

108 指考化學考科試題或答案之反映意見回覆

題號：3

題目：

3. 正電子放射斷層攝影是先進的癌症診斷技術之一。目前使用的放射性藥劑是含有 ^{18}F 的氟代去氧葡萄糖，半衰期約為2小時。若從加速器製得的藥劑，運送至醫院所需時間為10小時，當醫院需要含有1.0 毫克 ^{18}F 的氟代去氧葡萄糖的藥劑，則從製造端運送出的藥劑至少需含有 ^{18}F 的氟代去氧葡萄糖若干毫克？
- (A) 64 (B) 32 (C) 20 (D) 10 (E) 5

意見內容：

題幹所述最後兩句語意不甚清楚，恐讓考生誤解為：當醫院需要「含有1 毫克 ^{18}F 」的氟代去氧葡萄糖的藥劑，則需要從製造端送出的藥劑至少需「含有 ^{18}F 的氟代去氧葡萄糖」若干毫克。依照文意邏輯判斷，第一句的主詞是「 ^{18}F 」，而第二句的主詞是「 ^{18}F 的氟代去氧葡萄糖」，若依此意作答，則此題沒有正確答案。

意見回覆：

本題測驗考生對於放射性同位素半衰期的瞭解，並藉以瞭解 ^{18}F 同位素在醫療診斷的應用。來函誤解 ^{18}F 的氟代去氧葡萄糖此名詞的意義，氟代去氧葡萄糖是指葡萄糖上的第2個位置的羥基，脫去氧後，氫原子以具放射性的 ^{18}F 取代， ^{18}F 是此化合物的一部分，無法單獨成為主詞。考生對題意的理解完全錯誤，也不懂 ^{18}F 的氟代去氧葡萄糖代表的涵意。此題的題意明確，正確答案為選項(B)。

題號：6-7

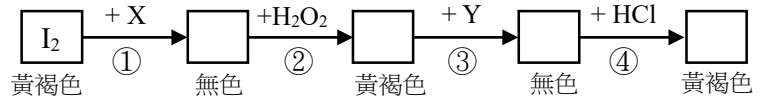
題目：

6-7為題組

做完秒錶反應後，為了要同學探究實驗過程中的試劑與其化學反應，張老師又用一個燒杯，演示了一組實驗。簡要過程如下：取一個盛有去離子水100毫升的大燒杯，放置於攪拌器上，使燒杯內的水穩定攪拌，然後滴入碘酒，使溶液呈現黃褐色。

- ①加入X試劑，黃褐色褪去，溶液呈現無色。 ②加入雙氧水，黃褐色復現。
③加入Y試劑，黃褐色褪去，溶液呈現無色。 ④加入鹽酸溶液，黃褐色復現。

其流程如右圖，①②③④為反應過程序號，依據實驗回答6-7題：



6. 在①的步驟中，加入的試劑X是什麼？

- (A) HCl (B) H₂SO₃ (C) NaOH (D) H₂O₂ (E) I₂

7. 在③的步驟中，加入的試劑Y是什麼？

- (A) HCl (B) H₂SO₃ (C) NaOH (D) H₂O₂ (E) I₂

意見內容：

在第3步驟和第4步驟中，題目並未明確說明試劑所加的「量」有多少。以第3步驟為例，若是所加的NaOH量不夠多，溶液仍是酸性環境，則碘仍會是黃褐色，而不會發生自身氧化還原反應。(第4步驟同理) 如果題目改成，加入的試劑Y「可能」是什麼，此題應無疑義，但題目的問法亦讓考生產生混淆，在不知所加試劑的情況下，並不能確定加入NaOH可使碘褪色(題目應該要給明確的數據條件)。故建議第7題可以開放送分。

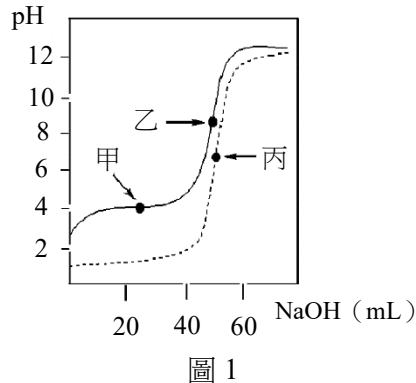
意見回覆：

- 第7題接續第6題，要使I₂的黃褐色褪去，可加入還原劑或鹼，因此只剩選項(B) H₂SO₃ (還原劑)和(C) NaOH (強鹼)可選。在步驟④中，加入HCl使含碘物質由無色再轉黃褐色，表示發生反應： $5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$ ，意即步驟③中的試劑Y應為鹼性物質，與I₂發生反應： $3I_2 + 6OH^- \rightarrow 5I^- + IO_3^- + 3H_2O$ ，才可在步驟④加入HCl使鹼性中和後，再反應生成I₂，復呈黃褐色。
- 此題為定性的實驗，與試劑量的多寡無關，來函明顯誤解題意，無送分與否之問題。

