

QUÍMICA 2º BACHILLERATO**HOJA Nº 8****TERMOQUÍMICA**

1.-/ Calcule el calor de vaporización por gramo de agua a 25 °C, a partir de los siguientes datos:

$$\Delta H_f^\circ \text{ del H}_2\text{O (g)} = -241,6 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ del H}_2\text{O (l)} = -285,8 \text{ kJ/mol.}$$

Masas atómicas: H = 1; O = 16.

2.-/ Calcule la entalpía de la reacción de descomposición del carbonato de calcio.

DATOS: $\Delta H_f^\circ \text{ del CaCO}_3 = -1205,9 \text{ kJ/mol}$

$$\Delta H_f^\circ \text{ del CaO} = -634,9 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ del CO}_2 = -393,3 \text{ kJ/mol.}$$

3.-/ Los calores de formación del H₂O (l) y del CO₂ (g) son respectivamente -285,8 kJ/mol y -393,3 kJ/mol a 25 °C. Si el calor de combustión del acetileno es de -1297,9 kJ/mol, deduzca el calor de formación del acetileno, admitiendo que el agua formada en la combustión del acetileno queda en estado líquido.

4.-/ Calcule el calor necesario para obtener 100 g de Ca(OH)₂ a partir del carbonato de calcio.

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{CaCO}_3] = -289,1 \text{ kcal/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2] = -94,05 \text{ kcal/mol}$;

$$\Delta H_f^\circ [\text{CaO}] = -151,7 \text{ kcal/mol} ; \quad \Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}] = -68,38 \text{ kcal/mol} ; \quad \Delta H_f^\circ [\text{Ca(OH)}_2] = -236,0 \text{ kcal/mol.}$$

Masas atómicas: H = 1; O = 16; Ca = 40.

5.-/ A la temperatura de 25 °C y a volumen constante, la combustión de 1 g de ácido oxálico (etanodioico) desprende 678 calorías; el agua formada queda en estado líquido. Halle el calor de combustión del ácido oxálico a presión constante a la temperatura de 25 °C.

DATOS: $R = 2 \text{ cal}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16.

6.-/ El etano puede obtenerse por hidrogenación del eteno. Calcule la variación de entalpía estándar a 298 K.

DATOS: Entalpías estándar de formación a 298 K: etano = -84,6 kJ/mol; eteno = 52,2 kJ/mol

7.-/ A partir de los datos de la tabla adjunta, calcule la ΔG_f° para la reacción representada por la ecuación: $\text{C}_2\text{H}_2 \text{ (g)} + 2 \text{ H}_2 \text{ (g)} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \text{ (g)}$. Indique si el proceso es espontáneo.

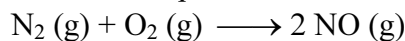
SUSTANCIA	ΔH_f° (kJ/mol)	S° (J/K.mol)
H₂	0	130,6
C₂H₂	229,4	203,6
C₂H₆	-84,6	229,5

8.-/ La cantidad de 28 g (1 mol) de monóxido de carbono reacciona con la suficiente de hidrógeno para producir metanol líquido, desprendiéndose 132,5 kJ. Los calores de combustión del hidrógeno y del monóxido de carbono son respectivamente, -285,5 kJ/mol y -281,8 kJ/mol. Calcule el calor de combustión del metanol líquido.

9.-/ A partir de las siguientes reacciones a 298 K:



Calcule ΔH° para la reacción:



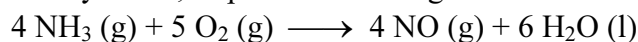
10.-/ Calcúlese ΔG° a 25 °C para la reacción: $\text{NO} (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2 (\text{g})$, a partir de los datos siguientes:

SUSTANCIA	ΔH_f° (kJ/mol)	S° (J/K.mol)
NO (g)	90,3	210,2
O ₂ (g)	0	204,8
NO ₂ (g)	33,8	240,3

11.-/ El calor de formación del amoníaco gas a 18 °C y a presión constante vale $-46,0 \text{ kJ/mol}$. Calcule el calor de formación del $\text{NH}_3 (\text{g})$ a esa temperatura pero a volumen constante.

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

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



Calcule: a) La variación de entalpía

b) La variación de energía interna.

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

13.-/ Indique razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

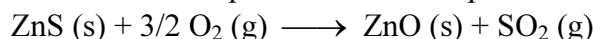
- Toda reacción exotérmica es espontánea.
- En toda reacción química espontánea, la variación de entropía es positiva.
- En el cambio de estado $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{g})$ se produce un aumento de entropía.

14.-/ a) Calcule la variación de entalpía estándar de formación del acetileno (etino) a partir de las entalpías estándares de combustión, en 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: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$.

15.-/ 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 $\text{ZnS}(\text{s})$ 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: $\text{S} = 32$; $\text{Zn} = 65,4$.

16.-/ En un calorímetro adecuado, a 25 °C y 1 atm de presión, se queman completamente 5 cm^3 de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) produciéndose dióxido de carbono gaseoso y agua líquida. El calor desprendido, a presión constante, es $117,04 \text{ kJ}$. Calcule:

a) La variación de entalpía de combustión estándar del etanol.

b) La variación de energía interna a la temperatura de 25 °C.

