

# PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

19 de julio de 2018

## 1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

1. Sólo UNA de las siguientes afirmaciones es CORRECTA. Identifícala razonando tu respuesta. a) Los metales son malos conductores de la electricidad. b) Todos los compuestos iónicos son sólidos. c) La unión de un metal con un no metal se produce por enlace covalente. d) Los compuestos iónicos no se disuelven en agua.

**Respuesta:**

La única afirmación correcta es la **b)**, ya que se encuentran formando redes cristalinas.

2. Los átomos neutros A, B, C y D tienen las siguientes configuraciones electrónicas: A =  $1s^2 2s^2 2p^1$ ; B =  $1s^2 2s^2 2p^5$ ; C =  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ; D =  $1s^2 2s^2 2p^6$  a) Indica el grupo y período en el que se encuentran. b) El nombre y símbolo de cada elemento c) Ordénalos, razonadamente, de mayor a menor electronegatividad. d) ¿Cuál de ellos presentará mayor potencial de ionización?

**Respuesta:**

a) y b) **A: periodo 2, grupo 13, Boro (B); B: periodo 2, grupo 17, Flúor (F); C: periodo 3, grupo 2, Magnesio (Mg); D: periodo 2, grupo 18, Neón (Ne)**

c) Tienen mayor electronegatividad los elementos cuanto más a la derecha de la tabla periódica se encuentren, a excepción de los gases nobles, que no tienen tendencia a formar enlaces, por tanto, el orden será: **F > B > Mg > Ne**.

d) El **F**, al tener 7 electrones en su último nivel y tener tendencia a captar un electrón para alcanzar configuración de gas noble,

3. Para los elementos con Z = 9, 12, 16 y 28, a) Indica a qué grupo del sistema periódico pertenece cada uno de ellos. b) ¿Cuál de los cuatro elementos tendrá mayor afinidad electrónica? c) ¿Alguna combinación binaria entre ellos tendrá carácter iónico? d) ¿Cuál o cuáles de los cuatro elementos podrán formar enlace metálico?

**Respuesta:**

a) Las respectivas configuraciones son las siguientes: 9:  $1s^2 2s^2 2p^5$  **grupo 17**; 12:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ , **grupo 2**; 16:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ , **grupo 16**; 28:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$ , **grupo 10**

b) La mayor afinidad electrónica corresponderá al elemento situado más a la derecha y arriba en la tabla periódica, en este caso, el de **número atómico 19 (F)**.

c) Pueden tener carácter iónico los compuestos de **Fe (28)** con **F (9)** y con **S (16)**, así como de **Mg (12)** con **F** y con **S**.

d) Forman enlace metálico los elementos de números atómicos respectivos **12 (Mg) y 28 (Fe)**.

4. Sólo UNA de las siguientes afirmaciones es FALSA. Identifícala razonando todas tus respuestas. a) El cloruro de potasio (KCl) conduce la electricidad en estado fundido. b) A temperatura ambiente, todas las sustancias covalentes son gases. c) El diamante, siendo una sustancia covalente, tiene un punto de fusión muy alto. d) Todos los metales son buenos conductores de la electricidad.

**Respuesta:**

a) La afirmación es **correcta**. Los compuestos iónicos fundidos son buenos conductores.

b) La afirmación es **falsa**: existen compuestos covalentes con estructura cristalina, tales como el diamante, que posee un punto de fusión muy elevado

c) La afirmación es **correcta**: es una sustancia covalente con estructura cristalina.

- d) La afirmación es **correcta**: el enlace metálico se caracteriza por tener una red cristalina rodeada de electrones que pueden moverse con facilidad, lo que contribuye a la elevada conducción de la electricidad por los metales.
5. Los elementos designados con las letras A, B, C, D y E ocupan las posiciones indicadas en el siguiente esquema de tabla periódica: a) Escribe las configuraciones electrónicas de dichos elementos. b) Basándote en ellas justifica si son o no ciertas las siguientes afirmaciones: b.1) La primera energía de ionización de E es mayor que la de A. b.2) D es un gas noble y E un metal alcalinotérreo. b.3) La afinidad electrónica de B es mayor que la de A. b.4) El radio atómico de C es mayor que el de B.

		A																	B	
																			C	D
	E																			

**Respuesta:**

- a) Las respectivas configuraciones son:



- b.1) La afirmación es **falsa**: el electrón más externo está más alejado del núcleo y experimenta menor fuerza de atracción.
- b.2) La afirmación es **falsa**: E es un metal **alcalino**.
- b.3) la afirmación es **correcta**: el elemento B tiene tendencia a captar electrones, mientras que el elemento A tiene tendencia a cederlos.
- b.4) La afirmación es **correcta**: el electrón más externo está más alejado del núcleo, ya que el nivel principal de energía es mayor en C que en B.
6. Justifica la certeza o falsedad de las siguientes afirmaciones: a) Los iones  $S^{2-}$  y  $Ca^{2+}$  son isoelectrónicos. b) Arrancar un electrón a un átomo de K cuesta menos energía que arrancarlo a uno de Cs. c) El átomo de Fe tiene dos electrones desapareados. d) El enlace de la molécula de HF es más polar que el de la molécula de HI. Datos.- Números atómicos: F = 9; S = 16; K = 19; Ca = 20; Fe = 26; I = 53; Cs = 55.

**Respuesta:**

- a) Las configuraciones electrónicas respectivas de ambos iones son:



Por tanto, **ambos iones son isoelectrónicos**.