題號：9

題目：

9. 李同學在實驗室發現兩瓶相同體積的酸性溶液，為了獲知兩瓶溶液的濃度及酸的強度，於是用0.2 M的氫氧化鈉溶液分別對兩瓶酸進行滴定。以所加入氫氧化鈉溶液的體積（毫升）為X軸，溶液的pH值為Y軸，得到的滴定曲線如圖1所示。下列敘述，哪一項**錯誤**？



- (A) 兩瓶酸的濃度相近
- (B) 圖中甲點附近平緩曲線區是緩衝溶液
- (C) 圖中的甲點pH值即為此酸的 pK_a 值
- (D) 實線的滴定曲線是強酸，虛線的滴定曲線是弱酸
- (E) 圖中的乙、丙兩點分別代表這兩瓶酸溶液的滴定當量點

意見內容：

1. 題目並未說明甲、乙兩瓶酸皆為一元酸。若甲為醋酸，乙為硫酸。依實驗結果，甲的濃度為乙的兩倍。即（甲）醋酸濃度為 0.1M 時，（乙）硫酸的濃度應為 0.05M，故(A)選項應予以送分。
2. 只有半當量點時， $pH = pK_a$ ，但因題中未給予甲的詳細座標，故無法判定甲點是否為半當量點，故(C)因題目給予資訊不足，亦為錯誤而可以選。

意見回覆：

1. 本題測驗考生對酸鹼滴定曲線的瞭解程度。酸鹼滴定達當量點時：
酸的當量數 = 鹼的當量數，即下式成立
 $[HA] \times V_{酸} \times a = [NaOH] \times V_{鹼} \times b$
由滴定曲線知，兩種酸各只有一個當量點（分別為乙點與丙點），表示均為單質子酸（ $a=1$ ）；另外，兩種酸溶液達當量點時消耗幾乎等量的 NaOH（各約 50 mL），且兩種酸溶液的體積相同，代表兩種酸溶液的原濃度 [HA] 相近，故選項(A)正確。來函意見敘述不正確，並無送分與否的問題。
2. 在強鹼滴定弱酸中，強鹼用量達當量點用量的一半時，稱為達半當量點。此時溶液中有等莫耳數的 HA 和 A^- ，即兩者濃度相等： $[HA] = [A^-]$ ，可作為緩衝溶液，也因此使得半當量點附近的 pH 值變化緩慢。選項(C)是從圖 1 中所得到的數據，屬於合理的推論，為正確的敘述，故選項(C)正確。
3. 本題是選錯誤選項，選項(D)屬於明顯錯誤，故應選選項(D)為答案。

題號：10

題目：

10. 有關測定草酸鎂溶度積常數的實驗，下列敘述，哪一項**錯誤**？

(A)飽和草酸鎂溶液中的離子濃度與溶度積關係為 $K_{sp} = [Mg^{2+}][C_2O_4^{2-}]$

(B)可測定飽和溶液中鎂離子濃度來獲得溶度積常數

(C)加入過量的草酸鎂固體於水中，可測量溶解前和溶解後的草酸鎂質量來獲得溶度積常數

(D)飽和草酸鎂溶液中有許多懸浮微粒，可利用離心機使其沉澱，再取上層澄清液進行實驗

(E)將飽和草酸鎂溶液加熱至95°C，再用已知濃度的過錳酸鉀溶液趁熱滴定，可獲得溶度積常數

意見內容：

此題選項(C)為：加入過量的草酸鎂固體於水中，可測量溶解前和溶解後的草酸鎂質量來獲得溶度積常數。此實驗方法其實有誤，草酸鎂固體接觸水時，一部分固體將成為具有結晶水的晶體，進而影響重量。並且由於草酸鎂固體受熱易分解的特性，不容易將結晶水驅趕之後重新測量。因此實驗結果將與實際值有很大誤差，為一錯誤實驗方法。此節在《台灣化學教育》2018.9.5 一期，亦有其他化學教師提及，並列入教學。若細心教學的教師與認真的學生，會認為(C)(E)選項皆錯誤，因此答案應為(C)(E)皆給分。

