

第八章 化學反應與能量

1) CE 2010, Q50

第一敘述句
木炭與氧的反應是吸熱的。

第二敘述句
置於火中的木炭可被點燃。

2) AL 2010, Q3a

下列哪一個過程是吸熱的？

- A. 水的凝固
- B. 蒸汽的凝結
- C. $\text{H}^+(\text{aq})$ 與 $\text{OH}^-(\text{aq})$ 反應生成 $\text{H}_2\text{O}(l)$
- D. 水的電解

3) DSE 2012, Q7

一些物質的標準燃燒焓變如下表示：

物質	在 298K 的標準燃燒焓變 / kJ mol^{-1}
$\text{H}_2(\text{g})$	-286
C(石墨)	-394
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$	-1371

在 298K, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$ 的標準生成焓變是

- A. -275 kJ mol^{-1} 。
- B. $+275 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。
- C. $+691 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。
- D. $-3017 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。

4) DSE 2013, Q15

下列反應，何者的焓變必須用間接方法來測定？

- A. $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$
- B. $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g})$
- C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- D. $\text{MgO}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

5) DSE 2013, Q18

在標準條件下，完全燃燒 0.050 mol 的丙烷(C_3H_8) 釋出 111 kJ 的熱。

下列何者是丙烷的標準生成焓變？

($\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的標準生成焓變 = -286 kJ mol^{-1} ; $\text{CO}_2(\text{g})$ 的標準生成焓變 = -394 kJ mol^{-1})

- A. -106 kJ mol^{-1}
- B. $+106 \text{ kJ mol}^{-1}$
- C. -569 kJ mol^{-1}
- D. $+569 \text{ kJ mol}^{-1}$

第八章 化學反應與能量

1) AL 2004, Q2a

化合物的標準生成焓變是甚麼?

2) AL 1983, Q5a

定義化合物的標準生成焓變 (ΔH_f°)?

(2分)

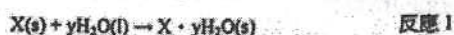
3) AL 1992, Q1b

寫出化合物標準生成焓變的定義，利用 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 作舉例說明。

(1分)

4) AL 1980, Q6b

進行了兩個測定以下反應焓變的適當數值的實驗:



已知這些實驗結果及一些有關數據:

實驗 1:

把 100cm^3 水放於塑膠容器內，然後加入 8.0g 無水鹽 X，溶液的溫度上升了 8.0°C 。

實驗 2:

把 100cm^3 水放於塑膠容器內，然後加入 13.0g 水合鹽，溶液的溫度下降了 1.0°C 。

水的摩爾熱容 $= 75.6\text{J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

無水鹽的摩爾質量 $= 160\text{g}$

水合鹽摩爾質量 $= 250\text{g}$

- 從實驗 1 計算出溶解 1 摩爾無水鹽 X 於水時所產生的焓變 (ΔH_1)。
- 從實驗 2 計算出溶解 1 摩爾水合鹽 $\text{X} \cdot y\text{H}_2\text{O}$ 於水時所產生的焓變 (ΔH_2)。
- 繪畫一個能量循環將實驗 1 及實驗 2 所發生的反應與反應 1 聯繫起來。
- 計算反應 1 的焓變。
- 指出三個計算 ΔH_1 及 ΔH_2 時所作出的假設。
- 從實驗 1 及 2 中，指出三個可導致實驗不準確的誤差。

5) AL 1999, Q7b

在測定中和焓變的實驗中，以一個發泡膠杯作為量熱器。當在量熱器中，一酸性溶液注入另一鹼性溶液，紀錄溫度計量度出上升的溫度，而溫度計亦用為攪拌器之用。

寫出在上述實驗所得到結果的三個誤差。

(3分)

6) AL 1985, Q2a

一位中六學生進行了以下測定 RCO_2H 標準分離焓變的實驗。

實驗 (I)	實驗 (II)
把 50cm^3 的 2.0M HCl 溶液放於發泡膠杯內，然後加入 50cm^3 的 2.0M NaOH 溶液。 量得溫度最高上升了 13.0°C 。	把 50cm^3 的 2.0M HCl 溶液放於發泡膠杯內，然後加入 50cm^3 的 2.0M RCO_2H 溶液。量得溫度最高上升了 10.5°C 。
方程: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	方程: $\text{RCO}_2\text{H} + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{RCO}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

已知在 298K 與 1atm 大氣壓力下:

溶液的比熱容 $= 4.2\text{J g}^{-1}\text{K}^{-1}$

溶液的密度 $= 1.0\text{g cm}^{-3}$

- 分別計算實驗(I)及實驗(II)的標準中和焓變。解釋所得數值差距。
- 計算 RCO_2H 的標準分離焓變。

7) AL 1991, Q1b

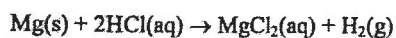
氫氧化鈉水溶液與乙酸的中和焓是 $-55.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ ，而與氫氨酸的中和焓是 $-57.3 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。解釋這兩個現象的差異。

(2分)

8) AL 2004, Q2a

(ii) 把 0.10 g 的鎂加進盛於發泡聚苯乙烯杯子的過量稀氫氨酸中，該杯子的熱容小至可略去不計。所錄得混合物的最大溫度升幅為 4.3°C 。

已知所用的酸的熱容為 494 J K^{-1} ，計算以下反應的摩爾焓變：

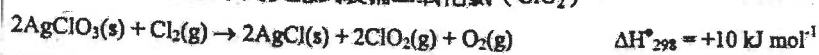


(iii) 在一個相似的實驗中，得出碳酸鎂與氫氨酸反應的摩爾焓變為 -90 kJ 。

此外，亦知道 $\text{H}_2\text{O(l)}$ 與 $\text{CO}_2(\text{g})$ 的標準生成焓變分別為 -285 kJ mol^{-1} 和 -393 kJ mol^{-1} ，估算在實驗條件下 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 的生成焓變。

