



ce
pre
UNI

Química

ENLACE QUÍMICO II

CICLO
Preuniversitario

2024-I

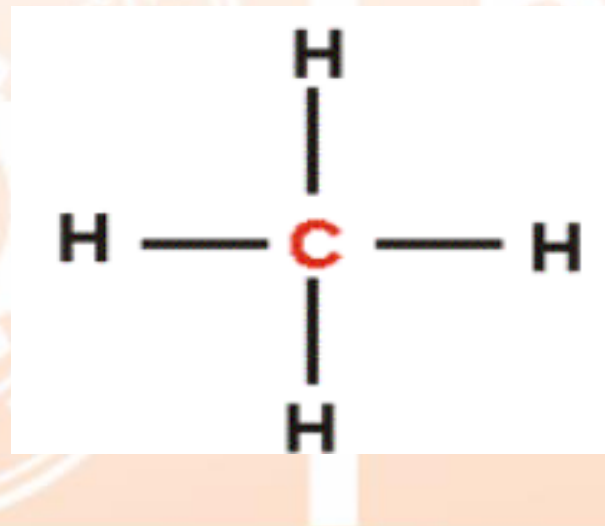
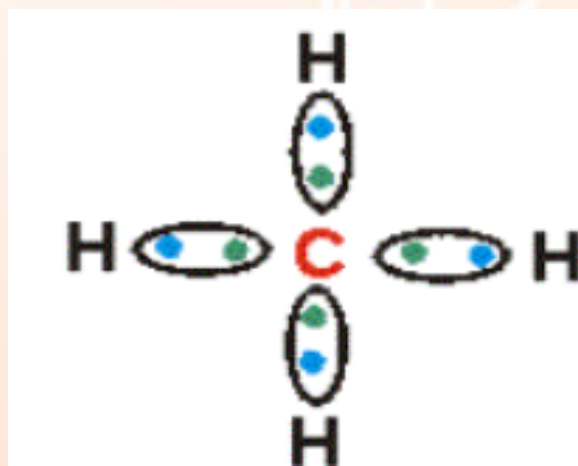
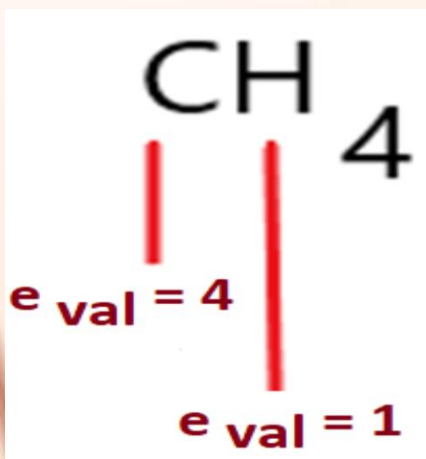


III. Por el número de pares de electrones compartidos

A) Enlace simple

En un enlace simple solo se comparte un par de electrones de valencia (ev) entre dos elementos iguales o diferentes; estos enlaces se denominan **EC sigma** (σ).

Por ejemplo, en el metano (CH_4) cada H con el C comparten un par de electrones; la molécula presenta 4 EC σ .

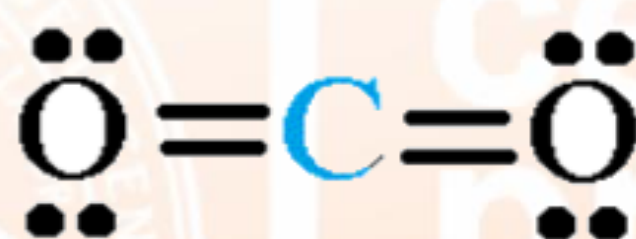
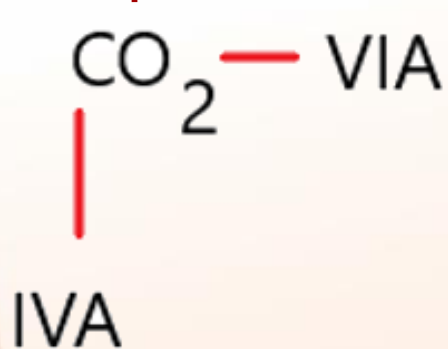


B) Enlace múltiple

Se forma un enlace múltiple cuando dos elementos iguales o diferentes comparten 2 ó 3 pares de electrones. Puede ser enlace doble o triple.

En el CO_2 el **C** comparte 4 electrones con cada **O**, formando **dos enlaces múltiples** o **dos enlaces dobles**: son **4 EC**.

En el N_2 comparten 6 electrones, formando un enlace múltiple o triple.



2 enlaces múltiples o 2 enlaces dobles.



1 enlace múltiple o triple

Los enlaces múltiples son de menor longitud que los enlaces simples, presentan más energía y son más reactivos que los simples.

