

# LÍQUIDOS, SÓLIDOS Y GASES S INTERMOLECULARES

de atracción entre moléculas

tomos entre sí

ular Enlace covalente

(grandes o pequeña

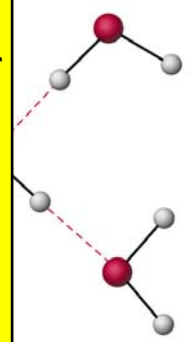
$T \uparrow$  movimiento constante, aleatorio

$T \downarrow$   $E_{\text{cinética}}$  agregados  $\downarrow$

Gotas de liquido

$T \downarrow \downarrow$

Sólido molecular



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Fuerzas Intramoleculares  $\leftrightarrow$  estabilidad de la molécula

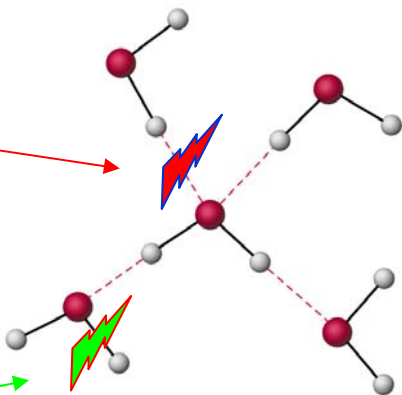
Fuerzas Intermoleculares  $\leftrightarrow$   
Propiedades del sólido y del líquido (ejemplo: PF., PE., ...)

Fortaleza:

Intramolecular > Intermolecular

$\text{H}_2\text{O}: \Delta H_v = 41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

requiere  $980 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



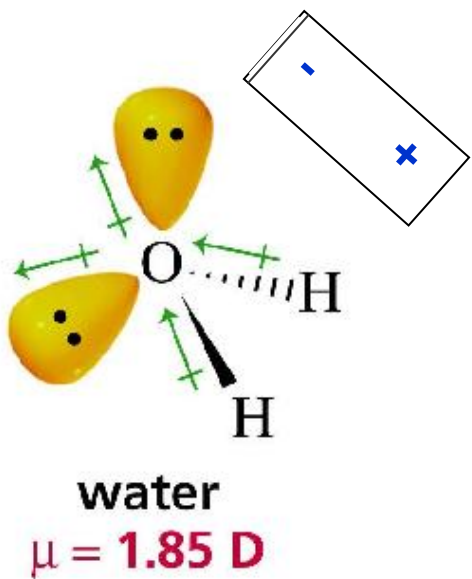
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

- **Tipos de fuerzas intermoleculares**
  - 1) **Fuerzas ión – dipolo**
  - 2) **Fuerzas ión – dipolo inducido**
  - 3) **Fuerzas de Van der Waals**
    - **dipolo – dipolo**
    - **dipolo – dipolo inducido**
    - **dipolo instantáneo – dipolo inducido**  
**(fuerzas de dispersión)**
  - 4) **Enlace de hidrógeno**

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange shape that resembles a stylized flame or a drop.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



positiva a un lado

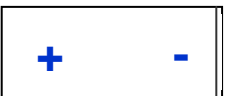
negativa al otro lado

## 1) Fuerzas ion – dipolo

Consideramos una molécula polar como un dipolo

Desplazamiento de carga

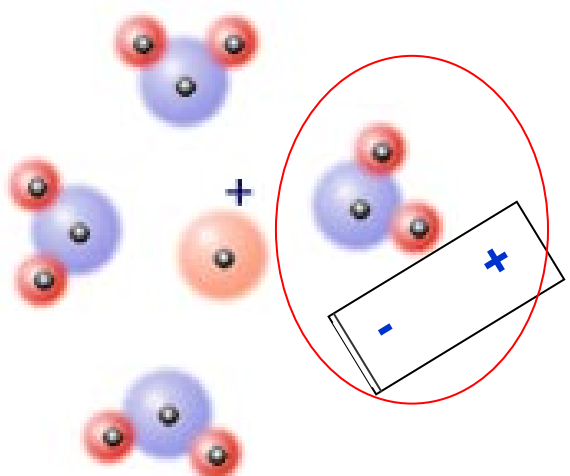
permanente



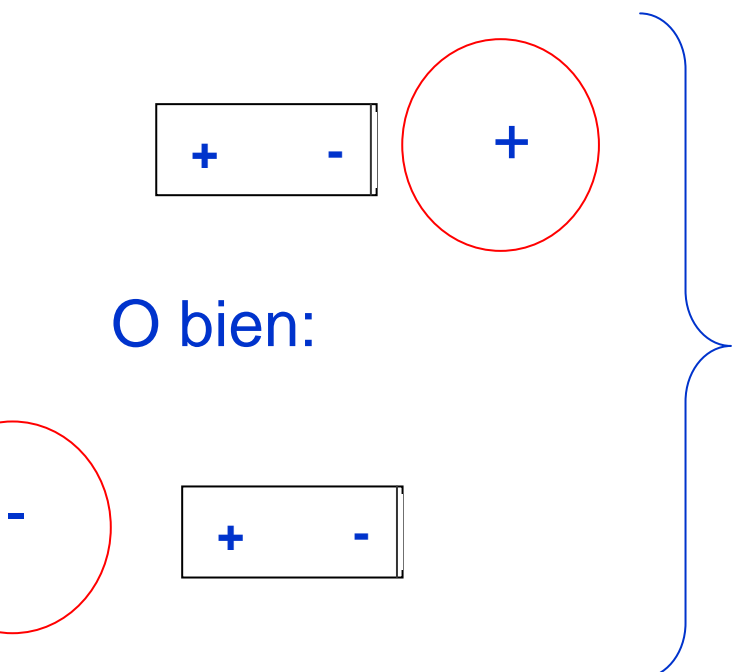
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