9) AL 2003, Q3a

在實驗室內，可按下列反應式製備二氧化氯 (ClO_2)。



已知在 298 K 時， $\text{AgClO}_3(\text{s})$ 和 $\text{AgCl}(\text{s})$ 的標準生成焓變分別為 -30 kJ mol^{-1} 和 -127 kJ mol^{-1} ，計算 $\Delta H_{f, 298}^\circ [\text{ClO}_2(\text{g})]$ ，並據此評論在標準條件下 $\text{ClO}_2(\text{g})$ 的穩定性。

(3分)

10) AL 2000, Q4a

標準燃燒焓變， $\Delta H_{c, 298}^\circ$ ，可從標準生成焓變的數據計算出來。

已知下列標準生成焓變，計算 $\Delta H_{c, 298}^\circ [\text{CH}_4(\text{g})]$ 。

化合物	$\Delta H_{f, 298}^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393
$\text{H}_2\text{O(l)}$	-285
$\text{CH}_4(\text{g})$	-75

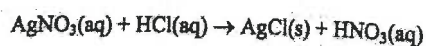
(2分)

11) AL 1995, Q1b

已知下列的熱化學數據：

反應	$\Delta H_{298}^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{Ag(s)} + \text{aq} \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$	+105.56
$\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{aq} + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_3^-(\text{aq})$	-207.36
$\frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{aq} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-(\text{aq})$	-167.15
$\text{Ag(s)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{AgCl(s)}$	-127.07

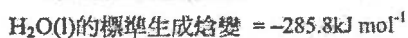
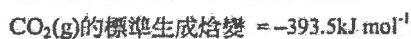
計算以下反應的標準焓變。



(4分)

12) AL 1997, Q2c

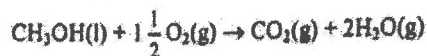
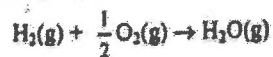
已知下列在 298 K 時的熱化學數據：



計算在 298 K 時 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$ 的標準燃燒焓變。

13) AL 1998, Q2c

$\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 都可作為推動火箭的燃料。它們的燃燒反應如下：



(i) 就以上每個反應，按計算方程式所顯示的摩爾比率，計算在 298 K 時，每 kg 燃料-氧氣混合物的焓變。

(ii) 一種燃料的效率，可用每 kg 燃料-氧氣混合物在其燃燒反應中的焓變除以生成物的平均摩爾質量（用 g 做單位）來估算。

推算以上兩種燃料中，哪一種對火箭的推動效率較佳。

註：已知下列在 298 K 時的數據：

化合物	摩爾質量 / g	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CO}_2(\text{g})$	44	-394
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	18	-242
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	32	-239

14) AL 1991, Q1b

(i) 利用下列數據，計算 $\text{NaCl}(\text{s})$ 的生成焓：

反應	$\Delta H^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-57.3
$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285.9
$\frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g})$	-92.3
$\text{HCl}(\text{g}) + \text{aq} \rightarrow \text{HCl}(\text{aq})$	-71.9
$\text{Na}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \text{aq} \rightarrow \text{NaOH}(\text{aq})$	-425.6
$\text{NaCl}(\text{s}) + \text{aq} \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq})$	+3.9

(ii) 氫氧化鈉水溶液與乙酸的中和焓是 $-55.2 \text{ kJ mol}^{-1}$ ，而與氫氯酸的中和焓變是 $-57.3 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。解釋這兩個現象的差異。

15) AL 1982, Q7b

利用以下兩個簡單實驗的結果，測定碳酸鎂在室溫中的生成焓變。

實驗 A:

把 30.00 cm^3 的 2 mol dm^{-3} 氫氯酸放進一個發泡膠燒杯內，不斷攪拌，每隔 0.5 分鐘量度其溫度。準確在 2.5 分鐘，加入 0.100 g 鎂片並繼續量度溫度。

結果如下：

時間 / 分鐘	溫度 / °C	時間 / 分鐘	溫度 / °C
0	27.6	3.5	35.7
0.5	27.6	4	35.5
1	27.6	4.5	35.3
1.5	27.6	5	35.1
2	27.6	5.5	34.9
2.5	加入鎂片	6	34.7
3	35.9		

(i) 繪出一個圖表來顯示溫度隨著時間的改變。

(ii) 寫出實驗 A 的反應方程及計算其焓變。

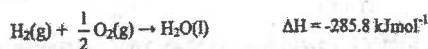
可假設溶液的密度為 1.0 g cm^{-3} ，以及溶液與水的比熱容同為 $4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 。

實驗 B:

除了以碳酸鎂代替鎂片，其餘步驟均與實驗 A 相同。

在實驗 B，所錄得碳酸鎂與氫氯酸反應的焓變為 $-43.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。

已知下列的資料：



(iii) 建立波恩-哈伯循環來測定碳酸鎂的生成焓變。

(iv) 指出兩個可導致實驗不準確的誤差，以及怎樣可減少誤差。

16) AL 1983, Q5bc

利用下列數據:

化合物	ΔH_f°
硬脂酸 $C_{17}H_{35}O_2(s)$	-896
葡萄糖 $C_6H_{12}O_6(s)$	-1274
二氧化碳(g)	-394
水(l)	-286

