

BLOQUE A: FORMULACIÓN

(A1) Formule o nombre los siguientes compuestos:

a) sulfuro de hidrógeno H_2S

b) perclorato de cesio (III) $Cr(ClO_4)_3$

c) ácido hidroxietanoico $HOCH_2COOH$

d) $Co(OH)_3$ hidróxido de cobalto (III)

e) HIO ácido hipoyodoso

f) $CH_3CH(CH_3)CH(CH_3)CH_2CH_3$ 2,3-dimetil pentano

(A2) Formule o nombre los siguientes compuestos:

a) peróxido de estroncio SrO_2

b) nitrato de magnesio $Mg(NO_3)_2$

c) 1,2-diclorobenceno



d) PbF_2 fluoruro de plomo (II)

e) $Cu(BrO_2)_2$ bromato de cobre (II)

f) CH_3NHCH_3 dimetil amina

BLOQUE B: CUESTIONES

(B1) Dados los iones F^- y O^{2-} , justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

a) los dos tienen el mismo número de protones.

El número atómico Z es el número de protones que hay en el núcleo de los átomos de un elemento, y determina la identidad química de un elemento.

Por tanto, tratándose de iones de elementos diferentes, es imposible que tengan el mismo número de protones. Es FALSO: el F es el elemento $Z=9$, con 9 protones en el núcleo, y el O es el $Z=8$, con 8 protones en el núcleo.

b) los dos tienen la misma configuración electrónica.

La configuración electrónica es la descripción esquemática de la distribución de los e^- en los diferentes niveles, subniveles y orbitales del átomo.

Para los átomos neutros, Z coincide con los electrones en la corteza; para los iones hay que considerar los e^- ganados o perdidos.

$O^{2-} \dots 8e + 2 = 10e^- \dots$ configuración fundamental: $1s^2 2s^2 2p^6$ (isoelectrónico con el Ne).

$F^- \dots 9e + 1 = 10e^- \dots$ configuración fundamental: $1s^2 2s^2 2p^6$ (isoelectrónico con Ne y con O^{2-}).

Es VERDADERO.

c) son isótopos entre sí.

Un isótopo es una población de átomos de un elemento que presenten igual nº de neutrones. Por tanto, un conjunto de átomos con igual número atómico Z e igual número másico A , que es el total de protones y neutrones del núcleo.

No son isótopos entre sí, porque ni siquiera son el mismo elemento. Como coinciden en el número de electrones, son ESPECIES ISOELECTRÓNICAS.

B2) El metanol se prepara industrialmente según el proceso siguiente:
 $\text{CO(g)} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(l)} \quad \Delta H < 0$. Razona cómo afectaría al rendimiento:

a) aumentar la temperatura.

El Principio de LeChâtelier predice cómo responden los equilibrios químicos a cambios en las condiciones experimentales: "Cuando en un sistema en equilibrio modificamos alguno de los parámetros que afectan al equilibrio químico (que son las concentraciones, la P total o la temperatura) el sistema responde evolucionando espontáneamente en el sentido en que se opone al cambio". Si subimos la T , el sistema tiende a bajarla, y por tanto evoluciona en el sentido ENDOTÉRMICO ($\Delta H > 0$), que es el de la reacción inversa. Por tanto, disminuye el rendimiento.

b) retirar del reactor el CH_3OH a medida que se va produciendo.

Si retiramos el producto CH_3OH , el sistema tiende a formar más producto, con lo que mejora el rendimiento del proceso.

c) aumentar la presión del sistema a temperatura constante.

Si aumentamos la presión, el sistema tenderá a bajarla, y por tanto evolucionará en el sentido en que disminuyan los moles de gas, que es hacia producto. Por tanto, a alta presión aumentará el rendimiento.

