



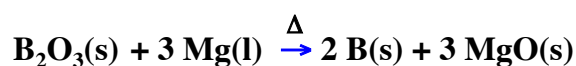
Ejercicios Tema 5: Química del Boro

Prof. Responsable: José María Moratal Mascarell. Catedrático de Química Inorgánica (jose.m.moratal@uv.es)

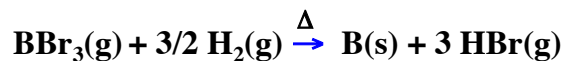
Ejercicios T-5: Boro

1.- Escribe las siguientes reacciones químicas ajustadas:

a) se calienta $B_2O_3(s)$ con $Mg(l)$



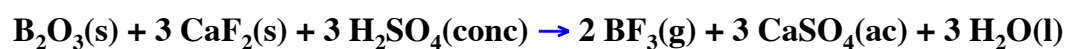
b) tribromuro de boro(g) con $H_2(g)$



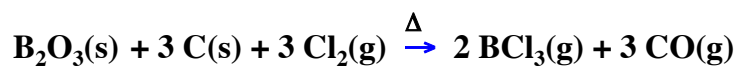
c) tricloruro de boro(l) con $H_2O(l)$



d) $B_2O_3(s)$ + $CaF_2(s)$ + $H_2SO_4(conc)$



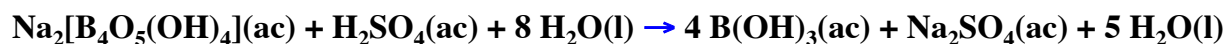
e) se calienta a $500^\circ C$, $B_2O_3(s)$, $C(s)$ y $Cl_2(g)$



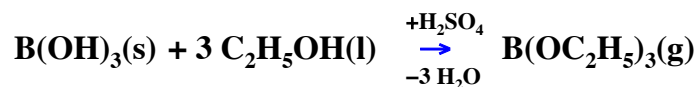
Ejercicios T-5: Boro

1.- Escribe las siguientes reacciones químicas ajustadas:

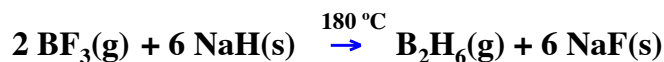
f) $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4](\text{ac}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$



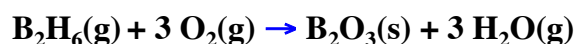
g) $\text{H}_3\text{BO}_3(\text{s})$ con $\text{etanol}(\text{l})$ y $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{conc})$



h) calentar a 180°C $\text{BF}_3(\text{g})$ con $\text{NaH}(\text{s})$



i) $\text{diborano}(\text{g})$ con $\text{O}_2(\text{g})$



j) diborano con $\text{agua}(\text{l})$



k) $\text{diborano}(\text{g})$ con $\text{NaH}(\text{s})$



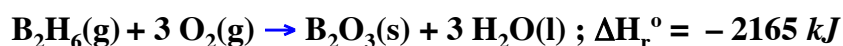
3

Ejercicios T-5: Boro

2.- Calcula la entalpía de formación estándar del trióxido de boro, $\Delta H_f^\circ[\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})]$, teniendo en cuenta que la entalpía de combustión del diborano es $\Delta H^\circ[\text{combustión } \text{B}_2\text{H}_6(\text{g})] = -2165 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Datos.- $\Delta H_f^\circ(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -286$, $\text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) = +36$.

• **Solución:**



$$\Delta H_r^\circ = 1 \cdot \Delta H_f^\circ[\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})] + 3 \cdot (-286) - 36 ;$$

$$-2165 = 1 \cdot \Delta H_f^\circ[\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})] - 858 - 36$$

$$\Delta H_f^\circ[\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})] = -1271 \text{ kJ/mol}$$

4

Ejercicios T-5: Boro

3.- a) El boro forma el anión BC_2^{5-} ; escribe la estructura de Lewis de este anión y explica cuál es su geometría. b) El anión BN_2^{x-} es isoelectrónico con el anterior; determina cuál es la carga de dicho anión y su estructura.