- (b)(i) 計算出硬脂酸(存在動物脂肪中)及葡萄糖的燃燒焓變。
 (ii) 計算出完全燃燒 1g 硬脂酸與 1g 葡萄糖時所釋放的熱能。
 (相對原子質量: H: 1.0; C: 12.0; O: 16.0)
- (c) 試說明動物主要以脂肪, 而不是澱粉質來儲存能量; 相反植物以澱粉質形式來儲存能量。

17) AL 1987, Q2a

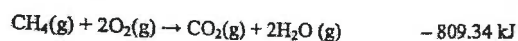
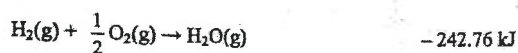
已知在 298 K 時, 下列熱化學數據:

$CO_2(g)$ 的標準生成焓變 = $-394.80 \text{ kJ mol}^{-1}$

$CH_3CO_2H(l)$ 的標準生成焓變 = $-488.88 \text{ kJ mol}^{-1}$

由 $H_2O(l)$ 至 $H_2O(g)$ 的氣化焓變 = $39.48 \text{ kJ mol}^{-1}$

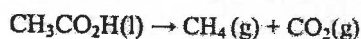
反應的焓變:



計算

(i) 在 298 K 時, $H_2O(l)$ 的標準生成焓變, 及

(ii) 在 298 K 時, 以下反應的標準焓變



18) AL 1988, Q1a

從量熱法量度得知, 在 298 K 時, 石墨、氫及乙醇的標準摩爾燃燒焓變分別為 $-393.1 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$, $-1367 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。計算出在 298 K 時, 乙醇的標準摩爾生成焓變。

(3分)

19) AL 2010, Q2a

太空穿梭機的飛行需要用上三個推進劑:

由粉狀 $Al(s)$ 和 $NH_4ClO_4(s)$ 的混合物組成的固體推進劑, 用來驅動攜帶著穿梭機的火箭。固體推進劑於燃點時起反應, 生成 $Al_2O_3(s)$ 、 $AlCl_3(s)$ 、 $NO(g)$ 和 $H_2O(g)$ 。這反應提供能量, 令火箭和穿梭機升空到達大氣上層。

當穿梭機與火箭分離後, 低溫推進劑($H_2(g)$ 和 $O_2(g)$ 的混合物) 接著把穿梭機推進至預定的軌道中。

穿梭機在軌道運行時, 自燃推進劑(其燃料是 $CH_3NHNH_2(l)$, 而氧化劑是 $N_2O_4(l)$) 會提供能量來調控穿梭機。該燃料與氧化劑混和時, 不需要燃點便起反應, 生成 $CO_2(g)$ 、 $H_2O(g)$ 和 $N_2(g)$ 。

(i) 寫出以下反應的化學方程式:

(I) $Al(s)$ 與 $NH_4ClO_4(s)$ 的反應

(II) $CH_3NHNH_2(l)$ 與 $N_2O_4(l)$ 的反應

(ii) 已知下列標準生成焓變, 計算反應(I)和反應(II)在 298K 時的標準焓變。

化合物	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$Al_2O_3(s)$	-1676
$AlCl_3(s)$	-704
$CH_3NHNH_2(l)$	+53
$CO_2(g)$	-394
$H_2O(g)$	-242
$NH_4ClO_4(s)$	-295
$NO(g)$	+90
$N_2O_4(l)$	-20

20) AL 2005, Q5a

如果石油的耗用率維持在現時的水平, 大部分蘊藏在地球的石油可能在 50 至 100 年間用竭。為了減少耗用石油, 有些國家採用含乙醇的汽油作代替燃料, 供汽車使用。

(i) 基於以下標準生成焓變, 分別計算辛烷和乙醇完全燃燒時的生成焓變。

化合物	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$C_8H_{18}(l)$	-250
$C_2H_5OH(l)$	-278
$CO_2(g)$	-394
$H_2O(l)$	-286

(ii) 有一個代替燃料, 按質量計算是含 10% 乙醇的汽油。假設汽油是純辛烷, 比較汽油與這代替燃料的燃燒焓變值。(以 kJ g^{-1} 為單位)

(iii) 除了可減少耗用石油, 提出使用這代替燃料較使用汽油的一項優點。

21) AL 2008, Q1c

下表列出四個化合物的標準生成焓變：

化合物	$\Delta H_f^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-286
$\text{HCl}(\text{g})$	-92
$\text{SiO}_2(\text{s})$	-910
$\text{SiCl}_4(\text{l})$	-640

- (i) 寫出「化合物的標準生成焓變」一詞的意思。
- (ii) $\text{SiCl}_4(\text{l})$ 進行水解生成 $\text{SiO}_2(\text{s})$ 。
- (I) 寫出這水解的化學方程式。
- (II) 利用以上數據，計算這水解的標準焓變，並寫出計算時的一項假設。

22) AL 1993, Q3b

已知下面一些在 298 K 時的熱化學數據。

化合物	$\Delta H_c^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$	$\Delta H_f^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$
環丙烷(g)	-2091	-
丙烯(g)	-2058	-
丙烷(g)	-2220	-
水(l)	-	-285.8

- (i) 計算把環丙烷氫化成丙烷所涉及的焓變。
- (ii) 計算將環丙烷轉化成丙烯所涉及的焓變，評論它們的相對穩定性。

(8分)

23) AL 1992, Q1b

以下是在 298 K 時的熱化學數據：

標準燃燒焓變：



標準生成焓變：



計算 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 在 298 K 時的標準生成焓。

(3分)

24) AL 2002, Q2a

下列圖表表示出三種物質的標準燃燒焓變($\Delta H_c^\ominus, 298$)。

物質	$\Delta H_c^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$
C(石墨)	-394
$\text{H}_2(\text{g})$	-286
$\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$ 環丙烷	-2090

