

**Tema 5**  
**Enlace Químico I. Conceptos**  
**básicos**

**Juan José Borrás**  
**Almenar**  
**Departamento de**  
**Química Inorgánica**

**Asignatura:**

12865–Estructura y Enlace de la Materia  
Licenciatura de Química

**EJERCICIO 1.** La azida de sodio,  $\text{NaN}_3$ , es la sustancia utilizada para generar nitrógeno (g) cuando ocurre un impacto en un automóvil (*air bag*). El  $\text{NaN}_3$  es un compuesto iónico que contiene el ión aziduro,  $\text{N}_3^-$ . Escribe la estructura de Lewis de este anión, indicando las posibles formas resonantes, las cargas formales sobre cada átomo y la contribución relativa de cada una de las formas resonantes.

**EJERCICIO 2.** El compuesto  $\text{NO}_2\text{F}$ , es un reactivo gaseoso utilizado como propulsor de cohetes. Escribe las estructuras de Lewis para todas sus formas resonantes; indica las cargas formales sobre cada átomo

**EJERCICIO 3.** El óxido de dinitrógeno,  $\text{N}_2\text{O}$ , (“óxido nitroso” o *gas hilarante*), se utilizó en ciertos casos como gas anestésico. Escribe las estructuras de Lewis del óxido de dinitrógeno,  $\text{N}_2\text{O}$ , indicando las posibles formas resonantes, las cargas formales sobre cada átomo, y la **contribución relativa** de cada una de las formas resonantes.

**EJERCICIO 4.** Escribe las estructuras de Lewis del anión carbonato,  $\text{CO}_3^{2-}$ , indicando las posibles formas resonantes, las cargas formales sobre cada átomo, y la **contribución relativa** de cada una de las formas resonantes. Estima el orden de enlace medio C–O

### Estructuras de Lewis

**EJERCICIO 5.** Escribe la estructura de Lewis de las siguientes especies químicas, e indica, en su caso, las formas resonantes más importantes. Utiliza la tabla siguiente como guía:

Molécula	$n_{ev}$	$n_{eo}$	$n_{ec}$	$n_{e\sigma}$	$n_{e\pi}$	$N_{ps}$
$\text{H}_2\text{CO}$						
$\text{H}_3\text{O}^+$						
$\text{IBr}_4^-$						
$\text{ClO}_4^-$						
$\text{PO}_4^{3-}$						
$\text{IOF}_5$						

**EJERCICIO 6.** Propón la estructura de Lewis de las moléculas siguientes: a)  $\text{OF}_2$ , b)  $\text{PCl}_3$ , c)  $\text{XeF}_2$ , d)  $\text{ICl}_4^-$ .

**EJERCICIO 7.** Propón la estructura de Lewis de las moléculas siguientes: a)  $\text{NH}_4^+$ , b)  $\text{CCl}_4$ , c)  $\text{SiF}_6^{2-}$ , d)  $\text{SF}_5^-$ .

**EJERCICIO 8.** Estructura de Lewis del anion nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ). Dibuja las estructuras resonantes y estima el orden de enlace medio N–O.

**EJERCICIO 9.** Estructura de Lewis del anion  $\text{NO}_3^-$ . Dibuja las estructuras resonantes y estima el orden de enlace medio N–O.

**EJERCICIO 10.** El ion tiocianato,  $\text{NCS}^-$  es lineal con el C como átomo central. Construye todas las estructuras de Lewis posibles para esta especie. Utiliza el concepto de carga formal para dilucidar cual de ellas contribuirá con más peso.


**EJERCICIO 11.** El  $\text{BF}_3$  presenta tres enlaces sencillos y al B como un átomo deficiente en electrones. Utiliza el concepto de carga formal para sugerir por qué una estructura con un doble enlace  $\text{B}=\text{F}$ , que proporcionaría un octeto al B, no está favorecida.

**EJERCICIO 12.** Escribe la estructura de Lewis para el anión cianato,  $\text{OCN}^-$ , indicando las cargas formales asociadas a cada uno de los átomos de dicha molécula.

**EJERCICIO 13.** Escribe las estructuras de Lewis para el dióxido de dinitrógeno,  $\text{ONNO}$ , indicando las cargas formales asociadas a cada uno de los átomos de dicha molécula.


**EJERCICIO 14.** Escribe las estructuras de Lewis para la molécula de cianamida,  $\text{H}_2\text{NCN}$ , indicando las cargas formales asociadas a cada uno de los átomos de dicha molécula.

**EJERCICIO 15.** Escribe la estructura de Lewis para las moléculas siguientes: a)  $\text{XeOF}_4$ , b)  $\text{XeO}_3$ , c)  $\text{ICl}_2^+$ , indicando las cargas formales asociadas a cada uno de los átomos.