意見回覆：

1. 一般測量難溶鹽的溶度積時，可在定量水（ V_1 ）升中，加入過量草酸鎂固體（ m_1 克），充分攪拌，達溶解平衡後，再離心過濾，秤量未溶解的草酸鎂固體（ m_2 克），可求出溶解度 S ，如下式：

$$S = \frac{(m_1 - m_2) (\text{mol})}{V_1 (\text{L})} \quad (\text{MgC}_2\text{O}_4 \text{式量} = 112), \text{再代入 } K_{sp} = S^2, \text{可求得草酸鎂的溶度積}$$

此法雖因實驗的過濾與乾燥，會造成誤差，但屬於可初步得到實驗結果的方法。

2. 經查 2018 年 9 月的《台灣化學教育》內容，是調整利用過錳酸鉀滴定草酸根的方法，希望降低有毒的過錳酸鉀的使用，或是使滴定過程的誤差降低。與台端所指稱：草酸鎂固體接觸水時，一部分固體將成為具有結晶水的晶體，進而影響重量，並無直接關聯。故本題仍維持選項(E)為正確答案。

題號：11

題目：

11-12為題組

半導體材料（例如 TiO_2 ）及催化材料受到太陽光激發後，電子會由基態躍遷至高能量的狀態，促使進行氧化還原反應。所以，藉由太陽光提供能量，在半導體材料及催化材料存在下，可以將水轉變為氫氣與氧氣，稱為光催化水分解，其組成如圖2所示。太陽光照射電極乙，激發其電子，然後經外電路傳導至電極甲，進而還原電解液中的氫離子，產生氫氣；同時，電極乙則可將水分子氧化產生氧氣。另外，研究發現，降低半導體材料的粒徑和添加其他催化材料，可有效增加光催化水分解效率。

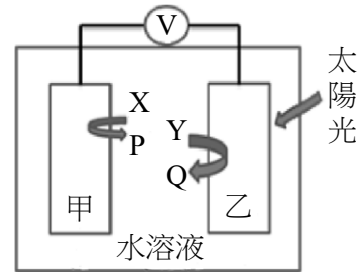


圖 2 光催化水分解示意圖

11. 下列有關光催化水分解的敘述，哪一項正確？

- (A) X為 H^+ ；P為 H_2
- (B) Y為 OH^- ；Q為 O_2
- (C) 電子流動方向，由甲電極至乙電極
- (D) 光催化水分解效率和催化材料大小及形狀無關
- (E) 光催化水分解效率和太陽光的波長及強度無關

意見內容：

此題(D)選項：「光催化水分解效率和催化材料大小及形狀無關」

1. 以文章中敘述來判斷，文中首段提到：「半導體材料（例如： TiO_2 ）及催化材料受到太陽光激發後……」，並在文章末段提到：「研究發現，降低半導體材料的粒徑和添加其他催化材料，可有效增加光催化水分解效率，皆將半導體材料和催化材料分開論述。並且「在降低半導體材料的粒徑和添加其他催化材料，可有效增加光催化水分解率」，此段敘述只提及材料大小對半導體材料的影響，而非對催化材料的影響，且又同時說明改變催化材料可增加光催化水分解效率的事實，此易讓考生認為粒徑只會影響半導體，而催化材料則需改變材料內容（而非改變粒徑），才能影響反應速率。
2. 且在理論上，均相觸媒（homogenous catalyst），由於反應物與觸媒混合均勻，其反應速率並不會受到觸媒粒徑或形狀的影響，而在此題中並未敘述觸媒為何相態，因此若以均相觸媒去判斷，便會判斷出光催化水分解效率和催化材料大小及形狀無關的結論。
3. 綜合上述 1.2，結合文章內容和實際理論，皆可能會判斷出(D)選項為正確，建議開放(D)選項為可選。

意見回覆：

1. 本題測驗考生對半導體材料應用和電解原理的瞭解程度。奈米級的二氧化鈦照光後具有氧化力，可當光觸媒原料，應用在殺菌、分解有機污染。由題幹敘述可知，降低半導體材料的粒徑和添加其他催化材料，可有效增加光催化水分解的效率。
2. 其次，光觸媒催化的反應，是屬於非勻相的反應，以半導體材料的 TiO_2 為例，即是透過這種固態的材料，受到太陽光激發後所產生的能量，促使反應的進行。此種非勻相反應的特性，與在水溶液中的勻相反應有相當的不同，會受到半導體催化材料粒徑的影響，故選項(D)光催化水分解效率和催化材料大小及形狀無關，為錯誤選項。

