

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 pirita se produce según:



a. La entalpía de reacción estándar.

b. La cantidad de calor, a presión constante, desprendida en la combustión de 25 g de pirita 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 CaO(s) , $\text{CaC}_2\text{(s)}$ y CO(g) son, respectivamente, -636, -61 y -111 kJ/mol. A partir de estos datos y de la siguiente ecuación:



a. La cantidad de calor, a presión constante, necesaria para obtener una tonelada de CaC_2 .

b. La cantidad de calor, a presión constante, necesaria para obtener 2 toneladas de 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:

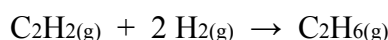


- La entalpía estándar de la reacción, a 25°C.
- El calor que se desprende, a presión constante, en la combustión de un gramo de B_5H_9 . **Datos:** $\Delta H^\circ_f[\text{B}_5\text{H}_9(\text{l})] = 73,2 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H^\circ_f[\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})] = -1263 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H^\circ_f[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$.
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:

- La variación de entalpía para la reacción: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$.
- ¿Qué energía se desprende al quemar $\text{CH}_4(\text{g})$ con 10,5 L de O_2 medidos a 1 atm y 125°C?
Dato: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Selectividad 2014

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



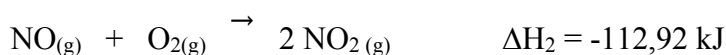
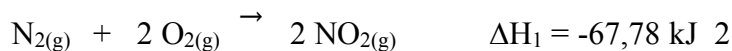
- A partir de las energías medias de enlace.
- A partir de las entalpías estándar de formación, a 25° C.
Datos: Energías medias de enlace en kJ/mol: (C-H) = 415; (H-H) = 436; (C-C) = 350; (C≡C) = 825; $\Delta H^\circ_f[\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})] = -85 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H^\circ_f[\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})] = 227 \text{ kJ/mol}$. 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: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Selectividad 2012

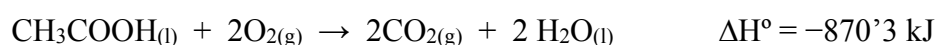
12) Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas:



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

- La entalpía estándar de formación del ácido acético.
- La cantidad de calor, a presión constante, desprendido en la combustión de 1 kg de este ácido.

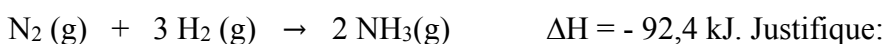
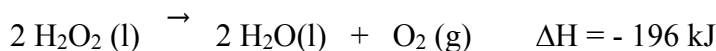
Masas atómicas (g/mol): C = 12; O = 16; H = 1. Selectividad 2005

- 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.
- Calcule la entalpía estándar, a 25°C, de formación del CO gaseoso.
 - Si se hace reaccionar a presión constante 140 g de CO con exceso de O₂ para formar CO₂ 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: **a)** Toda reacción exotérmica es espontánea.
- En toda reacción química espontánea, la variación de entropía es positiva.
 - En el cambio de estado H₂O(l) → H₂O(g) se produce un aumento de entropía. Selectividad 2003

- 16) Calcule la variación de entropía que experimenta 1 mol de agua a 100°C cuando se evapora y queda a la misma temperatura. **Datos:** L_{vap} = 2,2 · 10⁶ J/kg; M (H) = 1 g/mol y M (O) = 16 g/mol.

- 17) Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas:



- 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°C: N₂ (g) + 3 H₂ (g) → 2 NH₃ (g) ΔH = - 92,3 kJ
Calcule:
- El calor de la reacción a volumen constante.
 - La energía libre de Gibbs a la temperatura de 25°C.
- Datos:** S⁰ [NH₃(g)] = 192,3 J/mol·K; S⁰ [N₂(g)] = 191 J/mol·K; S⁰ [H₂(g)] = 130,8 J/mol·K;
R = 0,082 atm·L·K⁻¹·mol⁻¹ = 8,31 J·K⁻¹·mol⁻¹. Selectividad 2012

- 19) Para la reacción: CH₄(g) + Cl₂(g) → CH₃Cl(l) + HCl(g)

- Calcule la entalpía de reacción estándar a 25°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 ΔS⁰ de la reacción es 11,1 J·K⁻¹·mol⁻¹ y utilizando el valor de ΔH⁰ de la reacción obtenido a partir de los valores de las entalpías de formación, calcule el valor de ΔG⁰, a 25°C.

Datos: ΔH⁰_f [CH₄(g)] = -74,8 kJ/mol; ΔH⁰_f [CH₃Cl(l)] = -82,0 kJ/mol; ΔH⁰_f [HCl(g)] = -92,3 kJ/mol;
E (C-H) = 414 kJ/mol; E (Cl-Cl) = 243 kJ/mol; E (C-Cl) = 339 kJ/mol y E (H-Cl) = 432 kJ/mol.

Selectividad 2010

20) La conversión de metanol en etanol puede realizarse a través de la siguiente reacción (sin



- Calcule la entalpía de reacción estándar.
- Suponiendo que ΔH y ΔS no varían con la temperatura, calcule la temperatura a la que la reacción deja de ser espontánea.

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

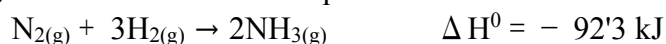
Selectividad 2008

21) Calcule la ΔH^0 y la ΔS^0 del siguiente proceso:

	ΔH_f^0 (kJ/mol)	S_f^0 (J/mol·K)	ΔG_f^0 (kJ/mol)
$\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$	-314,4	94,6	-202,9
$\text{NH}_3_{(g)}$	-46,1	192,5	-16,4
$\text{HCl}_{(g)}$	-92,3	186,9	-95,3

Comprueba la coincidencia entre la G obtenida a partir de los valores de H y S, y la obtenida con los valores dados en la tabla.

22) Dada la ecuación termoquímica a 25°C:

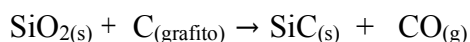


Calcule:

- El calor de la reacción a volumen constante.
- La energía libre de Gibbs a la temperatura de 25°C.

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

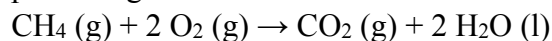
23) Dada la reacción (sin ajustar):



- Calcule la entalpía de reacción estándar.
- Suponiendo que ΔH y ΔS no varían con la temperatura, calcule la temperatura mínima para que la reacción se produzca espontáneamente.

Datos: $\Delta H_f^0[\text{SiC}_{(s)}] = -65,3 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^0[\text{SiO}_{2(s)}] = -910,9 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^0[\text{CO}_{(g)}] = -110,5 \text{ kJ/mol}$; Variación de entropía de la reacción: $\Delta S^0 = 353 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

24) Teniendo en cuenta los valores de entalpía de formación y entropías molares de abajo, calcule para la siguiente reacción:



- El valor de ΔH en la reacción.
- El valor de ΔS en la reacción.
- El valor de ΔG y la espontaneidad de la reacción a 100 °C.
- La temperatura de equilibrio del proceso (si es que la tiene).

$\Delta H_{\text{formación}}^0$ (kJ/mol): $\text{CH}_4(g) = -74,8$; $\text{CO}_2(g) = -393,5$; $\text{H}_2\text{O}(l) = -285,5$.

S^0 ($\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$): $\text{CH}_4(g) = 186,3$; $\text{CO}_2(g) = 213,7$; $\text{H}_2\text{O}(l) = 69,9$; $\text{O}_2(g) = 205,1$.