

Quesiti e problemi (sul libro da pag. 411)

1 L'«ABC» dei trasferimenti energetici

1 Nei casi seguenti, indica che cosa si può considerare sistema e che cosa ambiente.

a) un ragazzo che nuota nella piscina di un impianto sportivo

sistema: il ragazzo che nuota; ambiente: la piscina

b) la pentola in cui stanno cuocendo gli spaghetti

sistema: gli spaghetti che cuociono; ambiente: la pentola

c) un boccale di birra alla spina appena spillata

sistema: la birra; ambiente: il boccale

d) la cottura di un arrosto in forno

sistema: l'arrosto; ambiente: il forno

2 Qual è la differenza tra un sistema chiuso e un sistema isolato? Fai almeno due esempi.

3 Quali sono i modi in cui i sistemi possono scambiare energia con l'ambiente esterno?

4 Fai un esempio di sistema isolato in cui avviene una trasformazione fisica.

5 È possibile realizzare un sistema che scambia materia ma non energia? *no*

6 Indica quali dei seguenti sistemi sono da considerare aperti, quali sono chiusi e quali sono isolati.

a) la caffettiera in cui sta salendo il caffè *chiuso*

b) un leone che mangia la sua preda nella savana *aperto*

c) il cosmo a noi conosciuto *isolato*

d) un orso in letargo *chiuso*

7 Secondo alcune stime, ogni secondo vengono consumate, dalla respirazione degli organismi viventi e dalla combustione di materiale organico, circa 10000 t di O_2 , rimpiazzate dalla fotosintesi.

► Queste trasformazioni avvengono in un sistema aperto, chiuso o isolato? *aperto*

► Qual è l'ambiente in cui hai considerato che avvengono queste trasformazioni? *l'ambiente esterno*

2 I sistemi scambiano energia con l'ambiente

8 Qual è il fattore più importante per stabilire se una reazione è esotermica o endotermica?

9 Nel motore che fa funzionare un frigorifero avviene una trasformazione esotermica oppure endotermica? Motiva la tua risposta. *esotermica*

10 Quando si mangia una caramella che contiene xylitolo al posto del saccarosio, si avverte inizialmente

una sensazione di fresco sulla lingua che è legata alla dissoluzione di questa molecola nella bocca.

► Si tratta di un processo esotermico oppure endotermico? *endotermico*

11 Cerca informazioni sul metabolismo basale degli esseri umani.

► Quali reazioni esotermiche vengono utilizzate dagli animali endotermi, come gli esseri umani, per produrre il calore necessario a mantenere costante la temperatura corporea?

► Quali sono i reagenti di queste reazioni?

3 Durante le reazioni varia l'energia chimica del sistema

12 Attraverso i modelli della teoria cinetica, spiega dove si trova l'energia del sistema costituito da un cucchiaino di bicarbonato di sodio che si scioglie in acqua, liberando CO_2 .

13 Utilizzando i modelli della teoria cinetica, indica se è contenuta più energia potenziale all'inizio o alla fine delle seguenti trasformazioni.

a) sale da cucina che si scioglie in acqua *all'inizio*

b) Al e I_2 che reagiscono fra loro per dare AlI_3 *all'inizio*

c) $Cu(NO_3)_2(aq)$ e $Na_2S(aq)$ che uniti si trasformano in $CuS(s)$ e $NaNO_3(aq)$ *all'inizio*

d) $CuCO_3$ che si decompone a caldo in CO_2 e CuO *alla fine*

14 Considera le forme dell'ossigeno: può essere ossigeno atomico (O), ossigeno molecolare (O_2), oppure ozono (O_3).

► Quale delle forme chimiche ritieni che sia quella che ha il massimo contenuto di energia chimica? Motiva la tua risposta. *O_3*

4 L'energia chimica si trasforma in energia termica e viceversa

15 Come puoi giustificare la liberazione di calore in una reazione chimica? Rispondi in sette righe.

16 Confronta i 1550 kJ di energia contenuti in 100 g di prosciutto crudo con la quantità di energia che è contenuta in 100 g di patatine fritte (che trovi sull'etichetta del pacchetto).

► Quale dei due alimenti è più ricco di energia?

► Il risultato era prevedibile?

