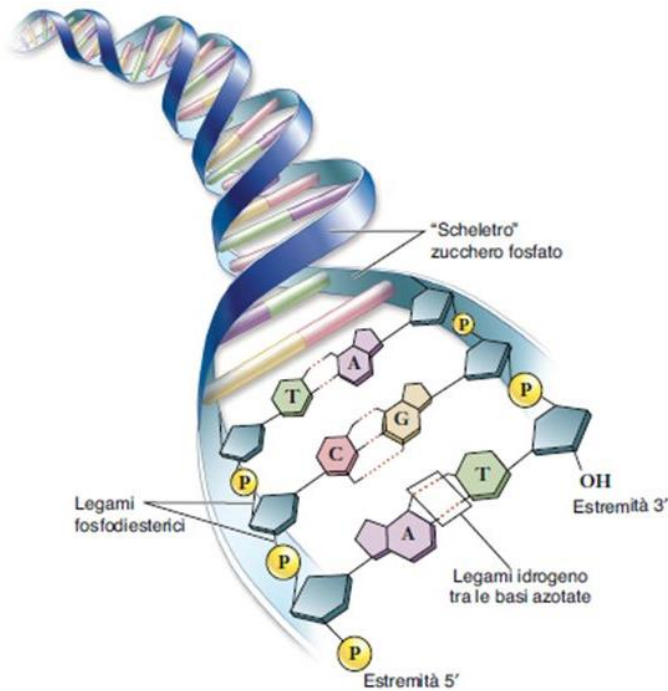
Si presentano quando un **composto ionico** viene miscelato ad un composto polare

**Es.:** solubilizzazione di un sale in acqua

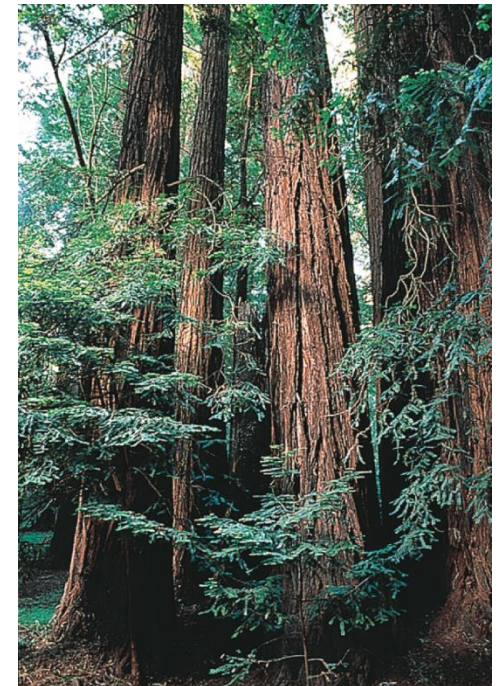


# Il Legame a Idrogeno nella Materia Vivente

*Processi d'importanza biologica sono basati su legami a idrogeno*



*I legami a idrogeno permettono di spiegare come l'acqua possa raggiungere altezze superiori ai limiti imposti dalla pressione barometrica*



*Legami a idrogeno sono alla base dei processi di riconoscimento tra biomolecole come nell'appaiamento di sequenze complementari di DNA*