

長問題答案(LQ)

第一章 地球

1) CE 1995, Q2a, d

(a) 氟

氟是**活潑性氣體** / **黃色氣體** 或

其他氣體為無色 / 惰性 / 非活潑

1+1

(d) 氮

氮不能夠在空氣中燃燒 / 其他氣體能夠在空氣中燃燒

1+1

2) CE 2000, Q1

(a)

按一種物理性質來分類：

有顏色物質：二氧化氮和氧化鐵(III)

沒有顏色(白色)物質：氮、二氧化碳、氧化鎂和氧化鉀。

(b)

按一種化學性質來分類：

酸性物質：二氧化碳和二氧化氮

鹼性物質：氮、氧化鎂、氧化鐵(III)和氧化鉀。

3) CE 2002, 7a

7. (a) (i) 反應的化學方程式：



當反應混合物停止放出氣泡時，即表示已加入過量的稀硝酸。



(ii)

(iii) 反應的離子方程式： $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{CaSO}_4$

(iv) 用蒸餾水清洗硫酸鈣，目的是清除沉澱表面可溶性的雜質。

(v) (1) 硫酸鈣的摩爾數 = $\frac{10.52}{(40+32+16 \times 4)} = 0.0774$

在方解石樣本中碳酸鈣的質量 = $0.0774 \times (40+12+48) = 7.74\text{g}$

碳酸鈣在方解石樣本中的質量百分率 = $\frac{7.74}{7.98} \times 100\% = 97\%$

(2) 計算時所作的一項假設：樣本不含會產生不溶性的硫酸鹽的離子，如 Ba^{2+} 。

4) CE 2003, Q7c

(c) 海水是溶液，而泥水為懸浮液。

海水中離子的大小遠小於泥水中的泥粒。

海水中的離子能通過過濾裝置的小孔，但泥粒則不能。

5) CE 2004, Q2

(a) 把濃 H_2SO_4 加進物質中。

白糖會變焦黑，而食鹽則會冒煙。

(b) 把 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 加進物質中，然後微熱。

$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 與 NaOH 起反應，產生鹼性氣體，而 $\text{KCl}(\text{s})$ 則不起反應。

(c) 把各酸與銅金屬共熱。

只有 $\text{HNO}_3(\text{aq})$ 產生氣泡。

6) CE 2004, Q8a



(ii) (1) 所收集到 CO_2 的摩爾數

$$= \frac{78}{24000} \\ = 3.25 \times 10^{-3}$$

(2) CaCO_3 的摩爾數 = 3.25×10^{-3}

$$\text{CaCO}_3 \text{ 的式量} = 40 + 12 + 16 \times 3 \\ = 100$$

$$\text{該樣本所含 CaCO}_3 \text{ 的質量} = 3.25 \times 10^{-3} \times 100 \\ = 0.325 \text{ g}$$

$$\text{該樣本所含 CaCO}_3 \text{ 的質量百分率} = \frac{0.325}{0.36} \\ = 90.27$$

(iii) 部分 $\text{CO}_2(\text{g})$ 溶於水中。

第二章 微觀世界

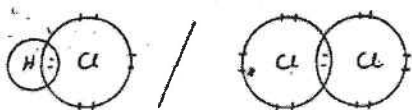
1) CE 1995, Q4

當兩個非金屬的原子結合，他們會傾向共用最外層電子形成分子

1

這些分子的電子結構圖 eg. HCl/Cl_2 etc. (任何合理的例子)

1



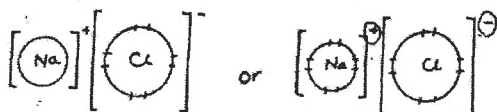
當金屬和非金屬原子結合時，金屬原子傾向失去最外層電子，而形成陽離子/ 金屬陽離子

非金屬原子會接收這電子而形成陰離子

(1 分為電子轉移，1 分為形成離子)

例如 NaCl ，其電子結構圖為 (任何合理的例子)

1



3 分傳意分數

2) CE 1996, Q7a

(i) 它們的關係是同位素。

(ii) 氘原子的中子數目：1

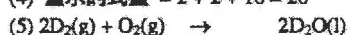
(iii) (1) 因為 H 和 D 有相同的電子結構。

(2)



(3) 「 ΔH 為負值」是放熱反應。

(4) 重水的式量 = $2 + 2 + 16 = 20$



$$\text{混合物中, D}_2 \text{ 的摩爾數} = \text{O}_2 \text{ 的摩爾數} = \frac{0.1}{24}$$

$$\text{由方程式, 知道 O}_2 \text{ 是過量, } \therefore \text{生成 D}_2\text{O 的摩爾數} = \frac{0.1}{24}$$

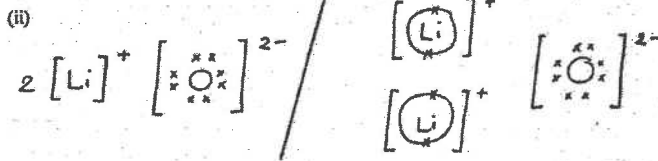
$$\text{生成 D}_2\text{O 的質量} = \frac{0.1}{24} \times 20 = 0.0833\text{g}$$

3) CE 1998, Q1

(a) 具有相同原子序但質量數不同的原子/具有相同質子數但中子數不同的原子 (接受任何正確的同位素定義)

(b) 相對原子質量 = $6 \times 0.074 + 7 \times 0.926$
= 6.93 (接受 6.9 和 6.926)

(c)(ii) 金屬表面會失去光澤



4) CE 1998, Q7a

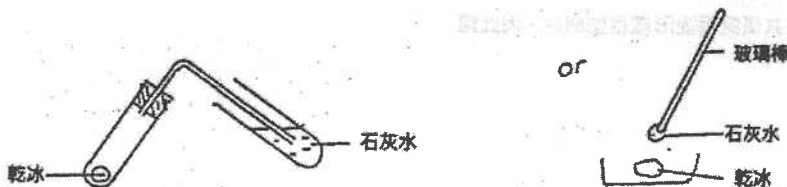
(i) 石英是巨大的共價網絡/共價晶體 或 石英中 Si 和 O 原子之間的吸引力是共價鍵

二氧化碳具有簡單的分子結構，分子之間的吸引力是范德華力

共價鍵比范德華力/分子間力強

所以石英是固體，二氧化碳是氣體

(ii)



觀察：石灰水變成乳白色，沒有殘留液體

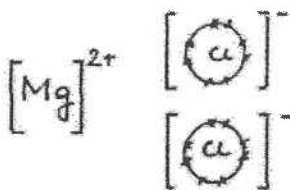
(iii) (1) 碳酸鈣

(2) 用於製造玻璃的材料容易獲得/在地殼中含量豐富/ 可以通過加熱沙子，石灰石和氫氧化鈉
輕鬆製造玻璃

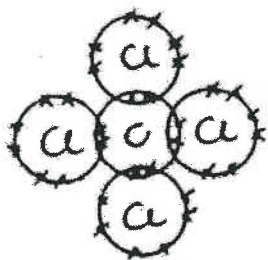
(3) 香檳含有加壓的二氧化碳溶液，玻璃可以承受壓力/ 乙醇溶液（香檳）可以將共聚的單體溶解在塑料中

5) CE 1999, Q4

氯化鎂是由鎂和氯兩元素化合而成，合成中鎂原子會失去兩個電子，形成鎂離子，而氯原子則獲得一個電子，形成氯離子，最後便形成穩定的離子化合物，其電子圖如下：



四氫甲烷分子是由碳和氫兩元素化合而成，每個碳原子和四個氫原子分別共用一電子對，便可生成共價化合物，其電子圖如下：



氯化鎂的熔點較四氫甲烷分子為高，因為四氫甲烷是一個簡單的分
子結構，分子間只存在微弱的引力 / 范德華力，而氯化鎂是巨大的離子結構，離子

間的靜電引力是強的，因此需要較高的溫度才能打破。

6) CE 2000, Q2

- 2 (a) 相對原子質量：按 ^{12}C (=12.00)量度制，元素各同位素的平均質量。
 (b) (i) 應存放在石蠟油中的元素：鉀
 因為鉀是活潑金屬，容易與空氣中的氧反應。
 (ii) 用來注入燈泡內的是氬(Ar)。
 氬是貴氣體，非常穩定，不會與熾熱的鎢絲起反應。
 (iii) 硫的氧化物溶於水時會產生 pH 7 的溶液。
 因為硫能生成二氧化硫，二氧化硫溶於水時，生成 H_2SO_3 酸性溶液。

7) CE 2000, Q8c

- (c) (i) 錯誤。
 氯化鈉的熔點高是由於鈉離子和氯離子間存在著強的靜電作用力。
 而甲烷的熔點低並非由於 C 原子與 H 原子間的共價鍵較離子鍵為弱，乃是
 由於分子間有弱的范德華力/弱的分子間引力所引致的。

8) CE 2001, Q7c

- (c) (i) 在金中，原子間存在著強大的金屬鍵，因此熔點高。
 而金剛石具有共價網狀結構，碳原子以強共價鍵相連形成巨型網狀，因此熔
 點亦高。

9) CE 2001, Q8a

- (a) (i) 橫越一週期，元素的原子的體積逐漸減少。
 (ii) (1) 兩個元素共通的反應：鎂和鈣都能在空氣中燃燒。

$$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$$
 (2) 二個元素共通的反應：溴和氯均能與亞硫酸鈉溶液反應。

$$\text{Br}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{HBr}$$
 (iii) 鋅金屬在鋅電池中是作為陽極。因為鋅容易放出電子而被氧化，發生氧化反
 應的電極是負極。
 (iv) 現象：氣球會下降至地面，因為氫的密度比空氣大很多。

10) CE 2002, 6b

- (b) (i) 同位素是有相同原子序但不同質量數的原子。
 (ii) 鎂的相對原子質量 = $24 \times 0.786 + 25 \times 0.101 + 26 \times 0.113 = 24.3$

(iii) 不能用化學方法來分離鎂的各種同位素。因為元素的同位素有相同的化學性質。

11) CE 2002, Q8b

- (b) (i) 二氧化碳分子的電子圖：
 (ii) 二氧化碳的密度較空氣高，它將火源與空氣隔離，因此它可用來滅火。
 (iii) 二氧化矽是巨型共價網狀固體，矽原子和氧原子間是強的共價鍵，而二氧化碳分子
 間引力是微弱的范德華力。所以在常溫常壓下，二氧化碳是氣體，而二氧化矽則是
 氣體。
 (iv) (1) 化學方程式： $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Si} + \text{CO}$
 (2) 矽可用來製電腦晶片。

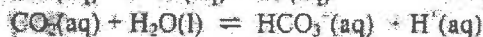
12) CE 2003, Q1

(a) (i) 二氧化碳

(ii) 氯化鈉

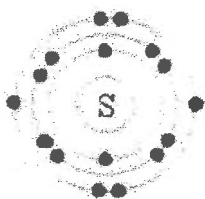
(iii) 氬

(b) 氯化氫或二氧化碳。



13) CE 2003, Q3

(i)



(b) (i) 每化學式單位所含 Cl 的質量 = 35.2×0.525
= 18.48

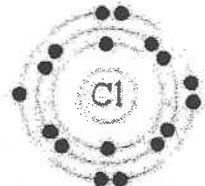
每化學式單位所含 S 的質量 = 64.22

每化學式單位所含 Cl 原子的數目 = $\frac{70.98}{35.5}$
= 2.0

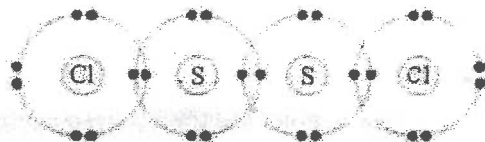
每化學式單位所含 S 原子的數目 = $\frac{64.22}{32.1}$
= 2.0

分子式: S_2Cl_2

(ii)



(ii)



14) CE 2004, Q5

Na_2O 和 MgO 是離子化合物，陽離子和陰離子互相裝填，形成巨型離子結構。

在 Na_2O 和 MgO 中，陽離子和陰離子互相吸引形成強的離子鍵。因此， Na_2O 和 MgO 具高熔點。

要溶化 SiO_2 ，須破壞大量共價鍵。因此， SiO_2 具高熔點。

SO_2 具簡單分子結構。

分子間引力為微弱范德華力，故 SO_2 的熔點低。

15) CE 2004, Q9a

(i) 硅

(ii) 第 0 族元素的原子具有穩定的電子結構(最外電子層的結構為電子偶或八隅體)。

(iii) 金屬是由陽離子和離域「電子海」所組成，陽離子和離域電子間的引力令它們聚在一起。

由於金屬鍵沒有方向性，各原子層容易作相互移動，因此金屬有高的延性。

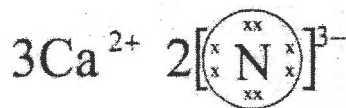
(iv) 鉀和氟

(v) (1) $y = 7$
 $x = 18$



16) CE 2005, Q1

(a) (i)



(ii) 焰色試驗

鈣的化合物產生磚紅色火焰。

(b) (i) 同位素是指同元素的原子，它們的質子數相同，但中子數不同。

(ii)	質子數目	中子數目
^{88}Sr	38	52

(c) (i) 它們的最外層有相同的電子數目。

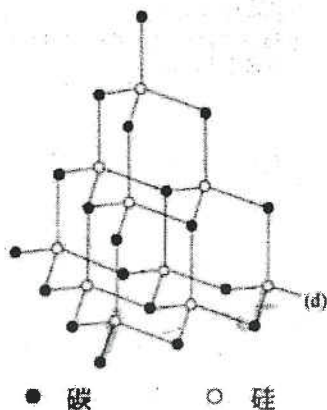
(ii) Sr 的化學性質與 Ca 的相似，因而可取代部分所需的 Ca。

17) CE 2006, Q5

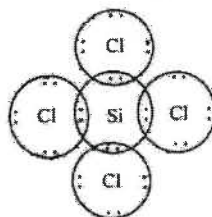
(a) 共價晶體

(c) (i) 較氧化，Si 的氧化數由 0 增至 +4。

(b)



(ii)



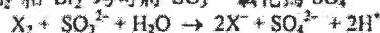
(iii) H_2 和 HCl 都是氣體，容易從生成的固態硅中清除

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 \text{ 的摩爾數} &= \frac{950}{28.1 + 16 \times 2} \\ \text{所得到 Si 的摩爾數} &= 15.8 \\ \text{Si 的質量} &= 15.8 \times 28.1 \\ &= 444 \text{ g} \end{aligned}$$

18) CE 2006, Q8

化學性質的相似

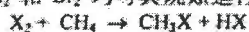
Cl_2 和 Br_2 均可將 SO_3^{2-} 氧化為 SO_4^{2-}



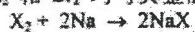
Cl_2 和 Br_2 均可與烯類進行加成反應



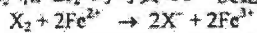
Cl_2 和 Br_2 均可與烷類進行取代反應



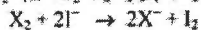
Cl_2 和 Br_2 均可與金屬(例如鈉)反應生成離子鹵化物



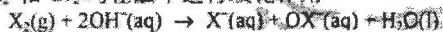
Cl_2 和 Br_2 均可與 Fe^{2+} 反應生成 Fe^{3+}



Cl_2 和 Br_2 均可與 I^- 反應生成 I_2



Cl_2 和 Br_2 均在鹼中進行歧化作用。



化學性的變化

氯較溴活潑。

把 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 通入 $\text{KBr}(\text{aq})$ 中，會產生棕色溶液，但把 $\text{Br}_2(\text{aq})$ 加入 $\text{KCl}(\text{aq})$ 中，則沒有可觀察的變化。

第三章 金屬

1) CE 1995, Q1

(a) 鉀較鉀活潑是因為鉀較易失去最外層電子。

1

(b) $2 \text{Rb(s)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2 \text{RbOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ 1

(c) 儲存在煤油/油/石蠟油中。 1

(d) 配戴護目鏡/ 不能直接接觸/ 使用夾/ 只用一小片作實驗 1

2) CE 1995, Q6b

(i) 金非常不活潑/惰性/不易發生反應，故在地殼中能以自由狀態存在 1

(ii) 銅 1

因不易腐蝕 1

價格相對廉宜/堅硬 1

(iii)(1) 鋁與氧氣反應產生一層薄的氧化物 1

這氧化層是不溶於水/不透氣，防止內裏的金屬作進一步腐蝕 1

(2) 混合其他金屬製成合金，例如 Cu/Mn/Mg... 1

(iv)(1) 金屬在地殼的豐度會影響它的價格。 1

(2) 開採金屬礦石的成本/提取金屬的成本/金屬的供應/金屬的需求 1

3) CE 1996, Q4

以下實驗可證明鐵的銹蝕必須要有空氣：

首先，把自來水分別注入兩支試管內，約至半滿。

然後，把其中一支試管內的自來水煮沸，以除去溶解於水的空氣。跟着把一支乾淨的鐵釘放入該試管內（試管一），再注入一些石蠟油，防止氧氣溶入水內 / 防止鐵釘與空氣接觸。