**En presencia de un campo eléctrico:  
o se alinea y orienta según el gradiente de campo**

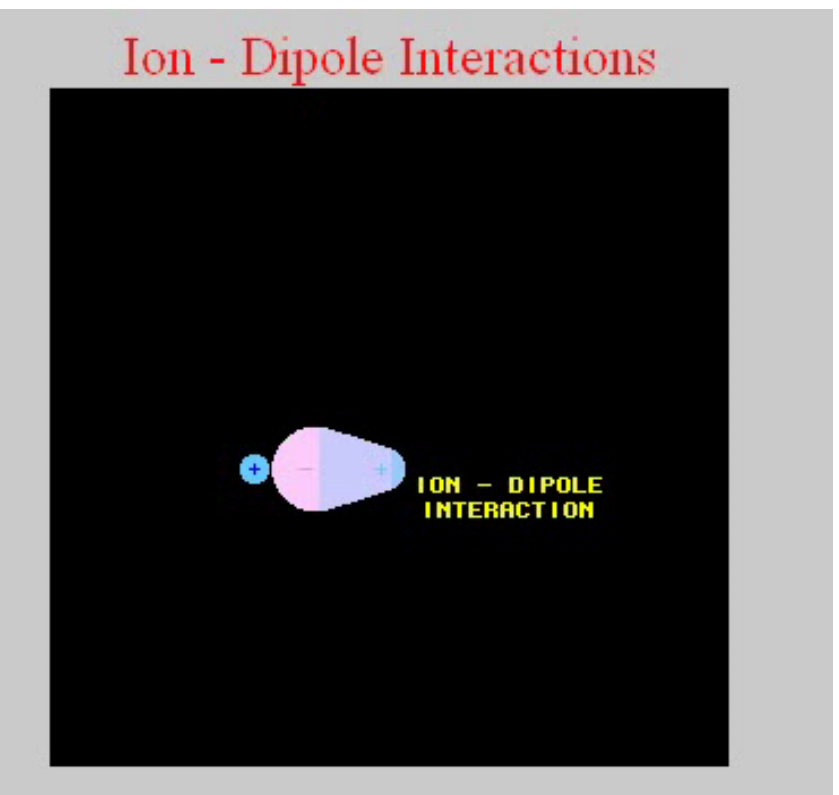


**Campo producido por un ión:**



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# Energía de interacción

$$E = -\frac{|Z^\pm| \mu}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

carga ión

distancia entre ión y centro de dipolo

## Tipo de interacción

análoga a la del enlace iónico

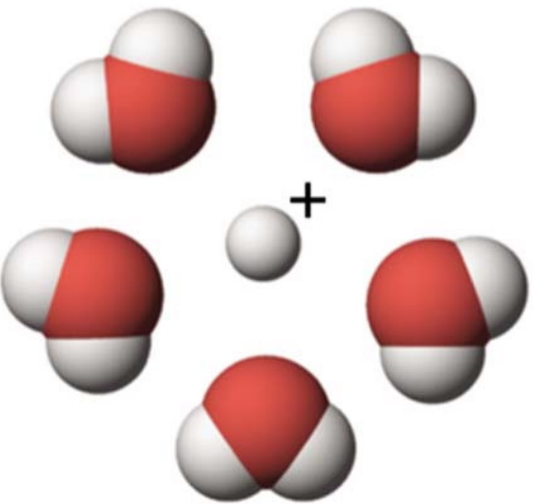
más débil:  $1/r^2$  en vez de  $1/r$

Ejemplos: disolución de compuestos iónicos en disolventes polares

Cartagena99

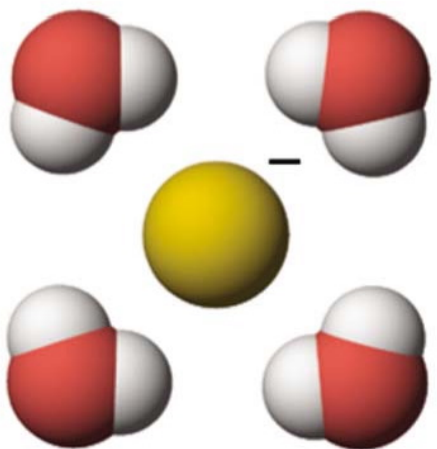
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Ejemplo: Disolución de $\text{CuCl}_2$ en agua

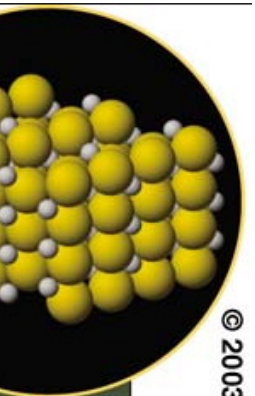
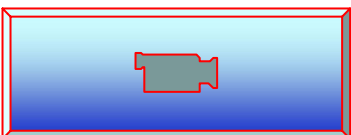


Water surrounding  
a cation

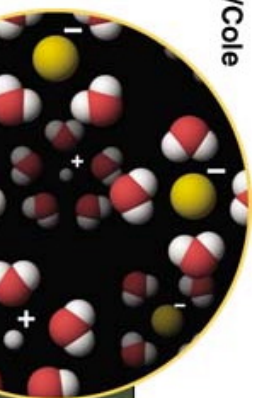
© 2003 Thomson - Brooks/Cole



Water surrounding  
an anion



© 2003 Thomson - Brooks/Cole



# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



## 2). Fuerzas ión – dipolo inducido

Ion en las proximidades de una molécula apolar



Deformación de la nube electrónica



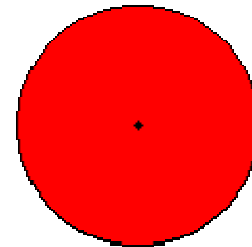
Momento dipolar

$$\frac{1}{2} \frac{Z^2 \alpha}{r^4}$$

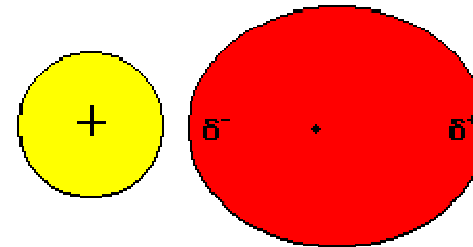
on  
abilidad

Muy débiles:

$$1/r^4$$



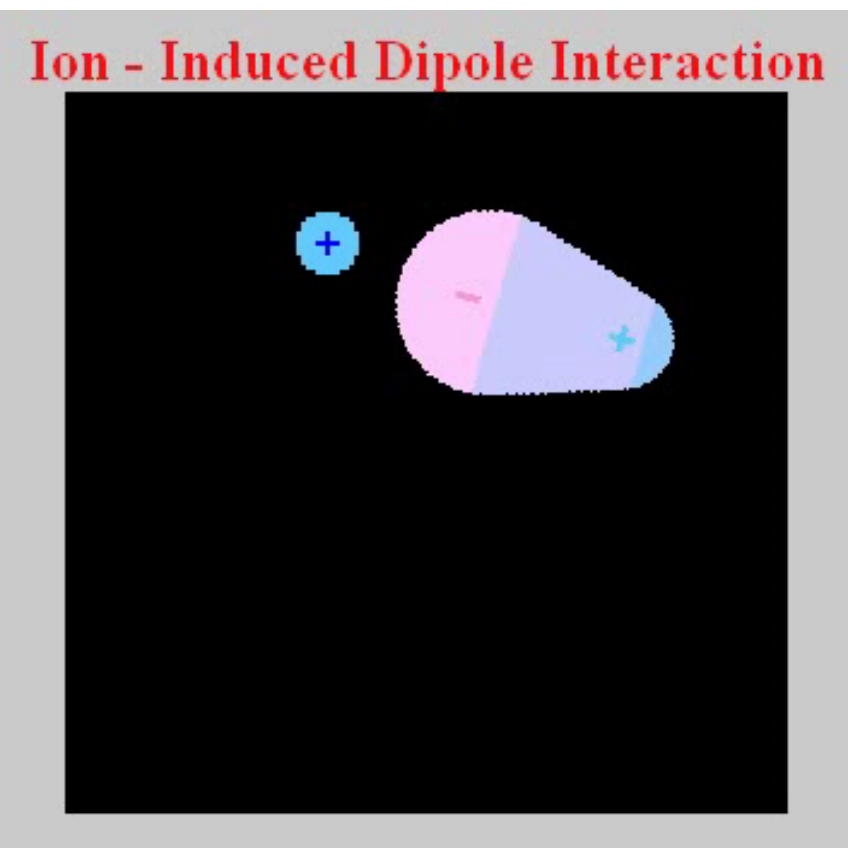
Spherical atom with no dipole. The dot indicates the location of the nucleus.



Upon approach of a charged ion, electrons in the atom respond and atom develops a dipole.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Ejemplo: disolución de compuestos iónicos en Disolvente apolares



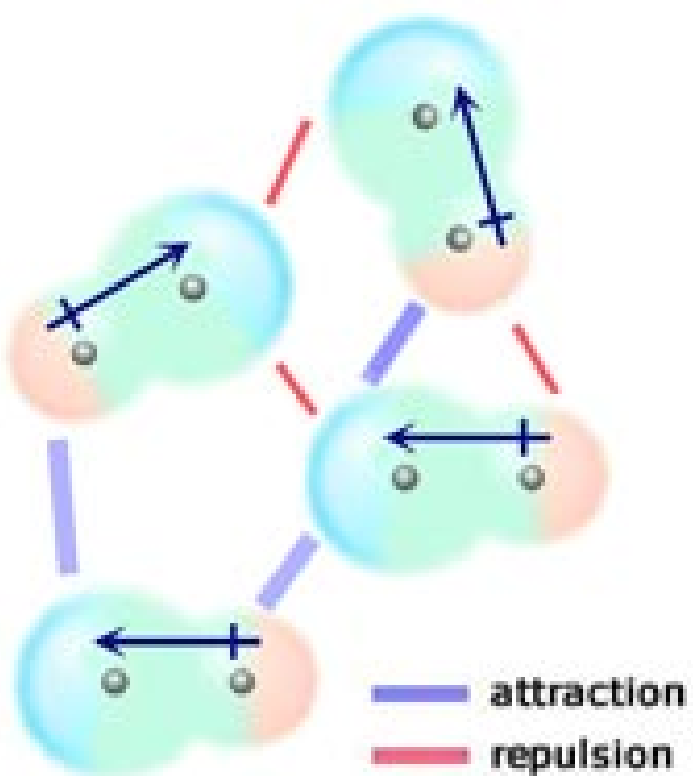
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

### 3)Fuerzas de Van der Waals

#### A ) Fuerzas dipolo – dipolo

**Atracción molécula polar – molécula polar**  
**Por orientación adecuada de los dipolos**



Dipole-Dipole Interactions

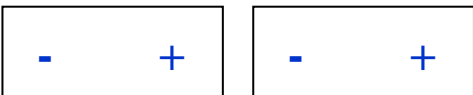


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

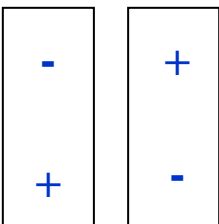
## Dos formas de colocación

**-configuración cabeza – cola**  
**Moléculas voluminosas**

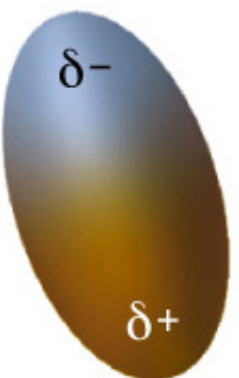
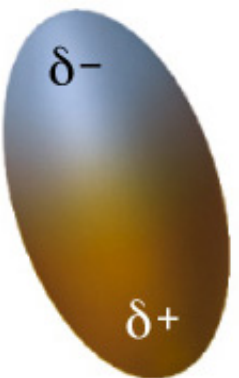


$$E = - \frac{2\mu_1\mu_2}{4\pi\epsilon_0 r^3} \quad \text{dependencia } 1/r^3 \Rightarrow \text{fuerzas débiles}$$

**-configuración antiparalela**  
**Moléculas pequeñas**



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## B) Fuerzas dipolo – dipolo inducido

