

TERMODINÀMICA

Recordeu que heu de buscar les dades necessàries a les taules

1.

Calor I

Fins a quina temperatura s'escalfaran 920 g d'etanol a 15 °C si els donem 4850 J? : 17,2 °C.

2.

Calor I

En un calorímetre que conté 100 g d'aigua líquida a 17 °C submergim un tros de coure de 100 g a 100 °C. Calculeu la temperatura final de la mescla : 24,0 °C.

3. *Calor I, II**

Calculeu la calor necessària per augmentar la temperatura de 27 g d'amoniac des de 15 °C fins a 25 °C a pressió constant utilitzant:

a) La capacitat calorífica mitjana tabulada : 567 J.

b) L'expressió exacta $C_p = 29,76 + 2,5456 \cdot 10^{-2}T - 1,6636 \cdot 10^{-5}T^2 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$: 560 J.

4.

Calor latent I

En un calorímetre que conté 100 g d'aigua líquida a 80 °C submergim un tros de gel de 50 g a 0 °C. Calculeu l'estat final de la mescla : 26,8 °C.

5.

Calor latent I

En un calorímetre que conté 100 g d'aigua líquida a 80 °C submergim un tros de gel de 90 g a -40 °C. Calculeu l'estat final de la mescla : 12,2 g de gel i 177,8 g d'aigua, tot a 0 °C.

6. *Treball I*

Calculeu el volum final d'un sistema que fa un treball de 250 kJ **contra** la pressió atmosfèrica, sabent que el volum inicial era de 20 m³ : 22,47 m³.

7. *Treball I*

Tenim 2,5 litres d'un gas ideal a la pressió atmosfèrica constant i els refredem des de 20° fins a -10 °C. Calculeu el treball (que fa el medi, l'atmosfera, **sobre** el sistema) : 25,9 J.

8. *Treball II*

Calculeu el treball en la compressió a 0 °C d'un mol de gas ideal des de 2,24 dm³ fins a 0,224 dm³ si el procés és:

a) Reversible : 5,23 kJ.

b) La pressió exterior val 100 atm : 20,43 kJ.

9.

Energia interna I

Un sistema format per 2 mols d'heli gas ($c_v = 12,5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$) rep 50 J de calor mentre realitza un treball de 150 J. Quant val el canvi de temperatura? : -4,0 K.

Els indicadors I i II es refereixen als cursos primer o segon, * indica una certa dificultat i () coneixements necessaris
Els resultats poden variar lleugerament segons la font d'on s'obtinguin les dades necessàries.

10. *Energia interna I*

Un mol d'heli gas ($c_V = 12,5 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$) s'expandeix, de forma molt ràpida, des d' 1 dm^3 , a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, fins a 10 dm^3 contra una pressió externa d' 1 atm . Calculeu:

- La calor : 0 J (en ser molt ràpid la calor no té temps de fluir).
- El treball : -912 J .
- El canvi d'energia interna : -912 J .
- La temperatura final : $-48 \text{ }^\circ\text{C}$.

11. *Entalpia I*

Quan un mol d'aigua líquida s'evapora a 100°C i 1 atm , absorbeix $40,6 \text{ kJ}$ de calor. Calculeu:

- La variació d'entalpia : $40,6 \text{ kJ}$.
- El treball realitzat sabent que el volum molar de l'aigua líquida a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ és $0,019 \text{ dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$: $-3,1 \text{ kJ}$.
- La variació d'energia interna : $37,5 \text{ kJ}$.

12. *Entalpia I*

Un cilindre conté 280 g de nitrogen gas ($c_V = 20,8 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$) que s'expandeixen, de forma molt ràpida, des de 10 dm^3 , a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, fins a 100 dm^3 contra una pressió externa d' 1 bar . Calculeu:

- La calor : 0 J (en ser molt ràpid la calor no té temps de fluir).
- El treball : -9000 J .
- El canvi d'energia interna : -9000 J .
- La temperatura final : $-23 \text{ }^\circ\text{C}$.
- El canvi d'entalpia : -12590 J .

13. *Entalpia II*

Un mol de nitrogen gas es comprimeix, de forma reversible i adiabàtica, des de 100 dm^3 , a $25 \text{ }^\circ\text{C}$, fins a 10 dm^3 . Calculeu:

- La calor : 0 J .
- La temperatura final : $476 \text{ }^\circ\text{C}$.
- El canvi d'energia interna : $9,38 \text{ kJ}$.
- El treball : $9,38 \text{ kJ}$.
- El canvi d'entalpia : $13,12 \text{ kJ}$.

