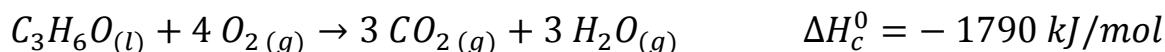


Los datos de  $\Delta H_f^0$  y  $\Delta H_c^0$  que se necesiten se consultarán en el anexo I (pág. 5).

Las soluciones pueden diferir debido a las tablas de entalpías utilizadas. REVISAR SOLUCIONES.

### EJERCICIOS DE INTRODUCCIÓN:

1. La entalpía de formación del amoníaco es  $-46,2$  kJ/mol. Determina el calor de reacción cuando se formen 3 L de dicha sustancia medidos en condiciones normales. Sol. 6,1 kJ se desprenderán.
2. Calcule la masa de acetona ( $C_3H_6O$ ) que es necesario quemar para producir 15 MJ, teniendo en cuenta la siguiente reacción de combustión:



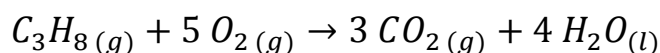
Sol. 486 g.

3. ¿Cuál de las siguientes especies posee una  $\Delta H_{formación}^0 = 0$  ?
  - a.  $H$
  - b.  $H^+$
  - c.  $H_2$
  - d.  $H^-$

Sol. Por convenio la entalpía de formación de un elemento en su forma más estable en condiciones estándar es cero, por lo que la respuesta correcta es...

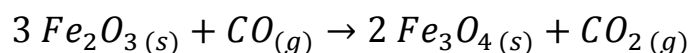
### CÁLCULOS UTILIZANDO ENTALPÍAS DE FORMACIÓN

4. Calcule el calor intercambiado (o variación de entalpía) a  $25^\circ\text{C}$  y 1 atm, para el proceso siguiente:

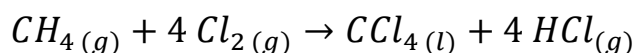


Sol. - 2220 kJ.

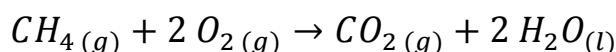
5. En el proceso metalúrgico de obtención de hierro en el alto horno se produce la siguiente reacción:



- a. Calcule la entalpía estándar de la reacción. Indique si es un proceso endotérmico o exotérmico. Sol.  $-46,4$  kJ.
  - b. Calcule la cantidad de energía involucrada en la formación de 500 kg de  $Fe_3O_{4(s)}$  y los moles de  $CO_{2(g)}$  que se forman. Sol. 50097 kJ; 1080 moles.
6. Halla la entalpía estándar de la siguiente reacción:

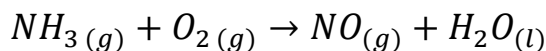


- c. A partir de las entalpías de formación estándar. Sol.  $-400,9$  kJ.
  - d. A partir de las entalpías de enlace estándar (hacer más adelante). Sol.  $-408$  kJ.
  - e. ¿Por qué no concuerdan exactamente los resultados obtenidos?
7. Las entalpías estándar de formación del  $CO_{2(g)}$  y del  $H_2O_{(l)}$  son  $-393,5$  kJ/mol y  $-285,8$  kJ/mol respectivamente. La entalpía estándar de combustión del ácido acético,  $CH_3COOH_{(l)}$ , es  $-875,4$  kJ/mol. Calcule la entalpía estándar de formación del ácido acético. Sol.  $-483,2$  kJ.
  8. Calcule la variación de entalpía para la siguiente reacción:



A partir de las entalpías de formación estándar que se recogen en las tablas. Sol.  $-890,3$  kJ/mol.

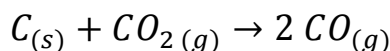
9. Dada la siguiente reacción en fase gaseosa (que es necesario ajustar):



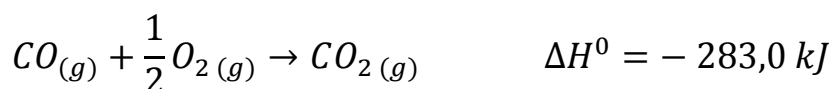
- a) Calcule el calor de reacción estándar. Sol. – 270,8 kJ/mol.
- b) Calcule el calor absorbido o desprendido (especifique) cuando se mezclan 5,0 g de oxígeno con 5,0 g de amoníaco. Sol. – 33,9 kJ.
10. Calcule la variación de entalpía en la reacción de combustión completa de 3,00 kg de butano. Sol. – 2878 kJ/mol.
11. Sabiendo que las entalpías de combustión a 25 °C del  $C_{(s)}$ ,  $H_2(g)$  y  $C_2H_5OH(l)$  son – 393,5; – 285,8 y – 1366,8 kJ/mol, respectivamente, calcule la  $\Delta H_f^0$  (etanol). Sol. – 277,6 kJ/mol.
12. A efectos prácticos puede considerarse la gasolina como octano,  $C_8H_{18}$ . Haciendo uso de la tabla de entalpías de formación estándar calcule:
- a. El calor producido en la combustión de 2,00 L de gasolina. Sol. – 71300 kJ.
- b. La energía necesaria por cada kilómetro, si un automóvil consume 5,00 L de gasolina cada 100 km. Sol. – 1780 kJ/km.
13. **AMPLIACIÓN:** La gasolina es una mezcla de hidrocarburos entre  $C_5$  y  $C_{10}$ . Calcule:
- f. El calor desprendido en la combustión de 5,00 L de una gasolina que contiene 50,0 % de octano, 30,0 % de hexano y 20,0 % de pentano. Sol. –  $2,01 \cdot 10^5$  kJ.
- g. Las entalpías de formación del pentano y hexano. Sol. – 144 kJ/mol; – 197 kJ/mol.
- h. El volumen de aire, medido a 0 °C y 1 atm, necesario para la combustión de 5,00 L de gasolina. Sol.  $4,88 \cdot 10^4$  L aire.

