

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

19 de julio de 2022



Figura 1: Estructura de Lewis y geometría de la molécula

principal $n = 3$. d) ¿Qué se entiende por primera energía de ionización de un átomo? e) Señale la causa principal por la que la primera energía de ionización del átomo de potasio es menor que la del átomo de cloro.

Respuesta:

- a) Las respectivas configuraciones electrónicas son; **K: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3 3p^6 4s^1$** ; **Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3 3p^5$**
- b) El ion K^+ tendrá **menor radio** que el K, al tener la misma carga nuclear y encontrarse los electrones más externos más cerca del núcleo. En el caso del ion Cl^- aumenta en una unidad el número de electrones más externos, lo que, por el mayor efecto pantalla, hace que la atracción sobre dichos electrones sea menor. El radio del Cl^- es, pues, **mayor** que el del Cl.
- c) Para $n = 3$, l puede tomar los valores **0,1 y 2**, m_l puede tomar los **valores enteros comprendidos entre +1 y -1**. Por último, **los valores de m_s pueden ser +1/2 y -1/2**.
- d) Es la energía necesaria para extraer un electrón de un átomo neutro en estado gaseoso.
- e) El K tiene 1 electrón en su último nivel (4). Este electrón es poco atraído por el núcleo, por lo que se requiere poca energía para extraerlo. Por el contrario, los electrones externos del Cl son más atraídos, al encontrarse en un nivel ($n = 3$) inferior al del K. Por tanto, la energía que habrá que suministrar será mayor que el en caso del K. Por otra parte, la pérdida de un electrón por el K hace que el ion positivo obtenido posea una configuración estable de gas noble, lo que no sucederá al átomo del Cl al perder un electrón.
4. a) Indique la geometría de las siguientes moléculas haciendo uso de la Teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia {TRPECV} y razone sobre la polaridad de cada una de ellas: i) BF_3 ii) CH_4 iii) NH_3 b) Ordene las anteriores moléculas en orden creciente de sus ángulos de enlace. c) Explique qué tipo de fuerzas intermoleculares contribuyen en mayor medida a mantener en estado líquido las siguientes sustancias: CH_3OH y Br_2

Respuesta:

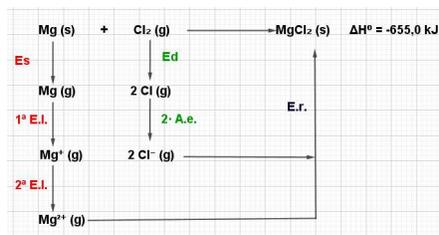
- i) El BF_3 es una molécula trigonal plana. Aunque los enlaces son polares, la molécula es **apolar**.
- ii) En el CH_4 se forman cuatro enlaces equivalentes C-H. Estos se distribuyen dando lugar a una molécula tetraédrica. La molécula será, también, **apolar**, ya que la suma de los momentos dipolares de los enlaces es nula.
- iii) La presencia de un par de electrones no compartido sobre el átomo de N hace que la molécula adquiera una forma piramidal trigonal. En consecuencia, dicha molécula será **polar**.
- b) El mayor ángulo de enlace corresponderá al F-B-F (120°), A continuación, el H-C-H ($\simeq 109^\circ$). Por último, el H-N-H ($\simeq 107^\circ$)
- c) En el metanol, existen enlaces por puente de hidrógeno, lo que contribuye a aumentar el punto

de ebullición. En el caso del Br, las fuerzas de Van der Waals, mayores cuanto mayor sea la masa molecular, contribuyen a que el punto de ebullición sea mayor que el esperado.

5. a) Plantee el ciclo de Born-Haber correspondiente a la formación de cloruro de magnesio y calcule su energía reticular a partir de los siguientes datos: Energía de formación del cloruro de magnesio: $-655,0$ kJ/mol; Energía de sublimación del magnesio: 136 kJ/mol; Energía de disociación del cloro 244 kJ/mol; 1^{a} Energía de ionización del magnesio: 738 kJ/mol; 2^{a} Energía de ionización del magnesio 1451 kJ/mol; Afinidad electrónica del cloro -349 kJ/mol. b) Teniendo en cuenta que los sólidos cristalinos NaF, KF y LiF cristalizan en el mismo tipo de red, razone como varían las temperaturas de fusión de estas sales.

Respuesta:

- a) El ciclo es el siguiente:



La energía reticular se calcula así:

$$Es + 1^{\text{a}} \text{ E.I.} + 2^{\text{a}} \text{ E.I.} + Ed + 2 \text{ A.e.} + E.r. = \Delta H^{\circ}$$

$$136 + 738 + 1451 + 244 + 2(-349) + E.r. = -655,0 \quad E.r. = -2526 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

b) La temperatura de fusión está directamente relacionada con la energía reticular del compuesto. Dicha energía es directamente proporcional al producto de las cargas de los iones, e inversamente proporcional a la distancia entre sus núcleos. De esta forma, puesto que el producto de las cargas es el mismo en los tres compuestos, y la distancia internuclear varía en el orden $\text{LiF} < \text{NaF} < \text{KF}$, la energía reticular variará en el sentido $\text{LiF} > \text{NaF} > \text{KF}$ y, por tanto la temperatura de fusión varía en el mismo sentido.

6. Los números atómicos de varios elementos son: A = 9; B = 16; C = 17; D = 37 y E = 38. a) Escriba las configuraciones electrónicas de dichos elementos. b) Justifique razonadamente cuál de ellos es un metal alcalino. c) Justifique razonadamente cuál de ellos es un halógeno. d) Justifique razonadamente cuál es el más electronegativo. e) Justifique razonadamente cuál es el de menor potencial de ionización.

Respuesta:

- a) Las configuraciones electrónicas son las siguientes:



- b) Se trata del elemento **D**, pues posee un único electrón en su nivel más alto.

- c) El elemento **C**, pues posee siete electrones en su último nivel

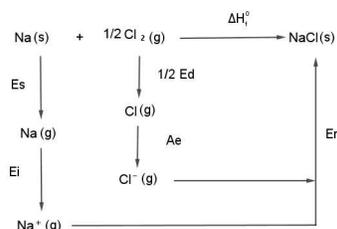
- d) El elemento **A**, pues es, de todos los indicados, el que más arriba y a la derecha se encuentra en la tabla periódica.
- e) El elemento de menor potencial de ionización será el que ocupe la posición más baja y a la izquierda en la tabla periódica, es decir, el elemento **D**.
7. Ordene, razonando su respuesta, las especies indicadas en cada caso: a) en orden creciente de punto de ebullición: H_2O , HCl , He , CsBr , $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ b) en orden decreciente de carácter iónico: NaBr , Br_2 , H_2S , CsF , H_2O c) en orden creciente de energía de red (suponiendo que cristalizan en la misma red): NaCl , BeO , RbI d) en orden creciente de polaridad de enlace: O-F , As-F , Se-F , F-F , Sn-F e) en orden decreciente de afinidad electrónica (valor absoluto): Se , S , Cs , F , Ca .

Respuesta:

- a) El He es un gas noble, por lo no que forma enlaces entre sus átomos. El etano está sometido únicamente a fuerza de dispersión entre sus moléculas. El agua y el HCl son compuestos covalente polares, sometido además de a las interacciones dipolo-dipolo, a enlaces por puente de H , más intensos en el caso del H_2O , mientras que el CsBr es un compuesto iónico, con intensas fuerzas de atracción electrostática entre los iones que lo forman. El orden creciente de puntos de ebullición es, pues: **$\text{He} < \text{CH}_3 - \text{CH}_3 < \text{HCl} < \text{H}_2\text{O} < \text{CsBr}$** .
- b) El compuesto de mayor carácter iónico es el CsF , seguido del NaBr , ambos compuestos claramente iónicos. A continuación se encuentran el H_2O , H_2S y Br_2 . El criterio de ordenación es la diferencia entre las electronegatividades de los dos átomos que forman cada compuesto. El orden decreciente será: **$\text{CsF} > \text{NaBr} > \text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{Br}_2$** .
- c) La energía reticular es directamente proporcional a la carga de los iones e inversamente a su tamaño. Según este criterio, el orden decreciente será: **$\text{BeO} > \text{NaCl} > \text{RbI}$** .
- d) La polaridad de enlace depende de la diferencia de electronegatividad entre los átomos que lo forman. La electronegatividad varía en la tabla periódica aumentando al subir en un grupo y de izquierda a derecha en un periodo. Según este criterio, el orden creciente de polaridad de enlace será: $\text{F-F} < \text{O-F}$, $\text{Se-F} < \text{As-F} < \text{Sn-F}$.
- e) la afinidad electrónica varía en la tabla periódica aumentando al subir en un grupo y de izquierda a derecha en un periodo. Según esto, el orden decreciente es: **$\text{F} > \text{S} > \text{Se} > \text{Ca}, \text{Cs}$** .
8. a) Plantee el ciclo de Born-Haber correspondiente a la formación de cloruro de sodio y calcule la afinidad electrónica del cloro a partir de los siguientes datos: Energía reticular del cloruro de sodio $-769,0 \text{ kJ/mol}$ Energía de ionización del sodio $493,7 \text{ kJ/mol}$ Energía de formación del cloruro de sodio $-411,0 \text{ kJ/mol}$ Energía de disociación del cloro $242,6 \text{ kJ/mol}$ Energía de sublimación del sodio $107,5 \text{ kJ/mol}$.

Respuesta:

a) El ciclo de Born-Haber es el siguiente:



A partir del anterior diagrama, podemos escribir lo siguiente:

$$\Delta H_f^0 = E_s + E_i + \frac{1}{2} E_d + A_e + E_r$$

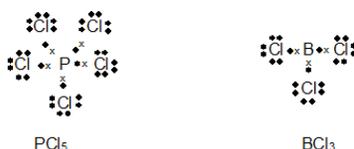
Sustituyendo valores, y despejando:

$$A_e = \Delta H_f^0 - E_s - E_i - \frac{1}{2} E_d - E_r = -411,0 - 107,5 - 493,7 - \frac{1}{2} 242,6 + 769,0 = -364,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

9. Para las moléculas PCl_5 y BCl_3 : a) Escriba sus estructuras de Lewis e indique si cumplen o no la regla del octeto. b) Determine la geometría molecular utilizando la Teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia. c) Indique, de manera razonada, si se trata de moléculas polares. d) Indique, de manera razonada, cuál es la hibridación del átomo central en cada una de estas moléculas.

Respuesta:

- a) Las respectivas estructuras de Lewis son las siguientes:



En ninguno de los dos casos se cumple la regla del octeto, por poseer el átomo de B 3 pares de electrones enlazantes, y 5 pares el átomo de P.

- b) La geometría de la molécula de PCl_5 es la de una **bipirámide trigonal**, mientras que la de BCl_3 es **trigonal plana**.
- c) De la forma de ambas moléculas se deduce que ambas será **apolares**.
- d) La hibridación será del tipo **sp^3d** en el PCl_5 al precisar de cinco orbitales híbridos para formar los correspondientes enlaces con los átomos de Cl. Al estar completo el orbital 3s, uno de sus electrones se promociona a un orbital d. En el caso del BCl_3 , la hibridación será del tipo **sp^2** , promocionándose un electrón del subnivel 2s a un orbital p.
10. Dados los elementos de números atómicos $Z = 12$, $Z = 17$ y $Z = 18$: a) Escriba su configuración electrónica e indique en qué periodo y grupo de la tabla periódica se encuentra cada uno de ellos. b) Indique los números cuánticos de todos los electrones del nivel $n = 3$ para el elemento $Z = 17$. c) Indique de manera razonada qué ion es el más estable para cada uno de estos elementos. d) Escriba y justifique de manera razonada los elementos del enunciado en orden creciente de su primer potencial de ionización.

Respuesta:

- a) La respuesta a esta cuestión puede verse en la siguiente tabla:

Z	Config. electr.	Grupo	Periodo
12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	2	3
17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	17	3
18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	18	3

b) Para el nivel 3, los números cuánticos de todos los electrones serán, por una parte: **$n = 3$; $l = 0$; $m = 0$; $s = \pm 1/2$** , y por otra: $n = 3$; $l = 1$; $m = -1, 0, 1$; $s = \pm 1/2$ (teniendo en cuenta que sólo habrá cinco electrones en los orbitales p).

- c) Para el elemento de número atómico 12, el ion más estable es el de carga **+2**, mientras que para el

de número atómico 17, será el de carga **-1**. El elemento de número atómico 18, al ser un gas noble, **no tiene tendencia** a formar iones.

11. Clasifique las siguientes sustancias: Fe, CH₃-CH₃, NaF, Br₂, NH₃, razonando su respuesta, según: a) su conductividad en estado sólido (conductor o aislante) b) el enlace que presentan (iónico, covalente o metálico). En las covalentes, indique el tipo de fuerzas intermoleculares que existen en cada caso en estado líquido. c) su solubilidad en agua (soluble o insoluble). d) su estado de agregación a 1 atm de presión y 25°C de temperatura (sólido, líquido o gas).

Respuesta:

a) y b) Fe conductor (enlace metálico), CH₃ – CH₃ aislante (enlace covalente, fuerzas de dispersión), NaF aislante (enlace iónico), Br₂ aislante (enlace covalente, fuerzas de dispersión de London), NH₃ aislante (enlace covalente, enlaces por puente de hidrógeno).

c) **Fe, etano y bromo insolubles; Fluoruro de sodio y amoníaco solubles.**

d) Fe, **sólido**; etano, **gas**; Fluoruro de sodio, **sólido**; Bromo, **líquido**; amoníaco, **gas**

12. Pregunta 6.- a) Indique de manera razonada cuáles de las siguientes configuraciones electrónicas corresponden a un estado fundamental, cuáles a un estado excitado y cuáles son imposibles: i) 1s²2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ ii) 1s²2s² 3d¹ iii) 1s²2s² 2p⁶ 2d² . iv) 1s²2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 3d⁶ 4s² v) 1s²2s² 2p⁶ 3p¹ b) Complete la siguiente tabla:

Símbolo	Nº protones	Nº neutrones	Nº electrones	Carga
²⁰⁸ ₈₂ Pb	82	126	82	0
⁶⁹ ₃₁ Ga ³⁺	31	38	28	+3
¹⁹⁶ ₇₉ Au ⁻	79	117	80	-1

Respuesta:

a) i) **Fundamental**; ii) **Excitado** ; iii) **Imposible**. No existen subniveles 2 en el nivel 2; iv) **Fundamental**. v) **Excitado**

13. a) Indique razonadamente si es posible que existan orbitales: i) 2f ii) 5g iii) 4d iv) 3f b) Dadas las siguientes combinaciones de números cuánticos: (4, 2, 3, -1/2) , (3, 2, 1, 1/2), (2, 0,-1, -1/2), (1, 0, 0, 1/2): i) Indique de manera razonada cuáles de ellas no están permitidas. ii) Indique de manera razonada cuál es el orbital en el que estaría el electrón definido por las combinaciones permitidas de las anteriores.

Respuesta:

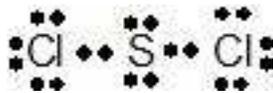
a) i) **No**. El número cuántico l, que nos da el tipo de orbital tiene un valor máximo 1, siendo 4 el valor correspondiente a un orbital f. ii) **Si**. El número cuántico para este orbital sería 4, y este es un valor permitido en el nivel 5. iii) **Sí**. iv) **No**. El valor máximo del número cuántico l es 2, siendo 3 el valor de l para un orbital de tipo d.

b) i) **(4,2,3,-1/2)** no está permitida, al ser el valor de m mayor que el de l. **(2,0, -1, 1/2)** . no está permitida, al ser el valor absoluto de m mayor que el de l. ii) En **(3,2,1,1/2)**. , el electrón se encontraría en un **orbital d**, mientras que en **(1,0,0,1/2)**, se hallaría en un **orbital s**.

14. Dada la molécula SCl₂, indique razonadamente: a) cuál será su estructura de Lewis, indicando los pasos seguidos para llegar a ella. ¿Cumple la regla del octeto? b) cuál será su geometría molecular empleando la TRPECV. c) cuál es la hibridación del átomo de azufre en la misma (TEV). d) si se trata de una molécula polar o apolar.

Respuesta:

a) La estructura de Lewis es la siguiente:



Como puede verse, **se cumple la regla del octeto**, pues cada uno de los átomos tiene 8 electrones en su último nivel.

b) la geometría molecular es la de una molécula angular, debido a los dos pares de electrones sobre el átomo de azufre.

c) La hibridación es del tipo **sp³**

d) Dada la forma angular de la molécula y la polaridad de cada uno de los enlaces S-Cl, la molécula será **polar**.

15. Razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: a) El agua pura es mala conductora de la electricidad . b) El cloruro de sodio, en estado sólido, conduce la electricidad. c) El etanol no es soluble en agua. d) El hierro es conductor de la electricidad . e) El metano tiene bajo punto de fusión.

Respuesta:

a) La afirmación es **correcta**: La concentración de iones H^+ y OH^- es muy pequeña (aproximadamente $10^{-7}M$). b) La afirmación es **incorrecta**, pues los iones Na^+ y Cl^- están ligados en estado sólido por fuerzas electrostáticas de gran intensidad c) La afirmación es **incorrecta**. Es soluble en agua al tratarse de una sustancia polar. d) La afirmación es **correcta**, ya que el hierro presenta un enlace metálico, existiendo en este enlace una nube de electrones con gran movilidad. e) La afirmación es **correcta**, pues se trata de una molécula covalente apolar, existiendo entre las moléculas fuerzas entre dipolos temporales (fuerzas de London) de muy pequeña intensidad..

16. Los elementos A y B tienen, respectivamente , las siguientes configuraciones electrónicas : $1s^22s^22p^2$ y $1s^22s^22p^63s^23p^5$. a) Indique en qué grupo y periodo de la tabla periódica se encuentran A y B e identifique ambos elementos. b) Razone sobre la posible existencia de las moléculas AB, AB₂y AB₄ . c) Indique de manera razonada la geometría que tendría , empleando para ello la TRPECV, la molécula AB₄ . d) Indique de manera razonada cuál sería la hibridación del átomo central en esa misma molécula. e) Razone sobre la polaridad de la molécula AB₄.

Respuesta:

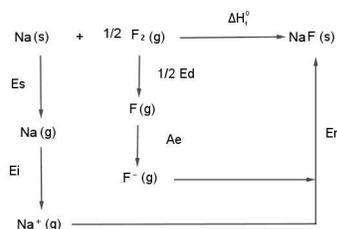
a) El elemento A pertenece al **grupo 4 y periodo 2**. Se trata del **C**. El elemento B se encuentra en el grupo **17 y periodo 3**. El elemento es el **Cl**. b) Dada la situación de cada uno en la tabla periódica, la molécula formada entre ambos sería **AB₄** (CCl₄). c) La forma de la molécula sería **tetraédrica**, de forma que los pares de electrones compartidos entre cada uno de los enlaces C-Cl se encuentren lo más alejados posible. d) La hibridación del C para dar lugar a la estructura tetraédrica indicada para la molécula es del tipo **sp³**. e) Dada la forma tetraédrica de la molécula y el mismo momento dipolar de todos los enlaces, la molécula sería **apolar**.