5 Le funzioni di stato

17 Che cosa si intende per stato fisico di un sistema? E per stato termodinamico? Rispondi in cinque righe.

18 Che cosa è una funzione di stato?

19 Il calore, il lavoro e la temperatura sono funzioni di stato? Motiva la tua risposta.

6 Il primo principio della termodinamica

20 Quali sono i processi che consentono un aumento o una diminuzione di energia di un sistema?

21 Se una reazione chimica avviene in un sistema isolato, qual è la variazione di energia ΔU ? *zero*

22 È possibile una trasformazione in cui il lavoro fatto su un sistema uguaglia il calore dissipato nell'ambiente? Spiega la tua risposta.

23 Un sistema che produce calore può anche incrementare la sua energia interna? Spiega la tua risposta. *sì*

24 La reazione di decomposizione dell'acqua in idrogeno e ossigeno è un processo che richiede un apporto energetico dall'esterno (per esempio, attraverso l'elettricità).

► Il valore di ΔU è positivo o negativo? *positivo*

25 La sintesi dell'ammoniaca da N_2 e H_2 è uno dei più importanti processi chimici industriali.

► Puoi prevedere se ΔU è positivo o negativo? Sulla base di quali considerazioni hai risposto?

no; è necessario conoscere le quantità di calore e le condizioni di pressione e temperatura che determinano l'entità del lavoro scambiato con l'ambiente

26 Qual è la variazione di energia ΔU di un sistema che acquista 100 J dal contatto con un corpo più caldo e svolge 60 J di lavoro su un corpo esterno? *$\Delta U = 40 \text{ J}$*

27 Calcola il calore ceduto da un sistema che assorbe un lavoro meccanico di 30 kJ e incrementa la sua energia interna di 16 kJ. *$Q = -14 \text{ kJ}$*

7 Le reazioni di combustione

28 Bruciando 1 g di carbonio con un eccesso di ossigeno, si ottengono 32 770 J.

► Calcola il calore molare di combustione per la reazione:



29 Il calore di combustione del benzene è pari a 3270 kJ/mol.

► Quanti kJ vengono liberati facendo bruciare 100 g di questo composto? *$Q = 4186 \text{ kJ}$*

30 Il legno ha un potere calorifico di 12 000 kJ/kg.

► Quanti kJ ottieni bruciando 10 kg di legna? *$Q = 120\,000 \text{ kJ}$*

8 Il calore di reazione e l'entalpia

31 Come avvengono la produzione di calore o l'assorbimento di calore nelle reazioni?

per variazione dell'energia interna

32 Che variazione subisce l'entalpia in una reazione esotermica? *diminuisce*

33 Qual è la differenza tra le due funzioni H e U ?

34 Se una reazione chimica ha per unico risultato la formazione di un legame chimico, il ΔH sarà positivo o negativo? *negativo*

35 Perché la variazione di energia chimica è uguale al calore scambiato con l'ambiente solo se il volume del sistema è costante?

36 Una reazione esotermica viene effettuata, con le stesse quantità di reagenti, in un recipiente rigido e chiuso e in un recipiente espandibile.

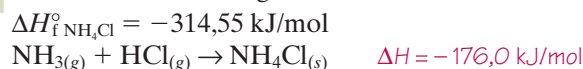
► In quale caso ottieni un maggiore scambio di calore con l'ambiente esterno? *nel recipiente rigido*

37 Perché in una reazione a pressione costante il lavoro connesso alla trasformazione chimica equivale al prodotto della pressione moltiplicato per la variazione di volume?

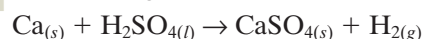
38 Qual è la differenza fra la variazione di entalpia e la variazione di energia chimica in una reazione?

9 L'entalpia di reazione

39 Calcola il ΔH della seguente reazione:



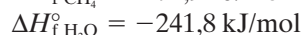
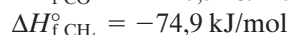
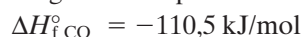
40 È data la seguente reazione:



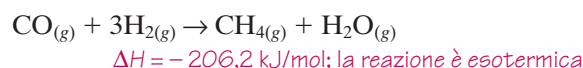
► Determina la variazione di entalpia e indica se la reazione è esotermica o endotermica.