計算環丙烷的標準生成焓變。

(3分)

25) AL 1994, Q2a

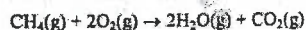
已知下列的熱化學數據。

反應	$\Delta H_{298}^{\circ} / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{C(石墨)} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$	-75.0
$\text{C(石墨)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	-393.5
$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285.9

(i) 計算以下反應的焓變(ΔH_{298}°)。



(ii) 以下反應的焓變(ΔH_{298}°)是 $-801.7 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。



計算在 298 K 時水的氣化焓變。

(iii) 在 298 K 時，金剛石的燃燒焓變是 $-395.4 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。就能量而言，碳的哪一個同素異形體（金剛石或石墨）較為穩定？解釋為甚麼在室溫下碳不會由較不穩定的同素異形體轉化為較穩定的同素異形體。

26) AL 2009, Q1a

蛋白質的水解生成不同的氨基酸，而丙氨酸($\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CO}_2\text{H}$)是其中一個經常得到的氨基酸。

(iii) 丙氨酸在人體中進行生物氧化反應生成二氧化碳，水及脲 ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)。寫出這反應的化學方程式。

(iv) 在量熱實驗中，帶氮有機化合物於燃燒時，所含的氮會轉化成氮分子。

寫出在量熱實驗中燃燒以下各化合物的化學方程式：

(I) 丙氨酸

(II) 脲

化合物	$\Delta H_{\text{燃燒, 298}}^{\circ} / \text{kJ mol}^{-1}$
丙氨酸	-1577
脲	-632

計算在 298K 時，從 1.00g 丙氨酸的生成物氧化反應而得到的能量 (以 kJ 為單位)

27) AL 2011, Q3

$\text{ZnO}(\text{s})$ 的生成焓變 ΔH_f° 可間接地從 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的生成焓變，以及下列反應(1)和(2)的焓變來測定。

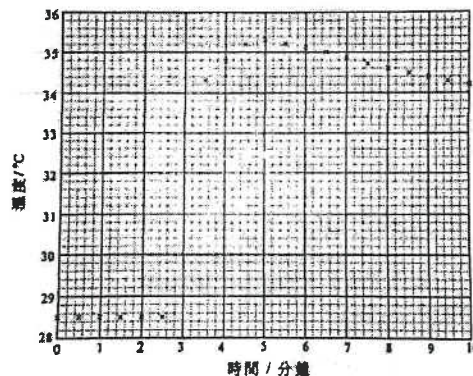


做以下實驗來測定反應(1)的焓變：

把 25.0 cm^3 的 $1.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ HCl}(\text{aq})$ 置於一個發泡聚苯乙烯杯子中，每隔半分鐘用溫度計量度杯中的酸的溫度。

於剛好 3 分鐘時，把 0.75 g 的 $\text{ZnO}(\text{s})$ 加進杯子中，然後用溫度計攪拌杯中混合物，並繼續量度其溫度多 7 分鐘。

溫度的紀錄顯示於以下坐標圖：



(a) (i) 推定反應混合物的最大溫度變化。(須在坐標圖上顯示你的方法。)

(ii) 計算在實驗條件下，反應(1)的摩爾焓變。(假設發泡聚苯乙烯杯子的熱容小至可被忽略，而各溶液的比熱容和密度分別為 $4.2 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 和 1.0 g cm^{-3} 。)

(6分)

(b) 已知在相同條件下，反應(2)的摩爾焓變為 -49 kJ ，而 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的摩爾生成焓變是 -286 kJ ，計算 $\text{ZnO}(\text{s})$ 的 ΔH_f° 。

(3分)

28) AL 2001, Q2a

在學校實驗室內，可用一般的儀器、鎂金屬、固體氧化鎂和稀氫氯酸，來估算固體氧化鎂的生成焓變。概述實驗的步驟和所涉及的數據處理。(可假設已知水的生成焓變。)

(5分)

29) AL 1990, Q2b

顯示怎樣以下列數據來測定 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 的 ΔH_f° 。

$$\Delta H_{\text{aq}}^\circ [\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})] = +8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ [\text{CuSO}_4(\text{s})] = -773 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{aq}}^\circ [\text{CuSO}_4(\text{s})] = -66 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(3 分)

30) AL 1990, Section C

寫一篇有關熱化學的短文。你的短文必須包括實驗上和理論上的考慮，
與及熱化學數據的用途。

(20 分)

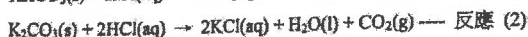
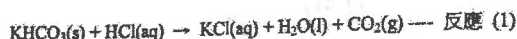
31) DSE 2012, Q8

2012 Paper 1, Q8
碳酸氫鉀 (KHCO_3) 可用於烘焙麵包。 KHCO_3 受熱分解成 K_2CO_3 , H_2O 和 CO_2 。

(a) 解釋在烘焙麵包使用 KHCO_3 的目的。

(b) 寫出 KHCO_3 受熱分解的化學方程式。

(c) $\text{KHCO}_3(\text{s})$ 的分解焓變可由以下兩個反應的焓變間接測得：



(d) 根據文獻， $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 、 $\text{KHCO}_3(\text{s})$ 、 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的標準焓變如下：

化合物	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})$	-1146
$\text{KHCO}_3(\text{s})$	-959
$\text{CO}_2(\text{g})$	-394
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-286

i. 使用所給資料，計算 $\text{KHCO}_3(\text{s})$ 的標準分解焓變。

ii. 提出為什麼 (c)(ii) 和 (d)(i) 所得的答案有所不同。

在一個測定反應 (1) 的焓變實驗中，把 3.39 g 的 $\text{KHCO}_3(\text{s})$ 加進在發泡聚苯乙烯杯子的過量 $\text{HCl}(\text{aq})$ 中，所得的實驗數據如下所示：