17. a) Represente de manera esquemática el ciclo de Born-Haber para el fluoruro de sodio sólido. Indique cuáles son las energías asociadas a cada etapa del mismo y, a partir de estas, escriba la expresión matemática para el cálculo de la energía de red del fluoruro de sodio sólido. b) Ordene razonadamente las energías de red (en valor absoluto) de los halogenuros de sodio.

Respuesta:

a) La representación es la siguiente:

Siendo: E_s : energía de sublimación del Na; E_i : energía de ionización del Na; E_d : energía de disociación



del F_2 ; Ae: afinidad electrónica del F, Er: energía reticular del NaF, y ΔH_f^0 : entalpía de formación del NaF (s). Para calcular la energía reticular, partimos de:

$$\Delta H_f^0 = E_s + E_i + \frac{1}{2} E_d + Ae + Er$$

Despejando:

$$Er = \Delta H_f^0 - E_s - E_i - \frac{1}{2} E_d - Ae$$

b) La energía reticular de un compuesto iónico depende directamente de la carga de los iones, e inversamente de de distancia interiónica (Ecuación de Born-Landé), Al aumentar hacia abajo en un periodo los radios iónicos de los halógenos, también lo harán las distancias interiónicas con el ion Na^+ , por lo que la energía reticular de los haluros de sodio será, en orden creciente: **NaI < NaBr < NaCl < NaF**.

18. a) Los átomos neutros X, Y, Z, tienen las siguientes configuraciones: X: $1s^2 2s^2 2p^2$ Y: $1s^2 2s^2 2p^5$ Z: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ i) Ordénelos, razonadamente, de menor a mayor electronegatividad. ii) Indique razonadamente cuál de ellos tendrá mayor energía de ionización. b) Dados los siguientes grupos de números cuánticos (n, l, m): (3, 2, 0); (3, 3, 2); (3, 0, 0); (2, -1, 1); (4, 1, 0): i) Indique cuáles no son permitidos y por qué. ii) Para los que sí sean permitidos, indique a qué tipo de orbital atómico corresponde cada grupo y cuántos orbitales atómicos de ese tipo podrá tener un átomo.

Respuesta:

i) Los elementos de mayor electronegatividad se encuentran en la parte derecha de la tabla periódica, por tanto, el elemento Y es el más electronegativa, seguido de X y Z. La ordenación creciente será, por tanto: **Z < X < Y**. ii) La energía de ionización varía de la misma forma que la electronegatividad, por lo que el elemento de mayor energía de ionización es el **Y**.

b) No están permitidos el (3,3,2) pues l no puede tomar valores iguales o superiores a n, y el **(2,-1,1)** pues l no puede tomar valores negativos. ii) (3,2,0) corresponde a un **orbital d**, dado el valor l = 2. **Puede haber 5 orbitales d**. (3,0,0) corresponde a un **orbital s** (l = 0), pudiendo haber uno de ellos en cada nivel de energía, es decir, **3 orbitales s**, mientras que (4,1,0) corresponde a un **orbital p** (l = 1). dado que hay cuatro niveles, con tres orbitales p cada uno de ellos, podrá haber **12 orbitales p**.

19. a) Escriba el símbolo químico y la configuración electrónica de: i) el primer elemento de la tabla periódica con un electrón d. ii) el primer elemento de la tabla periódica con un subnivel 2p lleno. iii) tres elementos con un único electrón en el subnivel 4s. iv) el primer elemento de la tabla periódica con un electrón p que tiene un subnivel d lleno. v) el primer elemento de la tabla periódica posterior a Kriptón que tiene dos electrones en un subnivel p. b) Para los elementos de los apartados i) y ii), escriba los números cuánticos de TODOS los electrones de su capa de valencia. ¿Cuál de los dos elementos tendrá mayor radio atómico?

Respuesta:

- a) i) **Sc** ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$); ii) **Ne** ($1s^2 2s^2 2p^6$); iii) **K** ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$); **Cu** ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$) y **Cr** ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$); iv) **Ga** ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^1$)
v) **Sn** ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^2$);

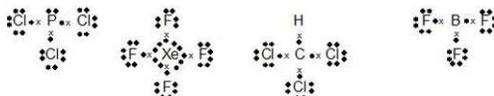
- b) **Sc** ($n = 3; l = 2; m = 2, 1, 0, -1$ o $-2; n = 4; l = 0; m = 0; s = \pm 1/2$). **Ne** ($n = 1; l = 0; m = 0; s = \pm 1/2; n = 2, l = 0$ (electrones s), $l = 1$ (electrones p); $m = 0$ (electrones s) $m = -1, 0, 1$ (electrones p) y $s = \pm 1/2$). El radio atómico será menor en el elemento que esté situado más arriba y a la derecha. De estos dos elementos, el de menor radio atómico es el **Ne**.
20. Razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones : a) El punto de ebullición de los siguientes compuestos : H_2O , LiBr y C_2H_6 , sigue el orden: $\text{C}_2\text{H}_6 > \text{H}_2\text{O} > \text{LiBr}$. b) La configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ corresponde a un metal. c) El cloruro de calcio no conduce la electricidad en estado sólido, pero sí fundido. d) Al sublimar hielo seco (dióxido de carbono) se rompen enlaces covalentes. e) Las fuerzas intermoleculares están relacionadas con la polaridad de las moléculas.

Respuesta:

- a) La afirmación es **falsa**. El orden es el contrario, pues el LiBr es un compuesto iónico, el H_2O es un compuesto covalente polar, donde pueden formarse enlaces por puente de hidrógeno, y el C_2H_6 es un compuesto covalente apolar.
- b) La afirmación es **falsa**. La configuración corresponde a un halógeno.
- c) La afirmación es **cierta**, al tratarse de un compuesto iónico.
- d) La afirmación es **falsa**. La sublimación es simplemente un cambio de estado.
- e) La afirmación es cierta, pues pueden darse interacciones dipolo permanente-dipolo permanente, y dipolo temporal-dipolo inducido.
21. Para las especies siguientes, represente su estructura de Lewis, indique si se cumple la regla del octeto y cuáles serían los ángulos de enlace aproximados en-torno al átomo central. a) PCl_3 b) XeF_4 e) CHCl_3 d) BF_3 .

Respuesta:

- a) Las correspondientes estructuras de Lewis son las siguientes:



No se cumple la regla del octeto en los compuestos **XeF_4** y **BF_3** . Los ángulos de enlace aproximados son: **107°** para el PCl_3 , **90°** para Xe-F, **107°** para el CHCl_3 y **120°** para el BF_3

2. ESTEQUIOMETRÍA.

3. CINÉTICA DE REACCIONES.

1. - La reacción $A + B \rightarrow C$ es de primer orden respecto de A y de B. A partir de los datos de la tabla,

Experimento	$[A]_0$ (mol · L ⁻¹)	$[B]_0$ (mol · L ⁻¹)	velocidad inicial de la reacción (mol · L ⁻¹ · s ⁻¹)
1	0,01	0,01	$6 \cdot 10^{-4}$
2	0,02	0,01	X_1
3	0,01	X_2	$18 \cdot 10^{-4}$

determine el valor de la constante de velocidad, así como de X_1 y X_2 , indicando sus unidades. b) Indique, razonando su respuesta, cuál o cuáles de los términos de la ecuación de velocidad se modificarán al añadir un catalizador y en qué sentido será esa modificación.

Respuesta:

a) Tomando los datos del experimento 1:

$$6 \cdot 10^{-4} = K \cdot 0,01 \cdot 0,01 \quad K = 6 \text{ mol}^{-1} \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$X_1 = 6 \cdot 0,02 \cdot 0,01 = 1,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$18 \cdot 10^{-4} = 6 \cdot 0,01 \cdot X_2 \quad X_2 = 0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

b) El catalizador varia la velocidad de la reacción (en general, aumentándola), por lo que hace varia el valor de la constante K.

2. La reacción $A + 2 B \rightarrow C$, de primer orden respecto de A y de segundo orden respecto de B, se lleva a cabo en fase gas en un recipiente de volumen variable. a) Formule la expresión de la ecuación de velocidad para esta reacción. ¿Cuál es el orden global de la misma? b) Deduzca las unidades de la constante cinética. c) Indique razonadamente cómo afectará a la velocidad de reacción un aumento del volumen a temperatura constante. d) Indique razonadamente cómo afectará a la velocidad de reacción un aumento de la presión a temperatura constante. e) Indique razonadamente cuál es el efecto de un inhibidor o catalizador negativo en la velocidad de reacción.

Respuesta:

a) La ecuación de velocidad tiene la expresión: $v = k[A][B]^2$. El orden global de la reacción es: $1 + 2 = 3$

b) La constante tendrá por unidades:

$$\frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}} = \text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

c) Al aumentar el volumen, disminuyen las concentraciones de A y B, con lo que también **disminuye la velocidad** de la reacción.

d) El inhibidor **reduce la velocidad** de la reacción tanto la directa como la inversa, debido a que produce un aumento en la energía de activación.

3. Para la reacción $A + B \rightarrow C$ se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Determine la ecuación de velocidad b) Determine las unidades de la constante cinética k. c) Explique de forma razonada cual de las dos reactivos A y B se consume más deprisa. d) Explique de forma razonada cómo se modifica la constante cinética, k, si se añade más reactivo A al sistema.

Respuesta:

Experimento	[A] ₀ mol·L ⁻¹	[B] ₀ mol·L ⁻¹	Velocidad inicial de la reacción
1	0,17	0,17	X mol·L ⁻¹ · s ⁻¹
2	0,34	0,17	2X mol·L ⁻¹ · s ⁻¹
3	0,17	0,34	4X mol·L ⁻¹ · s ⁻¹

a) La ecuación de velocidad tendrá la forma:

$$v = k[A]^\alpha[B]^\beta$$

A partir de los datos de la tabla, podemos escribir:

$$X = k \cdot 0,17^\alpha \cdot 0,17^\beta \quad \text{y} \quad 2X = k \cdot 0,34^\alpha \cdot 0,17^\beta$$

Dividiendo miembro a miembro:

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{0,17}{0,34}\right)^\alpha \quad \alpha = 1$$

$$X = k \cdot 0,17^\alpha \cdot 0,17^\beta \quad \text{y} \quad 4X = k \cdot 0,17^\alpha \cdot 0,34^\beta$$

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{0,17}{0,34}\right)^\beta \quad \beta = 2$$

Con lo que la ecuación de velocidad queda así: $v = k[A][B]^2$

b) La unidades del son:

$$\frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}} = \text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

c) Puesto que la velocidad de reacción es:

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = -\frac{d[B]}{dt}$$

Ambos reactivos **se consumen a la misma velocidad**.

d) La adición de más reactivo A al sistema **no afecta a la constante de velocidad**, que depende exclusivamente de la temperatura.

4. Una reacción química del tipo:

5. A (g) → B (g) + C (g) tiene a 25 °C una constante cinética: $k = 5,0 \cdot 10^{12} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Conteste razonadamente a las siguientes preguntas : a) ¿Cuál es el orden de la reacción anterior? b) ¿Cómo se modifica el valor de la constante cinética k si la reacción tiene lugar a una temperatura inferior? c) ¿Por qué no coincide el orden de reacción con la estequiometría de la reacción? d) ¿Qué unidades tendría la constante cinética si la reacción fuera de orden 1?

Respuesta:

a) Dadas las unidades de la constante cinética ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) y las de la velocidad de reacción ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$), podemos deducir que en la expresión (donde los términos entre corchetes representan las unidades de cada una de las magnitudes):

$$[k] = \left[\frac{v}{[A]^\alpha} \right] \quad \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = \frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{[\text{A}]^\alpha} \quad [[\text{A}]^\alpha] = \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$$

Lo que nos permite afirmar que la ecuación de velocidad es: $v = k [A]^2$ siendo **2** el orden de la reacción.

b) La relación entre la constante cinética y la temperatura viene dada por la ecuación de Arrhenius:

$$k = A e^{-(E_a/RT)}$$

	E_A (kJ·mol ⁻¹)	ΔG (kJ·mol ⁻¹)	ΔH (kJ·mol ⁻¹)
Reacción 1	1,0	-2,0	0,20
Reacción 2	0,5	5,0	-0,80
Reacción 3	0,7	0,70	0,60
Reacción 4	1,5	-0,50	-0,30

Con lo que una disminución en la temperatura **hace disminuir** el valor de la constante k.

c) Esto se debe a que en una de las etapas de la reacción, concretamente, la etapa lenta, intervienen **dos moles** de la sustancia A, por lo que la reacción se podría representar, por ejemplo, de la forma: $A + A \rightarrow X$ (etapa lenta) y $X \rightarrow B + C$ (etapa rápida)

d) Si la reacción fuera de orden 1, las unidades de la constante serían **s⁻¹**

6. a) En un experimento de catálisis con el proceso: $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ se midió la velocidad de la reacción, obteniendo como resultado: $\Delta[NH_3]/\Delta t = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. Escriba la velocidad de reacción expresada en términos de cada uno de los reactivos. b) Los siguientes datos corresponden a cuatro reacciones químicas de tipo general:

Indique, justificando su respuesta razonadamente: i) Cuál de ellas es la más rápida. ii) Cuáles de estas reacciones son espontáneas. iii) Qué valores de la tabla se pueden modificar mediante la adición de un catalizador.

Respuesta:

a) La velocidad de reacción es:

$$v = -\frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t}$$

b) i) La reacción más rápida es la de menor energía de activación, es decir, la **nº 2**. ii) La reacciones **1 y 4**, al ser negativo ΔG . iii) Exclusivamente la energía de activación., **E_A**

7. a) Enumere los factores que influyen en la velocidad de una reacción química en un proceso homogéneo y explique brevemente cómo afecta cada uno de ellos a la misma. b) Defina los siguientes conceptos e indique sus principales características: i) mecanismo de reacción. ii) proceso o reacción elemental.

Respuesta:

a) Los factores que afectan a la velocidad en un proceso homogéneo son: i) **concentración de los reactivos**: el número de choques entre ellos aumentará cuanto mayor sea la concentración. ii) **temperatura**: un aumento en la temperatura produce un aumento en la energía cinética de las moléculas, aumentando así el número de choques eficaces entre ellas. iii) **catalizadores**: influyen disminuyendo la energía de activación de la reacción, con lo que aceleran la velocidad de ésta.

b) i) mecanismo de reacción: es una descripción de un determinado proceso químico, en la que se detallan todos los procesos elementales que tienen lugar. ii) reacción elemental: es aquella que se produce en una sola etapa.

8. Dada la siguiente ecuación de velocidad, $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$, correspondiente a la siguiente reacción química, $A + B \rightarrow C$, indique razonadamente si cada una de las siguientes proposiciones es verdadera o falsa: a) La constante cinética se expresa en unidades de $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. b) Un aumento de la concentración de cualquiera de los reactivos, A o B, del mismo orden afecta por igual a la velocidad de la reacción. c) En la ecuación de Arrhenius, la energía de activación es independiente de la temperatura. d) La velocidad de reacción no es constante mientras dura la reacción química. e) Un aumento de la temperatura aumenta la velocidad de la reacción, pero no modifica la constante cinética.

Respuesta:

Experiencia	[A] ₀ mol · L ⁻¹	[B] ₀ (mol · L ⁻¹)	velocidad inicial (mol · L ⁻¹ · s ⁻¹)
1	0,01	0,01	6 · 10 ⁻⁴
2	0,02	0,01	X
3	0,01	Y	18 · 10 ⁻⁴

a) La afirmación es **incorrecta**: a partir de la igualdad:

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]^2 \quad k = \frac{v}{[A][B]^2} \frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}}$$

Con lo que las unidades de v serán: **mol⁻² · L² · s⁻¹**) La afirmación es **incorrecta**, pues al no ser iguales los exponentes de las concentraciones de A y de B, un aumento en la concentración de B producirá un incremento en la velocidad de la reacción superior al que produciría un aumento del mismo orden en la concentración de A. c) La afirmación es **correcta**, pues un aumento en la temperatura produciría un incremento en el valor de k. La energía de activación depende de cuál sea la reacción que tenga lugar. d) La afirmación es **correcta**, pues las concentraciones de A y de B disminuyen con el tiempo, y con ello la velocidad. e) La afirmación es **incorrecta**, pues sí modifica la constante cinética, según la ecuación de Arrhenius: $k = Ae^{-E_a/RT}$

9. La reacción química $A + B \rightarrow C$ es de primer orden respecto de A y de B con los siguientes datos:
10. a) Indique, razonando su respuesta, si son verdaderas o falsas cada una de las siguientes proposiciones:
 i) $X = 6 \cdot 10^{-4}$ ii) $Y = 0,03$. iii) Para el primer experimento, $k = 6 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ b) Indique, razonadamente, cómo variará la constante de velocidad si se aumenta la temperatura a la que se lleva a cabo la reacción.

Respuesta:

La ecuación de velocidad es: $v = k [A][B]$, en consecuencia: a) La afirmación es **falsa**, pues X debería tener valor $12 \cdot 10^{-4}$. b) La afirmación es **falsa**: Y debería valer 0,03. c) La afirmación es falsa. k debería tomar el valor:

$$k = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{0,01^2} = 6$$

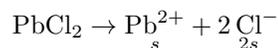
4. TERMOQUÍMICA.

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

1. A 25°C una disolución saturada de cloruro de plomo (II) tiene una concentración de iones plomo (II) de $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ a) Calcule cuál es la concentración de iones cloruro en esta disolución. b) Calcule K_{ps} a dicha temperatura. c) Razone sobre el aumento o disminución de la solubilidad del cloruro de plomo (II) al adicionar cloruro de sodio. d) Calcule la solubilidad del cloruro de plomo (II) en una disolución acuosa de concentración 2 M en iones plomo ($2+$).

Respuesta:

- a) El equilibrio de disociación del PbCl_2 se puede representar así:



Siendo $s = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ M}$. La concentración de iones cloruro será: $[\text{Cl}^-] = 2s = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

- b) El producto de solubilidad es:

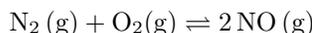
$$K_{ps} = s(2s)^2 = 4s^3 = 1,64 \cdot 10^{-5}$$

- c) Al adicionar cloruro de sodio disminuye la solubilidad del cloruro de plomo por efecto del ion común.