### Atracción molécula polar – molécula apolar

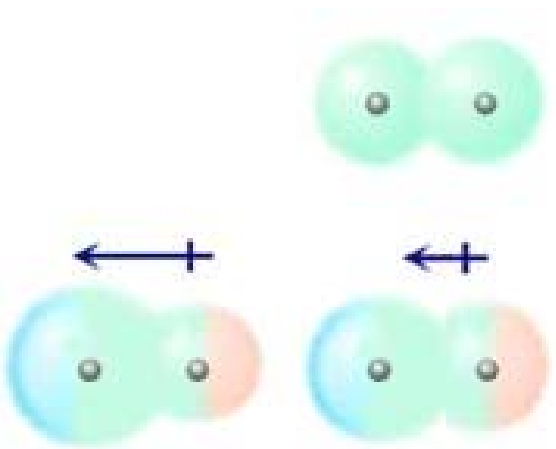
$$E = -\frac{1}{2} \frac{\mu^2 \alpha}{r^6}$$

Aumentan con el momento dipolar de la molécula polar y la masa de la molécula apolar

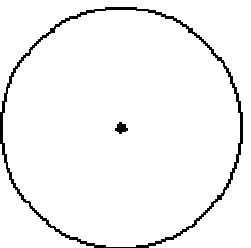
↓  
Al aumentar la masa molecular aumenta el número de electrones (y el tamaño) y es mas fácil inducir un dipolo (menor atracción núcleo-e)

The logo for Cartagena99 features the name 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange arrow-like shape pointing to the right.

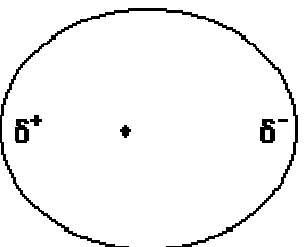
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Molécula dipolar-molécula apolar



Spherical atom with no dipole.  
Dot indicates the location  
of the nucleus.



Each of a molecule with a  
charge of electrons in the atom respond  
to the electric field and develops a dipole.

Molécula polar-átomo esférico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

---

ecule produces an electric field which can distort the electron cloud of a nearby molecule. If a non-polar molecule (top right of the figure) is brought near a polar molecule (lower left) the field from the polar molecule can induce a dipole moment in a nearby molecule (lower right). This will cause the an attraction between the molecules. This type of force is responsible for the solubility of non-polar molecule) in water (polar).

the induced dipole depends on the ease with which the electron distribution in the non-polar molecule can be distorted by the field of the polar molecule. This is a property of any molecule called its polarizability. In general molecular polarisability is larger for molecules with a larger volume (for example, molecules containing atoms with large atomic number).

3 Alvarado; 09/10/2006

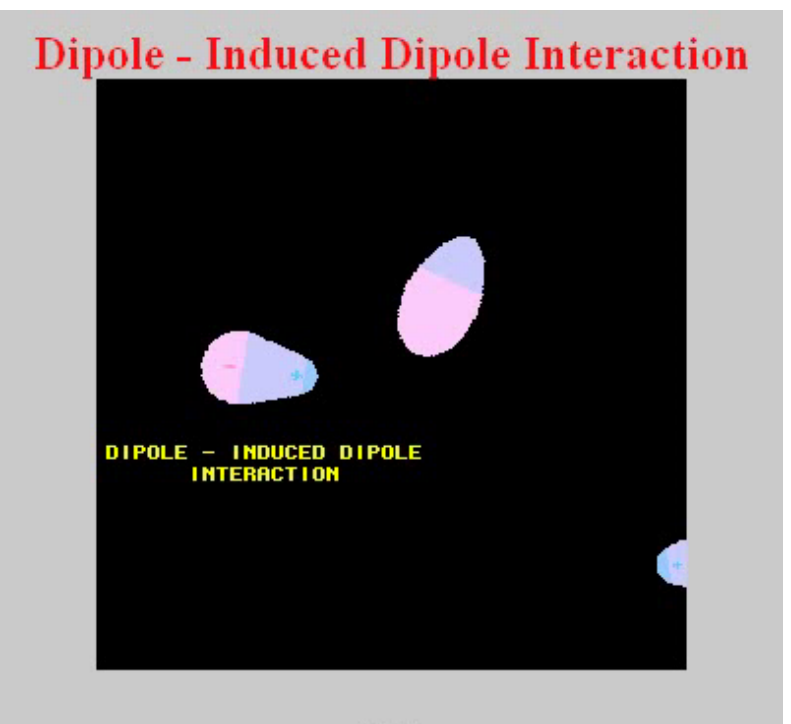
The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is set against a light blue background that has a subtle, abstract shape. Below the text, there is a vertical orange and yellow gradient bar that tapers at the top and bottom.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

--

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**





Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## C) Fuerzas de dispersión de London o dipolo instantáneo-dipolo inducido

### Atracción molécula apolar – molécula apolar

producen en todo tipo de moléculas (polares o no)

¿Cómo se producen?

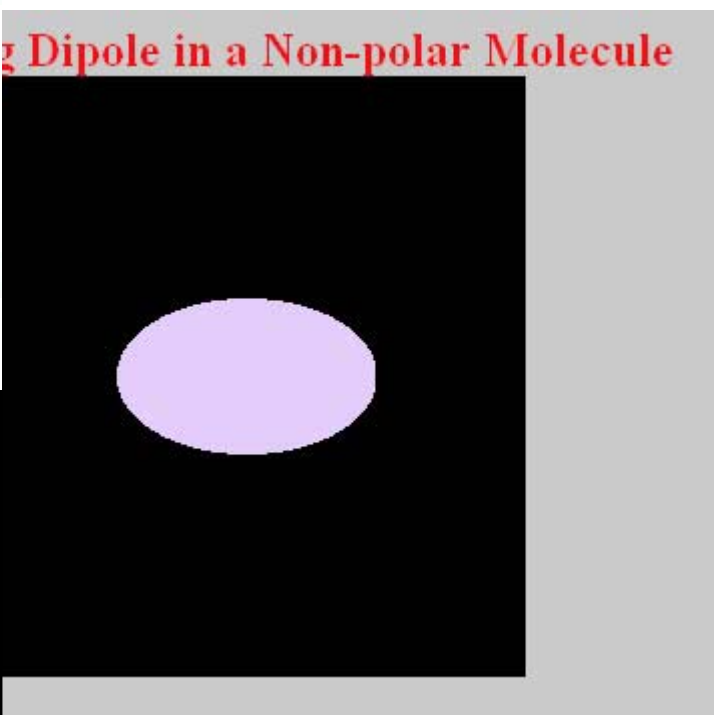
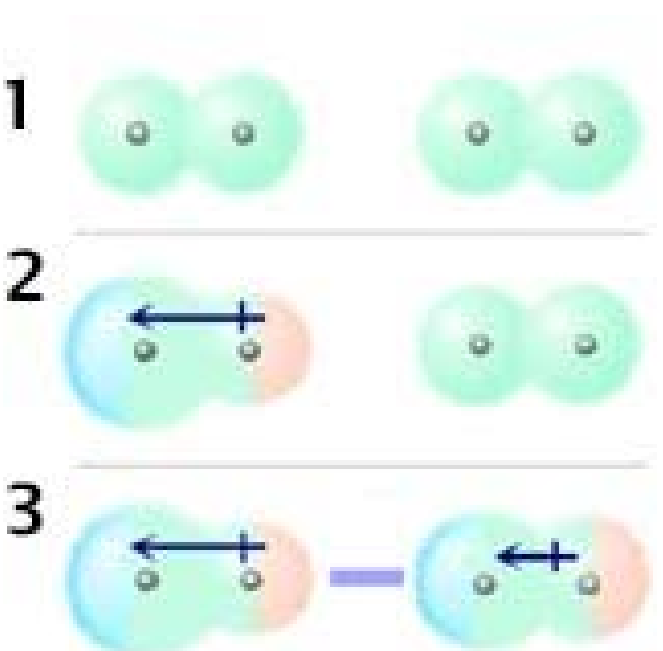