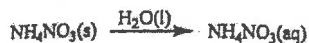
反應溶液的初始溫度：	25.8 °C
反應溶液的最終溫度：	20.2 °C
最終溶液的質量：	27.5 g
所含物的比熱容：	4.3 J g ⁻¹ K ⁻¹
KHCO_3 的摩爾質量：	100.1 g

(i) 假設可忽略該杯子的熱容，利用以上的數據計算反應 (1) 的焓變。

(ii) 在另一個於相同條件下進行的實驗中，得出反應 (2) 的焓變為 $-49.1 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。計算在實驗條件下， $\text{KHCO}_3(\text{s})$ 的分解焓變。

32) DSE 2013, Q5

進行以下實驗來測定硝酸銨的溶解焓變：



把某體積的水置於一個發泡聚苯乙烯杯子中，每隔半分鐘，用溫度計量度杯中水的溫度。於剛好第三分鐘時，把 2.0 g 的 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ 加進杯子中，然後徹底地攪拌杯中溶液，並繼續量度其溫度多 7 分鐘。

以下坐標圖顯示溫度的記錄：

(a)

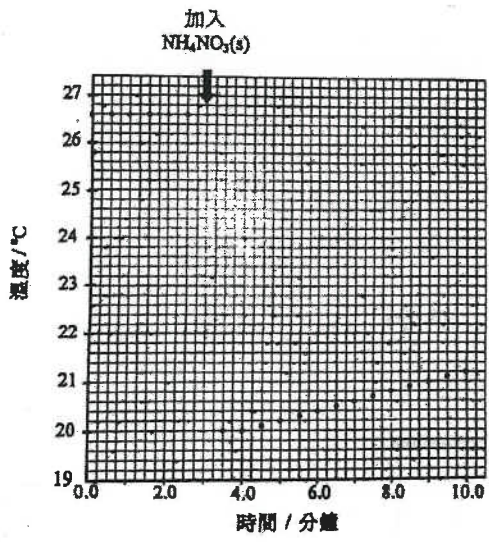
(i) 從這坐標圖，估算杯中溶液溫度下降的最大值。

(ii) 所得到 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq})$ 的質量為 21.8 g。計算在實驗條件下，硝酸銨的溶解焓變 (以 kJ mol^{-1} 為單位)。

(假設該發泡聚苯乙烯杯子的熱容可被略去，所得到 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq})$ 的比熱容為 $4.3 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 。)

(4 分)

(b) 提出儲存 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ 時，令它保持乾燥的一個方法。



第十章 化學反應與能量

1) DSE 2014, Q6b

以汽油驅動的汽車排出一氧化氮和一氧化碳等空氣污染物。在汽車安裝某裝置能把這兩個氧化物轉化成害處較少的物質。

- (i) 寫出這裝置的名稱。
- (ii) 這轉化所涉及反應的方程式如下所示：



$\text{NO}(\text{g})$ 、 $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{CO}_2(\text{g})$ 的標準生成焓變如下：

化合物	$\Delta H_f^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
NO(g)	+90.3
CO(g)	-110.5
CO ₂ (g)	-394.0

計算以上反應的標準焓變。

2) DSE 2015, Q8

天然氣是發電的一個重要能源，它主要含有甲烷 (CH₄)。

- (a) 寫出甲烷所屬的同系列的分子的通式。
- (b) 甲烷的燃燒是一放熱反應，它的化學方程式如下所示：



- (i) 完成下表，寫出在甲烷的燃燒中所有斷裂和形成的共價鍵(一個或多個)。

斷裂的共價鍵 (一個或多個)	
形成的共價鍵 (一個或多個)	

- (ii) 根據共價鍵的斷裂和形成，提出為什麼這燃燒是放熱的。
- (iii) 計算甲烷的標準燃燒焓變。
(標準生成焓變：
 $\text{CH}_4(\text{g}) = -74.8 \text{ kJ mol}^{-1}$; $\text{CO}_2(\text{g}) = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285.9 \text{ kJ mol}^{-1}$)
- (c) 某些地區傾向較多以天然氣而較少以煤來發電。從環保考慮，提出兩個原因。

3) DSE 2016, Q7

利用間接方法可求 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 的生成焓變。首先透過實驗，分別測定 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 與 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ，以及 $\text{Mg}(\text{s})$ 與 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 各反應的焓變。接着再從已知的 $\text{CO}_2(\text{g})$ 及 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的生成焓變，經運算後便可求 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 的生成焓變。

- (a) 根據定義，在哪條件下，反應的「熱變」可被視為「焓變」？
- (b) 解釋為什麼用間接方法而非直接方法來求 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 的生成焓變。
- (c) 為於實驗上測定 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 與 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 的反應焓變，先讓準確質量的 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 與過量 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 在發泡聚苯乙烯杯子內起反應，然後找出混合物的升溫最大值。經運算後，便可求該反應焓變。
- (i) 提出上述實驗步驟的一項可能誤差。
- (ii) 解釋是否可用相若的實驗步驟來求 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 與 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 的反應焓變。
- (d) 利用下列所給的資料，計算 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 的標準生成焓變。

$\text{MgCO}_3(\text{s})$ 與 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 的標準反應焓變	$= -50 \text{ kJ mol}^{-1}$
$\text{Mg}(\text{s})$ 與 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 的標準反應焓變	$= -467 \text{ kJ mol}^{-1}$
$\text{CO}_2(\text{g})$ 的標準生成焓變	$= -394 \text{ kJ mol}^{-1}$
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的標準生成焓變	$= -286 \text{ kJ mol}^{-1}$

