

ESTRUCTURA DE LAS MOLÉCULAS ORGÁNICAS

Tema 2

Cristina Díaz Oliva

Dpto Química Física Aplicada. Módulo 14-400b

cristina.oliva@uam.es

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

Universidad Autónoma

de Madrid



CIENCIAS

Estructura de las moléculas orgánicas

- Enlace covalente. Estructuras de Lewis.
 - Carga formal.
 - Resonancia.
- Teoría del enlace de valencia.
 - Hibridación de orbitales atómicos.
- Efectos electrónicos.
 - Inductivo.
 - Mesómero (o conjugativo).
- Benceno y aromaticidad.

Cartagena99

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

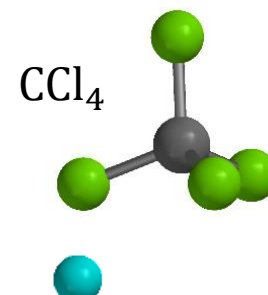
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Introducción

Química Orgánica:

- Estudia los compuestos de carbono (Química del Carbono).
 - Excepto diamante, grafito, CO_2 , CO , CN^- , CO_3^- (inorgánicos).
- Es la química de los seres vivos.
 - Enzimas, proteínas, carbohidratos, ácidos nucleicos (compuestos orgánicos) participan en los procesos de los organismos vivos.
- Carbono:
 - Capacidad de unirse mediante enlaces covalentes:
 - A sí mismo de manera casi ilimitada.
 - Al hidrógeno.



Cartagena99

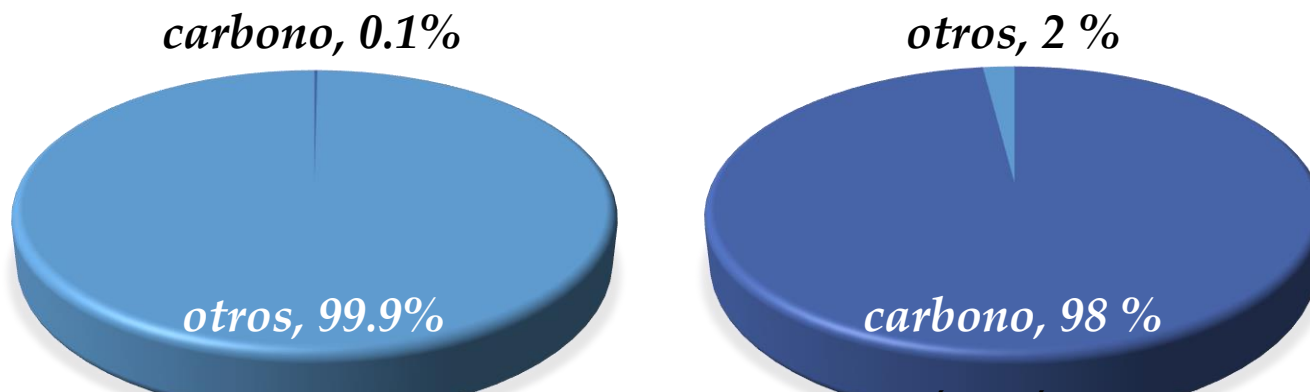
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Introducción

- Los compuestos orgánicos son los más abundantes en la naturaleza.
 - Formados principalmente por C e H.
 - En menor proporción: N, S, O, P (heteroátomos).



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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Enlace Covalente. Estructuras de Lewis

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

Cristina Díaz Oliva, Dpto. Química Física Aplicada

Enlace covalente

Teoría de Lewis.

- Los átomos se combinan formando moléculas para alcanzar una configuración electrónica estable.
- Estabilidad máxima: Átomo isoelectrónico con un GN.
 - Generalmente, configuración electrónica con 8 e^- más externos (*octeto*).
- Los átomos comparten e^- para alcanzar el octeto (*regla del octeto*).
- En la formación del enlace químico solo entran en contacto las regiones más externas de los átomos (*e^- de valencia*).

Cartagena99

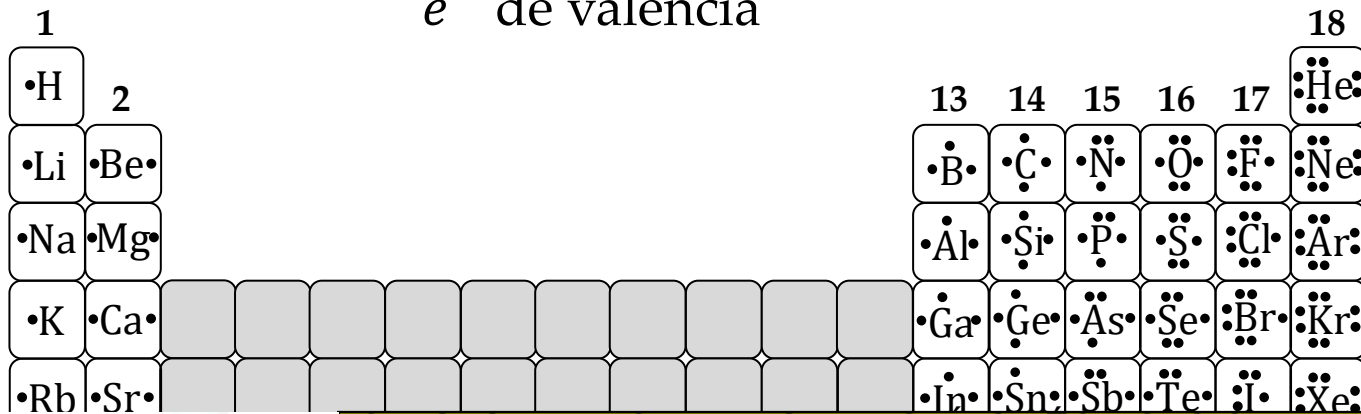
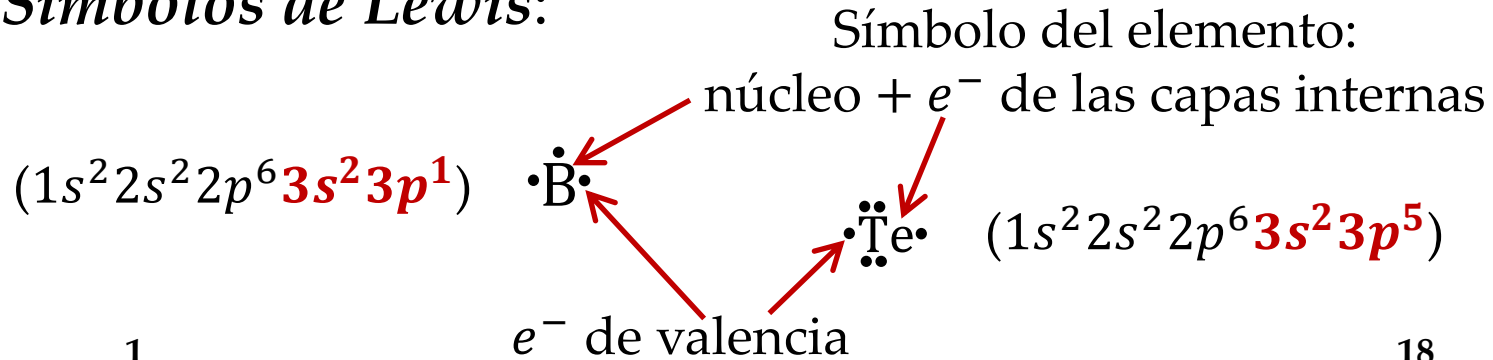
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Teoría de Lewis

□ Símbolos de Lewis:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

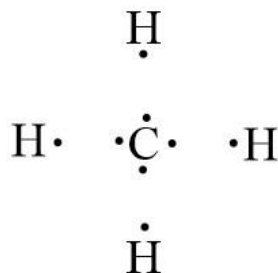
Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Teoría de Lewis

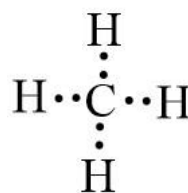
□ Estructuras de Lewis:

■ Enlace covalente. Sencillo

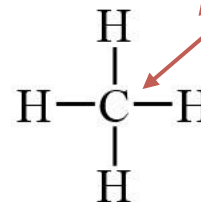
símbolos de Lewis



estructuras de Lewis



o



par enlazante

metano

pares no compartidos, solitarios o no enlazantes



Cartagena99

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

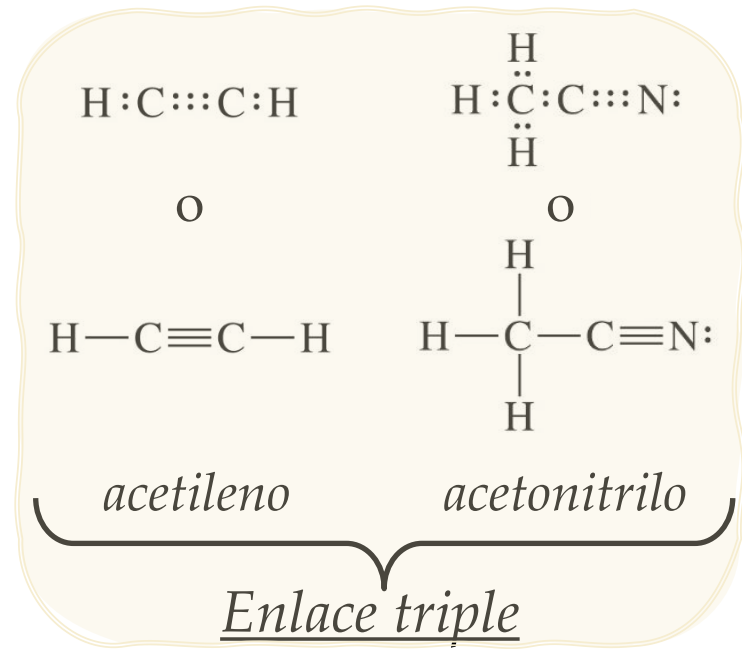
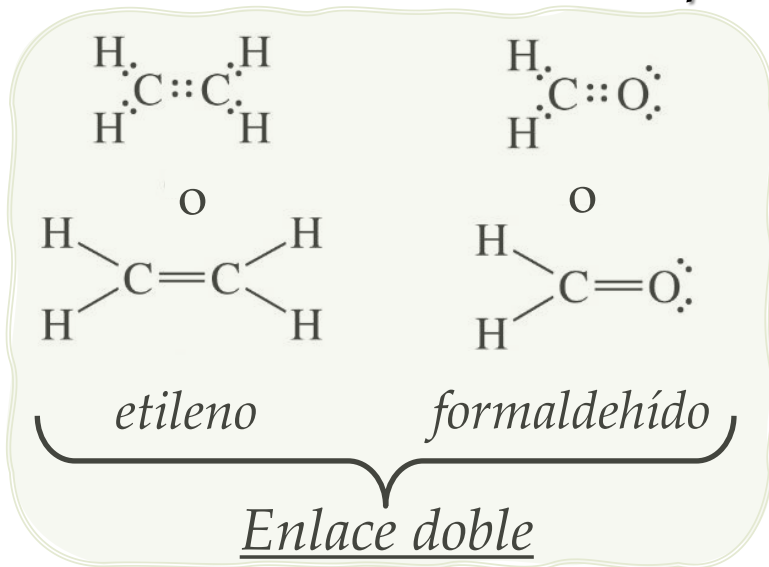
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis:

■ Enlace covalente. Múltiple



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

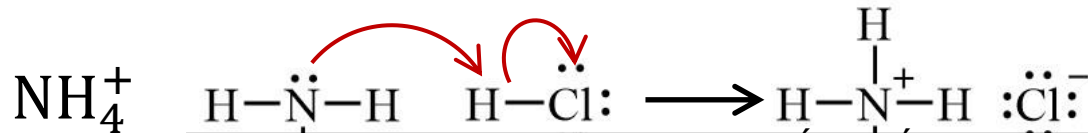
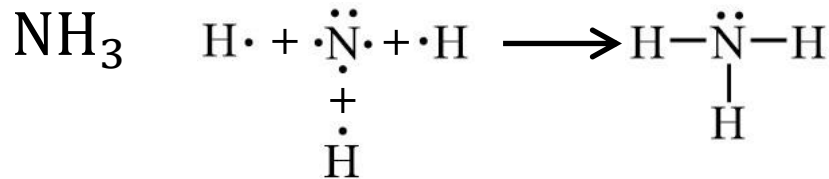
Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis:

■ Enlace covalente coordinado (o dativo)

- Los dos e^- del enlace covalente son aportados por el mismo átomo.