B3) Dados tres elementos cuyas configuraciones electrónicas son:

$\text{A}(1s^2 2s^2 p^2)$; $\text{B}(1s^2 2s^2 p^6 3s^1)$; $\text{C}(1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^5)$

a) Explique si es posible que existan las moléculas B_2 y C_2 .

Una molécula es un conjunto de átomos que comparten electrones por enlace covalente. Este tipo de enlaces se da entre no-metales.

De la configuración electrónica de estado neutro y fundamental de un elemento se puede deducir su posición en la tabla periódica, y predecir una variedad de propiedades periódicas entre las que se cuenta el carácter metálico o no-metálico:

- el n° del periodo coincide con el n° de capas
- el n° del grupo coincide con el n° de electrones de valencia, +10 si la configuración termina en orbitales "p".

A $\rightarrow$ Periodo 2 (2 capas)
Grupo 14 (4 e-val + 10)

Es el C (no-metal).

B $\rightarrow$ Periodo III (3 capas)
Grupo 1 (1 e-val)

Es el Na (metal)

C $\rightarrow$ Periodo III (3 capas)
Grupo 17 (7 e-val + 10)

Es el Cl (no-metal).

La molécula B_2 no se forma. Los metales forman enlace metálico consigo mismos o con otros metales, o enlace iónico con no-metales.

La molécula C_2 (Cl_2) sí se forma, dado que se trata de un no-metal. Al combinarse 2 átomos compartiendo 1e- de cada uno, alcanzan ambos la configuración de gas noble, por lo que la molécula es relativamente estable.

b) Justifique el tipo de enlace que se dará entre los elementos B y C.

Entre metal y no-metal se forma el enlace iónico, ya que se trata de elementos con gran diferencia de electronegatividad (uno atrae fuertemente a los electrones del enlace, y el otro muy poco, con lo que los e⁻ pasan al elemento más electronegativo, quedando ambos cargados eléctricamente con cargas opuestas, atrayéndose por fuerzas eléctricas.

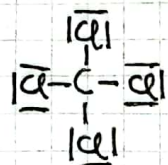
Se forma el enlace iónico, como corresponde al NaCl.

c) Razone si el compuesto formado por A y C será polar.

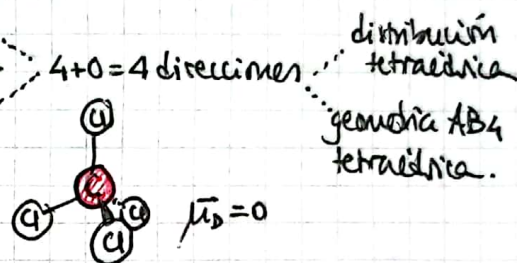
Para que una molécula sea polar deben verificarse 2 condiciones:

- 1ª) que los elementos enlazados tengan electronegatividad diferente. para que los enlaces covalentes que se formen sean polares, y:
- 2ª) que la geometría molecular no sea totalmente simétrica, para que la suma vectorial de los momentos dipolares de cada enlace no dé cero.

El C y el Cl forman la molécula CCl₄, cuya estructura de Lewis y geometría molecular son:



4 enlaces σ
0 enlaces π
0 pares E



CONDICIONES

- 1) enlaces polares ✓
- 2) geometría asimétrica X

Los enlaces son polares pero la molécula CCl₄ es APOLAR POR SIMETRÍA.

Ⓢ) Conteste de forma razonada a las cuestiones acerca de los elementos A (Z=19) y B (Z=34).

a) a qué grupo y período pertenecen?

Como Z = número atómico = número de protones del núcleo y nº electrones de la corteza EN EL ESTADO NEUTRO DEL ÁTOMO, podemos deducir sus configuraciones fundamentales y, a partir de éstas, la posición que ocupan en la Tabla Periódica:

A (Z=19) 1s² 2s²p⁶ 3s²p⁶ 4s¹ ...