14. *Llei de Hess I*

La reacció d'hidrogenació de l'età a età **allibera** $136,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ i la d'hidrogenació de l'etí a età **allibera** $311,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Calculeu la variació d'entalpia de la reacció d'hidrogenació de l'etí a età : $-174,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

15. *Llei de Hess I*

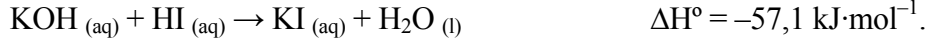
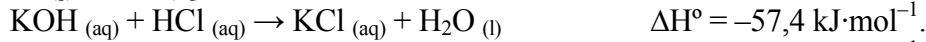
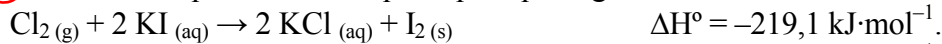
Sabent que les entalpies de combustió de l'etanol i de la glucosa (2,3,4,5,6-pentahidroxihexanal) valen respectivament -1367 i $-2800 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, calculeu la variació d'entalpia de la reacció de la fermentació alcohòlica (glucosa \rightarrow etanol + diòxid de carboni) : $-66 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

16. *Llei de Hess I*

Combineu la reacció de combustió del metà ($\Delta H^\circ = -890 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) amb les de formació del diòxid de carboni i de l'aigua líquida per obtenir la reacció de formació del metà i calculeu-ne la calor estàndard de formació : $-74,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

17. *Lei de Hess I*

Donades les equacions termoquímiques que segueixen:



combineu-les adequadament per obtenir l'entalpia de formació del iodur d'hidrogen gas : 25,2 kJ·mol⁻¹.

18. *Calor de reacció I*

Calculeu la calor de la reacció de combustió de l'età (que com totes les combustions orgàniques produeix diòxid de carboni i aigua) en condicions estàndard : -1559,5 kJ/mol.

19. *Calor de reacció I*

Calculeu la calor corresponent a la reacció de combustió de 100 litres de gas butà en condicions estàndard : -11765 kJ.

20. *Calor de reacció I*

Calculeu la calor **alliberada** en la reacció de 1600 g d'òxid fèrric amb hidrogen per obtenir ferro i aigua líquida en condicions estàndard : +352,9 kJ.

21. *Calor de reacció I*

En cremar un gram d'heptà líquid s'**alliberen** 48,11 kJ en condicions estàndard. Calculeu l'entalpia de formació de l'heptà : -228,5 kJ/mol.

22. *Calor de reacció I*

Calculeu la calor corresponent a la reacció d'oxidació de 718 g d'òxid ferrós a òxid fèrric amb 48,9 litres d'oxigen en condicions estàndard si el rendiment és del 80 % : -925 kJ.

23. *Calor de reacció a volum constant I*

Considereu la reacció: $\text{C} (\text{grafit}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightarrow \text{CO} (\text{g}) + \text{H}_2 (\text{g})$. Calculeu a 25 °C:

a) La calor de reacció a pressió constant : 131,3 kJ/mol.

b) La calor de reacció a volum constant : 128,8 kJ/mol (no té sentit donar més xifres).

24. *Calor de reacció a volum constant I*

Quina calor tindria el procés de fer reaccionar 170 g d'amoníac a 25 °C i volum constant amb suficient oxigen per donar monòxid de nitrogen (tots gasos) i aigua (líquida) si el rendiment és del 60 %? : -1738 kJ.

25. *Calor de reacció a volum constant I*

Tenim un recipient de 18 cm³ tancat hermèticament i ple d'aigua líquida en condicions estàndard (25 °C i 1 bar). Mitjançant algun procediment la descomponem en hidrogen i oxigen gasosos mantenint-se constants el volum i la temperatura. Calculeu:

a) La calor del procés : 282,1 kJ.

b) La pressió final : 2036 atm.

26. *Calor de reacció a volum constant II*

Considereu la reacció de formació d'un mol de monòxid de carboni a partir del grafit i de l'oxigen en condicions estàndard. Deduïu:

- Entalpia de reacció : $-110,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- El treball realitzat pels gasos : $-1239,4 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- El treball realitzat pel grafit, utilitzant la densitat : $0,55 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$ (és negligible).
- La variació d'energia interna : $-111,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- La calor si s'hagués realitzat a volum constant : $-111,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

27. *Calor de reacció d'ions II*

Sabent que l'entalpia de la reacció de dissociació de l'aigua líquida en els ions aquosos H^+ i OH^- val $55,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, calculeu l'entalpia normal de formació de l'ió hidròxid en dissolució aquosa : $-230 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

28. *Calor de reacció d'ions II*

Calculeu la calor de reacció en condicions estàndard per al procés següent: carbonat de sodi (aq) + clorur de calci (aq) \rightarrow carbonat de calci (s) + clorur de sodi (aq) : $13 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

29. *Entalpies d'enllaç II*

A partir de les entalpies d'enllaç, calculeu la calor estàndard de la reacció del metà amb el clor per donar clorometà i clorur d'hidrogen (tots en fase gas) i compareu-lo amb el valor obtingut a partir de les entalpies de formació : $-104 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ i $-103,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

30. *Entalpies d'enllaç II*

A partir de les entalpies d'enllaç, calculeu la calor de la reacció d'hidrogenació de 280 g d'etilè (etè) a età en condicions estàndard, sabent que tots són gasos : -1230 kJ .

