

Química — Andalucía 2007 ordinaria

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas. En cada apartado se identifica primero lo que se pregunta, se escribe la ley o relación química antes de sustituir los datos y se termina con una conclusión explícita.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Bromuro de cadmio

El cadmio forma habitualmente el catión Cd^{2+} y el bromuro es Br^- . Se necesitan dos aniones por cada catión:



b) Sulfato de calcio



El anión sulfato tiene carga -2 , que compensa la carga $+2$ del calcio.

c) 1,3-dinitrobenceno

Los dos grupos nitro ocupan las posiciones meta del anillo:



d) NaOH

$\boxed{\text{hidróxido de sodio}}.$

e) CF_4

$\boxed{\text{tetrafluoruro de carbono}}.$

f) $\text{CH}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

Se numera desde el extremo del grupo hidroxilo para darle el localizador más bajo:



$\boxed{\text{but-3-in-1-ol}}.$

Cuestión 2. Configuración electrónica y periodicidad

La capa de valencia es $3s^2 3p^5$. Tiene siete electrones de valencia, por lo que pertenece al grupo 17; el mayor número cuántico principal es $n = 3$, de modo que está en el período 3. Es el cloro, un no metal:

$\boxed{\text{Cl, grupo 17, período 3, no metal}}.$

La energía de ionización aumenta hacia la derecha y hacia arriba de la tabla periódica. Un elemento del mismo período situado por encima del cloro en la tendencia periódica es el flúor, que presenta mayor energía de ionización:

$\boxed{\text{mayor energía de ionización: F}}.$

Hacia la izquierda y hacia abajo disminuye la energía de ionización. El sodio, situado a la izquierda del cloro en su período, tiene menor energía de ionización:

$\boxed{\text{menor energía de ionización: Na}}.$

Cuestión 3. pH y clasificación ácido-base

Se usa, para disoluciones acuosas a 25°C ,

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+], \text{pOH} = -\log[\text{OH}^-], \text{pH} + \text{pOH} = 14.$$

$$\text{A) } [\text{OH}^-] = 10^{-13} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 13, \text{pH} = 14 - 13 = \boxed{1}.$$

Es una disolución ácida.

B) $\text{pH} = 3$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}, \boxed{\text{pH} = 3}.$$

Es una disolución ácida.

C) $\text{pOH} = 4$

$$\text{pH} = 14 - 4 = \boxed{10}.$$

Es una disolución básica.

D) $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M}$

$$\text{pH} = -\log(10^{-7}) = \boxed{7}.$$

Es una disolución neutra.

Como el carácter ácido aumenta al disminuir el pH, el orden decreciente de acidez es

$$\boxed{A > B > D > C}.$$

Cuestión 4. Gases ideales

Para una cantidad de gas ideal se cumple

$$PV = nRT.$$

Si los recipientes tienen el mismo P , V y T , también tienen el mismo número de moles n , y por tanto el mismo número de moléculas.

a) Igual número de moléculas

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

b) Igual masa

La masa es $m = nM$. Aunque n sea el mismo, las masas molares de O_2 y NH_3 son diferentes:

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g mol}^{-1}, M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g mol}^{-1}.$$

$$\boxed{\text{Falsa: las masas son distintas}}.$$

c) Igual número de átomos

Cada molécula de O_2 contiene dos átomos y cada molécula de NH_3 contiene cuatro. Al ser igual el número de moléculas, no es igual el número total de átomos:

$$\boxed{\text{Falsa: el recipiente con } \text{NH}_3 \text{ contiene más átomos}}.$$

Problema 1. Valoración redox del perbromato con cinc

La reacción iónica se ajusta separando las semirreacciones.

a) Ajuste de la reacción

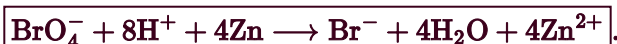
El bromo pasa de $+7$ en BrO_4^- a -1 en Br^- , por lo que se reduce:



El cinc metálico se oxida:



Se multiplica esta última semirreacción por cuatro y se suman ambas:



En medio ácido, la relación estequiométrica es



b) Riqueza de la muestra de cinc

Los moles de perbromato son

$$n(\text{BrO}_4^-) = CV = (0,100 \text{ mol L}^{-1})(0,0250 \text{ L}) = 2,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Por la estequiometría, los moles de cinc puro son

$$n(\text{Zn}) = 4n(\text{BrO}_4^-) = 4(2,50 \cdot 10^{-3}) = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

Con $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g mol}^{-1}$:

$$m_{\text{Zn puro}} = nM = (1,00 \cdot 10^{-2})(65,4) = 0,654 \text{ g.}$$

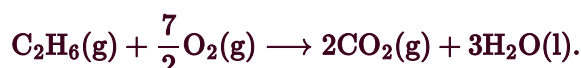
La muestra pesaba **1,00 g**, de modo que su riqueza es

$$\% \text{ riqueza} = \frac{0,654}{1,00} 100 = \boxed{65,4\%}.$$

Problema 2. Combustión del etano

a) Entalpía de formación del etano

La combustión del etano es



Para obtener la formación de **2** moles de etano se combinan cuatro veces la combustión del carbono, seis veces la formación del agua y la reacción de combustión del etano invertida. Aplicando la ley de Hess:

$$\Delta H = 4(-393,5) + 6(-285,8) - (-3119,6) = -169,2 \text{ kJ.}$$

Ese valor corresponde a **2** moles de etano:

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{-169,2}{2} = \boxed{-84,6 \text{ kJ mol}^{-1}}.$$

b) Calor de combustión de 100 g de etano

La masa molar del etano es

$$M(\text{C}_2\text{H}_6) = 2(12) + 6(1) = 30 \text{ g mol}^{-1}.$$

Los moles presentes son

$$n = \frac{100 \text{ g}}{30 \text{ g mol}^{-1}} = 3,333 \text{ mol.}$$

La entalpía de combustión por mol, obtenida de los datos, es

$$\Delta H_c^\circ = \frac{-3119,6}{2} = -1559,8 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

Por tanto,

$$Q = n\Delta H_c^\circ = (3,333)(-1559,8) = \boxed{-5,20 \cdot 10^3 \text{ kJ}}.$$

El signo negativo indica que la combustión desprende aproximadamente **5200 kJ**.

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Hidróxido de antimonio(V)

El catión es **Sb⁵⁺** y el anión es **OH⁻**:



b) Perclorato de berilio



El catión **Be²⁺** se combina con dos aniones perclorato **ClO₄⁻**.

c) Éter dimetílico



d) V_2O_5

El oxígeno aporta -10 , por lo que los dos vanadios suman $+10$ y cada uno está en $+5$:

óxido de vanadio(V).

e) H_2S

sulfuro de hidrógeno.

f) CH_3CONH_2

etanamida o acetamida.

Cuestión 2. Geometría, hibridación y polaridad

a) CCl_4

El carbono central tiene cuatro pares enlazantes y ningún par libre. La RPECV predice geometría tetraédrica y hibridación sp^3 . Los cuatro dipolos C-Cl se compensan por simetría:

tetraédrica, sp^3 , apolar.

b) NH_3

El nitrógeno presenta tres pares enlazantes y un par libre. La distribución electrónica es tetraédrica, pero la forma molecular es piramidal trigonal. El par libre impide la compensación de los dipolos N-H:

piramidal trigonal, sp^3 , polar.

c) BeCl_2

El berilio central tiene dos pares enlazantes y ningún par libre. Los dominios se disponen linealmente, con un ángulo de 180° . Los dipolos Be-Cl son iguales y opuestos:

lineal, sp, apolar.

Cuestión 3. Cinética química

a) Energía de activación en una reacción exotérmica

La afirmación es verdadera. Si se comparan los sentidos directo e inverso:

$$\Delta H = E_{a,\text{directa}} - E_{a,\text{inversa}}.$$

Para una reacción exotérmica $\Delta H < 0$, por tanto

$$E_{a,\text{directa}} < E_{a,\text{inversa}}.$$

Verdadera.

b) Efecto de la temperatura

La afirmación es falsa. La ecuación de Arrhenius es

$$k = Ae^{-E_a/(RT)}.$$

Al aumentar la temperatura aumenta k , y normalmente aumenta la velocidad. Por tanto, la velocidad no es independiente de la temperatura:

Falsa.

c) Efecto de un catalizador

La afirmación es falsa. Un catalizador proporciona un mecanismo alternativo con menor energía de activación y acelera tanto la reacción directa como la inversa; no modifica la composición del equilibrio:

Falsa: el catalizador disminuye E_a y aumenta la velocidad.

