

Química — Andalucía 2002 ordinaria

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas. En cada apartado se identifica la ley o concepto aplicado, se muestran las operaciones necesarias y se termina con una conclusión ajustada a la pregunta.

Opción A

Cuestión 1. Formulaci3n y nomenclatura

a) Hidróxido de hierro (III)

El cat3n es Fe^{3+} y el an3n hidróxido es OH^- . Por neutralidad:



b) Sulfato de potasio

El potasio es K^+ y el sulfato SO_4^{2-} :



c) Ciclohexano

El ciclohexano es el hidrocarburo c3clico saturado de seis carbonos:



d) BaCO_3

El compuesto se nombra **carbonato de bario**.

e) H_2O_2

El compuesto se nombra **peróxido de hidrógeno**.

f) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCl}_2$

La cadena principal tiene tres carbonos y los dos cloros est3n en el carbono terminal con numeraci3n m3nima:



Cuesti3n 2. Propiedades peri3dicas

a) Afinidad electr3nica

La afinidad electr3nica es la variaci3n de energ3a asociada a la captura de un electr3n por un 3tomo aislado en estado gaseoso:



Cuando el proceso libera energ3a, la afinidad electr3nica se expresa como una magnitud energ3tica liberada por el 3tomo al formar el an3n.

b) Criterio de ordenaci3n de la tabla peri3dica

Los elementos se ordenan por **número at3mico creciente**, es decir, por el número de protones del n3cleo. Al aumentar (Z), se repiten peri3dicamente las configuraciones electr3nicas de valencia y, con ellas, las propiedades qu3micas.

c) Variaci3n de la energ3a de ionizaci3n en un peri3do

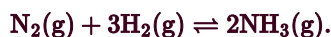
La primera energ3a de ionizaci3n es la energ3a m3nima necesaria para arrancar el electr3n m3s externo de un 3tomo gaseoso:



En un peri3do aumenta, en general, de izquierda a derecha. El número de protones crece, los electrones a3adidos permanecen en la misma capa principal y el apantallamiento no aumenta tanto como la carga nuclear. Por ello crece la carga nuclear efectiva, disminuye el radio y el electr3n externo queda m3s atra3do.

Conclusi3n: la energ3a de ionizaci3n aumenta globalmente a lo largo de un peri3do, aunque puede presentar peque3as excepciones asociadas a subniveles especialmente estables.

Cuesti3n 3. Equilibrio de formaci3n del amon3aco



Si inicialmente se introducen n moles de cada reactivo y reaccionan x moles de N_2 , la tabla de moles es:

Especie	Moles iniciales	Variaci3n	Moles de equilibrio
N_2	n	$-x$	$n - x$
H_2	n	$-3x$	$n - 3x$
NH_3	0	$+2x$	$2x$

Como $0 < x < n/3$, la reacci3n no puede consumir todo el n3tr3geno y el hidr3geno si se alcanza un equilibrio con las tres especies presentes.

a) Doble n3mero de moles de amon3aco que de n3tr3geno inicial

La afirmaci3n exigir3a $2x = 2n$, es decir, $x = n$. Pero el hidr3geno impondr3a $n - 3x \geq 0$, luego $x \leq n/3$. Por tanto:



b) Presi3n parcial de n3tr3geno mayor que la de hidr3geno

A igual temperatura y volumen, la presi3n parcial es proporcional al n3mero de moles:

$$P_i = \frac{n_i RT}{V}.$$

Además,

$$n(\text{N}_2) = n - x, \quad n(\text{H}_2) = n - 3x,$$

y para $x > 0$ se cumple $n - x > n - 3x$. Por tanto:

$$P_{\text{N}_2} > P_{\text{H}_2}, \text{ verdadera.}$$

c) Presión total igual al cuadrado de la presión de amoníaco

La presión total siempre es la suma de las presiones parciales:

$$P_t = P_{\text{N}_2} + P_{\text{H}_2} + P_{\text{NH}_3}.$$

No es igual, en general, a $P_{\text{NH}_3}^2$; además, el cuadrado de una presión tiene unidades distintas de una presión. Por tanto:

Falsa.