同時把另一支乾淨的鐵釘放進餘下的試管（試管二）。

幾天後，試管二內的鐵釘出現銹蝕，而試管一內的則沒有任何改變，這樣就證明鐵的銹蝕必須要有空氣了。

4) CE 1997, Q1

1 (a) 鋅較鈣和銅適合附於油船身的鐵殼，使鐵殼免受銹蝕。
鋅和鈣都比鐵活潑，但是鈣和水劇烈反應，不能用作犧牲性保護鐵。故只有鋅可作犧牲性保護鐵。

(b) 硬鋁較鋁和不銹鋼適合製造飛機的機身。
因為若用不銹鋼製造飛機，密度會太大。

而硬鋁的強度較鋁優勝，因此適合製造機身。

(c) 聚苯乙烯較聚乙烯和脲甲醛適合製造嬰兒奶瓶。
因為奶瓶須放在沸水中消毒，聚乙烯的熔點太低會在沸水中變形。
而脲甲醛是不透明的，不宜用作奶瓶。

5) CE 1998, Q8b

(i) (1) 防止鐵生鏽/腐蝕

(2) 錫

(ii) 鋁比鐵軟。拉環可以更輕鬆地拉出

(iii) (1) 錫的反應性較弱/較弱還原劑/在電化學系列中的位置比鐵低。

暴露在空氣中的鐵會更快地腐蝕/更快地生鏽

(2) 膨脹的罐頭中的果汁已經變質。

細菌（厭氧）呼吸產生的氣體導致罐膨脹。

(iv) 優點：鋁比鐵更輕/耐腐蝕/可以更容易地回收/可以更容易地染色

劣勢：鋁更昂貴/不如鐵強

6) CE 1999, Q2

- (b) 把鈣放在本生燈火燄中，鈣燃燒並產生紅色火焰。
 $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$
- (c) 把氧化銅(II)和碳粉混合加熱，生成一紅棕色粉末。
 $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}$

7) CE 1999, Q7a

- (i) (1) 在自然界中，鐵和銅均以化合態存在。由於鐵比銅活潑，所以將鐵的化合物還原為鐵比將銅的化合物還原為銅較為困難，因此「鐵器時代」晚於「銅器時代」。
- (2) 與銅相比，青銅的強度較高，因此人類使用青銅來製造工具和武器，而不用銅。
- (3) 青銅器具經暴露在空氣中一段時間，被氧化生成銅綠而變成綠色。
- (ii) 在鐵的結構中，鐵原子排列整齊，在外力作用時，容易產生滑動，故強度較低。但把碳加入鐵中，令鐵原子排列變得不整齊，當受外力作用時，阻礙了原子層面間的順滑移動，因此相對較硬。
- (iii) (1) 焊錫是錫和鉛的合金。
- (2) 使用焊錫來連接電線而不用錫或鉛，因為焊錫的熔點較低。

8) CE 2000, Q3

- (a) 銅最適宜用來製造電線，因為它的導電性能良好。
- (b) 鋁最適宜用來製造架空高壓電線，因為它的密度低。
青銅最適宜用來製造輪船的螺旋槳，因為它的抗腐蝕性能力高。

9) CE 2000, Q9a

- (i) 三種金屬的活潑性： $Y < Z < X$
Y的活潑性最低，因為Y的氧化物受熱時分解，而X和Z的氧化物受熱均不分解。
X的活潑性最高，因為只有X能與水起反應釋出氣泡，而Z與水並不反應。
- (ii) 所產生 O_2 的摩爾數 = $\frac{60}{24000} = 0.0025 \text{ mol}$
YO 受熱分解的反應方程式： $2\text{YO} \rightarrow 2\text{Y} + \text{O}_2$
根據反應方程式，YO 的摩爾數 = $0.0025 \times 2 = 0.0050$
因此 YO 的式量 = $\frac{1.08}{0.005} = 216$ ，
YO 的相對原子質量 = $216 - 16 = 200$

10) CE 2001, Q5

要防止金屬被腐蝕，可以使用不同的抗腐蝕方法。如陽極氧化、犧牲性保護及鍍鎳等。以下簡略描述這三個方法的原理。

陽極氧化是一種能加厚氧化鋁表層的方法。由於該氧化鋁表層不透水及氧氣，可以隔絕鋁與水或氧氣接觸而起的反應，從而防止鋁被腐蝕。

犧牲性保護是一種將活潑性較高的金屬接連於活潑性較低的金屬。活潑性較高的金屬較易被氧化/釋放電子，可使活潑性較低的金屬免被腐蝕。

鍍鎳是一種在鐵件表面上塗上鎳層的防腐蝕方法。鎳層能防止鐵件腐蝕，因為鎳具抗腐蝕能力/在鐵件表面上生成氧化鎳，可防止鐵與氧氣及水接觸而起反應而生鏽。

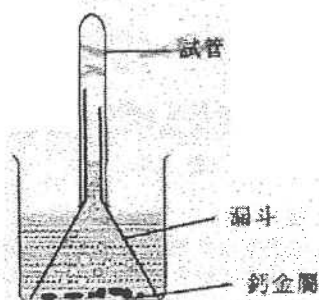
11) CE 2003, Q2

- (a) 氫
它燃燒時有噼噼聲。
- (b) 氧化還原反應
- (c) 活潑性： $Z < Y < X$
Y 較 Z 活潑，因為 Y 能從 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 中置換出 Cu 但 Z 則不能。
X 較 Y 活潑，因為 X 可與冷水起反應，但 Y 則不能 (或 X 的氧化物不能被碳還原，但 Y 的氧化物則能)。
- (d) X 是活潑金屬。它可與硫酸銅 (II) 溶液中的水起反應，而所釋出的無色氣體為氫。

12) CE 2004, Q1



(b) (i)



(ii) 鈣金屬被一層氧化鈣覆蓋，當該層氧化鈣溶解後，鈣金屬始與水起反應。

(c) 鉀浮於水面，而鈣則沉於水中，鉀燃燒並產生淡紫色火燄，而鈣則不燃燒。

13) CE 2004, Q8b

(b) (i) 水合氧化鐵(III)

(ii) 氧(空氣)和水

(iii) (1) 塗上油脂

(2) 連接到電正性較高的金屬(例如 Zn)

(iv) 汽車電池組提供電子予汽車車身，以防止它被氧化。

(v) (1) 鋁被一層氧化物覆蓋，將空氣和水隔絕。

(2) 藉陽極電鍍法增加這層氧化物的厚度。

14) CE 2005, Q2



(ii) Ag 的氧化數減少而 O 的氧化數增加

(iii) Ag_2O 的摩爾數 = $3.50 / [2(107.9) + 16]$

Ag 的摩爾數 = $2 \times \text{Ag}_2\text{O}$ 的摩爾數

$$\begin{aligned} \text{可獲得 Ag 的質量} &= 107.9 \times \text{Ag 的摩爾數} = \frac{2(107.9)}{231.8} \times 3.50 \\ &= 3.26 \text{ g} \end{aligned}$$

(b) (i) 黑色的氧化物變為紅棕色的金屬

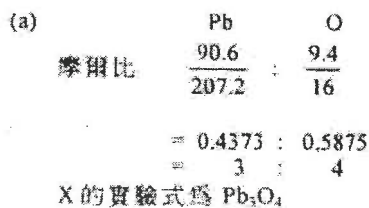
(ii) 所得的金屬能導電。



(iv) 氫具爆炸性 / 是易燃的。

(c) 不可。只可利用相同的反應來比較 Cu 和 Ag 的活潑性。

15) CE 2005, Q8



(b) 設 PbO 對 PbO_2 的摩爾比為 $x:y$

$$\frac{Pb \text{ 的摩爾數}}{O \text{ 的摩爾數}} = \frac{x+y}{x+2y} = \frac{3}{4}$$

X 是一個含 PbO 和 PbO_2 的混合物，而 PbO 和 PbO_2 的摩爾比是 2:1。
或，X 不是一個混合物，在 X 中，三分二的鉛以 +2 氧化數存在，而三分一則以 +4 氧化數存在。

第四章 酸和鹼

1) CE 1995, Q5

用稀硫酸與氨滴定至到達終點以摩爾比 1:2 的比例混合 1+1

把溶液加熱以蒸發至飽和溶液 1+1

溶液慢慢冷卻，大顆的硫酸銨結晶便會析出 1

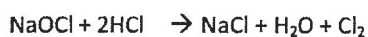
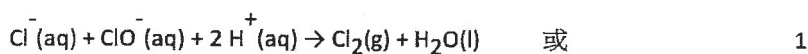
利用過濾法把晶體和溶液分開，便得到了硫酸銨晶體。 1

3 分傳意分數

2) CE 1995, Q6a

(i) 潔廁劑內的氯氧酸/ H^+ 離子與漂白劑(ClO^- 及 Cl^-)反應 1

釋出有毒的氯氣。 1



(ii) (1) 金屬例如鐵/鋅 (不接受 Al, Pb, Cu etc.) 1

(2) 泡騰現象/ 無色氣體釋出/ 金屬溶解 1



(iii) 氯氧酸具有腐蝕性/ 刺激性 1

(iv) (1) 塑膠的瓶子不與氯氧酸反應/塑膠是惰性/塑膠的瓶子不易被破壞/ 1

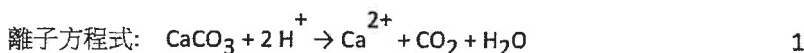
塑膠可塑性高/塑膠較輕 1

(2) 聚乙烯/聚丙烯/聚苯乙烯/聚氯乙烯 1

3) CE 1995, Q7a

(i) 「發泡鈣」含有檸檬酸/維生素C(抗壞血酸)，溶於水中時會離解成氫離子 1

離子與碳酸鈣反應釋出二氧化碳氣體，所以有泡騰現象。 1



- (iii) 遠離潮濕的地方 / 存放於乾燥的地方 1
 主要成份的質量會下降 / 藥片會失去功用 / 藥片的主要成份在有水的時候產生反應 1

4) CE 1995, Q8biii

次氯酸鈉的式量 = $23 + 16 + 35.5 = 74.5$

次氯酸鈉的摩爾濃度 = $(5 \div 74.5) \times 10$

= 0.67 (M)

5) CE 1996, Q6b

- (b) (i) A 是 2M 氨溶液。
 因為氨在水中電離出 OH^- ，使紅色石蕊試紙變藍色。
 (ii) B 是 2M 硝酸。它與銅反應放出棕色煙霧。
 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
 (iii) (1) 在試劑中加入一張 pH 試紙。
 (2) HCl 的 pH 值較低，因為 HCl 電離程度較 CH_3COOH 高，HCl 含有較高 H^+ 濃度。

6) CE 1996, Q9a

- 9 (a) (i) 溶液 X 會是硫酸。
 (ii) (1) 離子方程式： $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 (2) 反應時，滅火器中生成的二氧化碳產生壓力，把液體混合物擠壓出來。

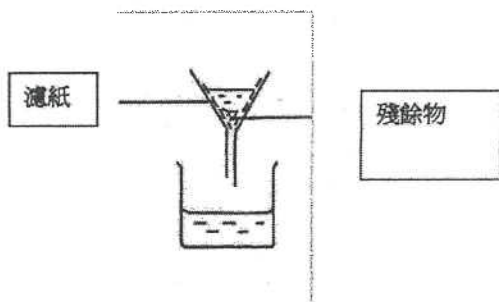
7) CE 1997, Q3

- 3 (a) 使用 pH 試紙便可測試水溶液的 pH 值。
 (b) pH 值由低至高排列：1M 硫酸 < 1M 氫氯酸 < 1M 乙酸
 因為乙酸是弱酸，它在水中是不完全電離，只含有較少量的氫離子，所以 pH 值最高。
 而硫酸和氫氯酸都是強酸，只是硫酸是二元酸，而氫氯酸是一元酸，所以 1M 硫酸比 1M 氫氯酸含有較多氫離子，pH 值較氫氯酸的為低。
 (c) 樣本 B 最適合作為髮膏。
 因為它是鹼性的，鹼性溶液才可使頭髮捲曲，但溶液 C 鹼性太強，容易使頭髮變得粗糙易斷。

8) CE 1997, Q7a

- 7 (a) (i) 化學方程式： $\text{CuCO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 (ii) 加入孔雀石粉末直至一些剩餘在燒杯中，以保證硫酸完全反應。

(iii)



- (iv) 所用硫酸的摩爾數 = $2 \times 50 \times 10^{-3} = 0.1 \text{ mol}$
 所以生成 $\text{CuCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的摩爾數 = 0.1 mol
 $\text{CuCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的式量 = $63.5 + 32.1 + 4 \times 16.0 + 5 \times (2 \times 1.0 + 16.0)$
 = 249.6
 因此 $\text{CuCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的理論質量 = $0.1 \times 249.6 = 24.96 \text{ g}$

9) CE 1998, Q5

在每種化學藥品中添加銅箔（並加熱）。

只有2M硝酸才能溶解銅/產生藍色溶液/褐色煙霧

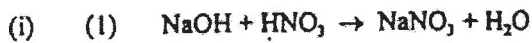
在其餘四種化學藥品中添加氯化銅溶液，僅氫氧化鈉產生（藍色）沉澱

在其餘三種化學藥品中添加碳酸銅（II），僅氫氯酸產生（無色）有氣泡/冒泡

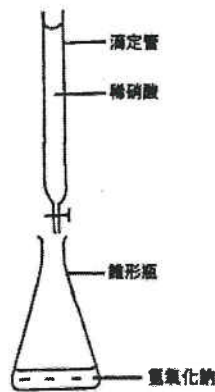
蒸發剩餘的兩種溶液至乾，僅氯化鈉溶液會留下（白色）殘留物。

剩下的是蒸餾水

10) CE 1998, Q6a



(2)

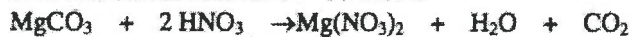


(3) 由粉紅色/紫色/紅色變成無色

(4) 以與滴定結果相同的體積比，向1M氫氧化鈉溶液中添加稀硝酸，無需添加指示劑/
重複滴定過程而無需添加指示劑

11) CE 1999, Q2

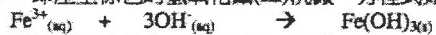
(a) 把稀硝酸加進碳酸鎂粉末，釋出氣泡。



12) CE 1999, Q5

利用物質的不同物理及化學性質，可把圖中的火水及鐵(III)離子從化學廢物中分離。

第一步，先把火水分離出來，將液體廢物加入分液漏斗 / 活栓漏斗中，由於火水與水不互溶，而火水的密度比水低，因此會出現兩層液面，上層是火水，下層是水溶液，如將下層的水溶液移除，剩下在分液漏斗中的便是火水。跟着，再把鐵(III)離子分離出來。加入過量的氫氧化鈉溶液於上面所收集的水溶液中，即產生棕色的氫氧化鐵(III)沉澱，方程式如下：



最後，用過濾法消除這些氫氧化鐵(III)沉澱，這樣鐵(III)離子便被分離出來了。

13) CE 1999, 7b

- (b) (i) (1) 儀器 Y 是容量瓶。
(2) 把醋稀釋才進行滴定，可減少氫氧化鈉溶液的消耗。
- (ii) 在滴定終點時，溶液由無色變為紅色。
- (iii) (1) 滴定 1：所用去的氫氧化鈉的體積 = $23.9 - 3.00 = 20.9\text{cm}^3$
滴定 2：所用去的氫氧化鈉的體積 = $23.6 - 3.50 = 20.1\text{cm}^3$
滴定 3：所用去的氫氧化鈉的體積 = $23.1 - 3.10 = 20.0\text{cm}^3$
滴定 4：所用去的氫氧化鈉的體積 = $23.6 - 3.40 = 20.2\text{cm}^3$
滴定 1 的結果不準確，可予以不理。
所用氫氧化鈉的合理平均體積 = $\frac{20.1 + 20.2 + 20.2}{3} = 20.1\text{cm}^3$
- (2) 乙酸和氫氧化鈉反應的化學方程式：
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
換言之，要完全中和 1 摩爾乙酸，需 1 摩爾氫氧化鈉，
故乙酸的濃度 = $\frac{0.1 \times 20.1}{25.0} \times 10 = 0.804\text{M}$
- (iv) 醋的 pH 值低，可抑制微生物的生長，故可用作食物防腐劑。

