

# TERMOQUÍMICA

- 1) Calcula el trabajo de expansión que experimenta un sistema formado por 1 mol de agua líquida a 100°C que se calienta hasta que su temperatura alcanza los 200°C. Supón que la presión es, en todo momento, de 1 atm y que el vapor de agua se comporta como un gas ideal.

**Dato:**  $\rho_{\text{agua líquida}} = 1 \text{ g/mL}$

**Sol.:** -3929 J.

- 2) Calcula el trabajo de expansión que experimenta un sistema formado por 1 mol de agua líquida a 100°C que se calienta hasta que su temperatura alcanza los 200°C. Supón que la presión es, en todo momento, de 1 atm y que el vapor de agua se comporta como un gas ideal.

**Dato:**  $\rho_{\text{agua líquida}} = 1 \text{ g/mL}$

**Sol.:** -3929 J.

- 3) Calcula la cantidad de calor que hay que suministrar a 1 mol de agua, en fase líquida, a 100°C para que se transforme en vapor y alcance los 200°C.

**Datos:**  $c_{\text{evapor de agua}} = 1850 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$  y  $L_v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$

**Sol.:** 42930 J.

- 4) Cuando se realiza la combustión de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) en una bomba calorimétrica de volumen constante, se observa que se desprenden 2559 kJ por cada mol de azúcar que se quema con producción de dióxido de carbono gaseoso y vapor de agua. Determina la variación de la entalpía del proceso de combustión de la glucosa a 25°C.

**Sol.:** -2544 kJ/mol.

- 5) En Andalucía se encalan las casas con cal, que se obtiene por el apagado de la cal viva con agua, según la reacción:  $\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(s)}$

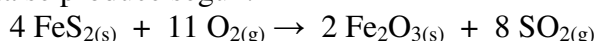
a. Calcule la entalpía de reacción en condiciones estándar, a 25°C.

b. ¿Cuánto calor se desprende a presión constante al apagar 250 kg de cal del 90% de riqueza en óxido de calcio?

**Datos:**  $\Delta H_f^\circ [\text{CaO(s)}] = -635,1 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O(l)}] = -285,8 \text{ kJ/mol}$  y

$\Delta H_f^\circ [\text{Ca(OH)}_2\text{(s)}] = -986,0 \text{ kJ/mol}$ ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$  y  $M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}$ .

- 6) La tostación de la piritita se produce según:



Calcule:

a) La entalpía de reacción estándar.

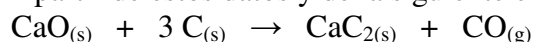
b) La cantidad de calor, a presión constante, desprendida en la combustión de 25 g de piritita del 90% de riqueza en peso.

**Datos:**  $\Delta H_f^\circ [\text{FeS}_{2(\text{s})}] = -177,5 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ [\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{s})}] = -822,2 \text{ kJ/mol}$  y

$\Delta H_f^\circ [\text{SO}_{2(\text{g})}] = -296,8 \text{ kJ/mol}$ .

**Selectividad 2008**

- 7) Las entalpías estándar de formación a 25°C del  $\text{CaO(s)}$ ,  $\text{CaC}_{2(\text{s})}$  y  $\text{CO(g)}$  son, respectivamente, -636, -61 y -111 kJ/mol. A partir de estos datos y de la siguiente ecuación:



Calcule:

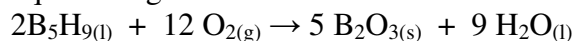
a) La cantidad de calor, a presión constante, necesaria para obtener una tonelada de  $\text{CaC}_2$ .

b) La cantidad de calor, a presión constante, necesaria para obtener 2 toneladas de  $\text{CaC}_2$  si el rendimiento del proceso es del 80 %.

**Masas atómicas (g/mol):** C = 12; Ca = 40.

**Selectividad 2006**

8) El pentaborano nueve se quema según la reacción:



Calcule:

a) La entalpía estándar de la reacción, a 25°C.

b) El calor que se desprende, a presión constante, en la combustión de un gramo de  $\text{B}_5\text{H}_9$ .

