

# 臺北縣立高中職 99 學年度教師聯合甄選

## 化學科試題

考生作答說明：

- 一、請先檢視答案卡個人資料與准考證是否相符？如果不符，請立即向監試人員反映。
- 二、本試題計 10 題選擇題，答案為單選，依題意於 A、B、C、D 四個選項中擇一作答。簡答題 5 題，申論題 2 題。
- 三、題目如涉及計算，禁止使用電子計算功能設備運算。
- 四、請使用黑色 2B 鉛筆於答案卡上畫記作答，禁止使用立可白塗改，以免無法判讀。
- 五、答案卡、答案本（卷）與試卷須一起繳交，始可離開試場。

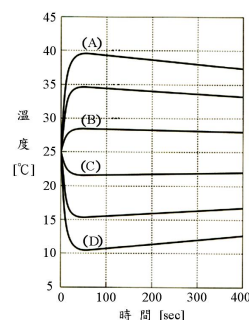
### 一、選擇題：20%，每題 2 分

- (C) 1. 請問分子式為  $C_4H_6$  的同分異構物共有幾個？  
(A) 5 (B) 6  
(C) 7 (D) 8
- (B) 2. 一 U 形管分 A、B 兩邊，兩邊管徑與形狀相同，中間以半透膜分離，半透膜只有水分子能通過。若於 A 中倒入 100 毫升 2.0 M 的  $CaCl_2$  水溶液，試問 B 中應倒入多少毫升 1.0 M 的 KI 水溶液，才能使 A、B 兩邊平衡後，液面的高度相同？  
(A) 400 (B) 300  
(C) 200 (D) 100
- (C) 3. 當稀硝酸加入氯化銀水溶液中，氯化銀在水中的溶解度變化為下列哪一種情況？  
(A) 增加 (B) 減少  
(C) 不變 (D) 先增加再減少
- (D) 4. 在氫原子中，其電子經下列哪一組能階轉換，可放出最多能量？  
(A)  $n = 6 \rightarrow n = 3$  (B)  $n = 1 \rightarrow n = 4$   
(C)  $n = 8 \rightarrow n = 2$  (D)  $n = 3 \rightarrow n = 1$

- (C) 5. 氯化銨溶於水的反應式如下所示：



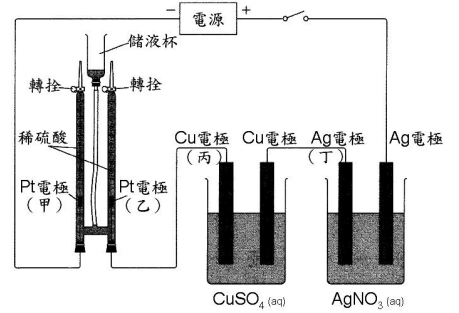
今將溫度  $25^\circ C$  的水 94.6 g 裝入保利龍杯中，再添加 5.4 g 的氯化銨後，馬上攪拌並測量水溫並記錄之。假設此 1 g 的溶液其溫度每升高  $1^\circ C$  所需的熱量為 4.2 J，則(圖一)中哪一曲線最能適切表示此溶液溫度隨時間的變化關係？(C1 = 35.5)



- (C) 6. 將 HCl 滴入醋酸( $HC_2H_3O_2$ )水溶液中，則下列何者的濃度會上升？ (圖一)  
甲： $H^+$  乙： $C_2H_3O_2^-$  丙： $HC_2H_3O_2$   
(A) 僅有甲的濃度上升 (B) 甲與乙的濃度皆上升  
(C) 甲與丙的濃度皆上升 (D) 乙與丙的濃度皆上升
- (D) 7. 將  $KClO_3(s)$  ( $K = 39$ ,  $C1 = 35.5$ ,  $O = 16$ ) 加熱，可分解成  $KCl(s)$  及  $O_2(g)$ ，若將 24.5 克的  $KClO_3(s)$  及 0.2 莫耳的  $O_2(g)$  加入 2.5 公升的容器內，並加熱到  $KClO_3(s)$  完全分解，則當容器的溫度降至  $32^\circ C$  時，容器內之壓力 (atm) 最接近下列哪個數值？  
(A) 2 (B) 3  
(C) 4 (D) 5

8-9 為題組：

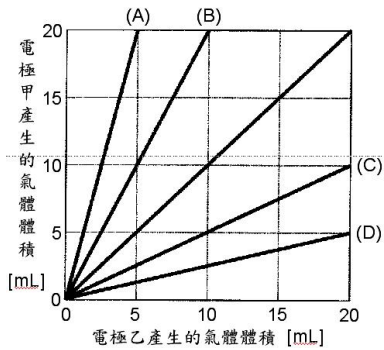
以固定電流的方式通入某一電解裝置，如(圖二)所示，並測量各電極(甲)~(丁)的產物之體積或質量變化。試回答第 8~9 題。(Cu = 64, Ag = 108)