14) CE 2000, Q4

要計算樣本中銅粉的質量百分率，可先用稀硫酸把氧化銅溶解，然後稱出銅粉的質量，再作計算。步驟如下：

首先，把樣本放在燒杯中，加入過量的稀硫酸。這時，樣本中的銅粉不會發生化學反應，保持不變；而其中的氧化銅則溶解。期間會產生藍綠色的硫酸銅溶液，反應方程式如下：



接著，經過濾，銅粉留在過濾紙上。

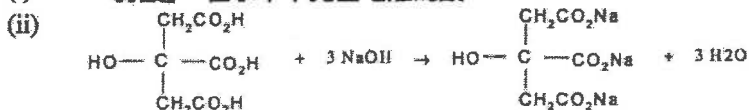
最後，用水洗淨及用焗爐烘乾銅粉後，用天平量度其質量，記錄為 W，這樣銅粉的質量百分率便可以下列公式計算出來：

$$\text{銅粉的質量百分率} = \frac{W}{T} \times 100\%$$

(T 代表已知的樣本的質量)

15) CE 2000, Q7a

(i) 「弱酸」：在水中不完全電離的酸。



- (iii) (1) 所用去 NaOH 的摩爾數 = $0.30 \times \frac{10.0}{1000} = 0.003\text{mol}$
由方程式，橙汁中檸檬酸的摩爾數 = $0.003 \div 3 = 0.001\text{mol}$
橙汁中檸檬酸的摩爾濃度 = $\frac{0.001}{\frac{25}{1000}} = 0.04\text{mol dm}^{-3}$

以 g dm^{-3} 為單位來表示檸檬酸的濃度 = $0.04 \times 192 = 7.68\text{g dm}^{-3}$

- (2) 計算時的一項假設：檸檬酸是橙汁中唯一與 NaOH 起反應的物質。
(3) 先用移液管將 25.0cm^3 的 1.20M NaOH 轉移至 100.0cm^3 容量瓶中，然後加入蒸餾水，直至達到容量瓶的刻度。

16) CE 2000, Q8c

- (ii) 錯誤。
若把水慢慢地加入濃硫酸中，稀釋過程中釋出大量的熱能令酸沸騰濺出，使人灼傷。

17) CE 2001, Q2

- (a) 反應現象：鋅粒溶解。
反應的化學方程式： $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- (b) 反應現象：生成綠色沉澱。
反應的化學方程式： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$

18) CE 2002, Q9a



(2) 油與鹼性溶液反應，生成肥皂，所以鹼性溶液有助清除玻璃上的油性污漬。

(ii) 安全措施：應在空氣流通的環境下使用玻璃清潔劑，因為氨具刺激性氣味。

19) CE 2002, 9b

(b) (i) (1) 使用蒸餾水來輕洗容量瓶。

(ii) (2) 使用蒸餾水來輕洗錐形瓶。

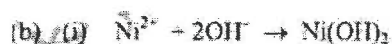
(iii) 氨和氫氯酸反應的方程式： $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

所用的 HCl 的摩爾數 = $0.23 \times 28.7 \times 10^{-3} = 6.60 \times 10^{-3}$

由方程式的係數，1 摩爾氨與 1 摩爾氫氯酸反應；因此在玻璃清潔劑中氨的濃度

$$= \frac{6.60 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-3}} \times \frac{250}{25} = 2.64\text{M}$$

20) CE 2003, Q8b



(ii) 由黃色變橙色



1 摩爾的 H^+ 與 1 摩爾的 OH^- 反應

在濾液中 OH^- 的摩爾數

$$= 0.251 \times 18.5 \times 10^{-3}$$

$$= 4.64 \times 10^{-3}$$

(2) 所加入 NaOH 的摩爾數

$$= 0.503 \times 25 \times 10^{-3}$$

$$= 0.0126$$

(3) 與 Ni^{2+} 反應的 NaOH 的摩爾數

$$= 0.012575 - 4.6435 \times 10^{-3}$$

$$= 7.93 \times 10^{-3}$$



Ni^{2+} 離子的濃度

$$= \frac{7.93 \times 10^{-3}}{2 \times 25 \times 10^{-3}}$$

$$= 0.159 \text{ mol dm}^{-3}$$

(iv) 盡量清除吸附在殘餘物表面的 OH^- 離子

21) CE 2004, Q7a

(a) (i) 將溶液轉移至 250 cm³ 的容量瓶中，並將所有沖洗液均轉移至容量瓶中。
把蒸餾水注入容量瓶中，直至液面的底部到達瓶上的刻度。

(ii) 無色變為粉紅色。

(iii) (1) 所用 NaOH 的摩爾數
 $= 0.100 \times 25.7 \times 10^{-3}$
 $= 2.57 \times 10^{-3}$

(2) 在 1.15 g 固體酸中，可離解氫的摩爾數
 $= 2.57 \times 10^{-3} \times 10$
所用固體酸的摩爾數

$$\begin{aligned} &= \frac{1.15}{90} \\ &= \frac{2.57 \times 10^{-2}}{\frac{1.15}{90}} \end{aligned}$$

$= 2.01$
 $= 2$ (n 為整數)

22) CE 2005, Q3

(a) (i) 氫氧化鈉有極強的腐蝕性。 (1)

(ii) 用氫氧化鈣 (1)

(b) (i) 銅不能從 HCl(aq) 置換出 H⁺(aq)。 (1)

(ii) 把 Zn/Mg/Fe 加入 HCl(aq) 中。 (1)

(c) (i) 把水加入濃 H₂SO₄ 時，產生大量熱能。這些熱能令具腐蝕性的酸液飛濺出來。 (1)

(ii) 把濃 H₂SO₄ 緩慢地加入水中，並將混合物攪拌。 (1)

23) CE 2006, Q4

(a) $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$ 1

(b) 過濾 / 傾瀉 1

(c) 氫氰化鐵(III) 1

(d) 把溶液 Z 微熱，若釋出鹼性氣體，可顯示 Z 含 NH₄⁺(aq)。 1

不可用實驗方法顯示 Z 含有 K⁺(aq) 離子，因為在燄色試驗中，鉀產生的淡紫色火燄會被鈉產生的耀目黃色火燄所遮蓋。 1

(e) 黃色 1

24) CE 2006, Q9

(a) 使用滴定管盛載 HCl(aq)。 1

先用蒸餾水（去離子水）沖洗一滴定管，再用 0.18 M 氫氯酸加以沖洗。 1

把指示劑加進盛載經稀釋 Na₂CO₃(aq) 的瓶中，再從滴定管加入酸，直至指示劑由黃色變為橙色。 1

- (b) (i) $\frac{1}{3}(20.10+19.90+20.00)$
 $= 20.00 \text{ cm}^3$ 1
- (ii) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 所用 $\text{H}^+(\text{aq})$ 的摩爾數 $= 0.18 \times 20 \times 10^{-3}$
 $= 3.6 \times 10^{-3}$
 25.0 cm^3 稀釋溶液所含 Na_2CO_3 的摩爾數
 $= \frac{3.6 \times 10^{-3}}{2}$ 1
 2.0 g 樣本所含 Na_2CO_3 的摩爾數
 $= \frac{3.6 \times 10^{-3} \times 10}{2}$ 1
 $= 0.018$
 Na_2CO_3 的質量 $= 0.018 \times (23 \times 2 + 12 + 16 \times 3)$ 1
 $= 1.908 \text{ g}$
 樣本所含 Na_2CO_3 的質量百分率
 $= \frac{1.908}{2}$
 $= 95.4\%$ 1
- (c) 用 pH 計 / pH 感應器 1
- (d) Na_2CO_3 用以除去淡水的硬度。硬水中的 Mg^{2+} 或 Ca^{2+} 離子與 CO_3^{2-} 反應生成不溶的金屬碳酸鹽。 1

第五章 化石燃料及碳化合物

1) CE 1995, Q8a

- (i) (1) 二氧化硫/ SO_2 1
 (2) 刺激眼睛和損害呼吸系統 / 溶於雨水形成酸雨 / 有毒氣體。 1
 (3) 安裝滌氣器 / 使用低硫含量的燃料 1
- (ii) (1) 一氧化碳 / 氮氧化物 / 未燃燒的碳氫化合物 / 懸浮粒子 1
 (2) 一氧化碳 / 未燃燒的碳氫化合物 / 懸浮粒子：來自燃料的不完全燃燒 或
 氮氧化物來自空氣中的氮和氧在高溫時反應結合 1
 (3) 一氧化碳是**有毒**的，能與血紅蛋白結合，令人缺氧 或
 未燃燒的碳氫化合物：引致光化學煙霧 / 致癌 / 刺激呼吸系統 或
 懸浮粒子：降低能見度 / 刺激呼吸系統 或
 氮氧化物：有毒氣體 / 引致酸雨 / 光化學煙霧 1
- (4) 一氧化碳 / 未燃燒的碳氫化合物：確保燃料燃燒時有足夠的氧氣 /
 安裝催化轉換器 或
 懸浮粒子：安裝靜電沉積器 / 機械過濾器 或
 氮氧化物：安裝滌氣器 / 催化轉換器 1
- (iii) 不可使用**水劑滅火器**，因柴油的密度比水小，柴油會浮在水面繼續燃燒 1

2) CE 1995, Q2b

- (b) 脛甲醛 1
 因為它是熱固型塑膠 / 其他是熱塑型塑膠。 1

3) CE 1996, Q2

(a) $1 \text{ mol X 含有碳原子的摩爾數} = \frac{60.0 \times 0.6}{12}$
 $= 3 \text{ mol}$

由於醇的通式為 $C_nH_{2n+1}OH$

∴ X 的分子式是 C_3H_7OH (或 C_3H_8O)

- (b) X 的一個可能結構：
 系統名稱：丙-1-醇

4) CE 1996, Q3

- (a) 石油和煤都是由很多年前生物(動物和植物)的殘骸(屍體)所形成的，所以被稱為「化石燃料」。
- (b) 需要發展其他能源的兩項理由：
 1. 化石燃料的存量有限。
 2. 化石燃料的燃燒產生許多空氣污染。
- (c) 使用核能的優點：利用核能產生較少的空氣污染。
 使用核能的缺點：放射性物質的泄露是災難性的。
- (d) 一種化石燃料以外的能源：太陽能。

5) CE 1996, Q7b

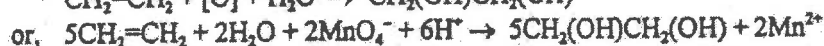
- (b) (i) 從原油獲重油所涉及的過程是分餾。
- (ii) (1) $CH_2=CH=CH_2$
 (2) 從重油製造單體 A 所涉及的兩個主要過程是裂解作用和分餾作用。
- (iii) 單體 A 先經聚合作用合成聚丙烯，然後把聚丙烯鑄模成型，造成聚丙烯瓶。
- (iv) 聚丙烯不易被微生物降解，所以棄置聚丙烯廢物能引起污染問題。
- (v) (1) 把聚丙烯廢物循環再造前，要把聚丙烯廢物從其他塑膠廢料中分離出來。
 (2) 甲基聚矽是熱固性塑膠，不可藉熔化和再次壓模來循環再造。

6) CE 1997, Q9a

- (a) (i) 丁烷的結構式： $CH_3CH_2CH_2CH_3$
- (ii) (1) 丁烷在空氣中完全燃燒的反應式：
 $2 C_4H_{10} + 13 O_2 \rightarrow 8 CO_2 + 10 H_2O$
 用澄清的石灰水來檢定釋出的氣體中含二氧化碳，因為溶液會變為混濁。
 用無水氯化鈷(II)試紙來檢定釋出的氣體含水蒸氣，因為試紙會由藍色變為粉紅色。
- (2) 丁烷的相對分子質量 = $12 \times 4 + 1 \times 10 = 58$
 罐中含 250g 丁烷，因此它的摩爾數 = $250 / 58 = 4.31 \text{ mol}$
 完全燃燒時，由方程式，1 摩爾的丁烷產生 4 摩爾的 CO_2 ，
 因此生成氣體的體積 = $4 \times \frac{250}{58} \times 24.0 = 414 \text{ dm}^3$
- (iii) 在空氣不流通下，丁烷不完全燃燒會產生有毒的一氧化碳，使人窒息死亡。

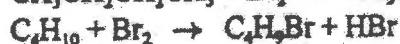
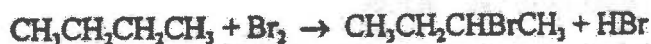
7) CE 1998, Q2

- (a) 高錳酸鉀溶液從紫色變為無色/紫色的高錳酸鉀褪色

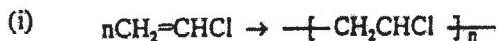


- (b) 棕色/紅色/橙色的溴緩慢褪色/緩慢變為無色

或 形成無色油滴



8) CE 1998, Q7b



(ii) (1) 服裝/沙發表面/軟管/電纜護套/腳套/瓷磚/窗簾/雨衣/瓶

(2) 管道/瓶子/唱片

(3) 不是，PVC 是熱塑性塑料/熔體

(iii) (1) 酸雨/對呼吸系統的損害

(2) 用鹼/水清洗煙道 或將煙氣通過洗滌器

9) CE 1999, Q1

(a) (i) 製造水管：聚氯乙烯的抗腐蝕能力較鐵高。

(ii) 製造水管：鐵的強度較塑膠高。

(b) (i) 製造透鏡：有機玻璃較玻璃不易破碎。

(ii) 製造透鏡：玻璃較有機玻璃不易刮花。

(c) (i) 製造購物袋：聚乙烯較紙可以防水。

(ii) 製造購物袋：紙可被生物降解，而塑膠不可被生物降解，故棄置紙張時導致較少環境問題。

10) CE 1999, Q3

(a) 汽油不完全燃燒時產生一氧化碳。

(b) (1) 從氮氧化物生成酸雨的兩條化學方程式：



(2) 酸雨的一項不良影響：破壞建築物或雕像。

(c) 微粒對健康的一項不良影響：損害呼吸系統。

(d) 另一種存在於廢氣中的污染物：未完全燃燒的碳氫化合物。

(e) 汽車裝置催化轉化器，可減低一氧化碳和氮氧化物的排出量。

11) CE 1999, Q9b

(i) 「裂解」：在加熱及有催化劑的條件下，將大的碳氫化合物拆成小的碳氫化合物。

(ii) 辨別 X 和 Y 的化學試驗：

把化合物加入溴水中，Y 能迅速使溴水由橙色變為無色，而 X 則沒此現象。

(iii) 烯烴的通式是 C_nH_{2n} ，

相對分子質量 = $12n + 2n = 42$ ，因此 $n=3$ ，

所以 Y 的分子式是 C_3H_6 。

(iv) (1)



(2) 從 Z 製造塑膠杯的步驟：

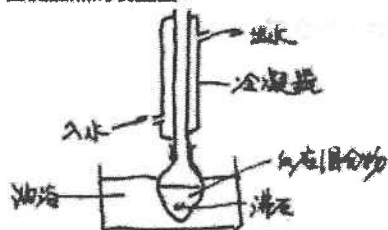
把 Z 加熱直至 Z 變成熔融狀態，將熔融的 Z 擠壓到模中，並待其冷卻。

(v) 使用塑膠作為能源的一項優點：減少不可再生能源的消耗。

使用塑膠作為能源的一項缺點：燃燒塑膠廢物產生空氣污染物，如一氧化碳和二噁英。

12) CE 2000, Q7b

(b) (i) 回流加熱的裝置圖：



- (ii) 加熱時的一項安全措施：加入防濺沸小石，可防止溶液在加熱時暴沸。
(iii) (1) 苯乙烯含碳碳雙鍵，屬不飽和化合物，能進行加成聚合生成聚乙烯。
(2)



- (iv) (1) 將聚苯乙烯發泡後，然後才用來製造飯盒，是因為這樣做可提高物料的隔熱性能。
(2) 同意。「與焚化相比，堆填是處理聚苯乙烯廢物的較佳方法。」因為堆填導致較少空氣污染問題。

13) CE 2000, Q8a

- (i) 原油分餾的原理：把原油加熱變成蒸氣後，相對分子質量較低的烷烴的沸點較低，它的蒸氣會在溫度較低的分餾塔頂部冷凝。
(ii) (1) 汽車所用燃料主要是汽油，而近年汽車數目急劇增長，令汽油的需求量遠高於煤油。
(2) 催化裂解作用：以碎瓷片作催化劑，在沒有空氣的條件下把煤油加熱而將煤油裂解。
(iii) (1) 使用石腦油較使用煤來製造煤氣的一項優點：生成較少空氣污染物。
(2) 煤氣含有毒的一氧化碳和具爆炸性的氫，加入帶臭味的添加劑可提高用戶對洩漏煤氣的警覺性。
(iv) 蠟份 X 在汽車中的一項用途：潤滑油。

14) CE 2000, Q8b

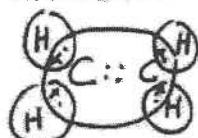
- (i) 燃燒酒精汽油比燃燒汽油產生較小量的一氧化碳，所以導致較少空氣污染。
(ii) 乙烯經催化水合作用可製得乙醇。
反應的化學方程式： $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
(iii) 從農業物料獲得的碳水化合物進行發酵作用亦可製得乙醇。
(iv) 發酵作用。
因為石油是不可再生的資源，利用發酵作用製乙醇可減少耗用石油資源。