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

Teoría de Lewis

□ *Estructuras de Lewis:*

■ *Dibujar el esqueleto molecular.*

- Cuando solo existe un átomo de un elemento: seguro que es el central.
- Elegir como átomo central el de menor energía de ionización.
- El H y los halógenos casi siempre están unidos a un solo átomo. Ocupan posiciones terminales.
- Disponer los átomos simétricamente alrededor del átomo central.



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

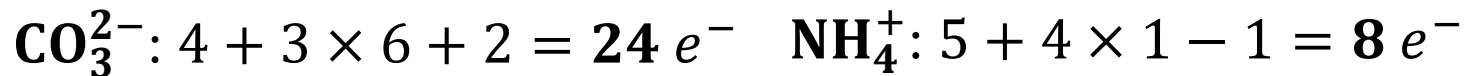
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Teoría de Lewis

□ *Estructuras de Lewis:*

- *Calcular el n° total de e⁻ de valencia* sumando los de cada átomo. En iones poliatómicos añadir o restar el n° de e⁻ necesarios para dar la carga total del ion.



- *Dibujar un enlace covalente sencillo* entre el átomo central y cada uno de los átomos que lo rodean. Cada enlace resta dos e⁻ al n° total de e⁻ de valencia.

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

Teoría de Lewis

□ *Estructuras de Lewis:*

- *Completar los octetos* de los átomos enlazados al átomo central. Estos e^- serán normalmente pares solitarios.
- *El resto de e^- se colocan sobre el átomo central.*
- *Si el átomo central tiene menos de 8 e^- ,* formar enlaces múltiples entre este átomo y los átomos terminales, utilizando los pares libres de estos últimos.

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

13

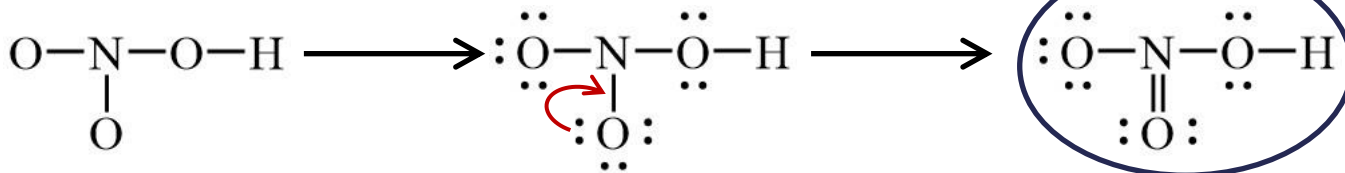
Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis:

■ Ej.: O N O H $n^\circ e^- \text{ valencia} = 5 + 3 \times 6 + 1 = 24$

HNO_3

O



CO_3^{2-}

O C O

$n^\circ e^- \text{ valencia} = 4 + 3 \times 6 + 2 = 24$

O

Cartagena99

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

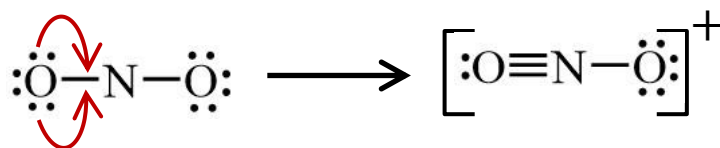
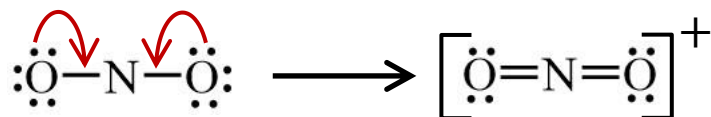
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis:

■ Carga Formal

$$\text{NO}_2^+ \quad n^\circ e^- \text{ valencia} = 5 + 2 \times 6 - 1 = 16$$



¿Cuál es la más probable?

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

Teoría de Lewis

□ *Estructuras de Lewis:*

■ *Carga Formal*

- *Diferencia entre el n° de e^{-} de valencia en el átomo libre y el n° de e^{-} asignados a ese átomo en la estructura de Lewis.*

Par solitario: pertenece al átomo sobre el que se encuentra.

Par enlazante: pertenece por igual a los dos átomos enlazados.

$$\text{carga formal} = \underbrace{n^{\circ} e^{-} \text{ valencia}} - \left(n^{\circ} e^{-} \text{ no enlazantes} + \frac{n^{\circ} e^{-} \text{ enlazantes}}{2} \right)$$

Cartagena99

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

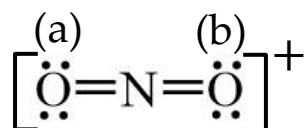
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis:

■ Carga Formal

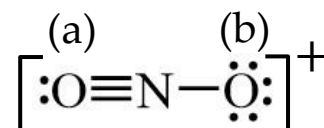
$$\text{carga formal} = n^{\circ} e^{-} \text{ valencia} - \left(n^{\circ} e^{-} \text{ no enlazantes} + \frac{n^{\circ} e^{-} \text{ enlazantes}}{2} \right)$$



$$CF(\text{N}) = 5 - \left(0 + \frac{8}{2} \right) = +1$$

$$CF(\text{O}_{(a)}) = 6 - \left(4 + \frac{4}{2} \right) = 0$$

$$CF(\text{O}_{(b)}) = 6 - \left(4 + \frac{4}{2} \right) = 0$$



$$CF(\text{N}) = 5 - \left(0 + \frac{8}{2} \right) = +1$$

$$CF(\text{O}_{(a)}) = 6 - \left(2 + \frac{6}{2} \right) = +1$$

$$CF(\text{O}_{(b)}) = 6 - \left(6 + \frac{2}{2} \right) = -1$$

Cartagena99

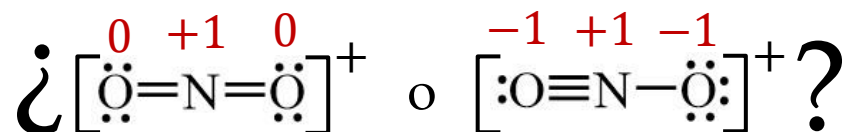
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis:

■ Carga Formal



Reglas

■ Si son necesarias:

$$EN(\text{O}) = 3.4$$

$$EN(\text{N}) = 3.0$$

- Debe haber el menor n° posible de CF.

- CF negativas sobre los átomos más electronegativos y positivas sobre los menos electronegativos.

■ Estructuras con CF de igual signo en átomos adyacentes: poco probables.

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

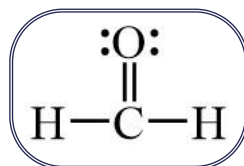
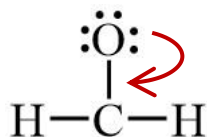
Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis:

■ Carga Formal

- ¿Estructura correcta para el formaldehído (CH₂O)?

$$n^{\circ} e^{-} \text{ valencia} = 4 + 6 + 2 = 12$$



$$CF(O) = 6 - (4 + 4/2) = 0$$

$$CF(C) = 4 - (0 + 8/2) = 0$$

$$CF(H) = 1 - (0 + 2/2) = 0$$

$$CF(O) = 6 - (2 + 6/2) = +1$$

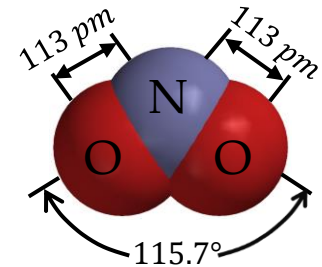
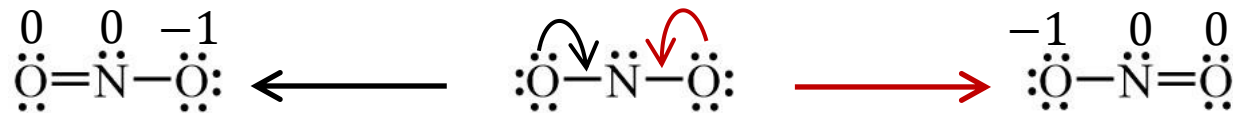
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

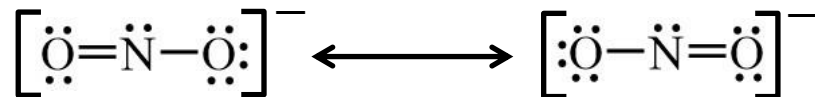
Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis:

■ Resonancia



- Es posible escribir dos estructuras igualmente aceptables, equivalentes: estructuras de resonancia (formas resonantes).



híbrido de resonancia

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

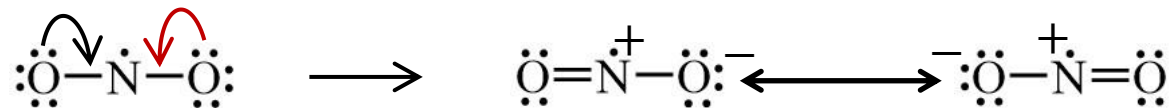
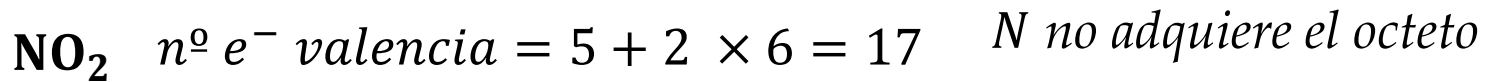
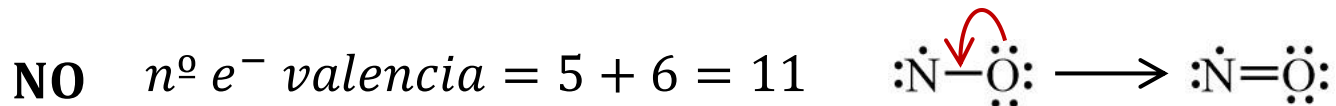
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis: Excepciones a la regla del octeto

■ Moléculas con un n° impar de e^-

- Estructura con e^- desapareados.



- Radicales libres: muy reactivos

Cartagena99

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

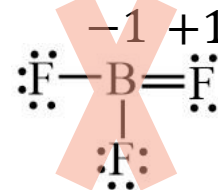
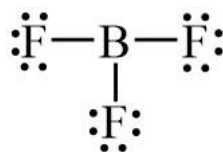
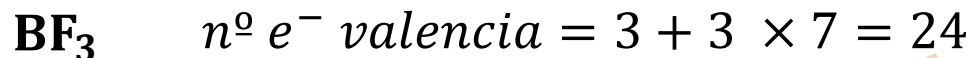
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis: Excepciones a la regla del octeto

■ Octetos incompletos

- Átomo central deficiente en e^- (*Be, B, Al*).



