

110 指考化學考科試題或答案之反映意見回覆

題號：7

題目：

7. 蘇同學做實驗時，有下列的操作：甲、將氫氧化鈉溶液，用燒杯對準管口，加入滴定管中；乙、將水徐徐倒入濃硫酸中並快速攪拌溶液；丙、實驗結束，將剩餘乾淨未用的藥品分別倒回原有藥瓶中；丁、將氫氧化鈉廢液先行中和再排放入水槽；戊、實驗結束，將所有使用過的藥品先予以混合，再倒入專用廢液桶中。上述有關實驗的敘述，何者正確？

(A)甲

(B)乙

(C)丙

(D)丁

(E)戊

意見內容：

1. 實驗操作「甲、將氫氧化鈉溶液，用燒杯對準管口，加入滴定管中」，須使用漏斗。
2. 實驗操作「丁、將氫氧化鈉廢液先行中和再排放入水槽」，應用大量清水稀釋後丟棄。
3. 本題建議送分。

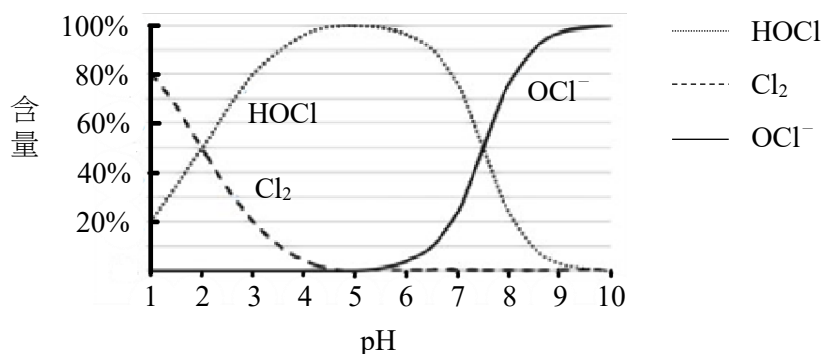
意見回覆：

1. 本題測驗考生對實驗操作、藥品及廢棄物處理的正確認識。
2. 甲的操作：「將氫氧化鈉溶液，用燒杯對準管口，加入滴定管中」，欲將燒杯內的溶液加入滴定管中，應使用漏斗，可避免溶液灑出，直接使用燒杯對準管口，將氫氧化鈉溶液加入滴定管中，為錯誤的操作。
3. 丁的操作：「將氫氧化鈉廢液先行中和再排放入水槽」，氫氧化鈉為強鹼，不適合直接倒入水槽，應先以酸性溶液先進行中和，若未進行酸鹼中和，直接倒入水槽，可能產生危險，各版本的實驗活動手冊皆有提及。至於以大量清水稀釋後倒入水槽，應是酸鹼中和後的步驟，兩者並非互相排斥，故丁的操作為正確。本題選項(D)正確，並無疑義。

號：8

題目：

8. 新冠病毒猖獗，使用含氯的非酒精性消毒劑甚多，也常發生意外。圖2為定溫下，某濃度的溶液中 Cl_2 、 HOCl 及 OCl^- 三個物種的含量（%），隨pH值不同而變化的曲線。下列有關 Cl_2 及 HOCl 的敘述，何者**錯誤**？



- (A) Cl_2 能溶於pH=5的水溶液
- (B) Cl_2 溶於pH=1的水溶液會生成 Cl^-
- (C) Cl_2 溶於pH=2的水溶液反應中，會生成 OCl^-
- (D) Cl_2 溶於pH=2的水溶液，消失的 Cl_2 全部轉化成 HOCl
- (E) Cl_2 溶於pH=2的水溶液反應中， Cl_2 是氧化劑，也是還原劑

意見內容：

1. 根據相關文獻，至於圖形中的縱軸含量，應改為有效氯的含量，並要說明有效氯的意義，依據歐洲的相關文獻，有效氯分成3個部分：

- (1) Cl_2 當中，在水中會形成 HOCl 的其中1個Cl
- (2) HOCl 中的Cl
- (3) OCl^- 中的Cl

圖形標示、題幹敘述不夠詳盡，會讓學生誤以為是3個酸重量百分比，故整題應予以送分。(文獻出處：<http://www.hydroinstruments.com/files/Basic%20Chemistry%20of%20Chlorination.pdf>)