15) CE 2001, Q1

- 1 (a) 蠟主要含碳氫化合物。
(b) (i) 蠟燭燃燒時，以蒸氣狀態作為燃料。
(ii) 蠟燃燒時所需的條件：氧和熱
(iii) 強風使燃點著的蠟燭溫度下降，使其熄滅。
(c) 把冷水燭在一盆熔融及高溫的蠟是危險的，因為融熔的蠟的高溫使水迅速蒸發，所生成的蒸汽使融熔的蠟濺出，灼熱的蠟能把皮膚燒傷。

16) CE 2001, Q7a

7 (a) (i) 乙烯的電子圖



- (ii) 乙烯所涉及的聚合反應類別的名稱：加成反應
(iii) 聚乙烯的防水性使它適宜用來製造購物袋。
(iv) (1) 焚化可作為處理聚乙烯廢物的方法。
(2) 利用焚化法來處理聚乙烯廢物的優點：能減少廢物的體積。
利用焚化法來處理聚乙烯廢物的缺點：產生有毒的氣體，如一氧化碳和二噁英。

17) CE 2001, Q7b

- (b) (i) 石油的由來：數百萬年前，在海中生存的動物和植物的殘骸。
(ii) 在柴油中烷的碳含量較在石油氣中的為高，因此石油氣較容易進行完全燃燒，燃燒石油氣生成較少一氧化碳，它是較清潔的燃料。
(iii) 計劃推行初期會運到的困難：例如石油氣加油站不足。

18) CE 2002, Q8a

- (a) (i) 每摩爾硫完全燃燒生成一摩爾二氧化硫，因此

$$\text{釋出的二氧化硫摩爾數} = \text{硫的摩爾數} = \frac{1000 \times 0.015}{32} = 0.469 \text{ mol}$$

$$\text{釋出二氧化硫在常溫常壓下的體積} = 24 \times 0.469 = 11.3 \text{ dm}^3$$

- (ii) 把二氧化硫排放至大氣中會帶來酸雨。
(iii) 安裝滌氣器可減少從該發電廠釋出的二氧化硫。
(iv) (1) 微粒能損害呼吸系統。
(2) 安裝靜電沉積器能消除煙氣中的微粒。

19) CE 2002, Q8c

- (c) (i) 縮合聚合作用：在反應中，單體分子聯結成聚合物分子時，失去一些細小分子。
(ii) 各單體的結構： $\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH}$



20) CE 2003, Q5

可用以下方法處理塑膠廢物：

(a) 焚化

- 優點：運作費用低、可大幅減少固體廢物的體積、能量可再循環、減少浪費土地等
缺點：焚化時產生有毒氣體、可調控的焚化設施的運作費用高昂

(b) 循環再造

- 優點：減少浪費物料、塑膠廢物可轉化成有用產物
缺點：循環再造的工廠運作費用高昂、把不同塑膠分類、所需的費用高昂、把塑膠廢物熔化後再成型，只能產生低質素塑膠等

(c) 堆填

- 優點：不會導致嚴重的空氣污染問題、可在短時間內處理大量塑膠廢物
缺點：浪費土地、需長時間才能把塑膠廢物降解、可導致地下水的污染、在堆填區緩慢地釋出毒物

(d) 高溫分解

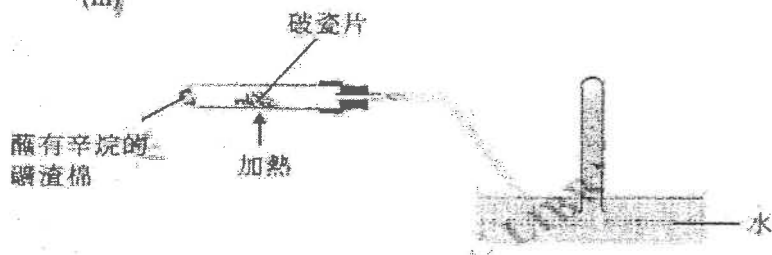
- 優點：減少浪費物料，可得到有用的產物（如：甲烷、乙炔等）
缺點：所耗能量頗大

21) CE 2003, Q7b

(b) (i) 把大的分子分解成較小的分子。

(ii) 裂解可生產更多汽油，以作為汽車的燃料。
或 裂解產生不飽和煙，然後轉化為其它有用的有機化合物。

(iii)



(iv) (1) $C_8H_{18} \rightarrow C_4H_8 + C_4H_{10}$

(2) 用溶於 CH_2Cl_2 的 Br_2 調試兩化合物。
不飽和煙容易令溶於 CH_2Cl_2 的 Br_2 由棕色變為無色。

(c) 海水是溶液，而泥水為懸浮液。
海水中離子的大小遠小於泥水中的泥粒。
海水中的離子能通過過濾裝置的小孔，但泥粒則不能。

22) CE 2004, Q4

生成酸雨：

在發電廠燃煤會產生二氧化硫。
二氧化硫溶於雨水中，生成亞硫酸。
在高溫下(例如在汽車引擎、發電廠內)， N_2 和 O_2 結合生成 NO_x 。
最終生成了 NO_2 ，它溶於雨水中，生成 HNO_2 和 HNO_3 的混合物。

減低生成酸雨的可行方法：

- SO_2 ：
使用含硫量低的煤取代含硫量高的煤
安裝淋氣器 / 煙氣脫硫系統。
- NO_x ：
在汽車排氣系統中，安裝催化轉化器。
在發電廠中，裝置低氮氧化物燃燒器。

23) CE 2004, Q6c

(c) (i) 在有空氣的條件下，塑膠廢物會被氧化生成 CO_2 及 H_2O 。

(ii) 把液化的熱解生成物分離。

(iii) 甲烷：燃料 / 透過蒸汽裂解可製得 CO 和 H_2 / 生產 CH_2Cl_2
乙烷：作為製造聚合物 (PE、PS 或 PVC) 的起始物料 / 製造乙醇。

(iv) (1) 焚化

(2) 熱解：可得到有用的產物
焚化：運作費低廉

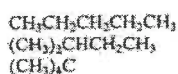
24) CE 2005, Q5

(a) 下列任何兩項：

- 戊烷和辛烷兩者均可用相同的通式來代表。
戊烷和辛烷的通式是 C_nH_{2n+2} ，相鄰成員相差一個 $-CH_2-$ 。
- 同系列成員的物理性質會漸變。
辛烷的沸點 / 熔點 / 黏度 / 密度會較戊烷的高。
- 相同的同系列成員有相似的化學性質。
戊烷和辛烷兩者均與 Br_2 / Cl_2 起取代反應。

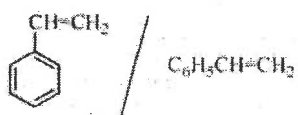
(b) 辛烷，因它含碳的質量百分率較高，辛烷進行不完全燃燒時產生碳的機會較大。

(c) 下列任何兩項：



25) CE 2005, Q6

(a) (i)



(ii) PS 是具不同鏈長聚合分子的混合物。

(b) (i) 冷凝器

(ii) 應使用電加熱爐 / 油浴 / 砂浴，因為煤油是易燃的。
或，在煙囪內把混合物加熱，因為苯乙烯的蒸氣具刺激性氣味。

(iii) 加成聚合

(c) (i) 能防止漏電

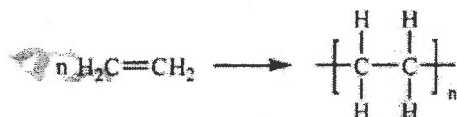
(ii) 不易腐蝕

(iii) 低密度

26) CE 2006, Q11

11. (a) 熱塑性塑膠由具長碳鏈的分子組成，聚合物間的引力是微弱的范德華力。在高溫時，各分子可作相對移動(平移運動)。 1
 在熱固性塑膠中，各聚合物分子以交鏈互相聯結，故這些鏈不易作相對移動。 1
 熱固性塑膠受熱時不會熔化 / 在高溫時不能再塑造成型；但熱塑性塑膠受熱時會軟化 / 在高溫時可塑造成型。 1

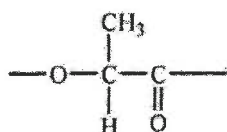
(b) (i)



(ii) PE 只含 C-H 和 C-C 鍵，而這些鍵是強鍵 / 不活潑 / 不易被化學物品攻擊。 1

(c) (i) 羥基 (-OH) 和羧酸基 (-COOH) 1, 1

(ii)



(iii) 下列任何一項：

- 酯遇酸 / 鹼時，容易進行水解。
- 或，與 PE 相比，PLA 的聚合物鏈在自然環境中較易被降解。
- 或，微生物以乳酸 (PLA) 作食物，PLA 可被生物降解。
- 或，PLA 含碳量較低，焚化時，它較易進行完全燃燒。

第六章 微觀世界 II

1) AL 1999, Q2a



因為 $\text{Cl} > \text{C} > \text{H}$

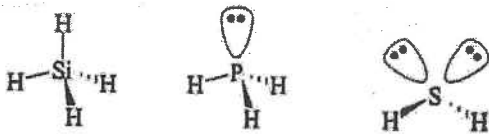
當原子大小 (電子數目) 上升，范德華力上升

$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ 有高度極化的 Cl 原子，和擁有永久偶極矩；而 C_2H_6 的極化比 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ 的為低，而且它沒有永久偶極矩。所以 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ 比 C_2H_6 是預計之中擁有較強分子間引力，和較高的沸點。

AX_4 種類，正四面體， CH_4 分子沒有永久偶極矩，所以預期中它有最低的沸點。

2) AL 1999, Q3c

(i) 三維立體結構：



(iii) H_2S 的沸點較 SiH_4 高

SiH_4 : 分子是對稱的 / $\text{Si}-\text{H}$ 鍵的偶極矩完全抵銷 / 分子淨偶極矩

0.5

H_2S : 兩 $\text{H}-\text{S}$ 鍵並非排列成一直線而使分子存在淨偶極矩

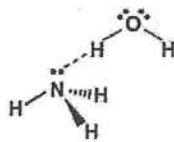
0.5

H_2S 分子間引力 / 范德華力較 SiH_4 大

0.5

3) AL 2002, Q1dii

(ii) 氨與水生成 H 鍵



PH_3 中的 $\text{P}-\text{H}$ 鍵是非極性的，P 原子上的孤電子對是不可給予別的原子。∴ PH_3 只是微溶於水。

1

1

1

3

4) AL 2002, Q2c

(iii) 對於金屬，金屬鍵在液態中仍然存在，在氣化時需要斷裂這強鍵。
對於非金屬 (P, S, Cl, Ar) 是以簡單分子來存在，分子與分子之間的
是弱范德華力，只需要小量能量便能把液體氣化。

1

1

(iv) 硫是以 S_8 存在，磷是以 P_4 ，而氧是以 Cl_2 和氬是以 Ar 。
范德華力的強度依其分子的極化性 / 每一分子所擁有的電子數目 /
相對分子質量。

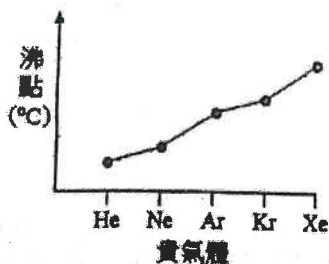
1

S_8 有高的相對分子質量

∴ 硫的熔點是最高的。

1

5) AL 2004, Q2bii

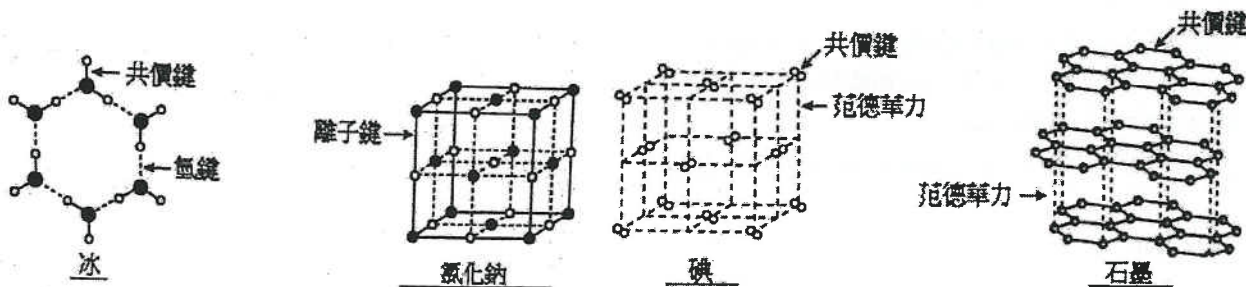


貴氣體的分子間引力是范德華力。
范德華力會隨貴氣體的電子數目增多而增強，所以依週期表同族方各下移時，貴氣體的沸點亦隨之遞增。

1
1

7) AL 2000, Q4a

(i)



8) AL 1992, Q6a

(ii) N₂

白 P₄

結構: :N≡N:

分子內: 共價, 重鍵 / 三鍵

分子外: 范德華力

結構:



分子內: 單共價鍵

分子外: 范德華力

9) AL 1992, Q6b

(i) S²⁻, S₂O₃²⁻, SO₃²⁻, SO₄²⁻

(ii) O₂

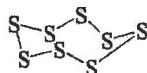
結構: (線性) 雙原子分子

鍵: 接受 :O=O: 或 :O::O:

分子內: 共價鍵

分子外: 范德華力

S₈(S) 結構: 環型分子



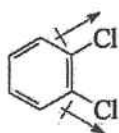
鍵:

分子內: 共價鍵

分子外: 范德華力

10) AL 2002, Q2a

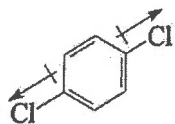
(i)	偶極: Br 的電負性比 H 的大 / 在鍵合電子雲的引力較大 ∴ 結果導致電荷的分離	0.5 0.5
(ii)	F 的電負性比 I 的為高。 增加電負性的影響比增加核間距離 (大小) 的為大 ∴ HF 有比較大的偶極矩。	1
(iii)	電場導致的引力, 在 <i>o</i> -二氯化苯比 <i>p</i> -二氯化苯的為大。 在 <i>o</i> -二氯化苯 [1,2-二氯化苯]	1



Cl—Cl 鍵的偶極矩導致淨偶極矩。

∴ 這可被電場吸引。

在 *p*-二氯化苯 [1,4-二氯化苯]

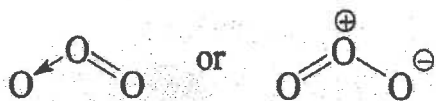


C—Cl 鍵的偶極矩可被取消。

∴ 這是不可以被電場吸引 / 被電場輕微吸引。

11) AL 2003, Q1a

(i)



(iii) O_3 為極性，並呈 V-型。

在 O_3 分子內，各 O—O 鍵偶極矩的向量和不等於零。

∴ O_3 分子有淨偶極矩。

H_2O 分子具有淨偶極矩， H_2O 與 O_3 間的靜電引力較 H_2O

與 O_3 間的靜電引力強，即所謂同類物質較容易互溶。

1

1

1

12) AL 2005, Q1a

(ii) 金屬鍵

金屬原子的外層電子所受原子核的束縛力弱。

在金屬中外層電子發生離域而形成流動電子雲。

金屬陽離子與離域電子雲之間的吸引力便是金屬鍵。

(iii) 離子鍵

Ca 原子把電子給予 F 原子後，形成了 Ca^{2+} 離子及 F^- 離子。

Ca^{2+} 與 F^- 之間的強靜電引力令這些離子作規律性排列而成三維結構。

13) AL 2006, Q1a

$Na_2O(s)$ 和 $Al_2O_3(s)$ 都是離子化合物， $SO_2(g)$ 是共價化合物，並以簡單分子形式存在。

SO_2 分子間引力是微弱的范德華力。

∴ $SO_2(g)$ 具有甚低的沸點。

與 $Na_2O(s)$ 相比， $Al_2O_3(s)$ 具有較高的靜電引力。

∴ $Al_2O_3(s)$ 的熔點 $>$ $Na_2O(s)$ 的熔點。

14) CE 1998, Q2a

(ii) 金剛石中 C—C 鍵很強，加上 C—C 鍵具有很強的方向性令碳原子的活動受到限制。所以金剛石很堅硬。

石墨具有層狀結構，層面間的弱引力使層面間可以滑移。

因此石墨軟，並可用作潤滑劑。

1

0.5

1

15) CE 1997, Q1d

HI 和 HBr 分子間的引力都是偶極-偶極作用力 / 范德華力，
由於 HI 的電子數較高，∴ 分子間的作用力較強。

0.5

0.5

1

16) CE 1994, Q2d

范德華力隨分子的電子數遞增而增加，所以 SiH₄ 的沸點較高。
(表面大“不足夠”，必須說出電子數目)