31. *Entalpies d'enllaç II*

A partir de les entalpies d'enllaç, calculeu la calor estàndard de la reacció en estat gasós de l'àcid cianhídric (metannitril) amb l'hidrogen per donar metilamina i compareu-lo amb el valor obtingut a partir de les entalpies de formació, justificant si és possible la discrepància. Finalment, digueu quin resultat és l'exacte, si és que n'hi ha algun : $-167 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $-153,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, l'enllaç C-H és molt diferent en aquests compostos. El resultat de les entalpies de formació és teòricament exacte, a part dels errors experimentals.

32. *Entalpies d'enllaç II*

A partir de les entalpies d'enllaç i de les calors de vaporització, calculeu la calor estàndard de la reacció del metanol (líquid) amb oxigen (gas) que dona metanal (gas) i aigua (líquida) i compareu-lo amb el valor obtingut a partir de les entalpies de formació : $-167,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ i $-163,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

33. *Calor de reacció i temperatura II**

Calculeu la calor de reacció estàndard a 1000 K per a la reacció: $\text{CO}_{(g)} + 1/2 \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}$: $-287,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

34. *Calor de reacció i temperatura II**

En una primera aproximació una flama es pot considerar com un procés adiabàtic en el que l'entalpia de la reacció s'utilitza per escalfar els productes gasosos fins la temperatura de la flama. Quina seria la màxima temperatura possible d'una flama d'hidrogen cremant en el aire? : $2660 \text{ }^\circ\text{C}$.

35. *Màquines tèrmiques i frigorífiques II*

Una màquina de Carnot treballa entre 0 i 500 °C i absorbeix 14,8 kJ cada cicle. Calculeu:

- El rendiment : 64,7 %.
- El treball en un cicle : -9,57 kJ.

36. *Màquines tèrmiques i frigorífiques II*

Una bomba de calor és una màquina frigorífica que s'utilitza per a calefacció: agafa calor, de forma reversible, des de l'exterior a una temperatura freda i, mitjançant el treball, el porta a l'interior d'un habitatge a on la temperatura és més alta.

Suposant que la temperatura exterior és de 0 °C i la interior 20 °C i el treball val 10 kJ, calculeu:

- L'eficiència (calor absorbida / treball subministrat) : 1365 %.
- La calor absorbida : 136,5 kJ.
- La calor **cedida** a l'habitatge : 146,5 kJ.

37. *Màquines tèrmiques i frigorífiques II*

Una màquina tèrmica que conté 1 mol de nitrogen treballa seguint el següent cicle reversible.

- Escalfament isocor d'1 dm³ des de 20 bar a 40 bar.
- Expansió isobàrica fins a 2 dm³.
- Refredament isocor de 2 dm³ de 40 bar a 20 bar.
- Compressió isobàrica fins a 1 dm³.

Calculeu:

- Les temperatures inicials i finals de cada etapa : 241 K, 481 K, 962 K, 481 K, 241 K.
- El treball de cada etapa : 0 J, -4 kJ, 0 J, 2 kJ.
- La calor de cada etapa : 5 kJ, 14 kJ, -10 kJ, -7 kJ.
- El rendiment : 10,5 %.

38. *Màquines tèrmiques i frigorífiques II*

Una màquina de Carnot que funciona amb un mol de nitrogen fa l'expansió isotèrmica des de 2,5 L fins a 5 L a 327 °C i la compressió isotèrmica a 27 °C. Calculeu:

- Els volums inicials i finals de cada etapa : 2,5 L, 5 L, 28,28 L, 14,14 L, 2,5 L.
- El treball de cada etapa : -3458 J, -6240 J, 1729 J, 6240 J.
- La calor de cada etapa : 3458 J, 0 J, -1729 J, 0 J.
- El rendiment : 50 %.
- El valor de Q/T de cada etapa i total : 5,76 J·K⁻¹, 0 J·K⁻¹, -5,76 J·K⁻¹, 0 J·K⁻¹; 0 J·K⁻¹.

39. *Entropia II*

Calculeu els canvis d'entropia per a la fusió i evaporació reversibles d'un mol d'aigua a 0 i 100 °C respectivament : 21,97 J·K⁻¹, 108,8 J·K⁻¹.