選項(B)：以 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ，而 Cl^- 是由 HCl 解離而得，並非有效氯，所以沒有標示在圖形上，會導致判斷錯誤。

選項(C)：以 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ，而 HClO 會解離出少量的 H^+ 以及 OCl^- ，但由圖8可得， OCl^- 在pH 2時含量為0。

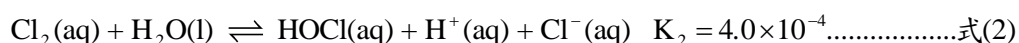
2. 由圖形呈現，次氯酸以及次氯酸根於此圖中表示不同線段，選項(C) Cl_2 溶於pH=2的水溶液反應中，由圖可知生成 HOCl 約50%，而 OCl^- 為0%，其 OCl^- 曲線於pH > 5才出現，故建議此題送分或開放答案為(C)或(D)。

意見回覆：

1. 本題測驗考生對於 pH 值影響 Cl_2 、 HOCl 、 OCl^- 物質間平衡變化的瞭解。

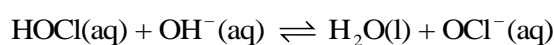
2. 根據高中選修化學下冊各版本的內容與圖 2 可知：

(1) Cl_2 溶於水會發生自身氧化還原反應，所生成的次氯酸為很強的氧化劑，平衡反應如下：



隨著 pH 值增加， Cl_2 含量逐漸下降。

(2) 當 Cl_2 含量逐漸下降，則 HOCl 含量逐漸增加，但是溶液 pH 值上升達一定值後， HOCl 會與 OH^- 作用而生成 OCl^- ，反應如下：



此時 HOCl 含量下降，而 OCl^- 含量逐漸增加。

3. 來函所提的選項(B)、(C)與(D)說明如下：

(1) 根據上述式(2)，氯氣於水中反應生成三種粒子，分別為 H^+ 、 Cl^- 以及 HClO ，故選項(B)敘述正確。

(2) 根據上述式(2)，氯氣於水中反應生成三種粒子，分別為 H^+ 、 Cl^- 以及 HClO 。 HClO 為弱酸，溶於水後，其解離反應式為： $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OCl}^-$ ，故於 pH=2 的水溶液，仍會解離產生 OCl^- ，故選項(C)敘述正確。

(3) 根據上述式(2)， $\text{Cl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HOCl}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ，消失的 Cl_2 一半生成 HOCl 、一半生成 OCl^- ，而非全部轉化成 HOCl ，故選項(D)敘述錯誤。

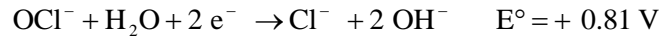
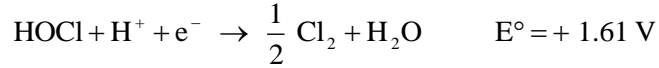
4. 本題雖未提供有效氯的概念，但根據高中所學，應可正確回答各選項。此題選擇錯誤敘述，故正確答案(D)並無疑義。

5. 本題所參考的文獻為：International Journal of Advanced and Applied Sciences (2018), 5(2) p. 108-117. 圖形所參考的資料為：<http://www.protank.com/sodium-hypochlorite>，即是以含量(%)作呈現。

題號：9

題目：

9. 已知 OCl^- 及 HOCl 的標準還原電位表如下：



下列有關 Cl_2 、 NaOCl 及 HOCl 的敘述，何者正確？

- (A) HOCl 的 pK_a 值約為 7.5
- (B) NaOCl 可用於洗手消毒
- (C) HOCl 及 NaOCl 均為鹼性化合物
- (D) 相同濃度的溶液， HOCl 比 NaOCl 還原力強
- (E) NaOCl 的溶液在低於 $\text{pH} 5$ 的條件下，會有 Cl_2 產生