1

1

17) CE 2001, Q2a

鹵素的沸點依據其分子間引力（范德華力），即關係到分子的瞬時偶極
強度。

0.5

0.5

當族向下移時，電子的數目上升 / 分子大小增加，所以瞬時偶極便會增
加。所以需要更多的能量去令更大的鹵素沸騰。

0.5

0.5

18) CE 2000, Q1c

在各種烷醇中，分子間引力主要是氫鍵。
在 H₂O 中，每個分子平均只形成兩氫鍵。
在 C₂H₅OH 中，每個分子平均只形成一個氫鍵。
在 C₂H₅OC₂H₅ 間，不會形成氫鍵，它們分子間的引力主要是較氫鍵弱很
多的范德華力。
∴ 沸點的次序：H₂O > C₂H₅O > C₂H₅OC₂H₅
分子間靠范德華力吸引。
范德華力的強度隨分子內的電子數目增多而增強 / 隨分子的體積增大而
增強。
∴ 沸點的次序：H₂S < C₂H₅SH < C₂H₅SC₂H₅

0.5

0.5

0.5

0.5

0.5

0.5

19) CE 1998, Q2b

H₂O 的沸點較高
H₂O 分子間的引力是氫鍵
F₂O 分子間是較氫鍵弱的范德華力

2

20) CE 1994, Q2d

(i) 氫原子和電負性原子中的孤偶電子之間的吸引力。

2

(ii) 一個例子，必須顯示 X-H...Y 或 X...H...X

(接受於兩個不同原子間的鍵，及 δ+, δ-。如顯示孤偶電子對，但位置
不正確，只給 0.5 分)

1

(iii) (I) 分子的電子數目增加，引致范德華力增強，從而使沸點增加。
(表面大“不足夠”，必須說出電子數目)

(II) NH₃ 的沸點比 PH₃ 高，由於它有氫鍵。

1

21) CE 1997, Q1d

(i) HF 分子間的引力是氫鍵比 HCl 分子間的范德華力 / 偶極-偶極作用力為強

0.5
0.5

或, F 比 Cl 有較高電負性, HF 分子間的氫鍵比 HCl 分子間的更強
∴ HF 比 HCl 有較高沸點。

(0.5)
(0.5)

(ii) HI 和 HBr 分子間的引力都是偶極-偶極作用 (范德華力)。
由於 HI 的電子數目較高, 所以電子間的引力較強。

0.5
0.5

22) AL 2001, Q3b

(b) (i) 水的分子間引力是氫鍵。
乙氧基乙烷分子呈微弱極性, 它的分子間引力為范德華力。
乙醇帶有 -OH 基團, 可令乙醇分子與水分子間形成氫鍵。
乙醇分子與水分子的相互作用力強, 但乙氧基乙烷分子間的則否。
由於乙氧基乙烷分子與水分子間的相互作用力微弱, 故不足以補償用來拆開水分子間氫鍵所需的能量。

0.5
0.5
0.5
0.5

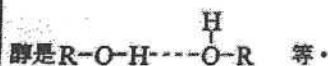
23) AL 2010, Q3cii

(c) (ii) NH₃ 與水分子廣泛地形成氫鍵, 但 PH₃ 卻不能。
由於 P 的電負性與 H 的相近, 故 PH₃ 只帶非常小的偶極矩。PH₃ 與水的相互作用力較水分子間的氫鍵為弱。

1
1

24) CE 1993, Q3d

醇分子是由氫鍵 (或分子間引力) 所連接。
或,



因為 R 基團的位阻關係, 3° 醇生成比較弱的分子間氫鍵, 所以沸點較低。

0.5

再者分子比較疏離, 所以密度較低。

0.5

(一定要指出 2-甲基丙-2-醇是 3° 醇和丁-1-醇是不同的)

0.5

25) CE 1992, Q6ai

分子間氫鍵存在於 H₂O 分子, 但 H₂S 沒有。
H₂S 只有范德華力。

1
1

26) CE 1992, Q6aii

分子物質的沸點是根據分子間引力的強度。
NH₃ 分子有強的氫鍵連接, 而 PH₃ 分子則有弱的偶極-偶極引力 (范德華力) 所連接。

1
1

27) CE 1980, Q7a

P-H 鍵的極性較 N-H 鍵的為小。
P 的電負性較 N 為小, PH₃ 比較不會進行水合作用。
NH₃ 與 H₂O 形成氫鍵, 令 NH₃ 更加溶解。

1
1
1

28) CE 1985, Q2a

非極性分子：分子間引力的強度隨分子的極化性/ 分子的電子數 / 分子大小增加	1
分子大小: $\text{SiH}_4 > \text{CH}_4$	1
雖然 PH_3 和 H_2S 的分子大小分別 NH_3 比 H_2O 的及大，由於 N 和 O 的高電負性， NH_3 及 H_2O 都可以形成分子間氫鍵。	1
因為氫鍵比范德華力強， NH_3 和 H_2O 的沸點分別比 PH_3 和 H_2S 高。	1

29) CE 1992, Q3a

(i) 冰的共價 H_2O 分子是由氫鍵所連接。	1
固體 SiO_2 (石英)是三維網絡固體，每一 SiO_2 的原子與四個 O 原子以共價鍵連接，其結構是四面體形的。	0.5 0.5
(ii) 當冰溶解時需要克服氫鍵的斷裂。	1
而當 $\text{SiO}_2(\text{s})$ 溶解時一些強的 Si-O 共價鍵需要被斷裂。	1

30) CE 1990, Q3c

熔點涉及克服生成固體的單位之間的引力。兩種固體 HF 和 F_2 是簡單分子結構；而另外 NaF 是離子結構。維持離子結構的引力是強的，所以 NaF 預計會有較高的熔點。	1
F_2 的分子的引力較弱，因為分子之間只有弱的范德華力，所以有較低的熔點。	1
雖然 HF 生成簡單分子固體，但是因為 H 原子和隔離的 F 原子之間有氫鍵，導致分子與分子之間的引力更強，所以它的熔點比 F_2 為高。	1

熔點： $\text{F}_2 < \text{HF} < \text{NaF}$

31) CE 1990, Q4b

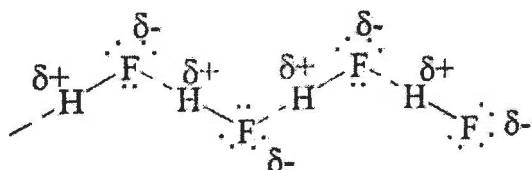
SiO_2 ： SiO_2 是巨型共價化合物，整個晶體由很強的 Si-O-Si 共價鍵連結著。	1
要克服很強的共價鍵需要很多能量，所以 SiO_2 是固體而且熔點很高。	1
CO_2 ：以獨立分子存在，分子間的引力是弱的范德華力。在室溫中， CO_2 分子的動能可克服微弱的引力，因此 CO_2 以氣態存在。	1 1

32) CE 1994, Q2b

(i) 每粒 H_3PO_4 分子可與相鄰的分子產生三個分子間的氫鍵。	1
---	---

33) CE 1994, Q4b

HF 不正常的沸點是因為 HF 分子之間由氫鍵連接。 0.5+0.5



34) CE 1996, Q2b

氫鍵：是由 H 原子與一負電性高同時擁有孤偶電子對的元素或鍵而成的永久偶極所引致。 1

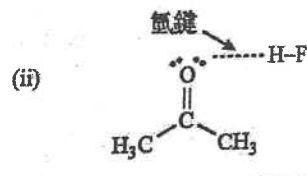
如 H₂O/HF/NH₃

范德華力：極性分子間的引力

如貴氣體/HCs/CO₂/鹵素

35) CE 1994, Q2d

(i) H 原子處於兩個細小/負電性高的原子間，其中一個原子需有孤偶電子。 1



36) CE 1998, Q1b

(i) CO₂ 是簡單分子
SiO₂ 是巨大共價結構

在 SiO₂ 原子與 O 原子間的范德華力強

∴ SiO₂ 是一具高熔點的固體而 CO₂ 只是氣體

(ii) 無論在水或冰內，H₂O 分子均以氫鍵互相吸引 1

在冰內，H₂O 分子依正四面體排佈，形成一開放結構
(若能敘述或描繪冰的結構可得 1 分)

當熔解後，冰內的氫鍵破壞而令 H₂O 分子更緊密地堆填起來
∴ 水的密度比冰的密度高 0.5

37) CE 1983, Q6c

每個 H₂O 分子可以捐出及接受兩個質子。 1

在冰中，每個氧原子被 4 個氧原子以氫鍵四面體形地連結著。 1

因此，形成一個密度較水低的開放結構(所以能浮於水面)。 1

氟化氫只捐出一個質子/形成一個氫鍵。 1

並不能形成開放結構/只能形成鏈狀結構。 0.5

38) CE 1999, Q1b

無論在水或冰內，H₂O 分子均以氫鍵互助吸引。 0.5

在冰中，H₂O 分子依正四面體排佈，形成一開放結構。 0.5

當熔解時，冰內的氫鍵被破壞而令 H₂O 分子更緊密地堆填起來，所以水 0.5

的密度比冰的密度高。 0.5

39) CE 2008, Q4c

(ii) 金剛石是巨型共價晶體，全部碳原子之間形成四個共價單鍵，所有電子均為定域的。 ∴ 金剛石是一差導電體 / 良好絕緣體。 (1M)

在石墨中，全部碳原子形成三個共價單鍵。

沒有鍵合的孤電子形成離域電子雲。 (1M)

電子雲中的電子沿電場方向移動

∴ 石墨是良好導電體。 (1M)

(iii)(I) 於 C_{60} 加入有機溶劑(例：苯)能溶解；石墨粉末則不能。(1M)

解釋： C_{60} 屬於簡單分子且非極性，可溶於非極性溶劑。石墨是巨型共價晶體，不溶於大部分溶劑。(1M)

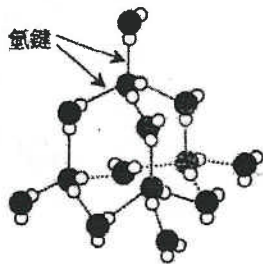
(iii)(II) 質譜法： C_{60} 在 $m/z = 720$ 處有分子離子吸收峰。(1M)

解釋： C_{60} 以簡單分子存在，它的相對分子質量 = 720。(1M)

40) CE 2006, Q2b

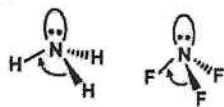
(i) 冰和液態水的分子間引力都是氫鍵。

氫鍵的方向性使冰中水分子以正四面體形式排列而成敞開結構。



當冰熔解，敞開結構被破壞，在液態中水分子較在冰中更能緊密裝填。
∴ 冰的密度較水為小。

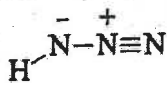
41) CE 1991, Q5e



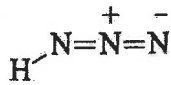
鍵合電子對比較接近 F 而不是 H。由於 F 的電負性比較大，所以 NF_3 的鍵合電子對—鍵合電子對的斥力比 NH_3 的為少。

42) CE 2006, Q2a

(i)



or

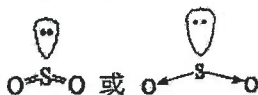


(A)

(B)

43) CE 2005, Q2c

(ii) SO_2 呈 V-型。



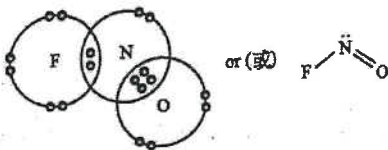
CO_2 呈線型



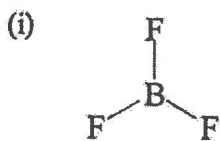
在 SO_2 ，S-O 鍵的矢量並非零，在 CO_2 ，C-O 鍵的矢量和是零。

44) CE 2005, Q2a

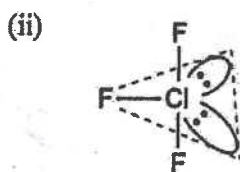
(i)



45) CE 2001, Q2c

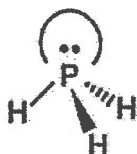
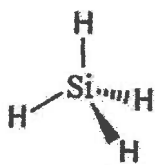


平面三角形



T-形

46) CE 1999, Q3c



47) CE 1997, Q3b

(i) V-形 ; -2

(ii) V-形 ; +4

(iii) 四面體形 ; +6

48) CE 1995, Q2e

49) CE 1998, Q3a

(ii)



V-形

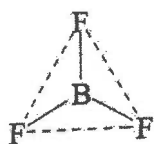
(i) NO_2^+ : O.S. = +5; 線形

(ii) NH_3 : O.S. = -3; 三角錐體形

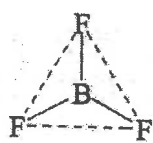
(iii) NO_3^- : O.S. = +5; 平面三角形

50) CE 1998, Q1c

51) CE 1994, Q1c



(i)



繪圖

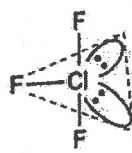
平面三角形

零偶極矩

1

0.5

0.5



繪圖

T-形

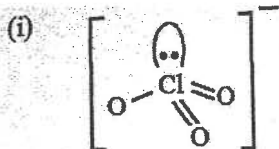
不是零的偶極矩

1

0.5

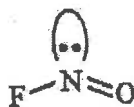
0.5

52) CE 1996, Q2b



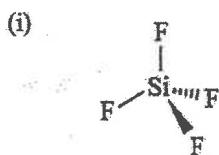
三角錐形

(ii)



V-形

53) CE 1993, Q1b



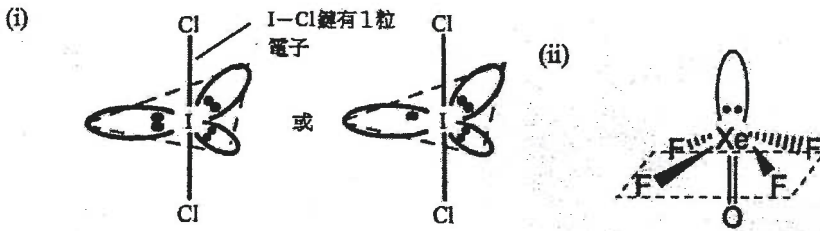
正四面體形

(ii)

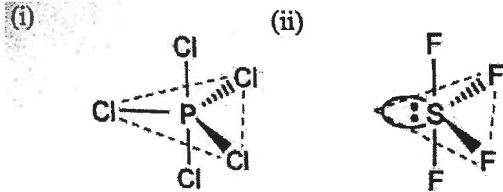


V-形

54) CE 1992, Q3g



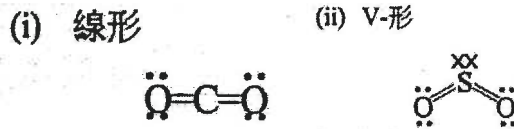
55) CE 1991, Q3d



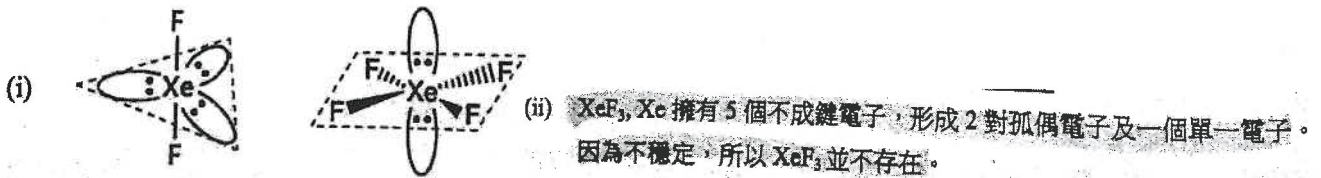
56) CE 1981, Q4d

三角雙錐體形。

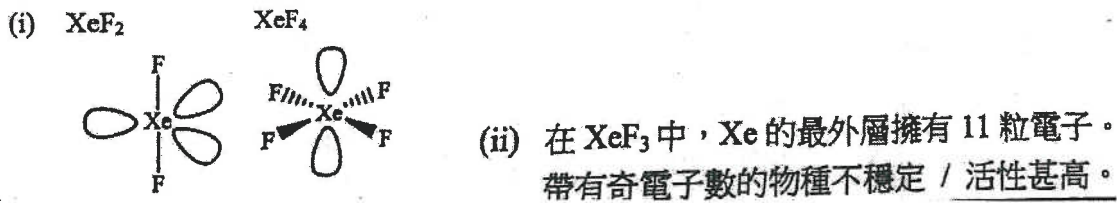
57) CE 1982, Q4c



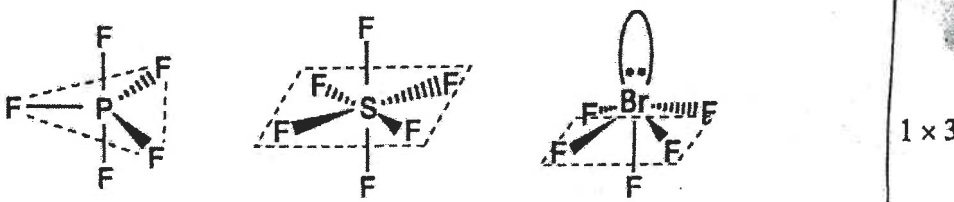
58) CE 1987, Q4c



59) AL 2010, Q2a



60) CE 1988, Q2e



61) CE 1988, Q4a

一氧化碳: $:\text{C} \times \times \text{O} \times$

氰化物離子: $[:\text{C} \times \times \text{N} \times]^-$

1

1

62) CE 1986, Q1b

(i) CH_4 分子擁有 4 對相同的鍵合電子，形成正四面體結構。

NH_3 分子擁有 3 對相同的鍵合電子和 1 對孤偶電子。

2

(ii) BF_3 的中央原子擁有 6 個最外層電子 (即 3 對鍵合電子)，

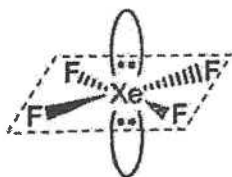
生成 3 個同等的鍵。

2

形狀是平面三角形。

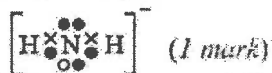
63) CE 2000, Q4b

(ii)