題號：18

題目：

18. 過錳酸鉀是實驗室中常見的試劑，常用於滴定及有機化學反應。下列有關過錳酸鉀的敘述，哪些正確？

- (A) 過錳酸鉀可將烷類化合物氧化成羧酸
- (B) 過錳酸鉀水溶液的濃度可直接用硫酸亞鐵來標定
- (C) 過錳酸鉀遇光會分解，故應儲存於棕色玻璃瓶中
- (D) 未用完的過錳酸鉀溶液，可用硫代硫酸鈉在酸性條件下處理，再倒入廢液桶中
- (E) 乙烯是果實天然產生的催熟劑，若在熟成室內置放過錳酸鉀，則可延緩其熟成

意見內容：

1. 選項(A)過錳酸鉀可將烷類化合物氧化成羧酸，由於未清楚表示是何種烷類化合物，因此，苯的烷類化合物，如甲苯，經過錳酸鉀反應，會被氧化產生苯甲酸，苯甲酸屬羧酸的一種，所以(A)選項正確。
2. 選項(B)若使用純無水硫酸亞鐵也可以穩定，且草酸根也會被空氣氧化，無法判斷哪個誤差大，應開放可選或不選。
3. 選項(D)未用完的過錳酸鉀溶液，可用硫代硫酸鈉在酸性條件下處理，再倒入廢液桶中。若只考慮酸條件硫代硫酸鈉可將過錳酸鉀還原成亞錳離子，該選項可選。但若考慮處理後，過量的硫代硫酸鈉在酸性環境會生成二氧化硫，造成酸雨等空氣汙染，則不選此選項；又根據教育部化學品管理方法，過錳酸廢液以添加過的稀硫酸，再以熱的高濃度草酸鈉溶液還原至溶液幾近無色，生成無毒的二氧化碳氣體，此處理方式較佳。建議(D)選項送分！
4. 選項(E)沒提過錳酸鉀是水溶液，題目中沒寫關鍵反應，無法判斷(E)正確與否。

意見回覆：

1. 本題測驗考生對實驗室常見氧化劑過錳酸鉀性質的瞭解程度。烷類的 C—C 與 C—H 鍵不易斷裂，因此常溫、常壓下，烷類不與強酸、強鹼、氧化劑及還原劑反應。意即過錳酸鉀無法將烷類化合物氧化成羧酸，故選項(A)錯誤。來函所提的甲苯或乙苯，屬於芳香烴，因其烷基接在苯環上而與烷類性質有很大的差異，故可與過錳酸鉀作用產生羧酸，但甲苯或乙苯並不屬於烷類。來函內容有誤，選項(A)為錯誤選項。
2. 硫酸亞鐵中的 Fe^{2+} 本身不安定，在空氣中易氧化變質為 Fe^{3+} ，不適合做為標準品標定過錳酸鉀。實驗室中，常以草酸鈉 ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 在加熱和酸性條件下標定過錳酸鉀溶液，標定後，再以該過錳酸鉀溶液滴定硫酸亞鐵，故選項(B)錯誤。

3. 未用完過錳酸鉀溶液的處理，應以稀釋、溫和的還原劑（如：硫代硫酸鈉），在酸性條件下與其充分反應，再倒入金屬廢液桶中，最後交予環保單位統一處理。在酸性條件下，過錳酸鉀與硫代硫酸鈉處理，比較可能的產物是 SO_4^{2-} ，並不會生成 SO_2 ，故不會衍生酸雨等問題。部分文獻建議以草酸鈉處理，也是可以接受的方式，惟因過錳酸鉀不易與常溫的草酸鈉反應，需將草酸鈉加熱至 70°C 以上，才比較容易與過錳酸鉀作用完全。考量過錳酸鉀的強氧化性，以及加熱草酸鈉所產生的危險，故以硫代硫酸鈉也是可考量的方式。相關資料請參見：