Enlace	Longitud de enlace (pm)	Energía de enlace (kJ/mol)
C – O	143	358
C = O	123	745
C ≡ O	113	1070
C – C	154	347
C = C	134	614
C ≡ C	121	839
N – N	146	160
N = N	122	418
N ≡ N	110	945

Longitud de enlace

simple > doble > triple

Energía de enlace

triple > doble > simple

conclusión

Longitud de
enlace

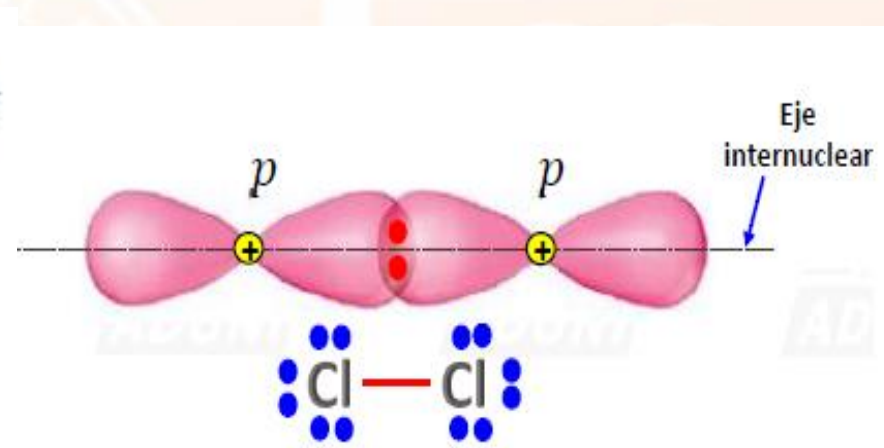
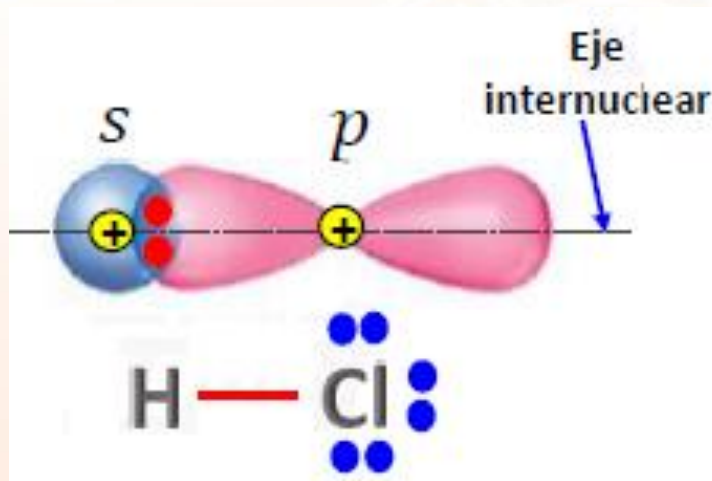
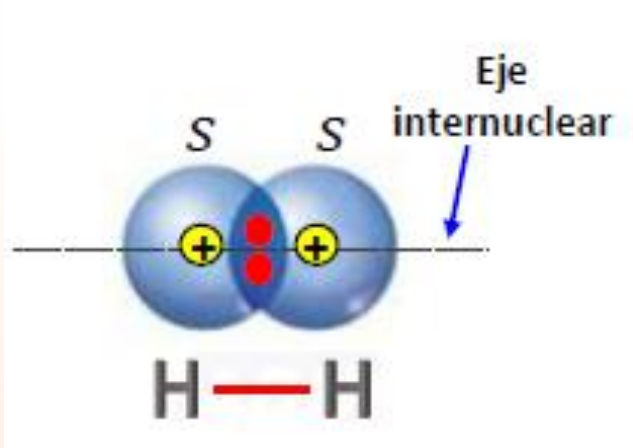
Relación
inversa

Energía de
enlace

Solapamiento de los orbitales atómicos

A) ENLACE SIGMA (σ)