- b) La afirmación es **falsa**: el potasio tiene menor tamaño y ejerce una mayor fuerza sobre su electrón más externo que el Cs.
- c) La configuración electrónica del Fe es:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ , por lo que la afirmación es **falsa**.
- d) La afirmación es **correcta**. Existe mayor diferencia de electronegatividad entre el F y el H que entre el I y el H

## 2. ESTEQUIOMETRÍA.

### 3. CINÉTICA DE REACCIONES.

1. Justifica la certeza o falsedad de las siguientes afirmaciones acerca de la velocidad de una reacción:
- Se modifica cuando se adiciona un catalizador.
  - Su valor numérico es constante durante todo el tiempo que dura la reacción.
  - Su valor numérico aumenta al hacerlo la temperatura a la que se realiza la reacción.
  - Sus unidades pueden ser mol.s/L.

**Respuesta:**

- La afirmación es **correcta**, se modifica la velocidad del proceso directo y del inverso.
  - La afirmación es **falsa**. La velocidad de la reacción disminuye al ir consumiéndose los reactivos.
  - La afirmación es **correcta**, al aumentar la constante de velocidad de reacción con la temperatura.
  - La afirmación es **falsa**. El tiempo debe ir en el denominador.
2. La ecuación de velocidad de cierto proceso químico es  $v = k[A][B]^2$ . a) Indica el orden de reacción respecto al reactivo A, respecto al reactivo B y el orden de reacción total. b) ¿Cómo variará la velocidad de la reacción si se reduce a la mitad la concentración del reactivo B, manteniendo inalterados el resto de factores?

**Respuesta:**

- Los órdenes de reacción son: **1**, respecto al reactivo A; **2**, respecto del reactivo B y **3**, el orden total de la reacción.
- Al reducir a la mitad la concentración del reactivo B, la **velocidad disminuirá a la cuarta parte**, pues dicha concentración está elevada al cuadrado.

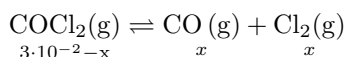
#### 4. TERMOQUÍMICA.

## 5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

1.  $3 \times 10^{-2}$  moles de gas fosgeno ( $\text{COCl}_2$ ) puro se introdujeron en un reactor de 1.50 litros, calentándose entonces éste hasta alcanzar los 800 K de temperatura. Alcanzado el equilibrio, la presión parcial de CO fue 0.497 atm. Para el equilibrio  $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ , calcula: a) La constante de presiones  $K_p$ ) b) El número total de moles en el equilibrio. c) El grado de disociación del gas fosgeno Dato:  $R = 0,082 \text{ atm L / mol K}$

**Respuesta:**

- a) El equilibrio podemos escribir:



Aplicando la ecuación de los gases ideales:

$$p_{\text{CO}}V = nRT \quad 0,497 \cdot 1,5 = n_{\text{CO}}0,082 \cdot 800$$

De donde obtenemos:  $n_{\text{CO}} = x = 0,011$  moles. El número de moles de  $\text{Cl}_2$ , según el equilibrio anterior, será el mismo. Puesto que el número de moles de  $\text{COCl}_2$  es  $3 \cdot 10^{-2} - x = 3 \cdot 10^{-2} - 0,011 = 0,019$ , aplicando la ecuación de los gases, tendremos:

$$p_{\text{COCl}_2}V = nRT \quad p_{\text{COCl}_2} \cdot 1,5 = 0,019 \cdot 0,082 \cdot 800 = 0,831 \text{ atm}$$

Con estos datos, tendremos que:

$$K_p = \frac{p_{\text{CO}}p_{\text{Cl}_2}}{p_{\text{COCl}_2}} = \frac{0,497^2}{0,831} = 0,30$$

- b) Teniendo en cuenta que el número total de moles es:  $n = 3 \cdot 10^{-2} - x + x + x = 3 \cdot 10^{-2} + x = 0,041$

- c) El grado de disociación será:

$$\alpha = \frac{x}{3 \cdot 10^{-2}} = \frac{0,011}{3 \cdot 10^{-2}} = 0,37$$

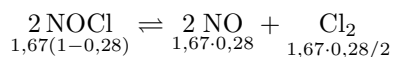
2. En los siguientes sistemas en equilibrio, a)  $\text{A} \rightleftharpoons 2\text{B} \quad \Delta H^\circ = 20.0 \text{ kJ/mol}$  b)  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} \quad \Delta H^\circ = -5.4 \text{ kJ/mol}$  c)  $\text{A} \rightleftharpoons \text{B} \quad \Delta H^\circ = 0.0 \text{ kJ/mol}$  predice razonadamente el cambio que se produciría en cada uno de ellos al aumentar la temperatura.