DATOS: Densidad del etanol = $0,79 \text{ g/cm}^3$; $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Masas atómicas: $\text{H} = 1$; $\text{C} = 12$; $\text{O} = 16$.

17.-/ Las variaciones de entalpías estándar de formación del CH₄ (g), CO₂ (g) y H₂O (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 m³ de metano medido en condiciones normales.

DATO: R = 0,082 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹.

18.-/ 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.

19.-/ Dada la reacción: 2 C₂H₆ (g) + 7 O₂ (g) → 4 CO₂ (g) + 6 H₂O (l)

Razone:

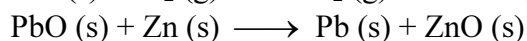
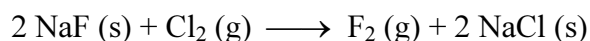
- Si a una misma temperatura, el calor desprendido a volumen constante es mayor, menor o igual que el desprendido si la reacción tuviera lugar a presión constante.
- Si la entropía en la reacción anterior aumenta o disminuye.

20.-/ 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⁻¹; E (N-H) = 389 kJ·mol⁻¹; E (N≡N) = 945 kJ·mol⁻¹.

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

DATO: R = 8,31 J·mol⁻¹·K⁻¹.

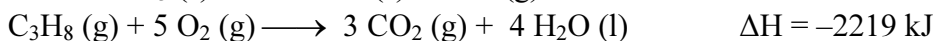
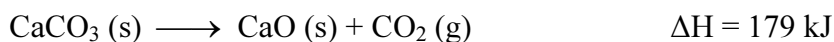
21.-/ a) Calcule la variación de energía libre estándar, a 25 °C, para las siguientes reacciones, utilizando los datos tabulados:



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 ₂	F ₂	Zn	Pb
ΔH_f° (kJ/mol)	-569	-411	-276	-348	----	----	----	----
ΔS_f° (J/K·mol)	58,6	72,4	76,6	3,9	223,0	202,7	41,6	64,8

22.-/ En un horno de preparación de cal, CaO, que utiliza propano como combustible, se producen las siguientes reacciones:



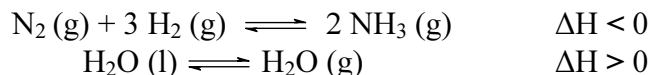
¿Qué masa de propano se debe quemar para descomponer 100 kg de carbonato de calcio, si sólo se aprovecha el 40 % del calor desprendido?

DATOS: Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16; Ca = 40.

23.-/ 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 siempre es positiva.

24.-/ Dados los procesos:



- Indique, de forma razonada, cómo será el signo de ΔS en cada reacción.
- Analice la espontaneidad en ambos procesos.

25.-/ Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- Algunas reacciones exotérmicas no 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.

26.-/ Calcule la variación de entalpía estándar de la reacción de hidrogenación del acetileno (C_2H_2) para formar etano:

- A partir de la energías medias de enlace: (C-H) = 415 kJ/mol; (H-H) = 436 kJ/mol; (C-C) = 350 kJ/mol; ($\text{C}\equiv\text{C}$) = 825 kJ/mol.
- A partir de las entalpías estándar de formación del etano: -85 kJ/mol, y del acetileno: 227 kJ/mol.

27.-/ Indique, razonadamente, si cada una de las siguientes proposiciones, relativas a la variación de energía libre de Gibbs, ΔG , es verdadera o falsa:

- Puede ser positiva o negativa, pero nunca puede ser cero.
- Es independiente de la temperatura.
- Cuando ΔG es negativa, la reacción es espontánea.

28.-/ Explique cómo varía 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.

- Calcule la variación de entalpía que se produce en la reacción de combustión del butano en condiciones estándar.
- ¿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, ΔH_f° : $\text{CO}_2(\text{g}) = -393$ kJ/mol; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -286$ kJ/mol; $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) = -125$ kJ/mol. Masas atómicas: H = 1; C = 12.

30.-/ 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.

31.-/ Dada la reacción: $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 43$ kJ y $\Delta S = 80$ J/K

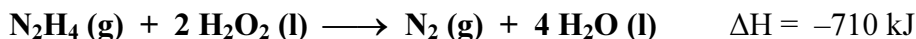
- Justifique el signo positivo de la variación de entropía.
- Si se supone que esas funciones termodinámicas no cambian con la temperatura, ¿será espontánea la reacción a 27 °C?

32.-/ Dada la reacción: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

- Determine la cantidad de calor, a presión constante, que es necesario suministrar para descomponer 3 kg de carbonato de calcio.
- ¿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: $[\text{CaCO}_3] = -1209,6$; $[\text{CO}_2] = -393,3$; $[\text{CaO}] = -635,1$. Masas atómicas: C = 12; O = 16; Ca = 40.

33.-/ La reacción entre la hidrazina (N_2H_4) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) se utiliza para la propulsión de cohetes:



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

- Calcule la entalpía de formación de la hidrazina.
- ¿Qué volumen de nitrógeno, medido a -10 °C y 50 mm de mercurio se producirá cuando reacciona 64 g de hidrazina?

DATOS: Masas atómicas: H = 1; N = 14.

