

Tema 3. Forces Intermoleculars i Estats d'agregació

3.1. Forces intermoleculars

3.1.1. Forces de Van der Waals

3.1.1.1 Dipols induïts (forces de London o dispersió)

3.1.1.2 Interaccions dipol-dipol

3.1.2. Enllaç per pont d'hidrogen

3.2. Tipus de substàncies

3.2.1. Gasos a temperatura ambient

3.2.2. Líquids i gasos liquables

3.2.3. Sòlids

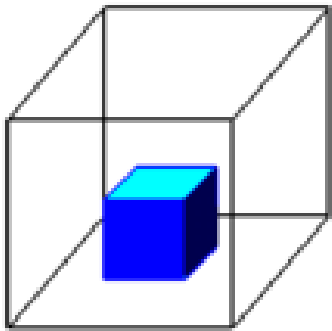
3.2.3.1 Sòlids moleculars

3.2.3.2 Sòlids metàl·lics

3.2.3.2 Compostos iònics

3.2.3.2 Polímers covalents

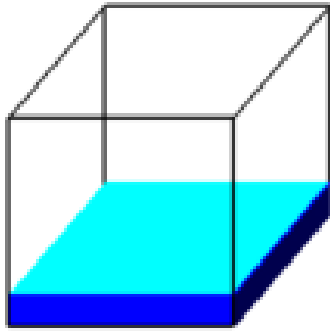
Estats d'agregació



Solid

Holds Shape

Fixed Volume

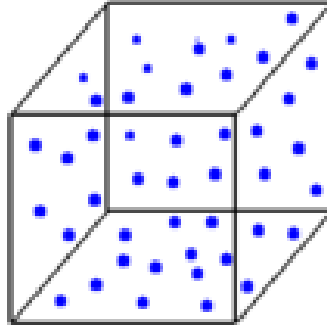


Liquid

Shape of Container

Free Surface

Fixed Volume

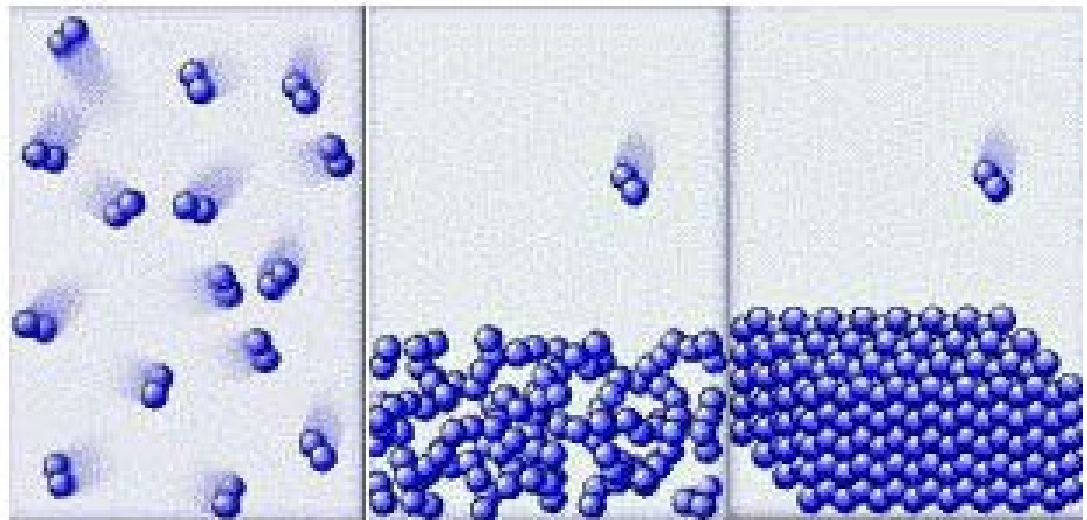


Gas

Shape of Container

Volume of Container

L'estat d'agregació d'una substància depèn de les forces intramoleculars i de les forces intermoleculars.