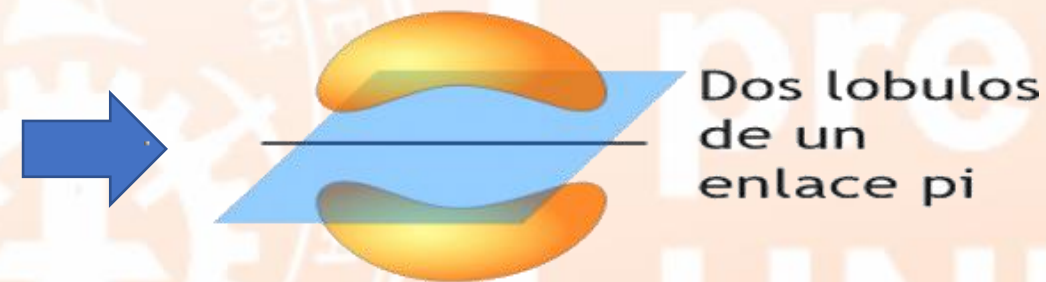
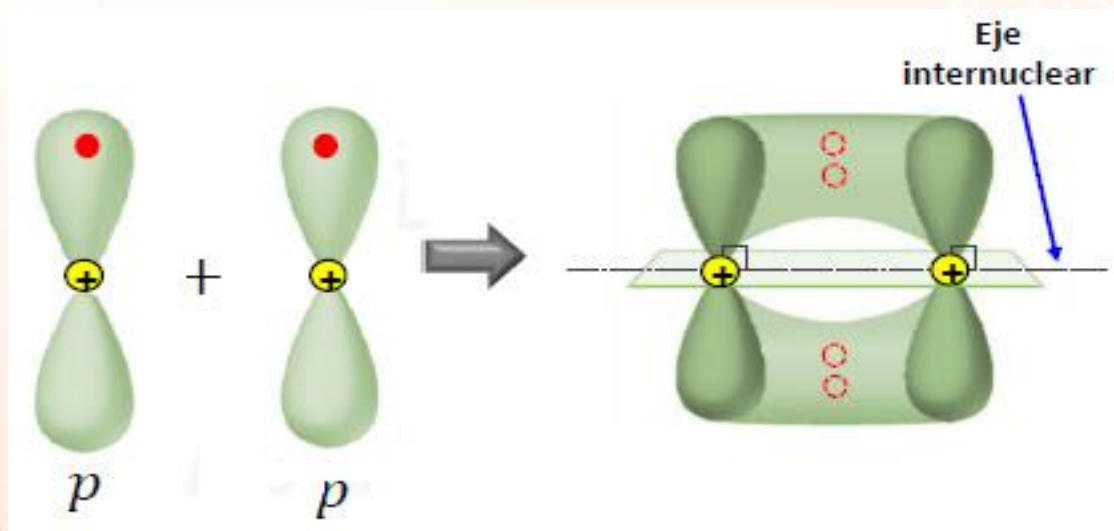
El traslape de orbitales de manera frontal y a lo largo del eje internuclear produce el enlace sigma (σ).



B) ENLACE π (π)

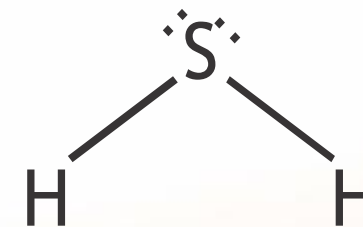
Cuando los **orbitales** de dos elementos, iguales o diferentes, son perpendiculares al correspondiente plano o eje internuclear, estos se traslapan con mucha dificultad, requiriendo mayor energía, y dan lugar a un enlace denominado π ; ambos planos son mutuamente perpendiculares.

Siempre que se forme un enlace π debe haber un enlace σ .



En resumen:

SEGÚN EL # DE PARES DE e-COMPARTIDOS		LOS ÁTOMOS ENLAZADOS COMPARTEN	EJEMPLOS
SIMPLE (A-B ; 1σ)		1 par de e-	CH_4 , H_2S
MULTIPLE	DOBLE (A=B ; 1σ , 1π)	2 pares de e-	C_6H_6 , O_2 , C_2H_4
	TRIPLE (A $\equiv$ B ; 1σ , 2π)	3 pares de e-	C_2H_2 , HCN , N_2



Tiene:

- * 2 enlaces simples
- * 2σ y 0π
- * 2 par no enlazante



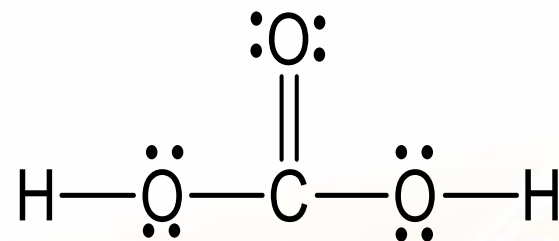
- * 1 enlace doble
- * 1σ y 1π



- * 1 enlace triple
- * 1σ y 2π

PREGUNTA 08

Indique verdadero (V) o falso (F) para cada una de las proposiciones en relación a la molécula de ácido carbónico:



- I. Presenta cinco enlaces simples.
- II. Presenta seis enlaces polares.
- III. Presenta dos electrones pi.

A) VVV

B) VVF

C) VFV

D) FVV

E) FFV

Rpta: E

Estructuras de Lewis de moléculas o iones simples

Paso 1: Se determina el **número de enlaces covalentes (EC)**, que al multiplicarlo por **2** nos dá el # de electrones de enlace (**eE**). La semidiferencia entre el # de electrones de octeto (**eo**) y el # de electrones de valencia (**ev**) determina los **EC**.

$$\# \text{ enlaces covalentes}(EC) = \frac{\#e_{octeto}^- - \#e_{valencia}^-}{2} = (\text{eo} - \text{ev}) / 2$$

Paso 2: Identificar al “**átomo central**” (**A**).- hay tres criterios:

- a) El de menor atomicidad.
- b) El de menor electronegatividad o mayor tamaño.
- c) El que comparte el mayor # de EC (si tenemos la estructura).