64) CE 2008, Q1a

(i) V-型 (1 mark)



(1 mark)

65) AL 2011, Q1b

(b) (i) OF_2

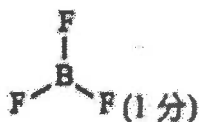


SF_6



66) AL 2009, Q1a

(i)



(1 分)

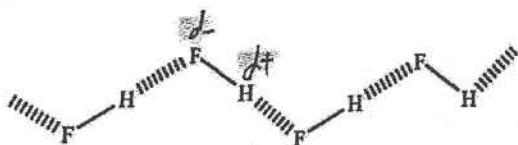


(1 分)

(ii) BF_3 : B 原子最外電子層沒有填滿，故能接納水分子氧原子的孤電子對。(1 分)

NF_3 : N 原子最外電子層已經填滿。(1 分)

67) DSE 2012, Q4



1

氟 / F 是電負性極高 / 很高的元素。

H-F 共價鍵的極性極強 / 很強。/ H-F 分子的極性很高。

1

1

第七章 化學電池

1) CE 1984, Q2b

(i) 確保良好的導電能力 / 去除金屬表面可能生成的氧化物。

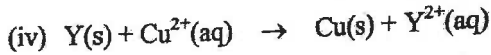
(ii) X

因為當 X 與濾紙接觸，電子從 Cu 流向 X，這表示相對於銅，X 較不容易失去電子，所以 X 的活潑性較低。

(iii) $Y > W > Z > X$

(iv) 澱積銅 / 啡紅色的金屬。

溶液由藍色變為淡藍色 / 無色。



(v) 伏特計的讀數會是零，因為甲基苯不能導電。

2) CE 1989, Q3b

(i) 該氣體是氫 / H_2 。

(ii) $Y > X > Fe > Z$

從 Y 與水(來自 $FeSO_4$ 水溶液)的反應，可以推斷出 Y 是四種金屬中最活潑的。



[來自 $FeSO_4(aq)$]

由於當 X 與 $FeSO_4(aq)$ 接觸時，會澱積鐵，所以 X 比 Fe 活潑。



[來自水]

把 Z_2O 加熱，會生成金屬 / Z 不會把鐵從 $FeSO_4(aq)$ 置換出來。這表示 Z 的活潑性比 Fe 和其他金屬的低。

(iii) (1) X 最適合作金屬條，因為 X 在電化序 / 活性序的位置較鐵高，並且 X 不會與水反應。

(2) 因為它是強電解質 / 含有離子 / 自由離子。

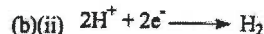


(4) 利用電化序位置較鐵高的金屬 / 較鐵容易生成陰離子的金屬，可以進行犧牲性保護，避免鐵生銹。

3) CE 2007, Q4

(a) 醋和酒均含分子。

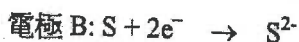
只有醋 (乙酸) 可在水中離解 / 含 (可移動的) 離子以導電。



(c) 鐵直接與醋 / $H^+(aq)$ 反應，放出氫氣。

4) CE 2003, Q9a

(i) 電子從 A 流至 B。



(iv) 發電廠所生產的電力可貯存於鈉-硫電池。

所生產的過量電力將鈉-硫電池充電。

當需要電能時，貯存於鈉-硫電池的電力便可供使用。

因為鈉釋出電子的趨向較硫的為高。

(ii) 容許自由離子通過其小孔，使電路完整。

防止鈉和硫進行直接反應。

(iii) 保持鈉和硫維持在熔融狀態。

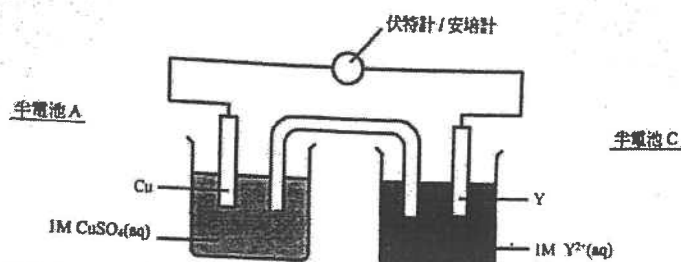
5) CE 1997, Q9b

(a) 在某一溫度，一溶液含有最多溶質(KNO_3)。
(接受其他飽和溶液的正確定義。)

(b) 當使用 KNO_3 溶液浸濕濾紙條後，可以用作鹽橋(令電路完整)。

(e) 沒有可觀察的變化。
因為 Cu 的活潑性較 Y 低。

(c) (1) 伏特計 / 安培計
(2)



(d) 活潑性: $\text{Cu} < \text{Y} < \text{X}$

活潑性較高的金屬比活潑性低的金屬較易失去電子。
或，電子從，活潑性較高的金屬流向活潑性低的金屬。
或，電子從 X 流向 Y，再由 Y 流向 Cu。

6) CE 2008, Q5

(a) 由於鎂較鋅活潑 / 易被氧化 / 易失去電子，電子由鎂條流向鋅條 / 右流向左。

(b)(i) 鎂條：因在此產生氧化 / 失去電子。 (b)(ii) $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$

(c) 把馬鈴薯 A 的銅條與鋅條對調。

(d) 新鮮馬鈴薯含水使離子更易移動 / 更多可移動的離子。

(e) 萬用電錶的讀數降至零 / 接近零。

7) CE2002, Q3b

(b) 氧化錳(IV)

它作為氧化劑 / 它與於陰極形成的氫氣起反應。

8) CE 1999, Q8a

(i) $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

(ii) (1) 它是陰極。

(2) 它是氧化劑 / 去除生成的氫。

(iii) 首先，把糊狀物與 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 緩慢加熱。

氫氣釋出，並把濕潤的 pH 試紙 / 潤濕紅色石蕊試紙變為藍色。

氫與 $\text{HCl}(\text{g})$ 反應，生成白色的煙霧，這表示有 NH_4^+ 的存在。

(iv) 開放題：

同意，鋅碳電池會製造更多固體廢物，因為鋅碳電池不可再充電。

(v) $\text{Cd} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^-$

$\text{NiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$

或，不同意，鎘是有毒，丟棄 Ni-Cd 電池會引起污染問題。

(不準確的答案只得 1 分，例如 Ni-Cd 電池是有毒的。)

9) CE 1998, Q6b

(i) 鹼性錳電池。

不可使用銀氧化物電池，因為電池的大小不符。

不可使用鋅碳電池，因為它的電壓下跌得很快。

(iv) (1) 發生爆炸。

或，釋出汞 / 有毒物質。

(2) 鋅碳電池會滲漏，破壞電器用品。

(ii) 不會。

(ii) 平均每顆電池的價錢 = $\frac{\$49.9}{18} = \2.77

或，18 顆鋅碳電池的價格 = $\$2.5 \times 18 = \45

(iii) (1) 電極 A / 金屬鋅，因為氧化作用發生。



10) CE 2010, Q11a-c

(a) 它是鋅粉，因為鋅進行氧化 / 在反應中放出電子。

(b) 提供離子轉移的介質。

(c) 汞有毒。

(d) 不會。因為 Mg 在電化序中的位置較 Zn 高。/ Mg 是比 Zn 強的還原劑。

/ 與 Zn 相比，Mg 較易失去電子。/ Mg 較 Zn 活潑。/ MgO 較 ZnO 穩定。

(e) 減少。在電化序 / 活性序中 Cu 與 Hg 的位置差距較 Zn 與 Hg 的位置差距為小。

11) DSE 2012, Q3

(a) 提供 H^+ / 離子 / 作為化學電池的電解質。

(c) (i) $\text{X} \rightarrow \text{X}^{2+} + 2\text{e}^-$

(ii) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

(d) 不是。金屬條 Y 會是負極。因為在電化序中銀的位置較銅的為低，因此銀在電化序的位置必然較 Y 的為低。

第八章 化學反應與能量

1) AL 2004, Q2a

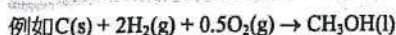
標準生成焓變是一摩爾化合物在標準狀態下從其成分元素生成的焓變。

2) AL 1983, Q5a

在標準狀態時 (1 atm, 298 K)，從生成某化合物的成分元素 (在標準狀態下)，生成一摩爾該化合物時的焓變。

3) AL 1992, Q1b

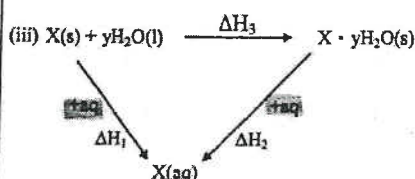
在標準狀態下 (298K 和 1 atm)，由元素生成一摩爾化合物所產生的焓變。



4) AL 1980, Q6b

(i) $\Delta H_1 = -\left(\frac{100}{18} \times 75.6 \times 8.0\right) / \frac{8.0}{160}$
 $= -67.2 \text{ kJ mol}^{-1}$

(ii) $\Delta H_2 = \left(\frac{100}{18} \times 75.6 \times 1.0\right) / \frac{13.0}{250}$
 $= +8.1 \text{ kJ mol}^{-1}$



(iv) $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2$

$= -67.2 - 8.1$

$= -75.3 \text{ kJ mol}^{-1}$

(v) 1. 可忽略熱力向外界流失。
 2. 溶液 X 的摩爾熱容量與水相同。
 3. 可忽略容器的熱容量。

(vi) 1. 熱力向外界流失。
 利用絕熱的容器減少誤差。
 2. 無水鹽可能未完全無水。
 在使用前，將樣本長時間放於乾燥器內。
 3. 熱力被容器吸收。
 透過實驗找出容器的熱容量。

5) AL 1999, Q7b

任何下列三項：

- ▶ 熱力向外界流失。
- ▶ 溫度計的刻度有誤差。
- ▶ 已用的酸/鹼的質量有誤差。
- ▶ 假設反應混合物的比熱容與水的比熱容相同。
- ▶ 假設可忽略玻璃杯中溫度計所吸收的熱力。
- ▶ 假設可忽略玻璃杯的熱容量。
- ▶ 假設溶液的密度與水的密度相同。

6) AL 1985, Q2a

(i) 在 50 cm³ 的 2M 溶液中，酸/鹼的摩爾數

$$= 2 \times \frac{50}{1000} = 0.1$$

溶液的總體積 = 50 + 50 = 100 cm³ = 100g

實驗(I)中：

0.1 摩爾酸與 0.1 摩爾鹼反應時所放出的熱量：

$$mc\Delta T = 100 \times 4.2 \times 13.0 = 5460 \text{ J}$$

中和焓變：

$$\Delta H_1 = -5460 \times \frac{1}{0.1} = -54600 \text{ J mol}^{-1} = -54.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

實驗(II)中：

0.1 摩爾酸與 0.1 摩爾鹼反應時所放出的熱量：

$$mc\Delta T = 100 \times 4.2 \times 10.5 = 4410 \text{ J}$$

中和焓變：

$$\Delta H_2 = -4410 \times \frac{1}{0.1} = -44100 \text{ J mol}^{-1} = -44.1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

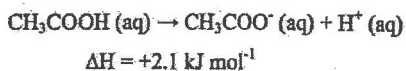
在實驗(II)中，酸只提供反應少量的自由 H⁺ 離子/RCO₂H 只會部分電離 / RCO₂H 的分離會吸收些許能量。

(ii) RCO₂H 的標準分離焓變

$$= \Delta H_2 - \Delta H_1 = -44.1 + 54.6 = +10.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

7) AL 1991, Q1b

強酸(氫氯酸)與強鹼的中和焓是 -57.3 kJ mol⁻¹，而氫氧化鈉水溶液與乙酸的中和焓是 -55.2 kJ mol⁻¹，因為乙酸是弱酸，只會部分電離，差異是因為電離焓：



8) AL 2004, Q2a

(ii) 鎂與氫氯酸反應時釋出的熱

$$= 494 \times 4.3$$

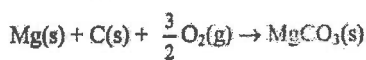
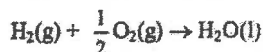
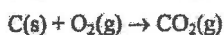
$$= 2124.2 \text{ J}$$

摩爾焓變

$$= \frac{2124.2}{0.1}$$

$$= -516 \text{ kJ}$$

(iii) $\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$



$$\Delta H_f[\text{MgCO}_3(\text{s})] = \Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$$

$$= -1104 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_1 = -516 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_2 = -90 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_3 = -393 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_4 = -285 \text{ kJ mol}^{-1}$$

9) AL 2003, Q3a

$$\Delta H = 2\Delta H_f[\text{AgCl}(\text{s})] + 2\Delta H_f[\text{ClO}_2(\text{g})] - 2\Delta H_f[\text{AgClO}_3(\text{s})]$$

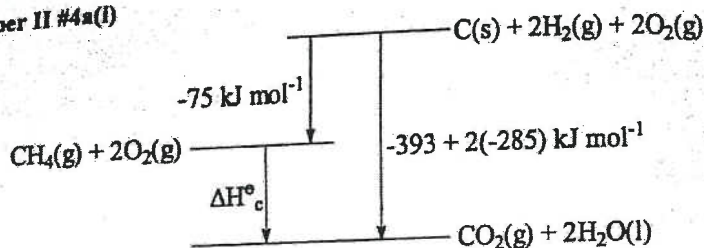
$$\Delta H_f[\text{ClO}_2(\text{g})] = \frac{1}{2}(10 + 2(-30) - 2(-127))$$

$$= +102 \text{ kJ mol}^{-1}$$

因為 $\Delta H_f[\text{ClO}_2(\text{g})] > 0$ (吸熱)，從能學的角度來看，Cl₂(g)和 O₂(g) 較 ClO₂(g) 穩定。

10) AL 2000, Q4a

2000 Paper II #4a(i)



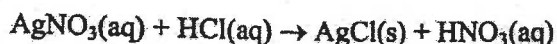
$$\therefore (-75) + \Delta H^{\circ}_c = (-393) + 2(-285)$$

$$\text{或, } \Delta H^{\circ}_c [\text{CH}_4(\text{g})] = \Delta H^{\circ}_f [\text{CO}_2(\text{g})] + 2\Delta H^{\circ}_f [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H^{\circ}_f [\text{CH}_4(\text{g})]$$

$$\Delta H^{\circ}_c [\text{CH}_4(\text{g})] = -888 \text{ kJ mol}^{-1}$$

11) AL 1995, Q1b

反應



是相等於



$$\Delta H = \sum \Delta H_f(\text{生成物}) - \sum \Delta H_f(\text{反應物})$$

$$= -127.07 - (+105.56) - (-167.15)$$

$$= -65.48 \text{ kJ mol}^{-1}$$

12) AL 1997, Q2c

$$\Delta H_f [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})]$$

$$= 2\Delta H_f [\text{CO}_2(\text{g})] + 3\Delta H_f [\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H_c [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})]$$

$$= 2(-393.5) + 3(-285.8) - (-1336.9)$$

$$= -307.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

13) AL 1998, Q2c

$$(i) (1) \Delta H = \frac{-242 \times 1000}{18} = -1.34 \times 10^4 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ (or } -13.4 \text{ MJ kg}^{-1}\text{)}$$

(接受 -1.33×10^4 to $-1.35 \times 10^4 \text{ kJ kg}^{-1}$; 如果沒有符號扣 0.5 分;