- d) Para una concentración $[\text{Pb}^{2+}] = 2$, la solubilidad valdrá:

$$1,64 \cdot 10^{-5} = 2(2s)^2 \quad s = 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

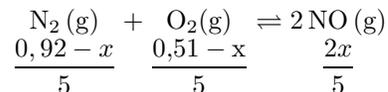
2. En un matraz de 5 L de capacidad se introduce una mezcla de 0,92 moles de nitrógeno y 0,51 moles de oxígeno. Se calienta la mezcla hasta 2200 K, estableciéndose el equilibrio:



Teniendo en cuenta que en estas condiciones reacciona el 1,09 % del nitrógeno inicial: a) Calcule la concentración de todos los compuestos en el equilibrio a 2200 K. b) Calcule el valor de las constantes de equilibrio K_c y K_p a esa temperatura. c) ¿En qué sentido se desplazará el equilibrio si añadimos una cantidad adicional de nitrógeno? Razone su respuesta. d) ¿En qué sentido se desplazará el equilibrio si el volumen del matraz disminuye a 1 L? Razone su respuesta. Datos. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$

Respuesta:

- a) En el equilibrio tendremos lo siguiente:



Puesto que en el equilibrio ha reaccionado un 1,09 % del nitrógeno inicial, podremos escribir:

$$x = \frac{1,09 \cdot 0,92}{100} = 0,01 \text{ moles}$$

Así pues, podremos escribir:

$$[\text{N}_2] = \frac{0,92 - 0,01}{5} = 0,18 \text{ M} \quad [\text{O}_2] = \frac{0,51 - 0,01}{5} = 0,1 \text{ M} \quad [\text{NO}] = \frac{0,02}{5} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

- b) las constantes son::

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]} = \frac{(4 \cdot 10^{-3})^2}{0,18 \cdot 0,1} = 8,89 \cdot 10^{-4} \quad K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = K_c(\text{RT})^0 = 8,89 \cdot 10^{-4}$$

c)

d) Al disminuir el volumen, **el equilibrio no se desplazará**, debido a que el número de moles de sustancias gaseosas es el mismo en ambos miembros.

3. a) Determine el producto de solubilidad (K_{ps}) del yoduro de plomo (II) sabiendo que su solubilidad en un litro de agua es $1,2 \cdot 10^{-3}$ M. b) Calcule la solubilidad del yoduro de plomo (II) expresada en g/L y la concentración de iones yoduro en equilibrio. c) Determine si precipitará o no yoduro de plomo (II) al mezclar 0,5 L de una disolución $1,5 \cdot 10^{-3}$ M en ion plomo (+2) con 0,5 L de otra disolución $3,2 \cdot 10^{-4}$ M en ion yoduro. Datos. Masas atómicas: I = 127; Pb = 207

Respuesta:

a) El producto de solubilidad del PbI_2 tiene una constante:

$$K_{ps} = [Pb^{2+}][I^-]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 = 4(1,2 \cdot 10^{-3})^3 = 6,91 \cdot 10^{-9}$$

b) la solubilidad, expresada en g/L será:

$$s = 1,2 \cdot 10^{-3}(2 \cdot 127 + 207) = 0,553 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

la concentración de iones I^- será: $[I^-] = 2s = 2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 2,4 \cdot 10^{-3}$ M

c) Al tener un volumen total de 1 L, las concentraciones de I^- y Pb^{2+} serán, respectivamente:

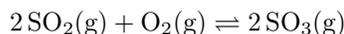
$$[I^-] = \frac{3,2 \cdot 10^{-4}}{2} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad [Pb^{2+}] = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{2} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

El producto $[Pb^{2+}][I^-]^2$ será en este caso:

$$[Pb^{2+}][I^-]^2 = 7,5 \cdot 10^{-4}(1,6 \cdot 10^{-4})^2 = 1,92 \cdot 10^{-11} < K_{ps}$$

Por tanto, **no se produce precipitado**.

4. A 400 K y en un recipiente de 1,5 L de capacidad, hay en equilibrio 9 g de O_2 , 9 g de SO_2 y 42 g de SO_3 . a) Calcule las concentraciones de cada una de las especies en el equilibrio. b) Calcule el valor de K_c para el equilibrio a 400K:



c) Calcule el valor de K_p a esa temperatura. d) Indique razonadamente en qué sentido se desplazará el equilibrio si se extrae la mitad del SO_3 ? Datos: Masas atómicas: O = 16; S = 32 R = 0,082 $\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Respuesta:

a) La concentración de cada una de las sustancias en el equilibrio es la siguiente:

$$n_{O_2} = \frac{9}{32} = 0,28 \text{ M} \quad n_{SO_2} = \frac{9}{64} = 0,14 \text{ M} \quad n_{SO_3} = \frac{42}{80} = 0,53 \text{ M}$$

b) La constante K_c será:

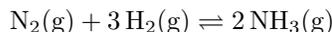
$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{0,53^2}{0,14^2 \cdot 0,28} = 51,18$$

c) La constante K_p tendrá el valor:

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 51,18(0,082 \cdot 400)^{-1} = 1,56$$

d) La disminución de la concentración de unos de los productos producirá un desplazamiento del equilibrio **hacia la derecha**, es decir, hacia la formación de más productos.

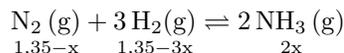
5. Una mezcla de 1,35 moles de dinitrógeno y 1,35 moles de dihidrógeno se coloca en un reactor de 25 L y se calienta a 400 °C. En el equilibrio ha reaccionado el 5 % del dinitrógeno según la reacción:



Calcule: a) El valor de las constantes K_c y K_p a 400 °C. b) Las presiones parciales de las gases en el equilibrio. c) Explique razonadamente en qué sentido se desplazará el equilibrio si añadimos una cantidad adicional de amoníaco. d) Explique razonadamente en qué sentido se desplazará el equilibrio si aumenta el volumen del sistema a 50 L. Dato. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Respuesta:

a) Cuando se alcance el equilibrio, podemos escribir lo siguiente:



Sabiendo que en el equilibrio ha reaccionado un 5 % de dihidrógeno, podremos es escribir que $x = 0,05 \cdot 1,35 = 0,0675$ moles. teniendo esto en cuenta, las constantes K_c y K_p serán, respectivamente:

$$K_c = \frac{\left(\frac{2 \cdot 0,0675}{25}\right)^2}{\frac{1,35 - 0,0675}{25} \left(\frac{1,35 - 3 \cdot 0,0675}{25}\right)^3} = \frac{25^2(2 \cdot 0,0675)^2}{(1,35 - 0,0675)(1,35 - 3 \cdot 0,0675)^3} = 5,88$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 5,88(0,082 \cdot 673)^{-2} = 1,93 \cdot 10^{-3}$$

b) En el equilibrio, las presiones parciales son las siguientes:

$$p_{\text{N}_2} = \frac{1,35 - 0,0675}{25} 0,082 \cdot 673 = 2,83 \text{ atm}$$

$$p_{\text{H}_2} = \frac{1,35 - 3 \cdot 0,0675}{25} 0,082 \cdot 673 = 2,53 \text{ atm}$$

$$p_{\text{NH}_3} = \frac{2 \cdot 0,0675}{25} 0,082 \cdot 673 = 0,30 \text{ atm}$$

c) Al añadir amoníaco (producto de la reacción, el equilibrio se desplazará tendiendo a contrarrestar esta aportación, de forma que la constante mantenga su valor. Por tanto, el equilibrio **se desplazará hacia la izquierda**.

d) En la expresión de K_c podemos ver que el volumen aparece en el numerador, elevado al cuadrado. Por tanto, un aumento de volumen producirá un desplazamiento del equilibrio que tienda a disminuir la cantidad de amoníaco, con el fin de mantener el valor de la constante. El equilibrio se desplazará, por tanto, **hacia la izquierda**.

6. Sabiendo que la solubilidad del carbonato de magnesio en agua es $1,87 \cdot 10^{-4}$ M: a) Calcule el producto de solubilidad (K_{ps}) de dicha sal. b) Calcule la solubilidad del carbonato de magnesio en una disolución 0,2 M de carbonato de sodio expresada en g/L. c) Indique razonadamente si aparecerá o no aparecerá precipitado al mezclar 20 ml de una disolución $5 \cdot 10^{-4}$ M de carbonato de sodio con 20 ml de disolución $2,5 \cdot 10^{-4}$ M de cloruro de magnesio. Datos. Masas atómicas: C = 12; O = 16; Mg = 24,3 .

Respuesta:

a) La constante del producto de solubilidad será:

$$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = s^2 = (1,87 \cdot 10^{-4})^2 = 3,50 \cdot 10^{-8}$$

b) Cuando $[\text{CO}_3^{2-}] = 0,2$, podremos escribir:

$$K_{ps} = 3,50 \cdot 10^{-8} = 0,2 \cdot s \quad s = 1,75 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

Expresada en g/L la solubilidad será:

$$s = 1,75 \cdot 10^{-7} (24,3 + 12 + 3 \cdot 16) = 1,47 \cdot 10^{-5} \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

c) La concentración de CO_3^{2-} procedente del Na_2CO_3 en la disolución será: $[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{2} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{M}$, mientras que la concentración de Mg^{2+} en la misma disolución, será: $[\text{Mg}^{2+}] = \frac{2,5 \cdot 10^{-4}}{2} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{M}$. El denominador 2 procede, en ambos casos, de que el volumen de la disolución se hace doble al mezclar las dos disoluciones originales. Si multiplicamos las concentraciones, tendremos:

$$[\text{Mg}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 1,25 \cdot 10^{-4} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} = 3,125 \cdot 10^{-8} < K_{ps}$$

Por tanto **no aparecerá precipitado**.

7. Las presiones parciales de H_2 , I_2 y HI en equilibrio a 400°C son, respectivamente, 0,150; 0,384 y 1,850 atm. Calcule las constantes K_p a esa temperatura para las reacciones: a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ b) $1/2 \text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{I}_2(\text{g}) = \text{HI}(\text{g})$ c) $2 \text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ d) $\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons 1/2 \text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{I}_2(\text{g})$.

Respuesta:

a) La constante K_p será:

$$K_p = \frac{1,850^2}{0,150 \cdot 0,384} = 59,42$$

b)

$$K_p = \frac{1,850}{(0,150^{1/2})(0,384)^{1/2}} = 7,71$$

c)

$$K_p = \frac{0,150 \cdot 0,384}{1,850^2} = 0,017$$

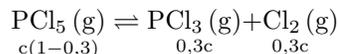
d)

$$K_p = \frac{0,150^{1/2} \cdot 0,384^{1/2}}{1,850} = 0,13$$

8. En un recipiente en el que previamente se ha realizado el vacío se introduce pentacloruro de fósforo y se calienta hasta 450 K, alcanzándose el equilibrio: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. a) Determine el valor de K_p a esa temperatura, sabiendo que cuando se alcanza el equilibrio el pentacloruro de fósforo se encuentra disociado en un 30 % y la presión total de la mezcla de gases es de 1,5 atm. b) Determine el valor de K_c a 450 K. Datos: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Respuesta:

a) Cuando se alcanza el equilibrio, podemos escribir:



La fracción molar de cada especie será:

$$\chi_{\text{PCl}_3} = \chi_{\text{Cl}_2} = \frac{0,3c}{c(1+0,3)} = 0,23 \quad \chi_{\text{PCl}_5} = 1 - 2 \cdot 0,23 = 0,54$$

Las respectivas presiones serán:

$$p_{\text{PCl}_3} = p_{\text{Cl}_2} = 0,23 \cdot 1,5 = 0,345 \text{ atm} \quad p_{\text{PCl}_5} = 1,5 - 2 \cdot 0,345 = 0,81 \text{ atm}$$

Con estos datos tendremos:

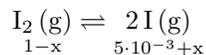
$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{PCl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{0,345^2}{0,81} = 0,147$$

$$K_c = K_p(RT)^{-\Delta n} = 0,147(0,082 \cdot 723)^{-1} = 4,41 \cdot 10^{-5}$$

9. a) Para el proceso $\text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{I}(\text{g})$ la constante de equilibrio K_c a 1000 K vale $3,76 \cdot 10^{-5}$. Si se inyecta 1,0 mol de I_2 en un recipiente de 2 L que ya contenía $5 \cdot 10^{-3}$ moles de I, calcula las concentraciones de I_2 e I en el equilibrio a esa temperatura. b) Explique razonadamente en qué sentido se desplazará el equilibrio si añadimos una cantidad adicional de I_2 . c) Explique razonadamente en qué sentido se desplazará el equilibrio si disminuye el volumen del sistema a 1 L.

Respuesta:

a) El equilibrio puede ser representado mediante la ecuación:



Aplicando la constante de equilibrio:

$$3,76 \cdot 10^{-5} = \frac{\left(\frac{5 \cdot 10^{-3} + x}{2}\right)^2}{\frac{1-x}{2}} = \frac{(5 \cdot 10^{-3} + x)^2}{2(1+x)} \quad x = 3,97 \cdot 10^{-3}$$

Las respectivas concentraciones de I_2 e I serán:

$$[\text{I}_2] = \frac{1 - 3,97 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,498 \text{ M} \quad [\text{I}] = \frac{8,97 \cdot 10^{-3}}{2} = 4,49 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

- b) Al añadir una cantidad de reactivo, el equilibrio se desplazará hacia la formación de producto, es decir, **hacia la formación de I**.
- c) Al disminuir el volumen, el equilibrio evolucionará hacia donde el número de moles gaseosos sea menor, es decir, **hacia la formación de I_2** .
10. a) Si el producto de solubilidad, K_{ps} , del fluoruro de calcio es $1,0 \cdot 10^{-10}$, ¿cuál es su solubilidad en agua? b) ¿Cuánto fluoruro de sodio hay que añadir a 1 L de una disolución acuosa que contiene 20 mg/L de Ca^{2+} para que empiece a precipitar fluoruro de calcio? c) Explique brevemente en qué consiste el efecto del ion común empleando como ejemplo la disolución saturada de fluoruro de calcio. Datos. Masas atómicas : F = 19; Na = 23; Ca = 40.

Respuesta:

a) A partir del equilibrio de disociación:



Podremos escribir:

$$1,0 \cdot 10^{-10} = 4s^3 \quad s = 2,92 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

b) La concentración del ion Ca^{2+} será: $[\text{Ca}^{2+}] = \frac{0,02}{40} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, por lo que podemos escribir:

$$1,0 \cdot 10^{-10} = 5 \cdot 10^{-4} [\text{F}^-]^2 \quad [\text{F}^-] = 4,47 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

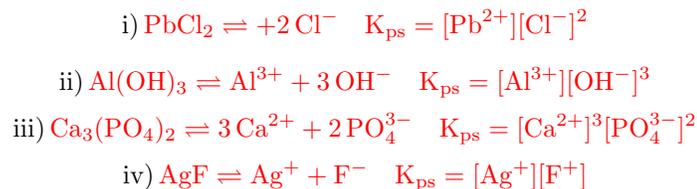
Para calcular la masa de NaF:

$$4,47 \cdot 10^{-4} = \frac{m}{1} \quad m = 0,019 \text{ g NaF}$$

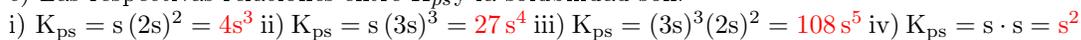
- c) La adición de una cantidad suplementaria de cualquiera de los iones procedentes de la disolución del CaF_2 producirá la precipitación de esta sal, al sobrepasarse el valor del producto de solubilidad.
11. Para cada una de las siguientes especies: i) PbCl_2 ii) $\text{Al}(\text{OH})_3$ iii) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ iv) AgF a) Escriba la ecuación correspondiente al equilibrio de su disolución en agua. b) Escriba la expresión que relaciona su constante de equilibrio, K_{ps} , con las concentraciones de los iones presentes en disolución. c) Escriba la expresión que relaciona su constante de equilibrio, K_{ps} , con su solubilidad en agua. d) Indique de manera razonada cómo afectará a la solubilidad del hidróxido de aluminio en agua la adición de una pequeña cantidad de hidróxido de sodio a una disolución saturada de la primera.

Respuesta:

a) y b) Los equilibrios de disolución en agua son, respectivamente:



c) Las respectivas relaciones entre K_{ps} y la solubilidad son:



d) Al añadir iones OH^- , por efecto del ion común, la solubilidad del $\text{Al}(\text{OH})_3$ **disminuirá**.

12. a) Explique el efecto que tienen los siguientes cambios sobre el equilibrio: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ $\Delta H = 92,37 \text{ kJ/mol}$. i) El aumento de la temperatura. ii) El aumento de la presión. iii) El aumento de la concentración de dicloro. iv) La presencia de un catalizador. b) Una cierta cantidad de pentacloruro de fósforo se calentó a 250°C en un recipiente de 12 L, alcanzándose el equilibrio anterior. Determine el valor de K_p para el mismo a 250°C sabiendo que en el equilibrio en el recipiente contiene 0,21 moles de pentacloruro de fósforo, 0,32 moles de tricloruro de fósforo y 0,32 moles de dicloro. Dato. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Respuesta:

a) i) Al ser endotérmica la reacción, el equilibrio se desplaza **hacia la derecha**. ii) El equilibrio se desplaza hacia donde menor sea el número de moles gaseosos, en este caso, **hacia la izquierda**. iii) Un aumento en la concentración de alguno de los productos desplaza el equilibrio hacia la **izquierda**. iv) El equilibrio **no se ve alterado** por la presencia de un catalizador.

b) Las respectivas concentraciones de reactivos y productos en el equilibrio son:

$$[\text{PCl}_5] = \frac{0,21}{12} = 0,0175 \text{ M} \quad [\text{PCl}_3] = \frac{0,32}{12} = 0,027 = [\text{Cl}_2]$$

A partir de estos valores, determinamos la constante K_c :

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{0,027^2}{0,0175} = 0,041$$

El valor de K_p será:

$$K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = 0,041(0,082 \cdot 523) = 1,74 \quad (\Delta n = 1)$$

13. a) Indique de manera razonada si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: i) Si a una disolución saturada de una sal en agua se le añade uno de los iones que la forman, inmediatamente comienza a formarse precipitado de dicha sal. ii) Dos iones de cargas opuestas forman un precipitado cuando su

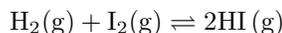
producto iónico es menor que el valor de su constante del producto de solubilidad. b) Sabiendo que la constante que rige el equilibrio de solubilidad del cromato de plata en agua (K_{ps}) tiene un valor de $3,9 \times 10^{-12}$ calcule la solubilidad de dicha sal en una disolución acuosa $0,02 \text{ M}$ de cromato de sodio.