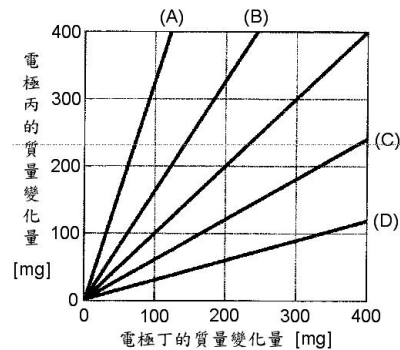
(圖二)

(B) 8. 實驗結果甲、乙兩電極產物的氣體體積關係，應以(圖三)的哪一直線表示最適當？

(D) 9. 實驗結果丙、丁兩電極的質量變化量關係，應以(圖四)的哪一直線表示最適當？



(圖三)



(圖四)

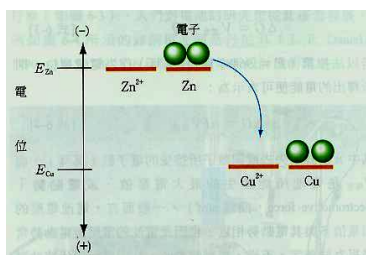
(A) 10. 有關甲~戊等五種化學現象與專有名詞的配對中，若其配對正確打○，配對錯誤打X，則下列選項中哪一個組合是正確的？

	化學現象	專有名詞
甲	利用半透膜包住蛋白質水溶液並浸泡水中，可去除小分子或離子等不純物。	滲透壓
乙	汽車引擎的冷卻水添加乙二醇，可防凍結。	凝固點下降
丙	把大量的食鹽加入高濃度的肥皂水中，肥皂將像白色糟粕似地浮在水面。	凝聚
丁	紅血球浸泡在水中會膨脹而破裂。	透析
戊	在河流的出海口，微細的泥巴常易沈積而成三角洲。	鹽析

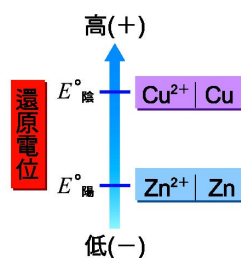
選項	甲	乙	丙	丁	戊
(A)	X	○	X	X	X
(B)	X	○	X	X	○
(C)	○	○	○	X	X
(D)	○	X	X	○	○

## 二、簡答題：30%，每題 6 分

1. 高三選修化學的電化學單元中，有關鋅銅電化電池與半電池的電位標示圖，不同版本有不同的圖示，例如：正、負電位的座標方向不一，如(圖五)、(圖六)；也有類似高低能階的標示，且把金屬及其離子與電子的電位或是能階高低標示相同，令人難以理解，如(圖六)。

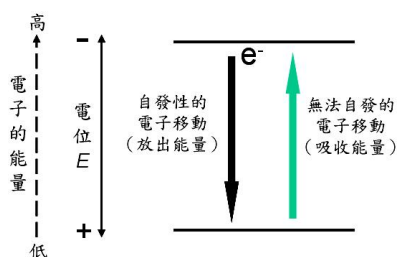


(圖五)



(圖六)

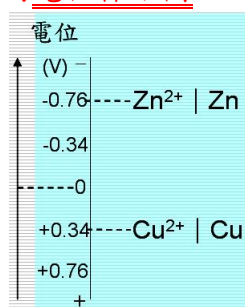
如果以電子的能量高低來論述，則負電荷粒子較喜好正電位方向，電子能量愈高愈不穩定，反應愈趨向低能量（較正電位）方向進行，所以電子的能量高低與電位正、負座標的習慣標示法如(圖七)所示。



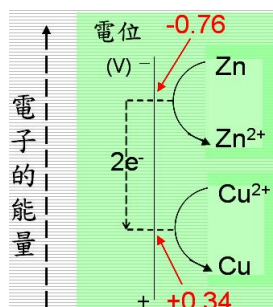
(圖七)

試依此座標的標示方式修正(圖六)(鋅銅電化電池的電位標示圖)，同理也畫出鉛蓄電池的電位標示圖。

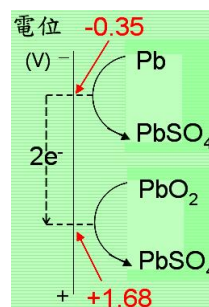
答：鋅銅電化電池的電位標示圖



或



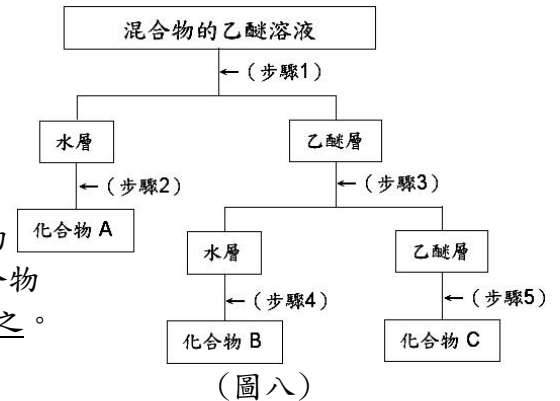
鉛蓄電池的電位標示圖



(電位的數值可不標出！)