4) DSE 2017, Q7

乙炔是一氣體碳氫化合物，其分子式為 C_2H_2 。

- (a) 提出為什麼不能從實驗直接測定 $C_2H_2(g)$ 的生成焓變。
- (b) 藉赫斯定律可找出不能從實驗直接測定的焓變。寫出赫斯定律。
- (c) 基於 $C_2H_2(g)$ 、C(石墨) 和 $H_2(g)$ 的各燃燒焓變 ΔH_c° 建構一個焓變循環和運用赫斯定律可求得 $C_2H_2(g)$ 的生成焓變。
- (i) 繪畫這焓變循環(附各標示)。
- (ii) $C_2H_2(g)$ 、C(石墨) 和 $H_2(g)$ 的標準燃燒焓變 ΔH_c° 如下：

	$\Delta H_c^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
$C_2H_2(g)$	-1300
C(石墨)	-394
$H_2(g)$	-286

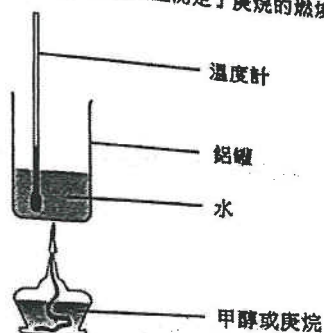
- (1) 寫出「標準焓變」的各標準條件。
- (2) 計算 $C_2H_2(g)$ 的標準生成焓變。

5) DSE 2018, Q6

能量以不同形式存在。

- (a) 葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$) 是生物的一個重要能量來源。
- (i) 寫出把二氧化碳氣體和液體水轉化為固體葡萄糖和氧氣的化學方程式。
- (ii) 已知以下的標準生成焓變：
 $CO_2(g) = -394 \text{ kJ mol}^{-1}$, $H_2O(l) = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$, $C_6H_{12}O_6(s) = -1274 \text{ kJ mol}^{-1}$
 計算在上述 (i) 中轉化的標準焓變。

- (b) 燃燒庚烷 (C_7H_{16}) 釋出能量。用下圖所示的裝置測定了庚烷的燃燒焓變：



- 步驟 (I)：藉燃燒甲醇把盛有某固定質量的水的鋁罐加熱，經燃燒了 1.58 g 的甲醇後，水溫上升了 18.5°C 。
- 步驟 (II)：藉燃燒庚烷把盛有與步驟 (I) 相同質量的水的該鋁罐加熱，經燃燒了 1.02 g 的庚烷後，水溫上升了 25.8°C 。

- (i) 已知在實驗條件下，甲醇的燃燒焓變是 -715 kJ mol^{-1} ，計算在相同條件下，庚烷的燃燒焓變，以 kJ mol^{-1} 表示。
 (相對分子質量：甲醇 = 32.0，庚烷 = 100.0)

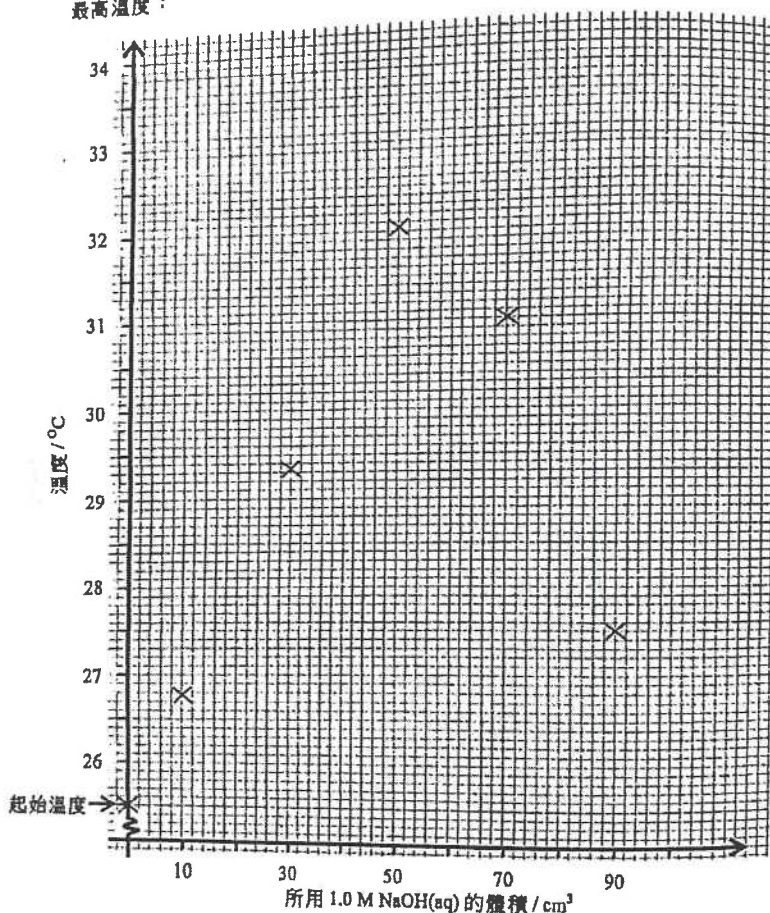
- (ii) 除了失熱以外，舉出在這實驗的另一項誤差來源。

6) DSE 2019, Q8

8. 為測定一反應的中和焓變進行了數次實驗。於每一次，在一發泡聚苯乙烯杯子內，將如下所示指定體積的某 HCl(aq) 和 1.0 M NaOH(aq) 混合以得到一總體積為 100 cm³ 的溶液。混合前該 HCl(aq) 和 NaOH(aq) 保持於相同的起始溫度。

