

Resolución razonada de las cuestiones y de las dos opciones.

Cuestiones

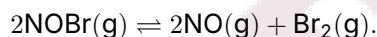
Cuestión 1 · Tendencias periódicas

Los números atómicos 7, 13 y 15 corresponden, respectivamente, a N, Al y P. Sus configuraciones terminan en $2p^3$, $3p^1$ y $3p^3$.

- Al y P están en el período 3; N está en el período 2.
- N y P pertenecen al grupo 15, pues tienen cinco electrones de valencia.
- El radio atómico aumenta al bajar en un grupo y disminuye al avanzar en un período. Así, el orden creciente es $N < P < Al$.
- Entre Al y P, el primer potencial de ionización es mayor para P. Además de atraer más fuertemente al electrón externo por su posición, P tiene la subcapa $3p^3$ semillena, de estabilidad adicional.

$$r_N < r_P < r_{Al}; \quad EI_1(P) > EI_1(Al).$$

Cuestión 2 · Desplazamiento de un equilibrio



- a) Añadir NOBr aumenta la cantidad de reactivo; el sistema consume parte de él desplazándose a la derecha y aumenta $n(\text{Br}_2)$.
- b) Al aumentar el volumen baja la presión. El lado derecho tiene tres moles gaseosos frente a dos a la izquierda; el equilibrio se desplaza a la derecha y aumenta $n(\text{Br}_2)$.
- c) Añadir NO, producto, desplaza el equilibrio a la izquierda y disminuye $n(\text{Br}_2)$.
- d) Un catalizador acelera por igual las reacciones directa e inversa, pero no cambia la composición de equilibrio.

Br_2 aumenta en a) y b), disminuye en c) y no cambia en d).

Cuestión 3 · Comparación de ácidos y bases

La fuerza de un ácido aumenta con K_a . Por tanto, el ácido salicílico ($K_a = 10^{-3}$) es más fuerte y el benzoico ($K_a = 2 \cdot 10^{-5}$) es más débil.

- b)–c) A igual concentración, el ácido más fuerte se disocia más y produce mayor $[\text{H}_3\text{O}^+]$; la disolución salicílica tiene mayor grado de disociación y menor pH.
- d) Cuanto más fuerte es un ácido, más débil es su base conjugada. Así, la base conjugada más débil es el salicilato.

Más débil: ácido benzoico; mayor α y menor pH: ácido salicílico; base más débil: salicilato.

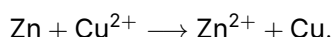
Cuestión 4 · Pila de cinc y cobre

- a) El esquema, con ánodo a la izquierda y cátodo a la derecha, es



El puente salino cierra el circuito y permite la migración de iones para mantener la neutralidad eléctrica de las disoluciones.

- b)–c) El cinc se oxida y es el ánodo. En el electrodo de cobre se reducen los iones cobre(II), por lo que es el cátodo. La reacción global es



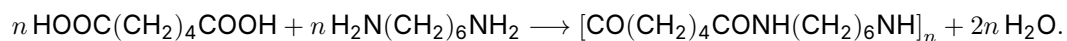
Los electrones circulan por el circuito exterior desde el electrodo de cinc al de cobre; la corriente convencional lo hace en sentido contrario.

- d) El cobre metálico se deposita sobre el electrodo de cobre, donde se reducen los iones Cu^{2+} .

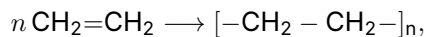
Ánodo: Zn; cátodo y lugar del depósito de Cu: electrodo de Cu.

Cuestión 5 · Síntesis del nailon 6,6

El ácido hexanodioico es $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ y la 1,6-hexanodiamina es $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$. Al reaccionar, los grupos carboxilo y amino forman enlaces amida y se elimina agua:



Es una polimerización por condensación. Otro procedimiento es la polimerización por adición, por ejemplo, del eteno:



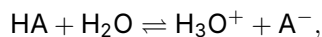
que da polietileno, usado en envases y bolsas.

El nailon 6,6 se forma por policondensación de un diácido y una diamina.

Opción A

Problema 1 · Ácido débil

Con concentración inicial $C = 0,010$ M y grado de disociación $\alpha = 0,25$, la concentración disociada es $x = \alpha C = 0,0025$ M. Para



las concentraciones de equilibrio son $C - x$, x y x . Por tanto,

$$K_a = \frac{x^2}{C - x} = \frac{(0,0025)^2}{0,0075} = 8,33 \cdot 10^{-4}.$$

Como $[\text{H}_3\text{O}^+] = x$, $\text{pH} = -\log(0,0025) = 2,60$. La relación entre las constantes conjugadas es $K_a K_b = K_w$:

$$K_b = \frac{10^{-14}}{8,33 \cdot 10^{-4}} = 1,20 \cdot 10^{-11}.$$

$$K_a = 8,33 \cdot 10^{-4}; \quad \text{pH} = 2,60; \quad K_b = 1,20 \cdot 10^{-11}.$$

Problema 2 · Formación y combustión del benceno

Las combustiones dadas son



Multiplicar la primera por 3 produce los mismos productos que la combustión de un mol de benceno. Por la ley de Hess,

$$\Delta H_{\text{form}} + (-3267) = 3(-1300), \quad \Delta H_{\text{form}} = -633 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

La formación es exotérmica. La masa molar del benceno es 78 g mol^{-1} ; quemar 1 g libera

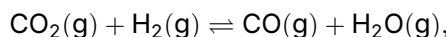
$$q = \frac{1 \text{ g}}{78 \text{ g mol}^{-1}}(-3267 \text{ kJ mol}^{-1}) = -41,9 \text{ kJ}.$$

$$\Delta H_{\text{form}} = -633 \text{ kJ mol}^{-1}; \quad q(1 \text{ g}) = -41,9 \text{ kJ}.$$

Opción B

Problema 1 · Equilibrio de agua-gas

Para



la extensión de reacción en el primer equilibrio es $x = 27,9$ mol. En un volumen común, estequiometría y concentraciones dan

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{(27,9)^2}{(21,4)(22,8)} = 1,595.$$

Si se parte de 60 mol de CO_2 y 40 mol de H_2 , reaccionan y mol de cada uno y se forman y mol de cada producto. Entonces

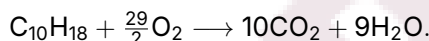
$$1,595 = \frac{y^2}{(60 - y)(40 - y)}.$$

La raíz que cumple $0 < y < 40$ es $y \approx 26,65$ mol. La otra raíz no puede representar una cantidad reaccionada porque excede el reactivo limitante.

$$n(\text{CO}_2) = 33,35; \quad n(\text{H}_2) = 13,35; \quad n(\text{CO}) = n(\text{H}_2\text{O}) = 26,65 \text{ mol.}$$

Problema 2 · Combustión de $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$

Ajustamos conservando primero C y H:



La masa molar del hidrocarburo es 138 g mol^{-1} ; por ello, 276 g son 2 mol y consumen $2(14,5) = 29$ mol de oxígeno. Si el aire contiene 21% de oxígeno en volumen, la cantidad de aire necesaria es $29/0,21 = 138,10$ mol. A 25°C y 1 atm:

$$V_{\text{aire}} = \frac{nRT}{P} = \frac{(138,10)(0,082)(298)}{1} = 3,37 \cdot 10^3 \text{ L.}$$

$$n(\text{O}_2) = 29 \text{ mol}; \quad V_{\text{aire}} \approx 3,37 \cdot 10^3 \text{ L.}$$