Cartagena99

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

- - -

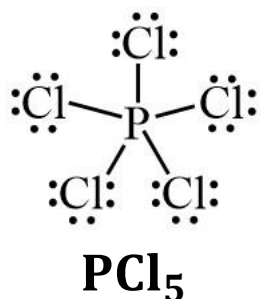
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis: Excepciones a la regla del octeto

■ Octeto expandido

- Moléculas con átomos del tercer periodo y siguientes, con participación de orbitales *d* en el enlace.



$$n^{\circ} e^{-} \text{ valencia: } 5 + 5 \times 7 = 40$$

$$e^{-} \text{ en la capa externa: } 10$$

- Expansión de la capa de valencia, cuando es:

- Necesario: existen más electrones que los que se requieren para

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

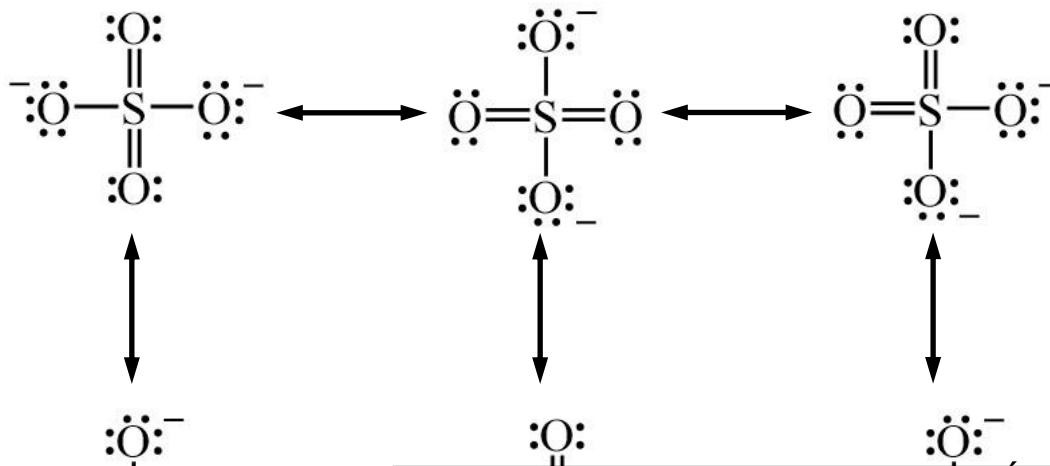
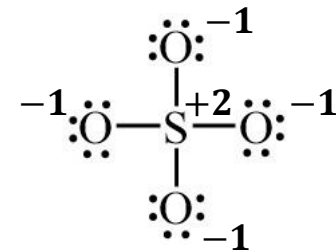
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Teoría de Lewis

□ Estructuras de Lewis: Excepciones a la regla del octeto

■ Octeto expandido

$$\text{SO}_4^{2-} \quad n^{\circ} e^{-} \text{ valencia} = 6 + 4 \times 6 + 2 = 32$$



híbrido de resonancia

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

Propiedades del enlace covalente

□ Orden de Enlace

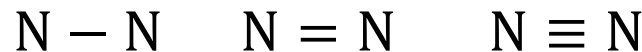
- *Número de pares de electrones compartidos entre dos átomos en un enlace covalente (modelo de Lewis).*

□ Longitud de Enlace

- *Distancia entre los centros de los dos átomos unidos por un enlace covalente.*

↑ Orden de enlace \Rightarrow ↓ Longitud de enlace

Enlace	Orden de Enlace
Sencillo	1
Doble	2



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

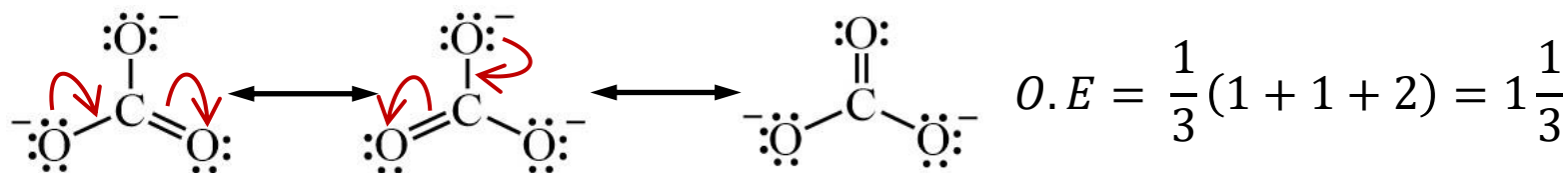
Propiedades del enlace covalente

□ Orden de Enlace

- *Número de pares de electrones compartidos entre dos átomos en un enlace covalente (modelo de Lewis).*

□ Longitud de Enlace

- *Distancia entre los centros de los dos átomos unidos por un enlace covalente.*
 - Moléculas con resonancia: Orden de enlace fraccionario.



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

Propiedades del enlace covalente

□ Energía de Enlace

- *Energía necesaria para separar los átomos unidos por un enlace covalente.*

Mayor Energía de enlace \Rightarrow Mayor fuerza del enlace

Enlace	E_{enlace} (kJ/mol)	L_{enlace} (pm)	Enlace	E_{enlace} (kJ/mol)	L_{enlace} (pm)	Enlace	E_{enlace} (kJ/mol)	L_{enlace} (pm)
H – H	436	74.14	N – N	163	145	C – N	305	147
H – C	414	110	N = N	418	123	C = N	615	128
H – N	389	100	N \equiv N	946	109.8	C \equiv N	891	116
H – O	464	97	N – O	222	136	C – Cl	339	178
H – S	368	132	N = O	590	120	O – O	142	145
H – F	565	91.7	C – C	347	154	O = O	498	121
H – Cl	431	127.4	C = C	611	134	F – F	159	143

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

27

Estructura de las moléculas orgánicas

Teoría del Enlace de Valencia

Cartagena99

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

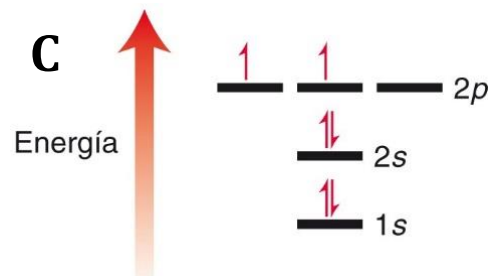
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva, Dpto. Química Física Aplicada

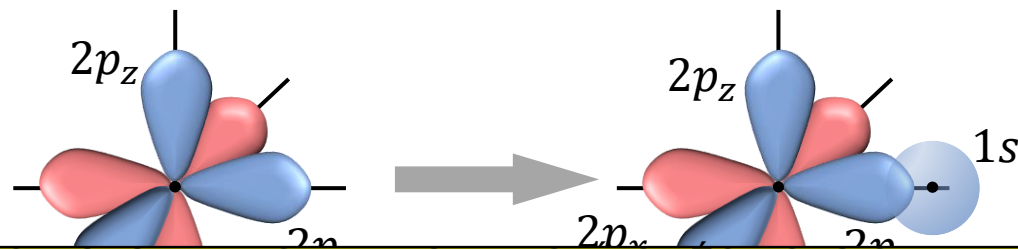
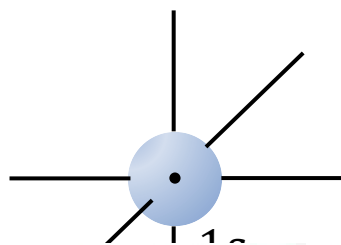
Teoría del enlace de valencia

□ Molécula de CH_4

- Geometría tetraédrica (ángulos de 109.5°).
- 4 enlaces C – H equivalentes.



Sólo dos e^- desapareados



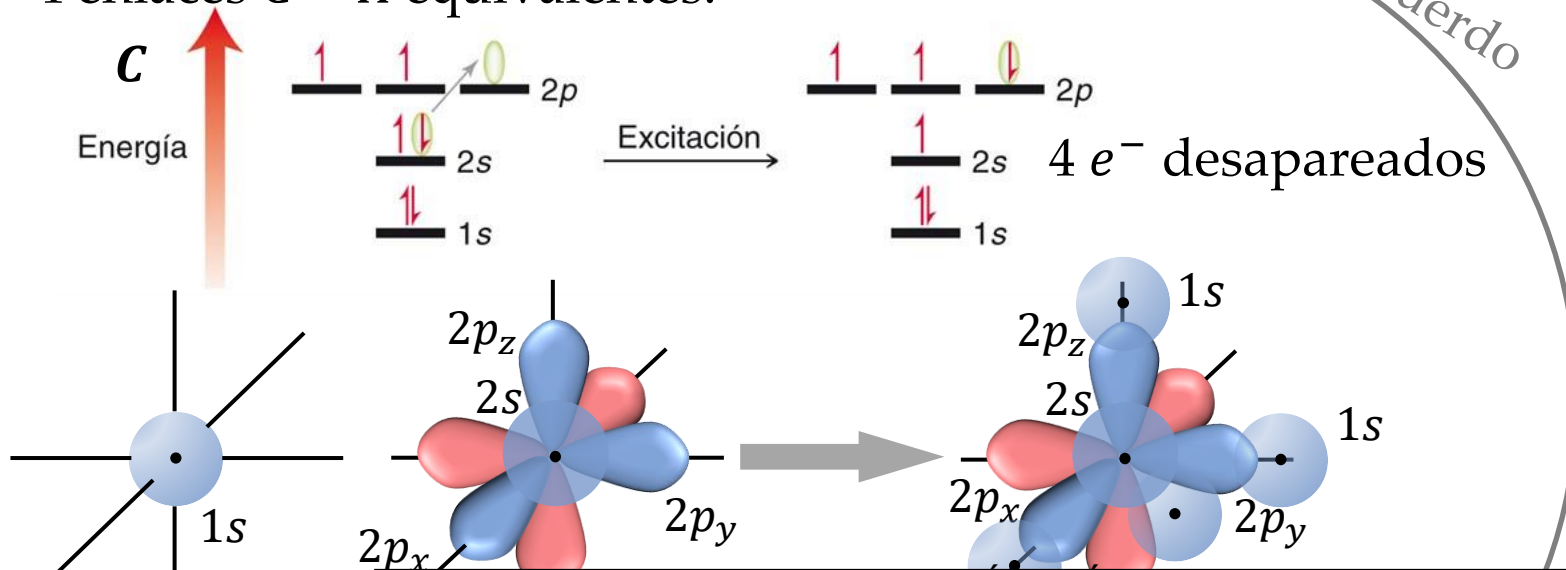
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Teoría del enlace de valencia

□ Molécula de CH_4

- Geometría tetraédrica (ángulos de 109.5°).
- 4 enlaces C – H equivalentes.



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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Teoría del enlace de valencia

- ❑ *Hibridación de orbitales atómicos*
- ❑ Los átomos *enlazados* no tienen el mismo tipo de orbitales que los átomos aislados.
- ❑ La combinación lineal de las funciones de onda de los OA (*hibridación*) permite obtener un nuevo conjunto de orbitales idénticos (*orbitales híbridos*).
 - Solo se combinan de forma eficiente orbitales con energías similares.
- ❑ Los enlaces covalentes se forman por combinación de:
 - Orbitales híbridos con OA.

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

Teoría del enlace de valencia

- *Hibridación de orbitales atómicos*

- Los orbitales híbridos:
 - NO existen en los átomos aislados. Se forman solo en los átomos enlazados covalentemente.
 - Su n° es igual al n° total de OA que se combinan.
 - Son equivalente en forma y energía.
 - Su Energía y orientación está condicionada por el tipo y número de OA hibridados.
 - Son OA pero con orientación espacial y forma distintas de los

Cartagena99

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

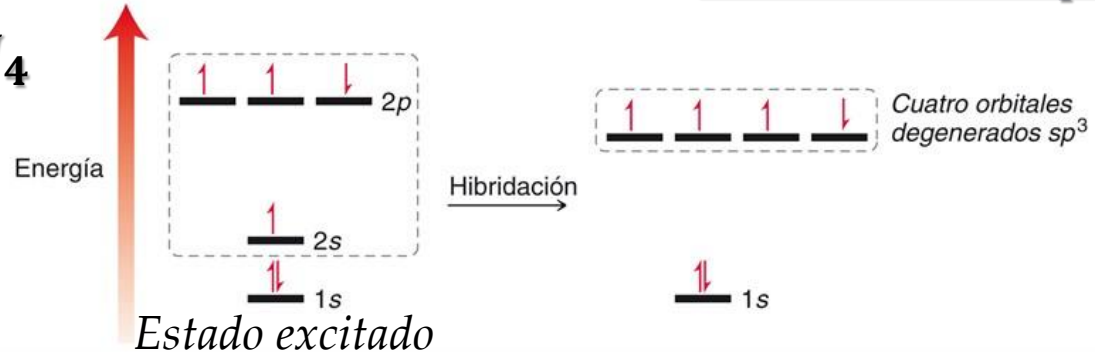
- - -

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

Teoría del enlace de valencia

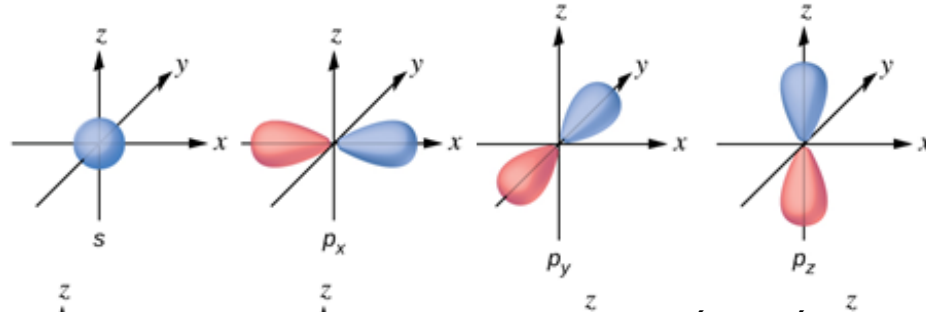
- *Hibridación de orbitales atómicos*
- *Molécula de CH₄*

Hibridación sp³

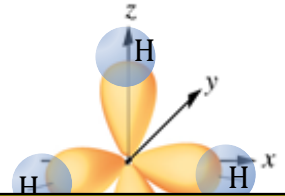


OA: 1 s + 3 p

CLOA



tetraédrica



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

†Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Teoría del enlace de valencia

□ *Hibridación de orbitales atómicos*

Enlaces múltiples

- Se producen dos tipos diferentes de solapamiento de orbitales:
 - Frontal \Rightarrow enlace σ .
 - Lateral \Rightarrow enlace π .