Gas

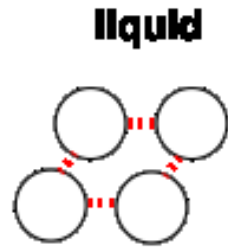
Liquid

Solid

Estats d'agregació

Forces intra- vs intermoleculars

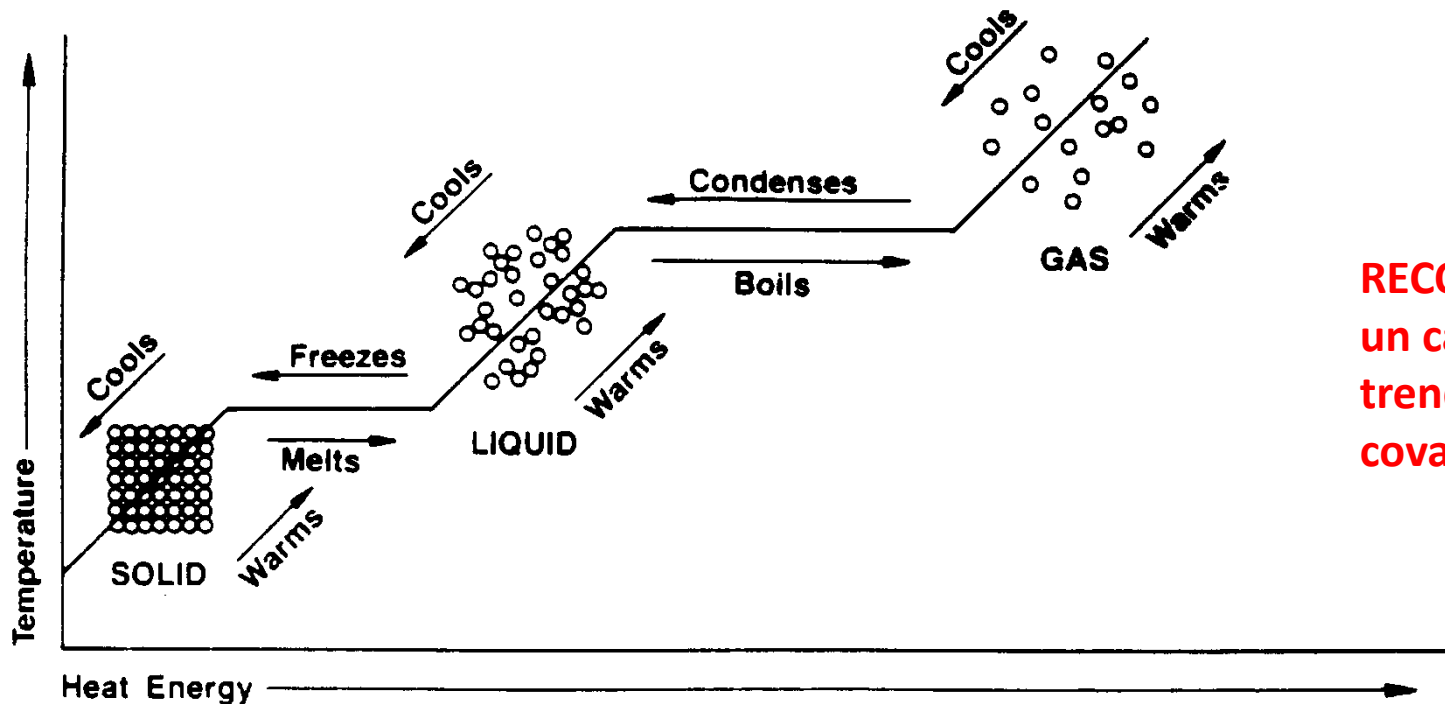
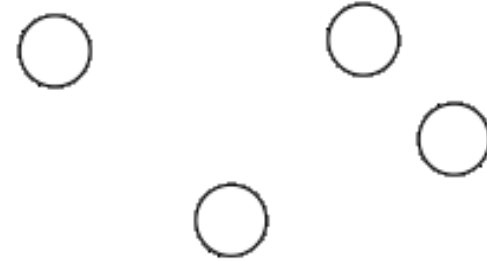
Com més fortes siguin les forces intermoleculars majors seran el punt d'ebullició i punt de fusió de les substàncies.



heat

In order to undergo a phase change, energy (in the form of heat) is required to break the cohesive molecule-molecule interactions.

gas



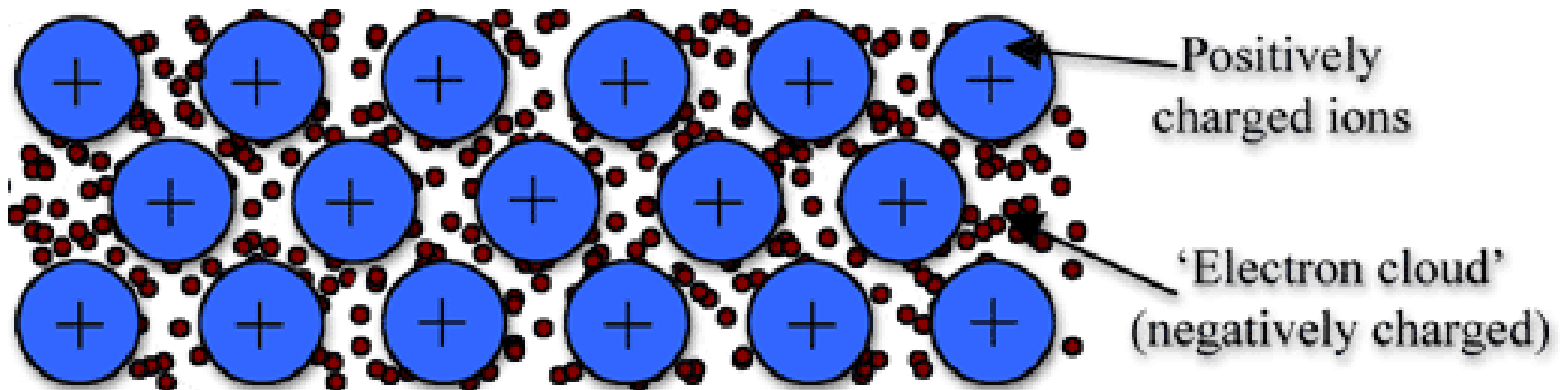
RECORDAR: Quan hi ha un canvi d'estat no es trenquen els enllaços covalents!!!