Paso 3: Se escribe la estructura de Lewis, colocando el átomo central y el resto de elementos o grupo de elementos enlazados a éste "átomo central" **A**, que se denominarán grupos **B**. Se completa la estructura con pares de **electrones de no enlace o no enlazantes (eNE)**, calculados a partir de la siguiente expresión matemática:

$$eE + eNE = ev$$

Si el átomo central tiene pares de **eNE**, estos se indicarán con la letra **E** por cada par de electrones; será **E₂** si son dos pares.

Entonces la molécula quedará configurada o clasificada como: **A B_n E_m**

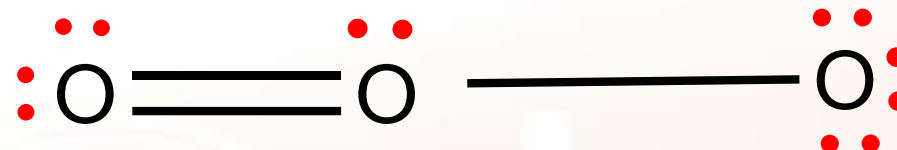
Ejercicios desarrollados



$$\# EC = \frac{(2 \times 2 + 8) - (2 \times 1 + 6)}{2} = 2$$



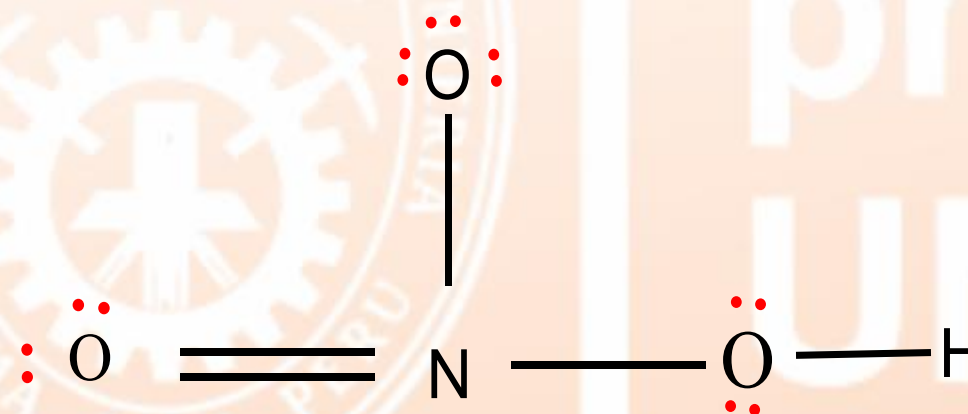
$$\# EC = \frac{(3 \times 8) - (3 \times 6)}{2} = 3$$



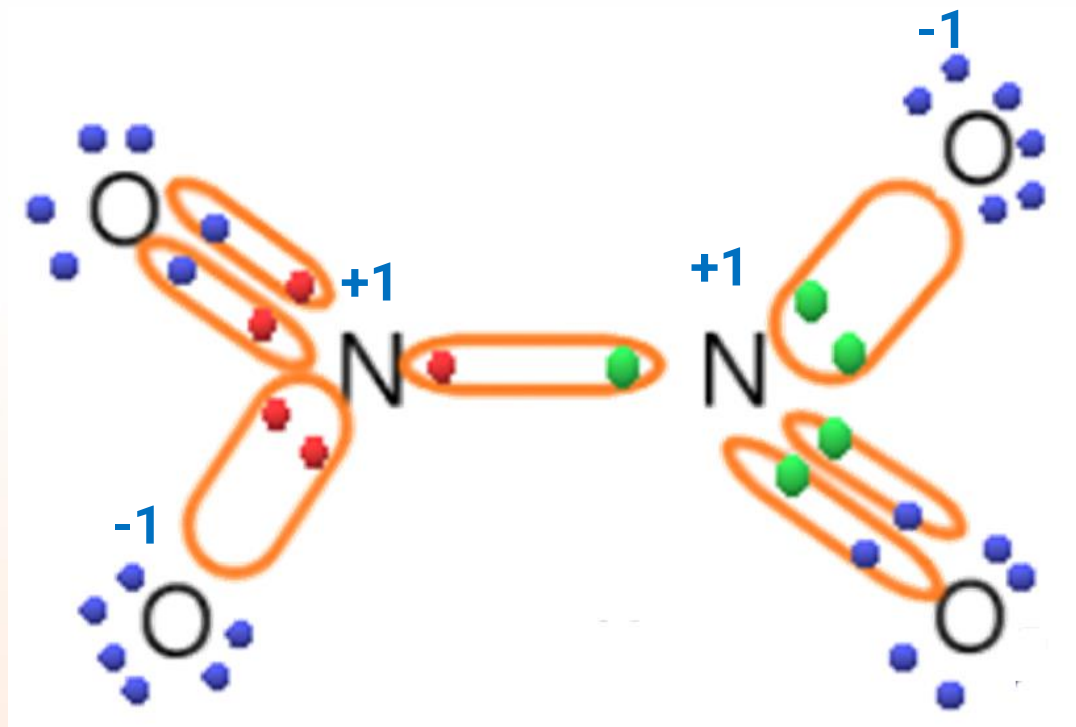
$$\# EC = \frac{(2 + 8 + 8) - (1 + 4 + 5)}{2} = 4$$



