

1. Calcula o traballo realizado cando se comprime un gas desde un volume de $5,0 \text{ dm}^3$ ata outro de 2 dm^3 , baixo unha presión de 10^4 Pa . Cal foi a variación de enerxía interna nese proceso se a calor que se desprende no proceso serviu para incrementar a temperatura de 10 g de auga en $0,5^\circ\text{C}$? Dato: $c_e(\text{auga})=4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$
Sol: $30 \text{ J}; 9 \text{ J}$
2. Tense un gas nun recipiente provisto dun émbolo móbil de masa desprezable e sen rozamento cuxa superficie é de 200 cm^2 . O gas expándese e o émbolo desprázase 10 cm da súa posición inicial, sendo a presión exterior igual a $0,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; ó mesmo tempo o gas perde 200 J de enerxía en forma de calor. Calcula o traballo realizado polo gas na expansión e a variación da súa enerxía interna.
Sol: $W = -180 \text{ J}, \Delta U = -380 \text{ J}$
3. Cando 1 kg de auga líquida, a temperatura de ebulición, se converte en vapor a temperatura igual e a unha presión de 101.300 Pa , absorbe 2.283 kJ de enerxía en forma de calor. Calcula:
a) O traballo de expansión realizado polo sistema.
b) A variación de enerxía interna do sistema.
c) ¿Que tanto por cento da calor subministrada se utiliza no traballo de expansión?
Datos: densidade da auga líquida a 100°C 973 kg/m^3
Sol: a) $-172 \cdot 10^5 \text{ J}$, b) $2110,5 \text{ kJ}$, c) $7,53\%$
4. Un gas contido nun cilindro comprímese mediante un traballo de 460 J . Se durante o proceso hai unha cesión de calor de 120 J , calcula a variación de enerxía interna que ten lugar no proceso.
Sol: 340 J
Sol: $-133,8 \text{ kJ/mol}$
5. Na combustión de 1 mol de etanol en condicións estándar obteñense 1371 kJ de enerxía en forma de calor. Calcula a variación de enerxía interna.
Sol: -1369 kJ
6. Na combustión dun mol de propano á temperatura de $125,0^\circ\text{C}$ e presión 1 atm despréndense 1.621 kJ de enerxía en forma de calor.
a) Escribe a ecuación termoquímica correspondente ao proceso indicado.
b) Calcula a variación de enerxía interna para esta reacción a 125°C
Sol: -1.624 kJ
7. Na combustión do benceno a presión constante e 25°C despréndense $42,32 \text{ kJ}$ por cada gramo de benceno queimado. Escribe a ecuación termoquímica e calcula a variación de enerxía interna para esta reacción a 25°C .
Sol: a) -3.301 kJ/mol , b) -3297 kJ
8. Calcula a diferenza entre Q_v e Q_p para a combustión da glicosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) a 18°C .
Sol: cero
9. Nun libro lemos que para a reacción $\text{Zn}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{ZnSO}_{4(aq)} + \text{H}_{2(g)}$, $Q_v = -37,63 \text{ kcal}$ e $Q_p = -38,21 \text{ kcal}$. ¿Que se podería opinar a cerca destes datos?
Sol: incorrectos
10. Para a reacción de combustión do butano ΔH é negativa. Indica razoadamente se, á mesma temperatura, a calor desprendida a presión constante é igual, maior ou menor que a calor desprendida a volume constante.
Dato: a auga obtida na reacción está en estado gasoso.
Sol: $Q_v \neq Q_p$
11. Na combustión dunha mostra de 3 g de ácido tartárico (ácido 2,3-dihidroxibutanodioico), sólido, nun recipiente pechado (a volume constante) desprendéronse $23,7 \text{ kJ}$. Calcula a calor que se desprendería, en kJ/mol , nun recipiente aberto (a presión constante). ¿Cal será o valor da variación de entalpía na reacción de combustión do ácido tartárico? Dato: a auga obtida na reacción está en estado líquido.
Sol: -1181 kJ/mol
12. Ao queimar $2,35 \text{ g}$ de benceno, nunha bomba calorimétrica a volume constante despréndense, a 25°C , 23540 cal . Calcula a calor de combustión do benceno a presión constante e a esa mesma temperatura.
Sol: -3270 kJ/mol
13. Ao vaporizar 1 mol de auga líquida, á temperatura de ebulición e a presión constante de 1 atm , absórbense $9,7 \text{ kcal}$. O sistema realiza traballo sobre a atmosfera que o rodea, a causa da variación de volume que ten lugar cando a auga pasa de líquido a vapor. Calcula:
a) O traballo realizado por un mol de auga líquida, sabendo que o seu volume a 373 K é $0,019 \text{ litros}$ e considerando que o vapor se comporta como un gas ideal.
b) ΔH e ΔU para este proceso.
Sol: $3,1 \text{ kJ}$, b) $40,6$ y $37,5 \text{ kJ}$
14. Dada a seguinte ecuación química: $2 \text{ HCl}_{(g)} + \frac{1}{2} \text{ O}_{2(g)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ $\Delta H < 0$
Indica, razoándoo, si a igual temperatura ΔH para o proceso é maior, menor ou igual que ΔU .
Sol: é menor