Respuesta:

i) La afirmación es **correcta**, debido al efecto del ion común. ii) La afirmación es **incorrecta**. Su producto iónico debe ser mayor que K_{ps} . iii) El producto de solubilidad será:

$$K_{ps} = 3,9 \cdot 10^{-12} = [\text{Ag}^+]^2[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = (2s)^2 \cdot 0,02 \quad s = 6,98 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

14. Un recipiente de 2 L de capacidad contiene una mezcla gaseosa de dihidrógeno, diyodo y yoduro de hidrógeno en equilibrio a una temperatura de 720 K . Dicha mezcla está formada por $0,005$ moles de dihidrógeno, $0,005$ moles de diyodo y $0,030$ moles de yoduro de hidrógeno.



a) Calcule el valor de K_c y de K_p para este equilibrio a 720 K . b) Calcule las presiones parciales y la presión total de los gases en equilibrio esa temperatura. c) Indique razonadamente cómo evolucionará el sistema al añadir diyodo a la mezcla en equilibrio. d) Sabiendo que la reacción es exotérmica, ¿cómo evolucionará el sistema en equilibrio si aumentamos la temperatura? Razone su respuesta. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Respuesta:

a) Los valores respectivos de K_c y K_p son:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{0,030^2}{0,005 \cdot 0,005} = 36 \quad K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 36(0,082 \cdot 720)^0 = 36$$

b) En primer lugar, calculamos la presión total:

$$P \cdot 2 = (0,005 + 0,005 + 0,030) \cdot 0,082 \cdot 720 \quad P = 1,18 \text{ atm}$$

Las presiones parciales serán:

$$P_{\text{H}_2} = P_{\text{I}_2} = 1,18 \frac{0,005}{0,04} = 0,15 \text{ atm} \quad P_{\text{HI}} = 1,18 \frac{0,03}{0,04} = 0,89 \text{ atm}$$

c) Al añadir diyodo estamos aumentando la concentración de un reactivo por lo que, aplicando el principio de Le Chatelier, el equilibrio tenderá a desplazar hacia la formación de productos, esto es, **hacia la formación de HI**.

d) Siguiendo de nuevo el principio de Le Chatelier, si una reacción es exotérmica, al calentar se producirá un desplazamiento del equilibrio hacia donde la reacción sea endotérmica, en este caso, hacia la formación de **iodo e hidrógeno**.

15. El pentacloruro de fósforo se disocia en tricloruro de fósforo y dicloro, según el equilibrio:



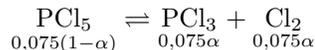
a) Si se introducen $3,125 \text{ g}$ de pentacloruro de fósforo en un recipiente vacío de 200 mL de capacidad y se calienta este hasta una temperatura de 200°C , ¿Cuál será su grado de disociación cuando se alcance el equilibrio? b) Determine el valor de la constante K_p a la misma temperatura. Datos: $K_c(200^\circ\text{C}) = 0,008$; $R = 0,082$; Masas atómicas: $\text{Cl} = 35,5$; $\text{P} = 31$.

Respuesta:

a) La concentración inicial de pentacloruro de fósforo es:

$$c = \frac{3,125/(31 + 5 \cdot 35,5)}{0,2} = 0,075 \text{ M}$$

En en equilibrio tendremos:



Aplicando la constante K_c :

$$0,008 = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{0,075\alpha^2}{1-\alpha}$$

Resolviendo la ecuación, obtenemos: $\alpha = 0,28$.

b) Las constantes K_c y K_p están relacionadas por la expresión:

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \quad K_p = 0,008 (0,082 \cdot 473) = 0,31$$

16. La solubilidad del hidróxido de hierro (II) en agua a 298 K, es $7,38 \cdot 10^{-6}$ g/L a) Calcule el valor del producto de solubilidad de este compuesto en agua. b) Indique si precipitará este hidróxido cuando se añadan 0,001 g de cloruro de hierro (II) a 1,00 L de una disolución de hidróxido de sodio 10^{-5} M. Datos: Masas atómicas: Cl = 35,50; Fe = 55,85; H = 1; O = 16,00.

Respuesta:

a) El equilibrio de disolución del Fe (OH)₃ en agua se puede representar de la forma:



La solubilidad, expresada en mol/L será:

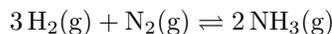
$$s = \frac{7,38 \cdot 10^{-6}/(55,85 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1)}{1} = 8,21 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

El producto de solubilidad será, pues: $K_{ps} = 4s^3 = 4(8,21 \cdot 10^{-8})^3 = 2,21 \cdot 10^{-21}$

b) La masa de 0,001 g de cloruro de hierro (II) equivale a: $n = 0,001/(55,85 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1) = 1,11 \cdot 10^{-5}$. Puesto que el volumen de la disolución de NaOH es 1,00 L, el producto: $[\text{Fe}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 1,11 \cdot 10^{-15}$, mus superior al producto de solubilidad, por lo que se producirá precipitado.

Nota: el valor obtenido en la bibliografía para la solubilidad del hidróxido de hierro (II) es de $7,38 \cdot 10^{-4}$, por lo que el resultado del producto de solubilidad difiere del obtenido en el apartado a) de este problema.

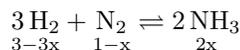
17. Cuando se lleva a cabo la síntesis de amoniac a una determinada temperatura y 50 atm de presión total a partir de cantidades estequiométricas de dihidrógeno y dinitrógeno , el porcentaje en volumen de amoniac en equilibrio es del 15 %.



a) Calcule la composición volumétrica de los gases en equilibrio. b) Determine las presiones parciales de todos los componentes en equilibrio . c) Calcule la constante de equilibrio K_p a esa temperatura .

Respuesta:

a) Para el equilibrio podemos escribir:



El porcentaje de NH_3 será del **15 %**, por lo cual:

$$\frac{2x}{4 - 2x} = 0,15 \quad x = 0,261 \text{ mol}$$

Puesto que hay una relación directa entre el número de moles y el volumen, los porcentajes de H_2 y N_2 serán, respectivamente:

$$\% \text{H}_2 = \frac{3(1 - 0,261)}{4 - 2 \cdot 0,261} = \mathbf{0,637\%} \quad \% \text{N}_2 = \frac{1 - 0,261}{4 - 2 \cdot 0,261} = \mathbf{0,212}$$

b) Las respectivas presiones parciales son:

$$p_{\text{NH}_3} = 50 \cdot 0,15 = \mathbf{7,5 \text{ atm}} \quad p_{\text{N}_2} = 50 \cdot 0,212 = \mathbf{10,6 \text{ atm}} \quad p_{\text{H}_2} = 50 \cdot 0,637 = \mathbf{31,85 \text{ atm}}$$

c) La constante K_p tiene el valor:

$$K_p = \frac{p_{\text{NH}_3}^2}{p_{\text{N}_2} \cdot p_{\text{H}_2}^3} = \frac{7,5^2}{10,6 \cdot 31,85^3} = \mathbf{1,64 \cdot 10^{-4}}$$

18. a) Sabiendo que la solubilidad del hidróxido de calcio en agua es 1,6 g/ L, calcule: i) el valor de su producto de solubilidad. ii) el pH de una disolución saturada de este compuesto en agua. b) Determine el pH de una disolución que se ha preparado mezclando 250 cm^3 de ácido clorhídrico 0,4 M y 250 cm^3 de hidróxido de sodio 0,02 M. Datos: Masas atómicas: Ca = 40; H = 1; O = 16.

Respuesta:

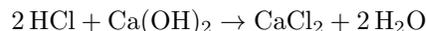
a) La solubilidad, expresada en mol/L es:

$$s = \frac{1,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,022 \text{ M}$$

El producto de solubilidad es:

$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 4s^3 = \mathbf{4,26 \cdot 10^{-5}}$$

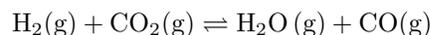
La reacción entre HCl y $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es la siguiente:



En la disolución hay un número de moles de ácido: $n_{\text{HCl}} = 0,25 \cdot 0,4 = 0,1 \text{ mol}$, mientras que el número de moles de hidróxido de calcio es: $n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 0,25 \cdot 0,02 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$. Por tanto, según la reacción anterior, se neutralizarán $2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,01 \text{ mol}$ de ácido. El exceso resultante será: $n = 0,1 - 0,01 = 0,09$, y el pH:

$$\text{pH} = -\log 0,09 = \mathbf{1,05}$$

19. Dado el equilibrio:



En un recipiente de 1 L de capacidad se introducen 0,2 moles de dihidrógeno, 0,3 moles de dióxido de carbono, 0,4 moles de agua y 0,4 moles de monóxido de carbono a 990°C . Responda razonadamente a las siguientes cuestiones: a) ¿Se encuentra esta mezcla en equilibrio? b) ¿En qué sentido se desplazará el equilibrio si retiramos el agua producida en la reacción? c) ¿Cómo afectará al equilibrio un aumento del volumen del recipiente? d) Si para dicho equilibrio $\Delta H^0 > 0$, ¿cómo afectará al mismo un descenso de la temperatura? Datos: $K_c(990^\circ\text{C}) = 1,6$.

Respuesta:

a) El cociente de la reacción será:

$$Q = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}]}{[\text{H}_2][\text{CO}_2]} = \frac{0,4 \cdot 0,4}{0,2 \cdot 0,3} = 2,67 > 1,6$$

Al ser $Q > K_c$, la mezcla **no está en equilibrio**.

b) Si retiramos el agua producida (uno de los productos), el equilibrio se desplazará **hacia la derecha**.

c) Al ser el número de moles gaseosos el mismo en los dos miembros, la variación de volumen **no afectará** al equilibrio.

d) Al ser endotérmica la reacción, un descenso de temperatura producirá un desplazamiento del equilibrio **hacia la izquierda**.

20. a) En un recipiente de 3,5 L de capacidad se introducen 0,249 moles de dinitrógeno, $3,21 \times 10^{-2}$ moles de hidrógeno y $6,42 \times 10^{-4}$ moles de amoníaco a 375°C . Determine si el sistema está o no en equilibrio. En caso negativo, indique hacia dónde se desplazará el sistema. b) Responda a las mismas cuestiones que en el apartado a) si en un recipiente de 2 L se introducen 2×10^{-2} moles de monóxido de nitrógeno, $8,3 \times 10^{-3}$ moles de dicloro y 6,8 moles de cloruro de nitrosilo (NOCl) a 35°C . Datos: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ $K_c(375^\circ\text{C}) = 1,2$; $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NOCl}(\text{g})$ $K_c(35^\circ\text{C}) = 6,5 \times 10^4$

Respuesta:

a) Las concentraciones de cada una de las especies serán, respectivamente:

$$[\text{N}_2] = \frac{0,249}{3,5} = 0,071 \text{ M} \quad [\text{H}_2] = \frac{3,21 \cdot 10^{-2}}{3,5} = 9,17 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad [\text{NH}_3] = \frac{6,42 \cdot 10^{-4}}{3,5} = 1,83 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

El cociente de la reacción toma el valor:

$$Q = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(1,83 \cdot 10^{-4})^2}{0,071 (9,17 \cdot 10^{-3})^3} = 0,612$$

El sistema **no está en equilibrio**, dado que el cociente de la reacción es inferior al valor de la constante de equilibrio. Al ser Q menor que K_c , **el sistema se desplazará hacia la derecha**, es decir, hacia la formación de NH_3 .

b) La concentraciones respectivas serán:

$$[\text{NO}] = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ M} \quad [\text{Cl}_2] = \frac{8,3 \cdot 10^{-3}}{2} = 4,15 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad [\text{NOCl}] = \frac{6,8}{2} = 3,4 \text{ M}$$

El cociente de la reacción toma el valor:

$$Q = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]} = \frac{3,4^2}{(10^{-2})^2 (4,15 \cdot 10^{-3})} = 2,79 \cdot 10^7$$

En este caso, el cociente de la reacción es superior al valor de K_c , por lo que **el sistema no se encuentra en equilibrio, desplazándose hacia la izquierda**, es decir, hacia la formación de NO y Cl_2 .

21. a) Explique en qué consiste el efecto del ion común en equilibrios heterogéneos (reacciones de precipitación). b) Escriba el enunciado del principio de Le Chatelier y explique su utilidad. c) Defina los siguientes conceptos: i) Ácido y base según la teoría de Brönsted-Lowry. ii) Constante de solubilidad.

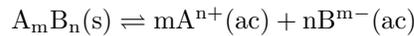
Respuesta:

a) Si en una disolución saturada que contiene los iones A^+ y B^- , de forma que $K_{ps} = [\text{A}^+][\text{B}^-]$ se le añade alguno de estos iones en forma de otro compuesto químico (por ejemplo, añadiendo NaCl a una disolución de AgCl), **disminuirá la solubilidad del compuesto AB**, produciéndose la precipitación de éste. A la adición de un ion igual a uno de los que se encuentran en la disolución se le denomina efecto del ion común.

b) El Principio de Le Chatelier establece que cuando en un equilibrio químico se produce cualquier

causa que tiende a modificar el equilibrio, el sistema tiende a contrarrestar dicha causa hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio.

c) i) Según la Teoría de Brönsted-Lowry, un ácido es toda sustancia capaz de ceder protones, mientras que una base es aquella sustancia capaz de aceptar protones. ii) Si tenemos en una disolución acuosa una sustancia relativamente insoluble, de fórmula A_nB_m , se podrá establecer un equilibrio heterogéneo de la forma:



Al tratarse de un equilibrio heterogéneo, la constante de equilibrio tomará el valor:

$$K_c = [A^{n+}]^m[B^{m-}]^n$$

A esta constante de equilibrio se le denomina constante del producto de solubilidad, y se representa habitualmente por K_{ps}

22. Determine si aparece precipitado o no al mezclar 40 mL de disolución acuosa de nitrato de plata 10^{-3} M con 160 mL de disolución acuosa de cloruro de sodio 5×10^{-3} M. En caso afirmativo, calcule la masa de sólido que se obtendría si precipitase todo el cloruro de plata posible, así como la concentración de iones cloruro que quedarían en disolución. Datos: Masas atómicas: Ag = 107,9; Cl = 35,5 g/mol; K_{ps} (AgCl) = $1,7 \times 10^{-10}$

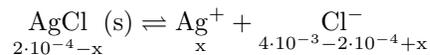
Respuesta:

a) La concentración de cada uno de los iones al mezclar las dos disoluciones será, respectivamente:

$$[Ag^+] = \frac{40 \cdot 10^{-3}}{200} = 2 \cdot 10^{-4} M \quad [Cl^-] = \frac{160 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{200} = 4 \cdot 10^{-3} M$$

Al ser el producto de solubilidad, $K_{ps} = [Ag^+][Cl^-] = 1,7 \cdot 10^{-10}$ y ser el producto de las concentraciones de ambos iones superior a K_{ps} , se producirá precipitado de AgCl.

Suponiendo que ha precipitado todo el AgCl posible (correspondiente a la concentración del ion Ag^+), y que parte de este precipitado se disuelve, tendremos en el equilibrio:



Aplicando la constante del producto de solubilidad, tendremos:

$$1,7 \cdot 10^{-10} = x(3,8 \cdot 10^{-3} + x) \quad x = 4,47 \cdot 10^{-8}$$

La concentración de iones cloruro será:

$$[Cl^-] = 3,8 \cdot 10^{-3} + 4,47 \cdot 10^{-8} \simeq 3,8 \cdot 10^{-3} M$$

Mientras que la masa de AgCl sólido será:

$$m = (2 \cdot 10^{-4} - 4,47 \cdot 10^{-8}) \text{ mol} \cdot L^{-1} (107,9 + 35,5) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,2 L = 5,73 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

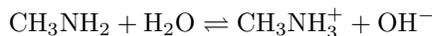
23. Para la siguiente reacción en fase gas: $I_2(g) + C_5H_8(g) \rightleftharpoons C_5H_6(g) + 2HI(g)$ Se cumple la ecuación: $\ln K_p = 17,39 - 11.200/T$ a) Calcule el valor de K_p y de K_c a una temperatura de $114^\circ C$. b) Se introducen cantidades equimoleculares de I_2 y C_5H_8 en un recipiente cerrado, de modo que la presión total es de 12 atm. Calcule la presión total y las presiones parciales de todos los gases cuando se alcanza el equilibrio a $114^\circ C$. Dato: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1}$.

Respuesta:

a) A una temperatura de $114^\circ C$ (387 K), tendremos:

$$\ln K_p = 17,39 - \frac{11200}{387} = -11,55 \quad K_p = 9,64 \cdot 10^{-6}$$

Dando, por tanto, un pH básico. iii) La metilamina es una base débil, dando lugar a la reacción:



Siendo el pH **básico**. iv) El NH_4Cl es una sal de ácido fuerte y base débil. El ácido conjugado de ésta experimentará la siguiente reacción de hidrólisis:

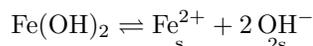


Sien, por tanto, el pH **ácido**.

25. a) Calcule el pH de una disolución saturada de hidróxido de hierro (II), cuya constante de solubilidad, K_{ps} , tiene un valor de $1,6 \times 10^{-14}$. b) Represente gráficamente de forma aproximada cómo sería la curva de valoración (pH vs V valorante) cuando se valora una disolución de ácido clorhídrico con hidróxido de sodio y coméntela. Escriba cuál será la reacción que tiene lugar en la valoración e indique cómo será el pH de la disolución en el punto de equivalencia.

Respuesta:

a) El equilibrio de solubilidad es el siguiente:



Aplicando la constante K_{ps} :

$$1,6 \cdot 10^{-14} = 4s^3 \quad s = 1,59 \cdot 10^{-5}$$

La concentración de $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 1,59 \cdot 10^{-5} = 3,18 \cdot 10^{-5}$. Teniendo en cuenta que:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \log 3,18 \cdot 10^{-5} = \mathbf{9,50}$$

La curva de valoración es la que puede verse en el ejercicio 7 de la sección **Ácidos y bases**. La reacción de valoración es la siguiente:



Al formarse una sal de ácido fuerte y base fuerte, la base y el ácido conjugado serán débiles, por lo que no se producirá hidrólisis. El pH en el punto de equivalencia será **neutro**.

26. a) Uno de los pasos en la síntesis industrial del ácido sulfúrico es la oxidación de dióxido de azufre a trióxido de azufre catalizada por pentaóxido de vanadio, que tiene lugar a unos 400°C , según la reacción: $2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3 (\text{g}) \Delta H < 0$. Indique en qué sentido se desplazará este equilibrio si, una vez alcanzado, se producen los siguientes cambios: i) se extrae parte del dióxígeno gaseoso. ii) se añade algo más de óxido de azufre (IV) gaseoso. iii) se extrae parte del óxido de azufre (VI) gaseoso. iv) se comprime la mezcla de gases. v) se extrae el pentaóxido de vanadio. vi) se aumenta la temperatura. b) Indique cómo afectarán a la velocidad de esta reacción los cambios introducidos en los dos últimos apartados.