$$\# EC = \frac{(3 \times 8 + 8 + 2) - (3 \times 6 + 5 + 1)}{2} = 5$$



Determine la cantidad de enlaces simples, múltiples, normales y dativos del N_2O_4



$$\# EC = \frac{(2 \times 8 + 4 \times 8) - (2 \times 5 + 4 \times 6)}{2} = 7$$

$$eE + eNE = ev$$

$$2(7) + eNE = 34$$

$$eNE = 20$$

(10 pares)

Estructura de Lewis del ion nitrato (NO_3^-)

$$ev = 5 + 3 \times 6 + 1 = 24$$

$$\# EC = \frac{(8 + 3 \times 8) - (5 + 3 \times 6 + 1)}{2} = 4$$

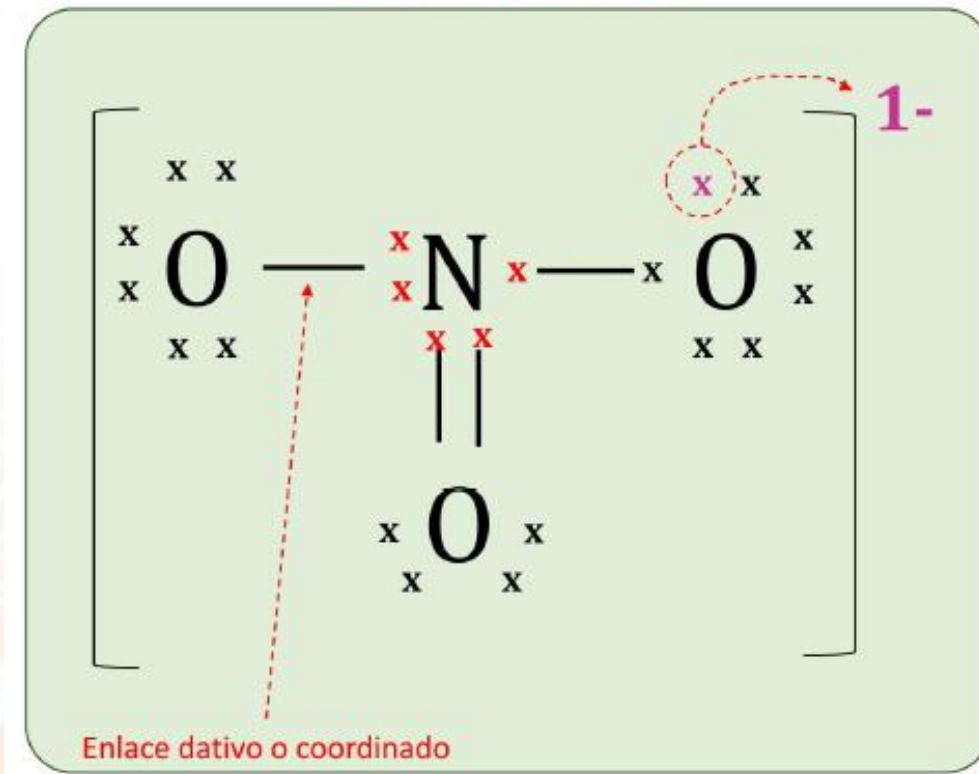
$$eE + eNE = ev$$

$$2(4) + eNE = 24$$

$$eNE = 16$$

(8 pares)

Estructura de Lewis



Estructura de Lewis del ion amonio (NH_4^+)