Enlace doble: Molécula de etileno (C₂H₄)

- Teoría de Lewis:
$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \end{array}$$
- Geometría trigonal plana (ángulos de 120°).



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

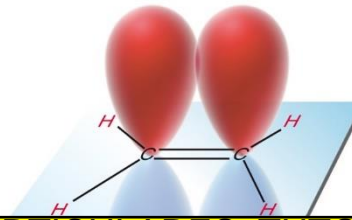
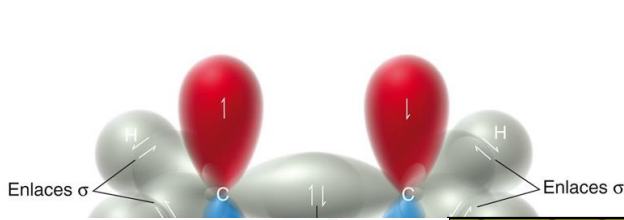
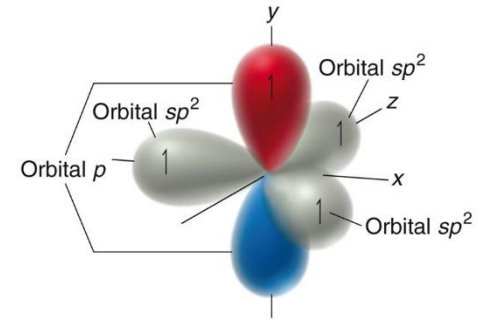
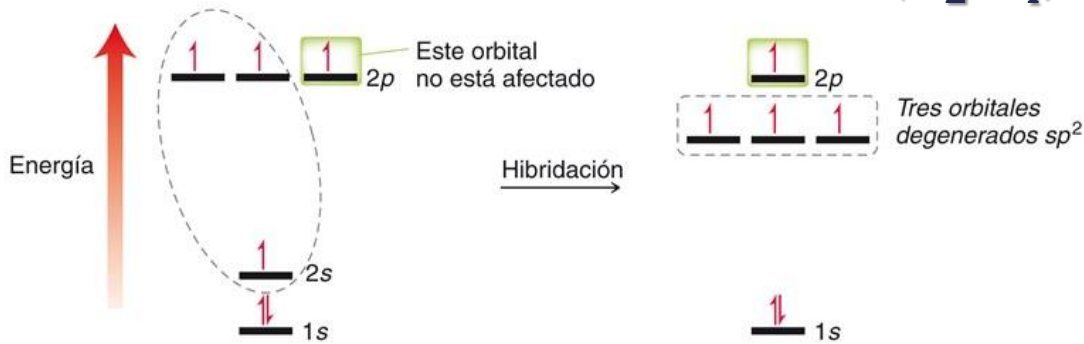
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Teoría del enlace de valencia

□ Hibridación de orbitales atómicos

Enlace doble: Molécula de etileno (C_2H_4)

Hibridación sp^2



$$E_{\text{enlace } \sigma + \pi} > E_{\text{enlace } \sigma}$$

611 247 kJ/mol

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

35

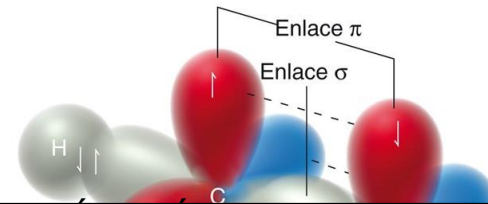
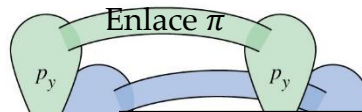
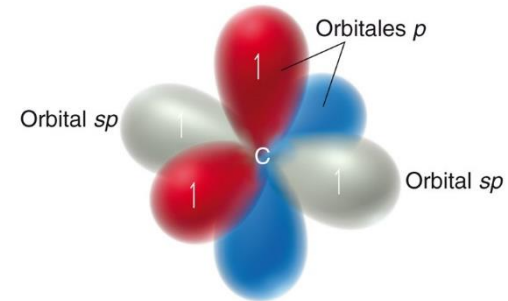
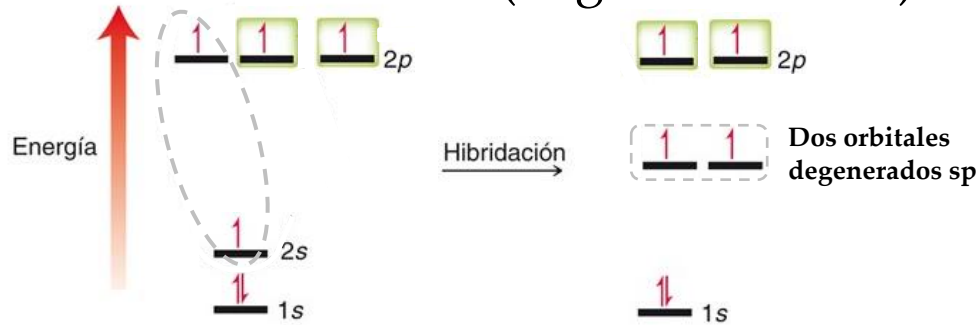
Teoría del enlace de valencia

□ Hibridación de orbitales atómicos

Hibridación sp

Enlace triple: Molécula de acetileno (C_2H_2)

- Teoría de Lewis: $H-C\equiv C-H$
- Geometría lineal (ángulos de 180°).



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

Teoría del enlace de valencia

□ *Hibridación de orbitales atómicos*

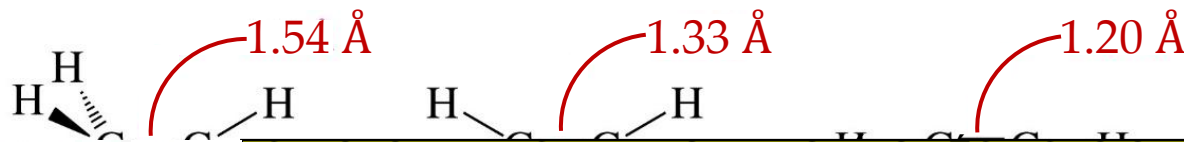
■ Fortaleza del enlace C–C:

triple > doble > sencillo

$$E_{\sigma+2\pi} > E_{\sigma+\pi} > E_{\sigma}$$

837 611 347 kJ/mol

■ Longitud del enlace: sencillo > doble > triple



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

Efectos electrónicos (Inductivo y Mesómero)

Cartagena99

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

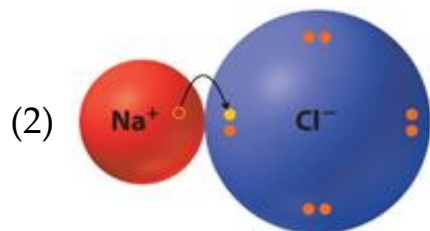
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva, Dpto. Química Física Aplicada

Polaridad del enlace

□ *Enlace covalente polar:*

Enlace Iónico



Transferencia completa de e^- de un elemento a otro.

Enlace Covalente no polar



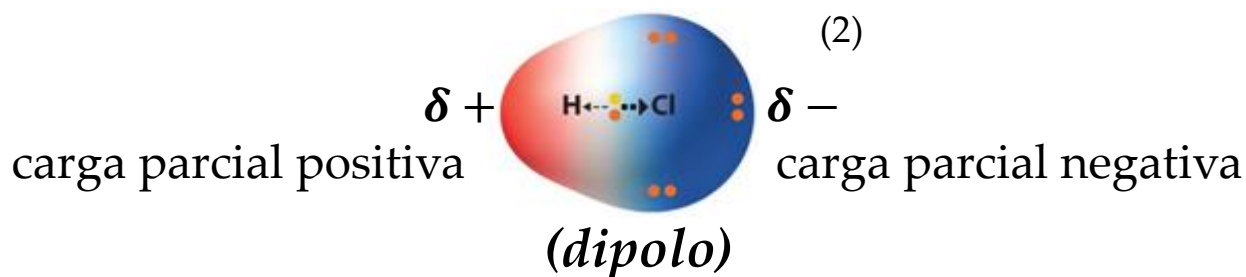
e^- igualmente compartidos entre ambos átomos: los electrones pasan el mismo tiempo alrededor de cada átomo.

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Polaridad del enlace

□ *Enlace covalente polar:*



Átomos distintos. Los e^- no se comparten por igual. El átomo con mayor afinidad electrónica atrae más a los e^- . Orientación preferente de la nube electrónica hacia este átomo.

■ Enlace covalente con carácter iónico parcial.

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

40

Polaridad del enlace

□ Electronegatividad (EN)

- “Capacidad de un átomo para atraer los electrones compartidos en un enlace químico”.
- Relacionada con su energía de ionización (I) y su afinidad electrónica (AE).

- Elementos con I y AE bajas: actúan como donantes de e^- .
Poseen baja EN.
- Elementos con I y AE altas: actúan como aceptores de e^- .
Poseen alta EN.

H 2.2						
Li 1.0	Be 1.6	B 1.8	C 2.5	N 3.0	O 3.4	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.3	Al 1.6	Si 1.9	P 2.2	S 2.6	Cl 3.2
K 0.8						Br 3.0

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

Polaridad del enlace

□ *Enlace covalente polar:*

■ Momento dipolar (δ)

- Medida cuantitativa de la magnitud del desplazamiento de carga en un enlace covalente polar.



- Magnitud vectorial: flecha cruzada paralela al enlace, desde $\delta +$ a $\delta -$
- Es el producto de la carga parcial sobre los átomos por la distancia entre ellos.

Cartagena99

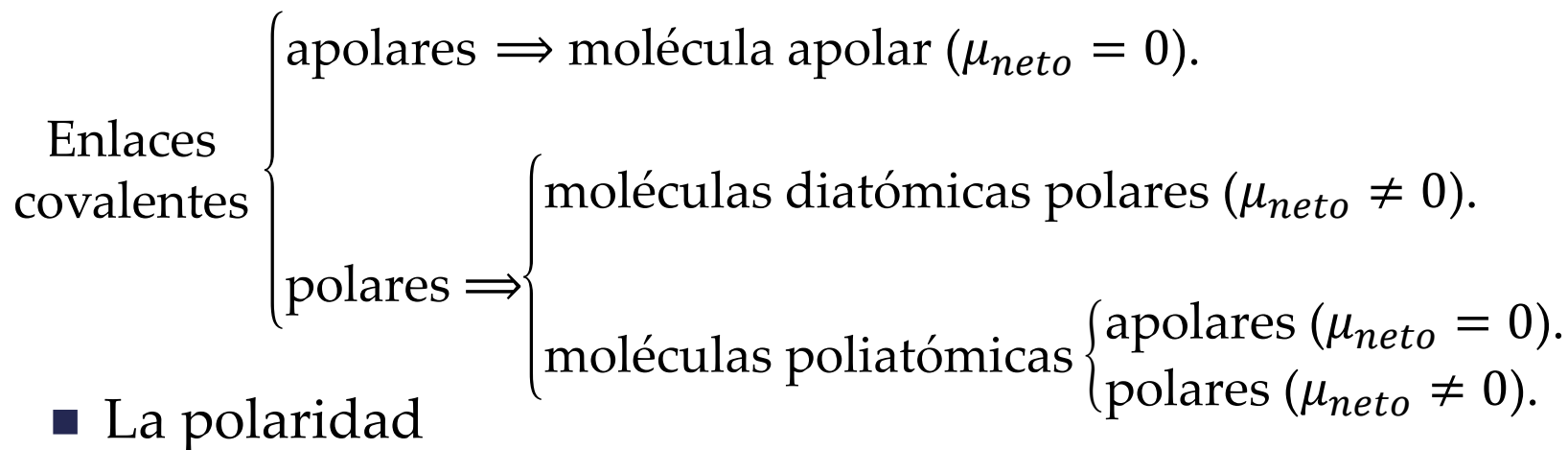
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Polaridad del enlace

□ *Momento dipolar molecular*

- Vector suma de los momentos dipolares de enlaces individuales en la molécula.