如答案是 $+1.34 \times 10^4 \text{ kJ kg}^{-1}$ 得 0 分)

$$(2) \Delta H^{\circ}_c [\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})]$$

$$(2) \Delta H^{\circ}_c [\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})] = \Delta H^{\circ}_f [\text{CO}_2(\text{g})] + 2\Delta H^{\circ}_f [\text{H}_2\text{O}(\text{g})] - \Delta H^{\circ}_f [\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})]$$

$$= -394 + 2(-242) - (-239)$$

$$= -639 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H = \frac{-639 \times 1000}{32 + 1.5 \times 32} \text{ (or } \frac{-639 \times 1000}{44 + 2 \times 18}\text{)}$$

$$= -8.0 \times 10^3 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ (or } -8.0 \text{ MJ kg}^{-1}\text{)}$$

(接受 -7.9×10^3 至 -8.1×10^3 ; 如果沒有符號扣 0.5 分;

如答案是 $+8.0 \times 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}$ 得 0 分)

(ii) 燃料的效率 (單位: $\text{kJ kg}^{-1} \text{ g}^{-1}$ 或 $\text{MJ kg}^{-1} \text{ g}^{-1}$, 但是在題解中單位不佔分數)

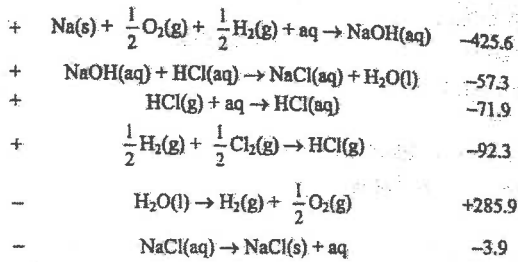
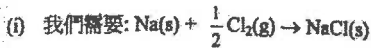
$$\text{H}_2(\text{g}): \frac{-1.34 \times 10^4}{18} = -744 \text{ (或 } \frac{-13.4}{18} = -0.744\text{)}$$

$$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}): \frac{-8.0 \times 10^3}{1/3(44 + 2 \times 18)} = -300 \text{ (或 } \frac{-8.0}{1/3(44 + 2 \times 18)} = -0.3\text{)}$$

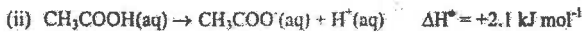
根據以上的數據, $\text{H}_2(\text{g})$ 是最有效的燃料。

(寫出正確的答案之前必需有正確的計算方法。)

14) AL 1991, Q1b



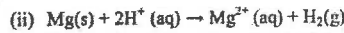
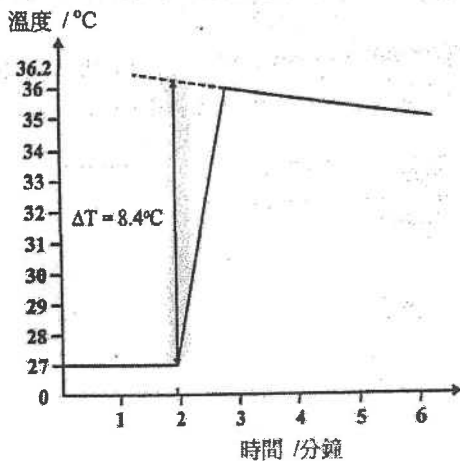
$$\Delta H^\circ = -425.6 - 57.3 - 71.9 - 92.3 + 285.9 - 3.9 = -365.1 \text{ kJ mol}^{-1}$$



(iii) HCl 是一強酸，而乙酸是一弱酸，乙酸在離解時需吸收能量，故乙酸與氫氧化鈉中和所放出的能量較少。

15) AL 1982, Q7b

(i)



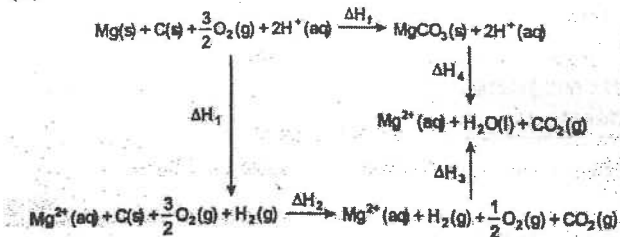
$$\text{溫度上升} = 36.1 - 27.6 = 8.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$$

假設溶液的密度與水一樣。

因此，溶液的質量 = 50g

$$\Delta H_1 = -(8.5 \times 50 \times 4.2) + \frac{0.1}{24.3} = -433.8 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (-428 \text{ to } -439 \text{ kJ mol}^{-1})$$

(iii)



(沒有焓循環，0分；沒有物理形態，0分。ΔH₁ 正確，1分；ΔH₁ 至 ΔH₄ 正確，每項 0.5分)

根據赫斯定律

$$\Delta H_f + \Delta H_4 = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

$$\Delta H_f = -433.8 + (-393.5) + (-285.8) - (-43.5) = -1069.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

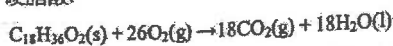
$$(-1063 \text{ to } -1075 \text{ kJ mol}^{-1})$$

(iv) (其中兩項，每項兩分)

	誤差	改良
1	溫度計不夠精確。	使用更精細的刻度的溫度計或 使用柏克曼溫度計。
2	熱力經由蒸發及對流而流失。	利用蓋子來絕熱。
3	忽略了發泡膠燒杯的熱容量。	以真空瓶或絕熱容器取代發泡 膠燒杯，或找出水的熱容量。
4	溶液的比熱容並不相等於水的 比熱容。	找出溶液的比熱容。

16) AL 1983, Q5bc

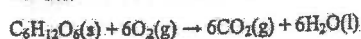
(b)(i) 硬脂酸:



$$\Delta H^\circ_{\text{燃燒}} = 18(-394) + 18(-286) - (-896)$$

$$= -11344 \text{ kJ mol}^{-1}$$

葡萄糖:



$$\Delta H^\circ_{\text{燃燒}} = 6(-394) + 6(-286) - (-1274)$$

$$= -2806 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(ii) 硬脂酸相對分子質量

$$= 18 \times 12 + 36 + 2 \times 16 = 284$$

$$1\text{g 所釋放的能量} = \frac{11344}{284} = 39.9 \text{ kJ}$$

葡萄糖相對分子質量

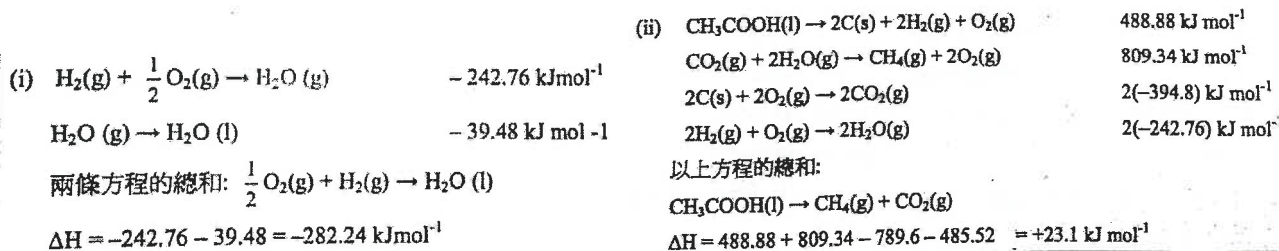
$$= 6 \times 12 + 12 + 6 \times 16$$

$$= 180$$

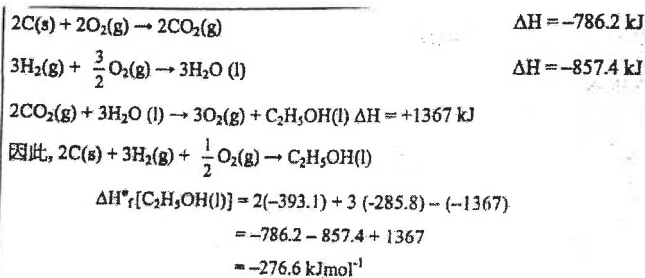
$$1\text{g 所釋放的能量} = \frac{2806}{180} = 15.6 \text{ kJ}$$

- (c) 由(b)(ii)得知，硬脂酸(或 脂肪)所釋放的能量大約為葡萄糖(或 澱粉質-葡萄糖的聚合物)的 2.5 倍。
 因為動物需要帶著能量供應一起移動，他們傾向脂肪每克高能量的特性。
 植物是靜態的，所以重量的考慮並不重要。
 透過光合作用製造澱粉質。

17) AL 1987, Q2a

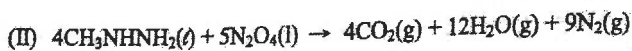
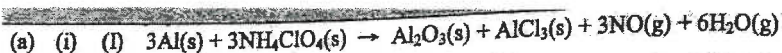


18) AL 1988, Q1a



因此，乙醇(l)的標準摩爾生成焓變，
 $\Delta H_f^\circ(298\text{K})$ 為 $-276.6 \text{ kJ mol}^{-1}$

19) AL 2010, Q2a

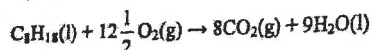


(ii) (I) $\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ[\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})] + \Delta H_f^\circ[\text{AlCl}_3(\text{s})] + 3\Delta H_f^\circ[\text{NO}(\text{g})]$
 $+ 6\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] - 3\Delta H_f^\circ[\text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s})]$
 $= (-1676) + (-704) + 3(+90) + 6(-242) - 3(-295)$
 $= -2677 \text{ kJ}$

(II) $\Delta H^\circ = 4\Delta H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] + 12\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{g})]$
 $- 4\Delta H_f^\circ[\text{CH}_3\text{NHNH}_2(\text{l})] - 5\Delta H_f^\circ[\text{N}_2\text{O}_4(\text{l})]$
 $= 4(-394) + 12(-242) - 4(+53) - 5(-20)$
 $= -4592 \text{ kJ}$

20) AL 2005, Q5a

(i) 辛烷的完全燃燒



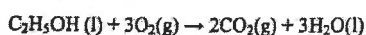
標準焓變

$$= 8 \Delta H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] + 9 \Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H_f^\circ[\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})]$$

$$= 8(-394) + 9(-286) - (-250)$$

$$= -5476 \text{ kJ mol}^{-1}$$

乙醇的完全燃燒:



標準焓變

$$= 2 \Delta H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] + 3 \Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H_f^\circ[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})]$$

$$= 2(-394) + 3(-286) - (-278)$$

$$= -1368 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(ii) 將燃燒焓變的單位 kJ mol^{-1} 轉為 kJ g^{-1}

辛烷的 $M_r = 114$; 乙醇的 $M_r = 46$

$$\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) \text{ 的燃燒焓} = \frac{-5476}{114} = -48 \text{ kJ g}^{-1}$$

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) \text{ 的燃燒焓} = \frac{-1368}{46} = -29.7 \text{ kJ g}^{-1}$$

因代替燃料含 90% 辛烷及 10% 乙醇，它的燃燒焓是
 $0.9(-48) + 0.1(-29.7)$
 $= -46.2 \text{ kJ g}^{-1}$

代替燃料所含能量較低。

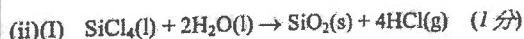
(iii) 以下任何一項:

- > 乙醇是含氧化合物，所以代替燃料較易進行完全燃燒/產生較少 CO/產生較少懸浮粒子/較少空氣污染物。
- > 乙醇是可更新能源，它能從農作物中獲取。
- > 在農業國家，生產乙醇的成本低。

21) AL 2008, Q1c

(i) 在標準條件下，由該化合物的組成元素，生成一摩爾化合物的焓變。

(1分)



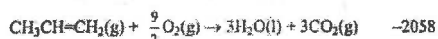
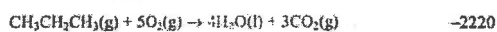
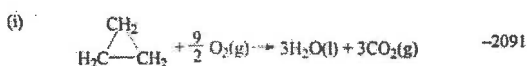
(ii)(II) $\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ[\text{SiO}_2(\text{s})] + 4\Delta H_f^\circ[\text{HCl}(\text{g})] - \Delta H_f^\circ[\text{SiCl}_4(\text{l})] - 2\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]$
 $= (-910) + 4(-92) - (-640) - 2(-286)$
 $= -66 \text{ kJ mol}^{-1}$ (2分)

接受以下任何一項假設: (1分)

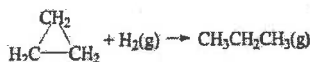
> $\text{SiCl}_4(\text{l})$ 為過量，水解過程只產生 $\text{HCl}(\text{g})$ 而不產生 $\text{HCl}(\text{aq})$

> 赫斯定律適用於這反應

22) AL 1993, Q3b

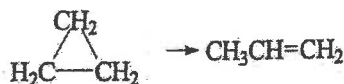


從 (1) + (3) - (2)



$\Delta H^\circ = -2091 - 285.8 - (-2220) = -156.8 \text{ kJ mol}^{-1}$

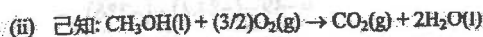
(ii)



$\Delta H^\circ = -2091 - (-2058) = -33 \text{ kJ mol}^{-1}$

由於環丙烷轉化為丙烯是放熱，因此丙烯是較穩定，
 因在環丙烷中鍵角太小，令環面錐體受的張力很大。

23) AL 1992, Q1b



因為 $\Delta H^\circ = \sum(\Delta H_f^\circ)_{\text{products}} - \sum(\Delta H_f^\circ)_{\text{reactants}}$

$\therefore \Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] + 2\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H_f^\circ[\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})]$
 $- (3/2)\Delta H_f^\circ[\text{O}_2(\text{g})] = -726.6 \text{ kJ mol}^{-1}$

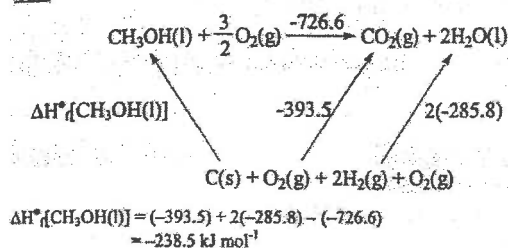
因為 $\Delta H_f^\circ[\text{O}_2(\text{g})] = 0$

$\therefore -726.6 = (-393.5) + 2(-285.8) - \Delta H_f^\circ[\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})]$

$\therefore \Delta H_f^\circ[\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})] = -238.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

(沒有單位: -0.5分)

或是:



24) AL 2002, Q2a

(i) $= 3\Delta H_c^\circ[\text{C}(\text{石墨})] + 3\Delta H_c^\circ[\text{H}_2(\text{g})] - \Delta H_c^\circ[\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})]$
 $= 3(-394) + 3(-286) - (-2090)$
 $= +50 \text{ kJ mol}^{-1}$

25) AL 1994, Q2a

(i) $\Delta H^\circ = -393.5 + 2(-285.9) - (-75.0) = -890.3 \text{ kJ mol}^{-1}$

(ii) $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H^\circ = +88.6 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H^\circ_{\text{氣化作用}}[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = +44.3 \text{ kJ mol}^{-1}$

(iii) $\Delta H^\circ_{\text{燃燒}}[\text{C}(\text{金剛石})] = -395.4 \text{ kJ mol}^{-1}$

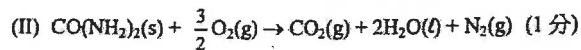
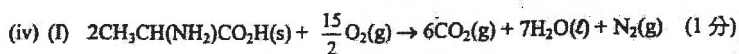
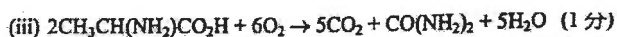
$\Delta H^\circ_{\text{燃燒}}[\text{C}(\text{石墨})] = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

\therefore 石墨是一較穩定的同素異形體

由金剛石轉化為石墨需將巨型共價網狀結構的原子重排，
 需要高活化能。

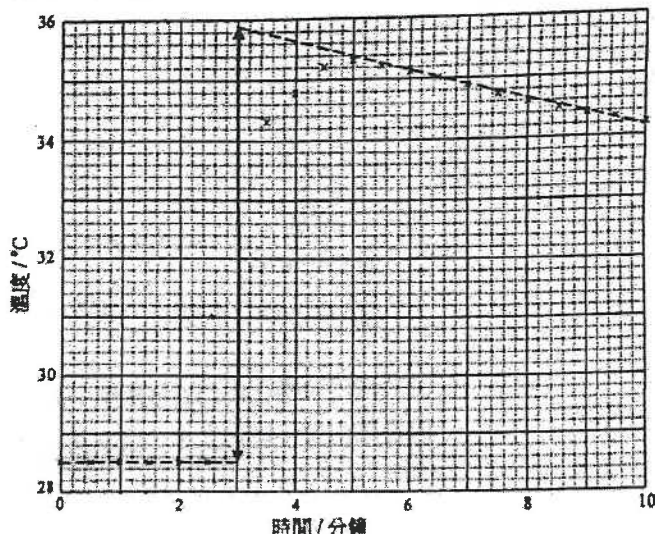
\therefore 轉化並不會在室溫發生。

26) AL 2009, Q1a



27) AL 2001, Q3

(a) (i) $35.9 - 28.5 = 7.4^\circ\text{C}$



(答案給予 1 分；在圖上顯示步驟 1 分。)