34.-/ Uno de los alimentos más consumidos 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 kJ/mol, a la presión de una atmósfera. El torrente sanguíneo absorbe, por término medio, 26 moles de O_2 en 24 horas. Con esta cantidad de oxígeno:

- ¿Cuántos gramos de sacarosa se pueden quemar al día?
- ¿Cuántos kJ se producirán en la combustión?

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

35.-/ Las entalpías de formación del agua líquida y del dióxido de carbono gas son respectivamente, $-285,5$ kJ/mol y $-393,5$ kJ/mol a 25 °C y la entalpía de combustión del acetileno es $-1295,8$ kJ/mol.

- Calcule la entalpía de formación del acetileno si consideramos que el agua formada en la combustión está en estado líquido.
- Sabiendo que la entalpía de formación del etano es 84,6 kJ/mol, calcule la entalpía de hidrogenación del acetileno según la reacción: $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$.

36.-/ a) Calcule la variación de entalpía que se produce cuando se obtiene benceno a partir del acetileno (etino) según la reacción: $3 \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$ sabiendo que las entalpías de formación del acetileno gaseoso y del benceno líquido son 226,7 kJ/mol y $-49,0$ kJ/mol, respectivamente.

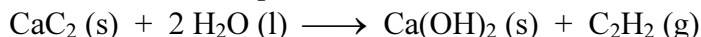
- Calcule el calor producido, a presión constante, cuando se queman 100 g de acetileno gaseoso sabiendo que: $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] = -393,5$ kJ/mol y $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,5$ kJ/mol.

DATOS: Masas atómicas: H = 1; C = 12.

37.-/ En una reacción en la que $\Delta H < 0$ y $\Delta S > 0$, se considera que ambas funciones termodinámicas permanecen constantes al cambiar la temperatura. Razone, en función de la temperatura, cuándo esta reacción:

- Estará en equilibrio.
- Será espontánea.

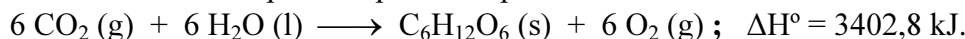
38.-/ a) Calcule la variación de la entalpía estándar de la reacción:



b) ¿Qué calor se desprende en la combustión de 100 dm³ de acetileno, C₂H₂, medidos a 25 °C y 1 atm?

DATOS: Entalpías de formación expresadas en kJ·mol⁻¹: CaC₂ = -59,0; CO₂ = -393,5;
H₂O = -285,8; Ca(OH)₂ = -986,0; C₂H₂ = 227,0.

39.-/ El proceso de fotosíntesis se puede representar por la ecuación:



Calcule:

a) La entalpía de formación estándar de la glucosa, C₆H₁₂O₆.

b) La energía necesaria para la formación de 500 g de glucosa mediante fotosíntesis.

DATOS: ΔH_f^o [CO₂(g)] = -393,5 kJ/mol; ΔH_f^o [H₂O(l)] = -285,8 kJ/mol.

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

40.-/ Calcule:

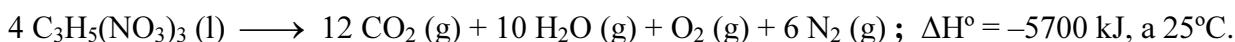
a) La variación de entalpía estándar para la descomposición de 1 mol de carbonato de calcio, CaCO₃ (s), en dióxido de carbono, CO₂ (g) y óxido de calcio, CaO (s).

b) La energía necesaria para preparar 3 kg de óxido de calcio.

DATOS: ΔH_f^o (kJ/mol): CO₂ (g) = -393,5; CaCO₃ (s) = -1206,2; CaO (s) = -635,6.

Masas atómicas: O = 16; Ca = 40.

41.-/ La nitroglicerina, C₃H₅(NO₃)₃, se descompone según la reacción:



a) Calcule la entalpía de formación estándar de la nitroglicerina.

b) ¿Qué energía se desprende cuando se descomponen 100 g de nitroglicerina?

DATOS: ΔH_f^o [CO₂(g)] = -393,5 kJ/mol; ΔH_f^o [H₂O(g)] = -241,8 kJ/mol.

Masas atómicas: H = 1; C = 12; N = 14; O = 16.

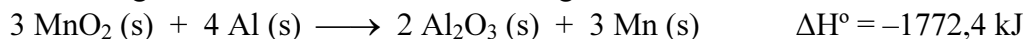
42.-/ a) Calcule la entalpía de formación estándar del naftaleno (C₁₀H₈).

b) ¿Qué energía se desprende al quemar 100 g de naftaleno en condiciones estándar?

DATOS: ΔH_f^o [CO₂ (g)] = -393,5 kJ/mol; ΔH_f^o [H₂O (l)] = -285,8 kJ/mol;

ΔH_c^o [C₁₀H₈] = -4928,6 kJ/mol. Masas atómicas: H = 1; C = 12.

43.-/ El dióxido de manganeso se reduce con aluminio según la reacción:



Calcule:

a) La entalpía de formación estándar del Al₂O₃ (s).

b) La energía que se desprende cuando se ponen a reaccionar, en las mismas condiciones, 50 g de MnO₂ (s) con 50 g de Al (s).

DATOS: ΔH_f^o [MnO₂(s)] = -520 kJ/mol. Masas atómicas: Al = 27; Mn = 55; O = 16.