Forces intramoleculars

Compostos metàl·lics

Quan es fon un compost metàl·lic, l'enllaç metàl·lic és encara present tot i que es perd l'estructura ordenada. Per tant l'enllaç no es trenca sinó que només es debilita.

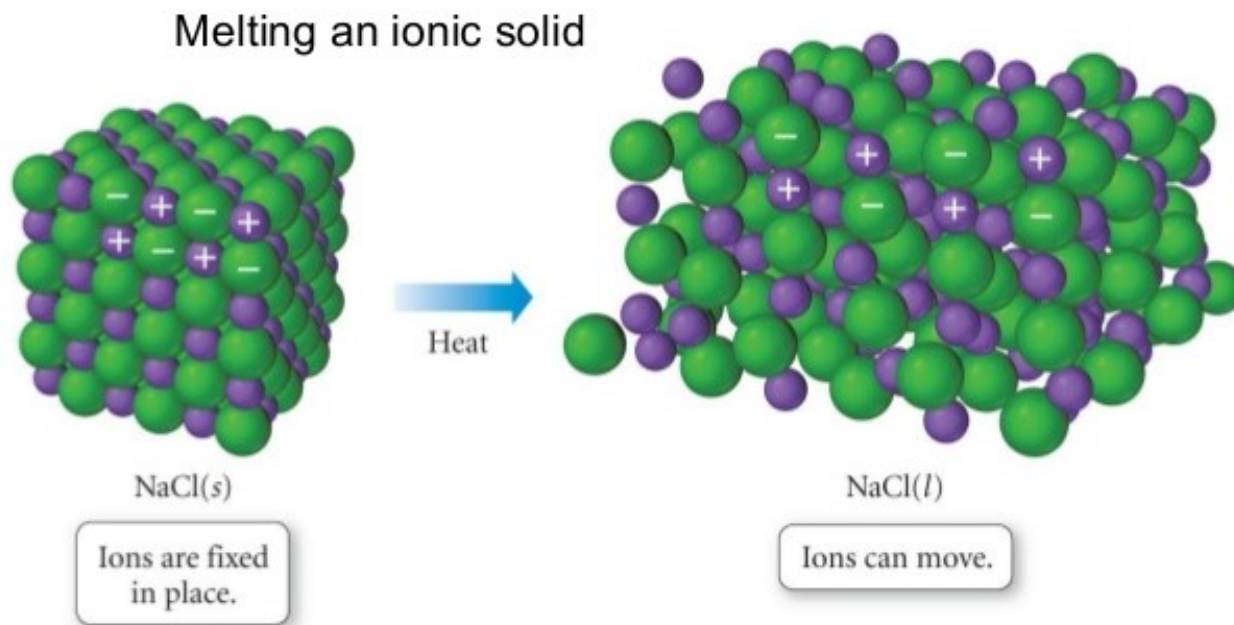
Al passar a la fase gas si que es trenca l'enllaç metàl·lic, per tant el punt d'ebullició és un indicatiu millor de la força d'enllaç que el punt de fusió.



Forces intramoleculars

Compostos iònics

Els compostos iònics formen sòlids cristal·lins durs que fonen a altes temperatures i són difícilment evaporables. Aquestes característiques s'expliquen per l'estructura interna del sòlid iònic, un ordenament 3D de càrregues positives i negatives alternades que es mantenen unides per fortes interaccions electrostàtiques.



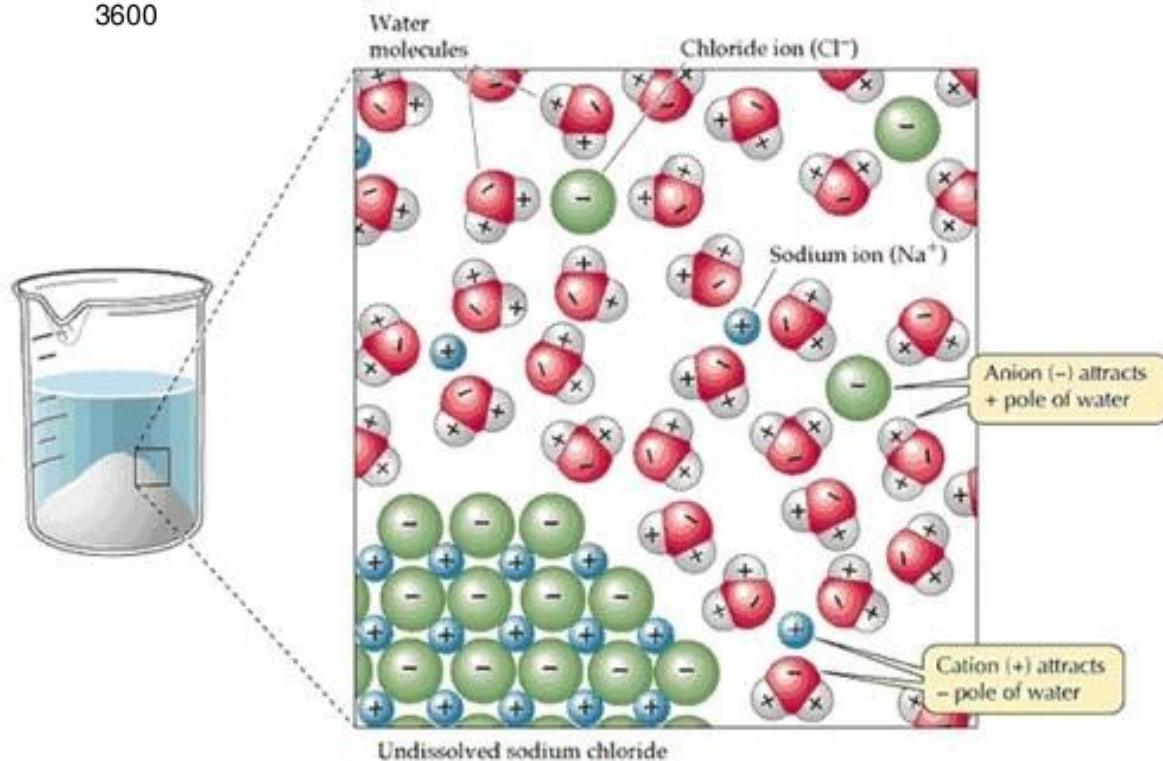
© 2011 Pearson Education, Inc.