*Dato da ricercare: $\Delta H_f^\circ \text{CaSO}_4(\text{s}) = -1434,11 \text{ kJ}$
 $\Delta H = -622,84 \text{ kJ/mol}$; la reazione è esotermica*

41 Considera le seguenti entalpie di formazione dei reagenti e dei prodotti:



► Calcola il ΔH della seguente reazione e stabilisci se è esotermica o endotermica.



42 Scrivi l'equazione di reazione fra l'ossido di magnesio (solido) e l'acido cloridrico (liquido).

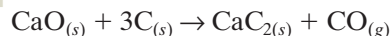


► Calcola quanto calore viene scambiato durante la reazione. *Dati da ricercare:* $\Delta H_f^\circ \text{HCl}_{(g)} = -92,3 \text{ kJ/mol}$

$$\Delta H_f^\circ \text{MgCl}_{2(s)} = -641,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ = -142,4 \text{ kJ}; Q \text{ ceduto} = 142,4 \text{ kJ}$$

43 È data la reazione:



► Calcola quanto calore bisogna fornire per produrre 3 kg di CaC_2 sapendo che:

$$\Delta H_f^\circ \text{CaO} = -151,9 \text{ kcal/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{CaC}_2 = -15 \text{ kcal/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{CO} = -26,4 \text{ kcal/mol} \quad Q = 5171 \text{ kcal}$$

44 La reazione $2\text{LiH}_{(s)} \rightarrow 2\text{Li}_{(s)} + \text{H}_{2(g)}$, a pressione costante, comporta, per una mole di idrogeno formato, un lavoro verso l'esterno di 2,5 kJ. La variazione di entalpia è di +85,5 kJ.

► Qual è la variazione di energia del sistema?

$$\Delta E = 83 \text{ kJ}$$

45 I due zuccheri galattosio e glucosio hanno un calore di combustione, rispettivamente, di 671 kcal/mol e 673 kcal/mol. Le due molecole contengono gli stessi atomi ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

► In quale zucchero i legami sono più forti?

galattosio

46 Calcola l'entalpia di reazione della decomposizione del nitrato di ammonio secondo la reazione:



sapendo che l'entalpia di formazione di NH_4NO_3 è di $-365,6 \text{ kJ/mol}$, quella di N_2O è di $81,6 \text{ kJ/mol}$ e quella dell'acqua è di $-285,8 \text{ kJ/mol}$.

$$\Delta H = -124,4 \text{ kJ}$$

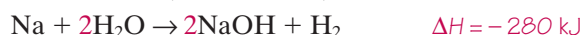
47 L'entalpia di formazione dell'acqua è $-285,8 \text{ kJ/mol}$, quella del diossido di carbonio $-393,5 \text{ kJ/mol}$.

► Calcola la variazione di entalpia della reazione di sintesi dell'acido carbonico ($\Delta H_f^\circ = -699,6 \text{ kJ/mol}$).

$$\Delta H = -20,3 \text{ kJ}$$

48 L'entalpia di formazione dell'idrossido di sodio è di $-425,8 \text{ kJ/mol}$, mentre quella dell'acqua è di $-285,8 \text{ kJ/mol}$.

► Calcola qual è la variazione di entalpia legata alla reazione (da bilanciare):



10 Trasformazioni spontanee e non spontanee

49 Spiega, attraverso i modelli della teoria cinetica la dispersione di energia e/o di materia legata alle seguenti reazioni spontanee.

a) la dissoluzione di NaCl in acqua

b) la respirazione cellulare: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

c) la reazione di scambio fra zinco e acido cloridrico: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

50 Il mescolamento di due sostanze conduce a un aumento di disordine del sistema ed è pertanto un fenomeno spontaneo.

► Che cosa impedisce allora all'olio di mescolarsi con l'acqua?

l'olio è una molecola apolare e l'acqua è polare

11 L'entropia e il secondo principio della termodinamica

51 Quali sono i fattori che indicano se una reazione chimica avviene spontaneamente oppure no?

52 Spiega perché si ha un maggiore aumento di entropia nell'evaporazione di un liquido che nella fusione di un solido.

53 Quale stato della materia presenta lo stato di minore entropia?

lo stato solido

54 Considera due sostanze per le quali i valori di ΔH_f° siano diversi fra loro e, quindi, uno maggiore dell'altro.

► Puoi dire con certezza che anche i valori S° saranno concordi? Cerca nelle tabelle del testo un esempio appropriato per motivare la tua risposta.