44.-/ Cuando se quema 1 g de etanol líquido (C₂H₆O) y 1 g de ácido acético líquido (C₂H₄O₂), 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:

a) Las entalpías estándar de combustión del etanol y del ácido acético.

b) 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.

45.-/ 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 AgCl (s).
- Los moles de agua que se forman cuando se consumen 4 litros de ácido clorhídrico 0,5 molar.

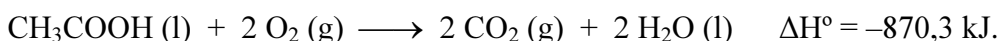
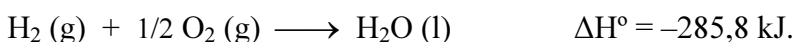
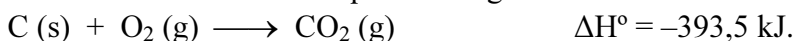
46.-/ En la combustión de 5 g de metano, llevada a cabo a presión constante y a 25°C , se desprenden 275 kJ. En estas condiciones, determine:

- La entalpía de formación y de combustión del metano.
- El volumen de metano necesario para producir 1 m^3 de CO_2 , medidos a 25°C y 1 atm.

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

Masas atómicas: C = 12; H = 1.

47.-/ Dadas las ecuaciones termoquímicas siguientes:



Calcule:

- La entalpía de formación estándar 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.

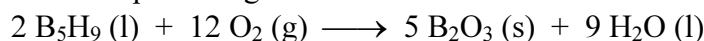
48.-/ Para una reacción determinada $\Delta H^\circ = 100$ kJ y $\Delta S = 300 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$. Suponiendo que ΔH y ΔS no varían con la temperatura, razone:

- Si la reacción será espontánea a temperatura inferior a 25°C .
- La temperatura a la que el sistema estará en equilibrio.

49.-/ 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 $\text{H}_2\text{O (l)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O (g)}$ se produce un aumento de entropía.

50.-/ El pentaborano nueve se quema según la reacción:



Calcule:

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

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

Masas atómicas: H = 1; B = 11.

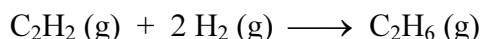
51.-/ Las entalpías estándar de formación a 25 °C del CaO (s), CaC₂ (s) y CO (g) son, respectivamente: -636, -61 y -111 kJ/mol. A partir de estos datos y de la siguiente ecuación:



- La cantidad de calor, a presión constante, necesaria para obtener una tonelada de CaC₂.
- La cantidad de calor, a presión constante, necesaria para obtener 2 toneladas de CaC₂ si el rendimiento del proceso es del 80 %.

DATOS: Masas atómicas: C = 12; Ca = 40.

52.-/ 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.

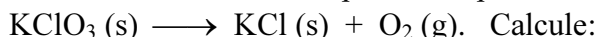
DATOS: Energías medias de enlace en kJ/mol: (C-H) = 415; (H-H) = 436; (C-C) = 350; (C≡C) = 825.

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

53.-/ 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.

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



- 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.

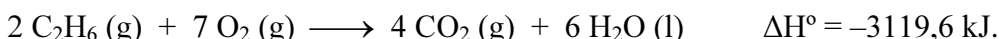
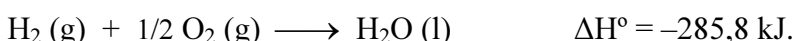
DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{KClO}_3 \text{ (s)}] = -414 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{KCl (s)}] = -436 \text{ kJ/mol}$

55.-/ Dada la reacción (sin ajustar): $\text{SiO}_2 \text{ (s)} + \text{C (grafito)} \longrightarrow \text{SiC (s)} + \text{CO (g)}$

- 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: $\Delta H_f^\circ [\text{SiC (s)}] = -65,3 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{SiO}_2 \text{ (s)}] = -910,9 \text{ kJ/mol}$;
 $\Delta H_f^\circ [\text{CO (g)}] = -110,5 \text{ kJ/mol}$. Variación de entropía de la reacción: $\Delta S^\circ = 353 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

56.-/ 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.

57.-/ 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.

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

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.

$\Delta H_f^\circ [\text{CH}_4(\text{s})] = -74,9 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CH}_3\text{Cl}(\text{g})] = -82 \text{ kJ/mol}$;

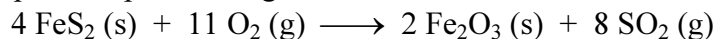
$\Delta H_f^\circ [\text{HCl}(\text{g})] = -92,3 \text{ kJ/mol}$.

59.-/ 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:

- La entalpía de combustión estándar del etanol.
- 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.

60.-/ La tostación de la pirita se produce según:



Calcule:

- 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.

$\Delta H_f^\circ [\text{FeS}_2(\text{s})] = -177,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})] = -822,2 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{SO}_2(\text{g})] = -296,8 \text{ kJ/mol}$.

61.-/ Para la siguiente reacción: $\text{CH}_4(\text{g}) + 4 \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CCl}_4(\text{g}) + 4 \text{HCl}(\text{g})$

Calcule la entalpía de reacción utilizando:

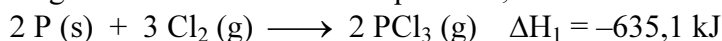
- Las entalpías de enlace.
- Las entalpías de formación estándar.

