

Indicaciones de resolución

El examen presenta dos opciones. Se resuelven todas las cuestiones y problemas de ambas para que el documento sirva como referencia completa. En los apartados numéricos se muestran las reacciones, las expresiones de las constantes y las unidades.

Opción A

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Óxido de vanadio (V)



b) Hidruro de magnesio

El magnesio forma Mg^{2+} y el hidruro es H^- :



c) N-metiletanamida

La etanamida es CH_3CONH_2 . Sustituyendo un hidrógeno del nitrógeno por un metilo:



d) $\text{Sr}(\text{OH})_2$

hidróxido de estroncio.

e) $\text{Sn}(\text{IO}_3)_2$

El anión yodato es IO_3^- ; dos aniones exigen estaño en estado +2:

yodato de estaño (II).

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

Se numera desde el carbono del grupo carboxilo. El bromo queda en el carbono 2:

ácido 2-bromopropanoico.

Cuestión 2. Números cuánticos

Las reglas son

$$n = 1, 2, 3, \dots, 0 \leq \ell \leq n - 1, -\ell \leq m_\ell \leq \ell, m_s = \pm \frac{1}{2}.$$

1. El conjunto (4, 2, 0, +1/2) es posible y corresponde a 4d.
2. El conjunto (3, 3, 2, -1/2) es imposible porque para $n = 3$ debe ser ℓ menor que 3.
3. El conjunto (2, 0, 1, +1/2) es imposible porque si $\ell = 0$, m_ℓ debe ser 0.
4. El conjunto (2, 0, 0, -1/2) es posible y corresponde a 2s.

Combinaciones posibles: $(4, 2, 0, +\frac{1}{2})$ y $(2, 0, 0, -\frac{1}{2})$.

Como $n + \ell$ vale 2 para 2s y 6 para 4d, el orden creciente de energía es

$$2s < 4d.$$

Cuestión 3. Equilibrio de formación de hidrógeno



a) Adición de carbono sólido

El carbono es un sólido puro y no aparece en la expresión de la constante. Añadir más sólido no cambia el equilibrio mientras quede carbono presente.

El rendimiento de H₂ no cambia.

b) Aumento de temperatura

La reacción directa es endotérmica; al aumentar la temperatura el equilibrio se desplaza hacia los productos:

Aumenta la producción de H₂.

c) Reducción del volumen

Hay un mol gaseoso en los reactivos y dos en los productos. Al reducir el volumen, el equilibrio se desplaza hacia el lado con menos moles gaseosos, el izquierdo:

Disminuye la producción de H₂.

Cuestión 4. Afirmaciones de química orgánica

a) Regla de Markovnikov y eliminación

Falsa. La regla de Markovnikov predice la orientación de determinadas adiciones a dobles o triples enlaces, no el producto mayoritario de una eliminación.

b) Adición de halógenos a un alquino

Verdadera. Un alquino puede adicionar una molécula de halógeno para formar un dihaloalqueno y, con exceso, una segunda molécula para formar un tetrahaloalcano.

c) Luz polarizada e isomería geométrica

Falsa. La desviación del plano de luz polarizada indica actividad óptica y, normalmente, quiralidad. La isomería geométrica requiere una restricción de giro, como un doble enlace o un ciclo.

Problema 1. Ácido benzoico y neutralización

a) Concentración del ácido benzoico



Del pH,

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,3} = 5,01 \cdot 10^{-3} \text{ M}.$$

Si C_0 es la concentración inicial, la concentración de ácido en el equilibrio es $C_0 - x$. Por tanto,

$$K_a = \frac{x^2}{C_0 - x}, \quad C_0 = x + \frac{x^2}{K_a}.$$
$$C_0 = 5,01 \cdot 10^{-3} + \frac{(5,01 \cdot 10^{-3})^2}{6,31 \cdot 10^{-5}} = 0,403 \text{ M}.$$

$C_0 \approx 0,40 \text{ M}.$

b) Masa de hidróxido de bario

$$m_{\text{disolución}} = 25 \text{ mL} \cdot 1,356 \text{ g mL}^{-1} = 33,9 \text{ g},$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0,58 \cdot 33,9 = 19,66 \text{ g}.$$

La masa molar del ácido nítrico es 63 g mol^{-1} :

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{19,66}{63} = 0,312 \text{ mol}.$$



Se necesitan $0,312/2 = 0,156$ mol de $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Como

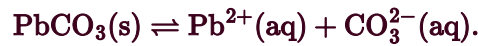
$$M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 137 + 2(16 + 1) = 171 \text{ g mol}^{-1},$$

$$m = 0,156 \cdot 171 = 26,7 \text{ g}.$$

$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) \approx 26,5\text{--}26,7 \text{ g}.$

Problema 2. Solubilidad y precipitación del carbonato de plomo

a) Solubilidad del PbCO_3



Si la solubilidad molar es s ,

$$K_{ps} = s^2, \quad s = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-15}} = 3,87 \cdot 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}.$$

$$S = 3,87 \cdot 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}.$$

b) Comprobación de la precipitación

$$n(\text{Pb}^{2+}) = 0,150 \cdot 0,04 = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol},$$

$$n(\text{CO}_3^{2-}) = 0,050 \cdot 0,01 = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}.$$

El volumen total es $0,200 \text{ L}$, luego

$$[\text{Pb}^{2+}] = 0,030 \text{ M}, \quad [\text{CO}_3^{2-}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}.$$

$$Q = [\text{Pb}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 0,030 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 7,5 \cdot 10^{-5}.$$

Como el cociente iónico Q supera el valor de K_{ps} , la disolución está sobresaturada:

Si, se produce precipitación de PbCO_3 .