2. 有芳香族化合物—酚、苯胺、苯甲酸等混合物的乙醚溶液，為了完全分離這些芳香族化合物，在室溫下進行如(圖八)所示的實驗流程及其步驟1~5。實驗流程圖的實驗步驟1~5可能分別為以下(a)~(g)操作中的一個適當選項。

- (a)加入碳酸氫鈉水溶液充分震盪混合後靜置  
 (b)加入氫氧化鈉水溶液充分震盪混合後靜置  
 (c)加入稀鹽酸充分震盪混合後靜置  
 (d)蒸餾  
 (e)加入稀鹽酸後再用乙醚萃取游離出來的化合物  
 (f)加入氯化鈉水溶液後再用乙醚萃取游離出來的化合物  
 (g)加入氫氧化鈉水溶液後再用乙醚萃取游離出來的化合物  
 試寫出流程圖中化合物A、B、C的結構式，並簡要說明之。



答：化合物A、



B、



C、



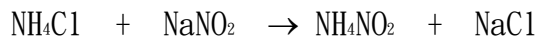
先經步驟1的(c)加入稀鹽酸使苯胺形成  $C_6H_5NH_3^+Cl^-$  溶於水層而分離，再以步驟2的(g)加入氫氧化鈉水溶液游離出再以乙醚萃取出來。而剩下含兩化合物的乙醚層則先以步驟3的(a)加入弱鹼使苯甲酸形成  $C_6H_5COO^-Na^+$  溶於水層而分離，再以步驟4的(g)加入稀鹽酸水溶液游離出再以乙醚萃取出來。

3. 比較下列三個實驗所製備的氮氣密度大小，試寫出密度由大到小的排序並簡要說明理由。

實驗一：將乾燥的空氣通過熾熱的細銅片上以除去氧氣，再導入含苛性鈉的U形管後，可得空氣中的氮氣，訂此為氮氣A。

實驗二：將乾燥的空氣和過量的氮氣混合，通過熾熱的細銅片上，得到的氣體再次通過熾熱的銅片上，進而依序導入含稀硫酸的洗氣瓶、苛性鈉的U形管、濃硫酸的洗氣瓶，進行精製，訂此為氮氣B。

實驗三：將氯化銨和亞硝酸鈉的混合溶液加熱至約  $70^\circ C$ ，經二階段的化學反應產生氮氣。



生成的氣體依序通過重鉻酸鉀與硫酸混合溶液的洗氣瓶和熾熱的銅片上精製，訂此為氮氣C。

答： $A > B > C$ —實驗一乃認為從空氣中去除氧氣和二氧化碳即可得到氮氣，事實上氮氣A還含有其他尚未去除的微量成分如Ar；實驗二乃假設實驗一所製備的氮氣A是純氮氣的話，那麼即使再加入純氮氣，其密度也不會變化才對，實際上卻稀釋了；實驗三則是乾燥的純氮氣。

4. 某種醋為  $0.83\text{ M}$  的乙酸水溶液，在此醋中乙酸會解離  $0.47\%$ ，則乙酸的  $K_a$  為何？

$$K_a = 1.84 \times 10^{-5}$$

5. 超氧粒子 ( $O_2^-$ ) 是人們老化的主要原因，試問  $O_2^-$  的鍵級 (bond order) 為何？

$O_2^-$  的鍵級為 2.5

### 三、申論題(計算)：50%，每題 25 分

1. 閱讀以下各文章回答(1)~(5)問題：

現今應用在防污、淨水、脫臭、抗菌、大氣淨化等方面的光觸媒，主要以二氧化鈦 ( $TiO_2$ ) 為主。這個  $TiO_2$  光觸媒效應在 1972 年被發現—水溶液中的  $TiO_2$  電極在紫外線的照

射下，可將水分解產生氧氣，而在陰極的白金電極產生氫氣。

已知  $\text{TiO}_2$  屬離子晶體，其晶體結構由  $\text{Ti}^{n+}$  與  $\text{O}^{2-}$  離子所組成，陰、陽離子的正負電荷相互抵銷，整體呈中性。且六個  $\text{O}^{2-}$  位在以  $\text{Ti}^{n+}$  為中心的正八面體之頂點並與  $\text{Ti}^{n+}$  接觸。試依此段敘述回答第(1)~(2)題。