aparición de un dipolo instantáneo en una molécula debido al movimiento de los electrones induce un dipolo en la molécula contigua

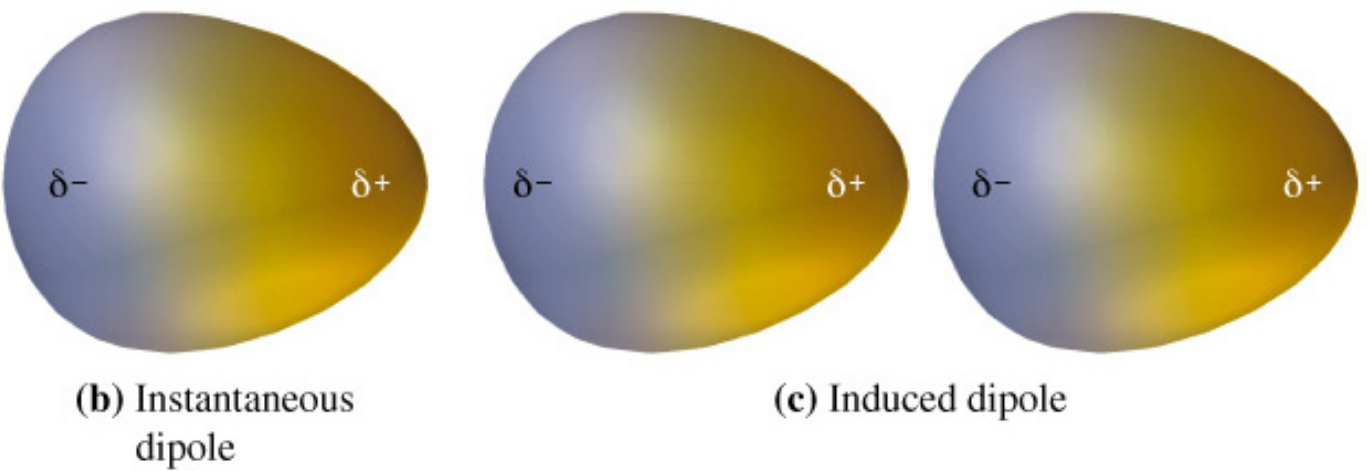
└

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange shape that resembles a stylized flame or a drop.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

$$E = -\frac{3\alpha_1\alpha_2}{2(4\pi\epsilon_0)r^6}$$

Dependen directamente de las polarizabilidades

Aumentan con la masa molecular



Al aumentar el tamaño molecular (masa) aumenta el número de electrones y es más fácil la aparición de un dipolo instantáneo

favorecen la **condensación** de sustancias apolares

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange arrow-like shape pointing downwards.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# SÓLIDOS, LÍQUIDOS GASES

as:  $E_{\text{atracción}} > E_{\text{térmica}}$

as:  $E_{\text{atracción}} < E_{\text{térmica}}$

---

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

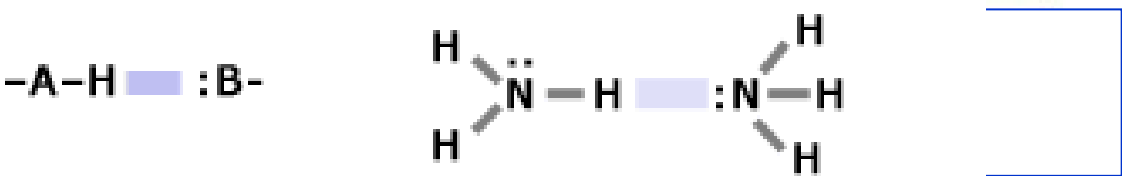
The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is set against a background of a light blue and orange abstract shape that resembles a stylized flame or a drop.

## D) Enlace de H

¿En qué consiste el enlace de hidrógeno?



Interacción **dipolo-dipolo** entre el **átomo de H** de un **polar H-X** y un **átomo muy electronegativo** como **F, O o N**



promedio del enlace de H > interacción dipolo-dipolo sencilla

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

¿Cómo se puso de manifiesto la existencia de enlaces de hidrógeno?



Variación anómala del PE en series de compuestos similares (ej: hidruros de elementos de los grupos 15, 16 y 17)



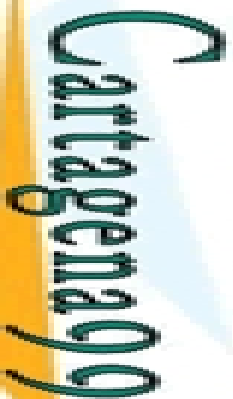
En cada una de las series el hidruro más ligero ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{HF}$ ) tienen PE más alto, contrariamente a lo esperado en función de las masas moleculares

¿Cómo se explicó esta anomalía?