### CÁLCULOS UTILIZANDO ECUACIONES QUÍMICAS CON $\Delta H_r^0$ CONOCIDAS (LEY DE HESS)

14. Calcula la variación de entalpía de la siguiente reacción:

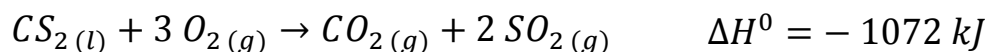
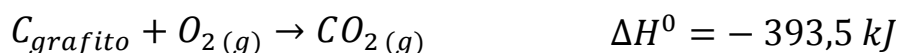


Sabiendo que:



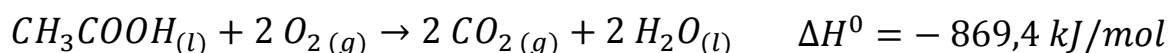
Sol. + 172,5 kJ.

15. Calcula la entalpía estándar de la reacción de síntesis del disulfuro de carbono,  $CS_2(l)$ , a partir de sus elementos,  $C(\text{grafito})$  y  $S_{(s)}$ , utilizando los siguientes datos: Sol. 86,3 kJ.



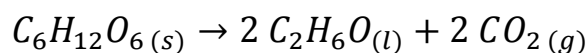
16. La variación de entalpía estándar para la combustión del monóxido de carbono es  $-68$  kcal/mol, y la variación de entalpía estándar para su formación es  $-29$  kcal/mol. ¿Cuánto vale la variación de la entalpía estándar de formación del dióxido de carbono? Sol.  $-97$  kcal/mol.

17. Determine la entalpía de formación del ácido acético a partir de las siguientes reacciones:



Sol.  $-488,2$  kJ/mol.

18. Los calores de combustión de la glucosa,  $C_6H_{12}O_6$ , y del etanol,  $C_2H_6O$ , son respectivamente,  $-2816,8$  kJ/mol y  $-1366,9$  kJ/mol. ¿Cuál es el calor desprendido cuando se forma un mol de etanol por fermentación de glucosa? Sol.  $-41,500$  kJ. Nota: La reacción de fermentación de la glucosa es la siguiente:



19. Las entalpías normales de combustión del hidrógeno gas, carbono sólido, metano gas y etano gas (kJ/mol) son, respectivamente,  $-285,8$ ;  $-393,5$ ;  $-889,5$  y  $-1558,3$ ; siendo  $H_2O_{(l)}$  y  $CO_{2(g)}$  los productos de las reacciones de combustión. Calcule:

- La entalpía estándar de formación del metano y etano gas. Sol.  $-75,60$  y  $-86,10$  kJ/mol.
- La  $\Delta H^0$  de la reacción  $C_2H_6(g) + H_2(g) \rightarrow 2 CH_4(g)$ . Sol.  $-65,1$  kJ.

20. Uno de los componentes del humo del tabaco es el agente cancerígeno llamado benzo( $\alpha$ )pireno.

- Calcule la entalpía de formación del benzo( $\alpha$ )pireno,  $C_{20}H_{12}$ , haciendo uso de la ley de Hess y sabiendo que las entalpías de formación del dióxido de carbono y del agua son, respectivamente,  $-393,0$  y  $-242,0$  kJ/mol. La entalpía de combustión del benzo( $\alpha$ )pireno es  $-16.370$  kJ/mol. Sol.  $7058$  kJ/mol.
- Si al fumar una caja de cigarrillos se forman  $0,200$  g de benzo( $\alpha$ )pireno, ¿qué cantidad de energía se consume en este proceso? Sol.  $5,60$  kJ.