次數	1	2	3	4	5
所用 HCl(aq) 的體積 / cm ³	90	70	50	30	10
所用 1.0 M NaOH(aq) 的體積 / cm ³	10	30	50	70	90

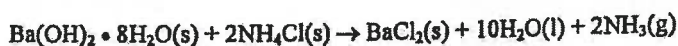
於每一次，把混合物攪拌並記錄所達到的最高溫度。以下坐標圖顯示於每一次所量測的最高溫度：



- (a) 已從這坐標圖估計了需用 58.0 cm³ 的 NaOH(aq) (和 42.0 cm³ 的 HCl(aq)) 來得到這實驗可能達到的最高溫度。在以上的坐標圖展示怎樣可作出這個估計。 (1分)
- (b) (i) 計算在 (a) 中與 HCl(aq) 反應了的 NaOH(aq) 的摩爾數，從而求出該 HCl(aq) 的濃度。
- (ii) 已知於每一次該混合物的起始溫度是 25.5°C，計算該反應的中和焓變(以 kJ mol⁻¹ 為單位)。
(混合物的密度 = 1.00 g cm⁻³;
混合物的比熱容 = 4.18 J g⁻¹ K⁻¹;
發泡聚苯乙烯杯子的熱容：可忽略)
- (c) 上面所測定的並不是標準中和焓變。那麼，「標準中和焓變」一詞是什麼意思？

7) DSE 2020, Q7

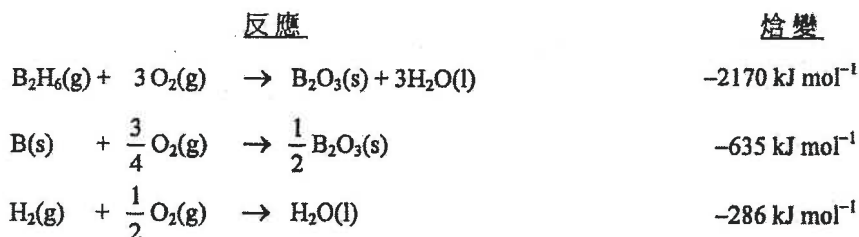
進行一實驗來研習以下反應：



- (a) 當把該兩個固體反應物在一錐形瓶混合並攪拌時，會生成帶有獨特刺激性氣味的氨氣。解釋如何能測試氨氣。
- (b) $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O(s)}$ 是鹼。「鹼」一詞是什麼意思？
- (c) $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O(s)}$ 的標準生成焓變為 $-3345 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。
- (i) 寫出 $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O(s)}$ 標準生成焓變的熱化學方程式。
- (ii) 計算 $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O(s)}$ 與 $\text{NH}_4\text{Cl(s)}$ 反應的標準焓變。
(標準生成焓變：
 $\text{NH}_3\text{(g)} = -46 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\text{H}_2\text{O(l)} = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\text{NH}_4\text{Cl(s)} = -314 \text{ kJ mol}^{-1}$,
 $\text{BaCl}_2\text{(s)} = -859 \text{ kJ mol}^{-1}$)
- (iii) 從而解釋在這反應中，混合物的溫度會上升、下降抑或維持不變。

1) DSE 2014, Q9

在某些條件下，三個反應的焓變如下所示：

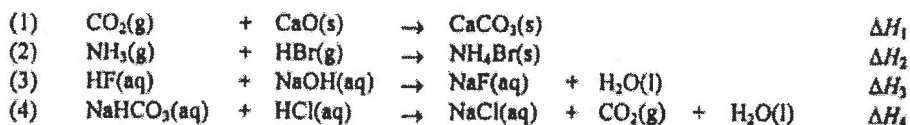


- A. $+42 \text{ kJ mol}^{-1}$
B. $+614 \text{ kJ mol}^{-1}$
C. $+677 \text{ kJ mol}^{-1}$
D. $+1249 \text{ kJ mol}^{-1}$

下列哪項是 $\text{B}_2\text{H}_6\text{(g)}$ 在相同條件下的生成焓變？

2) DSE 2015, Q12

考慮下列的反應：

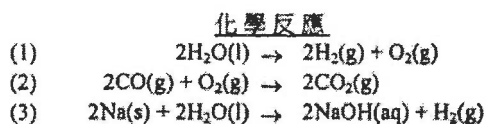


下列哪個代表中和焓變？

- A. ΔH_1
B. ΔH_2
C. ΔH_3
D. ΔH_4

3) DSE 2015, Q18

下列的組合，何者正確？



- A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

4) DSE 2016, Q22

反應焓變 下列哪些過程是放熱的？

- | | |
|---|-----------------------|
| 正 | (1) 把氯化鈣置於水中 |
| 正 | (2) 把鋅條置於一個硫酸銅(II)溶液中 |
| 負 | (3) 把氯化氫氣體通入一個氫氧化鈉溶液 |