Cuestión 4. Propiedades de sustancias

Entre las sustancias indicadas, los hidrocarburos son el etano y el eteno:



El compuesto más soluble en agua es el etanol, porque su grupo hidroxilo puede formar enlaces de hidrógeno con el agua:



El mayor punto de ebullición también corresponde al etanol, debido a esos enlaces de hidrógeno intermoleculares:



Problema 1. Disolución de ácido sulfúrico y neutralización

a) Molaridad de la disolución comercial

Se toma como base de cálculo **1,00 L** de disolución. Su masa es

$$m_{\text{disolución}} = \rho V = (1,17 \text{ g mL}^{-1})(1000 \text{ mL}) = 1170 \text{ g}.$$

Como la riqueza es del **24%** en masa:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,24(1170) = 280,8 \text{ g}.$$

Con $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g mol}^{-1}$:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{280,8}{98} = 2,865 \text{ mol}.$$

Al estar contenidos en **1,00 L**,

$$\boxed{C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,86 \text{ mol L}^{-1}}.$$

b) Volumen necesario para neutralizar la potasa

La reacción es



Los moles de hidróxido de potasio son

$$n(\text{KOH}) = CV = (2,50 \text{ mol L}^{-1})(0,100 \text{ L}) = 0,250 \text{ mol}.$$

Por la ecuación ajustada,

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,250}{2} = 0,125 \text{ mol}.$$

El volumen de ácido comercial que contiene esos moles es

$$V = \frac{n}{C} = \frac{0,125}{2,865} = 0,0436 \text{ L} = \boxed{43,6 \text{ mL}}.$$

Problema 2. Equilibrio de disociación del pentacloruro de fósforo



Se trabaja en un recipiente de **1,00 L** a

$$T = 250 + 273,15 = 523,15 \text{ K}.$$

Los moles iniciales de PCl_5 son

$$n_0 = \frac{6,00 \text{ g}}{208,5 \text{ g mol}^{-1}} = 0,02878 \text{ mol}.$$

a) Grado de disociación

Si x son los moles de PCl_5 que se disocian, la tabla de equilibrio es

	PCl_5	PCl_3	Cl_2
inicial	n_0	0	0
variación	$-x$	$+x$	$+x$
equilibrio	$n_0 - x$	x	x

La presión total permite obtener los moles totales:

$$n_{\text{tot}} = \frac{PV}{RT} = \frac{(2,00)(1,00)}{(0,082)(523,15)} = 0,04662 \text{ mol.}$$

Como $n_{\text{tot}} = n_0 + x$,

$$x = n_{\text{tot}} - n_0 = 0,04662 - 0,02878 = 0,01784 \text{ mol.}$$

Por tanto, el grado de disociación es

$$\alpha = \frac{x}{n_0} = \frac{0,01784}{0,02878} = \boxed{0,620 \approx 62,0\%}.$$

b) Constante K_p

Los moles de equilibrio son

$$n(\text{PCl}_5) = 0,01093 \text{ mol, } n(\text{PCl}_3) = n(\text{Cl}_2) = 0,01784 \text{ mol.}$$

Las fracciones molares son

$$y_{\text{PCl}_5} = \frac{0,01093}{0,04662} = 0,2345,$$

$$y_{\text{PCl}_3} = y_{\text{Cl}_2} = \frac{0,01784}{0,04662} = 0,3828.$$

Con $P_i = y_i P_{\text{total}}$:

$$P_{\text{PCl}_5} = 0,46897 \text{ atm, } P_{\text{PCl}_3} = P_{\text{Cl}_2} = 0,76552 \text{ atm.}$$

La expresión de la constante es

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}}.$$

Sustituyendo:

$$K_p = \frac{(0,76552)^2}{0,46897} = \boxed{1,25 \text{ atm}}.$$