**Respuesta:**

- a) Al ser endotérmica la reacción, el equilibrio se desplaza hacia la **derecha**  
 b) Al ser exotérmica la reacción, el equilibrio se desplaza hacia la **izquierda**.  
 c) El equilibrio **no se modifica**.
3. 2.50 moles de  $\text{NOCl}$  puro se introdujeron en un reactor de 1.50 litros a  $400^\circ\text{C}$ . Una vez alcanzado el equilibrio, se comprobó que el 28.0% del  $\text{NOCl}$  inicial se había disociado según la reacción  $2 \text{NOCl}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . Calcula: a) La constante de concentraciones  $K_c$  para este equilibrio. b) La presión total en el equilibrio. c) La constante de presiones  $K_p$  para este equilibrio. Dato:  $R = 0,082 \text{ atm L/mol}\cdot\text{K}$

**Respuesta:**

- a) La concentración inicial de  $\text{NOCl}$  es:  $c = 2,5/1,5 = 1,67 \text{ M}$ . Sabiendo que  $\alpha = 0,28$ , podremos escribir lo siguiente:



Con lo que  $K_c$  tendrá el valor:

$$K_c = \frac{(1,67 \cdot 0,28)^2 (1,67 \cdot 0,28/2)}{[1,67(1 - 0,28)]^2} = 0,035$$

b) Para calcular la presión total aplicaremos la ecuación de los gases perfectos:

$$P = [1,67(1 - 0,28) + 1,67 \cdot 0,28 + 1,67 \cdot 0,28/2] 0,082 \cdot 673 = 105 \text{ atm}$$

c) La constante  $K_p$  es:

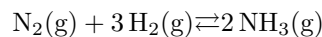
$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 0,035(0,082 \cdot 673) = 1,93$$

4. En el equilibrio  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  [ $\Delta H^\circ = 92,5 \text{ kJ/mol}$ ] predice razonadamente el cambio que se producirá cuando a) se eleva la temperatura; b) se añade más gas cloro a la mezcla de reacción; c) se extrae  $\text{PCl}_3$  de la mezcla de reacción; d) se incrementa la presión total del sistema.

**Respuesta:**

a) Al ser la reacción endotérmica ( $\Delta H^\circ > 0$ ), el equilibrio se desplazará **hacia la derecha**. b) Un aumento en la concentración de alguno de los productos produce el desplazamiento del equilibrio hacia la formación de reactivos, es decir, **hacia la izquierda**. c) Una disminución en la concentración de alguno de los productos produce el desplazamiento del equilibrio hacia la formación de productos, es decir, **hacia la derecha**. d) Un aumento en la presión desplaza el equilibrio hacia donde el número de moles de sustancias gaseosas sea menor, es decir, **hacia la izquierda**.

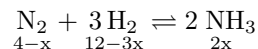
5. En un recipiente de 10,0 litros se introduce una mezcla de 4,0 mol de nitrógeno y 12,0 mol de hidrógeno. Se eleva la temperatura hasta 1000 K estableciéndose el equilibrio:



En ese instante, se observa que hay 0,8 moles de amoníaco en la mezcla gaseosa. Calcula: a) La constante de concentraciones  $K_C$  b) La constante de presiones  $K_P$  y la presión total de la mezcla gaseosa en equilibrio. c) Las presiones parciales de los componentes en el equilibrio. (Dato:  $R = 0,082 \text{ atm L/mol K}$ )

**Respuesta:**

a) Una vez establecido el equilibrio, podremos escribir lo siguiente:



sabiendo que en el equilibrio hay 0,8 moles de amoníaco, tendremos que  $2x = 0,8$ , y  $x = 0,4$  moles. Así pues, la constante  $K_c$  será:

$$K_c = \frac{\left(\frac{0,8}{10}\right)^2}{\frac{4-0,4}{10} \left(\frac{12-1,2}{10}\right)^3} = 1,41 \cdot 10^{-2}$$

b) La constante  $K_p$  tendrá el valor:

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 1,41 \cdot 10^{-2}(0,082 \cdot 1000)^{-2} = 2,1 \cdot 10^{-6}$$

La presión total se calcula aplicando la ecuación de los gases:

$$P \cdot 10 = (4 - x + 12 - 3x + 2x) 0,082 \cdot 1000 = 124,64 \text{ atm}$$



c) Las presiones parciales son:

$$p_{N_2} = 124,64 \frac{4 - 0,4}{15,2} = 29,52 \text{ atm} \quad p_{H_2} = 124,64 \frac{12 - 1,2}{15,2} = 88,56 \text{ atm} \quad p_{N_2} = 124,64 \frac{2 \cdot 0,4}{15,2} = 6,56 \text{ atm}$$

6. El gas fosgeno,  $\text{COCl}_2$ , se obtiene con gran rendimiento mediante el proceso de equilibrio siguiente:  $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$ . Si la concentración de CO se incrementa mediante la adición de más CO al sistema en equilibrio, sin cambio de temperatura, ¿cómo se verá afectada: a) la concentración de  $\text{COCl}_2$  una vez que se haya alcanzado de nuevo el equilibrio? b) la constante de equilibrio de la reacción?

**Respuesta:**

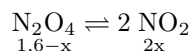
a) **La concentración de fosgeno aumentará**, puesto que la adición de más cantidad de alguno de los reactivos producirá el desplazamiento del equilibrio hacia la formación de productos.

b) **La constante de equilibrio no se verá afectada**, pues su valor depende exclusivamente de la temperatura.

7. A  $25^\circ\text{C}$ , la constante de equilibrio  $K_c$  de la reacción  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$  vale  $4,63 \cdot 10^{-3}$ . En un recipiente de 2 L se introducen 1,6 moles de  $\text{N}_2\text{O}_4$  a dicha temperatura. a) ¿Cuáles serán las concentraciones de ambos gases en el equilibrio? b) Calcula el valor de  $K_p$  y la presión total. c) ¿Cómo afectaría a las concentraciones de los gases en el equilibrio una reducción del volumen del recipiente sin variar la temperatura? ¿Y la adición de un catalizador?