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

$\Delta H_f^\circ [\text{CH}_4(\text{g})] = -74,9 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CCl}_4(\text{g})] = -106,6 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{HCl}(\text{g})] = -92,3 \text{ kJ/mol}$.

62.-/ Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas, en las mismas condiciones:



Calcule:

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

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

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

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{CO}(\text{g})] = -110,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})] = -201,5 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})] = -235,1 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] = -241,8 \text{ kJ/mol}$.

Variación de entropía de la reacción: $\Delta S^\circ = -227,4 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

64.-/ Dada la ecuación termoquímica: $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow 2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = 571 \text{ kJ}$

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 H_2 con 50 g de O_2 .

DATOS: Masas atómicas: O = 16; H = 1.

65.-/ Calcule:

- La entalpía de combustión estándar del octano líquido, sabiendo que se forman CO_2 y H_2O gaseosos.
- La energía que necesita un automóvil por cada kilómetro si consume 5 L de octano por cada 100 km.

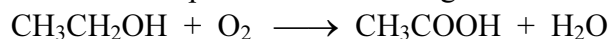
DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O} (\text{g})] = -241,8 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2 (\text{g})] = -393,5 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{C}_8\text{H}_{18} (\text{l})] = -250,0 \text{ kJ/mol}$.

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

66.-/ En condiciones estándar, en la combustión de 1 gramo de etanol se desprenden 29,8 kJ y en la combustión de 1 gramo de ácido acético se desprenden 14,5 kJ. Calcule:

- La entalpía de combustión estándar del etanol y la del ácido acético.
- La variación de entalpía estándar de la siguiente reacción:



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

67.-/ 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.

DATOS: Masas atómicas: N = 14; O = 16.

68.-/ Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- La entalpía de formación estándar del mercurio líquido, a 25 °C, es cero.
- Todas las reacciones químicas en que $\Delta G < 0$ son muy rápidas.
- A -273 °C la entropía de una sustancia cristalina pura es cero.

69.-/ Para la reacción: $\text{CH}_4 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} (\text{l}) + \text{HCl} (\text{g})$

- 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 ΔS° de la reacción es $11,1 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ y utilizando el valor de ΔH° de la reacción obtenido a partir de los valores de las entalpías de formación, calcule el valor de ΔG° , a 25 °C.

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{CH}_4 (\text{g})] = -74,8 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CH}_3\text{Cl}(\text{l})] = -82 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{HCl} (\text{g})] = -92,3 \text{ kJ/mol}$.

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

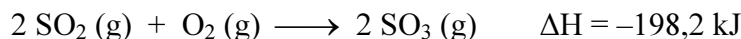
70.-/ Considere la reacción de hidrogenación del propino: $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH} + 2 \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

- Calcule la entalpía de la reacción, a partir de las entalpías medias de enlace.
- Determine la cantidad de energía que habrá que proporcionar a 100 g de hidrógeno molecular para disociarlo completamente en sus átomos.

DATOS: Entalpías de enlace en kJ/mol: (C-C) = 347; (C≡C) = 830; (C-H) = 415; (H-H) = 436.

Masa atómica: H = 1.

71.-/ En la oxidación catalítica a 400 °C del dióxido de azufre se obtiene trióxido de azufre según:



Calcule la cantidad de energía que se desprende en la oxidación de 60,2 g de dióxido de azufre si:

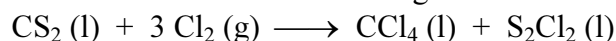
- La reacción se realiza a presión constante.
- La reacción tiene lugar a volumen constante.

DATOS: R = 8,3 J·K⁻¹·mol⁻¹. Masas atómicas: O = 16; S = 32.

72.-/ Dada la reacción: $2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2 \text{SO}_3 (\text{g}) \quad \Delta H = -198,2 \text{ kJ}$

- Indique razonadamente el signo de la variación de entropía.
- Justifique por qué la disminución de la temperatura favorece la espontaneidad de dicho proceso.

73.-/ Para la obtención del tetracloruro de carbono según:

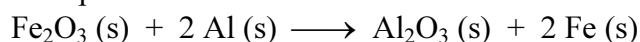


- Calcule el calor de la reacción, a presión constante, a 25 °C y en condiciones estándar.
- ¿Cuál es la energía intercambiada en la reacción anterior, en las mismas condiciones, cuando se forma un litro de tetracloruro de carbono cuya densidad es 1,4 g/mL?

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{CS}_2 (\text{l})] = 89,70 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CCl}_4 (\text{l})] = -135,4 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{S}_2\text{Cl}_2 (\text{l})] = -59,8 \text{ kJ/mol}$. Masas atómicas: C = 12; Cl = 35,5.

74.-/ La reacción utilizada para la soldadura aluminotérmica es:

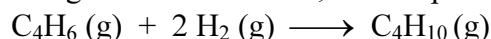


- Calcule el calor a presión constante y el calor a volumen constante intercambiados en condiciones estándar y a la temperatura de la reacción.
- ¿Cuántos gramos de Al_2O_3 se habrán obtenido cuando se desprendan 10000 kJ en la reacción?

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{s})] = -1675,7 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s})] = -824,2 \text{ kJ/mol}$.