15. O ácido acético obtense actualmente na industria por reacción do metanol co monóxido de carbono. A partir das entalpías de formación, indica se a obtención do ácido é un proceso exotérmico ou endotérmico.
 $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_{(g)}) = -110,4 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}) = -238,7 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(l)}) = -484,5 \text{ kJ/mol}$
 Sol: exotérmico
16. Na combustión dun mol de propano, a temperatura de 298 K e presión de 1 atm, despréndense 2220 kJ de enerxía en forma de calor.
 a) Escribe a ecuación termoquímica correspondente ao proceso indicado.
 b) Calcula a masa de auga que pode quentarse desde a temperatura de 10°C ata 80°C, queimando 100 dm³ de propano medidos a 298 K e 1 atm, supoñendo que non se perde nada de calor.
 Sol: b) 31,0 kg
 Sol: a) -219,0 kJ/mol b) -92,42 kJ/mol c) 115,5 kJ
17. Calcula a enerxía calorífica necesaria para converter 1000 g de mercurio sólido, a súa temperatura de fusión, en mercurio líquido a -10°C e á presión de 1,013.10⁵ Pa.
 Datos: $\Delta H_{\text{fusión mercurio}} = 2364,6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$ Capacidade calorífica molar do mercurio: $C = 27,56 \text{ J/K}\cdot\text{mol}$
 $T_{\text{fusión mercurio}} = -38,9^\circ\text{C}$
 Sol: $1,54 \cdot 10^4 \text{ J}$
18. A calor de combustión do ácido benzoico á temperatura de 25°C vale 773 kcal/mol cando o proceso ten lugar a volume constante nunha bomba calorimétrica. Calcula a elevación de temperatura que se observaría nunha bomba calorimétrica, cuxo equivalente en auga é de 2000 g, ao proceder a combustión de 0,5 g de ácido benzoico.
 Sol: 1,58°C
19. Unha mostra de 1'435 g de naftaleno (C₁₀H₈), unha sustancia de olor penetrante que se utiliza nos repelentes contra as polillas, queimase nunha bomba calorimétrica a volume constante. A temperatura da auga elévase desde 20'17 °C ata 25'84°C. Se a masa de auga que rodea ao calorímetro é de 2000 g e a capacidade calorífica da bomba calorimétrica é 1'80 kJ/°C, calcula a calor de combustión do naftaleno.
 Sol: $-5'15 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol}$
20. Calcula a calor molar de disolución do hidróxido sódico na auga sabendo que ao disolver 2,15 g de NaOH en 450 ml de auga, nun calorímetro cuxo equivalente en auga é de 43 g, produciuse un aumento da temperatura da auga de 1,1°C.
 Sol: -10134 cal/mol
21. Describe o procedemento para calcular no laboratorio a calor de disolución do hidróxido de sodio na auga. Determina a calor de disolución (a P e T do laboratorio) supoñendo unha masa de hidróxido de sodio de 1,8 g que se dissolve en 400 cm³ de auga, nun calorímetro cuxo equivalente é de 12 g. O incremento da temperatura observado foi de 1,2°C. Datos: $c_e(\text{disolución}) = c_e(\text{auga}) = 4,18 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$ $d_{\text{auga}} = 1 \text{ g/cm}^3$
 Sol: -46,12 kJ/mol
22. Quérese determinar a ΔH do proceso de disolución dun composto iónico AB. Indica o proceso que se vai seguir e o material empregado. Se ao disolver 0'2 moles de dita sustancia en 500 ml de auga se produce un incremento de temperatura de 2°C ¿cal será o valor de ΔH en J/mol para ese proceso de disolución?
 Datos: $C_{e(\text{auga})} = C_{e(\text{disolución})} = 4'18 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$, masa disolución = masa auga, $d_{\text{auga}} = 1 \text{ g/cm}^3$
 Sol: -20'9 kJ/mol
23. A combustión de 1,71 g de sacarosa (C₁₂H₂₂O₁₁) a 27°C produce nunha bomba calorimétrica, de capacidade calorífica 802 cal/°C, unha elevación da temperatura de 8,73°C. Determina ΔU para a combustión de 1 mol de sacarosa.
 Sol: -1400 kcal/mol
24. Ao engadir 10 g de cloruro de amonio a 100 g de auga, a temperatura do sistema descende 6°C. Indica se se trata dun proceso exotérmico ou endotérmico e calcula a entalpía de disolución do cloruro de amonio.
 Dato: supón que a densidade e a calor específica da disolución coinciden coas da auga.
 Sol: $\Delta H = 14'5 \text{ kJ/mol}$
25. As entalpías estándar de combustión do benceno (líquido) e do ciclohexano (líquido) son respectivamente -3300,3 kJ·mol⁻¹ e -3951,0 kJ·mol⁻¹ e a entalpía estándar de formación da auga (líquida) é de -285,5 kJ·mol⁻¹. A partir destes datos, calcula:
 a) a variación de entalpía estándar e de enerxía interna da reacción de hidroxenación do benceno, na que se obtén ciclohexano segundo a ecuación: $\text{C}_6\text{H}_6(l) + 3 \text{H}_2(g) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}(l)$
 b) a enerxía en forma de calor obtida na combustión de 1,0 dm³ de benceno de densidade 0,8 g/cm³, se o proceso se realiza a presión constante e a 25°C.
 c) A masa de ciclohexano que fará falta queimar, a presión constante e a 25°C, para quentar 100 L de auga de 10°C a 60°C, supoñendo que o rendemento térmico é do 80%.
 Sol: a) $\Delta H^\circ = -205,8 \text{ kJ/mol}$ $\Delta U^\circ = -198,4 \text{ kJ/mol}$ b) 33806 kJ c) 555 g
26. Unha mostra de 1'922 g de metanol, queimouse nunha bomba calorimétrica a volume constante. Como consecuencia, a temperatura da auga elevouse 4'2 °C. Se a cantidade de auga que rodea ao calorímetro é exactamente 2000 g e a capacidade calorífica do calorímetro é 2'02 kJ/°C, calcula a calor molar de combustión do metanol.