Respuesta:

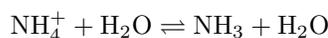
a) i) La disminución de la concentración de uno de los reactivos desplaza el equilibrio **hacia la izquierda**. ii) Por el contrario, el aumento de la concentración de alguno de los reactivos hace que el equilibrio se desplace **hacia la derecha**. iii) Si disminuimos la concentración de alguno de los productos, el equilibrio se desplazará **hacia la derecha**. iv) Un aumento en la presión desplaza el equilibrio hacia donde el número de moles gaseosos sea menor, es decir, hacia la **derecha**. v) **No hay desplazamiento del equilibrio**, sino que variará la velocidad de la reacción. vi) Al ser exotérmica la reacción, un aumento en la temperatura producirá un desplazamiento del equilibrio **hacia la izquierda**.

6. ÁCIDOS Y BASES.

1. a) Se dispone en el laboratorio de disoluciones acuosas de concentración 0,1 M de las siguientes sustancias: nitrato de sodio, amoníaco, ácido nítrico, hidróxido de potasio y cloruro de amonio. Ordene razonadamente dichas disoluciones por orden creciente de pH. b) Se mezclan 50 mL de la disolución 0,1 M de ácido acético con 50 mL de disolución 0,1 M de hidróxido de potasio. Indique, razonando su respuesta y sin necesidad de calcular el valor del pH, si la disolución resultante será ácida, básica o neutra.

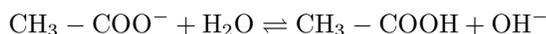
Respuesta:

a) El nitrato de sodio es una sal de ácido fuerte y base fuerte, por lo que en disolución, su pH es neutro. El amoníaco es una base relativamente débil; el ácido nítrico es un ácido fuerte; el hidróxido de potasio es una base fuerte y el cloruro de amonio es una sal de ácido fuerte y base débil, donde el catión NH_4^+ experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



Por lo que el pH de esta última disolución es ligeramente ácido. Así pues, el orden creciente de pH será: **$\text{HNO}_3 < \text{NH}_4\text{Cl} < \text{NaNO}_3 < \text{NH}_3 < \text{KOH}$**

b) La sal formada (acetato de potasio) es una sal de ácido débil y base fuerte, por lo que el anión acetato experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



Por lo que el pH será **alcalino**.

2. Se valoran 20 ml de una disolución de ácido nítrico 0,15 M con una disolución de hidróxido de potasio 0,1 M. a) Calcule el pH de la disolución inicial de ácido nítrico.) b) Calcule el el pH de la disolución tras la adición de 10 ml de hidróxido de potasio. c) ¿Cuál será el pH de la disolución en el punto de equivalencia? ¿Cuál de los siguientes sería el indicador más adecuado para esta valoración: azul de timol (viraje: 1-3), rojo de fenol (viraje: 6-8) o amarillo de alizarina-R (viraje: 10-12)? d) ¿Qué volumen de base será necesario añadir para llegar al punto de equivalencia?

Respuesta:

a) El pH de la disolución de ácido nítrico será:

$$\text{pH} = -\log c = -\log 0,15 = \mathbf{0,82}$$

b) En número inicial de moles de ácido será:

$$n_0 = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15 = 3 \cdot 10^{-3}$$

El número de moles de base añadido es:

$$n_b = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 10^{-3}$$

El número de moles de ácido sin neutralizar será: $n = n_0 - n_b = 2 \cdot 10^{-3}$. la concentración será:

$$c = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{(20 + 10) \cdot 10^{-3}} = \mathbf{2,18}$$

c) Al formarse una sal de ácido fuerte y base fuerte, el pH será **7**.

d) Dado el pH 7 en el punto de equivalencia, el indicador más adecuado es el **rojo de fenol**.

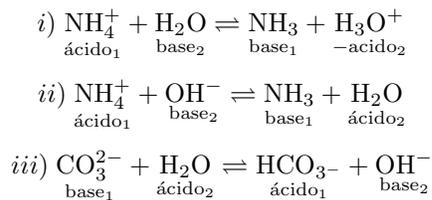
d) para hallar el volumen de base, tendremos:

$$20 \cdot 0,15 = V \cdot 0,1 \quad V = 30 \text{ mL}$$

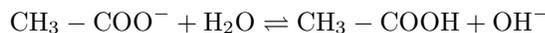
3. a) Complete las siguientes reacciones e indique las sustancias que actúan como ácido y como base y sus pares conjugados según la teoría de Brønsted-Lowry: i) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ ii) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ iii) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 b) Ordene razonadamente las siguientes sales en orden creciente del pH que tendrá una disolución de cada una de ellas en agua: cloruro de calcio, acetato de potasio y nitrato de amonio.

Respuesta:

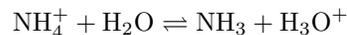
a)



b) El cloruro de calcio es una sal de ácido fuerte y base fuerte. Su pH será **neutro**. El acetato de potasio es una sal de ácido débil y base fuerte. El anión acetato experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



Con lo que el pH de la disolución es **básico**. El nitrato de amonio es una sal de ácido fuerte y base débil. El catión amonio experimenta la siguiente hidrólisis:



Siendo **ácido** el pH de esta disolución

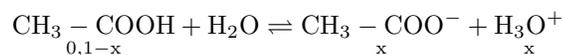
4. Se preparan 250 ml de una disolución disolviendo 1,5 g de ácido acético (CH_3COOH) en agua. Si esta disolución tiene un pH = 2,9: a) Determine el valor de la constante de acidez K_a para el ácido acético. b) Determine el grado de disociación del ácido acético en la anterior disolución. Datos: Masas atómicas: C = 12, H = 1; O = 16

Respuesta:

a) La concentración inicial de ácido acético será:

$$c = \frac{1,5/60}{0,25} = 0,1 \text{ M}$$

El equilibrio de disociación para el ácido acético es el siguiente:



Puesto que el pH es 2,9; podremos escribir: $x = 10^{-2,9} = 1,26 \cdot 10^{-3}$. Con estos datos, la constante K_a tendrá el valor:

$$K_a = \frac{x^2}{c - x} = \frac{(1,26 \cdot 10^{-3})^2}{0,1 - 1,26 \cdot 10^{-3}} = 1,61 \cdot 10^{-5}$$

b) El grado de disociación será:

$$\alpha = \frac{x}{c} = \frac{1,26 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,0126$$

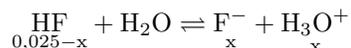
5. El ácido fluorhídrico es un ácido débil cuya constante de disociación K_a es $3,5 \cdot 10^{-4}$. Si 0,125 gramos de ácido fluorhídrico se disuelven en 250 ml de agua, calcule: a) El pH de la disolución resultante. b) El grado de disociación del ácido en estas condiciones. c) El volumen de una disolución 0,25 M de hidróxido de sodio que debe añadirse a 100 ml de la disolución anterior para neutralizarla. Datos. Masas atómicas: F = 19; H = 1.

Respuesta:

- a) La concentración inicial de ácido fluorhídrico es:

$$c_0 = \frac{0,125/20}{0,25} = 0,025 \text{ M}$$

En el equilibrio tendremos:



Aplicando la constante K_a :

$$3,5 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,025 - x} \quad x = 2,79 \cdot 10^{-3} \quad \text{y} \quad \text{pH} = 2,55$$

- b) El grado de disociación se calcula así:

$$x = c_0 \alpha \rightarrow \alpha = \frac{2,79 \cdot 10^{-3}}{0,025} = 0,112$$

- c) Cuando se produzca la neutralización, dado que la reacción se produce mol a mol, tendremos:

$$V_A M_A = V_B M_B \quad 100 \cdot 0,025 = V_B \cdot 0,25 \quad V_B = 10 \text{ mL}$$

6. a) Indique de manera razonada si las siguientes afirmaciones sobre una disolución acuosa de un ácido son verdaderas o falsas. i) El producto $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ para la disolución acuosa del ácido. ii) La concentración de H_3O^+ en disolución es mayor que 10^{-7} M. b) Se prepara una disolución añadiendo 4,88 g de ácido benzoico, $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, a la cantidad de agua necesaria para obtener 500 ml de disolución. En dicha disolución el ácido está disociado en un 2,8%. Calcule la constante de acidez K_a del ácido benzoico y el pH de la disolución. Datos. Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16.

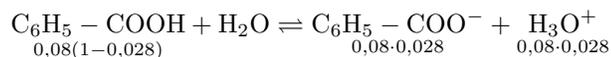
Respuesta:

a) i) La afirmación es **correcta**. El producto iónico del agua tiene este valor a 25°C. ii) La afirmación es **falsa**. Cuanto mayor sea la concentración del ácido, menor será el pH (siempre menor que 7) y, por tanto, la concentración de iones $[\text{H}_3\text{O}^+]$

- b) La concentración inicial de ácido benzoico es:

$$c_0 = \frac{4,88/122}{0,5} = 0,08 \text{ M}$$

sabiendo que $\alpha = 0,028$, podremos escribir, en el equilibrio:



La constante K_a tendrá el valor:

$$K_a = \frac{(0,08 \cdot 0,028)^2}{0,08(1 - 0,028)} = 6,45 \cdot 10^{-5}$$

El pH es:

$$\text{pH} = -\log [0,08 \cdot 0,028] = 2,65$$

7. a) Describa cómo realizaría experimentalmente una valoración de ácido clorhídrico de concentración aproximada 0,25 M con una disolución de hidróxido de sodio 0,2 M. b) Si dispone de los indicadores de la tabla, ¿cuál de ellos emplearía para realizar dicha valoración? ¿Qué cambio de color esperaría apreciar

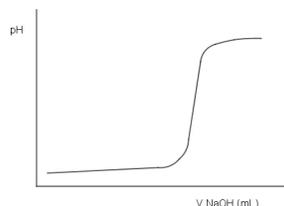
Indicador	pH viraje	color
Azul de timol	1,2-2,8	rojo-amarillo
Azul de bromotimol	6,0-7,6	amarillo-azul
Amarillo de alizarina-R	10,2-12,0	amarillo-violeta

al alcanzar el punto de equivalencia? c) Represente, de forma aproximada, la curva de valoración ácido-base correspondiente (pH vs V_{NaOH}) y comente la variación de pH que se iría produciendo a lo largo de la misma.

Respuesta:

a) y b) En un vaso de precipitados se dispone un volumen conocido de disolución del ácido. 0,25 M. Se carga una bureta con disolución de NaOH 0,2 M y se añaden al vaso de precipitados unas gotas de indicador, concretamente, **azul de bromotimol**, pues la disolución resultante es neutra, y el intervalo de viraje de este indicador se encuentra entre un pH ligeramente ácido y otro ligeramente básico. Se vierte disolución de NaOH sobre el vaso de precipitados, agitando hasta que el color **amarillo** del indicador vire a **azul** de forma permanente. En el punto de equivalencia (pH = 7) cabría esperar un color verdoso, resultante de la mezcla de azul y amarillo.

c) La curva de valoración puede tener una forma semejante a ésta:



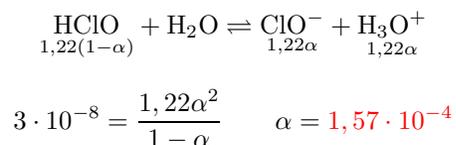
8. a) La constante de disociación ácida del ácido hipocloroso, K_a , tiene un valor de $3 \cdot 10^{-8}$. Si se añaden 32 g de ácido hipocloroso en la cantidad de agua necesaria para obtener 500 mL de disolución, calcule: i) El grado de disociación . ii) El pH de la disolución resultante. b) Las disoluciones acuosas de cloruro de potasio, bromuro de amonio y acetato de litio presentan en un diferente comportamiento ácido-base . Ordénelas según su valor creciente de pH y justifíquelo de manera razonada. Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; Cl = 35,5.

Respuesta:

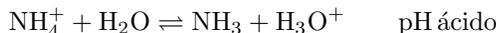
a) La concentración inicial del ácido hipocloroso será:

$$c = \frac{32}{\frac{52,5}{0,5}} = 1,22 \text{ M}$$

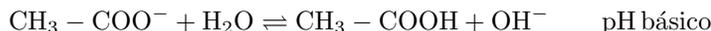
A partir del equilibrio de disociación:



b) El cloruro de potasio es una sal de ácido fuerte y base fuerte, por lo que su disolución tiene un pH neutro. El bromuro de amonio es una sal de ácido fuerte y base débil, produciéndose el siguiente proceso de hidrólisis:



El acetato de litio es una sal de ácido débil y base fuerte. Se producirá el siguiente proceso de hidrólisis:

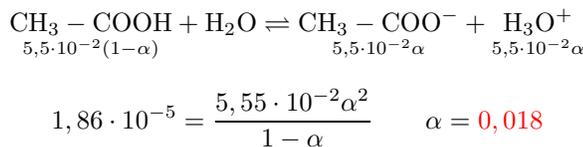


Por tanto, la ordenación según el valor creciente de pH será: $\text{NH}_4\text{Br} < \text{KCl} < \text{CH}_3 - \text{COOLi}$

9. Se prepara en el laboratorio una disolución de ácido acético de concentración $5,5 \cdot 10^{-2}$ M. a) Calcule el grado de disociación del ácido en esta disolución. b) Calcule el pH de la disolución. c) Calcule el volumen de una disolución de hidróxido de sodio 0,1 M necesario para neutralizar 20 ml de la disolución de ácido acético. d) Justifique de manera razonada si el pH resultante tras la neutralización del apartado anterior será ácido, básico o neutro. Dato. K_a (ácido acético) = $1,86 \cdot 10^{-5}$

Respuesta:

a) El equilibrio de disociación será:



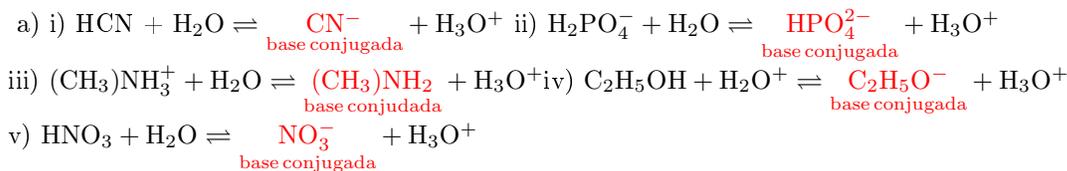
b) El pH es: $\text{pH} = -\log(5,55 \cdot 10^{-2} \cdot 0,018) = 3$.

c) Al reaccionar un mol de ácido con un mol de base, podemos establecer la igualdad:

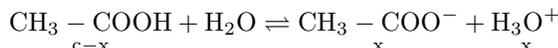
$$V \cdot 0,1 = 20 \cdot 5,55 \cdot 10^{-2} \quad V = 11,1 \text{ mL}$$

10. a) Escriba las fórmulas de las bases conjugadas de los siguientes ácidos y escriba la expresión correspondiente a cada equilibrio ácido/base: i) HCN ii); H_2PO_4^- iii) $(\text{CH}_3)\text{NH}_3^+$; iv) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; v) HNO_3 b) Determine la concentración que debe de tener una disolución acuosa de ácido acético para que el pH de la misma sea 3,46. Dato. K_a (ácido acético) = $1,75 \times 10^{-5}$

Respuesta:



b) A partir del equilibrio de disociación:



Sabiendo que el $\text{pH} = 3,46 = -\log x$, tendremos: $x = 10^{-3,46} = 3,47 \cdot 10^{-4}$. Tomando la constante de ionización:

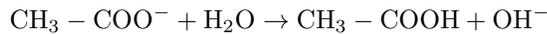
$$1,75 \cdot 10^{-5} = \frac{(3,74 \cdot 10^{-4})^2}{c - 3,74 \cdot 10^{-4}} \quad c = 8,37 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

11. Razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: a) En la valoración de ácido acético con hidróxido de sodio, en el punto de equivalencia el pH es básico. b) El pH de una disolución de bromuro de amonio es mayor que 7. c) Si el pH de una disolución de un ácido monoprótico fuerte es 2,

17, la concentración del ácido está comprendida entre 0,001 y 0,0001 M. d) La constante de hidrólisis de una sal formada en la reacción de un ácido débil con una base fuerte es K_w/K_a . e) Una disolución 0,5 M de nitrato de potasio tiene un pH más bajo que una de acetato de sodio de la misma concentración .

Respuesta:

a) La afirmación es **correcta**: El ion acetato que se produce experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



con lo que el pH será básico. b) El bromuro de amonio es una disolución de ácido fuerte y base débil. El ion NH_4^+ experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



Siendo, por tanto, el pH ácido (<7). La afirmación es **incorrecta**. c) La afirmación es incorrecta: El pH 2,17 es inferior al menor de los pH de las disoluciones de concentraciones respectivas 0,001 (pH = 3) y 0,0001 (pH = 4). d) La afirmación es **correcta**, pues:

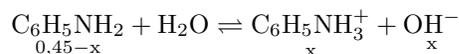
$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}]} = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{AH}][\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{K_b} \quad K_b = \frac{K_w}{K_a}$$

e) La [es **correcta**: la disolución de nitrato de potasio es neutra (sal de ácido fuerte y base fuerte), mientras que la de acetato de sodio es básica (ver apartado a).

12. Al disolver 1,05 g de anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) en agua hasta un volumen de 25 mL se obtiene una disolución básica, al establecerse el equilibrio ácido-base correspondiente. a) Escriba la ecuación correspondiente a dicho equilibrio y la expresión de la constante de equilibrio. b) Si la disolución resultante tiene un pH = 9,14, ¿Cuál será el valor de K_b de la anilina? Datos. Masas atómicas: C = 12; H = 1; N = 14.

Respuesta:

a) La ecuación es la siguiente:



La expresión de la constante de equilibrio es la siguiente:

$$K_b = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]}$$

b) La concentración inicial de la anilina es:

$$c = \frac{1,05 \text{ g C}_6\text{H}_5\text{NH}_2}{93 \text{ g C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0114 \text{ M}$$

Al ser pH = 9,14; $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9,14} = 7,24 \cdot 10^{-10}$, y $[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{7,24 \cdot 10^{-10}} = 1,38 \cdot 10^{-5}$

$$K_b = \frac{(1,38 \cdot 10^{-5})^2}{0,0114 - 1,38 \cdot 10^{-5}} = 1,65 \cdot 10^{-10}$$

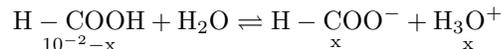
13. a) Se prepara una disolución disolviendo 46 mg de ácido fórmico (ácido metanoico) en 100 mL de agua. Calcule el valor de su constante de acidez sabiendo que el pH de la disolución preparada es 2,92 . b) Se hacen reaccionar 10 mL de la disolución de ácido fórmico anterior con una disolución que contiene 4 mg de hidróxido de sodio en 10 mL de agua. Indique razonadamente cómo será el pH (ácido, básico o neutro) de la disolución resultante. Datos: Masas atómicas: C = 12, H = 1, Na = 23, O = 16.