Formación de enlaces de hidrógeno

┌

The logo for Cartagen99 features the text 'Cartagen99' in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange arrow-like shape pointing downwards.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



---

tion of the molecules prevents a perfect alignment of the dipoles. Nevertheless, the dipoles do maintain a general arrangement  
he attractions

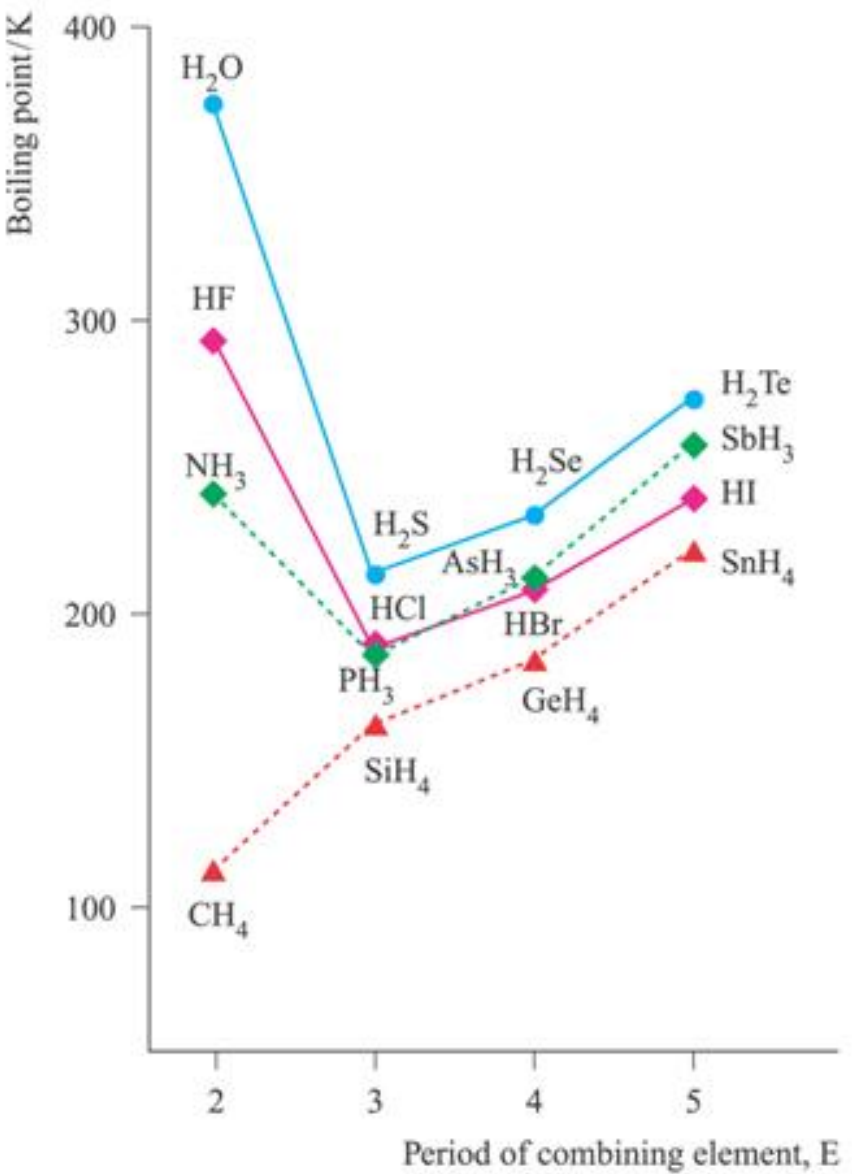
3 Alvarado; 07/10/2006

The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is set against a background of a light blue and white map of Colombia, with a yellow and orange arrow pointing upwards from the bottom left.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

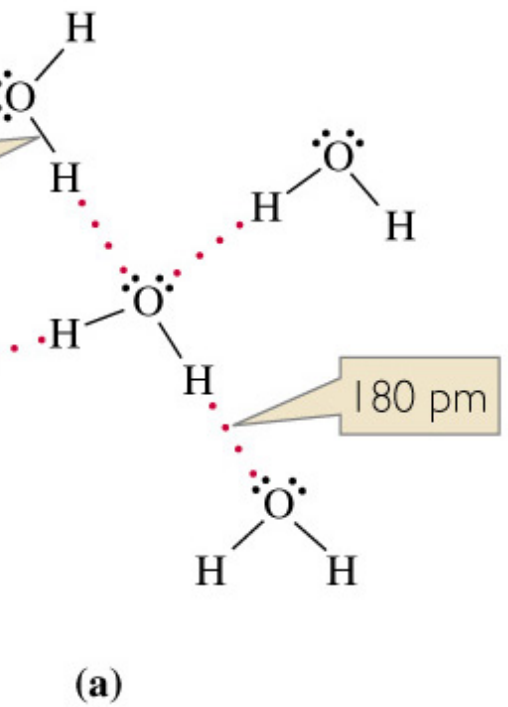
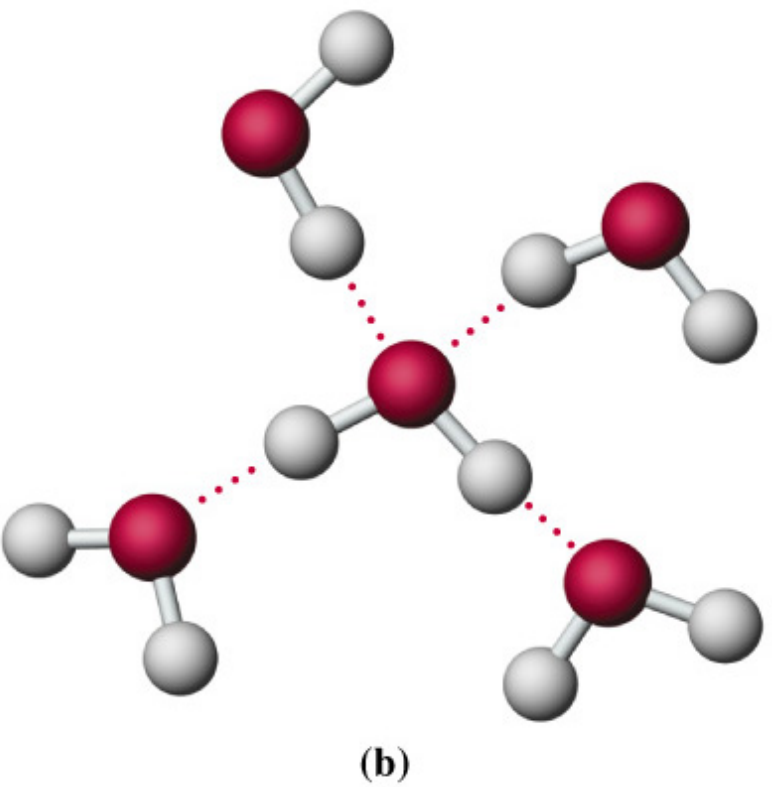
**-- --**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

