

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas. En cada apartado se identifica primero la propiedad o magnitud solicitada, se plantea la ecuación o criterio antes de sustituir los datos y se termina con una conclusión explícita.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Óxido de paladio(IV)

El paladio(IV) es Pd^{4+} y el oxígeno es O^{2-} . La neutralidad exige un átomo de paladio por cada dos de oxígeno:



b) Nitrato de cobalto(III)



c) Propanoato de metilo

El propanoato es $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$ y el metilo es CH_3- :



d) Na_2O_2

Contiene el anión peróxido O_2^{2-} :

$\boxed{\text{peróxido de sodio}}.$

e) SiF_4

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

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

$\boxed{\text{propano}}.$

Cuestión 2. Propiedades periódicas

Los números de protones son también los números atómicos:

$A : Z = 9 \text{ (F)}, B : Z = 16 \text{ (S)}, C : Z = 17 \text{ (Cl)},$

$D : Z = 19 \text{ (K)}, E : Z = 20 \text{ (Ca)}.$

a) Elemento más electronegativo

La electronegatividad aumenta hacia la derecha en un período y hacia arriba en un grupo. El flúor es el elemento más electronegativo de la tabla periódica y corresponde a **A**:

$\boxed{A}.$

b) Elemento de menor energía de ionización

La energía de ionización disminuye al bajar en un grupo y al desplazarse hacia la izquierda. El potasio, **D**, es el que presenta menor energía de ionización entre los cinco:

$\boxed{D}.$

c) Elemento que puede formar un anión divalente estable

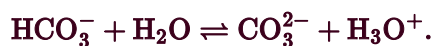
El átomo **B**, azufre, tiene configuración de valencia $3s^2 3p^4$. Al captar dos electrones alcanza $3s^2 3p^6$, configuración de gas noble:



Cuestión 3. Pares ácido-base conjugados

Una base conjugada se obtiene cuando un ácido pierde un protón; un ácido conjugado se obtiene cuando una base gana un protón.

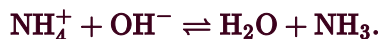
a)



Los pares conjugados son



b)



Los pares conjugados son



c)



Los pares conjugados son



Cuestión 4. Cantidades de amoníaco

La masa molar del amoníaco es

$$M(\text{NH}_3) = 14 + 3(1) = 17 \text{ g mol}^{-1}.$$

a) Moléculas que quedan

Inicialmente hay

$$N_0 = 8,5 \text{ g} \frac{1 \text{ mol}}{17 \text{ g}} \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{1 \text{ mol}} = 3,0115 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}.$$

Después de retirar $1,5 \cdot 10^{23}$ moléculas:

$$N = 3,0115 \cdot 10^{23} - 1,5 \cdot 10^{23} = \boxed{1,512 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de NH}_3}.$$

b) Masa de amoníaco que queda

$$m = 1,512 \cdot 10^{23} \frac{1 \text{ mol}}{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}} \frac{17 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = \boxed{4,27 \text{ g de NH}_3}.$$

c) Moles de átomos de hidrógeno

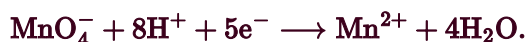
Cada molécula de NH_3 contiene tres átomos de hidrógeno:

$$n(\text{H}) = 1,512 \cdot 10^{23} \frac{1 \text{ mol NH}_3}{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}} \frac{3 \text{ mol H}}{1 \text{ mol NH}_3} = \boxed{0,75 \text{ mol de átomos de H}}.$$

Problema 1. Valoración redox con permanganato

a) Ajuste iónico y molecular

En medio ácido, el permanganato se reduce a Mn^{2+} :



El hierro(II) se oxida:



Multiplicando la segunda semirreacción por 5 y sumando:



La ecuación molecular ajustada es



b) Volumen de permanganato

Los moles de Fe^{2+} presentes son

$$n(\text{Fe}^{2+}) = CV = (0,050 \text{ mol L}^{-1})(0,030 \text{ L}) = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

La ecuación iónica muestra que un mol de permanganato reacciona con cinco moles de hierro(II):

$$n(\text{KMnO}_4) = \frac{1,50 \cdot 10^{-3}}{5} = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}.$$

Con $C = 0,020 \text{ mol L}^{-1}$, el volumen necesario es

$$V = \frac{n}{C} = \frac{3,00 \cdot 10^{-4}}{0,020} = 0,0150 \text{ L} = \boxed{15,0 \text{ mL}}.$$

Problema 2. Entalpía de la reacción entre metano y cloro



a) Mediante entalpías de enlace

Se rompen cuatro enlaces C-H y cuatro enlaces Cl-Cl. Se forman cuatro enlaces C-Cl y cuatro enlaces H-Cl:

$$\Delta H_r^\circ = \sum E(\text{enlaces rotos}) - \sum E(\text{enlaces formados}).$$

$$\Delta H_r^\circ = 4(415) + 4(244) - 4(330) - 4(430) = \boxed{-404 \text{ kJ mol}^{-1}}.$$

b) Mediante entalpías de formación

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

Como $\Delta H_f^\circ(\text{Cl}_2) = 0$:

$$\Delta H_r^\circ = [-106,6 + 4(-92,3)] - [-74,9] = \boxed{-400,9 \text{ kJ mol}^{-1}}.$$

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Bromuro de cadmio



b) Ácido selénico



c) Pent-1,3-dieno



d) Bi_2O_5

El bismuto está en número de oxidación +5:

óxido de bismuto(V).

e) NH_4Cl

cloruro de amonio.

f) $\text{CH} \equiv \text{CH}$

etino o acetileno.