**Respuesta:**

a) Cuando se alcance el equilibrio podremos escribir:



Aplicando la constante  $K_c$ :

$$4,63 \cdot 10^{-3} = \frac{\left(\frac{2x}{2}\right)^2}{\frac{1,6-x}{2}} \quad x = 0,06 \text{ mol}$$

Con lo que las concentraciones en el equilibrio serán:  $[\text{NO}_2] = 0,06 \text{ M}$  y  $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,77 \text{ M}$

b) El valor de  $K_p$  será:

$$K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = 4,63 \cdot 10^{-3} \cdot 0,082 \cdot 298 = 0,113$$

Aplicando la ecuación de los gases, calculamos la presión total:

$$P \cdot 2 = (1,6 + 0,06) 0,082 \cdot 298 \quad P = 20,28 \text{ atm}$$

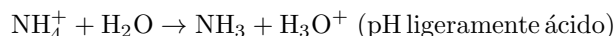
c) La reducción de volumen (y, por tanto, el aumento de presión consiguiente) desplazaría el equilibrio hacia donde el número de moles de sustancias gaseosas sea menor, es decir, hacia la izquierda. La **concentración de  $\text{NO}_2$  disminuiría**, a la vez que **la concentración de  $\text{N}_2\text{O}_4$  aumentaría**. La adición de un catalizador **no afecta** a las concentraciones, sino a la velocidad de la reacción.

## 6. ÁCIDOS Y BASES.

1. Ordena razonadamente de menor a mayor el pH de las disoluciones 0.1 M de los siguientes compuestos: (a)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; (b)  $\text{HCl}$ ; (c)  $\text{NaNO}_3$ .

**Respuesta:**

El ion  $\text{NH}_4^+$ , procedente del  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , experimentará el siguiente proceso de hidrólisis:

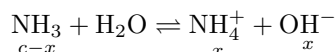


El  $\text{HCl}$  es un ácido fuerte, por lo que se encuentra completamente disociado. Su pH es :  $\text{pH} = -\log 0,1 = 1$ . El  $\text{NaNO}_3$  es una sal, procedente de un ácido fuerte y de una base fuerte. No experimentará hidrólisis, y su pH será neutro. La ordenación de menor a mayor pH será, pues:  $\text{HCl} < \text{NH}_4\text{Cl} < \text{NaNO}_3$

2. El pH medido en una botella de amoníaco doméstico es 11.97. La etiqueta de dicha botella, indica que la densidad de la disolución de este amoníaco comercial es 0.97 g/mL. A partir de estos valores, calcula: a) La concentración del amoníaco en la disolución expresada en % en volumen b) El grado de ionización del mismo. c) ¿Cuál será el pOH que mediremos si diluimos 100 mL del amoníaco comercial con 150 mL de agua? Datos:  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ ; masas atómicas: N = 14; H = 1; O = 16

**Respuesta:**

a) Puesto que el pH es 11,97, teniendo en cuenta que  $\text{pH} = 14 + \text{pOH}$ , obtenemos;  $\text{pOH} = 2,03$ , por lo que  $[\text{OH}^-] = 10^{-2,03} = 9,33 \cdot 10^{-3}$  M. A partir del equilibrio de disociación:



Al ser  $x = 9,33 \cdot 10^{-3}$ , podremos escribir:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{(9,33 \cdot 10^{-3})^2}{c - 9,33 \cdot 10^{-3}}$$

De donde se obtiene  $c = 4,8$  M. teniendo en cuenta lo indicada en la etiqueta, esta disolución contendrá una masa de amoníaco de  $4,8 \cdot 17 = 81,6$  g·L<sup>-1</sup>. Expresada en % , la concentración será:

$$c = \frac{81,6}{970} 100 = 8,41 \%$$

b) El grado de ionización será:

$$\alpha = \frac{x}{c} = \frac{9,33 \cdot 10^{-3}}{4,8} = 1,94 \cdot 10^{-3}$$

c) El número de moles de amoníaco del que partimos es:  $V \cdot M = 0,1 \cdot 4,8 = 0,48$ . Al diluir el amoníaco con agua, la nueva concentración será:

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,48}{0,1 - 0,15} = 1,92 \text{ M}$$

Aplicando la expresión de la constante  $K_b$ :

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{1,92 - x} \quad \text{De donde : } x = 5,88 \cdot 10^{-3} \quad \text{pOH} = 2,23$$

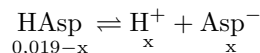
3. La Aspirina (ácido acetilsalicílico,  $C_9H_8O_4$ ) es un ácido monoprotico débil, al cual podemos representar abreviadamente como HAsp, que da lugar al equilibrio de disociación  $HAsp \rightleftharpoons H^+ + Asp^-$ . Para determinar experimentalmente su constante de disociación, un estudiante disolvió 2.00 g de aspirina en 600 mL de agua encontrando que el pH de la disolución era 2.61. Calcula: a) El valor de la constante de ionización  $K_a$  de la aspirina. b) El grado de ionización de la misma en la disolución preparada por el estudiante. c) ¿Qué pH se habría medido si el alumno hubiese disuelto los 2.00 g de Aspirina en 1.00 L de agua?. Datos: masas atómicas: C = 12, H = 1 y O = 16.

**Respuesta:**

- a) La concentración inicial de la aspirina es:

$$c = \frac{2}{0,6} = 0,019 \text{ M}$$

El equilibrio de disociación es el siguiente.