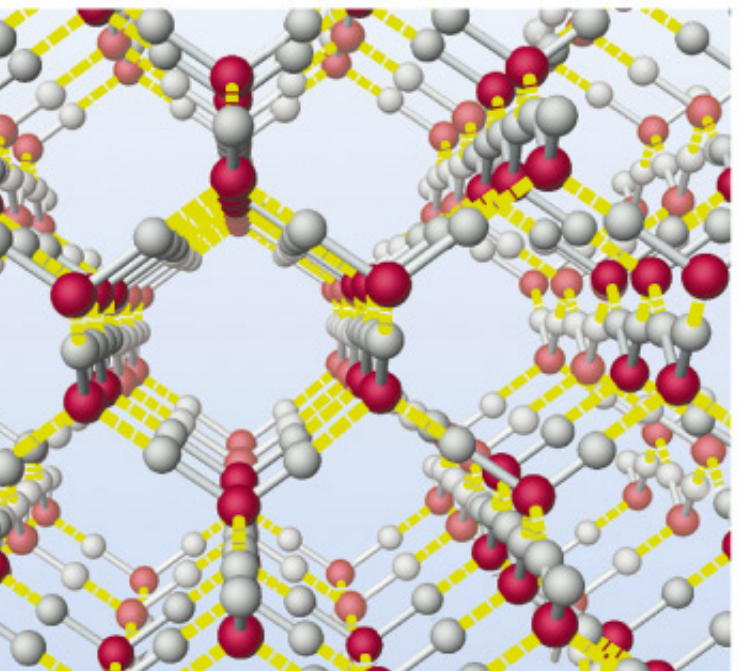


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
...  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



(b)



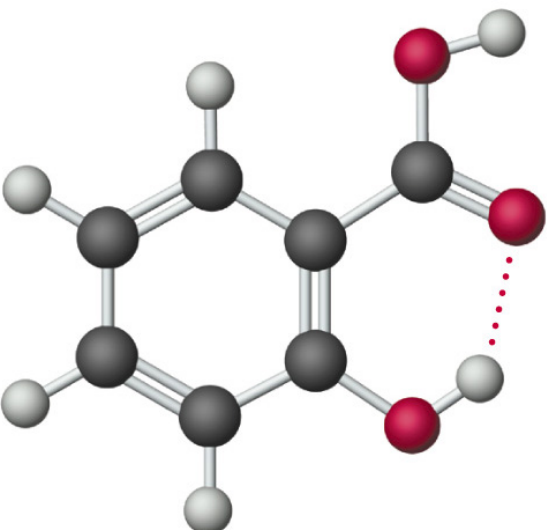
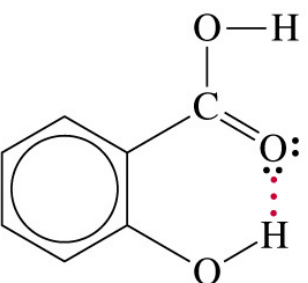
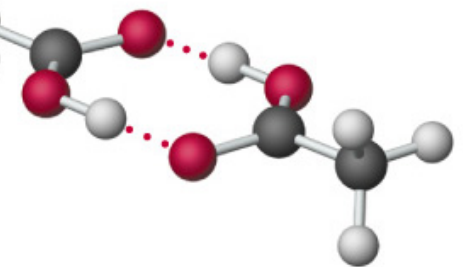
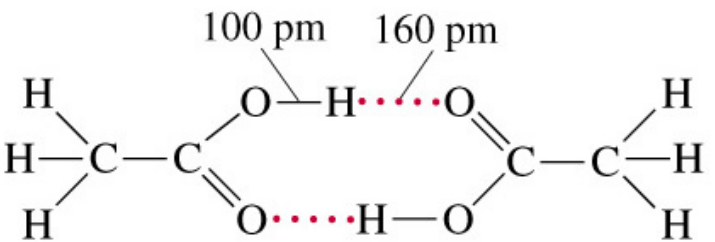
(a)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

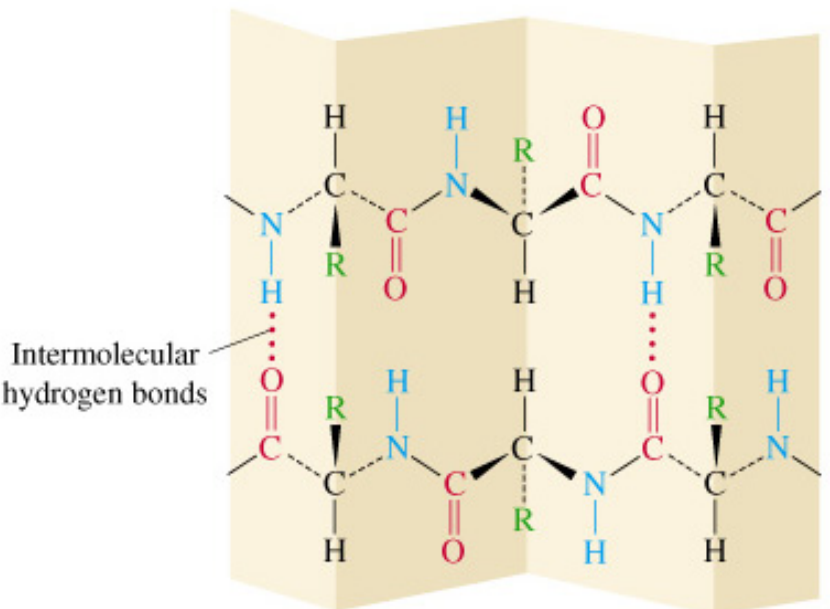


Cartagena99

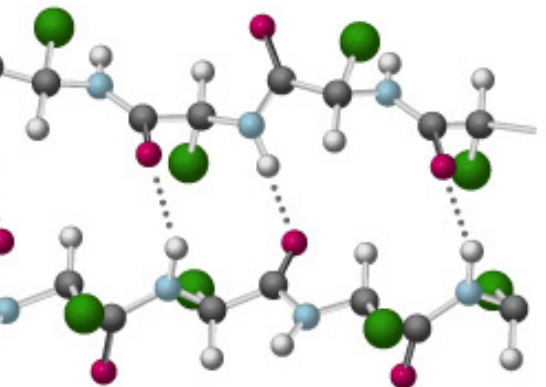
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



