



1. I) Considere el elemento Bi ($Z = 83$):

a) Escriba su configuración electrónica, en función del gas noble anterior. **(0,40 puntos)**



b) ¿Cuántos electrones de valencia, y cuántos electrones desapareados, tendrá este elemento, en su estado fundamental? Justifique brevemente su respuesta. **(0,40 puntos)**

Tendrá 5 electrones de valencia (los de los orbitales 6s y 6p).

Tendrá 3 electrones desapareados, ya que (según la Regla de Hund) en el subnivel 6p los 3 electrones se sitúan ocupando los orbitales p de forma que quedan desapareados: . $\uparrow \uparrow \uparrow$

c) Explique brevemente si el conjunto de números cuánticos (5, 0, -1, +1/2) puede corresponder a un electrón de dicho elemento, en su estado fundamental. **(0,25 puntos)**

No, ya que es una combinación imposible, pues si $l = 0$, m también tiene que ser 0.

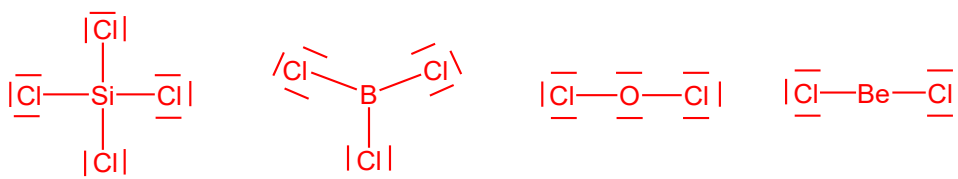
d) ¿Cuántos protones, neutrones y electrones tendrá el ion $^{209}\text{Bi}^{3+}$? **(0,45 puntos)**

83 protones, 126 neutrones ($N = A - Z = 209 - 83$) y, como es un catión tripositivo, 80 electrones

II) Explique brevemente (una o dos líneas es suficiente) por qué los elementos situados en un mismo grupo de la Tabla Periódica tienen similares propiedades químicas. **(0,50 puntos)**

Porque tienen la misma configuración electrónica externa, que es la que determina la reactividad (ésta depende de los electrones cedidos, ganados o compartidos).

2. I) Represente las estructuras de Lewis del SiCl_4 , BCl_3 , OCl_2 y BeCl_2 , y en base a ellas indique (no hace falta explicar) la geometría y polaridad de dichas moléculas. **(1,60 puntos)**



SiCl_4 : Geometría tetraédrica, molécula apolar.

(El átomo central (S) está rodeado por 4 pares de electrones enlazantes (molécula tipo AB_4E_0). Para minimizar las repulsiones entre ellos, la geometría es tetraédrica. Debido a la simetría de la molécula, los momentos dipolares de los enlaces Si-Cl se anulan, y la molécula es apolar).

BCl_3 : Geometría trigonal plana (o triangular). Molécula apolar.

(El átomo central (B) está rodeado por 3 pares de electrones enlazantes (molécula tipo AB_3E_0). Para minimizar las repulsiones entre ellos, la geometría es trigonal plana (o triangular). Debido a la simetría, los momentos dipolares de los enlaces B-Cl se anulan, y la molécula es apolar)-

OCl_2 : Geometría angular. Molécula polar.

(El átomo central (O) está rodeado por 4 pares de electrones: 2 enlazantes y 2 solitarios (AB_2E_2). Para minimizar las repulsiones entre ellos, se disponen tetraédricamente, pero al haber dos pares no enlazantes la geometría resultante para la molécula es angular. Los momentos dipolares de los enlaces O-Cl no se anulan, al no ser la molécula lineal, por lo que la molécula es polar).

BeCl_2 : Geometría lineal. Molécula apolar

(El átomo central (Be) está rodeado por 2 pares de electrones enlazantes (AB_2E_0). Para minimizar las repulsiones entre ellos, la geometría de la molécula es lineal. Debido a la simetría de la molécula, los momentos dipolares de los enlaces Be-Cl se anulan, y la molécula es apolar).