Sabiendo que  $x = [H^+] = 10^{-2,61} = 2,45 \cdot 10^{-3}$ , podremos escribir:

$$K_a = \frac{(2,45 \cdot 10^{-3})^2}{0,019 - 2,45 \cdot 10^{-3}} = 3,64 \cdot 10^{-4}$$

- b) Teniendo en cuenta que  $x = C\alpha$ , podremos poner:  $10^{-2,61} = 0,019\alpha$ , obteniéndose:  $\alpha = 0,13$

- c) La nueva concentración sería:  $M' = \frac{2/180}{1} = 0,011$ :

$$3,64 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,011 - x} \quad x = 1,84 \cdot 10^{-3} \quad \text{pH} = -\log(1,84 \cdot 10^{-3}) = 2,73$$

4. Escribe los ácidos conjugados de las siguientes bases: a)  $CN^-$ ; b)  $HCO_3^-$ ; c)  $N_2H_4$

**Respuesta:**

- a)  $HCN$  b)  $H_2CO_3$  c)  $N_2H_5^+$

5. Escribe las fórmulas de las bases conjugadas de los siguientes ácidos: (a)  $HCN$  (b)  $HCO_3^-$  (c)  $NH_4^+$  (d)  $HCl$

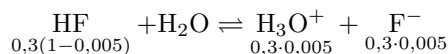
**Respuesta:**

- a)  $CN^-$  b)  $CO_3^{2-}$  c)  $NH_3$  d)  $Cl^-$

6. El ácido fluorhídrico está disociado al 0,5 % en una disolución cuya concentración es 0,3 M. Calcula: a) La constante de disociación del ácido. b) El pH de la disolución. c) La concentración molar de todos los iones presentes en la disolución.

**Respuesta:**

- a) El equilibrio de disociación será el siguiente:



La constante valdrá:

$$K_a = \frac{0,3 \cdot 0,005^2}{1 - 0,005} = 7,54 \cdot 10^{-6}$$

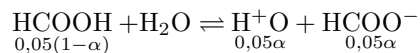
b) El pH de la disolución será:  $\text{pH} = -\log(0,3 \cdot 0,005) = 2,82$

c) la concentración de los iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  y  $\text{F}^-$  es la misma, y vale:  $c = 0,3 \cdot 0,05 = 0,015 \text{ M}$

7. El ácido fórmico o metanoico es un ácido monoprótico débil ( $K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ) que se encuentra en la naturaleza en los aguijones de algunas especies de hormigas, de ahí su nombre. Se prepara una disolución 0,05 M de ácido fórmico. Calcula: a) El grado de disociación del ácido. b) El pH de la disolución. c) ) ¿Qué volumen de disolución de KOH 0,025 M será necesario para neutralizar 50 mL de la disolución de ácido fórmico? Escribe la reacción de neutralización. d) Razona en términos del principio de Le Chatelier qué le sucederá al grado de disociación del ácido si se incrementa el pH de la disolución, por ejemplo, añadiendo una base.

**Respuesta:**

a) A partir del siguiente equilibrio:



Aplicando la constante  $K_a$ :

$$1,8 \cdot 10^{-4} = \frac{0,05\alpha^2}{1-\alpha} \quad \alpha = 0,058$$

b) El pH tendrá el valor:  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+\text{O}] = -\log(0,058 \cdot 0,05) = 2,54$

c) Puesto que la reacción se produce mol a mol:

$$V_{\text{KOH}} \cdot 0,025 = 0,05 \cdot 50 \quad V_{\text{KOH}} = 100 \text{ mL}$$

d) Al incrementar el pH, disminuye la concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$ , con lo que el equilibrio tenderá a desplazarse **hacia la derecha** para contrarrestar la adición de base. El grado de disociación del HCOOH **aumentará**.

8. Justifica, escribiendo las ecuaciones químicas necesarias, por qué una disolución acuosa de NaClO tiene  $\text{pH} > 7$ . Dato:  $K_a(\text{HClO}) = 2,9 \cdot 10^{-8}$ .

**Respuesta:**

Al proceder de un ácido débil, como indica el valor de  $K_a$ , el ion  $\text{ClO}^-$  experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



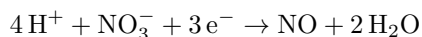
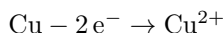
Lo que justifica el pH básico de la disolución.

## 7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

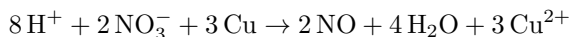
1. Para la reacción de cobre con ácido nítrico (trioxonitrato(V) de hidrógeno) que produce nitrato de cobre (II), (trioxonitrato(V) de cobre(II)), monóxido de nitrógeno y agua. a) Ajusta la ecuación iónica y molecular por el método del ion-electrón. b) Señala el oxidante y el reductor. c) ¿Cuántos gramos de ácido nítrico son necesarios para obtener 5 L de óxido de nitrógeno medidos en condiciones normales? Datos:  $R = 0,082 \text{ atm L / mol K}$ ; masas atómicas:  $H=1$ ,  $N= 14$ ,  $O= 16$ .