Cuestión 4. Reacciones orgánicas

a) Adición de hidrógeno al but-2-eno

El doble enlace se satura incorporando un hidrógeno a cada carbono del enlace:



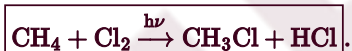
b) Combustión del etano

La combustión completa produce dióxido de carbono y agua. Ajustando primero C, después H y finalmente O:



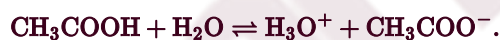
c) Cloración fotoquímica del metano

Con luz ultravioleta tiene lugar una sustitución:



Problema 1. Ácido acético

El equilibrio de ionización es



Para una concentración inicial $C = 0,010 \text{ M}$, sea x la concentración de ácido que se ioniza:

Especie	Inicial	Variación	Equilibrio
CH_3COOH	C	$-x$	$C - x$
H_3O^+	0	$+x$	x
CH_3COO^-	0	$+x$	x

a) Grado de disociación

La expresión de la constante es

$$K_a = \frac{x^2}{C - x} = 1,8 \cdot 10^{-5}.$$

Como $K_a \ll C$, (xII C) y se puede usar $C - x \simeq C$:

$$x \simeq \sqrt{K_a C} = \sqrt{(1,8 \cdot 10^{-5})(1,0 \cdot 10^{-2})} = 4,24 \cdot 10^{-4} \text{ M}.$$

El grado de disociación es la fracción de moléculas iniciales que se ioniza:

$$\alpha = \frac{x}{C} = \frac{4,24 \cdot 10^{-4}}{1,0 \cdot 10^{-2}} = 4,24 \cdot 10^{-2} = 0,424\%.$$

$$\alpha = 0,424\%.$$

b) pH

La concentración de oxonio es $[\text{H}_3\text{O}^+] = x$, por lo que

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(4,24 \cdot 10^{-4}) = \boxed{3,37}.$$

Problema 2. Reacción del nitrato de plata



La masa molar del nitrato de plata es

$$M(\text{AgNO}_3) = 108 + 14 + 3(16) = 170 \text{ g mol}^{-1}.$$

Los 20 g corresponden a

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{20 \text{ g}}{170 \text{ g mol}^{-1}} = 0,1176 \text{ mol.}$$

a) Moles de pentóxido de dinitrógeno

La ecuación indica que 2 mol de AgNO_3 producen 1 mol de N_2O_5 :

$$n(\text{N}_2\text{O}_5) = 0,1176 \frac{1}{2} = \boxed{0,0588 \text{ mol.}}$$

b) Volumen de oxígeno

Por estequiometría, 2 mol de AgNO_3 producen (1/2) mol de O_2 , de modo que

$$n(\text{O}_2) = 0,1176 \frac{1}{2} = 0,0294 \text{ mol.}$$

La presión y temperatura son

$$P = 620 \frac{\text{mmHg}}{760 \text{ mmHg atm}^{-1}} = 0,8158 \text{ atm, } T = 20 + 273 = 293 \text{ K.}$$

Aplicando la ecuación de los gases ideales y despejando el volumen:

$$PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0,0294)(0,082)(293)}{0,8158} = \boxed{0,87 \text{ L de O}_2}.$$

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Permanganato de bario

El bario es Ba^{2+} y el permanganato MnO_4^- :



b) Dióxido de azufre



c) Ácido 3-metilbutanoico

Numerando desde el carbono del grupo carboxilo:



d) NaNO_2

El compuesto se nombra **nitrito de sodio**.

e) AgF

El compuesto se nombra **fluoruro de plata**.

f) CH_3COCH_3

El compuesto se nombra **propanona** o **acetona**.

Cuestión 2. Cantidad de partículas en (0,5) mol de CO_2

La masa molar es

$$M(\text{CO}_2) = 12 + 2(16) = 44 \text{ g mol}^{-1}.$$

a) Número de moléculas

Con $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$:

$$N = (0,5 \text{ mol})(6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = \boxed{3,012 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}.$$

b) Masa

$$m = nM = (0,5)(44) = \boxed{22 \text{ g}}.$$

c) Número total de átomos

Cada molécula de CO_2 contiene tres átomos:

$$N_{\text{átomos}} = 3N = 3(3,012 \cdot 10^{23}) = \boxed{9,035 \cdot 10^{23} \text{ átomos}}.$$

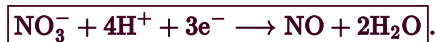
Cuestión 3. Números de oxidación y reducción

a) Números de oxidación del nitrógeno

- En N_2 , el nitrógeno está en estado elemental: **0**. - En NO , el oxígeno tiene **-2**; por neutralidad, $N - 2 = 0$, luego $N = +2$. - En N_2O , $2N - 2 = 0$, luego $N = +1$ para cada nitrógeno. - En N_2O_4 , $2N + 4(-2) = 0$, luego $N = +4$ para cada nitrógeno.