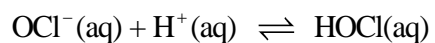
意見內容：

1. 根據衛生福利部疾病管制署之公開資訊：「沒有自來水，但仍有其他儲水或乾淨水源：可以泡製 3 之 5ppm 含氯漂白水置於附有水龍頭之儲水桶，先打開儲水桶水龍頭用小水量漂白水沾濕雙手搓揉約 20 秒後，再以少量含氯漂白水沖洗雙手，最後再另以清水洗掉殘留的漂白水」。
 2. 第 8 題縱坐標是「含量」，應以「濃度」或明確單位最為標準。且次氯酸還原電位為正值，故無法完全否認氯氣生成的可能性。
 3. NaOCl 與酸會產生 Cl_2 ，反應式為： $4 \text{NaOCl} + 4 \text{H}^+ \rightarrow 4 \text{Na}^+ + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Cl}_2 + \text{O}_2$ 。
- 故建議此題送分或開放答案為(A)或(B)或(E)。

意見回覆：

1. 家用漂白水的活性成分是次氯酸鈉，可作為家庭中去汙、漂白與殺菌之用。次氯酸鈉是一種氧化劑，也是一種鹼性物質，較適合作為環境的清潔與消毒，不適合用於人體，恐造成皮膚的病變。若要使用含次氯酸鈉的漂白水，需要經過大量的水稀釋後才可使用，直接使用，會造成皮膚的傷害。漂白水就是拿來做環境的消毒，不是拿來洗手；消毒清潔用品若要用在人體身上，必須要通過食藥署檢驗才可以。（參考網址：<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/3625901>）。

2. NaOCl的溶液在酸性的條件下，會進行反應如下：



反應所產生的HOCl，若要產生Cl₂，則需要有Cl⁻的存在。選項中並未提供Cl⁻，故不會有Cl₂的產生。

3.本題的正確選項為(A)，並無疑義。

題號：17

題目：

17. 鋁熱劑的主要成分為鋁及氧化鐵，先以火焰槍或鎂帶加熱引發後，二者進行反應，產生熔融態的鐵，可供焊接之用。下列相關化學反應的敘述，哪些正確？

- (A)反應為放熱反應
- (B)反應有氧氣參與
- (C)反應屬於氧化還原反應
- (D)此反應中，鋁比鐵較易失去電子
- (E)在反應中鋁為氧化劑，氧化鐵為還原劑

意見內容：

鋁熱劑的主要成分為鋁及氧化鐵，先以火焰槍或鎂帶加熱引發後，二者進行反應，產生熔融態的鐵，可供焊接之用。無論火焰槍或鎂帶加熱引發，都需要氧氣的參與，且本題未限制範圍於「鋁及氧化鐵」之間的反應，故建議答案為(A)(B)(C)(D)。

意見回覆：

根據題幹敘述為「鋁熱劑的主要成分為鋁及氧化鐵，先以火焰槍或鎂帶加熱引發後，二者進行反應，產生熔融態的鐵，可供焊接之用。」，故化學反應是指「鋁熱劑」中，鋁與氧化鐵二者的化學反應。鋁熱劑作用的反應式為： $2 \text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{Fe}$ ，此反應除了利用鋁還原了氧化鐵產生熔融態的鐵，不僅是氧化還原反應，亦是放熱反應，且不需要氧氣的參與，火焰槍或鎂帶加熱的目的在於引發此化學反應，此題正確選項為(A)(C)(D)，並無疑義。

題號：18

題目：

18. 古代人們發現，取自於柳樹中的柳酸，構造如圖6所示，可以用來止痛及治療風濕。但是，柳酸會造成胃部不適。可利用柳酸與醋酸或乙酐的反應製得乙醯柳酸，就是阿司匹靈。