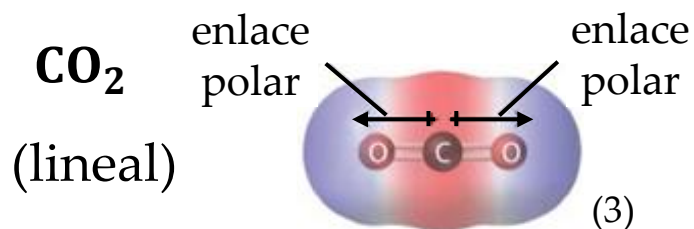
Cartagena99

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

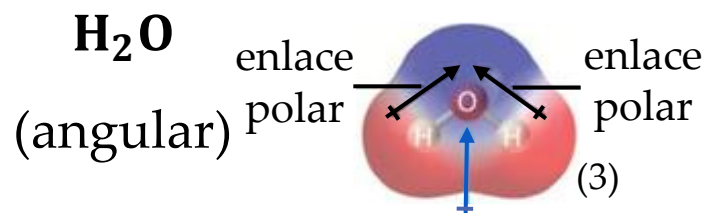
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Polaridad del enlace

□ *Momento dipolar molecular*




Molécula apolar ($\mu_{neto} = 0$)



molécula polar ($\mu_{neto} \neq 0$)

- En geometrías altamente simétricas (tetraédrica, plana cuadrada, bipiramidal trigonal, octaédrica) $\mu_{neto} = 0$: los μ_{enlace} se cancelan.

 Cl

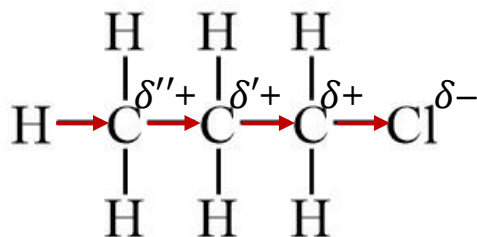

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Efecto Inductivo

□ En el enlace covalente polar:

- Los electrones no se comparten por igual entre ambos átomos. Más próximos al átomo más electronegativo.
- Aparición del efecto inductivo: desplazamiento electrónico a través de los enlaces σ de la molécula.



- Disminuye progresivamente a lo largo de la cadena, a partir del átomo que lo induce.
 - No perceptible a distancia de más de 3 C.
- Desplazamiento de los electrones sin que estos dejen de pertenecer al mismo octeto

Cartagena99

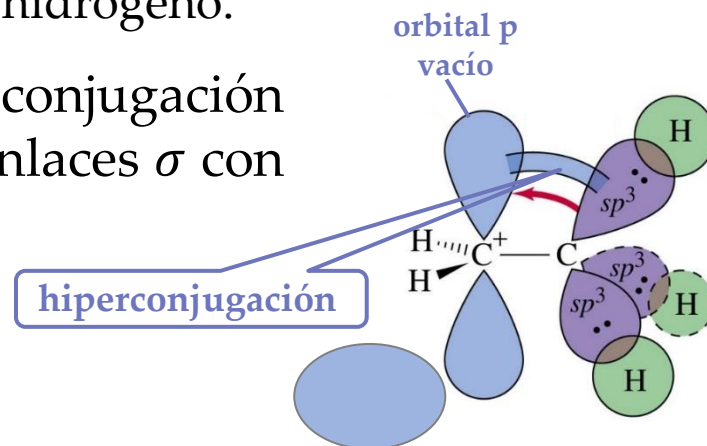
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Efecto Inductivo

□ Efecto +I:

- Sustituyentes que ceden electrones con más intensidad que el hidrógeno.
 - Son menos electronegativos que el hidrógeno.
- Sustituyentes que producen hiperconjugación (solapamiento de los orbitales de enlaces σ con un orbital p vacío).
 - Radicales alquilo.



□ Efecto -I:

- Sustituyentes que atraen hacia sí los electrones del enlace σ

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

Efecto Inductivo

Efectos inductivos de diferentes grupos (relativos al hidrógeno)

+I		-I	
$-O^-$	$-NH_3^+$	$-SR$	$-F$
$-COO^-$	$-NR_3^+$	$-SR_2^+$	$-Cl$
$-CR_3$	$-NO_2$	$-COOH$	$-Br$
$-CHR_2, -CH_2R$	$-OR$	$-COOR$	$-I$
$-CH_3$	$-OAr$	$-COR$	$-SO_2R$
$-D^*$	$-SH$	$-CN$	$-SO_2Ar$

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

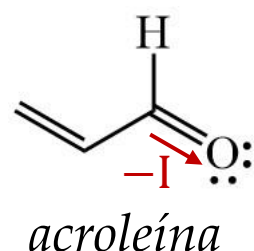
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

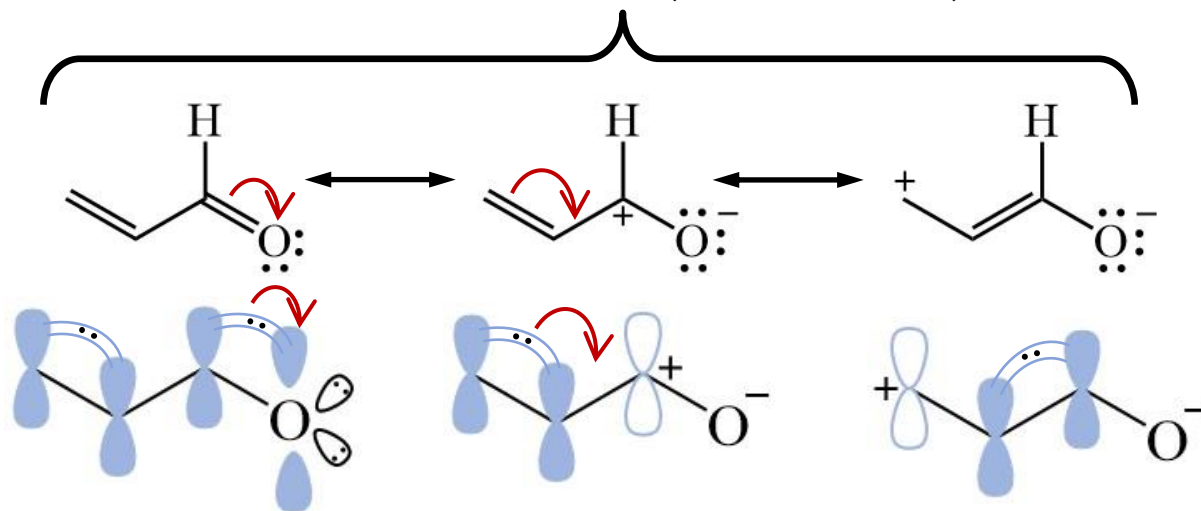
47

Efecto Mesómero

- Enlace químico deslocalizado: Estructuras en resonancia.



formas canónicas (o resonantes)



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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Efecto Mesómero

- *Enlace químico deslocalizado: Estructuras en resonancia.*

Reglas para dibujar formas resonantes:

- Todas las formas resonantes deben ser estructuras de Lewis válidas.
- Sólo se mueven los electrones π y los pares de electrones no enlazantes.
- No puede alterarse la conectividad de los enlaces σ (estos enlaces no pueden romperse).

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

49

Efecto Mesómero

□ *Enlace químico deslocalizado: Estructuras en resonancia.*

Importancia de las formas resonantes:

- No todas tienen la misma importancia. Algunas tienen mayor participación en la descripción del híbrido de resonancia.

Criterios para determinar las formas resonantes con mayor contribución:

1. Aquellas que no presentan separación de cargas (las que poseen mayor nº de enlaces covalentes, mayor nº de átomos con el octeto completo).
2. Las que sitúan las cargas negativas sobre los átomos más electronegativos.

Cartagena99

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

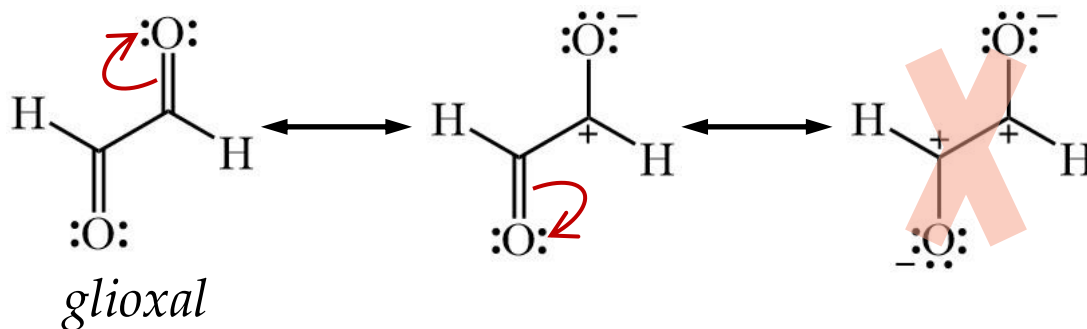
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Efecto Mesómero

□ Enlace químico deslocalizado: Estructuras en resonancia.

Importancia de las formas resonantes:

- Las que presentan separación acumulada de cargas no tienen participación en el híbrido de resonancia.



- Los elementos del 2º periodo no pueden tener más de 8 electrones de valencia.

Cartagena99

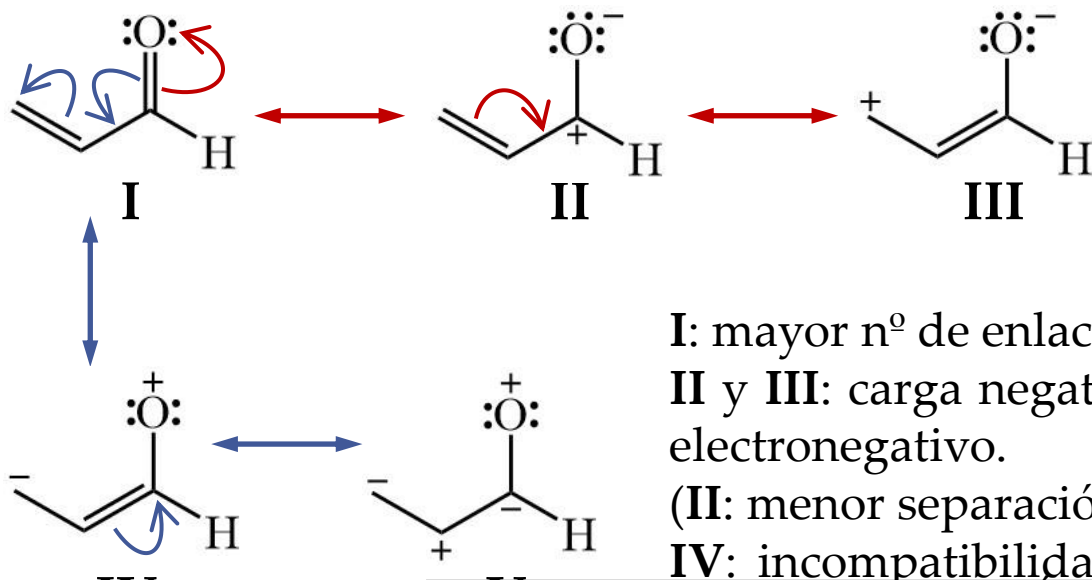
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Efecto Mesómero

- Enlace químico deslocalizado: Estructuras en resonancia.

Importancia de las formas resonantes:



I: mayor nº de enlaces covalentes.

II y III: carga negativa sobre el átomo más electronegativo.

(**II:** menor separación de cargas).

IV: incompatibilidad entre las cargas y los

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Efecto Mesómero

- Efecto mesómero (M) o conjugativo (K):
 - Deslocalización electrónica debida a la movilidad de los electrones π y no enlazantes.