Período IV (4 capas)
Grupo 1 (1e⁻ de valencia)

Es el K

Guillermo Estivill Claves Particular
675 890 160 <http://qui-mi.com>

B (Z=34) 1s² 2s²p⁶ 3s²p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁴ ...

Período IV (4 capas)
Grupo 14 (4e⁻ val + 10)

Es el Ge

b) qué elemento tiene un radio atómico menor?

El radio atómico es la distancia media entre los e⁻ de la capa de valencia y el núcleo del átomo. En la T.P. varía así:

- entre elementos de un grupo, el R.A. aumenta con Z, porque aumenta el nº de capas.
- entre elementos de un período: disminuye con Z, porque aumenta la carga nuclear efectiva.

Como K y Ge son del mismo período, tiene menor R.A. el de mayor Z, que es el Ge (B)

c) qué elemento tiene mayor energía de ionización?

La E.I. es el trabajo mínimo necesario para extraer $1e^-$ de un átomo neutro, aislado, en estado gaseoso y en estado fundamental de un elemento. Puede representarse esquemáticamente por: $A(g) + (EI) \rightarrow A^+(g) + 1e^-$, y es una medida de la avidez del átomo por sus propios electrones.

En la T.P. varía así:

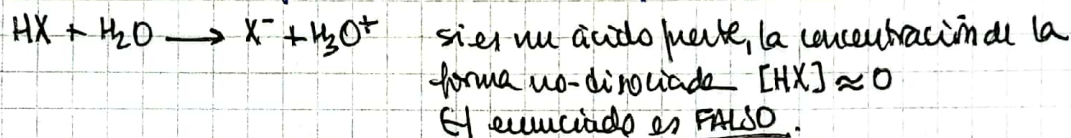
- en un grupo la EI disminuye con Z porque aumenta el n° capas, el e^- saliente viene de capas más externas, está menos fuertemente unido al átomo;
- en un Período aumenta con Z, porque aumenta la carga nuclear efectiva y cuesta más trabajo extraer el electrón.

Como son del mismo período, el de mayor Z tiene mayor EI, el B, Ge

(BS) Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) En una disolución diluida de un ácido fuerte HX hay mayor proporción de HX que de X^- .

Un ácido o base es fuerte si se disocia completamente en disolución (o con)



b) Cuando se disuelve CH_3COONa en agua se producen iones OH^- .

Todas las sales son compuestos iónicos, formados por un ión positivo que es el ácido conjugado de una base, y uno negativo que es la base conjugada de un ácido. Para todos los pares conjugados ácido-base se cumple que $K_a \cdot K_b = K_w = 10^{-14}$, por tanto si un electrolito es fuerte, su conjugado es extremadamente débil (o NULO), si un electrolito es débil su conjugado también es débil, y si un electrolito es superdébil o nulo, su conjugado es fuerte.

Al disolverse el acetato de sodio se disocia en: $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$.

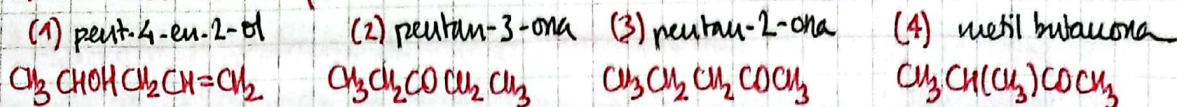
* el ión Na^+ es el ácido conjugado de la base fuerte $NaOH$. Por tanto es un ácido conjugado NULO, que no da hidrólisis.

* pero el CH_3COO^- es la base conjugada DÉBIL del ácido DÉBIL CH_3COOH , y por tanto SÍ da hidrólisis: $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + (OH^-)$, $pH > 7$, básico.
El enunciado es VERDADERO.

c) El pH de una disolución 0.1M de HCl es menor que el de una disolución 0.1M de CH_3COOH ($K_a = 1.75 \cdot 10^{-5}$). El pH ácido es < 7 .