$$ev = 5 + 4(1) - 1 = 8$$

$$\# EC = \frac{[(8 + 4(2)) - (8)]}{2} = 4$$

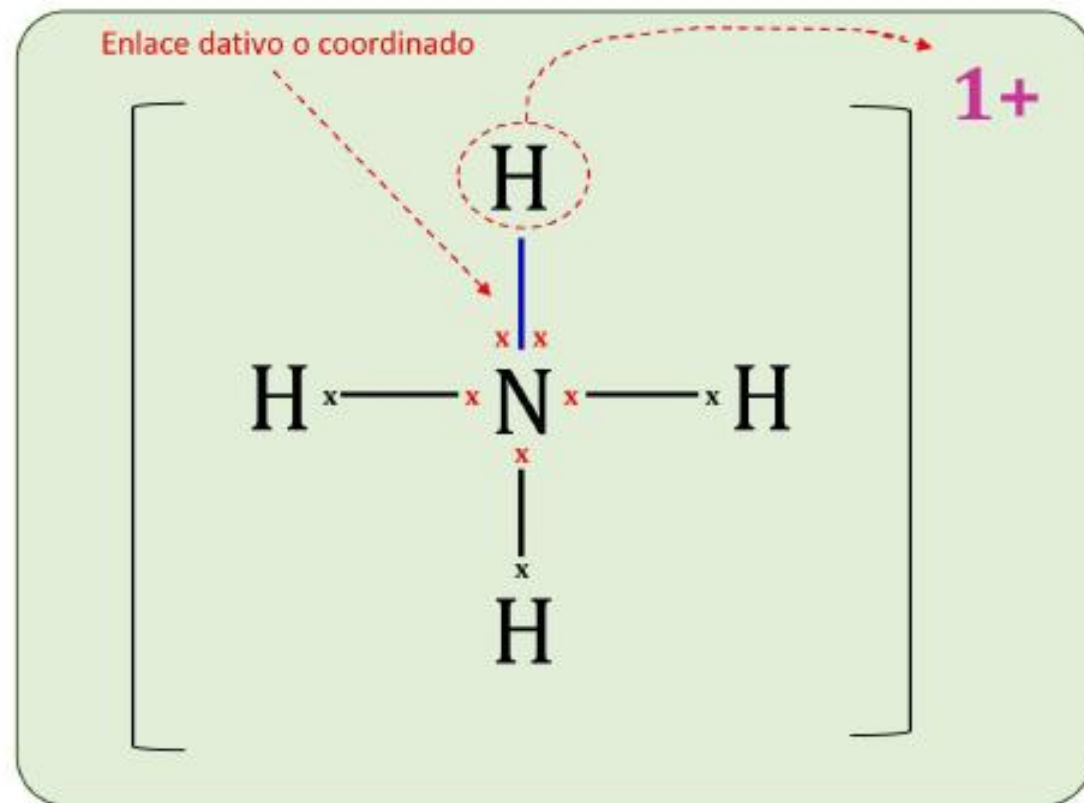
$$eE + eNE = ev$$

$$2(4) + eNE = 8$$

$$eNE = 0$$

(0 pares)

Estructura de Lewis



PREGUNTA 9

Respecto a las siguientes sustancias:

I. PCl_3 II. N_2 III. HCN

Seleccione la alternativa correcta.

Dato: Z: H=1; C=6; N=7; P=15; Cl=17

- A) En (I) hay tres enlaces apolares.
- B) En (II) hay tres enlaces coordinados.
- C) En (III) hay tres enlaces múltiples.
- D) En (I) hay tres enlaces normales.
- E) En (III) hay solo un enlace pi.

ce
pre
UNI

Rpta: D

PREGUNTA 10

En relación a la molécula de heptóxido de dicloro (Cl_2O_7), indique la proposición correcta.

Dato: $\text{O}=8$; $\text{Cl}=17$

- A) Tiene 20 electrones no enlazantes
- B) Tiene solo 2 enlaces coordinados
- C) Tiene 6 enlaces normales.
- D) Tiene solo 2 enlaces sigma.
- E) Tiene 8 enlaces covalentes polares.

ce
pre
UNI**Rpta: E**

PREGUNTA 11

El fosgeno (COCl_2) es una sustancia empleada industrialmente en la elaboración de pesticidas. Con respecto a este compuesto, indique verdadero (V) o falso (F) cada proposición según corresponda:

- I. La molécula presenta 3 enlaces sigma.
- II. Uno de los átomos no cumple la regla del octeto.
- III. Presenta 8 pares de electrones no enlazantes.

- | | | |
|--------|--------|--------|
| A) VVV | B) VVF | C) VFV |
| D) FVV | E) FFV | |

ce
pre
UNI**Rpta: C**

PREGUNTA 12

Determine las proposiciones correctas respecto a la estructura del ion carbonato (CO_3^{2-})

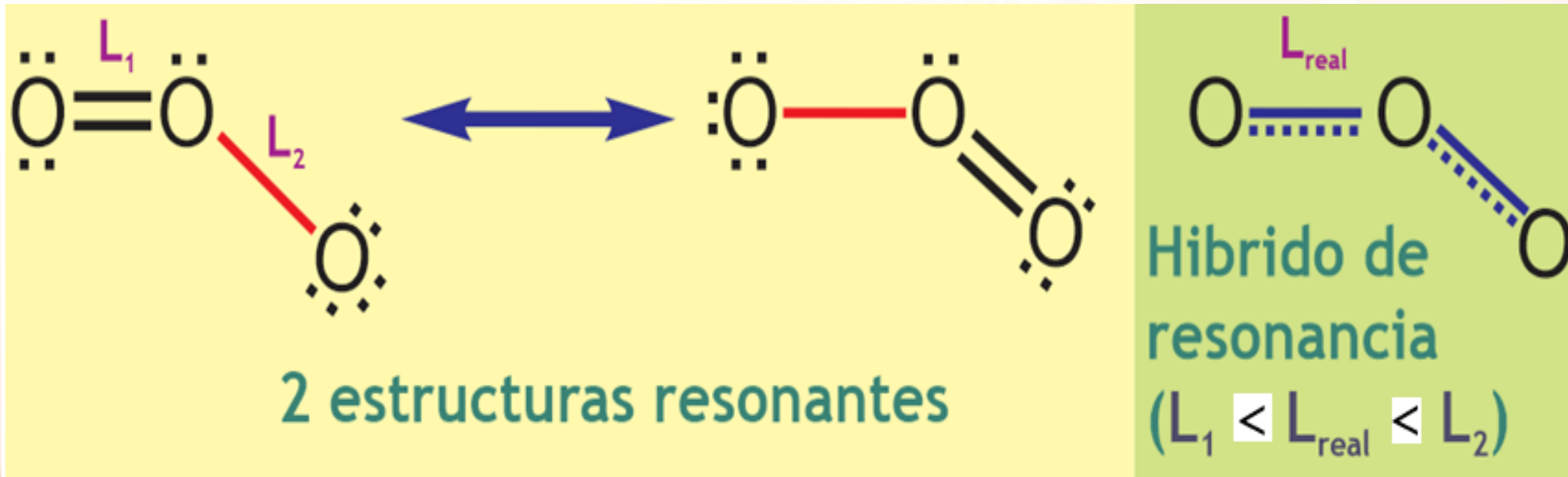
- I. Presenta solo un enlace covalentes simple.
- II. Presenta tres enlaces covalentes normales y un dativo.
- III. Presenta tres enlaces covalentes polares.