Masas atómicas: O = 16; Al = 27.

75.-/ La reacción de hidrogenación del buta-1,3-dieno para dar butano es:



Calcule la entalpía de la reacción a 25 °C y en condiciones estándar:

- A partir de la entalpía de formación del agua y de las entalpías de combustión del buta-1,3-dieno y del butano.
- A partir de las entalpías de enlace.

DATOS: $\Delta H_c^\circ [\text{C}_4\text{H}_6 (\text{g})] = -2540,2 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_c^\circ [\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g})] = -2877,6 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O} (\text{l})] = -285,6 \text{ kJ/mol}$;

Entalpías de enlace en kJ/mol: (C-C) = 348,2; (C=C) = 612,9; (C-H) = 415,3;
(H-H) = 436,4.

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

- Calcule la entalpía de reacción en condiciones estándar, a 25 °C.
- ¿Cuánto calor se desprende a presión constante al apagar 250 kg de cal viva del 90 % de riqueza en óxido de calcio?

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{CaO (s)}] = -635,1 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O (l)}] = -285,8 \text{ kJ/mol}$;
 $\Delta H_f^\circ [\text{Ca(OH)}_2 \text{ (s)}] = -986,0 \text{ kJ/mol}$. Masas atómicas: O = 16; Ca = 40.

77.-/ Dada la reacción: $2 \text{H}_2 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O (g)}$ $\Delta H^\circ = -483,6 \text{ kJ}$

Razone sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- Al formarse 18 g de agua en condiciones estándar se desprenden 483,6 kJ.
- Dado que $\Delta H^\circ < 0$, la formación de agua es un proceso espontáneo.
- La reacción de formación de agua es un proceso exotérmico.

DATOS: Masas atómicas: H = 1; O = 16.

78.-/ Dada la reacción: $2 \text{H}_2\text{S (g)} + \text{SO}_2 \text{ (g)} \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O (l)} + 3 \text{S (s)}$

- Calcule la entalpía de esta reacción a 25 °C, en condiciones estándar.
- En estas condiciones, determine si la reacción es espontánea.

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

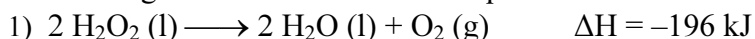
79.-/ Dada la reacción: $2 \text{H (g)} \longrightarrow \text{H}_2 \text{ (g)}$, conteste de forma razonada:

- ¿Cuánto vale ΔH de la reacción si la energía de enlace H–H es 436 kJ/mol?
- ¿Qué signo tiene la variación de entropía de esta reacción?
- ¿Cómo afecta la temperatura a la espontaneidad de la reacción?

80.-/ El proceso de formación del amoníaco gaseoso a partir de sus elementos es exotérmico. Razone:

- ¿Cómo varía la entropía de este proceso?
- ¿Será siempre espontánea la síntesis del amoníaco?
- ¿Serán iguales los calores de formación a presión constante y a volumen constante?

81.-/ 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.

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

Calcule:

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

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

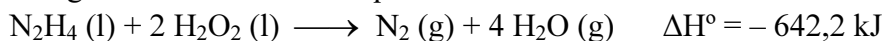
83.-/ En las condiciones adecuadas el cloruro de amonio sólido se descompone en amoniaco gaseoso y cloruro de hidrógeno gaseoso. Calcule:

- La variación de entalpía de la reacción de descomposición en condiciones estándar.
- ¿Qué cantidad de calor, se absorberá o se desprenderá en la descomposición del cloruro de amonio contenido en una muestra de 87 g de una riqueza del 79 %?

DATOS: ΔH_f° (kJ/mol): $\text{NH}_4\text{Cl (s)} = -315,4$; $\text{NH}_3 \text{ (g)} = -46,3$; $\text{HCl (g)} = -92,3$.

Masas atómicas: H = 1; N = 14; Cl = 35,5.

84.-/ La reacción de la hidracina, N_2H_4 , con el peróxido de hidrógeno se usa en la propulsión de cohetes, según la siguiente ecuación termoquímica:



- Calcule la entalpía de formación estándar de la hidracina.
- Calcule el volumen 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 mm de Hg.

DATOS: Masas atómicas: H = 1; N = 14; $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}_2 \text{ (l)}] = -187,8 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O (g)}] = -241,8 \text{ kJ/mol}$; $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

85.-/ 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 O_2 para formar CO_2 gaseoso, ¿qué cantidad de calor se desprenderá en esa reacción?

DATOS: Masas atómicas: C = 12; O = 16.

86.-/ En la reacción del oxígeno molecular gaseoso con el cobre para formar óxido de cobre(II) se desprenden 2,30 kJ por cada gramo de cobre que reacciona, a 298 K y 760 mm Hg. Calcule:

- La entalpía de formación del óxido de cobre(II).
- El calor desprendido a presión constante cuando reaccionan 100 L de oxígeno, medidos a 1,5 atm y 27°C .

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; Masa atómica Cu = 63,5.

87.-/ Para la reacción siguiente: $2 \text{C}_2\text{H}_6 \text{ (g)} + 7 \text{O}_2 \text{ (g)} \longrightarrow 4 \text{CO}_2 \text{ (g)} + 6 \text{H}_2\text{O (g)} \quad \Delta H < 0$

Razone:

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

88.-/ Tanto el etanol como la gasolina (supuestamente octano puro) se usan como combustible para automóviles.