Como el HCl es fuerte y el CH_3COOH es débil, el HCl se disocia más (mucho más), y da lugar a disoluciones más ácidas (con pH MENOR) a la misma concentración.
Es VERDADERO.

B6) Considerando los compuestos:



Justifique el tipo de isomería que presentan entre sí:

a) los compuestos 1 y 2.

Son isómeros los compuestos orgánicos que presentan la misma fórmula molecular y diferente estructura. Todos estos compuestos son isómeros, porque responden a la fórmula molecular $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.

Los compuestos 1 y 2 se diferencian en el grupo funcional (1: es un alcohol con enlace doble, 2: es una cetona), por tanto son ISÓMEROS DE FUNCIÓN.

b) los compuestos 2 y 3.

Los compuestos 2 y 3 presentan el mismo grupo funcional (cetona) pero en diferente posición en la cadena de carbonos. Por tanto son ISÓMEROS DE POSICIÓN.

c) los compuestos 3 y 4.

Los compuestos 3 y 4 se diferencian en la estructura de la cadena (el 3 es lineal y el 4 es ramificado), por tanto son ISÓMEROS DE CADENA.

BLOQUE C: PROBLEMA 1

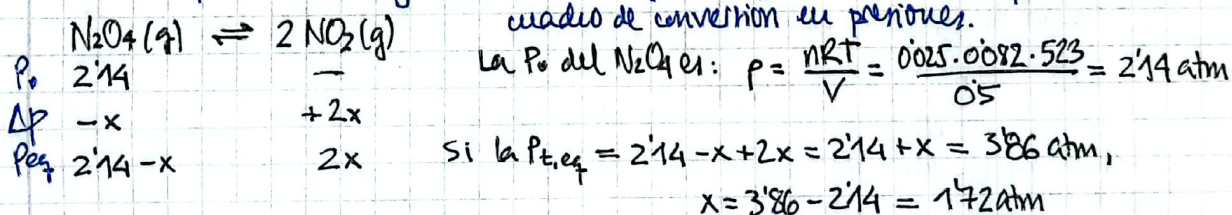
C1) El N_2O_4 se descompone en NO_2 , estableciéndose el siguiente equilibrio: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$.

En un recipiente de 0,5 L se introducen 0,025 moles N_2O_4 a 250°C . Una vez alcanzado el equilibrio, la presión total es de 3,86 atm. Calcule:

$$250 + 273 = 523 \text{ K}$$

a) La presión parcial de cada gas en el equilibrio y el valor de K_p a la temperatura dada.

Es un equilibrio homogéneo en estado gas. Como nos dan la $P_{t,eq}$, haremos el cuadro de conversión en presiones.



Las presiones parciales en el equilibrio son: $P_{\text{N}_2\text{O}_4} = 2,14 - 1,72 = 0,42 \text{ atm}$, $P_{\text{NO}_2} = 3,44 \text{ atm}$

$$K_p = \left(\frac{P_{\text{NO}_2}}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} \right)_{eq} = \frac{3,44^2}{0,42} = 28,2$$

b) El grado de disociación del N_2O_4 y el valor de K_c a la temperatura dada.

$$\alpha = \frac{\text{cant. disociada}}{\text{cantidad inicial}} = \frac{x}{P_o} = \frac{1,72 \text{ atm}}{2,14 \text{ atm}} = 0,804 \quad (\text{significa que se disocia aprox el 80\% del } \text{N}_2\text{O}_4 \text{ inicial}).$$

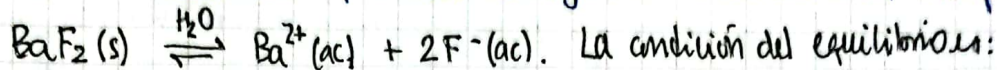
$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$; para esta reacción $\Delta n = 2 - 1 = +1$.

$$K_p = K_c RT; \quad K_c = \frac{K_p}{RT} = \frac{28,2}{0,082 \cdot 523} = 0,658$$

(C2) Para preparar 250 mL de disolución saturada de BaF_2 a 25°C se necesitan 325 mg de dicho compuesto.

a) A partir del equilibrio correspondiente, calcule el producto de solubilidad del BaF_2 .