- A) solo I
- B) solo II
- C) solo III
- D) I y II
- E) II y III

ce
pre
UNI**Rpta: C**

Resonancia

- Se presenta para especies químicas (moléculas o iones) donde es posible proponer varias estructuras de Lewis sin modificar la posición de los elementos o agrupaciones de éstos (iguales o diferentes) que están enlazados al "átomo central". La molécula real está representada por un **híbrido de resonancia**.



O=O 1,21 Å (L_1)

$L_{\text{real}} = 1,278 \text{ Å}$

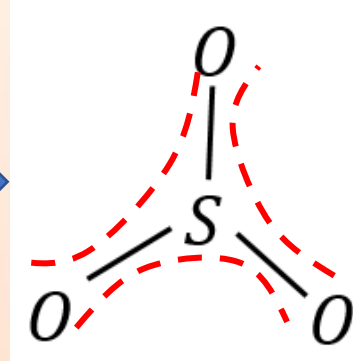
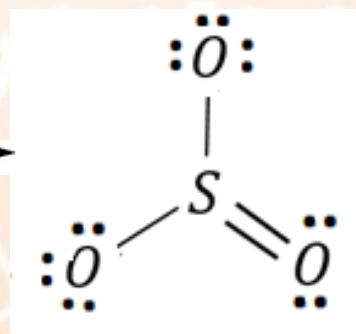
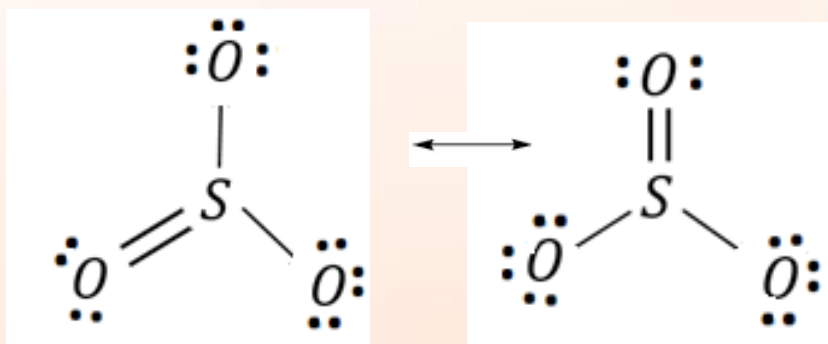
O-O 1,48 Å (L_2)

En las moléculas e iones que presentan resonancia, los elementos que rodean al "átomo central" tienen la capacidad de formar enlaces múltiples: SO_4^{2-}

Las estructuras resonantes de Lewis en una molécula o ion, deben cumplir por lo general:

- La posición relativa de los elementos debe ser invariable.
- El número de enlaces puede ser igual (SO_3) o mayor (H_2SO_4) en cada estructura.
- El número de eNE puede conservarse o variar.

Veamos el caso del SO_3 (trióxido de azufre)



estructuras resonantes

híbrido de resonancia

PREGUNTA 13

La resonancia consiste en la deslocalización de los electrones pi en una molécula generando dos o más estructuras de Lewis equivalentes denominadas estructuras resonantes. Al respecto, cuáles de las siguientes moléculas presentan resonancia.