**Datos:**  $\Delta H^\circ_f [\text{B}_5\text{H}_9(\text{l})] = 73,2 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H^\circ_f [\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})] = -1263 \text{ kJ/mol}$ ;

$\Delta H^\circ_f [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$ .

**Masas atómicas:** H = 1; B = 11.

Selectividad 2002

9) A partir de los siguientes valores de enlace en kJ/mol: C = O (707); O = O (498); H-O (464) y C-H (414), calcule:

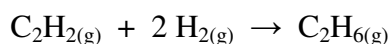
a. La variación de entalpía para la reacción:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ .

b. ¿Qué energía se desprende al quemar  $\text{CH}_4(\text{g})$  con 10,5 L de  $\text{O}_2$  medidos a 1 atm y 125°C?

Dato:  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Selectividad 2014

10) Calcule la variación de entalpía estándar de hidrogenación, a 25°C, del acetileno para formar etano según la reacción:



a) A partir de las energías medias de enlace.

b) A partir de las entalpías estándar de formación, a 25°C.

**Datos:** Energías medias de enlace en kJ/mol: (C-H) = 415; (H-H) = 436; (C-C) = 350;

(C≡C) = 825;  $\Delta H^\circ_f [\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})] = -85 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f [\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})] = 227 \text{ kJ/mol}$ .

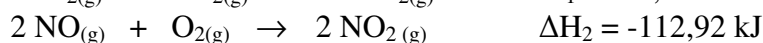
Selectividad 2004

11) a) Calcule la variación de entalpía de formación del amoníaco, a partir de los siguientes datos de energías de enlace: E (H-H) = 436 kJ/mol; E (N-H) = 389 kJ/mol y E (N≡N) = 945 kJ/mol.

b) Calcule la variación de energía interna en la formación del amoníaco a la temperatura de 25°C. Dato:  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Selectividad 2012

12) Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas:



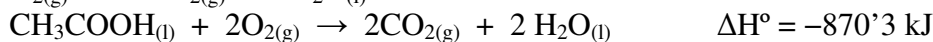
a. Calcule la entalpía de formación del monóxido de nitrógeno en las mismas condiciones de presión y temperatura.

b. Determine la cantidad de calor, a presión constante, que se desprende en la combustión de 90 g de monóxido de nitrógeno en las mismas condiciones.

**Masas atómicas** (g/mol): N = 14 y O = 16.

Selectividad 2009

13) Dadas las ecuaciones termoquímicas siguientes:



Calcule:

a) La entalpía estándar de formación del ácido acético.

b) La cantidad de calor, a presión constante, desprendido en la combustión de 1 kg de este ácido.

**Masas atómicas** (g/mol): C = 12; O = 16; H = 1.

Selectividad 2005

14) Las entalpías estándar de combustión a 25°C del C (grafito), y del CO gaseoso son respectivamente 393 kJ/mol y -283 kJ/mol.

a. Calcule la entalpía estándar, a 25°C, de formación del CO gaseoso.

b. Si se hace reaccionar a presión constante 140 g de CO con exceso de  $\text{O}_2$  para formar  $\text{CO}_2$  gaseoso, ¿qué cantidad de calor se desprenderá en esa reacción?

**Masas atómicas** (g/mol): C = 12 y O = 16.

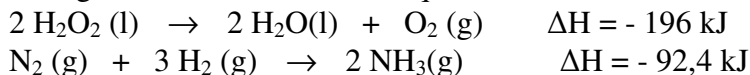
Selectividad 2012

15) Justifique la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

- Toda reacción exotérmica es espontánea.
- En toda reacción química espontánea, la variación de entropía es positiva.
- En el cambio de estado  $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)}$  se produce un aumento de entropía. **Selectividad 2003**

16) Calcule la variación de entropía que experimenta 1 mol de agua a  $100^\circ\text{C}$  cuando se evapora y queda a la misma temperatura. **Datos:**  $L_{\text{vap}} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ ;  $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$  y  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ .

17) Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas:



Justifique:

- El signo que probablemente tendrá la variación de entropía en cada caso.
- El proceso que será siempre espontáneo.
- El proceso que dependerá de la temperatura para ser espontáneo. **Selectividad 2012**

18) Dada la ecuación termoquímica, a  $25^\circ\text{C}$ :  $\text{N}_2(g) + 3 \text{H}_2(g) \rightarrow 2 \text{NH}_3(g)$   $\Delta H = -92,3 \text{ kJ}$   
Calcule:

- El calor de la reacción a volumen constante.
- La energía libre de Gibbs a la temperatura de  $25^\circ\text{C}$ .

**Datos:**  $S^0[\text{NH}_3(g)] = 192,3 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ ;  $S^0[\text{N}_2(g)] = 191 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ ;  $S^0[\text{H}_2(g)] = 130,8 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ ;  
 $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ . **Selectividad 2012**

19) Para la reacción:  $\text{CH}_4(g) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}(l) + \text{HCl}(g)$

- Calcule la entalpía de reacción estándar a  $25^\circ\text{C}$ , a partir de las entalpías de enlace y de las entalpías de formación en las mismas condiciones de presión y temperatura.
- Sabiendo que el valor de  $\Delta S^0$  de la reacción es  $11,1 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$  y utilizando el valor de  $\Delta H^0$  de la reacción obtenido a partir de los valores de las entalpías de formación, calcule el valor de  $\Delta G^0$ , a  $25^\circ\text{C}$ .

**Datos:**  $\Delta H_f^0[\text{CH}_4(g)] = -74,8 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^0[\text{CH}_3\text{Cl}(l)] = -82,0 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^0[\text{HCl}(g)] = -92,3 \text{ kJ/mol}$ ;  
 $E(\text{C-H}) = 414 \text{ kJ/mol}$ ;  $E(\text{Cl-Cl}) = 243 \text{ kJ/mol}$ ;  $E(\text{C-Cl}) = 339 \text{ kJ/mol}$  y  $E(\text{H-Cl}) = 432 \text{ kJ/mol}$ .

**Selectividad 2010**

20) La conversión de metanol en etanol puede realizarse a través de la siguiente reacción (sin ajustar):  $\text{CO}(g) + 2 \text{H}_2(g) + \text{CH}_3\text{OH}(g) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$

- Calcule la entalpía de reacción estándar.
- Suponiendo que  $\Delta H$  y  $\Delta S$  no varían con la temperatura, calcule la temperatura a la que la reacción deja de ser espontánea.

**Datos:**  $\Delta H_f^0[\text{CO}(g)] = -110,5 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^0[\text{CH}_3\text{OH}(g)] = -201,5 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^0[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)] = -235,1 \text{ kJ/mol}$ ;  
 $\Delta S^0 = -227,4 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . **Selectividad 2008**

21) Dada la reacción:  $2 \text{H}_2\text{S}(g) + \text{SO}_2(g) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(l) + 3 \text{S}(s)$

- Calcule la entalpía de esta reacción a  $25^\circ\text{C}$ , en condiciones estándar.
- En estas condiciones, determine si la reacción es espontánea.

**Datos:**  $\Delta H_f^0[\text{H}_2\text{S}(g)] = -20,63 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^0[\text{SO}_2(g)] = -296,8 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^0[\text{H}_2\text{O}(l)] = -285,8 \text{ kJ/mol}$ ;  
 $\Delta S^0[\text{H}_2\text{S}(g)] = 205,8 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;  $\Delta S^0[\text{SO}_2(g)] = 248,2 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;  $\Delta S^0[\text{H}_2\text{O}(l)] = 69,9 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;  
 $\Delta S^0[\text{S}(s)] = 31,8 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . **Selectividad 2002**