b) Reducción del ácido nítrico a monóxido de nitrógeno

El nitrógeno pasa de (+5) en NO_3^- a (+2) en NO , por lo que gana tres electrones. En medio ácido se ajustan oxígeno con agua e hidrógeno con H^+ :



Cuestión 4. pH de disoluciones de sales

a) Sal que produce una disolución básica

El nitrito de potasio, KNO_2 , procede de una base fuerte y de un ácido débil. El ion K^+ no se hidroliza apreciablemente, pero el nitrito sí:

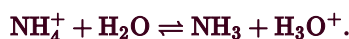


Al producirse OH^- , la disolución es básica:

$$\boxed{\text{pH} > 7.}$$

b) Sal que produce una disolución ácida

El cloruro de amonio, NH_4Cl , procede de un ácido fuerte y una base débil. El cloruro es espectador, mientras que el ion amonio se comporta como ácido conjugado del amoníaco:

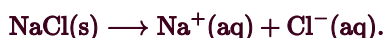


La formación de H_3O^+ hace que

$$\boxed{\text{pH} < 7.}$$

c) Sal que produce una disolución neutra

El cloruro de sodio, NaCl , procede de la base fuerte NaOH y del ácido fuerte HCl . Ni Na^+ ni Cl^- se hidrolizan apreciablemente:

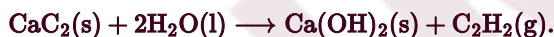


El pH queda determinado por la autodisociación del agua y, en condiciones ideales:

$$\boxed{\text{pH} = 7.}$$

Problema 1. Entalpía y combustión del acetileno

a) Entalpía de la reacción de formación del acetileno



Se aplica

$$\Delta H_r^\circ = \sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{productos}) - \sum \nu \Delta H_f^\circ(\text{reactivos}).$$

Sustituyendo los datos:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= [-986 + 227] - [(-59) + 2(-285,8)] \\ &= -759 - (-630,6) = \boxed{-128,4 \text{ kJ mol}^{-1}}. \end{aligned}$$

El signo negativo indica que la reacción, tal como está escrita, desprende calor.

b) Calor de combustión de 100 dm^3 de acetileno

La combustión completa es



Su entalpía molar de combustión es

$$\begin{aligned} \Delta H_c^\circ &= [2(-393,5) - 285,8] - [227] \\ &= \boxed{-1299,8 \text{ kJ mol}^{-1}}. \end{aligned}$$

Como $100 \text{ dm}^3 = 100 \text{ L}$, $T = 25 + 273 = 298 \text{ K}$ y $P = 1 \text{ atm}$:

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{(1)(100)}{(0,082)(298)} = 4,09 \text{ mol}.$$

Por tanto,

$$Q = n\Delta H_c^\circ = (4,09)(-1299,8) = \boxed{-5316 \text{ kJ}}.$$

Se desprenden **5316 kJ**; el signo negativo representa calor cedido por el sistema.

Problema 2. Disociación del pentacloruro de fósforo



Sea n_0 la cantidad inicial de PCl_5 . Con un grado de disociación $\alpha = 0,8$:

Especie	Moles iniciales	Variación	Moles de equilibrio
PCl_5	n_0	$-\alpha n_0$	$0,2n_0$
PCl_3	0	$+\alpha n_0$	$0,8n_0$
Cl_2	0	$+\alpha n_0$	$0,8n_0$

El total en el equilibrio es

$$n_t = (1 + \alpha)n_0 = 1,8n_0.$$

a) Moles iniciales de PCl_5

Con $T = 250 + 273 = 523\text{K}$, $V = 1\text{L}$ y $P_t = 1\text{atm}$, la ecuación de los gases ideales da

$$n_t = \frac{P_t V}{RT} = \frac{(1)(1)}{(0,082)(523)} = 0,0233\text{mol}.$$

Luego

$$n_0 = \frac{n_t}{1,8} = \boxed{0,01296\text{mol de } \text{PCl}_5}.$$

b) Constante K_p

Las fracciones molares de equilibrio son

$$y_{\text{PCl}_5} = \frac{0,2}{1,8} = \frac{1}{9}, \quad y_{\text{PCl}_3} = y_{\text{Cl}_2} = \frac{0,8}{1,8} = \frac{4}{9}.$$

Como $P_t = 1\text{atm}$, las presiones parciales son $P_i = y_i P_t$. Por tanto,

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{(4/9)(4/9)}{1/9}(1\text{atm}) = \boxed{1,78\text{atm}}.$$