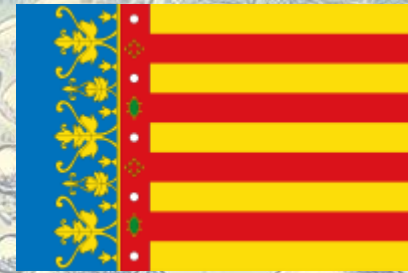


PAU Comunidad Valenciana



Química



MODELO 2025

Ejercicio 3

Estructura molecular-números cuánticos

Prepárate bien

En mi página web **angelcuesta.com** y en mi canal hay muchos ejercicios resueltos similares al que vamos a trabajar ahora. Te dejo una pequeña muestra aquí.



PAU COMUNIDAD VALENCIANA
JULIO 2023



PAU COMUNIDAD VALENCIANA
JUNIO 2023



PAU COMUNIDAD VALENCIANA
JULIO 2022



PAU COMUNIDAD VALENCIANA
JUNIO 2022

DATOS NECESARIOS PARA RESOLVER EL EXAMEN

Al inicio del examen se proporciona una tabla periódica que contiene las masas atómicas y un conjunto de fórmulas. La tabla periódica la he recortado por cuestiones de espacio en la diapositiva. **Te recomiendo que te descargues el enunciado y lo imprimas.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Hidrógeno 1,008																	2 He Helio 4,0026
3 Li Litio 6,94	4 Be Berilio 9,0122											5 B Boro 10,81	6 C Carbono 12,011	7 N Nitrógeno 14,007	8 O Oxígeno 15,999	9 F Flúor 18,998	10 Ne Neón 20,180
11 Na Sodio 22,990	12 Mg Magnesio 24,305											13 Al Aluminio 26,982	14 Si Silicio 28,085	15 P Fósforo 30,974	16 S Azufre 32,06	17 Cl Cloro 35,45	18 Ar Argón 39,95

Constantes y factores de conversión: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; $K_w (298 \text{ K}) = 10^{-14}$.
 $1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$.

FÓRMULAS

Ecuación de estado de los gases ideales: $PV = nRT$	Ecuación de Arrhenius: $k = Ae^{-E_a/RT}$	Energía de un fotón: $E = \frac{hc}{\lambda}$
Ecuación de Dalton: $p_i = x_i P$	2ª ley de Faraday: $m(g) = \frac{M(g \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot Q(C)}{n_e \cdot F(C \cdot \text{mol}^{-1})}$	$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

Ejercicio 3

Ejercicio 3. (2 puntos) Considere las siguientes moléculas: BF_3 , CF_4 y PF_3 . Responda a las siguientes cuestiones:

3.1 Escriba la configuración electrónica de estado fundamental del B y del P. **(0,5 puntos)**

3.2 Deduzca la geometría de las moléculas BF_3 , CF_4 y PF_3 y justifique cuál de ellas presenta un ángulo de enlace F–X–F mayor. **(1 punto)**

Conteste a uno de los siguientes apartados:

3.3.1 Escriba todos los posibles valores de los números cuánticos para un electrón 2p y para un electrón 3s. **(0,5 puntos)**

3.3.2 Discuta la polaridad de las moléculas CF_4 y PF_3 . **(0,5 puntos)**

Solución:

En primer lugar, escribiré la configuración electrónica de los elementos químicos.

B (Z=5): $1s^2 2s^2 2p^1$ → 3 electrones de valencia

C (Z=6): $1s^2 2s^2 2p^2$ → 4 electrones de valencia

F (Z=9): $1s^2 2s^2 2p^5$ → 7 electrones de valencia

P (Z=15): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ → 5 electrones de valencia

B (Z=5): $1s^2 2s^2 2p^1$

P (Z=15): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

Ejercicio 3

3.2 Deduzca la geometría de las moléculas BF_3 , CF_4 y PF_3 y justifique cuál de ellas presenta un ángulo de enlace F–X–F mayor.

Se enuncian primero los principios que se utilizarán para resolver el ejercicio.

La estructura de Lewis es una representación que muestra los pares de electrones en guiones o puntos. Así podemos representar los enlaces entre los átomos de una molécula y los pares de electrones solitarios que puedan existir.

De forma general, los átomos de las moléculas covalentes cumplen **la regla del octeto**, es decir, los átomos que las forman tienen tendencia a tener 8 electrones en su capa de valencia. Aunque **hay excepciones como el hidrógeno** (que llena su capa de valencia con 2 electrones) **y el boro** (que llena su capa de valencia con 6 electrones).

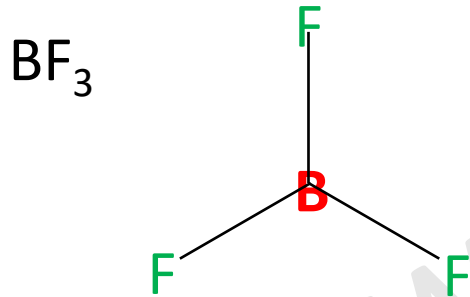
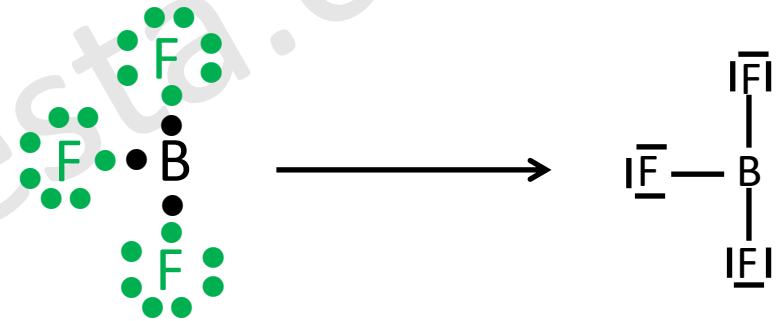
Se justificará la geometría molecular en base a la **teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia**. Dicha teoría establece que los pares de electrones de valencia alrededor de un átomo se repelen mutuamente, y, por lo tanto, adoptan una disposición espacial que minimiza esta repulsión.

Ejercicio 3

3.2 Deduzca la geometría de las moléculas BF_3 , CF_4 y PF_3 y justifique cuál de ellas presenta un ángulo de enlace F–X–F mayor.

BF_3 El átomo de B será el átomo central. Esto suele ocurrir cuando estamos ante un compuesto basado en boro.

Como el boro necesita 3 electrones para llenar su capa de valencia (**es una excepción**, no cumple la regla del octeto y se estabiliza con sólo 6 electrones). Compartirá sus tres electrones con los átomos de flúor (uno con cada átomo de flúor). De esta forma completarán todas sus capas de valencia.

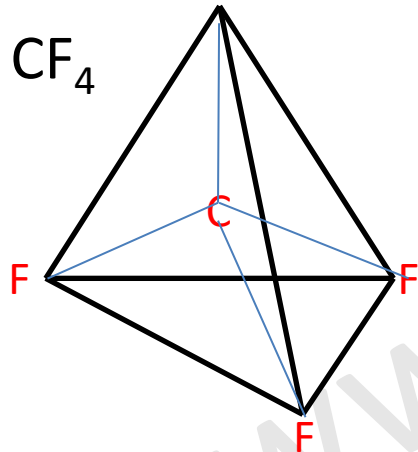
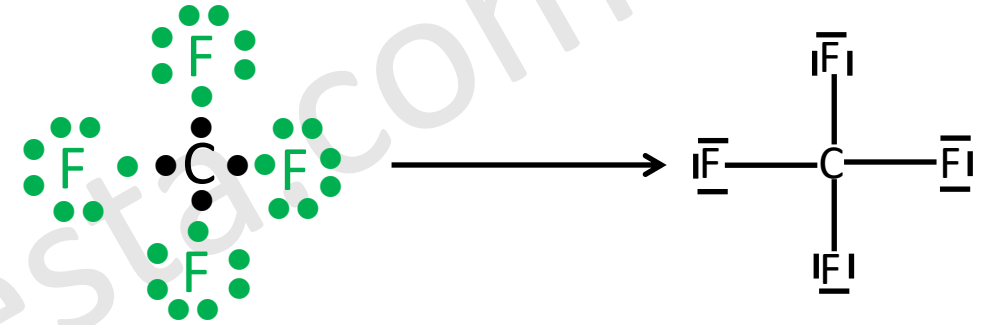


Debido que hay 3 nubes electrónicas alrededor del átomo de boro, según la teoría de la repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia, éstas adoptan una disposición triangular plana (disposición que minimiza la repulsión). Por ello la distribución de los pares electrónicos y la geometría de la molécula es **triangular plana**. El ángulo del **enlace F–B–F es 120°** .

Ejercicio 3

3.2 Deduzca la geometría de las moléculas BF_3 , CF_4 y PF_3 y justifique cuál de ellas presenta un ángulo de enlace F–X–F mayor.

En este caso, el carbono es el átomo central. Y como necesita compartir cuatro electrones para completar la capa de valencia, lo hace con los átomos de flúor. Un electrón con cada átomo de flúor, y así todos los átomos completan su capa de valencia y cumplen la regla del octeto.

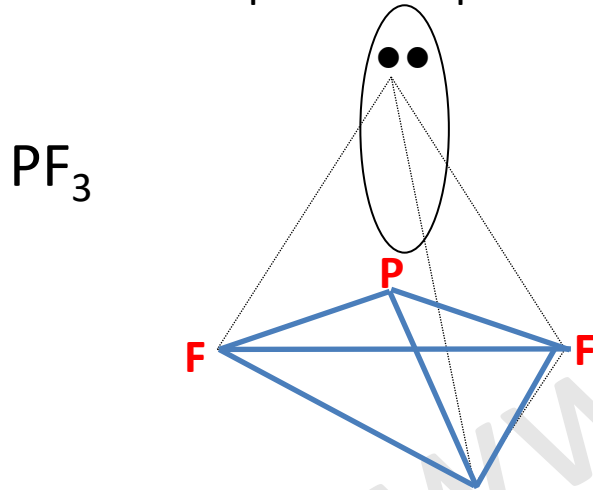


Según la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia, la disposición adoptada por los cuatro pares de electrones del carbono sería tetraédrica. Dado que no hay pares solitarios en el átomo central, la geometría de CF_4 es **tetraédrica**. El ángulo aproximado del enlace F–C–F es 109° .

Ejercicio 3

3.2 Deduzca la geometría de las moléculas BF_3 , CF_4 y PF_3 y justifique cuál de ellas presenta un ángulo de enlace F-X-F mayor.

PF_3 El fósforo es el átomo central. Y como necesita compartir tres electrones para completar la capa de valencia, lo hace con los átomos de flúor. Un electrón con cada flúor, y así el flúor también completa su capa de valencia.



Debido que hay 4 nubes electrónicas alrededor del átomo central, según la teoría de la repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia, éstas adoptan una **disposición tetraédrica** (disposición que minimiza la repulsión). Como el átomo de fósforo tiene un par no enlazante y éste no se tiene en cuenta en la geometría de la molécula, su geometría es de **pirámide trigonal**. El par no enlazante provoca que el ángulo entre **F-P-F sea menor de 109°** ya que el volumen del orbital no enlazante es mayor que el del par enlazante.

El ángulo del **enlace F-P-F es menor que 109°** y es el menor de todos, el ángulo aproximado del **enlace F-C-F es 109°** y es el segundo en amplitud y el ángulo del **enlace F-B-F es 120° y es el mayor de todos**

$$\text{PF}_3 < \text{CF}_4 < \text{BF}_3$$

Ejercicio 3

Conteste a uno de los siguientes apartados:

3.3.1 Escriba todos los posibles valores de los números cuánticos para un electrón 2p y para un electrón 3s.

Los números cuánticos son 4: n , l , m , s . Sus valores están asociados al orbital atómico en el que se encuentra el electrón.

Para hacer la asignación de los números cuánticos, debemos tener en cuenta que n es el número cuántico asociado al nivel energético (1,2,3...) , l es el número cuántico asociado al tipo de orbital ($s \rightarrow l = 0$; $p \rightarrow l = 1$) y que $-l \leq m \leq l$

y $s = \pm \frac{1}{2}$. Los 4 números se escriben en forma de vector (n, l, m, s) .

Los posibles valores de los números cuánticos de los electrones situados en el orbital 2p son:

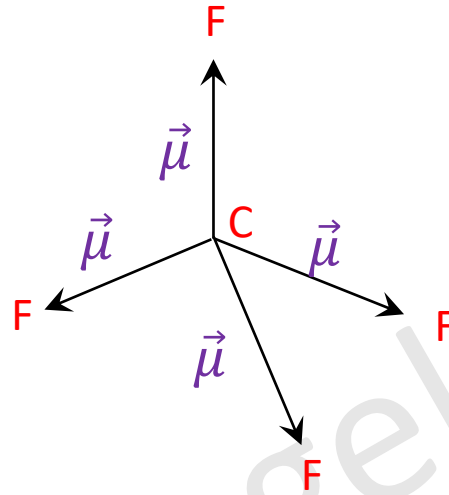
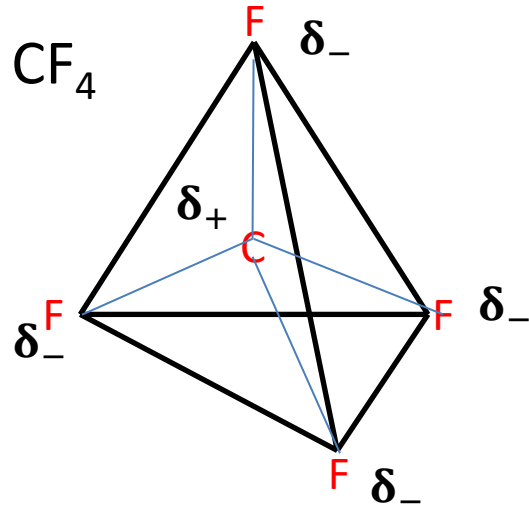
$$\left(2, 1, -1, +\frac{1}{2}\right); \left(2, 1, 0, +\frac{1}{2}\right); \left(2, 1, 1, +\frac{1}{2}\right); \left(2, 1, -1, -\frac{1}{2}\right); \left(2, 1, 0, -\frac{1}{2}\right); \left(2, 1, 1, -\frac{1}{2}\right)$$

Los posibles valores de los números cuánticos de los electrones situados en el orbital 3s son:

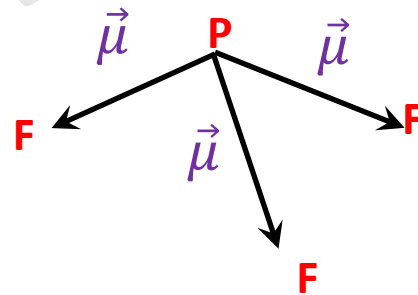
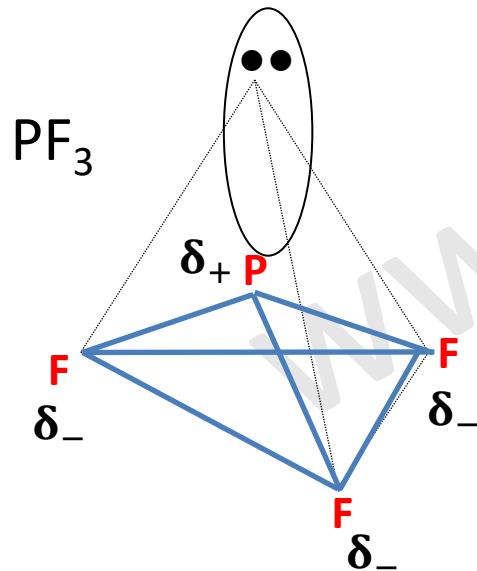
$$\left(3, 0, 0, +\frac{1}{2}\right); \left(3, 0, 0, -\frac{1}{2}\right)$$

Ejercicio 3

3.3.2 Discuta la polaridad de las moléculas CF_4 y PF_3 .



En este caso, por la simetría de la molécula, al sumar vectorialmente los momentos dipolares, estos se anulan. Por lo que la molécula es **apolar**.



En este caso, al sumar vectorialmente los momentos dipolares, estos no se anulan. Por lo que la molécula es **polar**.