I. SO_2 II. NF_3 III. N_2O_5

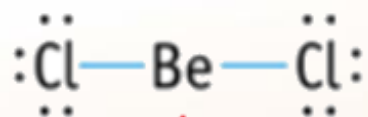
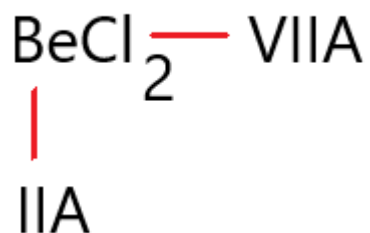
- A) solo I
- B) solo II
- C) solo III
- D) I y II
- E) I y III

ce
pre
UNI

Rpta: E

Moléculas con menos de 8 electrones en su átomo

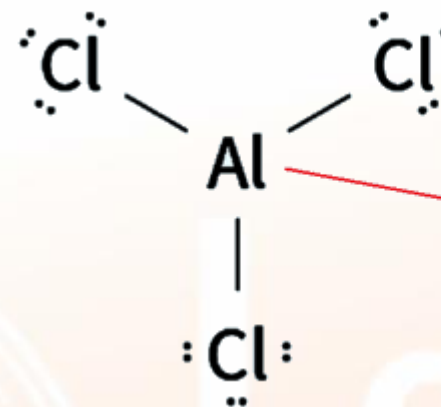
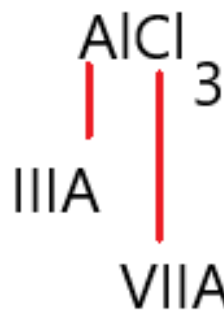
a)



4e de valencia
(octeto incompleto)

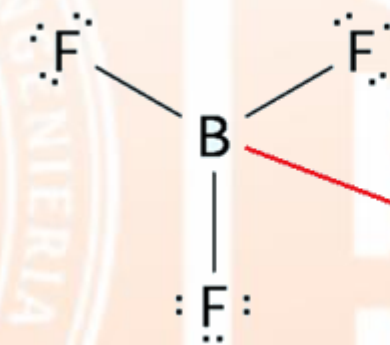
b)

central



6e de valencia
(octeto incompleto)

c)



6e de valencia
(octeto incompleto)

Otros ejemplos: BeBr_2

BH_3

BeI_2

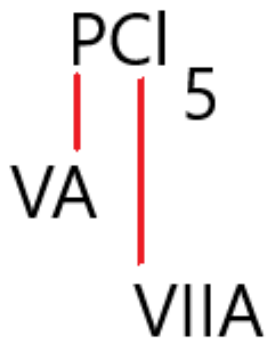
NO

NO_2

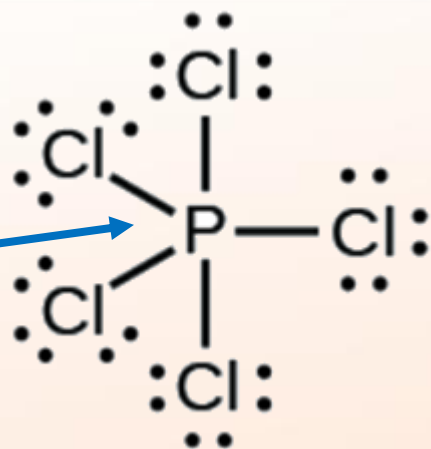
ClO_2

Moléculas con más de 8 electrones en su átomo central.

d)



10 e- de valencia
(octeto expandido)



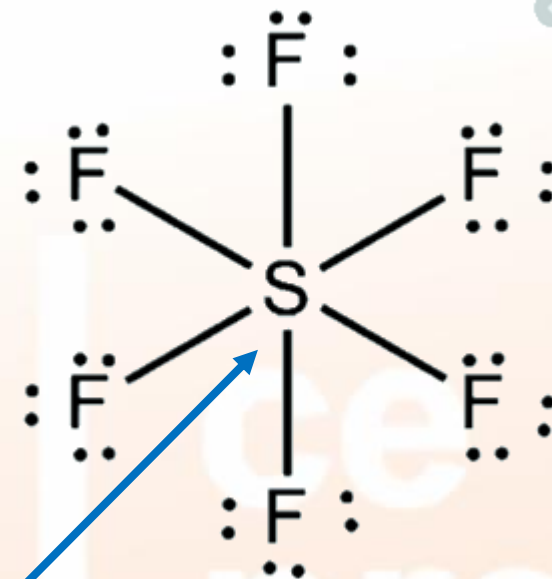
Otros ejemplos:



e)



12 e- de valencia
(octeto expandido)



PREGUNTA 14

Cuando los átomos forman enlaces covalentes, por lo general, cumplen la regla del octeto, sin embargo, existen algunos átomos que en ciertos compuestos no cumplen dicha regla. Al respecto, seleccione el compuesto cuyo átomo central no cumple la regla del octeto.

ce
pre
UNI**Rpta: D**

PREGUNTA 15

Luego de realizar la estructura de Lewis del ion fosfato, PO_4^{3-} , considerando que el átomo central queda rodeado de 10 electrones de valencia, indique verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

- I. Presenta dos enlaces pi.
 - II. Presenta dos enlaces dativos.
 - III. Todas sus longitudes de enlace son iguales.
- A) VVV
 - B) FVF
 - C) FFV
 - D) VVF
 - E) VFV

ce
pre
UNI**Rpta: C**