55 Considera la reazione fra SO_3 e acqua che avviene facendo gorgogliare il gas all'interno del liquido. (Per i valori non indicati di entropia e entalpia fai riferimento alle tabelle del testo.)

► Qual è il prodotto della reazione? Scrivi l'equazione di reazione.



► Tenendo conto dei cambiamenti negli stati di aggregazione delle sostanze coinvolte, l'entropia del sistema è aumentata o diminuita?

è diminuita

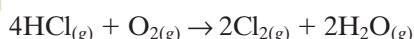
► Calcola la variazione di entropia, considerando che S° dell'acido = $156,9 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$.

$$\Delta S = -169,3 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

► Per la stessa reazione, quanto vale la variazione di entalpia ($\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{SO}_4 = -814 \text{ kJ/mol}$)?

$$\Delta H = -133 \text{ kJ/mol}$$

56 Calcola il ΔS della reazione:



Tieni conto dei seguenti dati:

$$S^\circ_{\text{HCl}} = 44,62 \text{ cal/K} \cdot \text{mol}$$

$$S^\circ_{\text{O}_2} = 49 \text{ cal/K} \cdot \text{mol}$$

$$S^\circ_{\text{Cl}_2} = 53,28 \text{ cal/K} \cdot \text{mol}$$

$$S^\circ_{\text{H}_2\text{O}} = 45,11 \text{ cal/K} \cdot \text{mol}$$

$$\Delta S = -30,7 \text{ cal/K}$$

12 L'energia libera: il motore delle reazioni chimiche

57 Si può realizzare una trasformazione chimica in cui i prodotti hanno minore stabilità e minore entropia dei reagenti? *no*

58 Come deve essere il segno di ΔS per avere una diminuzione di energia libera? *positivo*

59 Un aumento di temperatura provoca un aumento o una diminuzione di energia libera? *dipende dai valori di H e S*

60 Una reazione di sintesi possiede $\Delta H = -90$ kJ e $\Delta S = -195$ J/K.

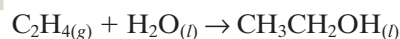
► Stabilisci se tale reazione potrà avvenire spontaneamente alla temperatura di 400 K.

$\Delta G = -12$ kJ; la reazione può avvenire spontaneamente

61 ΔH e ΔS sono poco influenzati dalla temperatura. Per l'esercizio precedente, calcola a quale temperatura si ha esattamente $\Delta G = 0$ e quindi le variazioni di entalpia ed entropia si bilanciano.

$T = 462$ K

62 È data la reazione:



Calcola la variazione di energia libera ΔG alla temperatura di 100 °C utilizzando i seguenti dati.

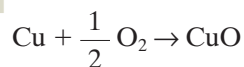
$$\Delta H_f^\circ \text{C}_2\text{H}_4 = -52,3 \text{ kJ/mol}$$

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

$$\Delta H_f^\circ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = -277,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S = -0,1287 \text{ kJ/mol} \cdot \text{K} \quad \Delta G = 108,4 \text{ kJ/mol}$$

63 Considera la reazione:



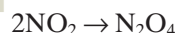
► Utilizzando le tabelle del testo, calcola il valore di ΔG . La reazione è spontanea?

$\Delta G = -127$ kJ/mol; sì

► È una reazione in cui il disordine aumenta?

no

64 Considera la reazione:



in cui due molecole di diossido di azoto si uniscono in una sola molecola di tetraossido di diazoto.

► La variazione di entropia sarà maggiore o minore di zero?

minore

► Sapendo che ΔH_f° di N_2O_4 è $-35,05$ kJ/mol e il suo S° vale $150,38$ J/(mol · K), calcola il valore di ΔG relativo a questa trasformazione a 298 K.

$\Delta G = -4,19$ kJ

65 Considera questi tre composti: HF, HCl e HI.

► Cerca su opportune fonti il loro valore di ΔH_f° ; la loro formazione a partire dagli elementi è sempre un processo esotermico?

no

► Quanto vale S° per ciascuno di loro?