II) Indique si alguna de las moléculas anteriores no cumple la regla del octeto. **(0,40 puntos)**

El **BCl_3** y el **BeCl_2** , porque el B sólo tiene 3 pares de electrones y el Be 2 pares (en realidad, la regla del octeto sólo es completamente válida para C, N, O y F)

3. Suponga cuatro reacciones distintas que corresponden todas a una estequiometría $A + 2 B \longrightarrow C$ pero cuyas ecuaciones de velocidad son las siguientes:

Reacción 1: $v = k$; Reacción 2: $v = k[A]$; Reacción 3: $v = k[A]^2$; Reacción 4: $v = k[A][B]$

Indique si alguna, o algunas, de estas cuatro reacciones cumple con las siguientes características:

a) Es una reacción de orden 0. **(0,40 puntos)**

La única reacción de orden 0 sería la reacción 1 (ya que su velocidad es constante, $v = k$).

b) Es una reacción de segundo orden. **(0,40 puntos)**

Las reacciones 3 ($v = k [A]^2$) y 4 ($v = k[A][B]$) serían de segundo orden.

c) Si se triplica la concentración inicial de A, la velocidad inicial también se triplica. **(0,40 puntos)**

Las reacciones 2 y 4 (son de primer orden en A, así que en ellas se cumple que la velocidad inicial aumenta en la misma proporción que la concentración inicial de A)

d) El producto C se forma a la mitad de velocidad que se consume el producto B. **(0,40 puntos)**

Esta condición se cumple en las cuatro reacciones, (ya que la relación entre las velocidades depende de la estequiometría de la reacción, y no de la ecuación de velocidad). (Por cada 2 moles de B que se consumen siempre se forma un mol de C, así que la velocidad de formación de C es la mitad que la de desaparición de B).

e) La velocidad de la reacción aumentará al aumentar la temperatura. **(0,40 puntos)**

Esta condición también se cumple en las cuatro reacciones (pues la velocidad siempre aumenta con la temperatura, según la ecuación de Arrhenius)

4. Para la reacción de formación de HI: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$, $K_c = 51,2$ a una determinada T.

a) Si a dicha temperatura se introducen simultáneamente en un matraz de 2 L de capacidad 1,25 moles de H_2 , 0,25 moles de I_2 y 4 moles de HI, justifique numéricamente si la mezcla inicial estará o no en equilibrio y, de no estarlo, hacia dónde se desplazará éste. **(1,00 puntos)**

b) Calcule K_p para dicha reacción. Dato: $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ **(0,50 puntos)**

c) Explique brevemente si cuando la mezcla esté en equilibrio seguirán produciéndose cambios químicos en ella. **(0,50 puntos)**

a) Como están presentes desde el principio todas las sustancias que participan en el equilibrio, para ver si el sistema está en equilibrio y, en caso negativo, hacia dónde se desplazará, hay que calcular el cociente de reacción Q. Para este equilibrio la expresión de Q es:

$$Q = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

Habría que calcular las concentraciones iniciales de las tres sustancias, pero en este caso, al haber concentraciones al cuadrado en el numerador y en el denominador, los volúmenes se van y se puede trabajar directamente con moles:

$$Q = \frac{4^2}{1,25 \cdot 0,25}$$

Sale $Q = 51,2$. Como $Q = K_c$, estamos en el equilibrio desde el principio.

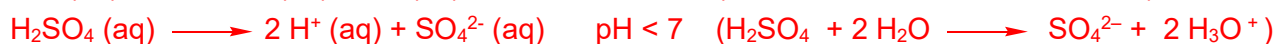
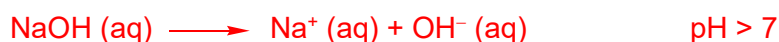
b) $K_p = K_c (R T)^{\Delta n}$ Como $\Delta n = 0$, $K_p = K_c = 51,2$

c) Sí seguirán produciéndose cambios químicos, ya que el equilibrio químico es un proceso dinámico, en el que tienen lugar simultáneamente las reacciones directa e inversa con la misma velocidad, de forma que aparentemente no se está produciendo ningún cambio, pero a nivel molecular sí que se están produciendo cambios.



5. Se dispone de volúmenes iguales de cuatro disoluciones 0,1 M de los siguientes ácidos y bases fuertes: Ca(OH)_2 , NaOH , HCl y H_2SO_4 :

a) Escriba las reacciones de disociación de todos ellos, suponiendo ionización completa, e indique en cada caso si el pH será mayor, menor o igual a 7. **(1,00 puntos)**



b) ¿En cuál de las cuatro disoluciones será el pH mayor? Calcule su valor. **(0,50 puntos)**

El pH será mayor en la disolución de Ca(OH)_2 , pues se generan 2 moles de OH^- por cada mol de base.