Aparece en sistemas que poseen enlaces múltiples conjugados y polares

- Efecto +M (+K):
 - Sustituyentes que ceden electrones a la cadena a la que están unidos.
- Efecto -M (-K):
 - Sustituyentes que retiran electrones de la cadena.

Cartagena99

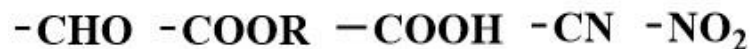
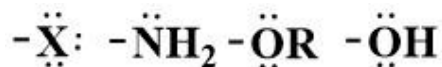
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Efecto Mesómero

Efectos mesómeros de diferentes grupos funcionales

+K			-K	
-O ⁻	-OH	-Br	-CHO	-CONR ₂
-S ⁻	-OR	-I	-COR	-CN
-NH ₂	-OCOR	-Cl	-COOH	-NO ₂
-NHR	-SH	-F	-COOR	-SH
-NR ₂	-SR	-Ar	-CONH ₂	-SO ₂ R
-NHCOR			-CONHR	-Ar



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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Benceno y Aromaticidad

Cartagena99

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

- - -

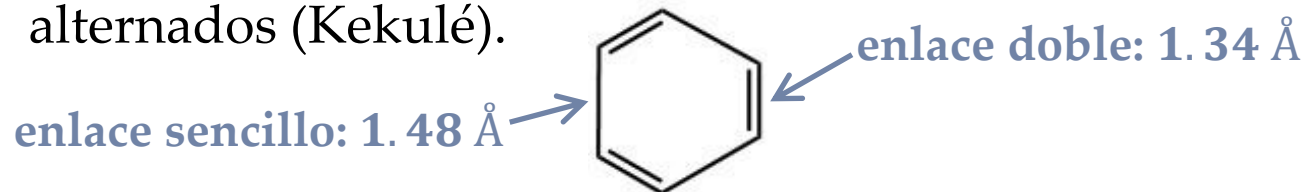
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva, Dpto. Química Física Aplicada

Benceno y Aromaticidad

□ *Molécula de benceno (C₆H₆)*

- Plana (ángulos de 120°).
- 6 enlaces C–C idénticos en longitud (1.397 Å) y energía.
- Todos los H son equivalentes.
- Estructura inicial propuesta: 3 enlaces dobles y 3 sencillos alternados (Kekulé).



No explica la evidencia experimental

- Híbrido de resonancia entre dos formas de Kekulé:

Cartagena99

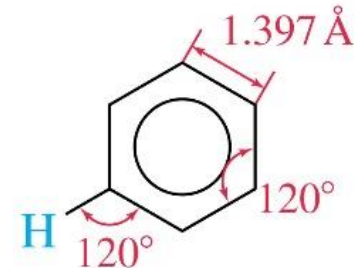
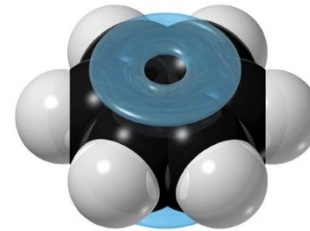
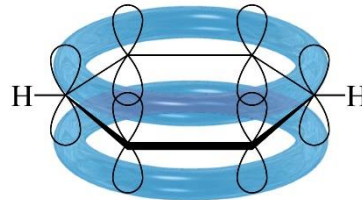
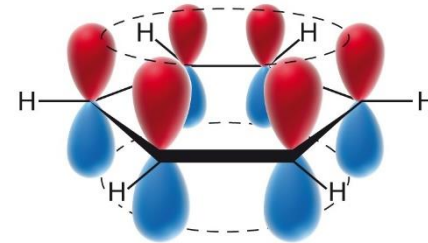
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Benceno y Aromaticidad

□ *Molécula de benceno (C_6H_6)*

- Dobles enlaces deslocalizados.
- 6 átomos de C con hibridación sp^2 .
- 6 orbitales p perpendiculares al plano.
 - Solapan lateralmente formando una nube π encima y debajo del esqueleto σ .



- Estructura cíclica y plana.
- Longitud enlace C-C: Intermedia entre doble y sencillo.
- Ángulos de 120°

Cartagena99

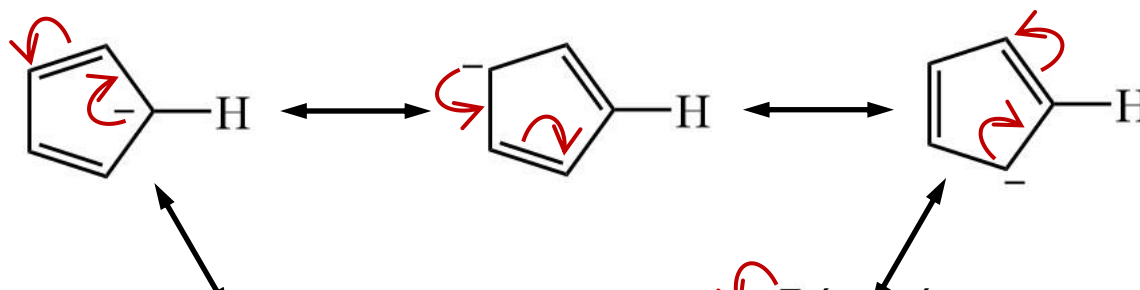
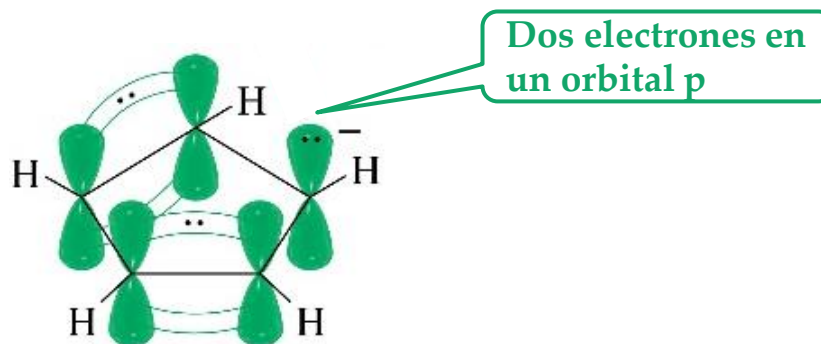
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Benceno y Aromaticidad

□ *Anión ciclopentadienilo*



Cartagena99

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

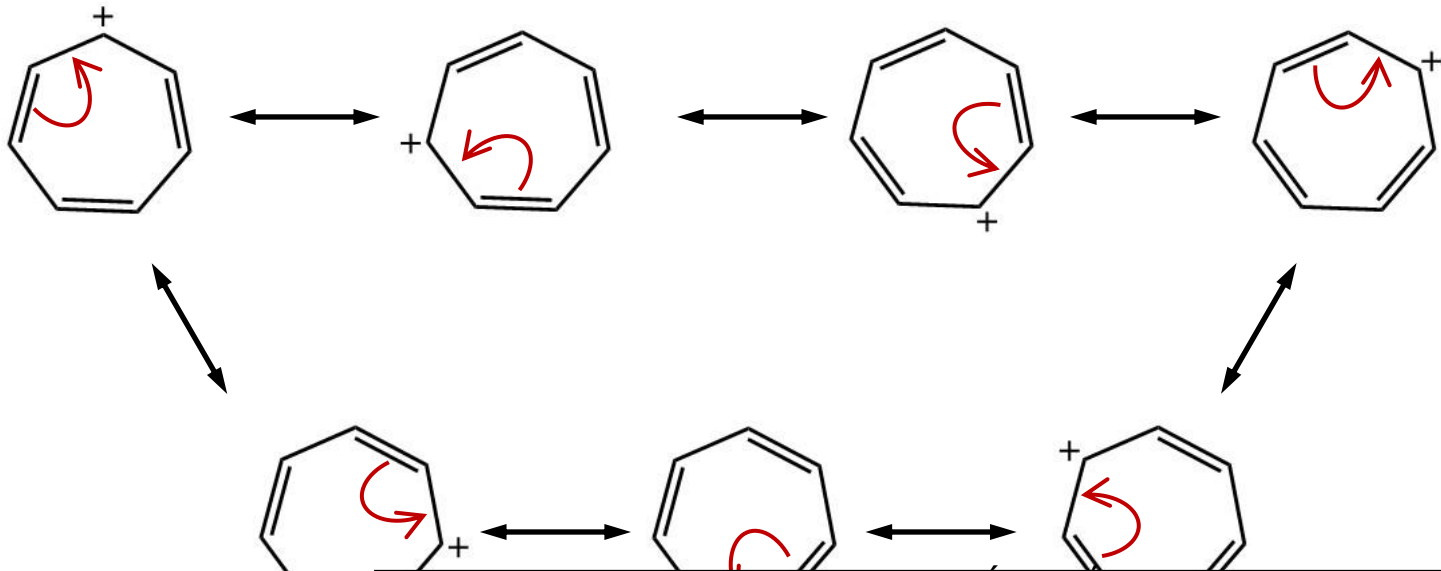
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

58

Benceno y Aromaticidad

□ *Catión tropilio (cicloheptatrienilo)*



Cartagena99

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

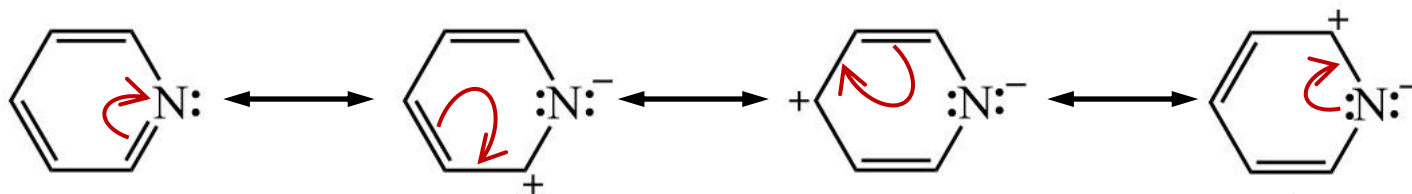
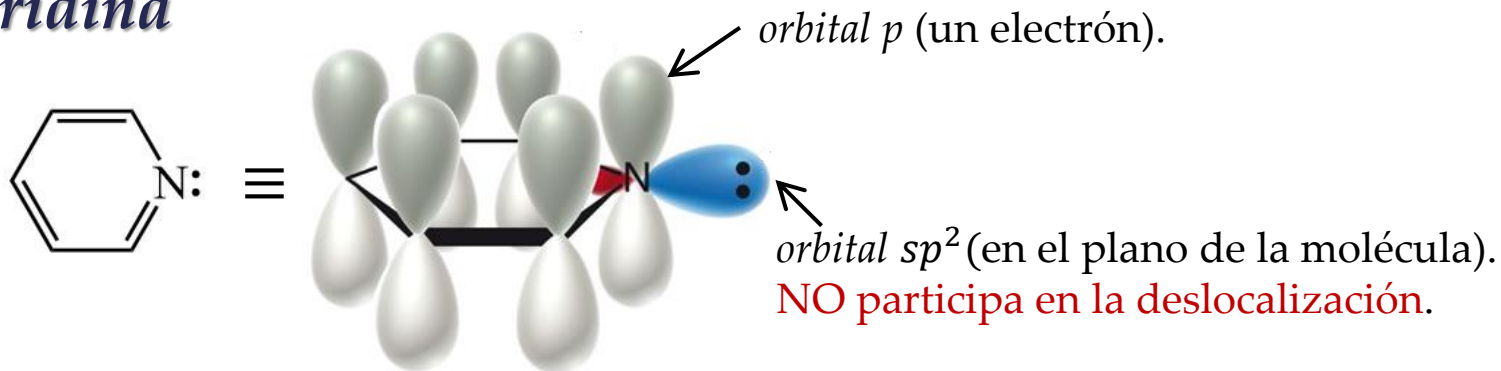
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