Table 9.1 Melting and Boiling Points of Some Ionic Compounds

Forces intramoleculars

Compostos iònics

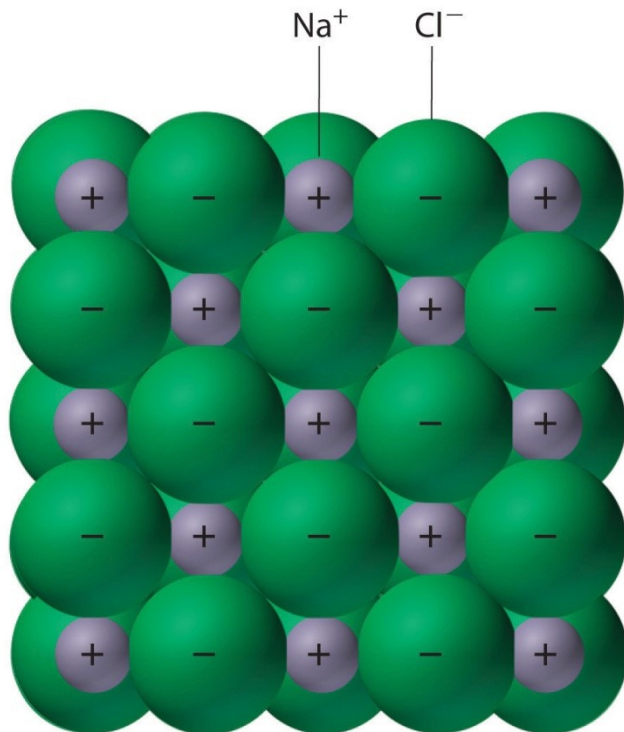
Compound	mp (°C)	bp (°C)
CsBr	636	1300
NaI	661	1304
MgCl ₂	714	1412
KBr	734	1435
CaCl ₂	782	>1600
NaCl	801	1413
LiF	845	1676
KF	858	1505
MgO	2852	3600



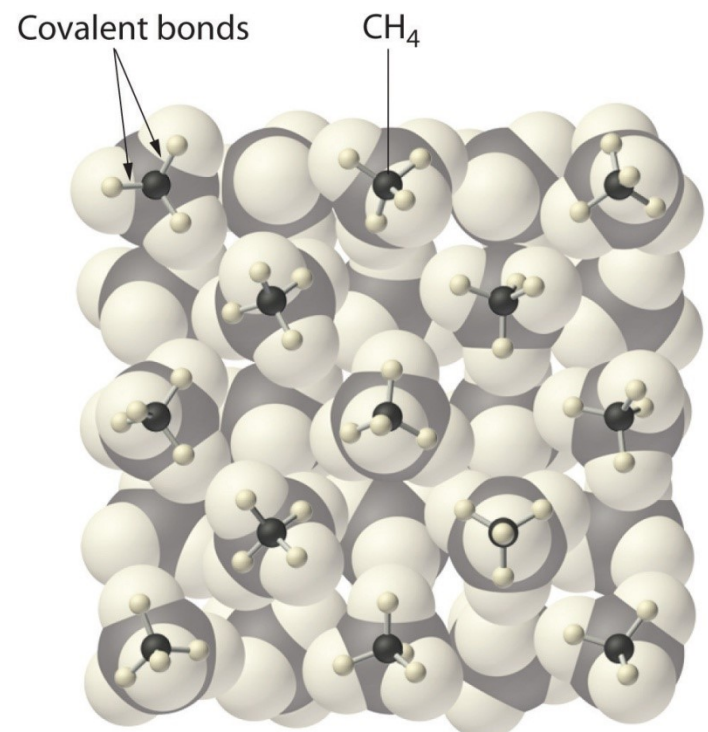
Forces intramoleculars

Compostos covalents

La majoria de compostos covalents existeixen com molècules discretes que es mantenen unides mitjançant forces intermoleculars. Les substàncies covalents poden ser gasos, líquids o sòlids a temperatura i pressió ambientals, depenent de la força de les interaccions intermoleculars.