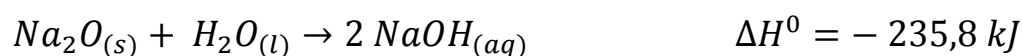
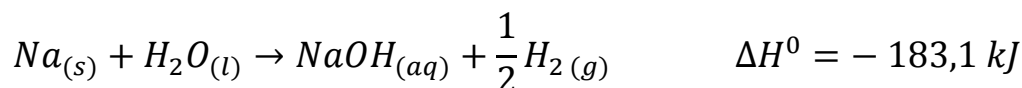
21. a) Calcula el calor de formación del ácido metanoico (H – COOH), a partir de los siguientes calores de reacción:

- $\Delta H_{\text{formación}}^0(CO) = -110,4 \text{ kJ/mol}$
- $\Delta H_{\text{formación}}^0(H_2O) = -285,5 \text{ kJ/mol}$
- $\Delta H_{\text{combustión}}^0(CO) = -283,0 \text{ kJ/mol}$
- $\Delta H_{\text{combustión}}^0(H - COOH) = -259,6 \text{ kJ/mol}$

b) Calcula la cantidad de calor que se desprende en la formación de  $1$  kg de ácido metanoico.

Sol. a)  $-419,3$  kJ/mol; b)  $9115,6$  kJ.

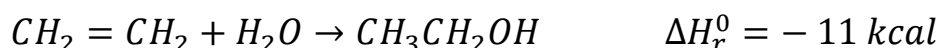
22. Calcule los calores de formación del  $Na_2O$  y del  $NaOH$  en estado sólido sabiendo que:



Sol. - 416,0 kJ; - 426,1 kJ.

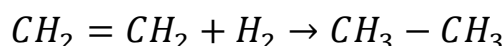
### CÁLCULOS UTILIZANDO ENTALPÍAS DE ENLACE

23. Calcule la energía del enlace O – H (ver anexo II) teniendo en cuenta que:

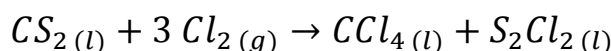


Sol. 110 kcal/mol.

24. Calcular la variación de entalpía correspondiente al proceso de hidrogenación del etileno para formar etano a partir de las entalpías de enlace estándar (ver el anexo II). Sol. - 130 kJ/mol.



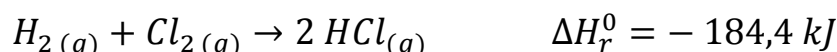
25. Determine la entalpía de la reacción correspondiente a la obtención del tetracloruro de carbono según la siguiente ecuación:



a) A partir de las entalpías de formación que se recogen en las tablas. Sol. - 369 kJ.

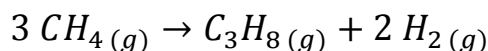
b) Estime la energía del enlace entre átomos de azufre en el  $S_2Cl_2$ . Sol. - 254 kJ/mol.

26. Para la reacción:

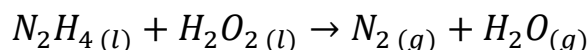


Calcule la entalpía del enlace H – Cl. Sol. 431 kJ/mol.

27. Sabiendo que las energías medias de los enlaces C – H, C – C e H – H son 99, 83 y 104 kcal/mol, respectivamente, calcula el valor de la variación de entalpía estándar de la reacción. Sol. 22 kcal.



28. Sea la siguiente reacción química:



Determine la entalpía de la reacción a partir de las energías de disociación de enlace que se recogen en las tablas (anexo I). Sol. - 783 kJ/mol.

29. Calcule la entalpía de la reacción de hidrogenación del acetileno (etino) a etano a partir de las entalpías de enlace que se recogen en las tablas (anexo I). Sol. - 319 kJ/mol.

30. Determine la entalpía de combustión del etano a partir de las entalpías de enlace que se recogen en las tablas. Sol. - 1462 kJ/mol.

31. Determine la entalpía de la reacción entre el cloro y el propeno para obtener 1,2-dicloropropano a partir de las energías de enlace que se recogen en las tablas. Sol. - 170 kJ/mol.

## ANEXO I

## (Entalpías de formación estándar)

Compuesto	$\Delta H_f^0$ (kJ/mol)
Agua líquida	- 285,84
Agua vapor	- 231,8
$CO$	- 110,5
$CO_2$	- 393,5
$C_4H_{10}$	- 124,7
$C_3H_8$	- 103,85
$C_8H_{18}$	- 250,0
$FeO$	- 267,0
$CH_4$	- 91,9

Compuesto	$\Delta H_f^0$ (kJ/mol)
$NO$	+ 90,0
$NH_3$	- 67,90
$CS_2$	+ 89,7
$CCl_4$	- 135,44
$S_2Cl_2$	- 143,5
$SO_2$	- 296,9
$HCl$	- 92,3
$Fe_2O_3$	- 824,2
$Fe_3O_4$	- 1118

## (Entalpías de enlace estándar)

Enlace	$\Delta H_e^0$ (kJ/mol)
O – O	142
O = O	494
O – H	459
H – H	436
C – H	414
C – C	347
C = O	800
C = S	477
C – O	352
S – Cl	255

Enlace	$\Delta H_e^0$ (kJ/mol)
N – N	167
N = N	418
N $\equiv$ N	942
N – H	386
C = C	612
C $\equiv$ C	812
C – Cl	322
Cl – Cl	243
C $\equiv$ N	887
H – Cl	430