59

Benceno y Aromaticidad

▣ Piridina



Cartagena99

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

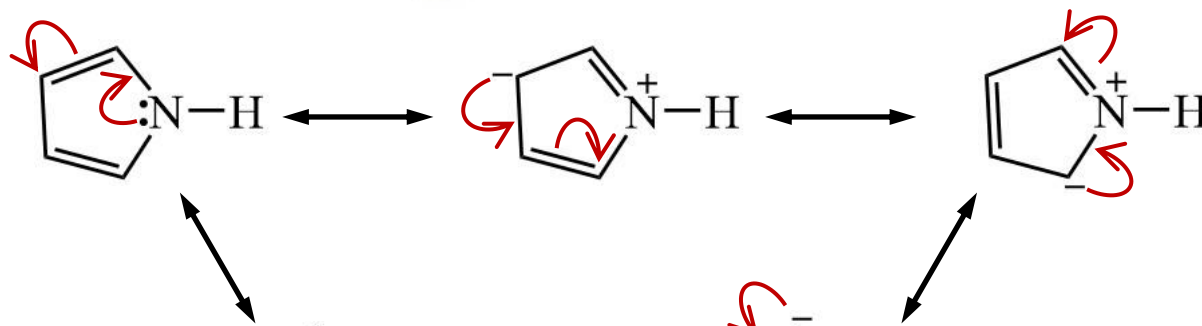
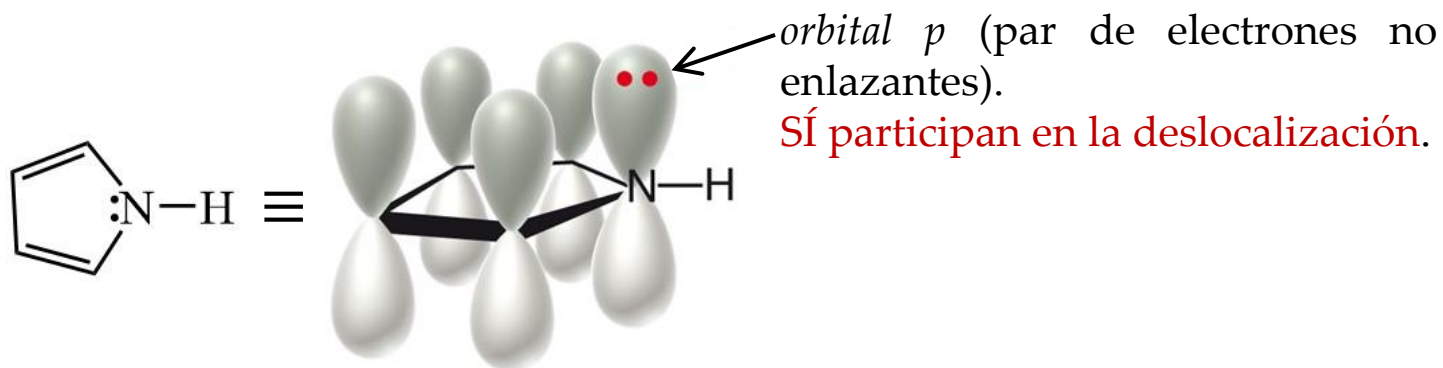
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

60

Benceno y Aromaticidad

▣ Pirrol



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

Acidez y Basicidad Electrofilia y Nucleofilia

Cartagena99

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

- - -

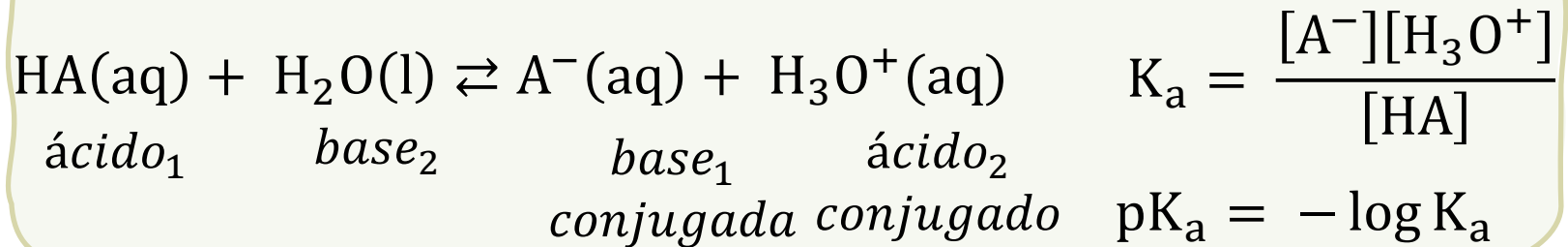
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva, Dpto. Química Física Aplicada

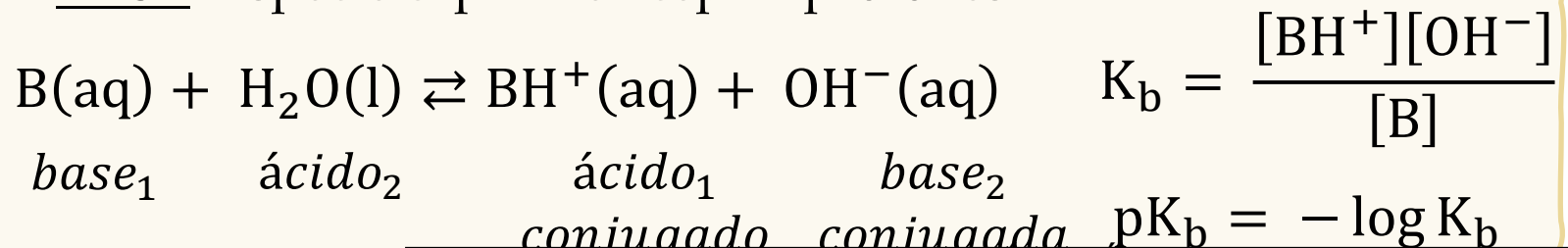
Acidez y Basicidad

□ TEORÍA DE BRONSTED

- ÁCIDO: Especie capaz de ceder protones.



- BASE: Especie capaz de aceptar protones.



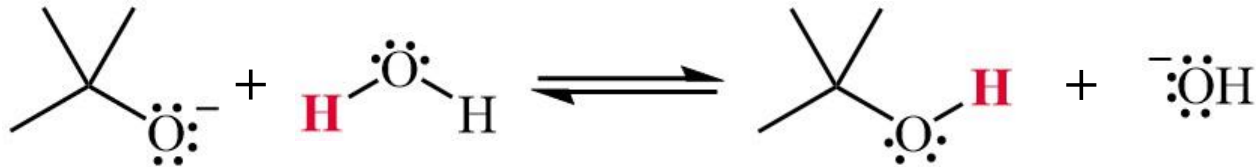
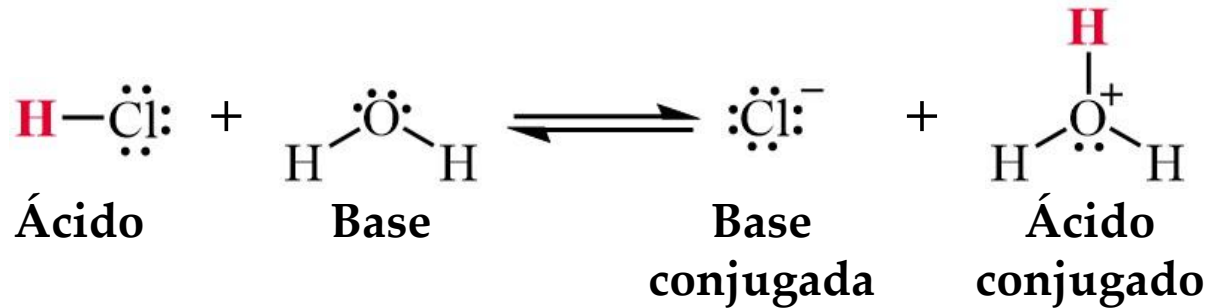
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Acidez y Basicidad

TEORÍA DE BRONSTED



Cartagena99

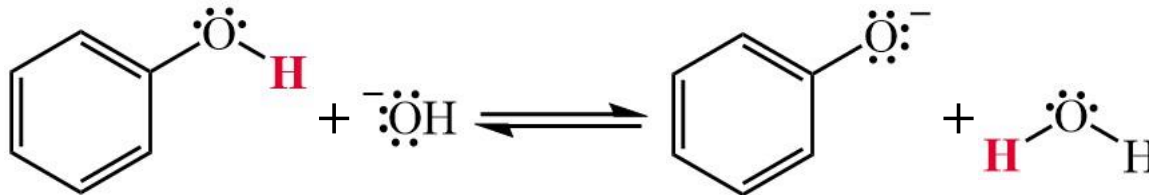
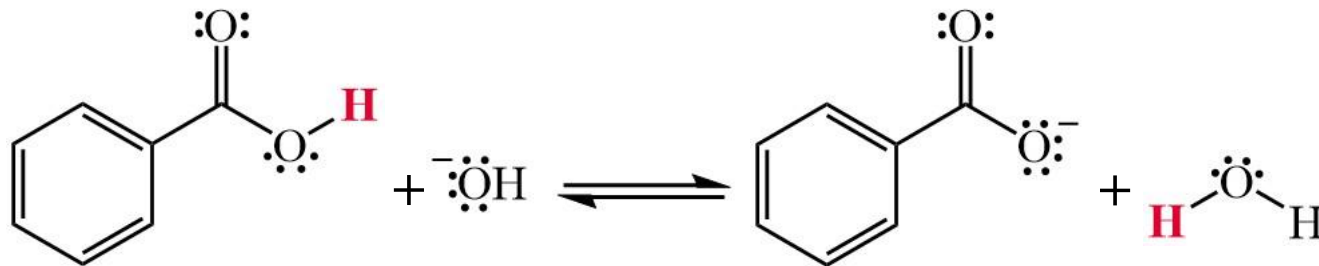
CLÁSÉS PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Acidez y Basicidad

TEORÍA DE BRONSTED

■ Ej.:



Cartagena99

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

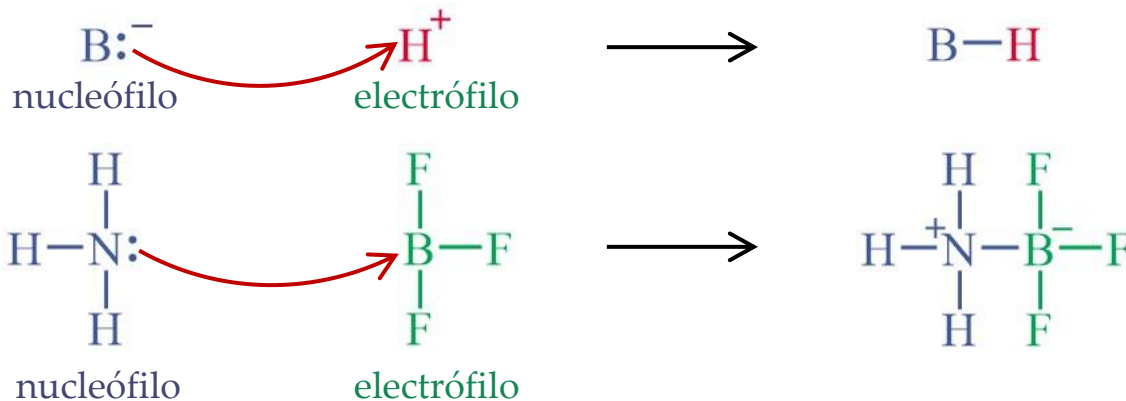
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Acidez y Basicidad

□ TEORÍA DE LEWIS

- **ÁCIDO:** Especie que puede aceptar electrones ⇒ **ELECTRÓFILO.**
- **BASE:** Especie que puede ceder electrones ⇒ **NUCLEÓFILO.**



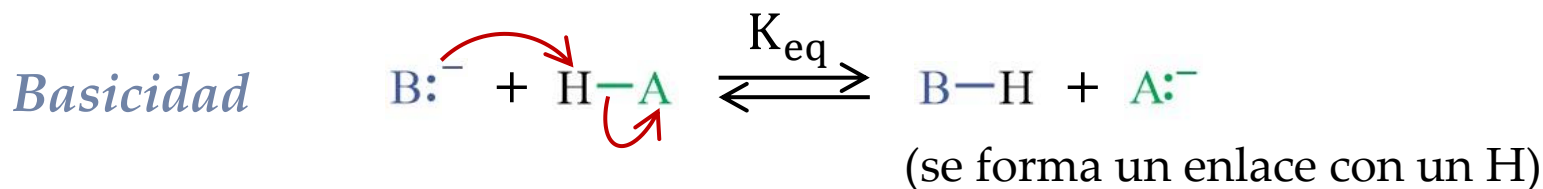
Cartagena99

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

Acidez–Basicidad/Electrofilia–Nucleofilia

- Propiedades diferentes
 - Acidez/Basicidad: Concepto termodinámico.
 - Electrofilia/Nucleofilia: Concepto cinético.
- Basicidad: Se define por la constante de equilibrio para abstraer un protón.
- Nucleofilia: Se define por la velocidad de ataque a un carbono electrófilo.