(a) Ionic solid: strong electrostatic interactions

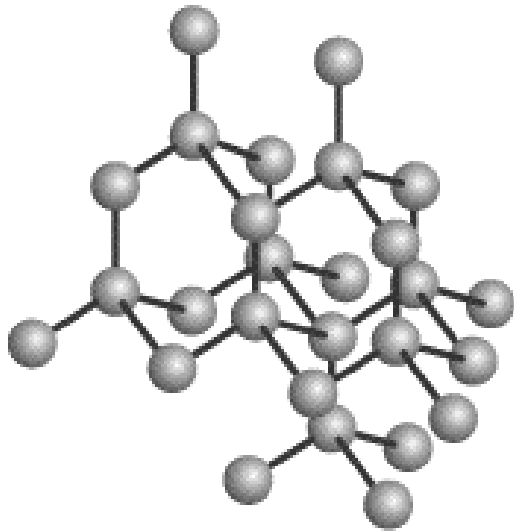


(b) Molecular solid: weak intermolecular forces

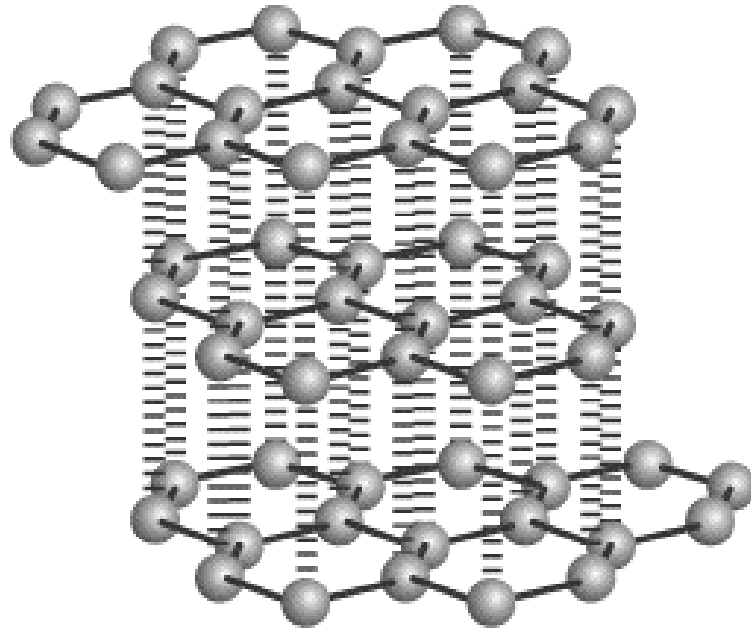
Forces intramoleculars

Polímers o sòlids covalents

Els polímers o sòlids covalents estan formats per àtoms connectats tots ells per enllaços covalents. Es caracteritzen per ser molt durs, tenir punts de fusió molt elevats i ser poc conductors.



Diamond



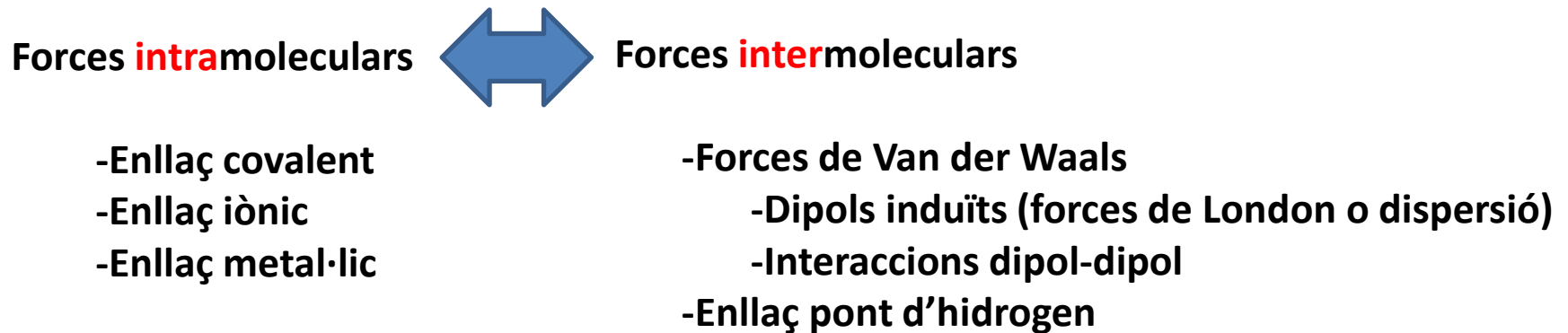
Graphite

Forces intra- / intermoleculars

Forces intra- vs intermoleculars

La matèria està formada de partícules discretes, els àtoms, que es combinen per formar molècules mitjançant enllaços covalents o compostos iònics o metàl·lics. Les forces que uneixen els àtoms per formar molècules o compostos són les **forces intramoleculars**.

Les molècules s'uneixen entre elles mitjançant **forces intermoleculars** per formar els líquids i els sòlids.



Aquestes forces influeixen les propietats físiques dels **compostos covalents** (per exemple punt de fusió i punt d'ebullició) i són les responsables de la formació de fases condensades (sòlid i líquid)

Forces intermoleculars

Forces de Van der Waals.