<http://gclab.thu.edu.tw/MSDS/7722-64-7.pdf>

4. 乙烯會與過錳酸鉀反應，變成乙二醇，反應式如下：



因此若在熟成室內放置過錳酸鉀，可與果實產生的乙烯作用，延緩熟成，故選項(E)正確。

5. 根據上述，本題的答案為(C)(D)(E)，並無疑義。

題號：19

題目：

19. 在奈米硫顆粒的合成實驗中，需要配製A、B兩溶液，其組成如下；

A：1.0 M硫代硫酸鈉2毫升 + 稀釋後的清潔劑5滴 + 水20毫升

B：2.0 M鹽酸溶液2毫升 + 水23毫升

首先，使用雷射筆照射，分別觀察A、B溶液是否出現光束；其次，將A、B溶液混合後，再觀察是否出現光束。下列有關此實驗的敘述，哪些正確？

(A)不論是A、B或混合溶液，都可以見到光束線

(B)奈米硫顆粒的合成原理可以用廷得耳效應來解釋

(C)合成反應中添加清潔劑，可使奈米硫顆粒分散於水中

(D)此合成實驗時，會出現刺鼻的氣味，是二氧化硫的味道

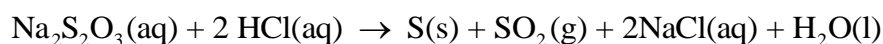
(E)此合成實驗中所得到的兩種含硫產物，兩者的硫具有相同的氧化態

意見內容：

沒有加清潔劑，奈米硫也可以分散在水中。建議答案：(C)D

意見回覆：

本題測驗考生對奈米硫粒的合成實驗瞭解程度。利用硫代硫酸鈉與鹽酸反應，合成奈米硫粒，形成膠體溶液；再藉由添加界面活性劑（清潔劑），分散溶液中的奈米硫粒，延長廷得耳效應存在的時間。反應式如下：



如果沒有加清潔劑，奈米硫粒確實也可以分散在水中，但時間會變短。本題的選項(C)「合成反應中添加清潔劑，可使奈米硫顆粒分散於水中」，敘述正確，為正確選項，並無疑義。

題號：20

題目：

20. 某無色氣體X可能是氫氣、甲烷、一氧化碳中的一種或數種的混合物。點燃收集在量筒內的X時，聽到爆鳴聲。另外，點燃經由噴嘴放出的氣體X，並將所產生的氣體Y收集後，進行下列兩個實驗：

- ①將Y通過白色硫酸銅粉末，會使其變藍
- ②將Y通入澄清的石灰水溶液，結果產生白色沉澱

根據以上敘述，下列對於氣體X可能組成的推論，哪些正確？

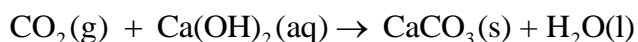
- (A)只有氫氣
- (B)只有甲烷
- (C)只有一氧化碳
- (D)只有氫氣與一氧化碳
- (E)含有氫氣、一氧化碳和甲烷

意見內容：

1. (D)選項“只有”與(E)選項“含有”互相矛盾。建議答案：(D)E
2. 甲烷與空氣中的氧氣燃燒也會產生爆鳴聲響，原理與氫氣同樣是由於燃燒時的溫度上升，而造成氣體快速膨脹，擠壓空氣而發出聲響，因此點燃甲烷會產生爆鳴聲也是符合實際情況的。甲烷可在點燃的情況下產生水與二氧化碳，符合題意。因此(B)選項甲烷也符合，開放作為答案。

意見回覆：

1. 本題測驗學生對常見氣體性質和燃燒產物鑑定方式的瞭解程度。
2. 氣體性質敘述如下：
 - 點燃收集在試管的氫氣會有爆鳴聲，一氧化碳與甲烷較無此特徵。
 - 氣體通過後白色硫酸銅粉末，使其變成藍色，代表氣體中含有H₂O。
 - 氣體通入澄清石灰水，產生白色沉澱（反應式如下），代表氣體中含有CO₂。反應式如下：



3. 推論氣體 X 中必須含有 H₂（因產生爆鳴聲）、必須含 C（因與澄清石灰水產生白色沉澱）。點燃甲烷並不會聽到爆鳴聲，但氫氣的爆鳴聲卻是很明顯，選項(B)不正確；選項(D)只有氫氣與一氧化碳、選項(E)含有氫氣、一氧化碳與甲烷。皆符合上述的題意內容，故本題的正確答案為(D)E，並無疑義。

題號：23

題目：

23. 已知在1大氣壓， CO_2 無沸點， CS_2 及 COS 的沸點分別為 46°C 及 -50°C 。下列相關的敘述，哪些正確？

- (A)三個分子均為非極性分子 (B)三個分子均可與水分子形成氫鍵
(C)三個分子內所有的鍵結均具有偶極矩 (D) CS_2 分子間主要的作用力為偶極-偶極力
(E) COS 分子間主要的作用力為偶極-偶極力

