

Química — Andalucía 2017 extraordinaria

Indicaciones de resolución

Se resuelven las dos opciones completas. En los apartados numéricos se escriben primero la reacción, la ley o la expresión de equilibrio y después la sustitución de datos con unidades.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Dihidruro de cobalto



b) Hipoyodito de mercurio (II)

El ion hipoyodito es IO^- :



c) Ácido butanoico



d) SrO_2

peróxido de estroncio.

e) H_3AsO_4

ácido arsénico.

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

propan-1-amina.

Cuestión 2. Propiedades periódicas

a) Radio de Li^+ y He

Ambas especies tienen dos electrones. Sin embargo, Li^+ tiene tres protones y He solo dos. La atracción nuclear es mayor en Li^+ , por lo que su nube electrónica está más contraída:

He tiene menor radio; Li^+ tiene mayor radio.

b) Afinidad electrónica de O y N

N y O están en el mismo periodo. El oxígeno tiene mayor tendencia general a captar un electrón. Aunque el nitrógeno posee el subnivel $2p$ semilleno, especialmente estable, al añadirle un electrón se rompe esa estabilidad; por ello el oxígeno presenta mayor afinidad electrónica:

El oxígeno tiene mayor afinidad electrónica que el nitrógeno.

c) Energía de ionización de Na y Cl

Na y Cl están en el periodo 3. Al avanzar hacia la derecha aumenta la carga nuclear efectiva y cuesta más arrancar un electrón:

El cloro tiene mayor energía de ionización que el sodio.

Cuestión 3. Producto de solubilidad

Para una sal poco soluble:



a) Adición de un ion común

Al añadir uno de los iones que forman la sal aumenta su concentración. El equilibrio se desplaza hacia la izquierda para reducirla:

Verdadera: disminuye la solubilidad.
b) Condición para precipitar

Si el producto iónico $Q = [M^+][X^-]$ es igual a K_{ps} , la disolución está saturada y no existe precipitación neta. El precipitado aparece cuando $Q > K_{ps}$:

Falsa: con $Q = K_{ps}$ no precipita netamente; debe cumplirse $Q > K_{ps}$.
c) Extracción de precipitado

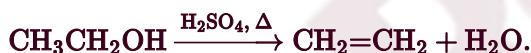
Mientras quede sólido, la actividad del sólido puro no cambia y el equilibrio mantiene las concentraciones de saturación. Extraer parte del precipitado no desplaza por sí mismo el equilibrio hacia más sólido:

Falsa: retirar precipitado no hace que se forme más sólido mientras quede sólido.
Cuestión 4. Reacciones orgánicas
a) Hidrogenación de un alquino

Un triple enlace puede adicionar dos moléculas de hidrógeno en presencia de catalizador:


Verdadera: el alquino puede transformarse en alcano.
b) Deshidratación del etanol

La deshidratación del etanol produce eteno, no etino:


Falsa: se obtiene eteno, no etino.
c) Nitración del benceno

La nitración es una sustitución electrofílica aromática y forma nitrobenceno:


Falsa: se forma un nitroderivado, no un aminoderivado.
Problema 1. Dilución de ácido clorhídrico
a) pH de la disolución diluida

En 25 mL de agua fuerte hay

$$m_{\text{disolución}} = (1,09 \text{ g mL}^{-1})(25 \text{ mL}) = 27,25 \text{ g},$$

$$m(HCl) = 0,25(27,25) = 6,8125 \text{ g}.$$

La masa molar del HCl es

$$M(HCl) = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ g mol}^{-1}.$$

$$n(HCl) = \frac{6,8125}{36,5} = 0,1866 \text{ mol}.$$

Al diluir hasta 0,250 L:

$$[HCl] = \frac{0,1866}{0,250} = 0,7466 \text{ M}.$$

El HCl es un ácido fuerte y se disocia completamente, de modo que $[H_3O^+] = 0,7466 \text{ M}$:

$$pH = -\log(0,7466) = 0,127.$$

$$pH = 0,127.$$

b) Neutralización con hidróxido de calcio


En **20 mL** de la disolución diluida:

$$n(\text{HCl}) = (0,7466 \text{ mol L}^{-1})(0,020 \text{ L}) = 0,01493 \text{ mol.}$$