Dipols induïts

En les molècules que tenen moment dipolar total nul o en els àtoms neutres, el moviment electrònic pot provocar l'aparició de **dipols instantanis**. La presència d'aquests dipols pot induir a la formació d'altres dipols.

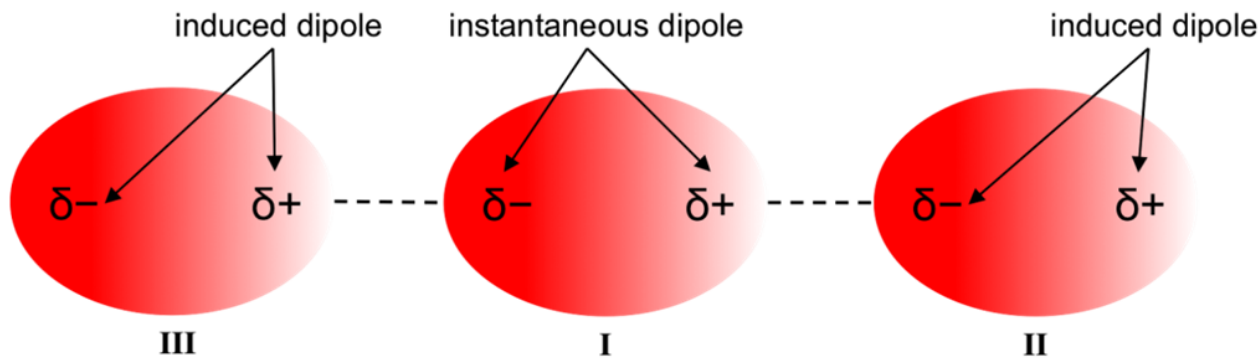
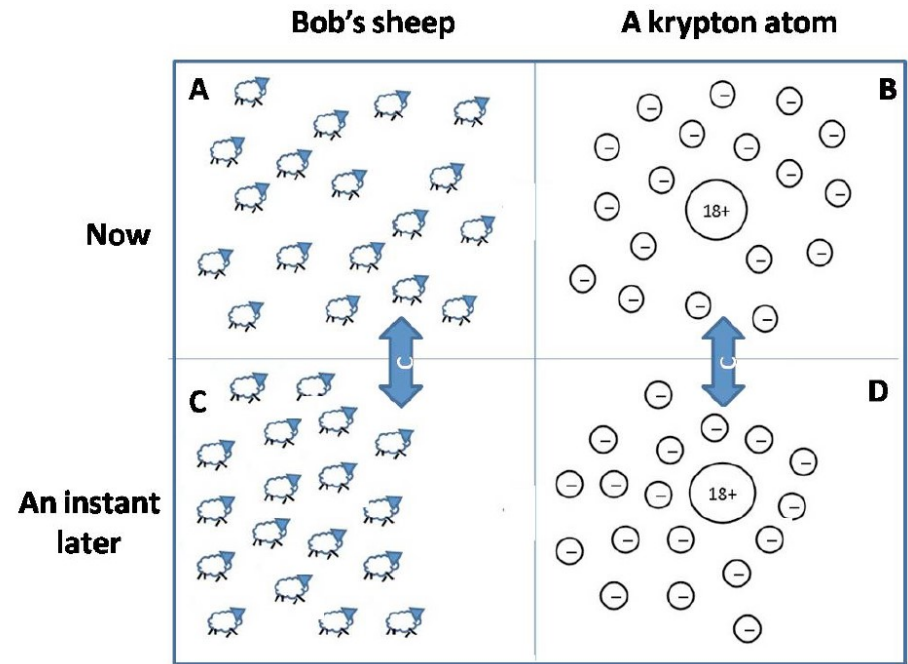


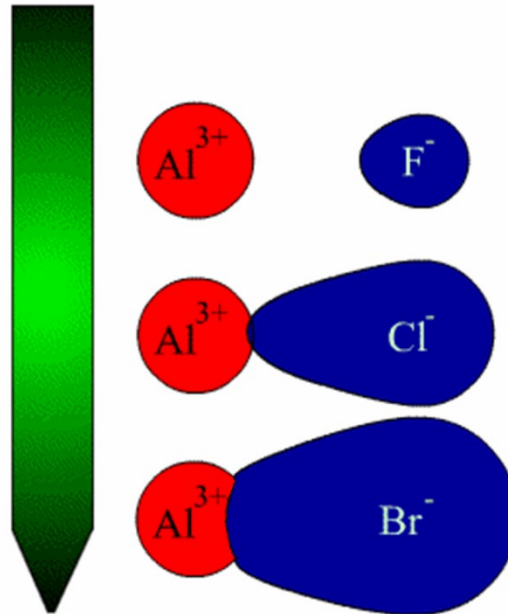
Figura 3.1. Quan es forma un dipol de forma temporal a la molècula I (dipol instantani) aquesta atrau els electrons de la molècula II i repel·l els electrons de la molècula III, formant-se dipols induïts a les dues molècules.