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

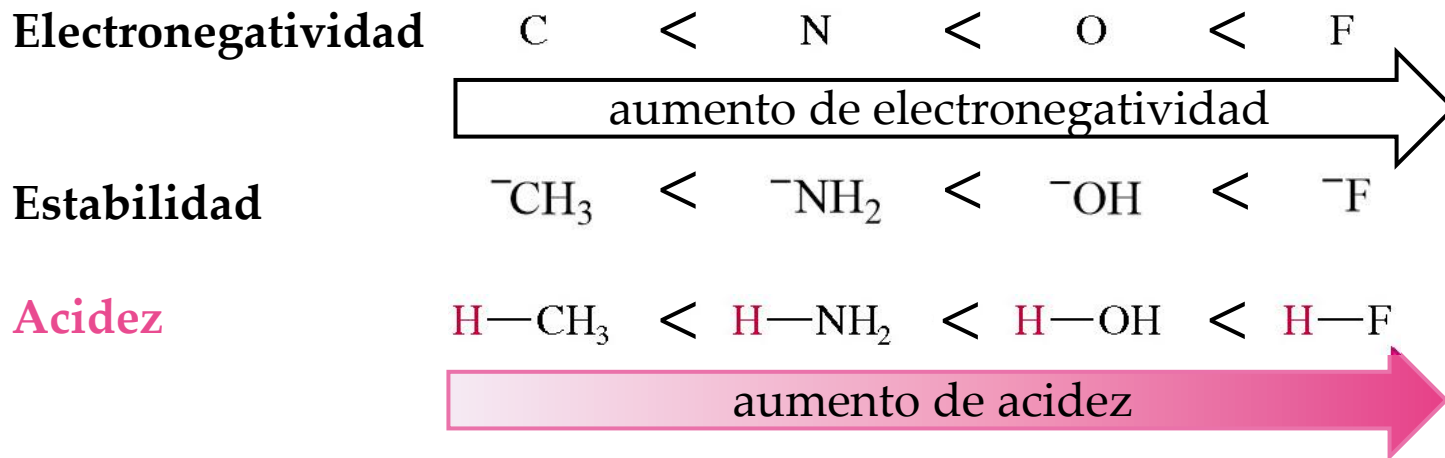
Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

67

Ácidoz y Basicidad

□ Factores que afectan a la acidez

■ ELECTRONEGATIVIDAD:



Cartagena99

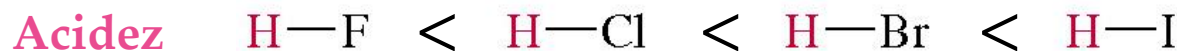
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Ácidoz y Basicidad

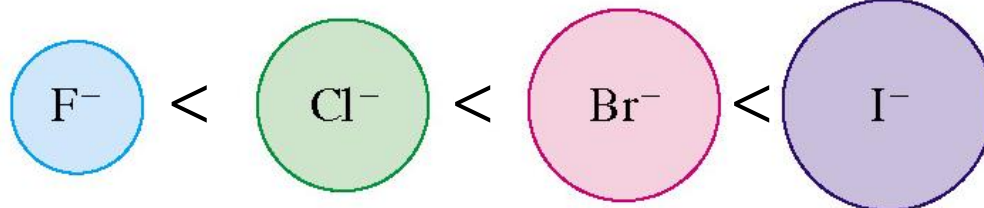
□ Factores que afectan a la acidez

■ TAMAÑO:



Aumento de acidez 

Estabilidad



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

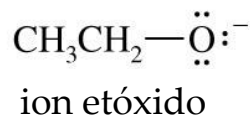
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ácidoz y Basicidad

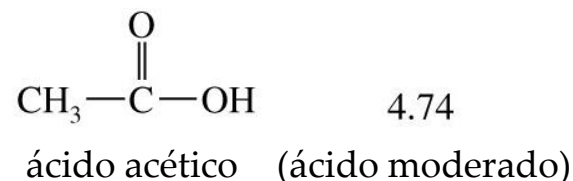
□ Factores que afectan a la acidez

■ RESONANCIA:

- La deslocalización de la carga aumenta la acidez.



ion acetato



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

Ácidoz y Basicidad

□ Factores que afectan a la acidez

■ EFECTO INDUCTIVO:

- La presencia de sustituyentes atractores de electrones ayuda a estabilizar la carga y aumenta la acidez.
- La magnitud del efecto depende del nº de sustituyentes y de su distancia al centro cargado.

	pK_a
$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	4.74
$\text{ClCH}_2\text{CO}_2\text{H}$	2.86

	pK_a
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$	4.90
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHClCO}_2\text{H}$	2.84

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

Enlace de Hidrógeno

Cartagena99

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

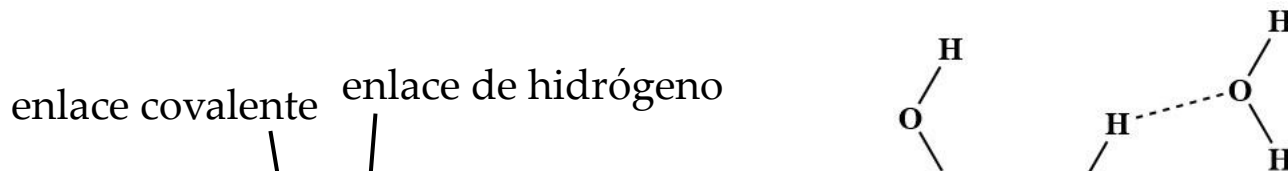
- - -

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

Cristina Díaz Oliya, Dpto. Química Física Aplicada

Enlace de Hidrógeno

- Fuerte interacción dipolo-dipolo.
- En moléculas que contienen un átomo de H unido a un átomo de F, O, o N (los más electronegativos).
 - Gran diferencia de EN entre los átomos que forman el enlace.
 - Gran separación de cargas en el enlace (muy polarizado) \Rightarrow fuerte atracción entre moléculas vecinas.
 - Pequeño tamaño del H y relativamente pequeño de F, N y O \Rightarrow gran aproximación de los dipolos.



Cartagena99

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

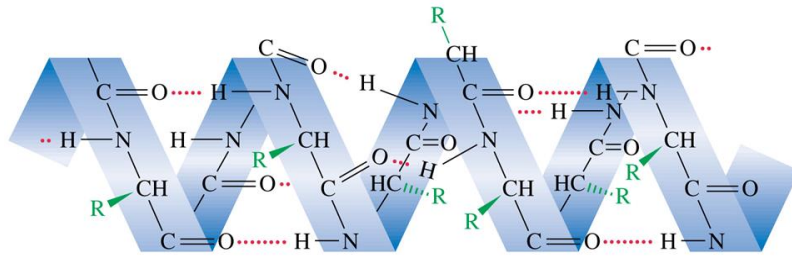
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

73

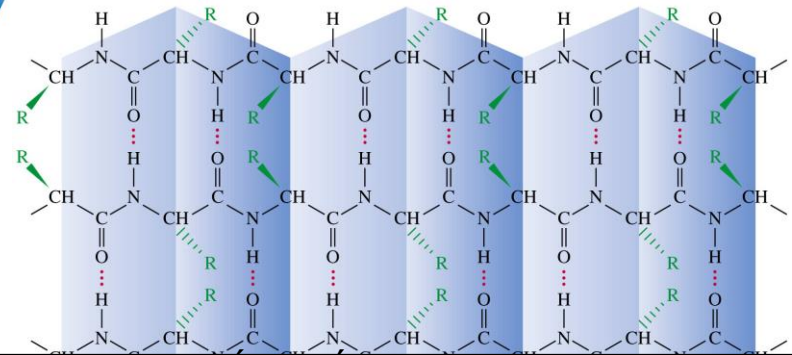
Enlace de Hidrógeno

- Tiene un papel vital en el mantenimiento de la forma de las moléculas biológicas.



Hélice α

Lámina (hoja plegada) β



Estructura secundaria de las proteínas

Cartagena99

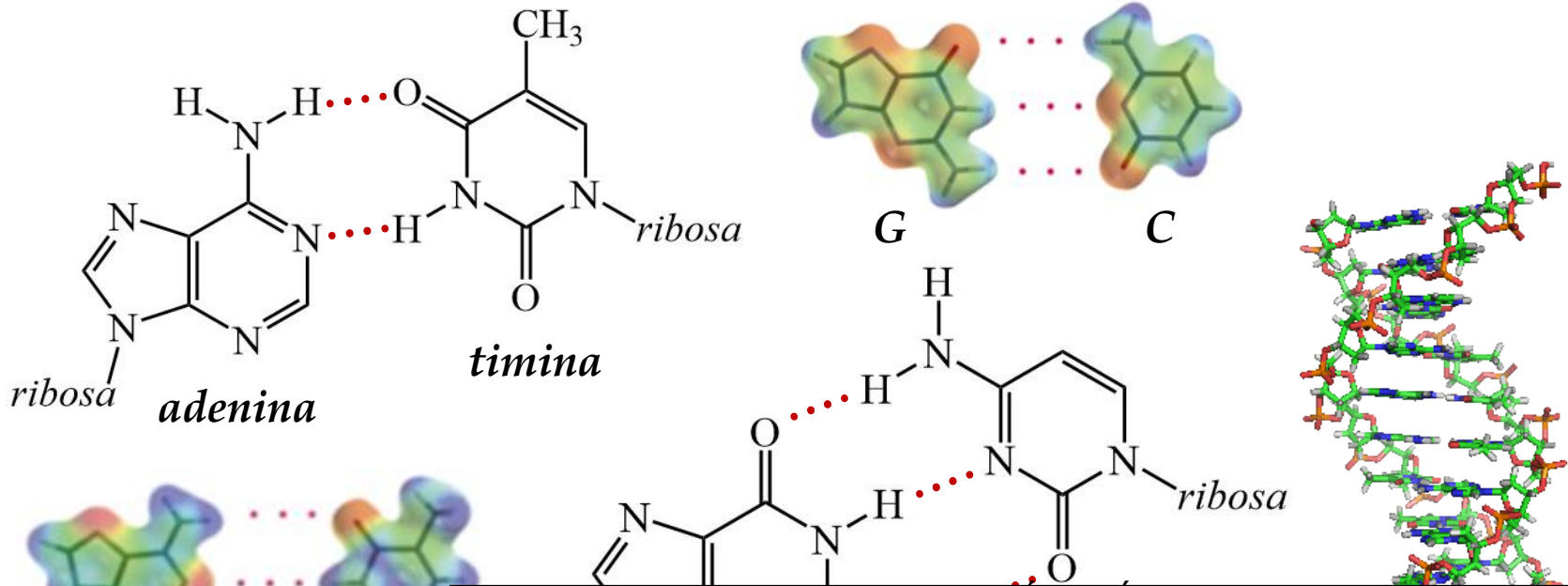
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

Enlace de Hidrógeno

- Tiene un papel vital en el mantenimiento de la forma de las moléculas biológicas.



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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

75

Créditos de las Figuras

- (1): <https://openstax.org/details/books/chemistry> (CC BY 4.0). Figura 8.15 (modificada)
- (2): https://chem.libretexts.org/Courses/Howard_University. (CC BY-NC-SA 3.0). Figura 5.6.1
- (3): https://chem.libretexts.org/Courses/Howard_University. (CC BY-NC-SA 3.0). Figura 6.3.10
- (4): https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA_orbit_animated.gif.

Zephyris [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

Química Orgánica, D. Klein Editorial Panamericana, 2014, ISBN: 978-84-9835-169-9

Química Orgánica, L. G. Wade 5ª edición, Editorial: Pearson Educación, Madrid, 2004, ISBN: 84-205-4102-8

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and white background with a subtle wave-like pattern.

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

Cristina Díaz Oliva. Dpto. Química Física Aplicada

76