(a)



Cartagen99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIÁ WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

---

ed sheet arrangement, protein chains run parallel or in alternating directions. The chains are held together by hydrogen bonds that if an NH group to the O in a CO group on the neighboring chain. The structural formula emphasizes the pleats (right). Imagine tten on a pleated sheet of paper.

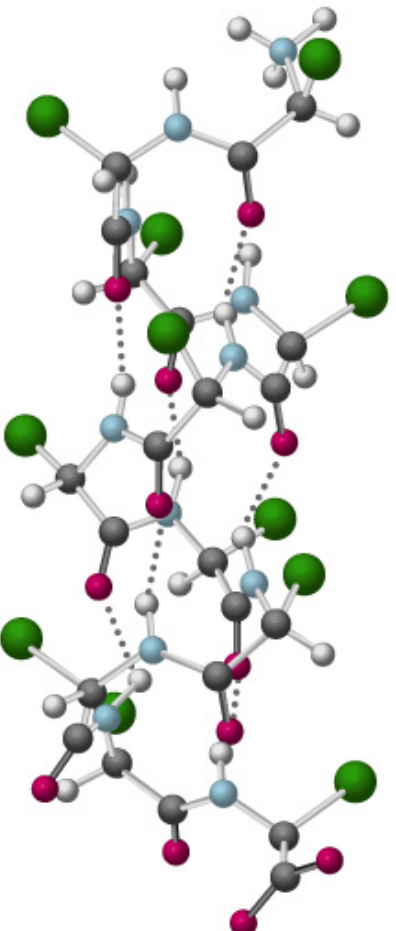
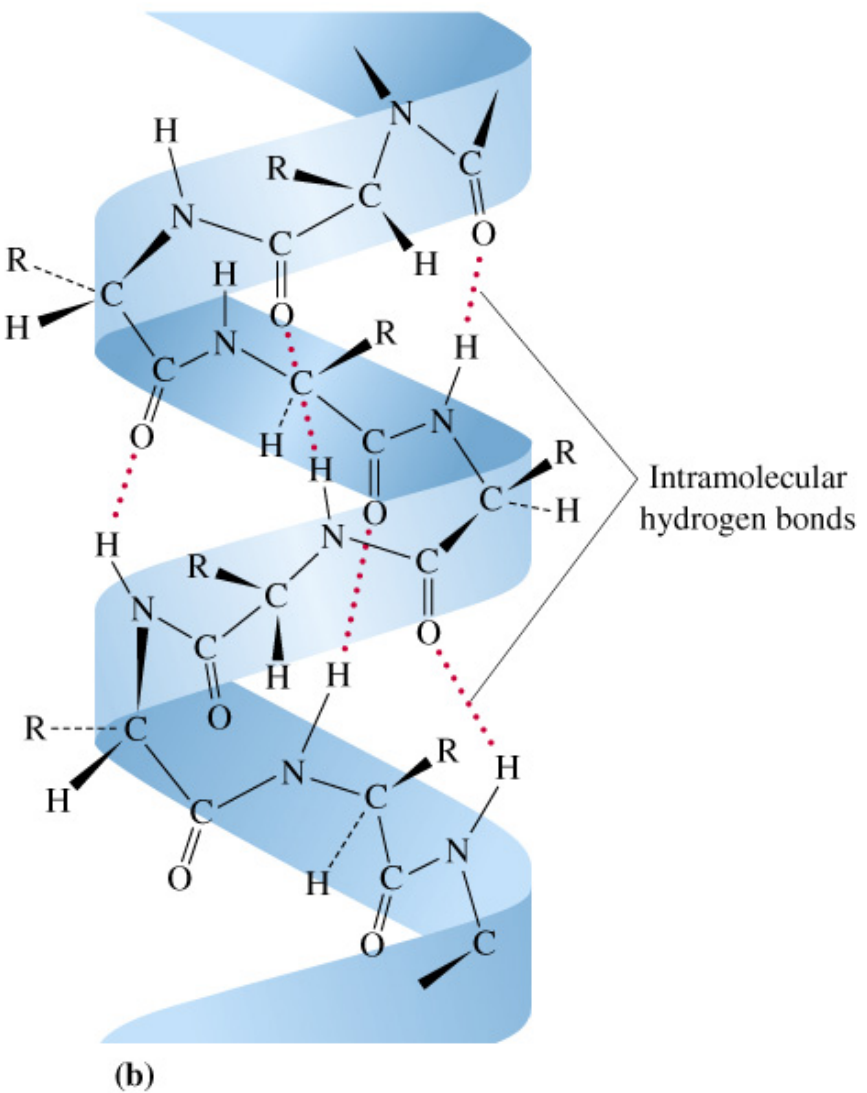
3 Alvarado; 07/10/2006

The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is set against a background of a light blue and white abstract shape that resembles a stylized map of the city or a decorative element. The number "99" is slightly larger and more prominent than the word "Cartagena".

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**--**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



---

lical arrangement, the protein chain is coiled into a helix. Each NH group is hydrogen bonded to a CO group one helical turn (3.6 units) away in the same chain, giving a fairly rigid cylindrical structure with side chains on the outside.

3 Alvarado: 07/10/2006

The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is set against a light blue background that resembles a map of the island of Cartagena. A yellow and orange arrow-like shape points upwards from the bottom left towards the text.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**-- --**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**