- Para la reacción (a 25°C y 1 atm): $I_2(s) + H_2(g) \rightarrow 2 HI(g)$; $\Delta H = 53 \text{ kJ}$. Con esto puede asegurarse que dicha reacción es:
 - Exotérmica
 - Endotérmica
 - Espontánea
 - Muy rápida
 - Muy lenta
- Decir si el enunciado siguiente es verdadero o falso: "En una reacción exotérmica, la suma de las entalpías de los reactivos es menor que la de los productos"
- La variación de energía libre de una reacción química:
 - Puede ser positiva o negativa, pero nunca puede ser cero.
 - Es independiente de la temperatura.
 - Cuando es positiva la reacción es espontánea
 - Cuando es negativa y muy grande la reacción es muy rápida.
 - Cuando es negativa la reacción es espontánea.
- Para la vaporización del agua, se tiene que $\Delta H = 44'01 \text{ kJ/mol}$ y $\Delta S = 117'9 \text{ J/mol.K}$ a 298 K y 1 atm. Calcular:
 - La energía libre de vaporización en esas condiciones.
 - La temperatura a la cual el agua líquida estará en equilibrio con su vapor.
- La entalpía normal o estándar del $Cl_{2(g)}$ es 0 kJ/mol. Sin embargo, esto no se cumple para el $Br_{2(g)}$ y el $I_{2(g)}$. ¿Por qué?
- Teniendo en cuenta los siguientes datos (a 298 K y 1 atm): entalpía normal de formación del metano = - 74,9 kJ/mol; calor de sublimación del carbono = 718'4 kJ/mol y energía de disociación del hidrógeno = 436'0 kJ/mol. Calcular la energía media del enlace C-H.
Sol: 416'3 kJ/mol
- Indicar razonándolo, si los procesos siguientes representan un aumento o una disminución de entropía del sistema:
 - la solidificación del agua
 - la obtención del cloruro de potasio a partir de cloro (gas) y de potasio (sólido)
 - la descomposición del amoníaco en nitrógeno e hidrógeno
 - la sublimación del yodo
 - la disolución de la sal en agua
- Sin consultar ninguna tabla, predecir cuáles de las siguientes reacciones realizadas a 25°C y $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, serán espontáneas y cuáles no lo serán, con toda seguridad:

a) $6 CO_{2(g)} + 6 H_2O_{(g)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + 6 O_{2(g)}$	$\Delta H > 0$
b) $N_{2(g)} + 3 H_{2(g)} \rightarrow 2 NH_{3(g)}$	$\Delta H < 0$
c) $Mg_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow MgSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$	$\Delta H < 0$
d) $2 NaCl_{(s)} \rightarrow 2 Na_{(s)} + Cl_{2(g)}$	$\Delta H > 0$
e) $Cl_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow 2 HCl_{(g)}$	$\Delta H < 0$
f) $AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$	$\Delta H < 0$
g) $N_{2(g)} + 3 Cl_{2(g)} \rightarrow 2 NCl_{3(g)}$	$\Delta H > 0$
- Al calentar el pentacloruro de fósforo (gas) se descompone en tricloruro de fósforo (gas) y cloro (gas). Predecir, razonándolo, el signo de ΔH , ΔS y ΔG del proceso indicado.
- El cloruro de hidrógeno (gas) reacciona con el amoníaco (gas) obteniéndose cloruro de amonio (sólido). La reacción es espontánea a temperatura ambiente, a pesar de que hay una disminución de entropía del sistema reaccionante. ¿Cómo se explica?
- Dada la siguiente reacción: $4 HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2 H_2O_{(g)} + 2 Cl_{2(g)}$ calcular su ΔG° e indicar si en condiciones estándar el proceso indicado es espontáneo.
 $\Delta H^\circ_f (HCl_{(g)}) = - 92,3 \text{ kJ/mol}$ $\Delta H^\circ_f (H_2O_{(g)}) = - 241,6 \text{ kJ/mol}$ $S^\circ (HCl_{(g)}) = 186,46 \text{ J/K.mol}$

$$S^{\circ}(\text{O}_{2(g)}) = 204,82 \text{ J/K.mol}$$

$$S^{\circ}(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = 188,5 \text{ J/K.mol}$$

$$S^{\circ}(\text{Cl}_{2(g)}) = 222,79 \text{ J/mol}$$

12. La entalpía estándar de formación del tetracloruro de silicio (líquido) es de $-685,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$. Predecir, razonándolo, el signo de ΔH , ΔS e ΔG para el proceso de formación del tetracloruro de silicio a partir de sus elementos a 25°C y $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
13. Razonar por qué a presión constante, una reacción no espontánea a una temperatura determinada, puede ser espontánea al variar la temperatura.
14. El clorato de potasio se descompone en cloruro de potasio y oxígeno. Las ΔH_f° del cloruro y del clorato son, respectivamente, -437 kJ/mol y -398 kJ/mol ,
- Calcula la variación de entalpía de la reacción e indica si es exotérmica o endotérmica.
 - Determina cuál será el signo de la variación de entropía estándar de la reacción.
 - Justifica si la reacción será o no espontánea en condiciones estándar.

Sol: a) -39 kJ