La solubilidad S es la concentración máxima de un soluto que puede alcanzarse en un disolvente dado, a una temperatura dada. El producto de solubilidad K_s es la constante del equilibrio heterogéneo de disociación correspondiente



$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_{\text{eq}} [\text{F}^{-}]_{\text{eq}}^2 = S(2S)^2 = 4S^3.$$

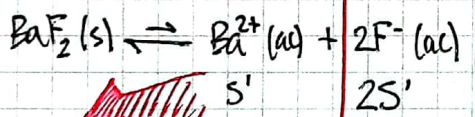
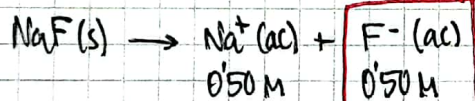
Pero la solubilidad $S = 325 \text{ mg} / 250 \text{ mL}$ hay que expresarla en molaridad:

$$S = \frac{325 \text{ mg}}{250 \text{ mL}} \cdot \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{175 \text{ g}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = \boxed{0.00742 \text{ M}} \quad \frac{137.3}{38} = 175.3 \text{ g/mol}$$

$$K_s = 4S^3 = \boxed{1.63 \cdot 10^{-6}}$$

b) Calcule la solubilidad molar del BaF_2 en presencia de NaF 0.50 M.

Como el producto de solubilidad K_s es una constante de equilibrio, su valor no cambia ni con la temperatura. Pero como la solubilidad S depende de la composición del medio, sí puede variar por la presencia de otras sustancias, aunque la T sea la misma.



Como la presencia de la 2ª sal aumenta la $[\text{F}^{-}]$, por el principio de Le Châtelier el equilibrio de solubilidad del BaF_2 se desplazará hacia la formación del sólido; o sea, la solubilidad ahora será MENOR: $S' < S \ll 0.50 \text{ M}$.

$$[\text{F}^{-}]_{\text{total}} = 0.50 + 2S' \approx 0.50.$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = S'.$$

La condición de equilibrio es la misma: $K_s = 1.63 \cdot 10^{-6} = [\text{Ba}^{2+}]_{\text{eq}} [\text{F}^{-}]_{\text{eq}}^2 \approx S' \cdot 0.5^2$

$$S' = \frac{1.63 \cdot 10^{-6}}{0.25} = \boxed{6.53 \cdot 10^{-6} \text{ M}} \quad \text{La solubilidad es ahora unas } \underline{\underline{1100 \text{ veces menor}}}$$

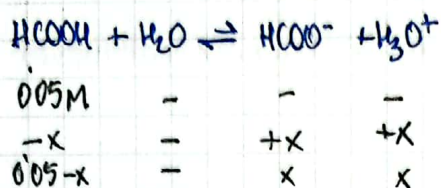
INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO

Esta disminución de la solubilidad de los electrolitos poco solubles debida a la presencia de una 2ª sal que libera algunos de sus mismos iones se denomina EFFECTO DEL IÓN COMÚN, y es consecuencia del Principio de Le Châtelier.

③ Se preparan 10L de una disolución de ácido metanoico (HCOOH) disolviendo 23 g en agua. Teniendo en cuenta que el pH de la disolución es 3, calcule:

a) El grado de disociación del ácido, y b) el valor de la constante de disociación K_a .

a) El ácido metanoico o fórmico es un ácido débil, y se disocia parcialmente.