Respuesta:

a) La concentración inicial de ácido fórmico es:

$$c = \frac{46 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0,1 \text{ L}} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

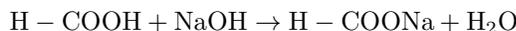
El equilibrio de disociación es el siguiente:



Puesto que el $\text{pH} = 2,92$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-2,92} = 1,20 \cdot 10^{-3}$. Así pues, la constante de acidez será:

$$K_a = \frac{(1,20 \cdot 10^{-3})^2}{10^{-2} - 1,20 \cdot 10^{-3}} = 1,64 \cdot 10^{-4}$$

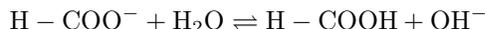
b) La reacción que se produce es:



La reacción se produce, pues, mol a mol. El número de moles de ácido será de $10^{-2} \cdot 10^{-2} = 10^{-4}$ mol, mientras que el número de moles de NaOH será:

$$n_{\text{NaOH}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 10^{-4} \text{ mol NaOH}$$

Puesto que el número de moles de NaOH es igual al de moles de HCOOH, se produce una neutralización completa. No obstante, al proceder la sal obtenida de un ácido débil y de una base fuerte, el anión formiato experimenta un proceso de hidrólisis:



Por lo que la disolución obtenida será **básica**.

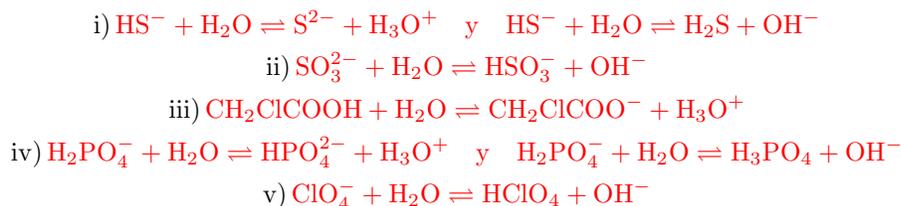
14. a) Clasifique en ácidos y bases, según la teoría de Brønsted-Lowry, las siguientes especies químicas: PO_4^{3-} , NH_4^+ y F^- , escribiendo la reacción que tiene lugar al disolverlas en agua. Indique el par conjugado en cada caso. b) Razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) Un ácido débil es aquél ácido cuyas disoluciones son diluidas. ii) La disociación de una base fuerte en una disolución diluida es prácticamente total.

Respuesta:

a) $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$: **base**. $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$: **ácido**. $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$: **base**. En color rojo se señala el par conjugado y en azul, el carácter ácido o básico.

b) i) La afirmación es **incorrecta**, pues para ser un ácido débil debe tener una pequeña constante de acidez. ii) La afirmación es **correcta**.

15. a) Escriba el/los equilibrio/s ácido-base que se podría/n establecer entre cada una de las siguientes especies y agua. i) HS^- ii) SO_3^{2-} iii) CH_2ClCOOH iv) H_2PO_4^- v) ClO_4^- b) Los valores de pK_a de dos ácidos monopróticos HA y HB son 5,9 y 8,1, respectivamente. ¿Cuál de los dos ácidos es el más fuerte?

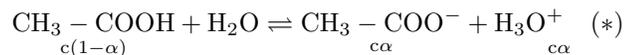
Respuesta:

b) Teniendo en cuenta que $\text{pK}_a = -\log K_a$, será más fuerte aquél de los dos cuya constante de acidez (y, por tanto, su pK_a) sea menor), es decir, el ácido más fuerte será **HA**.

16. a) Calcule el pH de una disolución acuosa de ácido acético 0,1 M sabiendo que está ionizado en un 1,34%. b) Calcule el valor de K_a para el ácido acético. c) Calcule el pH y el grado de ionización de una disolución de ácido acético 1,5 M.

Respuesta:

a) El equilibrio se puede representar de la siguiente forma:



Sabiendo que $c\alpha = 0,1 \cdot 0,0134 = 1,34 \cdot 10^{-3}$, tendremos:

$$\text{pH} = -\log 1,34 \cdot 10^{-3} = 2,87$$

La constante K_a para el ácido acético es:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{0,1(1,34 \cdot 10^{-3})^2}{1 - 0,0134} = 1,82 \cdot 10^{-5}$$

c) Teniendo en cuenta el equilibrio (*):

$$1,82 \cdot 10^{-5} = \frac{1,5\alpha^2}{1 - \alpha} \quad \alpha = 3,48 \cdot 10^{-3}$$

El pH será:

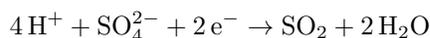
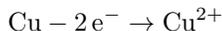
$$\text{pH} = -\log c\alpha = -\log 1,5 \cdot 3,48 \cdot 10^{-3} = 2,28$$

7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

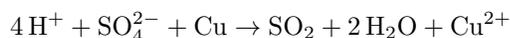
1. Se hace reaccionar una muestra de 15 g de cobre impuro con una disolución acuosa de ácido sulfúrico, obteniéndose 32,64 g de sulfato de cobre (II), además de dióxido de azufre y agua. a) Escriba y ajuste la reacción por el método del ion-electrón. b) Calcule la riqueza de la muestra inicial de cobre. Datos. Masas atómicas: Cu = 63,5; O = 16; S = 32

Respuesta:

- a) Las semirreacciones de oxidación y reducción son, respectivamente:



Sumando ambas semirreacciones:



En forma molecular:



- b) Para calcular la riqueza de la muestra, podemos plantear la siguiente igualdad:

$$\frac{63,5 \text{ g Cu}}{x \text{ g Cu}} = \frac{159,5 \text{ g CuSO}_4}{32,64 \text{ g CuSO}_4} \quad x = 13 \text{ g Cu}$$

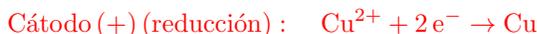
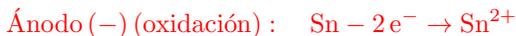
La riqueza de la muestra será, pues:

$$r = \frac{13}{15} 100 = 86,67\%$$

2. Se construye una pila con electrodos Cu^{2+}/Cu y Sn^{2+}/Sn , unidos a través de un puente salino que contiene una disolución de cloruro de amonio. a) Escriba las semirreacciones que tienen lugar en los electrodos, así como la reacción global, y calcule el valor de la f.e.m. estándar de dicha pila. b) Indique cuál será el ánodo y cuál será el cátodo, así como la polaridad de cada electrodo. c) Haga una representación gráfica de dicha pila y represente la notación de la misma. d) Indique razonadamente en qué sentido se desplazarán los iones amonio y los iones cloruro. Datos. $\varepsilon^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $\varepsilon^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ V}$.

Respuesta:

- a) y b) Las semirreacciones son las siguientes:



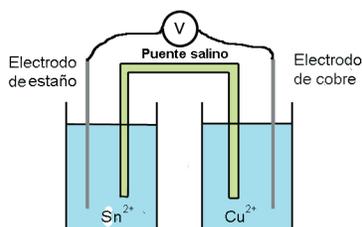
La reacción global es:



- c) Una representación gráfica de la pila podría ser:

La notación de la pila es: $\text{Sn}|\text{Sn}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$.

- d) Los iones amonio, al tener carga +, se desplazarán hacia el ánodo, mientras que los iones cloruro (carga -) lo harán hacia el cátodo.



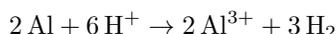
3. Se introducen en un matraz 30 gramos de aluminio del 95 % en masa de pureza y se añaden 100 ml de ácido clorhídrico comercial de densidad 1,17 g/mL y del 35 % de riqueza en masa. El aluminio reacciona con el ácido clorhídrico para formar tricloruro de aluminio y dihidrógeno gaseoso. a) Ajuste la reacción por el método del ion-electrón. b) Calcule cual es el reactivo limitante. c) Calcule la masa de aluminio que reacciona y de tricloruro de aluminio que se forma. d) Calcule el volumen de dihidrógeno gaseoso que se forma a 25^o C y 740 mm de Hg. Datos. Masas atómicas: Al = 27; H = 1; Cl = 35,5.

Respuesta:

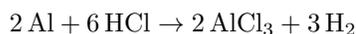
- a) Las semirreacciones son las siguientes:



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



En forma molecular, tendremos:



- b) La masa de aluminio puro será: $m = 30 \cdot 0,95 = 28,5$ g, mientras que la masa de HCl será: $m_{\text{HCl}} = 100 \cdot 1,17 \cdot 0,35 = 40,95$ g. para calcular el reactivo limitante, planteamos la siguiente relación:

$$\frac{2 \cdot 27 \text{ g Al}}{6 \cdot 36,5 \text{ g HCl}} = \frac{28,5 \text{ g Al}}{x \text{ g HCl}} \quad x = 115,58 \text{ g HCl}$$

Al disponer únicamente de 40,95 g de HCl, éste será el reactivo limitante.

- c) La masa de aluminio que reacciona se puede calcular de esta forma:

$$\frac{2 \cdot 27 \text{ g Al}}{6 \cdot 36,5 \text{ g HCl}} = \frac{x \text{ g Al}}{40,95 \text{ g HCl}} \quad x = 10,1 \text{ g Al}$$

La cantidad de tricloruro de aluminio obtenida será:

$$\frac{2 \cdot 27 \text{ g Al}}{2 \cdot 133,5 \text{ g AlCl}_3} = \frac{10,1 \text{ g Al}}{x \text{ g AlCl}_3} \quad x = 49,94 \text{ g AlCl}_3$$

- d) Por último, para hallar el volumen de H₂, podemos utilizar la siguiente relación:

$$\frac{2 \cdot 27 \text{ g Al}}{3 \text{ mol H}_2} = \frac{10,1 \text{ g Al}}{x \text{ mol H}_2} \quad x = 0,56 \text{ mol H}_2$$

Aplicando la ecuación de los gases:

$$\frac{740}{760} V = 0,56 \cdot 0,082 \cdot 298 \quad V = 14,06 \text{ L}$$

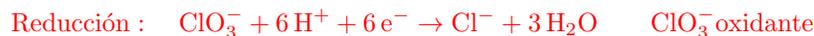
4. Teniendo en cuenta los datos de potencial estándar de reducción proporcionados, razone si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa: a) Al fabricar una pila con los sistemas Ag^+/Ag y Zn^{2+}/Zn , el electrodo de plata actúa como ánodo. b) Al añadir una disolución de Cu^{2+} sobre un recipiente de plomo, se produce reacción. c) Los iones Pb^{2+} se reducen espontáneamente a Pb en presencia de iones Zn^{2+} . d) Al introducir una barra de cobre en una disolución de nitrato de plata, la barra se recubre de plata. Datos. $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$; $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$; $E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,14 \text{ V}$; $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$.

Respuesta:

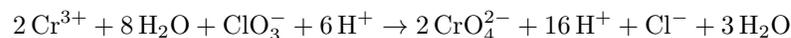
- a) Para actuar el electrodo de plata como ánodo, el potencial de la pila sería: $\varepsilon_0 = -0,76 - 0,80 > 0$. La afirmación es **falsa**.
- b) El potencial de la reacción debería ser: $\varepsilon_0 = 0,34 - (-0,14) > 0$. La afirmación es **correcta**.
- c) La afirmación es **falsa**, pues no se pueden reducir simultáneamente ambos iones.
- d) El potencial de esta reacción sería: $\varepsilon_0 = 0,80 - 0,34 > 0$. La afirmación es **correcta**.
5. Se hacen reaccionar KClO_3 , CrCl_3 y KOH , produciéndose K_2CrO_4 , KCl y H_2O . a) Formule e identifique las semirreacciones de oxidación y de reducción, especificando cuál es el agente oxidante y cuál el reductor. b) Mediante el método del ion-electrón ajuste las dos semirreacciones, la reacción iónica y la reacción molecular en medio básico. c) Ajuste la semirreacción $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ en medio ácido y justifique si una disolución 1 M de dicromato de potasio en medio ácido es capaz de oxidar un anillo de oro. Datos. $E^0(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = 1,50 \text{ V}$; $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = 1,33 \text{ V}$.

Respuesta:

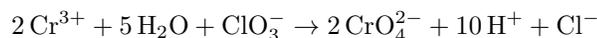
- a) Las semirreacciones de oxidación y de reducción son las siguientes.



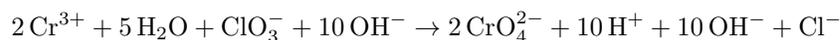
- b) Multiplicando por dos la semirreacción de oxidación y sumándola a la de reducción, tendremos:



Agrupando términos:



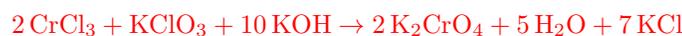
Sumando a cada miembro 10OH^- :



Nos queda, finalmente:



En forma molecular:



- c) La semirreacción es :

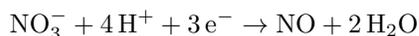
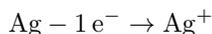


El potencial de la pila, en la cual el Au debería actuar como ánodo, sería: $\varepsilon_{\text{pila}} = \varepsilon_{\text{cátodo}} - \varepsilon_{\text{ánodo}} = 1,33 - 1,50 < 0$, por lo que el oro **no puede ser oxidado** por la disolución de dicromato.

6. Cuando se introduce un fragmento de plata metálica en un recipiente con ácido nítrico se produce una reacción en la que se forman nitrato de plata, monóxido de nitrógeno y agua. a) Ajuste las ecuaciones iónica y molecular por el método del ion-electrón. b) ¿Qué volumen de monóxido de nitrógeno gas, medido a 20°C y 750 mm Hg, se formará por reacción de 26,95 g de plata con ácido nítrico? c) ¿Qué volumen de disolución de ácido nítrico 0,1 M se necesitaría para que se produzca la reacción del anterior apartado? Datos. Masa atómica : Ag = 107,8; R = 0,082 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹.

Respuesta:

- a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por tres y sumando la segunda, tendremos:



Que, en forma molecular, queda así:



- b) A partir de la ecuación ajustada, se puede establecer la siguiente relación:

$$\frac{3 \cdot 107,8 \text{ g Ag}}{26,95 \text{ g Ag}} = \frac{1 \text{ mol NO}}{x \text{ mol NO}} \quad x = 0,083 \text{ mol NO}$$

Aplicando la ecuación de los gases:

$$\frac{750}{760} V = 0,083 \cdot 0,082 \cdot 293 \quad V = 2,02 \text{ L NO}$$

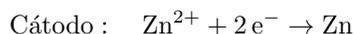
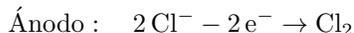
- c) Aplicando una relación semejante a la del apartado anterior:

$$\frac{3 \cdot 107,8 \text{ g Ag}}{26,95 \text{ g Ag}} = \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{V \cdot 0,1 \text{ mol HNO}_3} \quad V = 3,33 \text{ L disolución}$$

7. Se somete a electrolisis cloruro de zinc fundido haciendo pasar una corriente de 3,00 A durante cierto tiempo hasta que se depositan 24,5 g de zinc metálico. a) Escriba y ajuste las reacciones que tienen lugar en el cátodo y en el ánodo. b) Calcule el tiempo necesario para realizar el proceso. c) Determine el volumen de gas liberado durante la electrolisis, medido a una de temperatura 75°C y a una presión 650 de mm Hg. Datos. Masa atómica: Zn = 65,39; F = 96485 C/mol electrones; R = 0,082 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹.

Respuesta:

- a) Las reacciones en el ánodo y en el cátodo son, respectivamente:



- b) Un equivalente electroquímico de Zn (65,39/2 g) precisa de 96485 C para depositarse, por lo que podemos escribir la siguiente igualdad:

$$\frac{96485 \text{ C}}{32,70 \text{ g Zn}} = \frac{3,00 \cdot t \text{ C}}{24,5 \text{ g Zn}} \quad t = 24097 \text{ s}$$

- c) Por cada mol de Zn depositado se desprende 1 mol de Cl₂, por lo que el número de moles de cloro será

$$n_{\text{Cl}_2} = n_{\text{Zn}} = \frac{24,5}{63,59} = 0,385 \text{ mol Cl}_2$$

Aplicando la ecuación de los gases:

$$\frac{650}{760} V = 0,385 \cdot 0,082 \cdot 348 \quad V = 12,85 \text{ L Cl}_2$$

8. Para estudiar la capacidad oxidante del ion paladio(II) se trata una disolución 0,1 M de dicho ion con una pequeña cantidad de cada uno de los siguientes metales: i) oro ii) sodio iii) cobre iv) platino
 a) Escriba ajustadas las semirreacciones de oxidación y reducción, así como la reacción global que se produciría entre paladio (II) y cada uno de estos metales. b) Indique razonadamente si en condiciones estándar el ion paladio (II) oxidará espontáneamente a alguno de estos metales. Datos. $E^0(\text{Na}^+/\text{Na}) = -2,71 \text{ v}$; $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ v}$; $E^0(\text{Pd}^{2+}/\text{Pd}) = +0,95 \text{ v}$; $E^0(\text{Pt}^{2+}/\text{Pt}) = +1,18 \text{ v}$; $E^0(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = +1,50 \text{ V}$.

Respuesta:

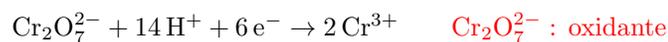
a) El potencial de reducción del paladio es superior al de sodio y cobre, **por lo que sólo reaccionará de forma espontánea con estos elementos**, según las reacciones respectivas:



9. En disolución acuosa, el dicromato de potasio oxida el ion hierro (II) a hierro (III) en presencia de ácido clorhídrico, reduciéndose a ion cromo (III). a) Ajuste, mediante el método del ion-electrón, la ecuación iónica que corresponde a este proceso e indique cuál es la especie oxidante y cuál la especie reductora. b) Al disolver una muestra de 2,5 g de un mineral de hierro en ácido clorhídrico, se obtienen 50 ml de una disolución acuosa en la que todo el hierro presente en la muestra se encuentra en forma de hierro (II). En la valoración de 20 ml de esta disolución se consumen 15 ml de disolución de dicromato de potasio 0,1 M. ¿Cuál será la riqueza en hierro del mineral de partida? Dato. Masa atómica: Fe = 55,85.