40. *Entropia II*

Calculeu els canvis d'entropia del sistema, del medi i de l'univers en l'expansió isotèrmica i reversible d'1 mol d'heli des de 10 L fins a 100 L a 298 K. Repetiu els càlculs si l'expansió fos contra una pressió exterior constant de 0,1 atm : 19,14 J·K⁻¹, -19,14 J·K⁻¹, 0 J·K⁻¹; 19,14 J·K⁻¹, -3,06 J·K⁻¹, 16,08 J·K⁻¹.

41. *Entropia II*

Calculeu els canvis d'entropia del sistema, del medi i de l'univers en l'escalfament isobàric i reversible d'1 mol de metà des de 298 K fins a 1500 K. Repetiu els càlculs si l'escalfament fos dins d'un forn a una temperatura de 1500 K : 57,7 J·K⁻¹, -57,7 J·K⁻¹, 0 J·K⁻¹; 57,7 J·K⁻¹, -28,6 J·K⁻¹, 29,1 J·K⁻¹.

Els indicadors I i II es refereixen als cursos primer o segon, * indica una certa dificultat i () coneixements necessaris
Els resultats poden variar lleugerament segons la font d'on s'obtinguin les dades necessàries.

42. Entropia II

La reacció de síntesi de l'aigua líquida a 25 °C i 1 atm es pot realitzar de forma reversible en una pila elèctrica i en aquest cas s'allibera una calor de 48,63 kJ·mol⁻¹.

Decidiu si la reacció de l'hidrogen i l'oxigen fora de la pila serà espontània, calculant la variació d'entropia de l'univers per al procés de combinació directa : sí, $\Delta S_{\text{univers}} = 796 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

43. Entropia II

De cada una de les següents reaccions predigieu el signe de ΔS° per avaluació del canvi en el desordre molecular i calculeu-ne el valor mitjançant les entropies normals:

- | | |
|--|--|
| a) $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)}$ | : $-163,1 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. |
| b) $\text{Ca} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$ | : $-104,4 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. |
| c) $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}$ | : $+98,7 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. |
| d) $\text{N}_2 + 2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2 \text{ (g)}$ | : $-122,2 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. |

44. Entalpia lliure II

Quant val el canvi d'energia lliure de Gibbs quan 64 g d'oxigen gas s'expandeixen a 25 °C des de la pressió d'1 bar fins a 10⁻³ torr? : -67,1 kJ.

45. Entalpia lliure II*

Quant val el canvi d'energia lliure de Gibbs quan 64 g d'oxigen gas s'escalfen a la pressió d'1 bar des de 25 °C fins a 100 °C? : -31,3 kJ.

46. Entalpia lliure II

Determineu si és espontània o no la reacció de l'amoníac amb l'oxigen, que dona monòxid de nitrogen i aigua líquida, en condicions estàndard, tot calculant ΔG° de les dues maneres possibles:

- A partir de les variacions de H i S : $-1011,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ per la reacció amb 4 NH₃.
- Utilitzant les energies de Gibbs de formació : $-1011,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

En ambdós casos el resultat ha de ser igual, i la reacció és espontània.

47. Entalpia lliure II

Determineu per a la reacció: $\text{C}_{\text{(grafit)}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{(g)}} \rightarrow \text{CO}_{\text{(g)}} + \text{H}_2_{\text{(g)}}$, a la pressió estàndard i suposant constants l'entalpia i l'entropia de reacció:

- La variació de l'energia lliure de Gibbs a 25 °C : $91,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- La variació de l'energia lliure de Gibbs a 1000 K : $-2,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

48. Entalpia lliure II

Un estudiant aficionat a la química desitja obtenir diamants artificials. Ha estudiat la reacció de descomposició del metà (contingut al gas natural) i creu que escalfant-lo suficientment aconseguirà el seu propòsit: $\text{CH}_4_{\text{(g)}} \rightarrow \text{C}_{\text{(diamant)}} + 2 \text{H}_2_{\text{(g)}}$.

Ajudeu-lo calculant els següents valors:

- Entalpia de reacció en condicions estàndard : $77 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Entropia de reacció en condicions estàndard : $77,5 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Entalpia lliure de reacció en condicions estàndard : $53,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Suposant constants l'entalpia i l'entropia de reacció, a quina temperatura començaria a ser favorable la reacció? : 994 K.
- Realment obtindrà diamants? : No, encara que es formessin es transformarien en grafit ja que per a la reacció: $\text{C}_{\text{(diamant)}} \rightarrow \text{C}_{\text{(grafit)}} \Delta G = -5,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a 994 K.