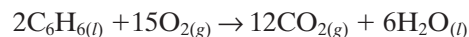
► Calcola il valore di ΔG per le reazioni di sintesi di questi composti a partire dagli elementi. Sono reazioni spontanee?

$\Delta G_{\text{HCl}} < 0$: spontanea;

$\Delta G_{\text{HF}} < 0$: spontanea; $\Delta G_{\text{HI}} > 0$: non spontanea

Review (sul libro da pag. 414)

1 Determina il ΔH_f° del benzene liquido sapendo che la reazione di combustione di 16 g di benzene ha un ΔH pari a $-669,2$ kJ:



$\Delta H_f^\circ = 46$ kJ/mol

2 In un calorimetro di rame sono bruciati 30 g di carbonio e viene prodotto diossido di carbonio. La massa del calorimetro è 2000 g e la massa dell'acqua nel calorimetro è 2500 g. La temperatura passa da 20 °C a 40 °C.

► Calcola il calore di combustione sapendo che il calore specifico del rame è $0,092$ cal/(°C · g).

$Q = 53,67$ kcal

3 È data la reazione di dissociazione:

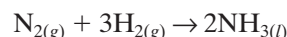


$$\Delta H = +3,6 \text{ kcal/mol}$$

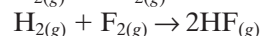
► A quale condizione la reazione può avvenire spontaneamente? Spiega la tua risposta.

$\Delta S > \Delta H/T$

4 Calcola le variazioni di entropia ΔS a 25 °C associate alle seguenti reazioni:

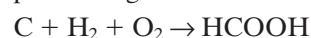


$\Delta S = -363,3$ J/K

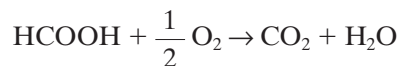


$\Delta S = 13,4$ J/K

5 Calcola il ΔH_f° dell'acido formico (HCOOH) a partire dagli elementi:



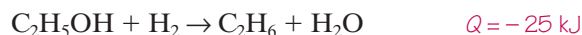
sapendo che ΔH_f° per l'acqua $-285,8$ kJ/mol e per il CO_2 è $-393,5$ kJ/mol e sapendo che la combustione dell'acido secondo la reazione:



è accompagnata da una variazione di entalpia pari a $-275,75$ kJ/mol. $\Delta H^\circ = -403,6$ kJ/mol

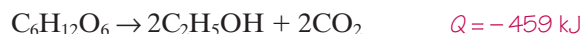
- 6** Il calore di combustione dell'etanolo, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, è di 1371 kJ/mol, quello dell'etano, C_2H_6 , è 1542 kJ/mol e quello dell'idrogeno, H_2 è 286 kJ/mol.

► Calcola il calore di idrogenazione di 10 g di etanolo, secondo la reazione:





- 7** Fin dall'antichità, è noto che la reazione di fermentazione alcolica produce calore. Il potere calorifico del glucosio, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, è 15,7 kJ/g e quello dell'alcol etilico, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, è 29,8 kJ/g.

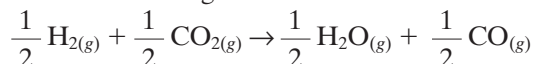
► Calcola il calore liberato da 1 kg di glucosio secondo la reazione:



- 8**  A block of ice is cooled from $-0,5^\circ\text{C}$ to -10°C . Calculate the temperature change in degrees Celsius and in kelvin. $\Delta T = -9,5^\circ\text{C}; \Delta T = -9,5 \text{ K}$

- 9**  Calculate the molar enthalpy change when $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ is cooled from $48,5^\circ\text{C}$ to $25,2^\circ\text{C}$. $\Delta H = -1755$ kJ/mol

- 10**  Calculate the entropy change that accompanies the following reaction:



$$\Delta S = 21,2 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

INVESTIGARE INSIEME

Metti in frigorifero una bottiglia d'acqua da $\frac{1}{2}$ L e una da 2 L. Controlla la temperatura delle due bottiglie dopo 30 minuti e dopo un'ora.

- Quale bottiglia si raffredda per prima?
► Quale bottiglia perde più calore?