Respuesta:

a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicamos la segunda semirreacción por 6, y la sumamos miembro a miembro a la primera:



b) A partir de la ecuación ajustada, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{6 \text{ mol Fe}^{2+}} = \frac{0,015 \cdot 0,1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{x \text{ mol Fe}^{2+}} \quad x = 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol Fe}^{2+}$$

Este número de moles corresponde a una masa $m = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 55,85 = 0,50 \text{ g}$ de Fe en un volumen de 20 mL de disolución acuosa. En 50 mL, la masa de hierro será:

$$m = \frac{0,50 \cdot 50}{20} = 1,25 \text{ g Fe}$$

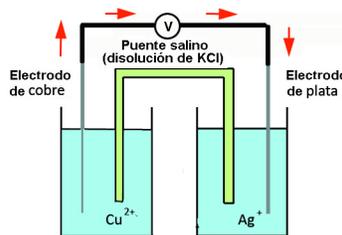
Por tanto, la riqueza en hierro del mineral de partida será:

$$\% = \frac{1,25}{2,5} 100 = 50,0$$

10. a) Represente gráficamente cómo construiría una pila cobre - plata dispone para ello de: hilo de plata, hilo de cobre, disolución 1M de nitrato de cobre(II) y disolución 1M de nitrato de plata. Indique en el dibujo el sentido en que circulan los electrones . ¿Qué emplearía como puente salino? b) Escriba ajustada la reacción que se produce, determine la fuerza electromotriz o potencial de la pila e indique cuál de los electrodos es el ánodo y cuál el cátodo. c) De las cuatro especies siguientes: Cu^{2+} , Cu , Ag^+ y Ag , indique cuál es el reductor más fuerte y cuál el oxidante más fuerte. Datos: $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$, $E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

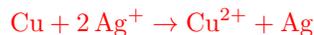
Respuesta:

- a) La representación sería la siguiente:



En el dibujo se representa el rojo el sentido de movimiento de los electrones.

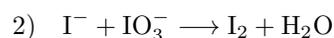
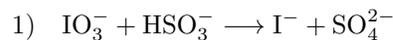
- b) La reacción ajustada es la siguiente:



La fuerza electromotriz es: $\varepsilon = \varepsilon_{\text{cátodo}} - \varepsilon_{\text{ánodo}} = 0,80 - 0,34 = 0,46 \text{ V}$. El cátodo es el electrodo donde tiene lugar la reducción, en este caso, el de plata, mientras que en el ánodo (electrodo de cobre) se produce la oxidación.

c) El reductor más fuerte es la especie que tenga mayor tendencia a oxidarse, mientras que el oxidante más fuerte es el que posea mayor tendencia a reducirse. Si nos fijamos en los potenciales de reducción, el ion Ag^+ sería el oxidante más fuerte, mientras que el Cu sería el reductor más fuerte.

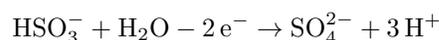
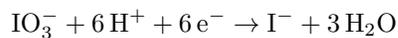
11. El yodato de sodio puede utilizarse para obtener yodo en un proceso en dos etapas en medio ácido:



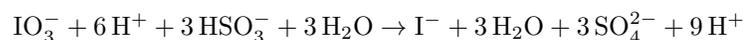
- a) Ajuste ambas reacciones mediante el método del ion-electrón. b) Indique en la reacción 2) cuál es el agente oxidante, el reductor, la especie oxidada y la reducida.

Respuesta:

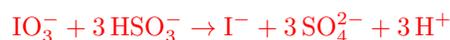
- a) Las semirreacciones en la etapa 1 son las siguientes:



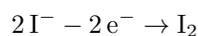
Multiplicando por 3 la segunda semirreacción y sumando algebraicamente:

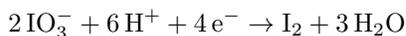


Agrupando, nos queda:



Para la etapa 2:



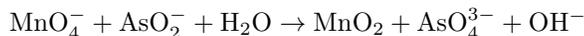


Multiplicando por 2 la primera semirreacción, y sumando algebraicamente:



b) En la reacción 2, el agente oxidante es el IO_3^- , que se reduce a I_2 , mientras que el reductor es I^- , que se oxida también a I_2 .

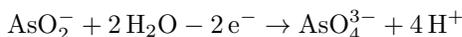
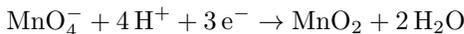
12. a) Ajuste mediante el método del ion-electrón la siguiente reacción:



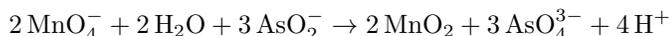
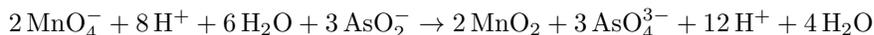
b) Indique razonadamente si, en condiciones estándar, dicha reacción será o no espontánea. c) De las cuatro especies: MnO_4^- , AsO_2^- , MnO_2 , AsO_4^{3-} , indique cuál de ellas será la más oxidante y cuál la más reductora. Datos: $E^\circ (\text{MnO}_4^- / \text{MnO}_2) = 0,60 \text{ V}$, $E^\circ (\text{AsO}_4^{3-} / \text{AsO}_2^-) = -0,67 \text{ V}$.

Respuesta:

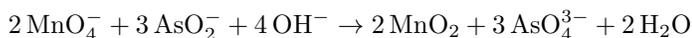
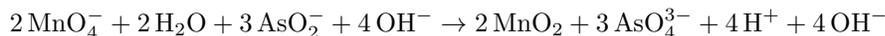
a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando por 2 la primera semirreacción, por 3 la segunda, y sumando algebraicamente:



Sumando 4OH^- a cada miembro:



La reacción es **espontánea**, pues su potencial es:

$$\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{red}}^0 - \varepsilon_{\text{ox}}^0 = 0,60 - (-0,67) = +1,27 \text{ V}$$

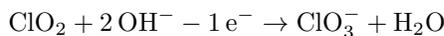
La especie más oxidante es MnO_4^- pues es la sustancia con mayor capacidad de reducirse, mientras que **la más reductora es el AsO_4^{3-}** que posee la menor capacidad de reducirse.

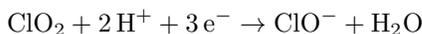
13. En medio básico, el dióxido de cloro se transforma en iones clorato y clorito. a) Escriba la reacción que tiene lugar y ajústela mediante el método del ion-electrón. Identifique el agente oxidante y el agente reductor. b) A la vista de los datos de la tabla, referidos a la reacción anterior, determine la ecuación de velocidad para la misma, así como el valor de la constante cinética.

Experimento	$[\text{ClO}_2] \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$[\text{OH}^-] \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$v \text{ (mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1})$
1	0,010	0,030	$6,0\cdot 10^{-4}$
2	0,010	0,075	$1,5\cdot 10^{-3}$
3	0,055	0,030	$1,82\cdot 10^{-2}$

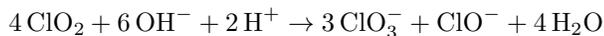
Respuesta:

a) Las semirreacciones serían las siguientes:





Multiplicando la primera semirreacción por tres, y sumando la segunda:



Que eliminando los protones, nos queda:



El agente oxidante y el reductor son la misma especie, ClO_2 , que simultáneamente se oxida y se reduce.
b) La ecuación de velocidad se puede expresar de la forma: $v = k[\text{ClO}_2]^\alpha[\text{OH}^-]^\beta$. Si tomamos los datos de los experimentos 1 y 2, podremos escribir:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{6,0 \cdot 10^{-4}} = \frac{k[0,010]^\alpha[0,075]^\beta}{k[0,010]^\alpha[0,030]^\beta} \quad 2,5 = 2,5^\beta \quad \beta = 1$$

Tomando ahora los datos de los experimentos 1 y 3:

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{1,82 \cdot 10^{-2}}{6,0 \cdot 10^{-4}} = \frac{k[0,055]^\alpha[0,030]}{k[0,01]^\alpha[0,030]} \quad 30,33 = 5,5^\alpha$$

Tomando logaritmos, tendremos:

$$\log 30,33 = 1,48 = \log 5,5^\alpha = 0,74\alpha \quad \alpha = 2$$

La constante cinética se puede obtener a partir de los datos de cualquiera de los experimentos, por ejemplo, el primero:

$$6,0 \cdot 10^{-4} = k[0,010]^2[0,030] \quad k = 200 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

Con lo que la ecuación de velocidad queda así:

$$v = 200[\text{ClO}_2]^2[\text{OH}^-]$$

14. A la vista de la siguiente tabla, que recoge diferentes semisistemas redox ordenados en orden decreciente de potencial estándar de reducción: a) Indique cuáles de las siguientes reacciones se producirán

$\text{F}_2 (\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{F}^- (\text{ac})$
$\text{Cl}_2 (\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^- (\text{ac})$
$\text{O}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}^+ (\text{ac}) + 4 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$
$\text{Br}_2 (\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Br}^- (\text{ac})$
$\text{Ag}^+ (\text{ac}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag} (\text{s})$
$\text{Cu}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu} (\text{s})$
$2 \text{H}^+ (\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g})$
$\text{Pb}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb} (\text{s})$
$\text{Sn}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn} (\text{s})$
$\text{Ni}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni} (\text{s})$
$\text{Fe}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe} (\text{s})$
$\text{Cr}^{3+} (\text{ac}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr} (\text{s})$
$\text{Zn}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} (\text{s})$
$\text{Al}^{3+} (\text{ac}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al} (\text{s})$
$\text{Mg}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg} (\text{s})$
$\text{Na}^+ (\text{ac}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na} (\text{s})$

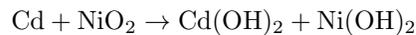
espontáneamente en disolución acuosa en condiciones estándar: i) $\text{Pb (s)} + \text{Zn}^{2+} (\text{ac}) \rightarrow \text{Pb}^{2+} (\text{ac}) + \text{Zn (s)}$ ii) $\text{Fe (s)} + 2 \text{H}^+ (\text{ac}) \rightarrow \text{Fe}^{2+} (\text{ac}) + \text{H}_2 (\text{g})$ iii) $2 \text{Cl}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow 4 \text{Cl}^- (\text{ac}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}^+ (\text{ac})$ iv) $3 \text{Ni}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{Cr (s)} \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} (\text{ac}) + 3 \text{Ni (s)}$ v) $\text{Cu}^{2+} (\text{ac}) + 2 \text{Ag (s)} \rightarrow \text{Cu (s)} + 2 \text{Ag}^+ (\text{ac})$ b) i) De entre todos los cationes de la tabla, indique cuál tiene mayor y cuál menor poder oxidante. ii) De entre los aniones, indique cuál tiene mayor y cuál menor poder reductor. iii) Indica cuál es el halógeno más oxidante y cuál el metal más reductor.

Respuesta:

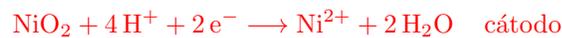
- a) Se producen espontáneamente las reacciones **ii), iii), y iv).**
 b) i) El **Cu^{2+}** es el catión con mayor poder oxidante, mientras que el **Na^+** es el que tiene menos poder oxidante.
 ii) El anión con menos poder reductor poder reductor es el **F^-** , mientras que el que posee el mayor poder reductor es el **Br^-**
 c) El **F_2** es el halógeno más oxidante, mientras el **Na** es el metal más reductor.
15. a) Una pila de níquel-cadmio contiene cadmio y óxido de níquel (IV) sólidos, que se transforman en hidróxido de cadmio e hidróxido de níquel (II) sólidos durante el funcionamiento normal de la pila. Escriba la reacción que tiene lugar ajustándola (en medio básico) mediante el método del ion-electrón. Identifique el ánodo y el cátodo de la pila, así como el agente oxidante y el reductor. b) Dibuje y represente esquemáticamente una pila formado por un electrodo de zinc y otro de plata. Calcule el potencial estándar de la pila. Datos: $E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$, $E^\circ (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.

Respuesta:

a) La reacción es la siguiente:

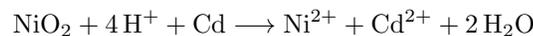


Las semirreacciones son las siguientes:

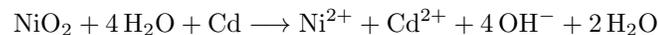
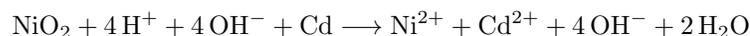


El NiO_2 es el agente oxidante, mientras el Cd es el agente reductor.

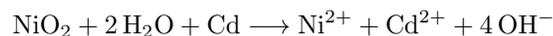
Sumando las dos semirreacciones anteriores:



Sumando 4OH^- en cada miembro:



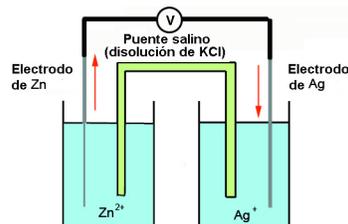
Agrupando términos:



En forma molecular:



b) La representación gráfica sería la siguiente:

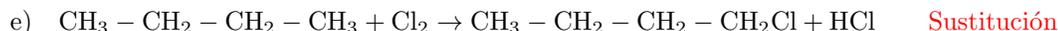
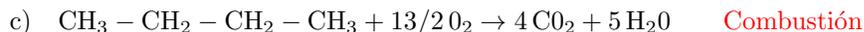
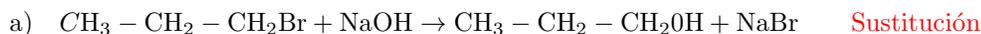


El potencial estándar de la pila es:

$$\varepsilon_{\text{pila}}^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - (-0,76) = +1,56 \text{ V}$$

8. QUÍMICA ORGÁNICA.

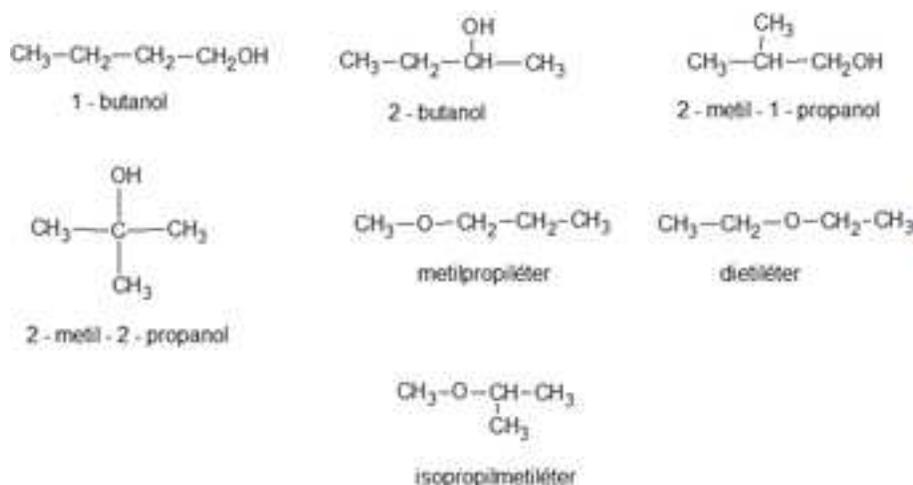
1. Indique qué tipo de reacción es cada una de las siguientes:



2. Para los compuestos orgánicos de fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$: a) Formule y nombre todos los isómeros posibles. b) ¿Cuál es la condición necesaria para que un compuesto presente isomería óptica? Indique cuál o cuáles de los anteriores isómeros presentan este tipo de isomería.

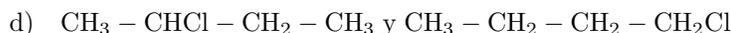
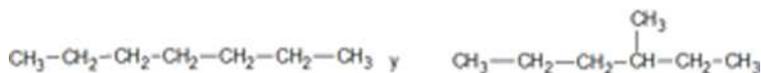
Respuesta:

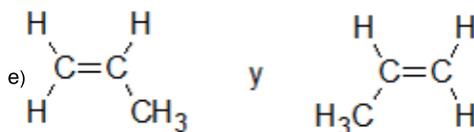
a) Los posibles isómeros de el compuesto son los siguientes:



b) Para que un compuesto presente isomería óptica, es necesario que posea, al menos un carbono asimétrico, es decir, aquel que está unido a cuatro sustituyentes diferentes. De los anteriores isómeros, sólo el **2 -butanol** posee un carbono asimétrico concretamente, el número 2) y , por tanto, presenta isomería óptica.

3. Indique, razonando su respuesta, cuáles de las siguientes parejas de moléculas son isómeros y cuáles no. En caso afirmativo, indique de qué tipo de isomería se trata.



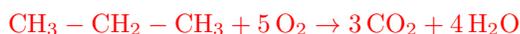


4. Dados los compuestos orgánicos $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ y $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$: a) Cuales son hidrocarburos? b) Escriba la reacción ajustada de combustión del compuesto $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$. c) Escriba un ejemplo de reacción ajustada de sustitución con el compuesto $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$. d) Escriba la reacción ajustada de adición de H, sobre el compuesto $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$. e) Escriba la reacción ajustada de adición de CH_3I sobre el compuesto $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$.