- Escriba las reacciones de combustión de ambos compuestos y calcule las entalpías de combustión estándar del etanol y de la gasolina.
- ¿Qué volumen de etanol es necesario para producir la misma energía que 1 L de octano?

DATOS: Densidades (g/mL): etanol = 0,7894; octano = 0,7025.

ΔH_f° (kJ/mol): etanol = $-277,0$; octano = $-249,9$; $\text{CO}_2 = -393,5$; $\text{H}_2\text{O} = -285,8$.

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

89.-/ Sabemos que a 25°C las entalpías de combustión estándar del hexano líquido, carbono sólido e hidrógeno gas son $-4192,0 \text{ kJ/mol}$, $-393,5 \text{ kJ/mol}$ y $-285,8 \text{ kJ/mol}$, respectivamente. Calcule:

- La entalpía de formación del hexano líquido a 25°C .
- El número de moles de hidrógeno gaseoso consumidos en la formación del hexano líquido cuando se han liberado 30 kJ.

90.-/ Cuando se quema 1 g de gas propano en presencia de un exceso de oxígeno en un calorímetro manteniendo constante el volumen a 25°C, se desprenden 52,50 kJ de calor y se produce gas CO₂ y agua en estado líquido. Calcule:

- El calor de la reacción a volumen constante.
- El calor de la reacción a presión constante.

DATOS: $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Masas atómicas: H = 1; C = 12.

91.-/ a) La entalpía de formación del NH₃ (g) a 298 K es $\Delta H_f^\circ = -46,11 \text{ kJ/mol}$. Escriba la ecuación química a la que se refiere este valor.

- ¿Cuál es la variación de energía interna (ΔU) de un sistema si absorbe un calor de 67 J y realiza un trabajo de 67 J? Razone la respuesta.
- ¿Puede una reacción exotérmica no ser espontánea? Razone la respuesta.

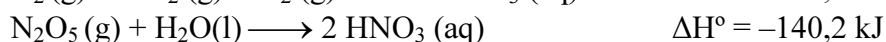
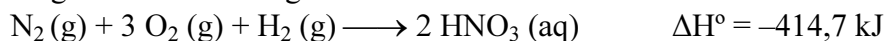
92.-/ Para la obtención del tetracloruro de carbono según: $\text{CS}_2 (\text{l}) + 3 \text{Cl}_2 (\text{g}) \longrightarrow \text{CCl}_4 (\text{l}) + \text{S}_2\text{Cl}_2 (\text{l})$

- Calcule el calor de reacción, a presión constante, a 25 °C y en condiciones estándar.
- ¿Cuál es la energía intercambiada en la reacción anterior, en las mismas condiciones, cuando se forma un litro de tetracloruro de carbono cuya densidad es 1,4 g/mL?

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{CS}_2 (\text{l})] = 89,70 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CCl}_4 (\text{l})] = -135,40 \text{ kJ/mol}$;
 $\Delta H_f^\circ [\text{S}_2\text{Cl}_2 (\text{l})] = -59,80 \text{ kJ/mol}$; Masas atómicas: C = 12; Cl = 35,5.

93.-/ Determine:

- La entalpía de la reacción en la que se forma 1 mol de N₂O₅ (g) a partir de los elementos que lo integran. Utilice los siguientes datos:



- La energía necesaria para la formación de 50 L de N₂O₅ (g) a 25°C y 1 atm de presión a partir de los elementos que lo integran.

DATO: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

94.-/ Cuando se queman 2,35 g de benceno líquido a volumen constante y a 25 °C se desprenden 98,53 kJ. Sabiendo que el agua formada se encuentra en estado líquido, calcule:

- El calor de combustión del benceno a volumen constante y a esa misma temperatura.
- El calor de combustión del benceno a presión constante y a esa misma temperatura.

DATOS: $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Masas atómicas: H = 1; C = 12.

95.-/ a) Razone si las reacciones con valores positivos de ΔS° siempre son espontáneas a alta temperatura.

- La siguiente reacción (sin ajustar) es exotérmica: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O} (\text{l}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$. Justifique si a presión constante se desprende más, igual o menos calor que a volumen constante.

- Razone si en un proceso exotérmico la entalpía de los reactivos es siempre menor que la de los productos.

96.-/ A 291 K, las entalpías de formación del amoníaco en los estados gaseoso y líquido son $-46,05$ y $-67,27 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, respectivamente. Calcule:

- La entalpía de vaporización del amoníaco.
- La energía que se desprende cuando se forman $1,5 \cdot 10^{22}$ moléculas de amoníaco líquido a 291 K.

97.-/ Sin efectuar cálculo alguno justifique, para cada uno de los siguientes procesos, si será siempre espontáneo, si no lo será nunca o si lo será dependiendo de la temperatura:

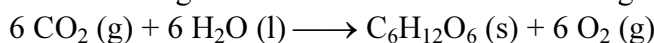
- a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \longrightarrow \text{HCHO}(\text{g}) \quad \Delta H^\circ > 0$
 b) $2 \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{C}(\text{s}) \longrightarrow 4 \text{Fe}(\text{s}) + 3 \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ > 0$
 c) $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H^\circ < 0$

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

- a) La variación de entalpía para la reacción: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$.
 b) ¿Qué energía se desprende al quemar $\text{CH}_4(\text{g})$ con 10,5 L de O_2 medidos a 1 atm y 125 °C?

