

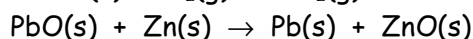
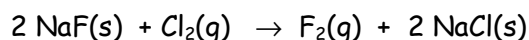
**TEMA 3: TERMOQUÍMICA****EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 96/97**

1. Calcule la variación de entalpía estándar de la reacción de hidrogenación del acetileno ( $C_2H_2$ ) para formar etano:
  - a) A partir de las energías medias de enlace: (C-H) = 415 kJ/mol; (H-H) = 436 kJ/mol; (C-C) = 350 kJ/mol; ( $C\equiv C$ ) = 825 kJ/mol.
  - b) A partir de las entalpías estándar de formación del etano, -85 kJ/mol, y del acetileno, 227 kJ/mol.
2. Indique, razonadamente, si cada una de las siguientes proposiciones, relativas a la variación de energía libre de Gibbs,  $\Delta G$ , es verdadera o falsa:
  - a) Puede ser positiva o negativa, pero nunca puede ser cero.
  - b) Es independiente de la temperatura.
  - c) Cuando  $\Delta G$  es negativo, la reacción es espontánea.
3. Explique cómo variará con la temperatura la espontaneidad de una reacción química en la que  $\Delta H^\circ < 0$  y  $\Delta S^\circ < 0$ , suponiendo que ambas magnitudes permanecen constantes con la variación de temperatura.
4. A partir de los datos suministrados, calcule la variación de la entalpía estándar de la reacción de formación del propano.  
Energías medias de enlace (C-H) = 415 kJ/mol; (C-C) = 346 kJ/mol;  
(H-H) = 436 kJ/mol  
 $\Delta H^\circ(C(s) \rightarrow C(g)) = 712$  kJ/mol.
5.
  - a) Calcule la variación de entalpía que se produce en la reacción de combustión del butano en condiciones estándar, enunciando los principios teóricos o leyes en los que se basa.
  - b) ¿Qué cantidad de calor se desprenderá en la combustión completa de los 12 kg de butano que contiene una bombona?

Datos: Entalpías estándar de formación:  $CO_2 = -393$  kJ/mol,  $H_2O(l) = -286$  kJ/mol;  
 $C_4H_{10}(g) = -125$  kJ/mol  
Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16.

### EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 97/98

1. a) Calcule la variación de energía libre estándar, a 25°C, para las siguientes reacciones, utilizando los datos tabulados:



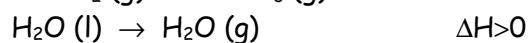
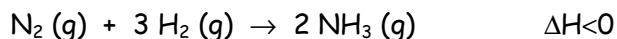
- b) A la vista de los resultados, comente la conveniencia o no de utilizar estas reacciones en la obtención de flúor y plomo respectivamente:

|                              | NaF  | NaCl | PbO  | ZnO  | Cl <sub>2</sub> | F <sub>2</sub> | Zn   | Pb   |
|------------------------------|------|------|------|------|-----------------|----------------|------|------|
| $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)  | -569 | -411 | -276 | -348 | -               | -              | -    | -    |
| $\Delta S_f^\circ$ (J/K.mol) | 58'6 | 72'4 | 76'6 | 3'9  | 223             | 202'7          | 41'6 | 64'8 |

2. Indique razonando la respuesta, si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones:

- La energía libre depende de la temperatura
- No basta que una reacción sea exotérmica para que sea espontánea.
- En una reacción química la variación de entropía es siempre positiva.

3. Dados los procesos:



- Indique de forma razonada, cómo será el signo de  $\Delta S$  en cada reacción
- Analice la espontaneidad de ambos procesos.

4. Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- Algunas reacciones exotérmicas son espontáneas
- En ciertas reacciones químicas, la variación de entalpía coincide con la variación de energía interna
- La variación de entropía de una reacción espontánea puede ser negativa.

5. A partir de los datos tabulados, correspondientes a energías de enlace:

| Enlace | Energía de enlace (kJ/mol) |
|--------|----------------------------|
| H-H    | 436                        |
| O=O    | 494                        |
| O-H    | 460                        |

- Calcule la entalpía de formación del agua en estado gaseoso
- Compare el resultado obtenido por este método con el calculado a partir de sus elementos (-247 kJ/mol), aportando una posible explicación de discrepancia, si la hubiera.

## EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 98/99

1. En un calorímetro adecuado a 25° C y 1 atm de presión, se queman completamente 5 cm<sup>3</sup> de etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) produciéndose dióxido de carbono gaseoso y agua líquida. El calor desprendido a presión constante, es 117,04 kJ. Calcule:
- La variación de entalpía de combustión estándar del etanol.
  - La variación de energía interna a la temperatura de 25° C.

Datos: Densidad del etanol = 0,79 g/cm<sup>3</sup>; R = 0,082 atm L K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>

Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16.

2. Calcule la energía media de los enlaces químicos C-H y C-C utilizando los datos de la tabla siguiente:

| Sustancia                         | Proceso     | $\Delta H^\circ$ (kJ/mol) |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------|
| CH <sub>4</sub> (g)               | Formación   | - 74,5                    |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g) | Formación   | - 84,7                    |
| C (s) → C (g)                     | Sublimación | 715                       |
| H <sub>2</sub> (g)                | Disociación | 436                       |

3. Las variaciones de entalpías estándar de formación del CH<sub>4</sub> (g), CO<sub>2</sub> (g) y H<sub>2</sub>O (l) son, respectivamente, -74,9 kJ/mol; - 393,5 kJ/mol y 285,8 kJ/mol. Calcule:

- La variación de entalpía de combustión del metano.
- El calor producido en la combustión completa de 1 m<sup>3</sup> de metano medido en condiciones normales.

Dato: R = 0,082 atm L K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>.

4. Razone la veracidad o falsedad de las siguientes proposiciones:

- La variación de entalpía de una reacción química siempre coincide con la variación de energía interna.
- Toda reacción química exotérmica siempre es espontánea.

5. Dada la reacción:  $2 \text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) + 7 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ .

Razone:

- Si a una misma temperatura, el calor desprendido a volumen constante es mayor, menor o igual que el desprendido si la reacción tuviera a presión constante.
- Si la entropía en la reacción anterior aumenta o disminuye.

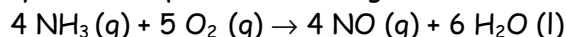
6. a) Calcule la variación de entalpía de formación del amoníaco, a partir de los siguientes datos de energías de enlace: E(H-H) = 436 kJ/mol; E(N-H) = 389 kJ/mol; E(N≡N) = 945 kJ/mol.

- Calcule la variación de energía interna en la formación del amoníaco a la temperatura de 25°C.

Dato: R = 8,31 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>.

**EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 99/00**

1. El amoníaco, a 25°C y 1 atm, se puede oxidar según la reacción:



Calcule:

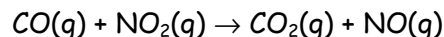
- La variación de entalpía.
- La variación de energía interna.

Datos:  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta H_f^\circ(\text{NH}_3(\text{g})) = -46,2 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ(\text{NO}(\text{g})) = 90,4 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8 \text{ kJ/mol}$ .

2. Indique razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

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

3. Dada la reacción:

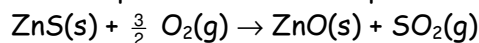


- Dibuje el diagrama de entalpía teniendo en cuenta que las energías de activación para la reacción directa e inversa son 134 kJ/mol y 360 kJ/mol.
- Justifique si la reacción directa es exotérmica o endotérmica.

4. a) Calcule la variación de entalpía estándar de formación del acetileno (etino) a partir de las entalpías estándares de combustión (kJ/mol) del hidrógeno, C (grafito) y acetileno cuyos valores son, respectivamente: -285,3; -393,3 y -1298,3.
- b) Calcule el calor desprendido, a presión constante, cuando se quema 1 kg de acetileno

Datos: Masas atómicas: H = 1; C = 12.

5. a) Calcule la variación de entalpía estándar correspondiente a la reacción:



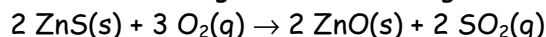
- b) ¿Qué calor se absorbe o desprende, a presión constante, cuando reaccionan 100 g de ZnS(s) con oxígeno en exceso?

Datos:  $\Delta H_f^\circ(\text{ZnS}(\text{s})) = -202,9 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{ZnO}(\text{s})) = -348,0 \text{ kJ/mol}$ ;  
 $\Delta H_f^\circ(\text{SO}_2(\text{g})) = -296,1 \text{ kJ/mol}$

Masas atómicas: O = 16; S = 32; Zn = 65,4.

### EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 00/01

1. El sulfuro de cinc al tratarlo con oxígeno reacciona según:



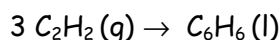
Si las entalpías de formación de las diferentes especies expresadas en kJ/mol son:

(ZnS) = -184,1; (SO<sub>2</sub>) = -70,9; (ZnO) = -349,3

- a) ¿Cuál será el calor, a presión constante de una atmósfera, que se desprenderá cuando reaccionen 17 gramos de sulfuro de cinc con exceso de oxígeno?
- b) ¿Cuántos litros de SO<sub>2</sub>, medidos a 25 °C y una atmósfera, se obtendrán?

Datos: R = 0,082 atm·L·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>. Masas atómicas: O = 16; S = 32; Zn = 65,4.

2. a) Calcule la variación de entalpía que se produce cuando se obtiene benceno a partir del acetileno (etino) según la reacción:



sabiendo que las entalpías de formación del acetileno gaseoso y del benceno líquido son -226,7 kJ/mol y -49,0 kJ/mol, respectivamente.

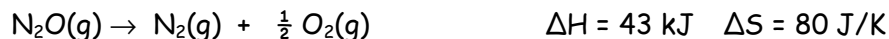
- b) Calcule el calor producido, a presión constante, cuando se queman 100 g de acetileno gaseoso sabiendo que: ΔH<sub>f</sub><sup>o</sup>(CO<sub>2</sub>(g)) = -393,5 kJ/mol y ΔH<sub>f</sub><sup>o</sup>(H<sub>2</sub>O(l)) = -285,5 kJ/mol.

Datos: Masas atómicas: H = 1; C = 12.

3. En una reacción en la que ΔH < 0 y ΔS < 0, se considera que ambas funciones termodinámicas permanecen constantes al cambiar la temperatura. Razone, en función de la temperatura, cuándo esta reacción:

- a) Estará en equilibrio.
- b) Será espontánea.

4. Dada reacción:



- a) Justifique el signo positivo de la variación entropía.
- b) Si se supone que esas funciones termodinámicas no cambian con la temperatura ¿será espontánea la reacción a 27 °C?

5. Dada la reacción:



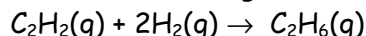
- a) Determine la cantidad de calor, a presión constante, que es necesario suministrar para descomponer 3 kg de carbonato de calcio.
- b) Qué cantidad de carbonato de calcio se deberá utilizar para producir 7 kg de óxido de calcio si el rendimiento es del 90%.

Datos: Entalpías de formación expresadas en kJ/mol: (CaCO<sub>3</sub>) = -1209,6; (CO<sub>2</sub>) = -393,3; (CaO) = -635,1. Masas atómicas: C = 12; O = 16; Ca = 40.

6. Las entalpías de formación del agua líquida y del dióxido de carbono gas son respectivamente,  $-285,5 \text{ kJ/mol}$  y  $-393,5 \text{ kJ/mol}$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  y la entalpía de combustión del acetileno es  $-1295,8 \text{ kJ/mol}$ .

a) Calcule la entalpía de formación del acetileno si consideramos que el agua formada en la combustión está en estado líquido.

b) Sabiendo que la entalpía de formación del etano es  $-84,6 \text{ kJ/mol}$ , calcule la entalpía de hidrogenación del acetileno según la reacción:



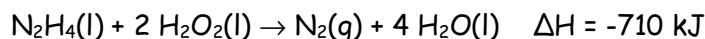
7. Uno de los alimentos más consumido es la sacarosa  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Cuando reacciona con el oxígeno se transforma en dióxido de carbono y agua desprendiendo  $348,9 \text{ kJ/mol}$ , a la presión de una atmósfera. El torrente sanguíneo absorbe, por término medio 26 moles de  $\text{O}_2$  en 24 horas. Con esta cantidad de oxígeno:

a) ¿Cuántos gramos de sacarosa se pueden quemar al día?

b) ¿Cuántos kJ se producirán en la combustión?

Datos: Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16

8. La reacción entre la hidracina ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) y el peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) se utiliza para la propulsión de cohetes:



Las entalpías de formación de  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$  y del  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  son  $-187,8 \text{ kJ/mol}$  y  $-285,5 \text{ kJ/mol}$ , respectivamente.

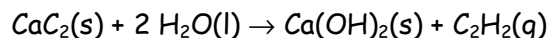
a) Calcule la entalpía de formación de la hidracina.

b) ¿Qué volumen de nitrógeno, medido a  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  y 50 mm de mercurio, se producirá cuando reaccionen 64 g de hidracina?

Datos: R =  $0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Masas atómicas: H = 1; N = 14; O = 16.

### EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 01/02

1. a) Calcule la variación de la entalpía estándar de la reacción:

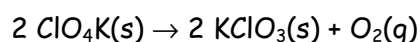


- b) Qué calor se desprende en la combustión de 100 dm<sup>3</sup> de acetileno, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, medidos a 25 °C y 1 atm.

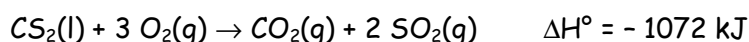
Datos: Entalpías estándar de formación en kJ·mol<sup>-1</sup>: CaC<sub>2</sub> = - 59,0; CO<sub>2</sub> = - 393,5; H<sub>2</sub>O = - 285,8;

Ca(OH)<sub>2</sub> = - 986,0; C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> = 227,0

2. a) Enuncie el primer principio de la termodinámica.  
 b) Razone si cuando un sistema gaseoso se expansiona disminuye su energía interna.  
 c) Justifique cómo varía la entropía en la reacción:



3. Dadas las entalpías estándar de formación del CO<sub>2</sub>, -393'5 kJ mol<sup>-1</sup> y del SO<sub>2</sub>, -296'1 kJ·mol<sup>-1</sup> y la de combustión:

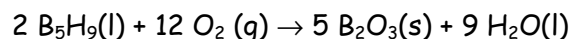


Calcule:

- a) La entalpía estándar de formación del disulfuro de carbono.  
 b) La energía necesaria para la síntesis de 2'5 kg de disulfuro de carbono.

Datos: Masas atómicas: C = 12; S = 32.

4. La combustión del pentaborano líquido se produce según la reacción:



- a) La entalpía estándar de la reacción.  
 b) El calor que se desprende, a presión constante, en la combustión de un gramo de pentaborano.

Datos: Masas atómicas: H = 1; B = 11.

$\Delta H_f^\circ[\text{B}_5\text{H}_9(\text{l})] = 73'2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_f^\circ[\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})] = -1263'6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285'8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

5. Determine los valores de las entalpías de las siguientes reacciones:

- a)  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$ .  
 b)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3(\text{g})$

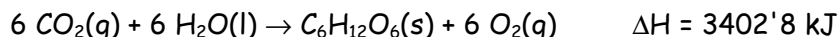
Datos: Energías de enlace (kJ mol<sup>-1</sup>): (H-H) = 436'0; (Cl-Cl) = 242'7; (C-H) = 414'1; (C=C) = 620'1; (H-Cl) = 431'9; (C-C) = 347'1.

6. Razone la certeza o falsedad de las siguientes afirmaciones, en relación con un proceso exotérmico:

- a) La entalpía de los reactivos es siempre menor que la de los productos.  
 b) El proceso siempre será espontáneo.

### EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 02/03

1. El proceso de fotosíntesis se puede representar por la ecuación:



Calcule:

- La entalpía de formación estándar de la glucosa,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .
- La energía necesaria para la formación de 500 g de glucosa mediante fotosíntesis.

Datos:  $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285'8 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] = -393'5 \text{ kJ/mol}$ .

Masas atómicas: C = 12; H = 1; O = 16.

2. Calcule:

- La variación de entalpía estándar para la descomposición de 1 mol de carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ , en dióxido de carbono,  $\text{CO}_2(\text{g})$ , y óxido de calcio,  $\text{CaO}(\text{s})$ .
- La energía necesaria para preparar 3 kg de óxido de calcio.

Datos:  $\Delta H_f^\circ (\text{kJ/mol})$ :  $\text{CO}_2 (\text{g}) = -393,5$ ;  $\text{CaCO}_3(\text{s}) = -1206,2$ ;  $\text{CaO}(\text{s}) = -635,6$ .

Masas atómicas: Ca = 40; O = 16.

3. A efectos prácticos se puede considerar la gasolina como octano ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ). Las entalpías de formación estándar de  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  y  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$  son, respectivamente: -241'8 kJ/mol, -393'5 kJ/mol y -250'0 kJ/mol. Calcule:

- La entalpía de combustión estándar del octano líquido, expresada en kJ/mol, sabiendo que se forman  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  gaseosos.
- b) La energía, en kilojulios, que necesita un automóvil por cada kilómetro, si su consumo es de 5 L de octano líquido por cada 100 km.

Datos: Densidad del octano líquido = 0'8 kg/L. Masas atómicas: C = 12; H = 1.

4. Indique, razonadamente, cómo variará la entropía en los siguientes procesos:

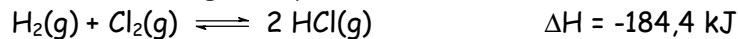
- Disolución de nitrato de potasio,  $\text{KNO}_3$ , en agua.
- Solidificación del agua.
- Síntesis del amoníaco:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$

5. a) Dibuje el diagrama entálpico de la reacción:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3$  sabiendo que la reacción directa es exotérmica y muy lenta, a presión atmosférica y temperatura ambiente.

- ¿Cómo se modifica el diagrama entálpico de la reacción anterior por efecto de un catalizador positivo?
- Justifique si la reacción inversa sería endotérmica o exotérmica.



6. Se obtiene cloruro de hidrógeno a partir de la reacción:



Calcule:

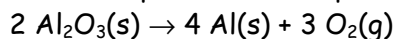
- La energía desprendida para la producción de 100 kg de cloruro de hidrógeno.
- La entalpía del enlace H-Cl, si las entalpías de enlace H-H y Cl-Cl son, respectivamente, 435 kJ/mol y 243 kJ/mol.

Datos: Masas atómicas: Cl = 35,5; H = 1.

7. Justifique si es posible que:

- Una reacción endotérmica sea espontánea.
- Los calores de reacción a volumen constante y a presión constante sean iguales en algún proceso químico.

8. A 25°C y 1 atm, la variación de entalpía es 3351 kJ para la reacción:



Calcule:

- La entalpía de formación estándar del  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
- La variación de entalpía cuando se forman 10 g de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , en las mismas condiciones de presión y temperatura.

Datos: Masas atómicas: Al = 27; O = 16.

### EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 03/04

1. Calcule:
  - a) La entalpía de formación del amoníaco:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$
  - b) La energía desprendida al formarse 224 litros de amoníaco en condiciones normales.

Datos: Energías medias de enlace en kJ/mol: (N≡N) = 946; (H-H) = 436; (N-H) = 390.
  
2. Justifique si en determinadas condiciones de temperatura puede ser espontánea una reacción química, la cual:
  - a) Es exotérmica y en ella disminuye el desorden.
  - b) Es endotérmica y en ella disminuye el desorden.
  - c)  $\Delta H < 0$  y  $\Delta S > 0$ .
  
3. La nitroglicerina,  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ , se descompone según la reacción:
 
$$4 \text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3(\text{l}) \rightarrow 12 \text{CO}_2(\text{g}) + 10 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 6 \text{N}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -5700 \text{ kJ, a } 25^\circ\text{C}.$$
  - a) Calcule la entalpía de formación estándar de la nitroglicerina.
  - b) ¿Qué energía se desprende cuando se descomponen 100 g de nitroglicerina?

Datos:  $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] = -393'5 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -241'8 \text{ kJ/mol}$ .  
Masas atómicas: C = 12; H = 1; O = 16; N = 14.
  
4. Las entalpías de formación estándar del  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  y  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  son, respectivamente, - 277'30 kJ/mol, - 393'33 kJ/mol y - 285'50 kJ/mol. Calcule:
  - a) La entalpía de combustión del etanol.
  - b) El calor que se produce al quemar 4'60 g de etanol.

Datos: Masas atómicas: C = 12; H = 1; O = 16.
  
5.
  - a) Calcule la entalpía de enlace H-Cl sabiendo que la energía de formación del  $\text{HCl}(\text{g})$  es -92'4 kJ/mol y las de disociación del  $\text{H}_2$  y  $\text{Cl}_2$  son 436 kJ/mol y 244 kJ/mol, respectivamente.
  - b) ¿Qué energía habrá que comunicar para disociar 20 g de HCl?

Masas atómicas: H = 1; Cl = 35'5.
  
6. Razone cómo varía la entropía en los siguientes procesos:
  - a) Formación de un cristal iónico a partir de sus iones en estado gaseoso.
  - b) Fusión de hielo.
  - c) Sublimación de yodo.
  
7. Dada la ecuación química (a 25 °C y 1 atm):
 
$$2 \text{HgO}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 181'6 \text{ kJ}.$$

Calcule:

  - a) La energía necesaria para descomponer 60'6 g de óxido de mercurio.
  - b) El volumen de oxígeno, medido a 25 °C y 1 atm, que se produce al calentar suficiente cantidad de HgO para absorber 418 kJ.

Datos: R = 0'082 atm·L·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>. Masas atómicas: Hg = 200'5; O = 16.

## EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 04/05

1. Las entalpías de formación estándar del agua líquida, ácido clorhídrico en disolución acuosa y óxido de plata sólido son, respectivamente:  $-285'8$ ,  $-165'6$  y  $-30'4$  kJ/mol. A partir de estos datos y de la siguiente ecuación:

Calcule:

- La entalpía de formación estándar del  $\text{AgCl}(s)$ .
- Los moles de agua que se forman cuando se consumen 4 litros de ácido clorhídrico  $0'5$  molar.

2.

- Distinga entre  $\Delta H$  y  $\Delta H^\circ$  para una determinada reacción.
- Distinga entre proceso endotérmico y exotérmico.
- ¿Puede una reacción exotérmica no ser espontánea? Razone la respuesta.

3.

- Calcule la entalpía de formación estándar del naftaleno ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ).
- ¿Qué energía se desprende al quemar 100 g de naftaleno en condiciones estándar?

Datos:  $\Delta H^\circ_f [\text{CO}_2(g)] = -393'5$  kJ/mol;  $\Delta H^\circ_f [\text{H}_2\text{O}(l)] = -285'8$  kJ/mol.

$$\Delta H^\circ_c [\text{C}_{10}\text{H}_8] = -4928'6 \text{ kJ/mol.}$$

Masas atómicas: H = 1; C = 12.

4. En la combustión de 5 g de metano,  $\text{CH}_4$ , llevada a cabo a presión constante y a  $25^\circ\text{C}$ , se desprenden 275 kJ. En estas condiciones, determine:

- La entalpía de formación y de combustión del metano.
- El volumen de metano necesario para producir  $1 \text{ m}^3$  de  $\text{CO}_2$ , medidos a  $25^\circ\text{C}$  y 1 atm.

Datos:  $\Delta H^\circ_f [\text{CO}_2(g)] = -393$  kJ/mol,  $\Delta H^\circ_f [\text{H}_2\text{O}(l)] = -285'8$  kJ/mol.

Masas atómicas: C = 12; H = 1.

5. Cuando se quema 1 g de etanol líquido ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ) y 1 g de ácido acético líquido ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ), en condiciones estándar, se desprenden 29'7 y 14'6 kJ, respectivamente. En ambas reacciones se forma agua líquida y dióxido de carbono gaseoso. Calcule:

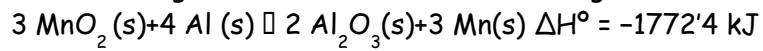
- Las entalpías estándar de combustión del etanol y del ácido acético.
- La variación de entalpía en la oxidación de 1 mol de etanol (l) en ácido acético (l), en condiciones estándar.

Datos: Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1.

6. Razone si una reacción puede ser espontánea, cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- $\Delta H > 0$  y  $\Delta S < 0$ .
- $\Delta H < 0$  y  $\Delta S < 0$ .
- $\Delta H > 0$  y  $\Delta S > 0$ .

7. El dióxido de manganeso se reduce con aluminio según la reacción:



Calcule:

a) La entalpía de formación estándar del  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ .

b) La energía que se desprende cuando se ponen a reaccionar, en las mismas condiciones, 50 g de  $\text{MnO}_2(\text{s})$  con 50 g de  $\text{Al}(\text{s})$ .

Datos:  $\Delta H_f^\circ [\text{MnO}_2(\text{s})] = -520 \text{ kJ/mol}$ . Masas atómicas: Al = 27; Mn = 55; O = 16.

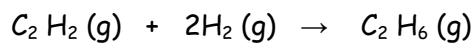
### EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 05/06

- 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  $\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow$  se produce un aumento de entropía.
  
- Para una reacción determinada  $\Delta H = 100 \text{ kJ}$  y  $\Delta S = 300 \text{ J/K}\cdot\text{K}^{-1}$ . Suponiendo que  $\Delta H$  y  $\Delta S$  no varían con la temperatura razone:
  - Si la reacción será espontánea a temperatura inferior a  $25^\circ\text{C}$ .
  - La temperatura a la que el sistema estará en equilibrio.
  
- Dadas las ecuaciones termoquímicas siguientes:
 
$$\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) \quad \Delta H^\circ = -393,5 \text{ kJ}$$

$$\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H^\circ = -285,8 \text{ kJ}$$

$$\text{CH}_3\text{COOH}(l) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H^\circ = -870,3 \text{ kJ}$$
 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.Datos: Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1.
  
- El pentaborano nuevo se quema según la reacción:
 
$$2\text{B}_5\text{H}_9(l) + 12\text{O}_2(g) \rightarrow 5\text{B}_2\text{O}_3(s) + 9\text{H}_2\text{O}(l)$$
 Calcule:
  - La entalpía estándar de la reacción, a  $25^\circ\text{C}$ .
  - El calor que se desprende, a presión constante, en la combustión de un gramo de  $\text{B}_5\text{H}_9$ .Datos:  $\Delta H^\circ_f[\text{B}_5\text{H}_9(l)] = 73,2 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H^\circ_f[\text{B}_2\text{O}_3(s)] = -1263 \text{ kJ/mol}$ ;  
 $\Delta H^\circ_f[\text{H}_2\text{O}(l)] = -285,8 \text{ kJ/mol}$ .  
 Masas atómicas: H = 1; B = 11.
  
- Calcule la variación de entalpía estándar, a  $25^\circ\text{C}$ , de la reacción:
 
$$\text{ZnS}(s) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{ZnO}(s) + \text{SO}_2(g)$$
  - ¿Qué calor se absorbe o desprende, a presión constante, cuando reaccionan 150 g de ZnS con oxígeno gaseoso?Datos:  $\Delta H^\circ_f[\text{ZnS}(s)] = -203 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f[\text{ZnO}(s)] = -348 \text{ kJ/mol}$ ,  
 $\Delta H^\circ_f[\text{SO}_2(g)] = -296 \text{ kJ/mol}$ .  
 Masas atómicas: S = 32; Zn = 65,4.
  
- Las entalpías estándar de formación a  $25^\circ\text{C}$  del  $\text{CaO}(s)$ ,  $\text{CaC}_2(s)$  y  $\text{CO}(g)$  son, respectivamente,  $-636$ ,  $-61$  y  $-111 \text{ kJ/mol}$ . A partir de estos datos y de la siguiente ecuación:  $\text{CaO}(s) + 3\text{C}(s) \rightarrow \text{CaC}_2(s) + \text{CO}(g)$ . Calcule:
  - La cantidad de calor, a presión constante, necesaria para obtener una tonelada de  $\text{CaC}_2$ .
  - La cantidad de calor, a presión constante, necesaria para obtener 2 toneladas de  $\text{CaC}_2$  si el rendimiento del proceso es del 80 %.Datos: Masas atómicas: C = 12; Ca = 40.

7. 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.

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

### EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 06/07

- Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
  - Las reacciones espontáneas transcurren a gran velocidad.
  - La entropía disminuye en las reacciones exotérmicas.
  - La energía libre de Gibbs es independiente del camino por el que transcurre la reacción.
- Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
  - La entalpía no es una función de estado.
  - Si un sistema realiza un trabajo se produce un aumento de su energía interna.
  - Si  $\Delta H < 0$  y  $\Delta S > 0$ , la reacción es espontánea a cualquier temperatura.

- Dada la reacción:  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{Cl}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$

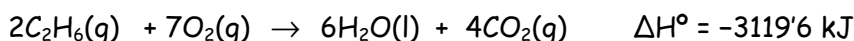
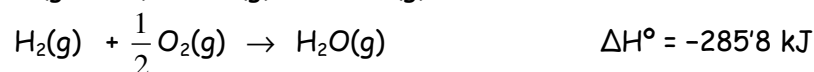
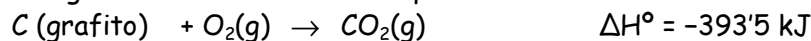
Calcule la entalpía de reacción estándar utilizando:

- Las entalpías de enlace.
- Las entalpías de formación estándar.

Datos: Entalpías de enlace en kJ/mol: (C-H) = 414; (Cl-Cl) = 243; (C-Cl) = 339; (H-Cl) = 432.

$\Delta H^\circ_f [\text{CH}_4(\text{g})] = -74,9 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f [\text{CH}_3\text{Cl}(\text{g})] = -82 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f [\text{HCl}(\text{g})] = -92,3 \text{ kJ/mol}$ .

- A partir de las siguientes ecuaciones termoquímicas:

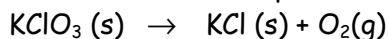


Calcule:

- La entalpía de formación estándar del etano.
- La cantidad de calor, a presión constante, que se libera en la combustión de 100 g de etano.

Datos: Masas atómicas: C = 12; H = 1.

- La descomposición térmica del clorato de potasio se produce según la reacción (sin ajustar):



Calcule:

- La entalpía de reacción estándar.
- La cantidad de calor, a presión constante, desprendido al obtener 30 L de oxígeno, medidos a 25°C y 1 atmósfera.

Datos: R = 0,082 atm·L·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>.

$\Delta H^\circ_f [\text{KClO}_3(\text{s})] = -414 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f [\text{KCl}(\text{s})] = -436 \text{ kJ/mol}$ .

6. En el lanzamiento de naves espaciales se emplea como combustible hidracina,  $\text{N}_2\text{H}_4$ , y como comburente peróxido de hidrógeno,  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Estos dos reactivos arden por simple contacto según:  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + 2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Los tanques de una nave llevan 15000 kg de hidracina y 20000 kg de peróxido de hidrógeno.

- a) ¿Sobrarán algún reactivo? En caso de respuesta afirmativa, ¿en qué cantidad?  
b) ¿Qué volumen de nitrógeno se obtendrá en condiciones normales de presión y temperatura?

Datos: Masas atómicas: N = 14; O = 16; H = 1.

7. Dada la reacción (sin ajustar):  $\text{SiO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{grafito}) \rightarrow \text{SiC}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$

- a) Calcule la entalpía de reacción estándar.  
b) Suponiendo que  $\Delta H$  y  $\Delta S$  no varían con la temperatura, calcule la temperatura mínima para que la reacción se produzca espontáneamente.

Datos:  $\Delta H_f^\circ [\text{SiC}(\text{s})] = -65,3 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^\circ [\text{SiO}_2(\text{s})] = -910,9 \text{ kJ/mol}$ ,

$\Delta H_f^\circ [\text{CO}(\text{g})] = -110,5 \text{ kJ/mol}$ . Variación de entropía de la reacción:  $\Delta S^\circ = 353 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

8. Sabiendo que las entalpías de formación estándar del  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  y  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  son, respectivamente, - 228, - 394 y - 286 kJ/mol, calcule:

- a) La entalpía de combustión estándar del etanol.  
b) El calor que se desprende, a presión constante, si en condiciones estándar se queman 100 g de etanol.

Datos: Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1.



**EJERCICIOS DE SELECTIVIDAD 07/08**

1. Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- Las reacciones espontáneas transcurren a gran velocidad.
- La entropía del sistema disminuye en las reacciones exotérmicas.
- El calor de reacción a presión constante es igual a la diferencia entre la entalpía de los productos y de los reactivos.

2. Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- La reacción  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H = -95 \text{ kJ}$ , es espontánea.
- La entalpía es una función de estado.
- Todos los procesos espontáneos producen un aumento de la entropía del universo.

3. Para la siguiente reacción:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CCl}_4(\text{g}) + 4\text{HCl}(\text{g})$

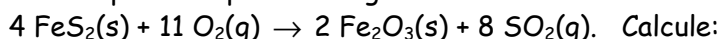
Calcule la entalpía de reacción estándar utilizando:

- Las entalpías de enlace.
- Las entalpías de formación estándar.

Datos: Entalpías de enlace en kJ/mol: (C-H) = 415; (Cl-Cl) = 244; (C-Cl) = 330; (H-Cl) = 430.

$\Delta H^\circ_f(\text{CH}_4(\text{g})) = -74.9 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f(\text{CCl}_4(\text{g})) = -106.6 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f(\text{HCl}(\text{g})) = -92.3 \text{ kJ/mol}$ .

4. La tostación de la pirita se produce según:



- La entalpía de reacción estándar.
- La cantidad de calor, a presión constante, desprendida en la combustión de 25 g de pirita del 90 % de riqueza en peso.

Datos: Masas atómicas: Fe = 55.8; S = 32.

$\Delta H^\circ_f(\text{FeS}_2(\text{s})) = -177.5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f(\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})) = -822.2 \text{ kJ/mol}$ ,  
 $\Delta H^\circ_f(\text{SO}_2(\text{g})) = -296.8 \text{ kJ/mol}$ .

5. Dada la ecuación termoquímica:  $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ;  $\Delta H = 571 \text{ kJ}$

Calcule, en las mismas condiciones de presión y temperatura:

- La entalpía de formación del agua líquida.
- La cantidad de calor, a presión constante, que se libera cuando reaccionan 50 g de  $\text{H}_2$  con 50 g de  $\text{O}_2$ .

Datos: Masas atómicas: O = 16; H = 1.

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

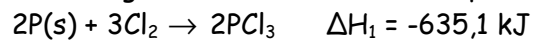
- Calcule la entalpía de reacción estándar.
- Suponiendo que  $\Delta H$  y  $\Delta S$  no varían con la temperatura, calcule la temperatura a la que la reacción deja de ser espontánea.

Datos:  $\Delta H^\circ_f(\text{CO}(\text{g})) = -110.5 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f(\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})) = -201.5 \text{ kJ/mol}$ ,

$\Delta H^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})) = -235.1 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -241.8 \text{ kJ/mol}$ .

Variación de entropía de la reacción:  $\Delta S^\circ = -227.4 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ .

7. Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas, en las mismas condiciones:



Calcule:

**a)** La entalpía de formación del  $\text{PCl}_5(\text{g})$ , en las mismas condiciones.

**b)** La cantidad de calor, a presión constante, desprendido en la formación de 1 g de  $\text{PCl}_5(\text{g})$  a partir de sus elementos.

Datos: Masas atómicas: P = 31; Cl = 35,5.