Opción B

Cuestión 1. Formulación y nomenclatura

a) Peróxido de estroncio



b) Bromuro de hidrógeno



c) 4-metilpentan-2-ona



d) Mn_2O_7

óxido de manganeso (VII).

e) H_3AsO_3

ácido arsenioso (III).

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

etanoato de metilo, o acetato de metilo.

Cuestión 3. Ácido-base

a) Fuerza de una base y de su ácido conjugado

Falsa. Para un par conjugado se cumple

$$K_a K_b = K_w.$$

Por tanto, cuanto más fuerte es la base, más débil es su ácido conjugado.

b) pOH de una disolución básica

Verdadera a 25°C . Una disolución básica tiene pH mayor que 7 y, como

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14,$$

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

c) Anfoterismo de H_2PO_4^-

Verdadera. Puede ceder un protón:



y también aceptarlo:



Por eso es anfótero según Brönsted-Lowry.

Cuestión 4. Química orgánica

Consideramos



a) Carbono quiral

En $\text{CH}_2=\text{CHCHOHCH}_3$, el carbono que porta el OH está unido a H, OH, CH_3 y $\text{CH}=\text{CH}_2$, cuatro sustituyentes diferentes. Los otros compuestos no tienen un carbono con cuatro sustituyentes diferentes:

Solo $\text{CH}_2=\text{CHCHOHCH}_3$ presenta un carbono quiral.

b) Compuestos isómeros

$\text{CH}_2=\text{CHCHOHCH}_3$ y $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ tienen fórmula $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ y distinta conectividad:

$\text{CH}_2=\text{CHCHOHCH}_3$ y $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ son isómeros.

c) Compuestos que dan un alqueno por eliminación

Los alcoholes pueden deshidratarse en medio ácido. Por tanto, dan alquenos $\text{CH}_2=\text{CHCHOHCH}_3$, que puede formar butadieno, y $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$, que forma propeno:

$\text{CH}_2=\text{CHCHOHCH}_3$ y $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$.

Problema 1. Equilibrio del cloruro de nitrosilo



a) Cálculo de K_c

Inicialmente hay 0,043 mol de NOCl y 0,010 mol de Cl_2 . En el equilibrio quedan 0,031 mol de NOCl, así que han reaccionado 0,012 mol.

Si ξ es el avance, $2\xi = 0,012$, de modo que $\xi = 0,006$ mol. La tabla de moles es

	NOCl	NO	Cl_2
Inicial	0,043	0	0,010
Variación	-0,012	+0,012	+0,006
Equilibrio	0,031	0,012	0,016

En 2 L:

$$[\text{NOCl}] = 0,0155 \text{ M}, [\text{NO}] = 0,0060 \text{ M}, [\text{Cl}_2] = 0,0080 \text{ M}.$$

La constante es

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{(0,0060)^2(0,0080)}{(0,0155)^2} = 1,20 \cdot 10^{-3}.$$

$$\boxed{K_c = 1,2 \cdot 10^{-3}}.$$

b) Presiones total y parciales

$$n_{\text{total}} = 0,031 + 0,012 + 0,016 = 0,059 \text{ mol}, T = 30 + 273 = 303 \text{ K}.$$

$$P_{\text{total}} = \frac{nRT}{V} = \frac{0,059 \cdot 0,082 \cdot 303}{2} = 0,73 \text{ atm}.$$

Las presiones parciales son

$$P_{\text{NOCl}} = \frac{0,031 \cdot 0,082 \cdot 303}{2} = 0,385 \text{ atm},$$

$$P_{\text{NO}} = \frac{0,012 \cdot 0,082 \cdot 303}{2} = 0,15 \text{ atm},$$

$$P_{\text{Cl}_2} = \frac{0,016 \cdot 0,082 \cdot 303}{2} = 0,20 \text{ atm}.$$

$$P_t = 0,73 \text{ atm}, P_{\text{NOCl}} = 0,385 \text{ atm}, P_{\text{NO}} = 0,15 \text{ atm}, P_{\text{Cl}_2} = 0,20 \text{ atm}.$$

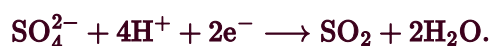
Problema 2. Oxidación del bromuro por ácido sulfúrico

a) Ajuste iónico y molecular

Oxidación del bromuro:



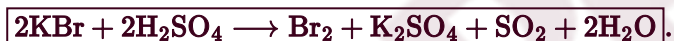
Reducción del sulfato:



Sumando,



La ecuación molecular es



b) Volumen de bromo

$$M(\text{KBr}) = 39 + 80 = 119 \text{ g mol}^{-1}, n(\text{KBr}) = \frac{130}{119} = 1,092 \text{ mol}.$$

La estequiometría produce un mol de Br_2 por cada dos moles de KBr:

$$n(\text{Br}_2) = \frac{1,092}{2} = 0,546 \text{ mol},$$

$$m(\text{Br}_2) = 0,546 \cdot 160 = 87,4 \text{ g}.$$

Con densidad $2,92 \text{ g mL}^{-1}$,

$$V = \frac{87,4}{2,92} = 29,9 \text{ mL}.$$

$$V(\text{Br}_2) \approx 29,93 \text{ mL}.$$