La disolución de hidróxido contiene **37 g L⁻¹**. Como $M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ g mol}^{-1}$:

$$[\text{Ca(OH)}_2] = \frac{37}{74} = 0,500 \text{ M.}$$

La estequiometría requiere

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{0,01493}{2} = 0,007465 \text{ mol.}$$

$$V = \frac{n}{M} = \frac{0,007465}{0,500} = 0,01493 \text{ L} = 14,9 \text{ mL.}$$

$$\boxed{V(\text{Ca(OH)}_2) = 14,9 \text{ mL}.}$$

Problema 2. Obtención de monóxido de nitrógeno



a) Ajuste por el método del ion-electrón

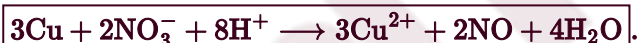
Oxidación del cobre:



Reducción del nitrato:



Multiplicando la oxidación por tres y la reducción por dos:



La ecuación molecular es



b) Masa de cobre

La presión del NO es

$$P = \frac{750}{760} = 0,9868 \text{ atm, } T = 25 + 273 = 298 \text{ K.}$$

Con $PV = nRT$:

$$n(\text{NO}) = \frac{PV}{RT} = \frac{(0,9868)(0,500)}{(0,082)(298)} = 0,0202 \text{ mol.}$$

La ecuación indica que **3** moles de Cu producen **2** moles de NO:

$$n(\text{Cu}) = 0,0202 \cdot \frac{3}{2} = 0,0303 \text{ mol,}$$

$$m(\text{Cu}) = (0,0303)(63,5) = 1,92 \text{ g.}$$

$$\boxed{m(\text{Cu}) \approx 1,92 \text{ g}.}$$

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Cloruro de amonio



b) Ácido fosfórico**c) But-2-ino****d) CaO_2**

peróxido de calcio.

e) Nitrito de cobre (II)

nitrito de cobre (II).

f) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$

metil etanoato o acetato de metilo.

Cuestión 2. Capacidad de los subniveles**a) Electrones con $n = 3$**

El nivel $n = 3$ contiene los subniveles $3s$, $3p$ y $3d$, con capacidades 2, 6 y 10:

$$N_{\text{max}} = 2 + 6 + 10 = 18.$$

Falsa: el máximo es 18 electrones, no 14.

b) Tres electrones en $3p$

El subnivel p tiene tres orbitales. Por la regla de Hund, los tres primeros electrones se colocan desapareados, uno en cada orbital:

Falsa: en $3p^3$ hay tres electrones desapareados.

c) Capacidad de $4s$

Un subnivel s tiene un único orbital y cada orbital admite como máximo dos electrones con espines opuestos:

Verdadera: $4s$ puede contener como máximo dos electrones.

Cuestión 3. Enlace y propiedades**a) Metanol frente a metano**

El metanol contiene un grupo $-\text{OH}$ y forma enlaces de hidrógeno. El metano es apolar y solo presenta fuerzas de dispersión:

Sí, el metanol tiene mayor punto de ebullición que el metano.

b) KCl frente a Cl_2

KCl es un sólido iónico con una red de atracciones electrostáticas intensas, mientras que Cl_2 es molecular apolar:

Sí, KCl tiene mayor punto de fusión que Cl_2 .

c) Solubilidad en agua

El agua es polar y estabiliza los iones de KCl mediante interacciones ion-dipolo. CCl_4 es apolar y no se mezcla apreciablemente con agua:

La sustancia soluble en agua es KCl.