En concreto, al ser la disolución 0.1 M, la $[\text{OH}^-] = 0.2 \text{ M}$, $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 0.7$

$$\text{Como } \text{pH} + \text{pOH} = 14; \quad \text{pH} = 14 - \text{pOH} = \mathbf{13.3}$$

c) Explique cómo sería el pH resultante si mezcláramos las cuatro disoluciones. **(0,50 puntos)**

El pH sería neutro ($\text{pH} = 7$), porque al ser todos ellos ácidos y bases fuertes, y generar en total una concentración 0,3 M de H^+ y 0,3 M de OH^- , se neutralizan entre sí.

(Podemos verlo como que el NaOH 0.1 M se neutraliza con el HCl 0.1 M, formando NaCl y H_2O , y el Ca(OH)_2 0.1 M, con el H_2SO_4 0.1 M, formando CaSO_4 y H_2O)

6. Se tiene una disolución 0,1 M de metilamina, CH_3NH_2 ($K_b = 4,4 \cdot 10^{-4}$).

a) Escriba el equilibrio de disociación que tiene lugar y calcule el pH de la disolución. **(1,00 puntos)**

La metilamina, como el NH_3 es una base débil. Su equilibrio de disociación es:



Concentraciones, inicio: 0,1 0 0

Conc. equilibrio: 0,1-x x x

El valor de x lo podemos obtener de la expresión para K_b :

$$K_b = 4,4 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,1 - x}$$

Como se trata de una base débil, podemos suponer que $x \ll 0,1$:

$$K_b = 4,4 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,1}$$

$$4,4 \cdot 10^{-5} = x^2 ; \quad x = 6,6 \cdot 10^{-3} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 2.18 \quad \text{Como } \text{pH} + \text{pOH} = 14; \quad \text{pH} = 14 - \text{pOH} = \mathbf{11.82 = \text{pH}}$$

b) Si se tienen otras disoluciones 0,1 M de NH_3 ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$) y de NaOH , ordene las tres disoluciones según su pH (NOTA: No es necesario hacer cálculos). **(0,50 puntos)**

Las tres bases generan un mol de hidroxilos por cada mol de base. La más básica es el NaOH , que es una base fuerte. Entre el NH_3 y la MeNH_2 , si nos fijamos en las K_b , la de la MeNH_2 es mayor, así que es una base más fuerte que el NH_3 . Por tanto, el orden de pH será: $\text{NH}_3 < \text{MeNH}_2 < \text{NaOH}$

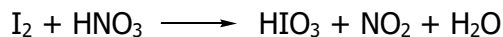
c) ¿Cuál será la K_a del ácido conjugado de la metilamina? Dato: $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$ **(0,50 puntos)**

Para una base y su ácido conjugado se cumple que $K_a \cdot K_b = K_w$

En el enunciado nos dicen que para la metilamina $K_b = 4,4 \cdot 10^{-4}$

por tanto: que $K_a \cdot 4,4 \cdot 10^{-4} = 1 \cdot 10^{-14}$, y $K_a = 2.27 \cdot 10^{-11}$

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción (sin ajustar):



I) Indique cuál es el agente oxidante y cuál el agente reductor, y qué cambios se producen en sus números de oxidación. **(0,60 puntos)**

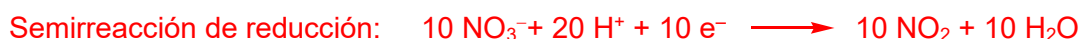
El agente oxidante es el NO_3^- (o el HNO_3), que se reduce a NO_2 . Pasa de N(V) a N(IV)

El agente reductor es el I_2 que se oxida a IO_3^- . Pasa de I(0) a I(V)

II) Ajuste la reacción mediante el método del ion electrón, escribiendo para ello las semirreacciones de oxidación y reducción. **(1,40 puntos)**



Se multiplica la primera semirreacción por 10, y se suman ambas



Se simplifican H^+ y H_2O a ambos lados de la reacción:



Para neutralizar las cargas y poder poner en forma molecular, faltan 2 H^+ a cada lado de la reacción:



COMPROBAMOS que hay el mismo número de átomos de cada tipo a cada lado de la reacción:



8. En una celda electrolítica se está produciendo la obtención de Al por electrolisis de AlCl_3 fundido.

a) Indique en qué electrodo (cátodo o ánodo) se depositará el aluminio, y escriba la semirreacción que tendrá lugar en él, indicando si se trata de una oxidación o una reducción. **(0,50 puntos)**



b) ¿Qué semirreacción ocurrirá en el otro electrodo? **(0,50 puntos)**



c) ¿Qué masa de Al se obtendrá si se utiliza una corriente de 2 A durante 3 horas? **(1,00 puntos)**