**Respuesta:**

- a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por 3, la segunda por 2, y sumando los resultados, obtenemos:



En forma molecular:



- b) El oxidante es el ácido nítrico (se reduce a NO), y el reductor, el cobre (se oxida a  $\text{Cu}^{2+}$ )  
 c) Para obtener la cantidad pedida de ácido nítrico, utilizamos la siguiente relación:

$$\frac{8 \cdot 63 \text{ g HNO}_3}{x \text{ g HNO}_3} = \frac{2 \cdot 22,4 \text{ L NO}}{5 \text{ L NO}} \quad x = 56,25 \text{ L NO}$$

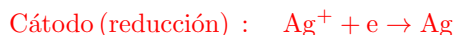
2. Supón una celda voltaica espontánea (pila). Explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son ciertas o falsas: a) Los electrones se desplazan del cátodo al ánodo. b) Los electrones atraviesan el puente salino. c) La reducción tiene lugar en el electrodo positivo.

**Respuesta:**

- a) La afirmación es **falsa**: los electrones se acumulan en el ánodo, pasando de éste al cátodo  
 b) La afirmación es **falsa**: lo que se produce en el puente salino es el desplazamiento de iones.  
 c) La afirmación es **falsa**: en el ánodo (electrodo positivo) se produce la oxidación.  
 3. Se dispone de dos barras metálicas, una de plata, y otra de cinc. También se dispone de las sales de nitrato de estos elementos y cloruro de potasio, material de vidrio adecuado y un voltímetro con conexiones eléctricas. Escribe las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo de dicha pila indicando qué especie se oxida y cuál se reduce. Datos:  $E^0 (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,79 \text{ V}$ ;  $E^0 (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$ .

**Respuesta:**

Las reacciones son las siguientes:

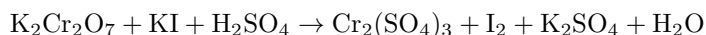


El potencial de la pila es:  $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,79 - (-0,76) = +1,55 \text{ V}$

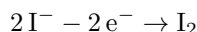
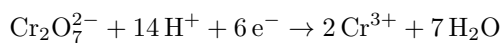
4. El dicromato de potasio (heptaoxidodicromato (VI) de potasio) (heptaoxidodicromato de dipotasio) es un oxidante fuerte que se utiliza en algunos preparados para proteger la madera. Este compuesto reacciona con el yoduro de potasio y el ácido sulfúrico (tetraoxosulfato (VI) de hidrógeno), obteniéndose como productos sulfato de cromo (III) (tetraoxosulfato (VI) de cromo (III)) , yodo molecular, sulfato de potasio (tetraoxosulfato (VI) de potasio) y agua. a) Ajusta la ecuación iónica y molecular por el método del ion-electrón. b) Escribe las parejas de oxidante-reductor y oxidado-reducido. c) Sabiendo que al reaccionar 157 mL de una disolución de dicromato de potasio, con suficiente yoduro de potasio y ácido sulfúrico, se obtienen 7,62 g de yodo molecular, calcula la concentración de dicha disolución. Datos: masas atómicas: I = 127.

**Respuesta:**

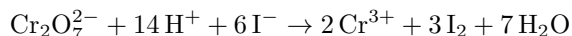
- a) la reacción sin ajustar es la siguiente:



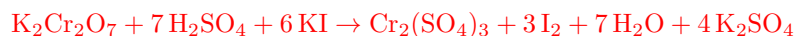
Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando la segunda semirreacción por 3, y sumándole la primera, tendremos:



En forma molecular:

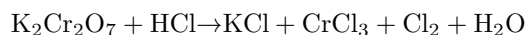


- b) La pareja oxidante/reductor es:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{I}^-$ , mientras la pareja oxidado/reducido es:  $\text{I}_2/\text{Cr}^{3+}$

c) En la reacción ajustada, un mol de dicromato de potasio produce tres moles de yodo, por lo que podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{3 \text{ mol I}_2}{1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{7,62 / (2 \cdot 127) \text{ mol I}_2}{0,157 \cdot \text{M mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \quad \text{M} = 0,064$$

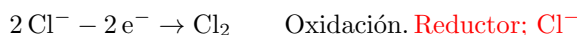
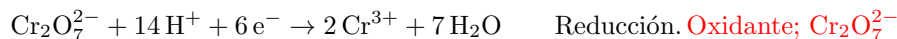
5. Se puede producir gas cloro haciendo uso de la siguiente reacción:



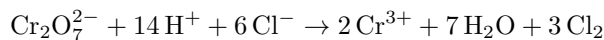
a) : Escribe y ajusta las semirreacciones de oxidación y reducción utilizando el método del ion-electrón. Indica el nombre del oxidante y del reductor. b) Ajusta la ecuación molecular. c) Calcula los moles de  $\text{Cl}_2$  que se producirán si se consumen totalmente 18,25 g de HCl. Datos: Masas atómicas: Cl = 35,5; H = 1,0

**Respuesta:**

- a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicamos la segunda semirreacción por tres y sumamos miembro a miembro con la primera:



b) En forma molecular:



c) A partir de la reacción ajustada, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{14 \cdot 36,5 \text{ g HCl}}{18,25 \text{ g HCl}} = \frac{3 \text{ mol Cl}_2}{x \text{ mol Cl}_2} \quad x = 0,107 \text{ moles HCl}$$

6. Indica razonadamente si los siguientes procesos de oxidación-reducción pueden tener lugar de forma espontánea: a)  $\text{Fe}^{2+} + \frac{1}{2} \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^-$  b)  $\text{Fe}^{2+} + \frac{1}{2} \text{Br}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Br}^-$  Datos:  $E_0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ V}$ ;  $E_0(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +1,36 \text{ V}$ ;  $E_0(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = +0,54 \text{ V}$ .