Cuestión 4. Cinética química

$$v = k[\text{A}]^2[\text{B}].$$

a) Órdenes parciales y total

El orden parcial respecto de A es el exponente de $[\text{A}]$, y el de B el exponente de $[\text{B}]$. Como C no aparece, su orden respecto de la ley experimental es cero:

$$n_A = 2, n_B = 1, n_C = 0, n_{\text{total}} = 3.$$

b) Unidades de la constante

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

$$k = \frac{v}{[A]^2[B]} = \frac{\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}}{(\text{mol L}^{-1})^3} = \text{L}^2 \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}.$$

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

c) Reactivo consumido más rápido

La relación entre velocidades de desaparición y la estequiometría es

$$-\frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{d[B]}{dt} = -\frac{d[C]}{dt}.$$

Por cada mol de A o C se consumen dos moles de B:

$$\text{El reactivo B se consume más rápido.}$$

Problema 1. Descomposición del cianuro de amonio



Como se parte del vacío y los gases se forman en proporción **1 : 1**, a equilibrio cada uno ejerce la mitad de la presión total:

$$p_{\text{NH}_3} = p_{\text{HCN}} = \frac{0,300}{2} = 0,150 \text{ atm.}$$

a) Valores de K_p y K_c

El sólido puro no aparece en la expresión de equilibrio:

$$K_p = p_{\text{NH}_3} p_{\text{HCN}} = (0,150)(0,150) = 0,0225.$$

Aquí $\Delta n = 2$, por lo que

$$K_p = K_c(RT)^2.$$

Con $T = 11 + 273 = 284 \text{ K}$:

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^2} = \frac{0,0225}{[(0,082)(284)]^2} = 4,15 \cdot 10^{-5}.$$

$$K_p = 0,0225, K_c = 4,15 \cdot 10^{-5}.$$

b) Masa máxima descompuesta

Los moles de cada gas en el equilibrio se obtienen con $PV = nRT$:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{pV}{RT} = \frac{(0,150)(2,00)}{(0,082)(284)} = 0,0129 \text{ mol.}$$

La estequiometría indica que un mol de NH_4CN produce un mol de NH_3 . Por ello se descomponen **0,0129 mol** de sal. Su masa molar es

$$M(\text{NH}_4\text{CN}) = 14 + 4(1) + 12 + 14 = 44 \text{ g mol}^{-1}.$$

$$m = (0,0129)(44) = 0,567 \text{ g.}$$

$$m_{\text{max}}(\text{NH}_4\text{CN}) \approx 0,57 \text{ g.}$$

Problema 2. Electrólisis de cloruro de litio

En el cátodo y el ánodo:

**a) Intensidad para descomponer 15 g en dos horas**

La masa molar del LiCl es

$$M(\text{LiCl}) = 7 + 35,5 = 42,5 \text{ g mol}^{-1}.$$

$$n(\text{LiCl}) = \frac{15}{42,5} = 0,3529 \text{ mol}.$$

Cada ion litio necesita un electrón, así que

$$Q = nF = (0,3529)(96500) = 3,4059 \cdot 10^4 \text{ C}.$$

Para $t = 2 \text{ h} = 7200 \text{ s}$:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{3,4059 \cdot 10^4}{7200} = 4,73 \text{ A}.$$

$$\boxed{I = 4,73 \text{ A} .}$$

b) Volumen de cloro en la primera media hora

En **1800 s** circula

$$Q' = It = (4,73)(1800) = 8514 \text{ C}.$$

Los moles de electrones y de litio formados son

$$n(\text{e}^-) = \frac{8514}{96500} = 0,0882 \text{ mol}.$$

Como se necesitan dos electrones por cada mol de Cl_2 :

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{0,0882}{2} = 0,0441 \text{ mol}.$$

Con $T = 23 + 273 = 296 \text{ K}$ y $P = 755/760 = 0,9934 \text{ atm}$:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{(0,0441)(0,082)(296)}{0,9934} = 1,08 \text{ L}.$$

$$\boxed{V(\text{Cl}_2) \approx 1,08 \text{ L} .}$$