意見內容：

選項(E)中「主要」作用力兩字是否有爭議。的確 COS 分子同時具有「分散力」與「偶極-偶極作用力」，但該題有給出 CS_2 與 COS 兩者沸點數據差異，應是希望學生以「沸點數據下，進行討論彼此關係之差異處」，且不具有偶極-偶極作用力之 CS_2 的沸點，反而較高。這一點現象如 I_2 與 HI ，不具有偶極-偶極作用力的 I_2 ，反而沸點較高。表示著分子間作用力，其實是主要「先考慮分散力，當在分散力接近時，才另考慮偶極-偶極作用力」。又如： N_2 與 CO 兩者電子數相近，因 CO 多了偶極-偶極作用力，造成沸點較高。所以，該選項 COS 分子間作用力主，要還是分散力才對，只是在與分散力相近下的分子，多出的偶極-偶極作用力，才會突顯而出。建議此選項不選或送分！

意見回覆：

分子間的作用力主要有凡得瓦力和氫鍵，凡得瓦力可以分為：偶極-偶極力、偶極-誘發偶極力、分散力。只要是分子即具有分散力，極性分子間尚有偶極-偶極力，極性和非極性分子間，則另具偶極-誘發偶極力，而非極性分子間只有分散力。當比較 CO_2 、 CS_2 及 COS 三個分子時，因三者的分子量差異大，故需採取兩種不同的方式：

- (1) 當比較 CS_2 及 COS 時，因為 CS_2 沸點較高且不具有極性，故 CS_2 的分散力明顯大於 COS 。
- (2) 當比較 CO_2 及 COS 時，因 COS 沸點較高且具有極性，故除分散力外，偶極-偶極力亦為主要影響因素。

一般教科書都會提及，分散力是由鄰近的非極性原子或分子之電子雲發生瞬間偶極，屬於瞬間偶極-誘發偶極力。這種瞬間誘發偶極間的引力，只發生在較近的距離時，作用時間短，屬於最弱的分子間作用力。因 COS 為極性分子，故分子間主要作用力為偶極-偶極力，故選項(E)正確，並無疑義。

題號：非選擇題二

題目：

二、石灰是生石灰的俗稱，可以由加熱分解貝殼得到。石灰和水混合的產物是熟石灰，因其會吸收空氣中的二氧化碳，而逐漸硬化，是人類最早使用於建築的材料。張老師為了要同學活用化學知識，施展創造思維與綜合能力，以石灰與二氧化碳為例，講解物質的轉化以及循環，設計了下列實驗。

五種無機化合物，代號分別為甲、乙、丙、丁、戊，其互相轉化的關係如圖10所示。其中甲是不溶於水的固體，高溫分解產生固體乙與氣體丙；乙與液體X化合，產生丁；丙與Y（含鈉化合物）反應，產生戊；甲又是丁與戊反應的產物之一。

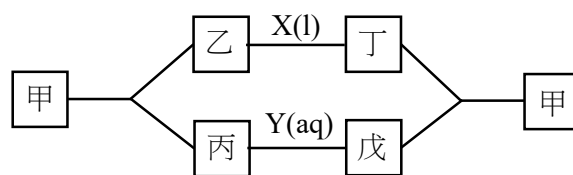


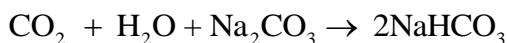
圖 10

根據這些敘述，用化學符號寫出完整且均衡的化學反應式，回答下列問題。反應式中不需要標示物質的狀態（每一子題2分，共6分）：

1. 寫出「乙 + X → 丁」的均衡化學反應式。（2分）
2. 寫出「丙 + Y → 戊」的均衡化學反應式。（2分）
3. 寫出均衡化學反應式，並解釋熟石灰能成為昔時重要建築材料的原因。（2分）

意見內容：

1. 第 2 小題，碳酸鈉溶於水也是一種含鈉化合物的水溶液，下述反應式亦成立：



2. 第 2 小題，「丙 + Y → 戊」，化學反應式有兩種：



意見回覆：

非選擇題參考答案於 7 月 15 日公布於本中心網站，較詳細的評分標準說明與考生作答情形分析，請參閱本中心將於 8 月 15 日出刊的第 300 期《選才電子報》。