Cuestión 2. Veracidad de afirmaciones

a) Algunas moléculas covalentes son polares

La afirmación es verdadera. Si existen enlaces con diferencia de electronegatividad y la geometría no compensa sus dipolos, la molécula tiene momento dipolar resultante. Por ejemplo, en H_2O los enlaces O-H son polares y la geometría angular impide su cancelación:

verdadera.

b) Los compuestos iónicos fundidos o disueltos conducen

La afirmación es verdadera. Al fundirse o disolverse, los iones dejan de estar fijos y pueden desplazarse bajo la acción de un campo eléctrico:

verdadera.

c) El agua tiene el punto de ebullición más elevado de los hidruros del grupo 16

La afirmación es verdadera. Las moléculas de agua forman enlaces de hidrógeno, mucho más intensos que las fuerzas de dispersión predominantes en H_2S , H_2Se y H_2Te :

verdadera.

Cuestión 3. Ley de velocidad

$$v = k[A][B].$$

a) Orden respecto de A

El orden parcial es el exponente de [A] en la ley de velocidad:

$$1.$$

b) Orden total

Se suman los exponentes de las concentraciones:

$$n = 1 + 1 = 2.$$

c) Unidades de k

La velocidad tiene unidades $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$. Por tanto,

$$[k] = \frac{\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}}{(\text{mol L}^{-1})^2} = \boxed{\text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}}.$$

Cuestión 4. Reacciones orgánicas

a) Adición de cloro al propeno



1,2-dicloropropano.

b) Adición de HCl al propeno

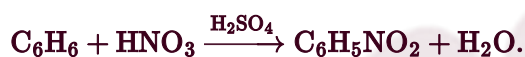
La adición principal sigue la regla de Markovnikov: el cloro queda en el carbono más sustituido:



2-cloropropano.

c) Nitración del benceno

En presencia de ácido sulfúrico se genera el electrófilo nitronio y se sustituye un hidrógeno del anillo:



nitrobenceno.

Problema 1. Dilución de ácido sulfúrico y neutralización

a) pH de la disolución diluida

La masa de los 10 mL de disolución comercial es

$$m_{\text{disolución}} = (10 \text{ mL})(1,17 \text{ g mL}^{-1}) = 11,7 \text{ g}.$$

La masa de ácido sulfúrico es

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,24(11,7) = 2,808 \text{ g}.$$

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

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{2,808}{98} = 2,865 \cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

Al diluir hasta **0,100 L**:

$$C_{\text{ácido}} = \frac{2,865 \cdot 10^{-2}}{0,100} = 0,2865 \text{ M}.$$

En el modelo de ácido fuerte utilizado por el ejercicio:



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2C = 0,5731 \text{ M}.$$

Así,

$$\text{pH} = -\log(0,5731) = \boxed{0,24}.$$

b) Volumen que neutraliza la disolución de KOH

La disolución de KOH contiene en 10 mL:

$$m_{\text{disolución}} = (10 \text{ mL})(1,05 \text{ g mL}^{-1}) = 10,5 \text{ g},$$

$$m(\text{KOH}) = 0,15(10,5) = 1,575 \text{ g}.$$

Con $M(\text{KOH}) = 39 + 16 + 1 = 56 \text{ g mol}^{-1}$:

$$n(\text{KOH}) = \frac{1,575}{56} = 2,8125 \cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

La neutralización es



Los moles de ácido necesarios son

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{2,8125 \cdot 10^{-2}}{2} = 1,40625 \cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

El volumen de la disolución preparada que contiene esos moles es

$$V = \frac{n}{C} = \frac{1,40625 \cdot 10^{-2}}{0,2865} = 0,0491 \text{ L} = \boxed{49,1 \text{ mL}}.$$

Problema 2. Disociación del tetróxido de dinitrógeno



a) Valor de K_c

La masa molar del tetróxido es

$$M(\text{N}_2\text{O}_4) = 2(14) + 4(16) = 92 \text{ g mol}^{-1}.$$

Los moles iniciales son

$$n_0 = \frac{0,40}{92} = 4,348 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

Con un grado de disociación $\alpha = 0,416$, la tabla de equilibrio es

	N_2O_4	NO_2
moles iniciales	n_0	0
variación	$-\alpha n_0$	$+2\alpha n_0$
moles de equilibrio	$(1 - \alpha)n_0$	$2\alpha n_0$

$$n_{\text{eq}}(\text{N}_2\text{O}_4) = (1 - 0,416)(4,348 \cdot 10^{-3}) = 2,539 \cdot 10^{-3} \text{ mol},$$

$$n_{\text{eq}}(\text{NO}_2) = 2(0,416)(4,348 \cdot 10^{-3}) = 3,617 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

En $V = 0,200 \text{ L}$:

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{2,539 \cdot 10^{-3}}{0,200} = 1,2695 \cdot 10^{-2} \text{ M},$$

$$[\text{NO}_2] = \frac{3,617 \cdot 10^{-3}}{0,200} = 1,8085 \cdot 10^{-2} \text{ M}.$$

La expresión de la constante es

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(1,8085 \cdot 10^{-2})^2}{1,2695 \cdot 10^{-2}} = \boxed{2,58 \cdot 10^{-2}}.$$

b) Valor de K_p

Para $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$, $\Delta n = 2 - 1 = 1$. Por tanto,

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = K_c RT.$$

Con $T = 45 + 273,15 = 318,15 \text{ K}$:

$$K_p = (2,58 \cdot 10^{-2})(0,082)(318,15) = \boxed{0,673 \text{ atm}}.$$