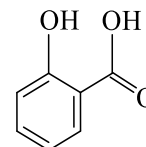


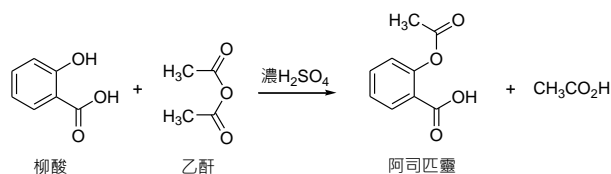
圖 6

下列有關乙醯柳酸的敘述，哪些正確？

- (A) 常溫下乙醯柳酸易溶於水中
- (B) 柳酸和乙醯柳酸均有分子內氫鍵
- (C) 乙醯柳酸有5個 π 鍵及17個 σ 鍵
- (D) 柳酸的羥基和醋酸的羧基進行反應，是一種酯化反應
- (E) 柳酸和乙酐反應，以濃硫酸作為催化劑，可製備乙醯柳酸

意見內容：

選項(E)所敘述反應：



若以濃硫酸催化，系統中的硫酸提供 H^+ ，將使 $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ 向左反應，使乙酸濃度提升，導致使阿司匹靈製備方程式向左反應。因此，以此方法催化反應是否不妥？

意見回覆：

水楊酸中官能基會形成分子內氫鍵，加入濃硫酸可以破壞水楊酸分子中羥基與羧基間形成的氫鍵，使醯化反應較易完成。高中實驗課本中的阿司匹靈的製備反應，即是以濃硫酸作為催化劑，此題正確選項為(B)(D)(E)，並無疑義。

題號：21

題目：

21. 細胞培養液中的溶氧量不易偵測，但利用某些特定錯合物的螢光則可以測得。於溶液中，錯合物的螢光訊號強度，會隨氧氣的濃度增加而下降。某一個鈦錯合物，即有此種性質，其化學式為 $[\text{RuL}_3]\text{Cl}_2$ ，其中，Ru與三個配位基L錯合。圖7為配位基L的結構式。

下列有關此錯合物的敘述，哪些正確？

- (A) Ru為+2價離子
- (B) 配位基L是單牙基
- (C) $[\text{RuL}_3]\text{Cl}_2$ 為6配位的錯合物
- (D) 錯合物具有21個雙鍵
- (E) 硝酸銀溶液和錯合物溶液作用可產生沉澱

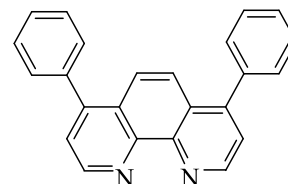


圖 7

意見內容：

選項(C) $[\text{RuL}_3]\text{Cl}_2$ 為 6 配位的錯合物，未指出是金屬還是配位基的配位數，建議答案為(A)(C)(E)或(A)(E)。

意見回覆：

1. 過渡金屬元素可與陰離子或具孤對電子之分子，形成配位化合物或稱錯合物。配位化合物常包含錯離子，錯離子是由中心金屬與配位子（或配位基）所構成。中心金屬與配位子間之鍵結，並不會因溶於水而斷裂，故一般認為金屬與配位子間之鍵結，具有共價鍵特性，稱為配位共價鍵。通常為強調配位化合物中錯離子的部分，會以 [] 括弧標記。
2. 所謂配位數，即中心金屬與配位子間的鍵結數目。配位子與中心金屬間僅形成一個鍵結者，稱為單牙配位子。若配位子中有兩個以上的原子具有孤對電子，可同時和中心金屬形成鍵結，則稱為雙牙或多牙配位子。選項(C)為 $[\text{RuL}_3]\text{Cl}_2$ 為 6 配位的錯合物，即金屬 Ru 與三個配位基 L 錯合，配位基 L 是雙牙基，故錯合物為 6 配位的化合物。若以配位子(或配位基)而言，則是以單牙基、雙牙基或多牙基稱之。正確選項為(A)(C)(E)，並無疑義。