**Respuesta:**

Los potenciales normales para cada una de las reacciones serían, respectivamente; a)  $1,36 - 0,77 = +0,59 \text{ V}$ . El proceso **puede producirse espontáneamente**; b)  $+0,54 - 0,77 = -0,23 \text{ V}$ . El proceso **no se produce espontáneamente**.

7. Se construye una pila con los electrodos  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  y  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  en condiciones estándar. a) Escribe las reacciones anódica, catódica y global. b) Escribe la notación esquemática de la pila. c) Indica el sentido del movimiento de las cargas durante el funcionamiento de la pila. d) Calcula su fuerza electromotriz. Datos:  $E^0(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,37 \text{ V}$ ;  $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,78 \text{ V}$

**Respuesta:**

a) Las reacciones en la pila son las siguientes:



b) La notación sería la siguiente:  $\text{Mg}|\text{Mg}^{2+}(\text{ac})||\text{Cu}^{2+}(\text{ac})|\text{Cu}$

c) El movimiento de los electrones **se produce desde el ánodo hacia el cátodo**, mientras los iones positivos del puente salino se dirigen hacia el cátodo, y los negativos hacia el ánodo.

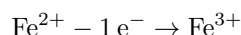
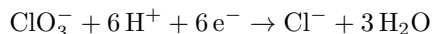
d) La fuerza electromotriz es:  $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,78 - (-2,37) = +3,15 \text{ V}$

8. El  $\text{KClO}_3$  reacciona con el  $\text{FeSO}_4$  en medio ácido  $\text{H}_2\text{SO}_4$  formando  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{KCl}$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . a) Nombra los reactivos y los productos de la reacción. b) Utilizando el método del ion electrón ajusta y escribe la ecuación iónica. c) Escribe la ecuación molecular correspondiente. d) Calcula la riqueza del  $\text{FeSO}_4$  utilizado si una muestra de 3,250 g de esta sal produce 3,459 g de  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . Datos: Masas atómicas S = 32,1; Fe = 58,8; O = 16,0.

**Respuesta:**

a) Los reactivos son: **clorato de potasio** y **ácido sulfúrico**, mientras que los productos son: **sulfato de hierro (III)**, **cloruro potásico** y **agua**.

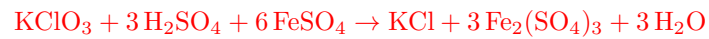
b) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando por 6 la segunda semirreacción y sumando miembro a miembro a la primera, tendremos:



c) En forma molecular:



d) Partiendo de la ecuación ajustada, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{6 (58,8 + 32,1 + 16 \cdot 4) \text{ g FeSO}_4}{3 (2 \cdot 58,8 + 3 \cdot 32,1 + 16 \cdot 12) \text{ g Fe}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{x \text{ g FeSO}_4}{3,459 \text{ g Fe}_2(\text{SO}_4)_3} \quad x = 2,640 \text{ g FeSO}_4$$

Puesto que disponemos de 3,250g de esta sal, su riqueza será:

$$\frac{2,640}{3,250} = 81,25 \%$$

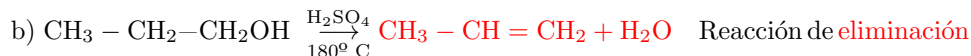


## 8. QUÍMICA ORGÁNICA.

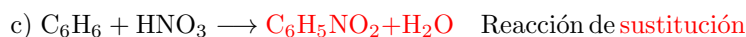
1. Completa las siguientes reacciones, nombra reactivos y productos e indica de qué tipo son:



Propeno + bromuro de hidrógeno  $\rightarrow$  2 - bromopropano



1-propanol + ácido sulfúrico  $\rightarrow$  propeno + agua



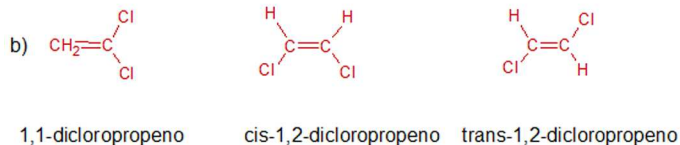
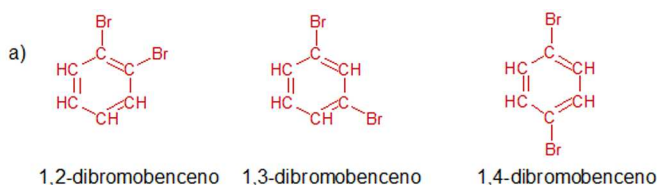
benceno + ácido nítrico  $\rightarrow$  nitrobenceno + agua

2. Indica, razonando la respuesta, si las siguientes reacciones orgánicas son de adición, eliminación o sustitución. a) Obtención de alquenos a partir de alcoholes. b) Obtención de derivados halogenados a partir de alquenos. c) Obtención de un derivado halogenado a partir de un alcano.