Forces intermoleculars

Forces de Van der Waals. Dipols induïts

Les forces de Van der Waals entre dipols induïts depenen de :

- Polaritzabilitat (facilitat en que es distorsiona el núvol electrònic d'una substància degut a l'efecte d'un camp elèctric). La polaritzabilitat augmenta amb el tamany atòmic.

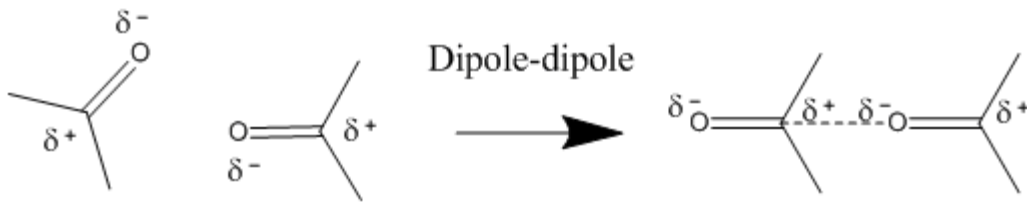


- Pes molecular: la superfície en la que poden operar les forces augmenta
- Forma molecular: l'àrea superficial depèn de la forma de la molècula

Forces intermoleculars

Forces de Van der Waals. Interaccions dipol-dipol

En les molècules que tenen moment dipolar total NO nul els dipols són permanents i tendeixen a alinear-se per maximitzar les atraccions i minimitzar les repulsions.



Forces dipol-dipol a les molècules d'acetona

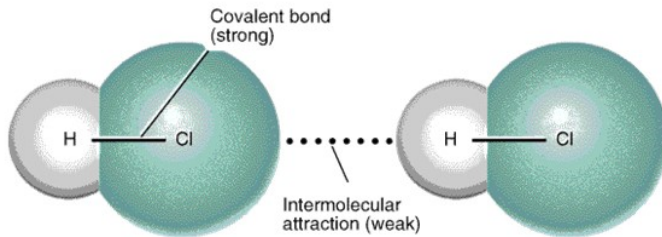


Figura 3.3. Forces dipol-dipol a les molècules d'àcid clorhídric.

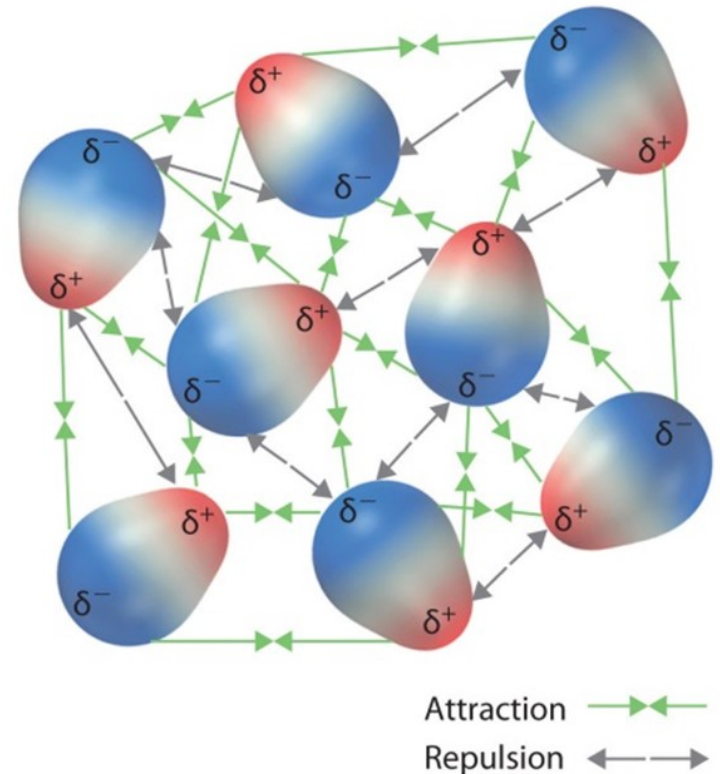
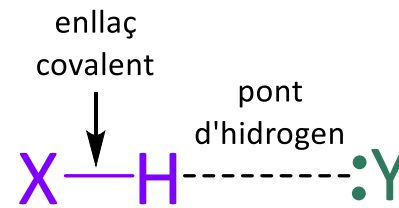


Figura 3.4. Moltes molècules, a l'estat líquid, presenten forces dipol-dipol tant d'atracció com de repulsió. De mitjana, les interaccions atractives dominen.