- A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

5) DSE 2016, Q24

第一敘述句

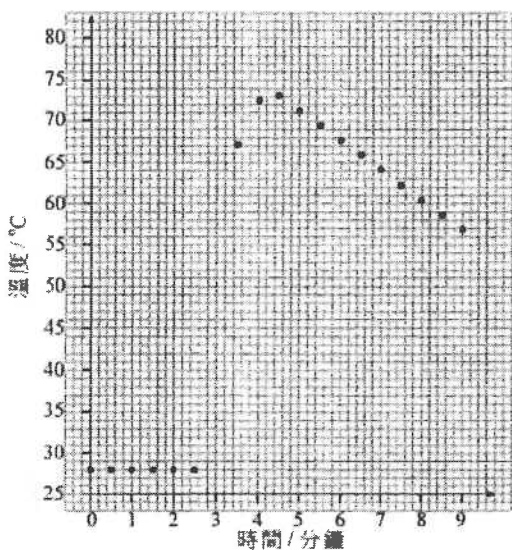
化合物的標準生成焓變必定是負值。

第二敘述句

在標準條件下，化合物必然在能量上較它的組成元素穩定。

6) DSE 2017, Q7

在一個為研習某個反應的焓變的實驗中，以下的坐標圖繪畫了反應容器中內含物的溫度隨時間的變化：

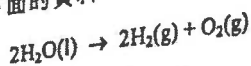


該反應在第三分鐘開始。下列的組合，何者正確？

- | | 內含物的最大上升溫度 | 該反應的焓變 |
|----|------------|--------|
| A. | 51°C | 負 |
| B. | 45°C | 負 |
| C. | 51°C | 正 |
| D. | 45°C | 正 |

7) DSE 2018, Q18

考慮下面的資料：



$$\Delta H^\circ = +x \text{ kJ mol}^{-1}$$

下列的陳述，何者正確？

- (1) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的標準生成焓變是 $-0.5x \text{ kJ mol}^{-1}$ 。
- (2) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的標準生成焓變是 $+0.5x \text{ kJ mol}^{-1}$ 。
- (3) $\text{H}_2(\text{g})$ 的標準燃燒焓變是 $-x \text{ kJ mol}^{-1}$ 。

- A. 只有 (1)
- B. 只有 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)

9) DSE 2018, Q33

考慮下列兩個反應：

反應	反應物
(I)	1.0 g 的 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ + 100.0 cm^3 的 1.0 M $\text{HCl}(\text{aq})$
(II)	1.0 g 的 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ + 100.0 cm^3 的 1.0 M $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$

若該兩個反應均在相同的實驗條件下進行，下列哪些陳述正確？

(相對原子質量：C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0)

- (1) 該兩個反應混合物的質量減少相同
 - (2) 反應 (I) 的初速較反應 (II) 的為高。
 - (3) 該兩個反應所釋出的熱相同。
- A. 只有 (1) 和 (2)
 - B. 只有 (1) 和 (3)
 - C. 只有 (2) 和 (3)
 - D. (1)、(2) 和 (3)

10) DSE 2019, Q9

已知：

水的標準生成焓變 = -286 kJ mol^{-1}
 丙烷的標準燃燒焓變 = $-2222 \text{ kJ mol}^{-1}$
 二氧化碳的標準生成焓變 = -394 kJ mol^{-1}

丙烷的標準生成焓變是多少？

- A. -52 kJ mol^{-1}
- B. $+52 \text{ kJ mol}^{-1}$
- C. -104 kJ mol^{-1}
- D. $+104 \text{ kJ mol}^{-1}$

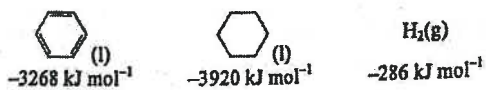
11) DSE 2019, Q22

下列何者是放熱的？

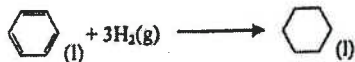
- (1) 氧化汞(II)固體的熱分解
 - (2) 以水稀釋濃硫酸
 - (3) 鎂帶與稀氫氯酸的反應
- A. 只有 (1) 和 (2)
 - B. 只有 (1) 和 (3)
 - C. 只有 (2) 和 (3)
 - D. (1)、(2) 和 (3)

12) DSE 2020, Q10

參照下面的各標準燃燒焓變：



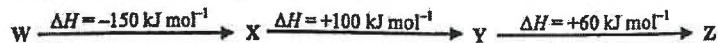
以下反應的標準焓變是多少？



- A. -206 kJ mol^{-1}
- B. -652 kJ mol^{-1}
- C. $+206 \text{ kJ mol}^{-1}$
- D. $+652 \text{ kJ mol}^{-1}$

13) DSE 2020, Q13

一些轉化的焓變如下所示：



下列哪組合正確？

- | | | |
|----|-------|-------|
| | W → Z | Z → X |
| A. | 放熱 | 吸熱 |
| B. | 放熱 | 放熱 |
| C. | 吸熱 | 放熱 |
| D. | 吸熱 | 吸熱 |

14) DSE 2020, Q21

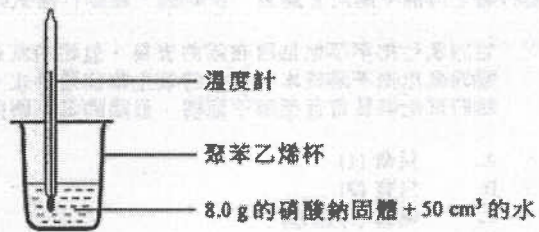
下列哪些陳述正確？

- (1) NH₃(g) 的標準生成焓變可直接從實驗測定。
- (2) H₂NNH₂(l) 的標準燃燒焓變是負的。
- (3) N₂(g) 的標準生成焓變是零。

- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)

21/Q14

14. 基於下圖的實驗裝置，在 8.0 g 的硝酸鈉固體完全溶於 50 cm³ 的水後，溫度下降了 6 °C。



在相同的實驗條件下，下列何者的溫度會下降 3 °C？

- A. 在 2.0 g 的硝酸鈉固體完全溶於 25 cm³ 的水後。
- B. 在 4.0 g 的硝酸鈉固體完全溶於 100 cm³ 的水後。
- C. 在 16.0 g 的硝酸鈉固體完全溶於 100 cm³ 的水後。
- D. 在 24.0 g 的硝酸鈉固體完全溶於 75 cm³ 的水後。