28) AL 2001, Q2a

實驗的原理:

測定反應中的 ΔH



$\Delta H_f[\text{MgO}(\text{s})] = \Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_f[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]$

實驗過程:

> 測定 ΔH_1 :

量度一片 Mg 帶的重量。在一絕熱的容器中，加入 Mg 帶至

一已知體積的 HCl(aq) (過量)。

量度混合物上升的溫度。(ΔT₁)

$$\Delta H_1 = - \frac{(\text{溶液的質量}) \times s \times \Delta T_1}{\text{Mg 的摩爾數}}$$

(s 是水的比熱容)

> 測定 ΔH_2 :

重複實驗，以 MgO(s) 來代替 Mg(s)

最後的溶液裡，MgCl₂ 的濃度應該會與原本的實驗的一樣。

(v) 丙氨酸的生物氧化反應的焓變

$$= \frac{2\Delta H_f^\circ[\text{丙氨酸}] - \Delta H_f^\circ[\text{尿素}]}{2}$$

$$= \frac{2(-1577) - (-632)}{2}$$

$$= -1261 \text{ kJ mol}^{-1}$$

丙氨酸的摩爾質量 = 89.0g

從 1.00 g 丙氨酸的生物氧化反應獲得的能量

$$= -\frac{1261}{89}$$

$$= -14.2 \text{ (kJ)} \quad (3 \text{ 分})$$

(ii) 所用 ZnO(s) 的摩爾數 = $\frac{0.75}{81.4}$

$$= 9.21 \times 10^{-3}$$

存在 H⁺(aq) 的摩爾數 = $1.1 \times 25 \times 10^{-3}$

$$= 2.75 \times 10^{-2}$$

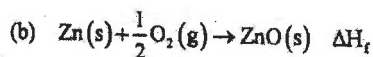
∴ ZnO(s) 是極限反應物。

所釋出的熱 = $25.0 \times 4.2 \times 7.4$

$$= 0.777 \text{ kJ}$$

反應(1)的摩爾焓變 = $-\frac{0.777}{9.21 \times 10^{-3}}$

$$= -84.4 \text{ kJ}$$

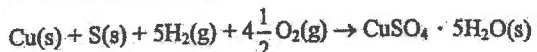
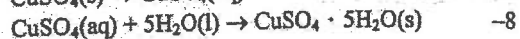
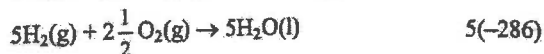


$$\Delta H_f[\text{ZnO}(\text{s})] = \Delta H_{(2)} - \Delta H_{(1)} + \Delta H_f[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]$$

$$= -49 - (-84.4) + (-286)$$

$$= -250.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

29) AL 1990, Q2b

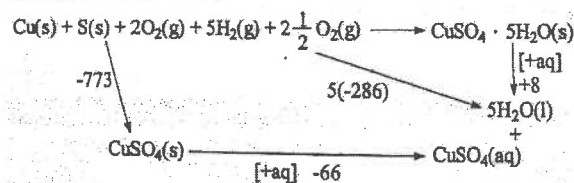


$$\Delta H_f^\circ = -773 + 5(-286) + (-66) + (-8) = -2277 \text{ kJ mol}^{-1}$$

正確計算過程 2 分 (循環 / 方程式 / 表達方式)

(正確答案 1 分 (符號、數值和單位), 如單位錯誤扣 0.5 分)

或 焓循環 (單位是 kJ mol^{-1})



30) AL 1990, Section c

必需點 (1 分 / 點) [最多 6 分]

1. 熱化學是甚麼 - 以能量改變作解釋所致的焓變是放熱和吸熱的
2. 焓變的定義 (定義 0.5 分, 最多 1 分)
3. 形容一可行方法用作測定 ΔH 。
4. 根據赫斯定律, 形容一間接方法來測定 ΔH 。
5. 為甚麼需要量度熱化學數據。
6. 標準狀態和符號。

可選擇點 (1 分 / 點) [最多 4 分]

1. 以 $\Delta U + P\Delta V$ 來表達 ΔH 和解釋
2. 額外加入的可行方法來測定 ΔH
3. 寫出實驗所需要留意的事項
4. 利用赫斯定律 / 波恩-哈柏循環用作間接測定 ΔH 的額外加入例子
5. 定義和形容赫斯定律 (如果與第四點分開來說明)
6. 利用赫斯定律的計算
7. 應用熱化學的額外加入的例子

31) DSE 2012, Q8

(a) 生成的 CO_2 氣體令麵包升高 / 鬆軟 / 軟。



$$(c) (i) q = 27.5 \times 4.3 \times (25.8 - 20.2) = 662.2 \text{ J}$$

$$\Delta H = +662.2 \times 10^{-3} + (3.39 / 100.1) = +19.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$(ii) \Delta H = 19.6 - (-49.1 \times 1/2)$$

$$= +44.15 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$(d) (i) \Delta H = 1/2 (-1146 - 394 - 286 - (-959 \times 2)) = +46 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(ii) 該實驗並非在標準狀態下進行。 / 與周圍環境有熱交換。 / 杯子的熱容被忽略了。

32) DSE 2013, Q5

$$(a) (i) (26.6 - 19.8) = 6.8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$(ii) \text{吸收的熱} = mc\Delta T$$

$$= 21.8 \times 4.3 \times 6.8$$

$$= 637.4 \text{ J}$$

$$\text{所用 } \text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \text{ 的摩爾數} = 2.0 / 80 = 0.025$$

$$\Delta H = +637.4 / 0.025 = +25.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(b) 把 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ 置於盛有乾燥劑 (無水 $\text{CaCl}_2(\text{s})$, $\text{CuO}(\text{s})$, $\text{MgSO}_4(\text{s})$ 等) / 矽膠的乾燥器 / 密封容器中。

第九章 氧化還原反應

1) CE 2010, Q8

(a) 是。

氧化: C 的氧化數由 0 變成 +4。

還原: S 的氧化數由 0 變成 -2。或

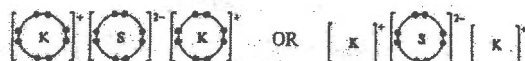
N 的氧化數由 +5 變成 0。

(b) 放熱 / 有熱釋出。

(c) 大量的氣體生成物

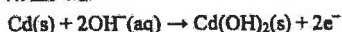
氣體受熱膨脹

(d)

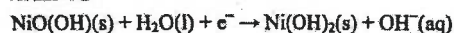


2) AL 2012, Q7b

(b) (i) 陽極反應：



陰極反應：



(c) 以下任意一項：

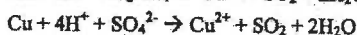
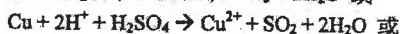
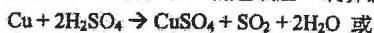
- 與相同大小的 NiCd 電池組相比，鋰離子電池組質量較輕。
 - 棄置鋰離子電池組，對環境構成的危害較小。
- (接受其他合理的答案。)

3) CE 2009, Q6

(a) 燒焦 / 變黑 / 變棕 / 漲起 / 水蒸汽 / 白煙



(b) (i) 銅溶解 / 藍色溶液 / 無色氣體 / 刺鼻氣味

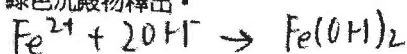


(ii) 讓試管冷卻。

以試管口向下把整支試管放進盛有水的水槽內，然後清潔。

4) CE 1996, Q6a

(i) (1) 綠色沉澱物釋出。

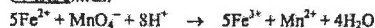


(2) 不是，因為氧化數沒有變化。

(ii) (1) 紫色溶液是 高錳酸鉀溶液。

(2) 溶液的顏色由紫色 / 綠色變為黃色。

(不接受無色)



(iii) (1) 鎂(Mg) / 鋅(Zn) / 鋁(Al)

(不接受 K · Na · Ca)

(2) 下列其中兩項：

鎂(Mg) / 鋅(Zn) / 鋁(Al)金屬溶解。

有銀色粉末依附。

溶液的顏色變為無色。

硫酸鐵(II)溶液在這反應中是氧化劑，因為鐵的氧化數由+2變為0。

5) CE 1991, Q4b

(i) (1) P: 石墨 / 碳

(2) Q: 鋅

(ii) 氧化錳(IV) / 二氧化錳 / MnO_2

(iii) (1) 金屬鋅氧化為鋅(II)離子 / Zn 失去電子，生成 Zn^{2+}



金屬殼會變薄，令乾電池出現洩漏。

(2) NH_4^+ :

加進 NaOH / 鹼，並緩慢加熱，

(若只有 NaOH，則不予分數)

釋出的氣體會令濕潤(紅色)石蕊試紙變為藍色。

或，當使用濃 HCl 測試，會生成濃密的白色煙霧。

Cl^- :

加進酸化硝酸銀溶液，

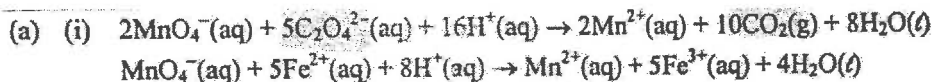
生成白色的沉澱物。

(硝酸銀及白色的沉澱物給予 1 分)

6) CE 1995, Q9b

- (i) $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
MnO₄⁻ 被還原，因為它接收電子 / Mn 的氧化數由+7 變為+2 / Mn 的氧化數下降。
- (ii) 溶液變成棕色 / 黃色。
(不接受生成碘 / 棕色固體 / 紫色氣體)
- (iii) 從 KI 溶液變為 KMnO₄ 溶液 / 從右方至左方 / 逆時針方向。
(「從正電極至負電極」 / 「從負電極至正電極」，給予零分)
- (iv) $10\text{I}^- + 16\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{I}_2$
- (v) (1) 容許離子在兩個燒杯中流動。
(接受「完整電路」)
- (2) 不能。亞硫酸鈉會被氧化 / 與高錳酸根離子反應。

7) AL 2012, Q1a



- (ii) 所用 MnO₄⁻(aq) 的濃度
$$= \frac{0.0326 \times 25}{24.35} \times \frac{2}{5}$$
$$= 0.0134 \text{ mol dm}^{-3}$$

在固體樣本中，Fe²⁺ 離子的摩爾數
$$= 0.0134 \times 31.85 \times 10^{-3} \times 5$$
$$= 2.13 \times 10^{-3}$$

在固體樣本中，Fe²⁺ 離子的質量百分率
$$= \frac{2.13 \times 10^{-3} \times 55.8}{0.863}$$
$$= 13.8$$

- (iii) 不易得到純 KMnO₄(s)。/ KMnO₄(aq) 是強氧化劑，它可與環境中的還原劑反應。

8) DSE 2012, Q3

- (a) 提供 H⁺ / 離子 / 作為化學電池的電解質。
- (b) 銅、金屬 Y、金屬 X
- (c) (i) $\text{X} \rightarrow \text{X}^{2+} + 2\text{e}^-$
(ii) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
- (d) 不是。金屬條 Y 會是負極。因為在電化序中銀的位置較銅的為低，因此銀在電化序的位置必然較 Y 的為低。

第十章 電解

1) CE 2010, Q11f

- (f) (i) $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
(ii) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$ 或
 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
(iii) 在陽極室沒有反應的 Na⁺ 離子可通過該膜去到陰極室。
H₂O 在陰極還原生成 OH⁻ 離子。 或
當 H⁺ 離子在陰極放電，OH⁻ 離子留下。

2) CE 2002, Q4

化學知識(6分)

註：本題的化學知識共分三個範疇，每個範疇佔2分。

(1分給予所舉出的因素離子，另一分給予比較兩個不同放電現象的解釋。)

於電解時，有三個因素影響放電的情況，分別是離子在電化序的位置，離子的濃度和電極的性質。

首先，有關離子在電化序的位置：

若使用碳 / 鉑 / 銅為陰極，銅離子會放電而非氫離子，因為銅離子在電化序佔較低位置。

或，電解稀的 $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ 時，若使用碳 / 鉑為陽極，在陽極上放電的是 OH^- 離子而不是 Cl^- 離子，因為 OH^- 離子在電化序佔較高位置。

第二，有關離子的濃度：

若使用碳 / 鉑為陽極，在陽極上 OH^- 離子會放電；若電解濃 $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ 時， Cl^- 離子會放電。

最後，有關電極的性質：

若使用碳 / 鉑為陽極， Cl_2 / O_2 在陽極上釋出；若使用銅為陽極，則陽極會溶解。

3) CE 2002, Q9c

(i) (1) 變成紫色 / 藍色

H^+ 在碳棒 A (陰極) 上放電。

因此，於碳棒 A 的 $\text{OH}^-(\text{aq})$ 的濃度高於 $\text{H}^+(\text{aq})$ 的濃度。

(2) 氧

OH^- 在碳棒 B (陽極) 上放電。

(ii) 鉛筆

(iii) 下列任何兩項：

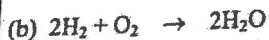
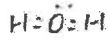
只用少量化學藥品 / 減少使用在化學品的開支 / 減低發生涉及化學藥品的意外

減少產生化學廢料

縮短進行實驗所需的時間

4) CE 1999, Q6

(a)



或，2 摩爾的氫氣要和 1 摩爾的氧氣反應。
在相同情況下，相同摩爾數的氣體佔相同的體積。
因此 80 cm^3 的氫氣要和 40 cm^3 的氧氣反應。
反應完畢時，剩下氧氣的體積 = 20 cm^3
(若沒有單位，給予 0 分。)

(c) (1) 提高水的導電率/提供自由離子。
(不accept「導電」。)

(2) 鉑 / 碳 (石墨)
(不accept不銹鋼)



(4) 氫氣：和燃燒著的木條發生反應，產生一爆鳴聲。
(不accept使用燃燒著的木條或只有爆鳴聲)
氧氣：令餘燼的木條重燃。

5) CE 1998, Q9b

(i) 下列其中兩項：

鈉溶於水中變成一個銀色小球。

鈉燃燒時有黃色的火焰。

釋出無色氣體。

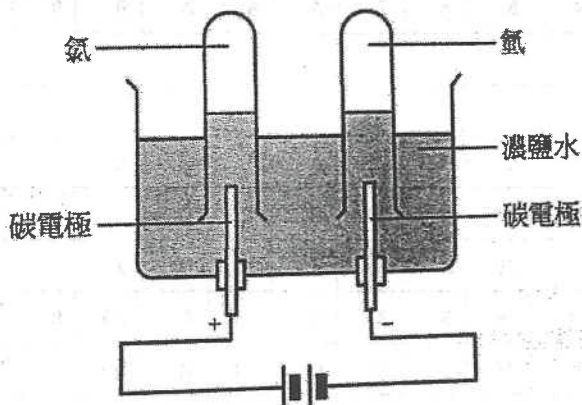
(ii) 實驗 II 較為適合，因為實驗 I 中鈉和水的反應太過劇烈和危險。
或，實驗 I 較為適合，因為可以得到較高純度的氫氧化鈉溶液。
(不accept以價錢作為解釋。)

(iii) (1) 鈉於電化序中的位置較高，因此相對於鈉離子來說，氫離子比較容易被還原。

(2) 陽極：
陰極：
在電解過程中，釋出相同摩爾數的 H_2 和 Cl_2 。
在相同的溫度和壓強下，相同摩爾數的氣體佔相同的體積。
因此，釋出 Cl_2 的理論體積 = 50.0 cm^3

(3) 由於氫和氫離子被移走，剩下鈉離子和氫氧離子在溶液之中，形成氫氧化鈉溶液。

(iv) 實驗裝置的標誌圖：



6) CE 1998, Q9b

化學知識

描述鐵的電鍍：

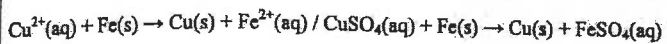
- 鐵表面可以鍍上例如鎳 / 鉻 / 銅 / 銀的保護層。
- 所用的電解質是那金屬的鹽的水溶液。例如：硫酸鎳(II)溶液
- 那金屬(如 Ni)應作為陽極(正極 / 接到電源正端的電極)。
- 那鐵物件應作為陰極(負極 / 接到電源負端的電極)。
- 那金屬(如 Ni)(陽極)氧化 / 失去電子生成離子。
(接受半反應式： $Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$)
- 那金屬離子(如 Ni^{2+})在鐵(陰極)表面還原 / 獲取電子生成金屬(如 Ni)。
(接受半反應式： $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$)

傳意技能

7) DSE 2012, Q5

(a)

當把鐵棒浸在硫酸銅(II)溶液時，置換反應發生。一些銅(II)離子(Cu^{2+})被還原為銅金屬，並澱積在鐵棒表面上。



(b)

(i) 銅在電化序中的位置低於氫。當電流通過時，銅較氫優先放電。

(ii) 氫氣 / H_2 。

氫氣氣泡阻礙銅澱積在金屬物件的表面上，故澱積出來的銅金屬容易剝落。

(c)