La C inicial es: $\frac{23\text{g}}{10\text{L}} \cdot \frac{1\text{mol}}{46\text{g}} = 0.05\text{M}$

PM $\frac{12}{12} + \frac{32}{32} + \frac{16}{16} = 46\text{g/mol}$

Si el pH = 3 = $-\log[\text{H}_3\text{O}^+]$... $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}\text{M} = x$

El grado de disociación es por definición la ratio entre la cantidad disociada y la inicial:

$$\alpha = \frac{x}{0.05} = \frac{0.001\text{M}}{0.05\text{M}} = 0.02 \quad (2\% \text{ de moléculas disociadas})$$

b) la constante de disociación K_a es la constante K_c de este equilibrio:

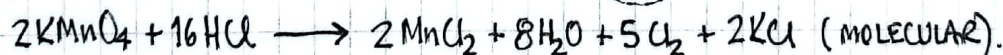
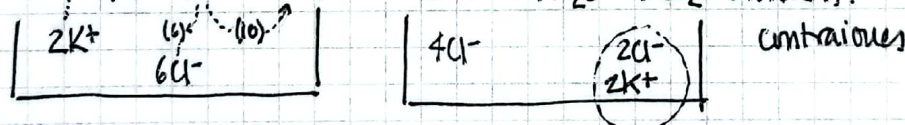
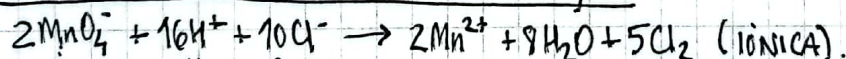
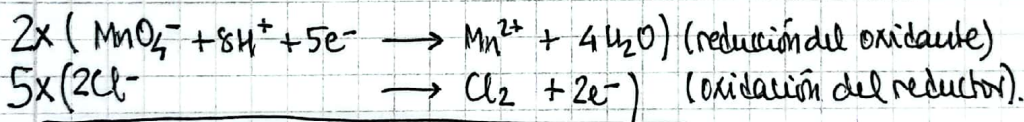
$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-]_{\text{eq}} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{HCOOH}]_{\text{eq}}} = \frac{x^2}{0.05-x} = \frac{10^{-6}}{0.049} = 2.04 \cdot 10^{-5}$$

④ El Cl_2 es un gas corrosivo por lo que se sintetiza en el laboratorio a través de la siguiente reacción: $\text{KMnO}_4(\text{ac}) + \text{HCl}(\text{ac}) \rightarrow \text{KCl}(\text{ac}) + \text{MnCl}_2(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

a) Ajuste la reacción iónica y molecular por el método del ion electrón.

El Mn pasa de estado de oxidación 7 a 2: se reduce, es el oxidante (MnO_4^- oxidante).

El Cl pasa de e.o. -1 a 0: se oxida, es el reductor (Cl^- reductor).



b) Calcule el volumen de $\text{Cl}_2(\text{g})$ obtenido a 0°C y 1 atm de presión a partir de 30 mL de una disolución 0.5M de KMnO_4 y 50 mL de una disolución 0.25M de HCl.

Este es un problema de reactivo limitante, ya que se dan cantidades extensivas de los dos reactivos.

Los moles del oxidante son: $0.03\text{L} \cdot 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0.015\text{mol KMnO}_4$

Los moles del reductor son: $0.05\text{L} \cdot 0.25 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0.0125\text{mol HCl}$

La reacción ajustada indica que reaccionan 8 veces más moles de HCl que de KMnO_4 , y no hay 8 veces más moles (sino menos); por tanto el reactivo limitante es el HCl.

Así que la cantidad que se obtiene del producto debe calcularse a partir del HCl, para no sobreestimar el producto que se obtendrá.

$$0.0125 \text{ mol HCl} \times \frac{5 \text{ mol Cl}_2}{16 \text{ mol HCl}} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol Cl}_2} = \boxed{0.0875 \text{ L} = 87.5 \text{ mL de Cl}_2 \text{ gas}}$$

(el factor de conversión $1 \text{ mol} = 22.4 \text{ L}$ es aplicable en las condiciones normales de los gases, 0°C y 1 atm).