**EJERCICIO 16.** Escribe la estructura de Lewis para las moléculas a)  $\text{SF}_4$ , b)  $\text{ClF}_3$ , c)  $\text{POCl}_3$ , d)  $\text{XeO}_2\text{F}_2$ , e)  $\text{IO}_2\text{F}_2^-$ , f)  $\text{IF}_4^-$ , indicando las cargas formales asociadas a cada uno de los átomos. 

**EJERCICIO 17.** La molécula de óxido de dinitrógeno tiene el orden atómico  $\text{NNO}$  en vez de la disposición simétrica  $\text{NON}$ . Utiliza el argumento de las cargas formales para argumentar la disposición de los átomos en la molécula.

**EJERCICIO 18.** El ion cianato,  $\text{OCN}^-$ , forma sales muy estables, en tanto que las sales del ion isocianato,  $\text{CNO}^-$  suelen ser explosivas. Sugiere una razón. Una tercera disposición posible sería  $\text{CON}^-$  ¿Por qué es poco probable?


**EJERCICIO 19.** Haz una ordenación de las distancias de enlace  $\text{C}-\text{O}$  en  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{CO}_3^{2-}$  

**EJERCICIO 20.** Haz una ordenación de las distancias de enlace  $\text{N}-\text{O}$  en  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3^-$

### Geometría molecular. Modelo RPECV


**EJERCICIO 21.** Determina la geometría molecular de las entidades señaladas en el ejercicio 6: a)  $\text{OF}_2$ , b)  $\text{PCl}_3$ , c)  $\text{XeF}_2$ , d)  $\text{ICl}_4^-$ . Identifica en qué casos hay desviaciones respecto de los ángulos geométricos ideales como consecuencia de la presencia de uno o más pares de electrones no compartidos.

**EJERCICIO 22.** Determina la geometría molecular de las entidades señaladas en el ejercicio 7: a)  $\text{NH}_4^+$ , b)  $\text{CCl}_4$ , c)  $\text{SiF}_6^{2-}$ , d)  $\text{SF}_5^-$ . Identifica en qué casos hay desviaciones respecto de los ángulos geométricos ideales como consecuencia de la presencia de uno o más pares de electrones no compartidos.

**EJERCICIO 23.** Propón la geometría de las moléculas señaladas en el ejercicio 16. 

**EJERCICIO 24.** En base al modelo RPECV, predecir la geometría de las moléculas,  $\text{NO}_2\text{F}$ ,  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{ICl}_3$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{IF}_5$ ,  $\text{ICl}_2^-$ ,  $\text{SF}_4$  y  $\text{OSF}_4$ , e indicar el sentido de las desviaciones respecto de los ángulos ideales


**EJERCICIO 25.** Justifica la diferencia en el ángulo de enlace de las moléculas  $\text{H}_2\text{O}$  ( $104,5^\circ$ ) y de  $\text{OF}_2$  ( $101,5^\circ$ ).

**EJERCICIO 26.** a) Predecir la geometría de la molécula  $\text{AsF}_3$ . b) Justifica la diferencia en el ángulo de enlace de las moléculas  $\text{AsF}_3$  ( $96,2^\circ$ ) y de  $\text{AsCl}_3$  ( $98,5^\circ$ ). 

**EJERCICIO 27.** En base al modelo RPECV predecir la geometría de la molécula  $\text{SnCl}_2$ .

**EJERCICIO 28.** En base al modelo RPECV predecir la geometría de las moléculas  $\text{PCl}_6^-$ ,  $\text{ICl}_2^+$ ,  $\text{SF}_5\text{Cl}$ ,  $\text{IBr}_4^+$ ,  $\text{ICl}_4^-$ , e indicar el sentido de las desviaciones respecto de los ángulos ideales.

**EJERCICIO 29.** En base al modelo RPECV predecir la geometría de las moléculas  $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$ , e indicar el sentido de las desviaciones respecto de los ángulos ideales.

**EJERCICIO 30.** Se ha sintetizado el anion  $\text{CO}_2^-$ . ¿Qué forma y qué ángulos de enlace aproximado esperas que tenga? 

**EJERCICIO 31.** ¿Cuáles de las siguientes moléculas triatómicas esperas que sea lineal y cuáles angulares? Para aquellas angulares, sugiere el ángulo de enlace aproximado: a)  $\text{CS}_2$ , b)  $\text{ClO}_2$ , c)  $\text{SnCl}_2$  (gas), d)  $\text{NOCl}$  (el N es el átomo central), e)  $\text{XeF}_2$ .

**EJERCICIO 32.** De las siguientes especies triatómicas, ¿cuáles esperarías que fueran lineales y cuáles angulares? Para aquellas angulares, sugiere el ángulo de enlace aproximado: a)  $\text{BrF}_2^+$ , b)  $\text{BrF}_2^-$ ; c)  $\text{CN}_2^{2-}$

**EJERCICIO 33.** Escribe la estructura de Lewis de la propanona y, en base al modelo RPECV, predecir su geometría más probable.

### Electronegatividad

**EJERCICIO 34.** Ordena los elementos B, Cl, Br y Al, por orden creciente de electronegatividad.

**EJERCICIO 35.** Justifica la siguiente variación de la electronegatividad:

Elemento	B	Al	Ga	In	Tl
$\chi$	2,0	1,5	1,6	1,7	1,8

### Momento dipolar

**EJERCICIO 36.** Indicar si la siguiente frase es correcta, justificando la respuesta: *Las moléculas  $\text{PF}_3$  y  $\text{SiF}_4$  tienen momento dipolar debido a la gran diferencia de electronegatividades entre P y F y entre Si y F.*

**EJERCICIO 37.** Indica cuáles de las siguientes moléculas tienen momento dipolar:  $\text{ICl}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .

**EJERCICIO 38.** Justifica cuáles de las siguientes moléculas tienen momento dipolar:  $\text{AsCl}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_2\text{F}$ ,  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{ICl}_3$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{IF}_5$ ,  $\text{SF}_4$  y  $\text{OSF}_4$ ,  $\text{XeO}_4$ .

**EJERCICIO 39.** Para cada una de las moléculas del ejercicio 21 determina si son polares o no polares.

### Fuerzas intermoleculares

**EJERCICIO 40.** Identifica los tipos de fuerzas intermoleculares que pueden surgir entre moléculas de cada una de las siguientes sustancias: (a)  $\text{NO}_2$ , (b)  $\text{N}_2\text{H}_2$ , (c)  $\text{HF}$ , (d)  $\text{Cl}_4$

**EJERCICIO 41.** Identifica los tipos de fuerzas intermoleculares que pueden surgir entre moléculas de cada una de las siguientes sustancias: (a)  $\text{CH}_3\text{OH}$ , (b) *cis*- $\text{CHCl}=\text{CHCl}$ , (c) *trans*- $\text{CHCl}=\text{CHCl}$ , (d)  $\text{Br}_2$

**EJERCICIO 42.** Ubique los siguientes tipos de interacciones moleculares e iónicas en orden de magnitud creciente: a) ión-dipolo b) dipolo inducido-dipolo inducido, c) dipolo-dipolo en fase gaseosa d) ión-ión e) dipolo-dipolo en fase sólida.

**EJERCICIO 43.** ¿Cuál de los compuestos siguientes esperas que tenga un punto de ebullición más alto: el amoníaco,  $\text{NH}_3$  o la fosfina,  $\text{PH}_3$ ? ¿Por qué?

**EJERCICIO 44.** ¿Cuál de los siguientes compuestos esperarías que tuviera un punto de fusión más alto: el dibromo,  $\text{Br}_2$ , o el monocloruro de yodo,  $\text{ICl}$ ? Indica la razón

**EJERCICIO 45.** ¿Cuál esperarías que tuviese un mayor punto de ebullición, el *p*-diclorobenceno o el *o*-diclorobenceno?

**EJERCICIO 46.** Explica la tendencia en los puntos de ebullición de los haluros de hidrógeno:  $\text{HCl}$ :  $-85^\circ\text{C}$ ;  $\text{HBr}$ :  $-67^\circ\text{C}$ ;  $\text{HI}$ :  $-35^\circ\text{C}$ .

**EJERCICIO 47.** ¿Cuáles de las siguientes moléculas podrán formar enlaces de hidrógeno? (a)  $\text{H}_2\text{S}$ ; (b)  $\text{CH}_4$ ; (c)  $\text{H}_2\text{SO}_3$  (d)  $\text{PH}_3$

**EJERCICIO 48.** ¿Cuáles de las siguientes moléculas podrán formar enlaces de hidrógeno? (a)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ ; (b)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; (c)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  (d)  $\text{CH}_3\text{CHO}$

**EJERCICIO 49.** Sugiere, fundamentando la respuesta, que sustancia de cada uno de los siguientes pares tendrá probablemente mayor punto de fusión: a)  $\text{HCl}$  o  $\text{NaCl}$ , b)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$  o  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ , c)  $\text{CHI}_3$  o  $\text{CHF}_3$ , d)  $\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{CH}_3\text{OH}$

**EJERCICIO 50.** Explica las siguientes observaciones en función del tipo y magnitud de las fuerzas intermoleculares: a) El punto de fusión del xenón sólido es de  $-112^\circ\text{C}$  y el del argón sólido es  $-189^\circ\text{C}$ . b) La presión de vapor del dietil éter es mayor que la del agua. c) El punto de fusión del pentano es  $36,1^\circ\text{C}$ , mientras que el del 2,2-dimetilpropano es  $9,5^\circ\text{C}$ .