Forces intermoleculars

Enllaç per pont d'hidrogen

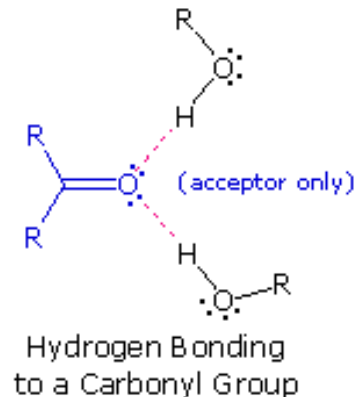
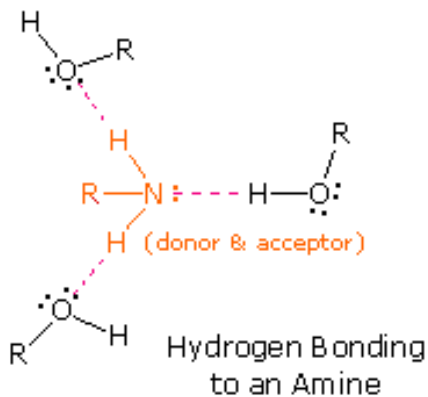
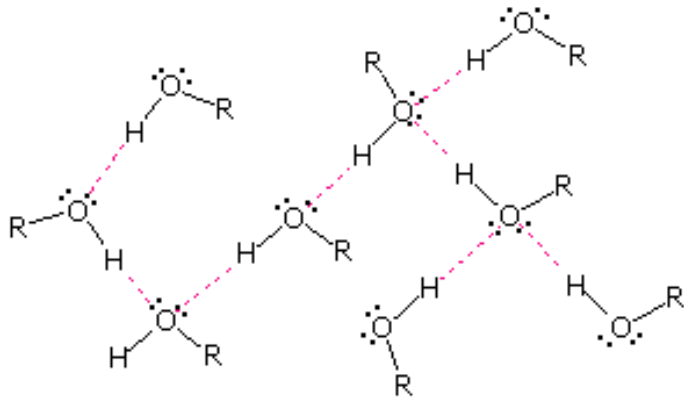


Donador de pont d'H:

Molècula amb un H unit a un àtom electronegatiu ($X = N, O \text{ o } F$)

Acceptador de pont d'H:


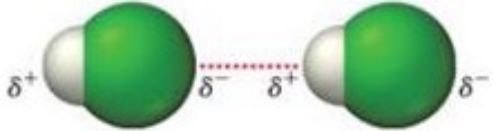
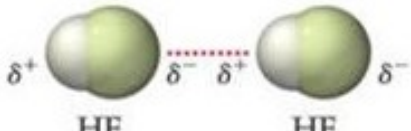
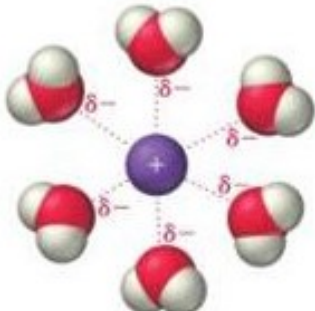
Molècula amb un àtom (Y) amb un parell d'electrons no compartit



Forces intermoleculars

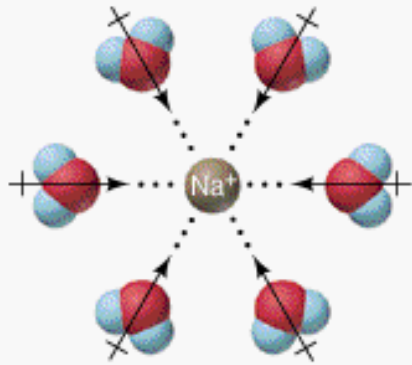
Comparació dels diferents tipus de forces intermoleculars

TABLE 12.5 Types of Intermolecular Forces

Type of Force	Relative Strength	Present in	Example
dispersion force (or London force)	weak, but increases with increasing molar mass	all atoms and molecules	 H ₂ H ₂
dipole–dipole force	moderate	only polar molecules	 HCl HCl
hydrogen bond	strong	molecules containing H bonded directly to F, O, or N	 HF HF
ion–dipole	very strong	mixtures of ionic compounds and polar compounds	

Forces intermoleculars

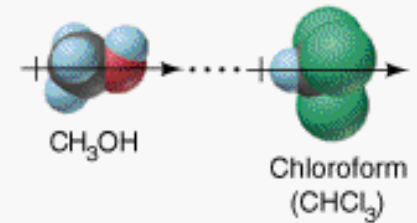
Comparació dels diferents tipus de forces intermoleculars



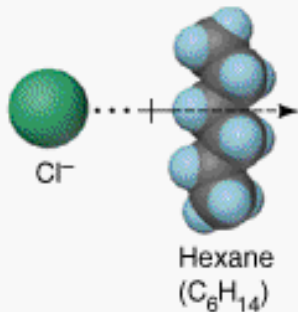
Ion-dipole



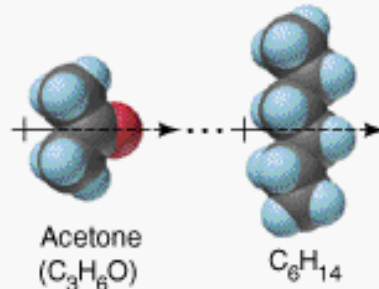
H bond



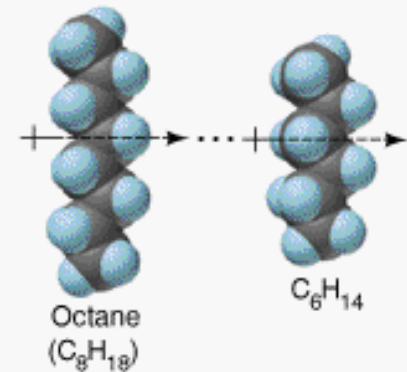
Dipole-dipole



Ion-induced dipole



Dipole-induced dipole



Dispersion