Respuesta:

a) Los hidrocarburos son los compuestos formados únicamente por H y C, es decir, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ y $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$

b) la reacción ajustada es la siguiente:



c) Un ejemplo de reacción de sustitución puede ser:



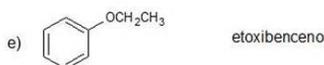
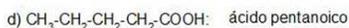
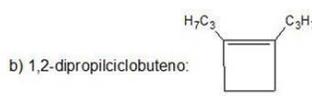
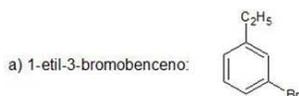
d) La adición de hidrógeno tiene como reacción:



e) La adición de CH_3I sobre $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$ es la siguiente:

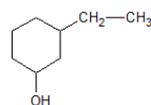


5. Formule o nombre correctamente las siguientes compuestos:

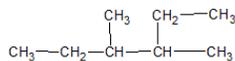


6. Formule o nombre correctamente los siguientes compuestos: a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NO}_2$ b) 3-etilciclohexan-1-ol
c) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3) - \text{CH}_3$ d) $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ e) Ácido dimetilpropanoico

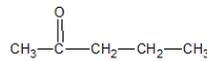
Respuesta:



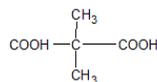
3-etilciclohexan-1-ol



3,4-dimetilhexano



2-pentanona

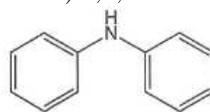


Ácido dimetilpropanodioico

7. Escriba los productos de cada una de las siguientes reacciones orgánicas y clasifíquelas según el tipo de reacción del que se trata: a) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HBr}$. b) $(\text{CH}_3)_3\text{CBr} + \text{NaOH}$ c) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 7 \text{O}_2$ d) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHCl} + \text{NaCN}$ e) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

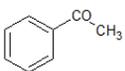
Respuesta:

- a) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CBr} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{Cl}$ Reacción de **adición**.
 b) $(\text{CH}_3)_3\text{CBr} + \text{NaOH} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{NaBr}$. Reacción de **sustitución**.
 c) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 7 \text{O}_2 \rightarrow 5 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$. Reacción de **combustión**.
 d) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHCl} + \text{NaCN} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CHCN} + \text{NaCl}$. Reacción de **sustitución**.
 e) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$. Reacción de **adición**.
8. Formule o nombre correctamente los siguientes compuestos : a) 2,2,4-trimetilpentano b) fenilmetilcetona



- c) ácido 2,3-dicloropropanoico d) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$ e)

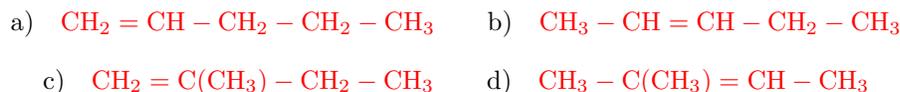
Respuesta:

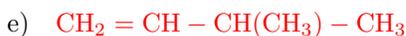
- a) $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$. b)  c) $\text{CH}_3 - \text{CHCl} - \text{CHCl} - \text{COOH}$; d) **3-bromopropeno**; e) **difenilamina**

9. a) Escriba las fórmulas de todos los isómeros estructurales de los alquenos de fórmula empírica C_5H_{10} .
 b) Nombre cada uno de los isómeros anteriores. c) Indique cuáles de ellos presentan isomería geométrica y represente y nombre estos isómeros. d) Indique cuáles de ellos presentan isomería óptica y señale sus átomos de carbono quirales. e) Escriba un ejemplo de adición de H_2 con uno de los isómeros del apartado a).

Respuesta:

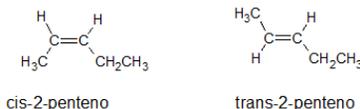
- a) Los isómeros estructurales son:





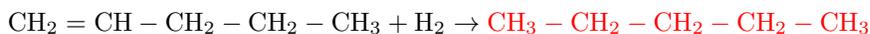
b) El nombre de cada isómero es: a) **1-penteno**; b) **2-penteno**; c) **2-metil-1-buteno**; d) **2-metil-2-buteno**; e) **3-metil-1-buteno**.

c) Presenta isomería geométrica el compuesto b) , siendo sus isómeros:

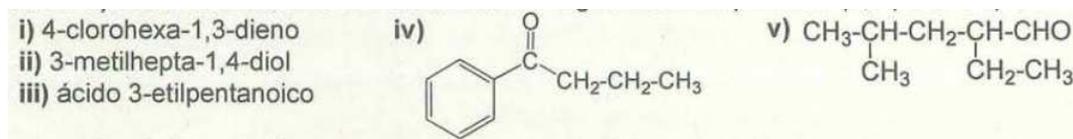


d) De los isómeros representados, ninguno presenta isomería óptica, al carecer de carbonos asimétricos.

e) Una posible reacción de adición es:



10. a) Formule o nombre correctamente los siguientes compuestos:



b) Indique cuáles de los anteriores compuestos presentan isómeros ópticos y señale sus carbonos quirales.

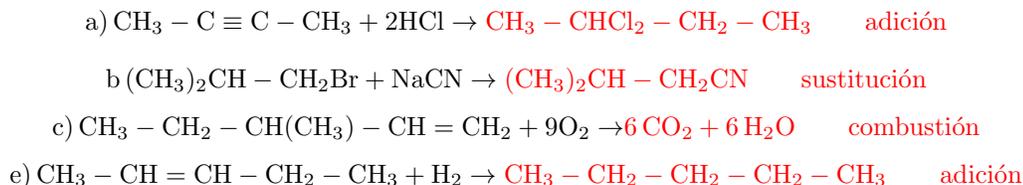
Respuesta:

a) i) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CCl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ii) $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
iii) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5) - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ iv) propil fenil cetona v) 2-etil-4-metilpentanal.

b) Los átomos de carbono señalados en color rojo en la respuesta anterior son asimétrico. Además de los compuestos ii) y iii) presenta isomería óptica el compuesto v), siendo el carbono asimétrico el n^o 2 de la cadena.

11. Escriba los productos de cada una de las siguientes reacciones orgánicas y clasifíquelas según el tipo de reacción del que se trata: a) $\text{CH}_3 - \text{C} = \text{C} - \text{CH}_3 + 2 \text{HCl}$ b) $(\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH}_2\text{Br} + \text{NaCN}$ c) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2 + 9 \text{O}_2$ d) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Cl} + \text{KOH}$ e) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2$

Respuesta:

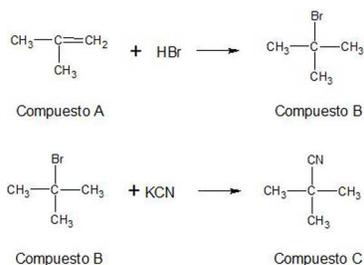


12. La reacción de bromuro de hidrógeno con un alqueno terminal A (C_4H_8) conduce a un compuesto B, que presenta en su estructura un grupo terc-butilo. La reacción de B con cianuro de potasio produce el nitrilo C ($\text{C}_5\text{H}_9\text{N}$). a) Escriba las reacciones que tienen lugar, dibujando las estructuras de los compuestos A,

B y C e identifique de qué tipo de reacción se trata cada una de ellas. b) Dibuje las estructuras y escriba el nombre de todos los posibles isómeros estructurales y geométricos de los hidrocarburos de fórmula C_4H_8 .

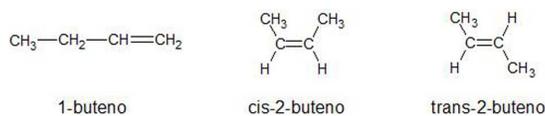
Respuesta:

a) Las reacciones que tienen lugar son las siguientes:

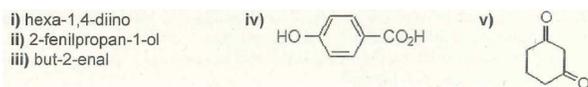


La primera es una reacción de **adición**, mientras que la segunda es de **sustitución**.

b) Los posibles isómeros son los siguientes:



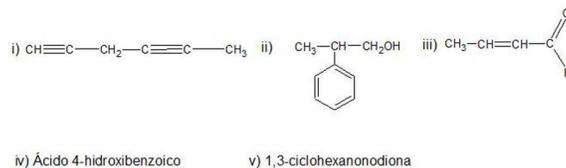
13. a) Formule o nombre correctamente los siguientes compuestos:



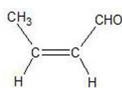
b) Indique cuáles de los anteriores compuestos presentan isómeros ópticos (señalando sus carbonos quirales) o geométricos (dibujando las estructuras de los mismos).

Respuesta:

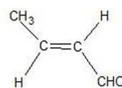
a)



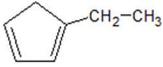
b) El carbono 2 de ii) es asimétrico, por lo que este compuesto presenta isomería óptica. El compuesto iii) presenta isomería geométrica, siendo sus isómeros:



cis-but-2-enal

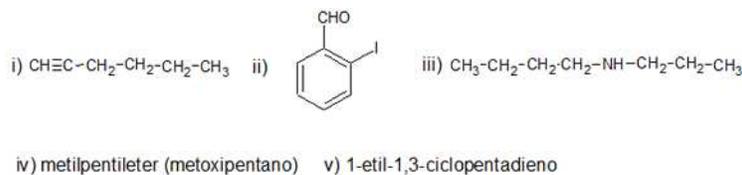


trans-but-2-enal

14. a) Formule o nombre correctamente los siguientes compuestos: i) hex-1-ino ii) o-yodobenzaldehído iii) butil-propilamina iv) $\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ v)  b) Represente y nombre los distintos grupos funcionales que, en compuestos orgánicos, contienen oxígeno e indique la terminación que le corresponde a cada uno de ellos en el nombre del compuesto.

Respuesta:

a)



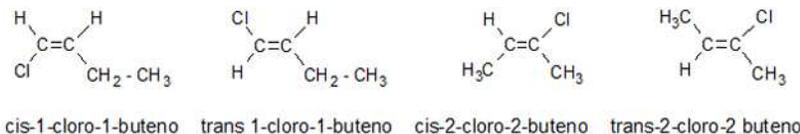
- b) Los compuestos orgánicos oxigenados son: **alcoholes (-ol), aldehídos (-al), cetonas (-ona), ácidos carboxílicos (-oico), éteres (-oxi), ésteres (-oato de...)**
15. a) Dado un compuesto orgánico no ramificado de fórmula $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}$, represente la estructura y escriba el nombre de cada uno de sus isómeros estructurales. b) Indique cuáles de ellos poseen isómeros geométricos y represente sus estructuras e indique qué isómero es cada uno.

Respuesta:

a) Los isómeros estructurales son los siguientes:

$\text{CHCl} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; $\text{CH}_2 = \text{CCl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CHCl} - \text{CH}_3$;

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{Cl}$; $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Cl}$; $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CCl} - \text{CH}_3$ b) Los señalados en color verde poseen isómeros geométricos cis y trans, que podemos representar así:



16. a) Ponga un ejemplo de una molécula orgánica que presente un carbono asimétrico y que tenga una función aldehído. Nombre correctamente dicho compuesto. b) Identifique las funciones químicas presentes en la molécula de ácido láctico ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$) e indique si esta molécula presenta algún centro quiral. c) Indique qué tipos de isomería estructural pueden presentarse en química orgánica, ponga un ejemplo de cada uno de ellos y nombre correctamente todos los compuestos.

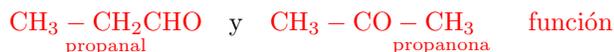
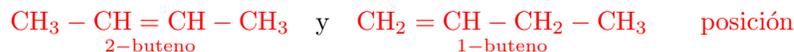
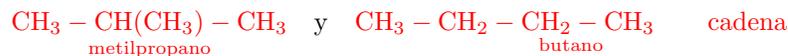
Respuesta:

a) La molécula puede ser:

El compuesto es el **2-cloropropanal**.b) En esta molécula hay un grupo **alcohol -OH** y un grupo **carboxilo -COOH**. El carbono $n^\circ 2$

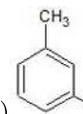
es un carbono asimétrico.

c) Los tipos de isomería estructural son de cadena, de posición y de función. Un ejemplo de cada uno de ellos es:



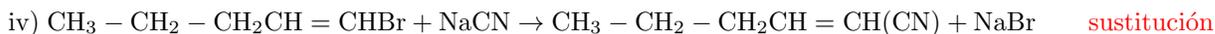
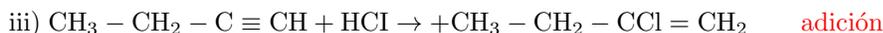
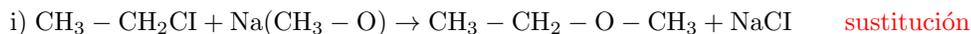
17. a) Formule o nombre correctamente los siguientes compuestos: i) 2-cloro-3-metilhex-1-eno ii) Ácido butanoico iii) meta-yodotolueno. iv) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ v) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{N}$ b) Identifique cada una de las siguientes reacciones orgánicas: i) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl} + \text{Na}(\text{CH}_3\text{-O}) \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3 + \text{NaCl}$ ii) $(\text{CH}_3)_3\text{CH} + 13/2 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$ iii) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CCl}=\text{CH}_2$ iv) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{CH}=\text{CHBr} + \text{NaCN} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CN}) + \text{NaBr}$ v) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CHI-CH}_2\text{-CH}_3$

Respuesta:



- i) $\text{CH}_2 = \text{CHCl} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ii) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$. iii) **Etil propil éter.** v) **propanonitrilo.**

b)



18. a) A la vista de los datos de la tabla: Explique las diferencias encontradas en los puntos de ebullición

Nº	Fórmula	T eb (° C)
1	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	-0,5
2	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	36
3	$\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{CH}_3$	9,5
4	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	68,0
5	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$	118,0

de: i) los compuestos 1, 2 y 4 ii) los compuestos 2 y 5 iii) los compuestos 2 y 3 b) ¿Cómo esperaría que fuese la temperatura de ebullición del compuesto $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ en comparación con la del compuesto 5? c) ¿Cómo esperaría que fuese la temperatura de ebullición del compuesto $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ en comparación con la del compuesto CH_3F ? ,Datos: Masas atómicas: C = 12; H = 1; O = 16; F = 19 g/mol.

Respuesta:

- a) i) A medida que aumenta la longitud de la cadena de los hidrocarburos, aumentan las fuerzas intermoleculares entre ellos, por lo que el hexano tiene mayor punto de ebullición que el pentano, y éste lo tiene a su vez mayor que el butano. ii) El 1-pentanol presenta **enlaces por puente de hidrógeno**,

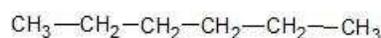
lo que no sucede en el pentano. Por tanto, el punto de ebullición del pentanol es mayor. iii) La temperatura de ebullición disminuye para hidrocarburos del mismo número de átomos de carbono cuando aumentan las ramificaciones en la cadena, por lo que el compuesto 3 tiene menor punto de ebullición que el compuesto 2.

b) La temperatura de ebullición del $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ debería ser **menor** que la del $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$, ya que en los alcoholes pueden formarse enlaces por puente de hidrógeno, lo que no tiene lugar en los éteres.

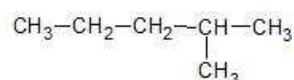
19. a) Escriba la fórmula semidesarrollada y el nombre de todos los isómeros estructurales del alcano de fórmula molecular C_6H_{14} . b) Indique qué tipos de isomería presentan entre sí. ¿Alguno de ellos presenta isomería óptica? c) Defina la isomería geométrica y ponga un ejemplo de la misma.

Respuesta:

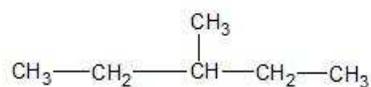
- a) Los isómeros del C_6H_{14} son los siguientes: b) Todos los anteriores isómeros presentan **isomería**



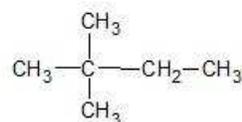
n-hexano



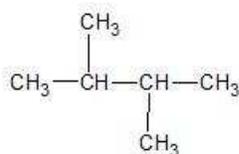
2-metilpentano



3-metilpentano



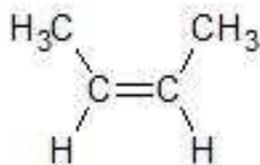
2,2-dimetilbutano



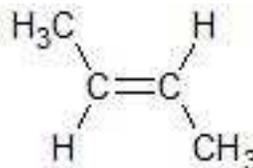
2,3-dimetilbutano

estructural de cadena. Ninguno de ellos presenta isomería óptica.

c) La isomería geométrica, o cis-trans es un tipo de isomería característica de los alquenos y de compuestos cíclicos, debida a la rotación restringida con respecto a un enlace C-C. Un ejemplo puede ser el siguiente:

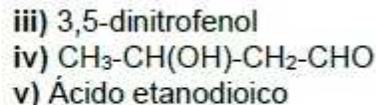
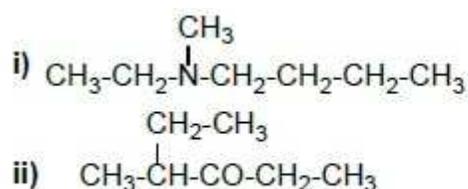


cis-2-buteno

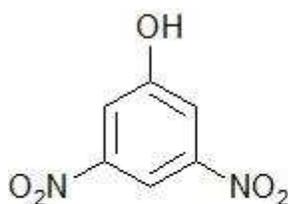


trans-2-buteno

20. a) Formule o nombre los siguientes compuestos e indique si alguno de ellos presenta isómeros ópticos. Señale, en su caso, los carbonos quirales: b) Escriba en forma de esquema los diferentes tipos de isomería que pueden aparecer en compuestos orgánicos. Ponga un ejemplo de cada uno de ellos.

**Respuesta:**

a) i) N-etil-N-metilbutilamina ii) 4-metil-3-hexanona iv) 3-hidroxiobutanal.



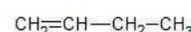
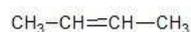
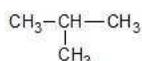
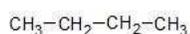
3,5-dinitrofenol



Ácido etanodioico

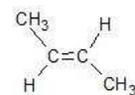
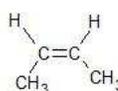
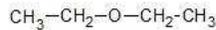
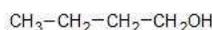
El compuesto **ii)** presenta **isomería óptica**, siendo el **C número 4** el carbono quiral.

b) Los tipos de isomería pueden ser: Estructural y estereoisomería. La primera puede ser de cadena, de posición o de función, mientras que la segunda puede ser geométrica u óptica. Un ejemplo de cada una de ellas puede verse en la siguiente representación gráfica:



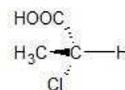
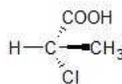
Isómeros de cadena

Isómeros de posición



Isómeros de grupo

Isómeros geométricos



Isómeros ópticos

21. a) Escriba la fórmula semidesarrollada y el nombre de todos los isómeros de un compuesto orgánico de fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. b) Indique qué tipos de isomería presentan entre ellos. b) ¿Alguno de ellos presenta isomería óptica? ¿Por qué? c) ¿Hay algún tipo de isomería que no esté representada en estos derivados? En caso afirmativo, indique de cuál/es se trata.

Respuesta:

a) Los posible isómeros son: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ (isómeros

de posición); $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$; $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$ (**isómeros de posición**) .

La isomería entre los éteres y los alcoholes es una isomería de **grupo funcional**

b) El $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$ presenta **isomería óptica**, al tener un carbono asimétrico (el número 2). No existe isomería de **cadena** (no se pueden situar radicales metilo en ningún caso) ni isomería **geométrica** (no existen dobles enlaces).

22. a) Escriba los productos de cada una de las siguientes reacciones orgánicas y clasifíquelas según el tipo de reacción del que se trata: i) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{MeI}$ ii) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{O}_2$ (ajuste la reacción) iii) $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3 + \text{HCl}$ iv) $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3 + 2 \text{H}_2$ v) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHBr} - \text{CH}_3 + \text{KCN}$ b) Nombre todos los compuestos orgánicos que aparecen como reactivos en el apartado a).

Respuesta:

a) Las reacciones son las siguientes:

