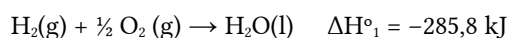
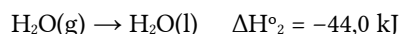


## Ejercicios de Termoquímica

1. La combustión de mezclas hidrógeno-oxígeno se utiliza en algunas operaciones industriales cuando es necesario alcanzar altas temperaturas. Teniendo en cuenta la reacción de combustión del hidrógeno en condiciones estándar,

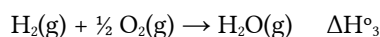


y la reacción de condensación del vapor de agua en condiciones estándar,



Calcula:

- a) La entalpía de combustión del hidrógeno cuando da lugar a la formación de vapor de agua:



- b) La cantidad de energía en forma de calor que se desprenderá al quemar 9 g de hidrógeno y 9 g de oxígeno, si el producto de la reacción es vapor de agua.

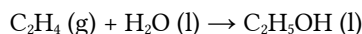
2. Dadas las entalpías estándar de combustión del hexano líquido,  $\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{l})$ ,  $\text{C}(\text{s})$  e  $\text{H}_2(\text{g})$ , calcula:

- a) La entalpía de formación del hexano líquido a 25 °C.  
b) El número de moles de hidrógeno consumidos en la formación de cierta cantidad de hexano, si en la citada reacción se han liberado 30 kJ.

Datos:  $\Delta H^\circ_{\text{combustión}}[\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{l})] = -4192,0 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H^\circ_{\text{combustión}}[\text{C}(\text{s})] = -393,1 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H^\circ_{\text{combustión}}[\text{H}_2(\text{g})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$ .

3. La variación de entalpía, en condiciones estándar, para la reacción de combustión de 1 mol de eteno es  $\Delta H^\circ = -1411 \text{ kJ}$ , y para la combustión de 1 mol de etanol es  $\Delta H^\circ = -764 \text{ kJ}$ , formándose en ambos casos agua líquida.

- a) Teniendo en cuenta la ley de Hess, calcule la entalpía en condiciones estándar de la siguiente reacción, e indique si la reacción es exotérmica o endotérmica:



- b) Calcule la cantidad de energía, en forma de calor, que es absorbida o cedida al sintetizar 75 g de etanol según la reacción anterior, a partir de las cantidades adecuadas de eteno y agua.

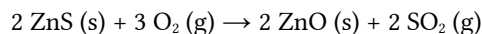
4. El metanol se puede obtener a partir de la reacción:



- a) Sabiendo la entalpía de formación del monóxido de carbono calcula la entalpía molar de formación del metanol líquido.  
b) Si la entalpía de vaporización del metanol es de 35,2 kJ/mol, calcula la entalía de formación del metanol gas.

Datos en la tabla.

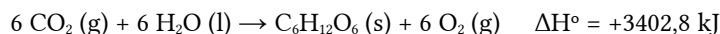
5. El sulfuro de cinc reacciona con el oxígeno según:



- a) Calcule la variación de entalpía estándar de la reacción anterior.  
b) Calcule la cantidad de energía en forma de calor que se absorbe o se libera cuando 17 g de sulfuro de cinc reaccionan con la cantidad adecuada de oxígeno a presión constante de 1 atmósfera.

Datos en la tabla.

6. El proceso de fotosíntesis se puede representar por la ecuación química siguiente:



Calcula:

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

Datos en la tabla.

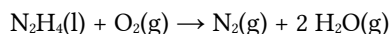
7. La reacción de la hidracina,  $N_2H_4$ , con el peróxido de hidrógeno se usa en la propulsión de cohetes. La reacción ajustada que tiene lugar es la siguiente



- Calcula la entalpía de formación estándar de la hidracina.
- Calcula el volumen total, en litros, de los gases formados al reaccionar 320 g de hidracina con la cantidad adecuada de peróxido de hidrógeno a 600 °C y 650 mmHg.

Datos en la tabla.

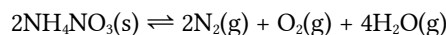
8. En enero de 2015 se produjo un grave accidente al estrellarse una caza F-16 contra otras aeronaves. Estos aviones de combate utilizan hidrazina,  $N_2H_4$ , como combustible para una turbina auxiliar de emergencia que reacciona con dióxigeno según la reacción:



- Calcula el volumen total de los gases producidos, medido a 650 °C y 700 mmHg, cuando se queman completamente 640 g de hidrazina.
- Calcula la energía liberada en el proceso de combustión de los 640 g de hidrazina.

Datos en la tabla.

9. En 1947 un barco cargado de fertilizantes a base de nitrato de amonio estalló en Texas City (Texas, USA) al provocarse un incendio. La reacción de descomposición explosiva del nitrato de amonio puede escribirse según:



Calcula:

- el volumen total en litros de los gases formados por la descomposición de 1000 kg de nitrato de amonio, a la temperatura de 819 °C y 740 mmHg.
- la cantidad de energía en forma de calor que se desprende en la descomposición de 1000 kg de nitrato de amonio.

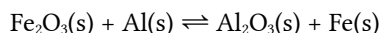
Datos en la tabla.

10. La gasolina es una mezcla compleja de hidrocarburos que a efectos prácticos consideramos que está constituida únicamente por octano (líquido). La combustión de un hidrocarburo produce agua y dióxido de carbono. Se queman completamente 60 L de octano. Calcula:

- El volumen de aire, en  $m^3$ , que se necesitará, medido a 765 mmHg y 25 °C, para llevar a cabo esta combustión.
- La masa de agua, en kg, producida en dicha combustión.
- El calor que se desprende.

Datos: El aire contiene un 21 % en volumen de oxígeno. Densidad del octano: 0,8 g/ml. Entalpías en la tabla.

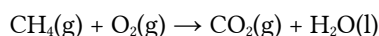
11. Las mezclas de termita se utilizan en algunas soldaduras debido al carácter fuertemente exotérmico de la siguiente reacción (no ajustada):



- Ajusta la reacción anterior y calcula la cantidad de energía en forma de calor que se libera al reaccionar 2 g de óxido de hierro(III) con la cantidad adecuada de aluminio.
- ¿Qué cantidad de aluminio, en gramos, será necesaria que reaccione con la cantidad adecuada de óxido de hierro(III) para que se liberen  $10^6$  J de energía en forma de calor?

Datos en la tabla.

12. En una fábrica de cemento se requiere aportar al horno 3300 kJ por cada kilogramo de cemento producido. La energía se obtiene por combustión del gas metano con oxígeno del aire de acuerdo con la reacción no ajustada:



Calcula:

- La cantidad de gas metano consumido, expresada en kg, para obtener 1000 kg de cemento.
- La cantidad de aire, en metros cúbicos, medido a 1 atm y 25 °C necesario para la combustión completa del metano del apartado a).

El aire contiene 21 % (volumen) de oxígeno. Datos termodinámicos en la tabla.(S11)

**13.** El gasohol es una mezcla de gasolina (octano) y etanol que se utiliza como combustible para reducir las emisiones globales de dióxido de carbono. Calcula:

- Las entalpías molares de combustión del octano y del etanol.
- La cantidad de energía en forma de calor que se liberará al quemar 1 L de una mezcla de gasohol que contiene el 12,5 % (en peso) de etanol (siendo el 87,5 % restante octano) si la densidad de la mezcla es 0,757 g/cm<sup>3</sup>.

Datos en la tabla.(Jun16)

**14.** La descomposición de la piedra caliza, CaCO<sub>3</sub>(s), en cal viva, CaO(s), y CO<sub>2</sub>(g), se realiza en un horno de gas.

- Escribe la reacción ajustada de la descomposición de la caliza y calcula la cantidad de energía, en forma de calor, necesaria para obtener 1000 kg de cal viva por descomposición de la cantidad adecuada de carbonato de calcio.
- Si el calor proporcionado al horno en el apartado anterior proviene de la combustión del butano, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>(g), ¿qué cantidad de butano (en kg) será necesario quemar para la obtención de los 1000 kg de cal viva?

Datos en la tabla.

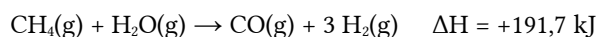
**15.** Tanto el metanol como el etanol han sido propuestos como una alternativa a otros combustibles de origen fósil. A partir de las entalpías de formación estándar que se dan en la tabla, calcula:

- Las entalpías molares estándar de combustión del metanol y del etanol.
- La cantidad de dióxido de carbono (en g) que produciría la combustión de cada alcohol para generar 10<sup>6</sup> kJ de energía en forma de calor.

**16.** Responde, justificando brevemente la respuesta, a las siguientes cuestiones:

- Para una reacción espontánea con  $\Delta S$  positivo, el valor de  $\Delta H$  ¿será necesariamente negativo?
- ¿Qué debe cumplirse para que una reacción endotérmica sea espontánea?
- ¿Qué efecto tiene sobre  $\Delta H$  de una reacción la adición de un catalizador?
- ¿Qué efecto tiene sobre la espontaneidad de una reacción química con valores de  $\Delta H > 0$  y  $\Delta S > 0$  un aumento de la temperatura?

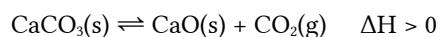
**17.** Uno de los métodos más eficientes de los utilizados en la actualidad para obtener dihidrógeno(g) es el reformado con vapor de agua del metano(g), componente principal del gas natural:



Discute razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- La formación de metano y agua a partir de CO e hidrógeno absorbe energía en forma de calor.
- La energía que contienen los enlaces covalentes de los reactivos (metano y agua) es mayor que la correspondiente a los enlaces covalentes de los productos (CO e hidrógeno).
- La formación de CO e hidrógeno a partir de metano y agua implica un aumento de la entropía del sistema.
- La reacción aumenta su espontaneidad con la temperatura.

**18.** Considera la siguiente reacción ajustada de la descomposición del carbonato cálcico:

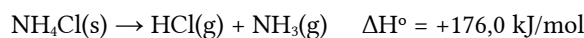


Explica, justificando la respuesta, si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

- La reacción es espontánea a cualquier temperatura.

- b) La reacción solo es espontánea a bajas temperaturas.
- c) La variación de entropía se opone a la espontaneidad de la reacción.
- d) La reacción será espontánea a altas temperaturas.

**19.** Considera la reacción de descomposición del cloruro amónico en cloruro de hidrógeno y amoníaco:



Discute razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) Como  $\Delta H^\circ$  es positivo, la reacción de descomposición del cloruro de amonio será espontánea a cualquier temperatura.
- b) La síntesis de cloruro de amonio a partir de cloruro de hidrógeno y amoníaco libera energía en forma de calor.
- c) La reacción de descomposición del cloruro de amonio tiene un cambio de entropía,  $\Delta S^\circ$ , negativo.
- d) Es previsible que la descomposición del cloruro de amonio sea espontánea a temperaturas elevadas.

**20.** Para cada una de las siguientes reacciones, justifique si será espontánea a baja temperatura, si será espontánea a alta temperatura, espontánea a cualquier temperatura o no será espontánea para cualquier temperatura.

- a)  $2 \text{NH}_3\text{(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 3 \text{H}_2\text{(g)} \quad \Delta H^\circ = +92,2 \text{ kJ}$
- b)  $2 \text{NH}_4\text{NO}_3\text{(s)} \rightarrow 2 \text{N}_2\text{(g)} + 4 \text{H}_2\text{O(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \quad \Delta H^\circ = -225,5 \text{ kJ}$
- c)  $\text{N}_2\text{(g)} + 3 \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{NCl}_3\text{(l)} \quad \Delta H^\circ = +230,0 \text{ kJ}$
- d)  $2 \text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H^\circ = -571,6 \text{ kJ}$

**21.** Contesta razonadamente y justifica la respuesta.

- a) ¿Cuál de los siguientes procesos es siempre espontáneo y cuál no lo será nunca?

Proceso	$\Delta H$	$\Delta S$
1	$\Delta H < 0$	$\Delta S > 0$
2	$\Delta H > 0$	$\Delta S < 0$
3	$\Delta H < 0$	$\Delta S < 0$
4	$\Delta H > 0$	$\Delta S > 0$

- b) ¿Por encima de qué temperatura será espontánea una reacción con  $\Delta H = 98 \text{ kJ}$  y  $\Delta S = 125 \text{ J/K}$ ?

**22.** Para cierta reacción química  $\Delta H^\circ = +10,2 \text{ kJ}$  y  $\Delta S^\circ = +45,8 \text{ J/K}$ . Indica, razonadamente, si son verdaderas o falsas cada una de las siguientes afirmaciones:

- a) Se trata de una reacción espontánea porque aumenta la entropía.
- b) Se trata de una reacción que libera energía en forma de calor.
- c) Es una reacción en que los productos están más ordenados que los reactivos.
- d) A  $25^\circ\text{C}$  la reacción no es espontánea.