題號：22

題目：

22. 聚乳酸是一種環境友善、可降解的聚合物，可由單體甲或單體乙聚合而成，其結構如圖8。

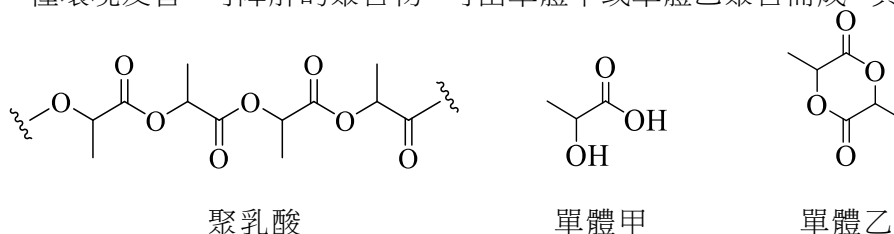


圖 8

下列相關的敘述，哪些正確？

- (A) 聚乳酸為聚醚類聚合物
- (B) 聚乳酸不易溶於水
- (C) 單體乙可直接經由縮合反應脫水生成聚乳酸
- (D) 使用等莫耳數的單體甲及單體乙分別進行聚合，可生成等重量的聚乳酸
- (E) 使用等重量的單體甲及單體乙分別進行聚合，後者可生成較重的聚乳酸

意見內容：

選項(B)若不經過背誦難以判斷，由圖片之結構式可知，平均每3個碳，會有兩個氧，至多可與水產生4個氫鍵，可能使其易溶於水，無法判斷聚乳酸不易溶於水，而考生可以藉此判斷選項(B)錯誤，故建議答案為(B)(E)或(E)。

意見回覆：

聚合物通常是由不同數目的單體聚合成的混合物，其平均分子量大約在 10^3 以上；若聚合物的分子鏈上有官能基，此官能基性質則會影響此聚合物之性質。聚合物因其分子結構大，雖然具備可與水形成氫鍵的官能基，但對於水的溶解度不大，此為聚合物的基本性質，各版本課本皆有提及，故選項(B)正確。本題的答案為(B)(E)，並無疑義。

題號：非選擇題三

題目：

三、丹麥今年啟動了氨氣工業生產的綠色程序，使用固態氧離子電解槽（SOEC），過程中不需要高成本的空氣分離，圖 9 為其裝置示意圖。將適當比例的空氣和水蒸氣通入陰極，兩者均進行電解，氧氣生成 O^{2-} ，水蒸氣產生 H_2 和 O^{2-} 。氧離子薄膜只允許氧離子（ O^{2-} ）通過，並在陽極反應。已知 SOEC 電解水的效率可達 80%，在通入莫耳數比為 1:3 的空氣和水蒸氣後，經電解生成甲和乙兩部分的氣體。甲含有未反應的水蒸氣，將甲通過除水裝置後，直接導入哈柏法製程，即可製造氨。

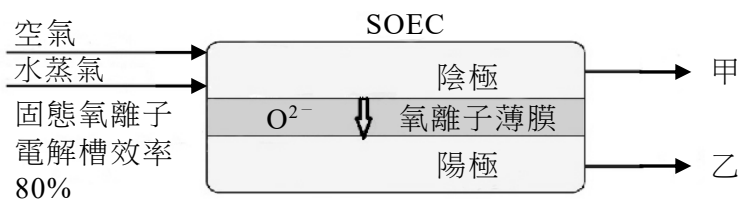


圖 9

根據這些實驗結果，回答下列問題。（共 8 分）

1. 寫出甲部分的氣體中，除了水蒸氣外，所含兩種主要氣體的化學式。（2 分）
2. 寫出兩種在實驗室中用於吸收水蒸氣的常用化合物的化學式。（2 分）
3. 寫出陽極的係數平衡電化學半反應式。（2 分）
4. 已知 SOEC 電解水的效率可達 80%。由化學計量的觀點，說明在此效率下，需要通入莫耳數比為 1:3 的空氣和水蒸氣的原因。（2 分）

意見內容：

題目所敘述為「實驗室用於吸收水蒸氣的常用化合物的化學式」，考量各版本教科書所舉的例子皆不盡相同，建議只要符合題目條件的答案均應計分。例如： $NaOH$ 、 $Mg(ClO_4)_2$ 、 $CaCl_2$ 、 $CuSO_4$ 等答案。

意見回覆：

1. 本題的答案較為多元，只要符合吸收水蒸氣特性的化合物都可給分。
2. 非選擇題參考答案將於 8 月 13 日（五）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 9 月 15 日（三）出刊的第 325 期《選才電子報》。