**Respuesta:**

- a) Se trata de una reacción de **eliminación**, en la que el alcohol pierde una molécula de agua.  
 b) La reacción es de **adición**: se rompe un doble enlace entre dos átomos de carbono y un átomo de halógeno se une a cada uno de aquellos.  
 c) La reacción es de **sustitución**: un hidrógeno del alcano es sustituido por un átomo del halógeno.
3. Escribe y nombra tres isómeros que responden a las siguientes fórmulas moleculares, indicando el tipo de isomería que presentan entre ellos: a)  $\text{C}_6\text{H}_4\text{Br}_2$ ; b)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$

**Respuesta:** Los isómeros pueden ser los siguientes:



4. Formula el compuesto 2-propenol (propen-2-ol, 1-propen-2-ol) y responde a las siguientes cuestiones: a) ¿Cuál es la hibridación de los átomos de carbono 2 y 3? b) De todos los enlaces de esta molécula, ¿cuál es el enlace más polar? Indica, además, un enlace sigma ( $\sigma$ ) y un enlace pi ( $\pi$ ). c) Formula y nombra un isómero de función del 2-propenol.

**Respuesta:**

- a) La fórmula es:  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ . Los átomos 2 y 3 presentan hibridación  $\text{sp}^2$   
 b) El enlace más polar es el que se forma entre **C** y **O** del grupo alcohol. El doble enlace entre los

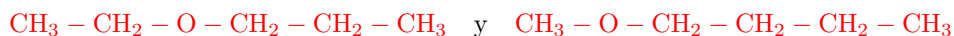
carbonos 2 y 3 presenta un enlace  $\sigma$  y un enlace  $\pi$ .

c) Un isómero de función puede ser el  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{O} - \text{CH}_3$  (metoxieteno).

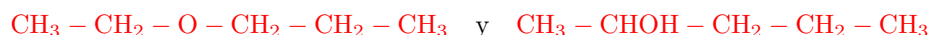
5. De los compuestos orgánicos con fórmula molecular  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ , formula y nombra: a) Dos isómeros de cadena b) Dos isómeros de función.

**Respuesta:**

a) Los isómeros de cadena pueden ser:



b) Los isómeros de función podrían ser estos:

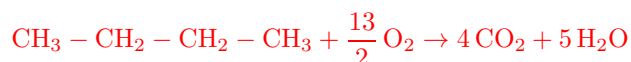
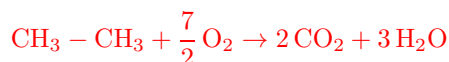
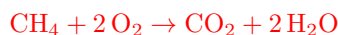


6. Muchos alcanos, sobre todo los más volátiles, se utilizan como quitamanchas ya que disuelven bien las grasas, aunque son tóxicos e inflamables. a) Los cuatro primeros alcanos son gases. Escribe su nombre y su fórmula. b) Escribe y ajusta la reacción de combustión de cada uno de ellos. c) Dibuja la estructura del primer alcano, explicando el tipo de hibridación del carbono ( $Z = 6$ )

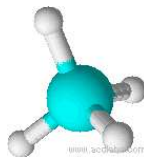
**Respuesta:**

a) Metano:  $\text{CH}_4$ ; etano:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ ; propano:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  y butano:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

b) Las respectivas reacciones de combustión son:



c) A partir de la configuración electrónica:  $1s^2 2s^2 2p^2$ , el C adquiere una hibridación  $sp^3$ , con cuatro orbitales híbridos que forman entre sí ángulos de  $109^\circ$ , aproximadamente. La estructura de la molécula de metano podría ser ésta:



7. Sea el ácido 2-cloropropanoico. a) Escribe su fórmula semidesarrollada. b) Indica la hibridación que presentan los átomos de carbono de su molécula. ¿Existe algún enlace  $\pi$  en la misma c) ¿Es ópticamente activo? En su caso, ¿cuántos isómeros ópticos tiene? d) Escribe la reacción de dicho ácido con el etanol y nombra el producto orgánico que se obtiene.

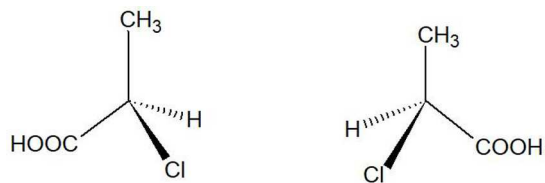
**Respuesta:**

a) La fórmula semidesarrollada es:  $\text{CH}_3\text{CHCl} - \text{COOH}$

b) Los carbonos 2 y 3 presentan hibridación  $sp^3$ , mientras que el C 1 presenta hibridación  $sp^2$ . Existe

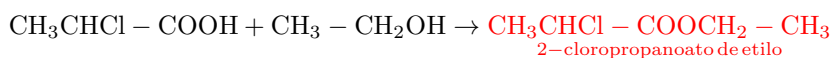
un enlace  $\pi$  entre el carbono y el oxígeno unidos por doble enlace.

c) El compuesto es ópticamente activo, pues presenta un carbono asimétrico (el carbono 2). Existen dos isómeros ópticos, que se representan en la siguiente imagen:



Isómeros ópticos del ácido 2-cloropropanoico

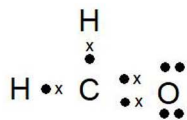
La reacción del ácido con el etanol es la siguiente:



8. El metanal o formaldehído es el aldehído más simple. a) Representa el diagrama de Lewis de la molécula de metanal. b) ¿Qué hibridación puede explicar el enlace entre el C y el O? Indica los enlaces  $\sigma$  y  $\pi$  existentes en la molécula.

**Respuesta:**

a) El diagrama de Lewis es el siguiente:



Estructura de Lewis del metanal

b) La hibridación del C es del tipo  $sp^2$ , formándose con el oxígeno un enlace  $\sigma$  y un enlace  $\pi$