• Solución:

• a) BC_2^{5-} : $C-B-C$

■ $n_{ev} = 3 + 2 \cdot 4 + 5 = 16$;

■ $n_{e\text{ oct}} = 3 \cdot 8 = 24$;

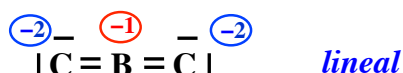
■ $n_{e\text{ comp}} = 24 - 16 = 8$;

■ $n_{e\sigma} = 2 \cdot 2 = 4$

■ $n_{e\pi} = 8 - 4 = 4$

■ pares solitarios:

– $N(PS) = (16-8)/2 = 4$



• b) BN_2^{x-} :

■ $n_{ev} = 16$; $16 = 3 + 2 \cdot 5 + x$

■ $x = 3$

■ BN_2^{3-} : $N-B-N$

■ $n_{ev} = 16$; $n_{e\text{ oct}} = 3 \cdot 8 = 24$;

■ $n_{e\text{ comp}} = 24 - 16 = 8$;

■ $n_{e\sigma} = 2 \cdot 2 = 4$

■ $n_{e\pi} = 8 - 4 = 4$

■ pares solitarios:

– $N(PS) = (16-8)/2 = 4$



Ejercicios T-5: Boro

4.- Los trihaluros de boro BX_3 , forman aductos con las bases de Lewis. Explica por qué la fuerza relativa como ácidos de Lewis sigue el orden: $BI_3 > BBr_3 > BCl_3 > BF_3$.

• Solución:

■ Teniendo en cuenta la electronegatividad del halógeno y los impedimentos estéricos (el átomo de B es pequeño)

– el mejor aceptor debería ser el BF_3

■ sin embargo, la formación del aducto implica la ruptura del enlace π que es más fuerte en BF_3 y se debilita de $F \rightarrow I$

■ por lo tanto, la secuencia es concordante con la existencia de enlace π

– y además el enlace π es el factor determinante

Ejercicios T-5: Boro

- 5.- El orden de estabilidad relativa de los aductos $L \cdot BH_3$ (donde L es una base de Lewis) es:
 $Me_2O < THF < Me_2S < Me_3N < Me_3P < H^-$
- a) ¿Qué ocurrirá cuando se adicione Me_3N a una disolución de $THF \cdot BH_3$ en $THF(l)$?
b) ¿Será estable el BH_4^- cuando se encuentre disuelto en $THF(l)$?

• **Solución:**

- a) la amina desplazará al THF formándose el aducto $Me_3N \cdot BH_3$
- b) BH_4^- es un aducto de BH_3 con H^-
 - puesto que su estabilidad es mayor que la del aducto $THF \cdot BH_3$,
 - » el THF no desplazará al H^-
 - consecuentemente el BH_4^- será estable en THF

Ejercicios T-5: Boro

- 6.- a) Nombra los siguientes boranos: B_4H_8 , $B_8H_8^{2-}$, B_6H_{10} , $B_{11}H_{15}$, $B_6H_6^{2-}$ y B_4H_{10} .
b) Explica y dibuja la estructura de los boranos B_4H_8 , B_6H_{10} , $B_{11}H_{15}$ y B_4H_{10} a partir del deltaedro cerrado del que se derivan respectivamente.

• **Solución:**

- a)
 - B_4H_8 es un borano del tipo $B_nH_{n+4} \rightarrow$ *nido*–tetraborano(8)
 - $B_8H_8^{2-}$ es un borano del tipo $B_nH_n^{2-} \rightarrow$ *closo*–octahidrooctaborato(2–)
 - B_6H_{10} es un borano del tipo $B_nH_{n+4} \rightarrow$ *nido*–hexaborano(10)
 - $B_{11}H_{15}$ borano del tipo $B_nH_{n+4} \rightarrow$ *nido*–undecaborano(15)
 - $B_6H_6^{2-}$ borano del tipo $B_nH_n^{2-} \rightarrow$ *closo*–hexahidroxaborato(2–)
 - B_4H_{10} borano del tipo $B_nH_{n+6} \rightarrow$ *aracno*–tetraborano(10)

Ejercicios T-5: Boro

6.-

b) Explica y dibuja la estructura de los boranos B_4H_8 , B_6H_{10} , $B_{11}H_{15}$ y B_4H_{10} a partir del deltaedro cerrado del que se derivan respectivamente.