DATO: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

99.-/ Las plantas verdes sintetizan glucosa mediante la fotosíntesis según la reacción:



- a) Calcule la entalpía de reacción estándar, a 25 °C, indicando si es exotérmica o endotérmica.
 b) ¿Qué energía se desprende cuando se forman 500 g de glucosa a partir de sus elementos?

DATOS: $\Delta H_f^\circ [\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})] = -673,3 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] = -393,5 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$; Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16.

100.-/ Teniendo en cuenta que las entalpías estándar de formación a 25 °C del butano, dióxido de carbono y agua líquida son, respectivamente, -125,7 kJ/mol, -393,5 kJ/mol y -285,8 kJ/mol, calcule el calor de combustión estándar del butano a esa temperatura.

- a) A presión constante.
 b) A volumen constante.

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

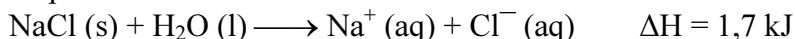
101.-/ El propano es uno de los combustibles fósiles más utilizados.

- a) Formule y ajuste su reacción de combustión y calcule la entalpía estándar de combustión.
 b) Calcule los litros de dióxido de carbono que se obtienen, medidos a 25 °C y 760 mm Hg, si la energía intercambiada ha sido de 5990 kJ.

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Energías medias de enlace ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$): (C-C) = 347;

(C-H) = 415; (O-H) = 460; (O=O) = 494; (C=O) = 730.

102.-/ Dado el siguiente proceso de disolución:



Indique razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) El proceso es exotérmico.
 b) Se produce un aumento de la entropía.
 c) El proceso es siempre espontáneo.

103.-/ A partir de las siguientes ecuaciones termoquímicas:



- a) Calcule la entalpía de formación estándar, a 25 °C, del monóxido de nitrógeno.
 b) Calcule los litros de aire necesarios para convertir en dióxido de nitrógeno 50 L de monóxido de nitrógeno, todo ellos medidos en condiciones normales.

DATOS: Composición volumétrica del aire; 21% O_2 y 79% N_2 .

- 104.-/ a)** Calcule la entalpía de formación estándar, a 25 °C, de la sacarosa (C₁₂H₂₂O₁₁).
b) Si nuestros músculos convierten en trabajo sólo el 30% de la energía producida en la combustión de la sacarosa, determine el trabajo muscular que podemos realizar al metabolizar 1 g de sacarosa.

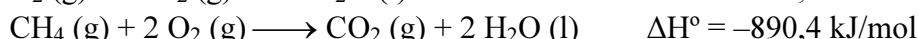
DATOS: $\Delta H^\circ_{\text{combustión}} [\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}] = -5650 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ [\text{CO}_2(\text{g})] = -393,5 \text{ kJ/mol}$;
 $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$; Masas atómicas: H = 1; C = 12; O = 16.

- 105.-/** Dada la siguiente ecuación termoquímica: $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H = -483,6 \text{ kJ}$, justifique cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a)** Al formarse 18 g de agua en esas condiciones se desprenden 483,6 kJ.
b) Dado que $\Delta H < 0$, la formación de agua es un proceso espontáneo.
c) La reacción de formación del agua será muy rápida.

DATOS: Masas atómicas: H = 1; O = 16.

- 106.-/ a)** Calcule el calor de formación del metano a presión constante, en condiciones estándar y 25°C, a partir de los siguientes datos:



- b)** Calcule el calor producido cuando se queman 10 m³ de metano medidos a 1 atm de presión y a 25°C.

DATO: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

- 107.-/ a)** En la reacción de combustión de 1 mol de propano, a 127°C y presión constante se desprenden 2200 kJ. Calcule el calor de reacción a volumen constante a la misma temperatura, considerando que todas las especies están en estado gaseoso.

- b)** Calcule la entalpía estándar de combustión del propano, a 25°C, conocidas las energías medias de los enlaces (kJ/mol): (C–C) = 347; (C–H) = 414; (O=O) = 498,7; (C=O) = 745 y (O–H) = 460.

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

- 108.-/ a)** La reacción $\text{CuO}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, en condiciones estándar y a 25°C, ¿es exotérmica o endotérmica? Justifique la respuesta.

Datos: $\Delta H_f^\circ [\text{CuO}(\text{s})] = -161,1 \text{ kJ/mol}$ y $\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$

- b)** Dibuje el diagrama entálpico correspondiente.

- c)** Razone cuál será el signo de ΔS° para dicha reacción.

- 109.-/ a)** Determine el calor de formación del C₄H₁₀ (g) utilizando los datos de entalpía que se dan.

- b)** Para fundir una determinada cantidad de sodio se necesitan $1,98 \cdot 10^5 \text{ kJ}$. ¿Cuántos kg de gas butano serán necesarios quemar para conseguir fundir todo el sodio?

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

$\Delta H^\circ_{\text{combustión}} [\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})] = -2878,6 \text{ kJ/mol}$; Masas atómicas: H = 1; C = 12.