Química — Andalucía — extraordinaria de septiembre de 2021 — modelo V2

Indicaciones de resolución

Se resuelven todas las cuestiones y problemas. Se escriben las leyes o reacciones antes de sustituir los datos y se justifican las conclusiones.

Cuestión 1 A · Formulación y nomenclatura

- a) Peróxido de mercurio: $\boxed{HgO_2}$. - b) Hidruro de litio: $\boxed{LiH}$. - c) Hidrogenocarbonato de bario: $\boxed{Ba(HCO_3)_2}$. - d) $HBrO_4$: $\boxed{\text{ácido perbrómico}}$. - e) $Cd(OH)_2$: $\boxed{\text{hidróxido de cadmio}}$. - f) $Ca_3(PO_4)_2$: $\boxed{\text{fosfato de calcio}}$.

Cuestión 2 A · Formulación y nomenclatura

- a) Hidróxido de platino(IV): $\boxed{Pt(OH)_4}$. - b) Ácido periódico: $\boxed{HIO_4}$ (forma metaperiódica). - c) 3-etil-3-metilpent-1-ino: $\boxed{HC{\equiv}C-C(CH_3)(CH_2CH_3)-CH_2-CH_3}$. - d) P_2O_5: $\boxed{\text{óxido de fósforo(V)}}$. - e) $Fe(HSO_4)_2$: $\boxed{\text{hidrogenosulfato de hierro(II)}}$. - f) $CH_3C(CH_3)_2CONH_2$: $\boxed{\text{2,2-dimetilpropanamida}}$.

Cuestión 1 B · Configuraciones electrónicas

Los elementos son:

Z	Elemento	Configuración abreviada
19	K	$[Ar]4s^1$
25	Mn	$[Ar]3d^5 4s^2$
30	Zn	$[Ar]3d^{10}4s^2$
48	Cd	$[Kr]4d^{10}5s^2$

a) Electrones desapareados

El potasio tiene un electrón $4s$ desapareado. El manganeso tiene cinco orbitales $3d$ ocupados individualmente, por lo que presenta cinco electrones desapareados. Las subcapas d^{10} de Zn y Cd están completas:

$$\boxed{K:1;\ Mn:5;\ Zn:0;\ Cd:0 \text{ electrones desapareados.}}$$

b) Elementos del mismo grupo

Zn y Cd terminan en $d^{10}s^2$ y pertenecen al grupo 12:

$$\boxed{\text{Zn y Cd pertenecen al mismo grupo.}}$$

c) Ion estable de carga $+1$

El potasio pierde su único electrón de valencia y alcanza la configuración del argón:

$$K \longrightarrow K^+ + e^-,\ \boxed{K^+}.$$

Cuestión 2 B · Equilibrio del NF_2

$$N_2F_4(g) \rightleftharpoons 2NF_2(g),\ \Delta H^\circ = +38{,}5\ \text{kJ}.$$

a) Calentar la mezcla

La reacción directa es endotérmica. El calentamiento se consume favoreciendo el sentido directo:

$$\boxed{\text{aumenta } [NF_2] \text{ y disminuye } [N_2F_4].}$$

b) Eliminar NF_2 a T y V constantes

Al retirar un producto, el cociente de reacción disminuye por debajo de K. El sistema forma más producto desplazándose a la derecha:

$$\boxed{\text{se consume } N_2F_4 \text{ y se regenera } NF_2.}$$

c) Añadir helio a T y V constantes

Para cada especie reactiva, $p_i = n_i RT/V$. Al mantener T y V, añadir un gas inerte no cambia ninguna presión parcial reactiva ni el cociente de reacción:

$$\boxed{\text{el equilibrio no se desplaza; solo aumenta la presión total.}}$$

Cuestión 3 B · Fuerzas intermoleculares y puntos de cambio de fase

a) Puentes de hidrógeno

No basta con que exista hidrógeno. Para formar un puente de hidrógeno se necesita un H unido a un átomo muy electronegativo, normalmente N, O o F, y un par libre en otra molécula:

$$\boxed{\text{Falsa.}}$$

b) Puntos de ebullición

El agua forma una red extensa de puentes de hidrógeno, por lo que hierve a temperatura mucho mayor que H_2S y CH_4. La secuencia propuesta es incorrecta:

$$\boxed{\text{Falsa: } T_b(H_2O) > T_b(H_2S) > T_b(CH_4).}$$

c) Fusión de Cl_2 y NaCl

Cl_2 es una sustancia molecular apolar unida por fuerzas de London; NaCl forma una red iónica. La red iónica requiere mucha más energía para fundirse:

$$\boxed{\text{Falsa: } T_f(Cl_2) < T_f(NaCl).}$$

Cuestión 4 B · Propiedades periódicas

a) Primera energía de ionización de Ar y Cl

Ambos están en el periodo 3, pero Ar tiene la capa de valencia completa y mayor carga nuclear efectiva. Se necesita más energía para extraerle un electrón:

$$\boxed{\text{Verdadera.}}$$

b) Afinidad electrónica de Fe y O

El oxígeno, situado en el bloque p y próximo a completar su capa, libera más energía al captar un electrón que el hierro en este contexto:

$$\boxed{\text{Falsa: la afinidad electrónica del O es mayor que la del Fe.}}$$

c) Radio atómico de Ar y Se

El selenio pertenece al periodo 4 y tiene una capa electrónica adicional respecto al argón, que está en el periodo 3. Por ello su radio atómico es mayor:

$$\boxed{\text{Falsa: el radio atómico de Se es mayor que el de Ar.}}$$

Cuestión 5 B · Disoluciones ácido-base

a) Presencia de $\mathrm{H_3O^+}$ en una base

El agua se autoioniza incluso en una disolución básica:

$$2\mathrm{H_2O} \rightleftharpoons \mathrm{H_3O^+} + \mathrm{OH^-}.$$

En una base la concentración de $\mathrm{H_3O^+}$ es pequeña, pero no nula:

$$\boxed{\text{Falsa.}}$$

b) Diluir un ácido

Al disminuir la concentración de ácido disminuye $[\mathrm{H_3O^+}]$, por lo que aumenta el pH:

$$\boxed{\text{Verdadera.}}$$

c) Mezcla de HCl y NaOH

$$n(\mathrm{HCl}) = (0{,}100)(1) = 0{,}100\ \text{mol},$$
$$n(\mathrm{NaOH}) = (0{,}200)(0{,}5) = 0{,}100\ \text{mol}.$$

La neutralización es 1:1 y no queda exceso de ácido ni de base fuerte:

$$\mathrm{HCl} + \mathrm{NaOH} \longrightarrow \mathrm{NaCl} + \mathrm{H_2O}.$$

La disolución resultante es aproximadamente neutra, no básica:

$$\boxed{\text{Falsa.}}$$

Cuestión 6 B · Alcohol y alcano

$$A = \mathrm{CH_3CH_2CH_2OH},\ B = \mathrm{CH_3CH_2CH_3}.$$

a) ¿Son isómeros?

No. Los isómeros deben tener la misma fórmula molecular; A es $\mathrm{C_3H_8O}$ y B es $\mathrm{C_3H_8}$:

$$\boxed{\text{No son isómeros.}}$$

b) Solubilidad en agua

El propan-1-ol, A, contiene un grupo $-\mathrm{OH}$ capaz de formar enlaces de hidrógeno con el agua. El propano solo presenta fuerzas de London:

$$\boxed{A \text{ es mucho más soluble en agua que } B.}$$

c) Reacción con ácido sulfúrico y calor

El alcohol se deshidrata en medio ácido y con calor; el propano no reacciona así:

$$\boxed{\mathrm{CH_3CH_2CH_2OH} \xrightarrow[\Delta]{\mathrm{H_2SO_4}} \mathrm{CH_3CH{=}CH_2} + \mathrm{H_2O}}.$$

Problema 1 C · Disociación de $\mathrm{N_2O_4}$

$$\mathrm{N_2O_4(g)} \rightleftharpoons 2\mathrm{NO_2(g)}.$$

La masa molar es $M(\mathrm{N_2O_4}) = 2(14) + 4(16) = 92\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$. Los moles iniciales en $V = 0{,}250\ \mathrm{L}$ son

$$n_0 = \frac{0{,}46}{92} = 0{,}0050\ \text{mol}.$$

Con $\alpha = 0{,}42$:

	$\mathrm{N_2O_4}$	$\mathrm{NO_2}$
inicial	0,0050	0
variación	$-0{,}0050(0{,}42)$	$+2(0{,}0050)(0{,}42)$
equilibrio	0,0029	0,0042

a) K_c

$$[\mathrm{N_2O_4}] = \frac{0{,}0029}{0{,}250} = 0{,}0116\ \mathrm{M},\ [\mathrm{NO_2}] = \frac{0{,}0042}{0{,}250} = 0{,}0168\ \mathrm{M}.$$

$$K_c = \frac{[\mathrm{NO_2}]^2}{[\mathrm{N_2O_4}]} = \frac{(0{,}0168)^2}{0{,}0116} = \boxed{2{,}43 \times 10^{-2}}.$$

b) Presión total y K_p

$$n_{\text{tot}} = 0{,}0029 + 0{,}0042 = 0{,}0071\ \text{mol},$$

$$P_t = \frac{nRT}{V} = \frac{(0{,}0071)(0{,}082)(313)}{0{,}250} = \boxed{0{,}729\ \text{atm}}.$$

Las presiones parciales son $p_{N_2O_4} = 0{,}298\ \text{atm}$ y $p_{NO_2} = 0{,}431\ \text{atm}$. Así:

$$K_p = \frac{p_{NO_2}^2}{p_{N_2O_4}} = \boxed{6{,}24 \times 10^{-2}}.$$

Problema 2 C · Solubilidad del sulfuro de níquel(II)

$$\text{NiS(s)} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{S}^{2-},\ K_{ps} = 3{,}2 \times 10^{-19}.$$

a) Agua pura

Si la solubilidad molar es s, $[\text{Ni}^{2+}] = [\text{S}^{2-}] = s$:

$$K_{ps} = s^2,\ s = \sqrt{3{,}2 \times 10^{-19}} = \boxed{5{,}66 \times 10^{-10}\ \text{mol L}^{-1}}.$$

Con $M(\text{NiS}) = 58{,}7 + 32 = 90{,}7\ \text{g mol}^{-1}$:

$$\boxed{S_m = (5{,}66 \times 10^{-10})(90{,}7) = 5{,}13 \times 10^{-8}\ \text{g L}^{-1}}.$$

b) Disolución 0,05 M de Na_2S

El ion común es S^{2-}. Si la nueva solubilidad es s':

$$K_{ps} = s'(0{,}05 + s') \simeq s'(0{,}05),$$

$$\boxed{s' = \frac{3{,}2 \times 10^{-19}}{0{,}05} = 6{,}4 \times 10^{-18}\ \text{mol L}^{-1}}.$$

Problema 3 C · Ácido débil monoprótico

El pH es el mismo que el de HCl 0,00549 M. Al ser HCl fuerte:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5{,}49 \times 10^{-3}\ \text{M},\ \boxed{pH = -\log(5{,}49 \times 10^{-3}) = 2{,}26}.$$

Para el ácido débil 0,1 M, $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 5{,}49 \times 10^{-3}\ \text{M}$. El grado de ionización es

$$\alpha = \frac{x}{C_0} = \frac{5{,}49 \times 10^{-3}}{0{,}1} = \boxed{5{,}49\%}.$$

La constante de ionización es

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{x^2}{0{,}1 - x} = \frac{(5{,}49 \times 10^{-3})^2}{0{,}09451} = \boxed{3{,}19 \times 10^{-4}}.$$

Problema 4 C · Obtención de dicloro con permanganato

a) Ajuste iónico y molecular

Reducción del permanganato y oxidación del cloruro:

$$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O},$$

$$2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-.$$

Multiplicando la primera por 2 y la segunda por 5:

$$\boxed{2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}}.$$

La ecuación molecular es

$$\boxed{2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \longrightarrow 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}}.$$

b) Masa de permanganato

La masa de disolución de HCl usada es

$$m_{\text{disolución}} = (25\ \text{mL})(1{,}15\ \text{g mL}^{-1}) = 28{,}75\ \text{g}.$$

La masa de HCl es $0{,}30(28{,}75) = 8{,}625\ \text{g}$, de donde

$$n(\text{HCl}) = \frac{8{,}625}{36{,}5} = 0{,}2363\ \text{mol}.$$

Por la ecuación, 16 mol de HCl reaccionan con 2 mol de KMnO_4, es decir, 8:1:

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{0{,}2363}{8} = 0{,}02954\ \text{mol}.$$

Con $M(\text{KMnO}_4) = 39 + 55 + 4(16) = 158\ \text{g mol}^{-1}$, la masa es $m = 0{,}02954(158) = \boxed{4{,}67\ \text{g}}$.