• Solución:

■ b)

– B_4H_8 → deriva del deltaedro cerrado de 5 vértices, bipirámide trigonal, al que se le ha suprimido un vértice de mayor conectividad



– B_6H_{10} → deriva del deltaedro cerrado de 7 vértices, bipirámide pentagonal, al que se le ha suprimido un vértice de mayor conectividad



9

Ejercicios T-5: Boro

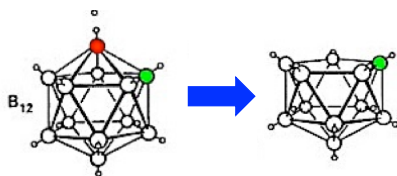
6.-

b) Explica y dibuja la estructura de los boranos B_4H_8 , B_6H_{10} , $B_{11}H_{15}$ y B_4H_{10} a partir del deltaedro cerrado del que se derivan respectivamente.

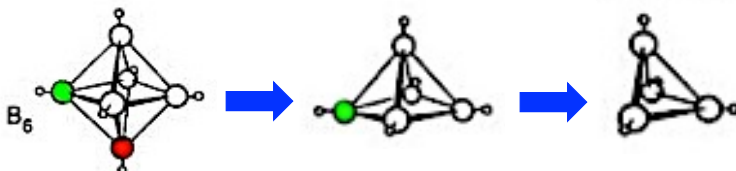
• Solución:

■ b)

– $B_{11}H_{15}$ deriva del deltaedro cerrado de 12 vértices, icosaedro, al que se le ha suprimido un vértice de mayor conectividad



– B_4H_{10} deriva del deltaedro cerrado de 6 vértices, octaedro, al que se elimina un vértice del octaedro y después se elimina un vértice de la cara abierta



10

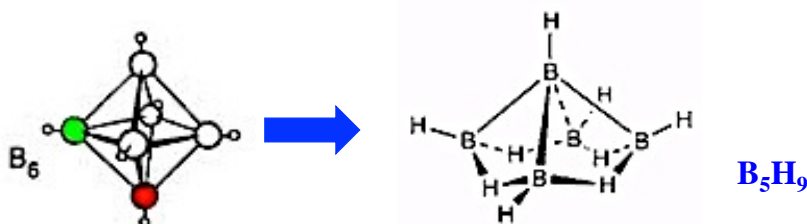
Ejercicios T-5: Boro

7.- El B_5H_{11} se puede preparar a partir del B_5H_9 , mediante reducción por dos electrones del B_5H_9 , seguida de protonación de la especie aniónica resultante:

- Explica las estructuras de los boranos B_5H_9 y B_5H_{11} , a partir del deltaedro cerrado del que se derivan respectivamente
- Nombra los dos boranos neutros, B_5H_9 y B_5H_{11} , y la especie aniónica intermedia

Solución:

- a1) B_5H_9 es un *nido* borano
 - su estructura deriva de un octaedro al que se le ha suprimido un vértice



» estructura → pirámide de base cuadrada

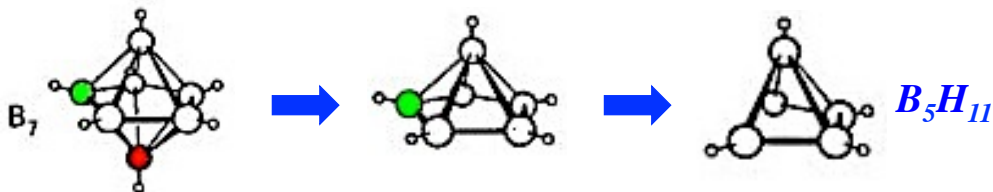
11

7.- a) Explica las estructuras de los boranos B_5H_9 y B_5H_{11} , a partir del deltaedro cerrado del que se derivan respectivamente

- Nombra los dos boranos neutros, B_5H_9 y B_5H_{11} , y la especie aniónica intermedia

Solución:

- a2) B_5H_{11} es un *aracno* borano
 - su estructura deriva de una bipirámide pentagonal a la que se le han suprimido dos vértices
 - la supresión del 1er vértice → pirámide de base pentagonal
 - la supresión del 2º vértice ocurre en la cara abierta



- b) B_5H_9 : *nido*-pentaborano(9)
 - $B_5H_9^{2-}$: *aracno*-nonahidropentaborato(2-)
 - B_5H_{11} : *aracno*-pentaborano(11)

12