Datos: $F = 96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$, Masa atómica del Al = $27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

La expresión para la masa (en gramos) depositada en función de la I y del tiempo es:

$$m = \frac{M_r \cdot I \cdot t \cdot}{n \cdot F}$$

donde n es el número de electrones intercambiado y M_r el peso atómico del elemento y el tiempo debe expresarse en segundos (3 horas son 10800 s)

Sustituyendo por los valores correspondientes:

$$m = \frac{27 \cdot 2 \cdot 10800}{3 \cdot 96500} = 2 \text{ g}$$



9. Dado el compuesto $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$

a) Nómbralo. (0,20 puntos) **pentan-2-ona**

b) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de un isómero estructural de cadena, otro de posición y otro de función, y nómbralos. (0,60 puntos)

Isómero estructural de cadena: $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CO-CH}_3$ 3-metilbutan-2-ona

Isómero estructural de posición: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$ pentan-3-ona

Isómero estructural de función: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$ pentanal o valeraldehído

c) Explique si puede presentar algún tipo de isomería espacial. (0,40 puntos)

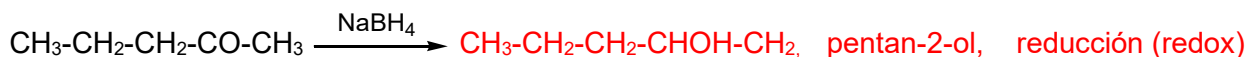
No puede presentar isomería geométrica, porque no tiene dobles enlaces ni es un ciclo.

No puede presentar isomería óptica porque no posee carbonos asimétricos.

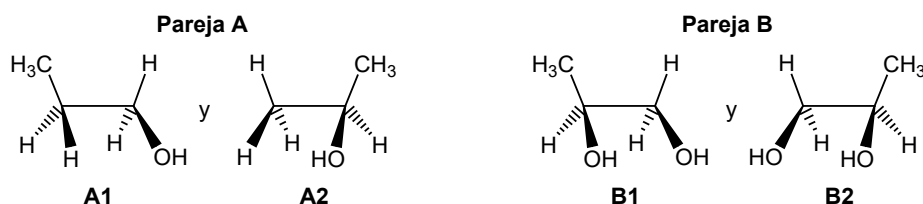
d) Escriba la ecuación química para su reacción de combustión. (0,30 puntos)



e) Escriba el producto de la siguiente reacción, nómbralo e indique el tipo de reacción: (0,50 puntos)



10. Observe atentamente los siguientes cuatro compuestos orgánicos, agrupados en dos parejas, A y B:



a) Nombre cada uno de los cuatro compuestos. (0,40 puntos)

Para no confundirse, lo mejor es escribir las fórmulas semidesarrolladas de los 4 compuestos:

A1: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$: propan-1-ol

B1: $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$ propano-1,2-diol

A2: $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$: propan-2-ol

B2: $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_3$ propano-1,2-diol

b) Indique cuáles de ellos tienen algún carbono asimétrico, y cuáles no. (0,30 puntos)

El A1 y el A2 no tienen carbonos asimétricos (no hay ningún carbono unido a 4 sustituyentes distintos)

El B1 y el B2 sí tienen un carbono asimétrico (el C-2 está unido a cuatro sustituyentes distintos)

c) Escriba sus formas moleculares y compruebe cuáles son isómeros entre sí. (0,30 puntos)

A1 y A2 tienen la misma forma molecular: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, luego son isómeros entre sí.

B1 y B2 tienen también la misma fórmula molecular: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$, luego también son isómeros entre sí.

Ambas parejas no son isómeras entre sí, porque sus formas moleculares son distintas.

d) En el caso de los compuestos que sean isómeros, explique brevemente qué tipo y subtipo de isómeros son. (0,80 puntos)

A1 y A2 son isómeros estructurales de posición (entre ellos sólo cambia la posición del grupo OH).

B1 y B2 son isómeros espaciales ópticos (son enantiómeros), porque la conectividad de sus átomos es la misma pero el carbono 2 es quiral, al estar unido a 4 sustituyentes diferentes, y puede verse en el dibujo claramente que uno de los compuestos es la imagen especular del otro.

e) Complete la siguiente reacción de condensación a partir de A1: (0,20 puntos)