(1) 在二氧化鈦結晶中，鈦離子  $\text{Ti}^{n+}$  的  $n$  相當於哪一整數？與每一個  $\text{O}^{2-}$  接觸的  $\text{Ti}^{n+}$  離子有幾個？

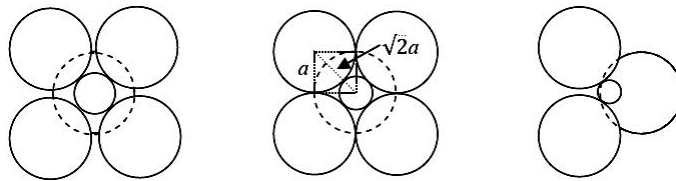
答：陰陽離子的正負電荷相互抵銷， $\text{TiO}_2$  整體呈中性： $+n \times 1 + (-2) \times 2 = 0$ ， $\therefore n = 4$ 。一個  $\text{Ti}^{4+}$  被六個  $\text{O}^{2-}$  包圍接觸，+4 電荷被  $-2 \times 6 = -12$  電荷包圍，其中 -4 用來抵銷  $\text{Ti}^{4+}$  電荷，所以每個  $\text{O}^{2-}$  分擔  $-4/6 = -2/3$ 。相當於每個  $\text{O}^{2-}$  所持的 -2 電荷分成 3 份，亦即平分給 3 個  $\text{Ti}^{4+}$ ，可視為與每個  $\text{O}^{2-}$  接觸的  $\text{Ti}^{n+}$  離子有 3 個。

(2) 正八面體結構的離子半徑比 ( $\text{Ti}^{n+} / \text{O}^{2-}$ ) 約為 0.5，此半徑比若小於某一數值  $x$ ，則  $\text{Ti}^{n+}$  離子無法與六個  $\text{O}^{2-}$  接觸，轉變成僅能與四個  $\text{O}^{2-}$  離子接觸的正四面體。

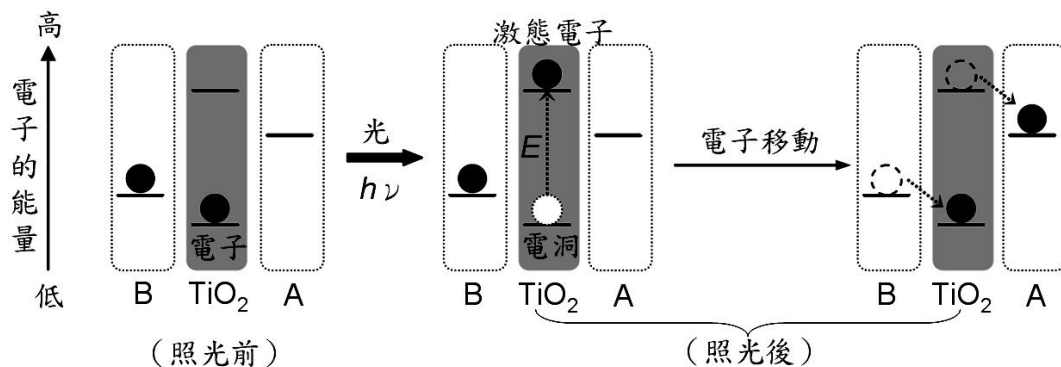
試求此  $x$  值？(注意：有效數字 2 位)

答：正八面體如下左圖，中心為  $\text{Ti}^{4+}$ ，若  $\text{Ti}^{4+}$  小於像下中圖所示的半徑，則  $\text{Ti}^{4+}$  無法與六個  $\text{O}^{2-}$  接觸，而形成如下右圖的四面體。所以只要算出下圖中間情況的半徑比即可。

$$\sqrt{2}a - a = 0.41a \quad \therefore x = 0.41$$



二氧化鈦光觸媒的基本原理如(圖九)所示， $\text{TiO}_2$  吸收紫外光後，電子被激發形成電洞與激態電子，若周遭存在某些分子或離子接受激態電子而被還原(如圖九中的 A)，或提供電子填充電洞而被氧化(如圖九中的 B)。換言之，光觸媒從污垢、臭味等成分物質奪取電子，使之氧化而分解。



(圖九)

另一方面，若能利用光觸媒，藉由激態電子將水還原而產生氫氣(反應 1)，藉由電洞將水氧化而產生氧氣(反應 2)，則可將此氫氣應用於燃料電池或火箭燃料，亦即將光能轉變成化學能。但利用  $\text{TiO}_2$  光觸媒將水還原以產生氫氣的反應，在中性 pH 值條件下是相當困難的工程。試依此段敘述回答第(3)~(4)題。



(3) 試分別寫出反應 1 與 反應 2 的反應式，反應式中需含電子 ( $e^-$ )。

答：反應 1： $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

反應 2： $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$

(4) 假設  $\text{TiO}_2$  不因 pH 值改變而產生變化，則降低 pH 值，對反應 1、反應 2 分別有何影響？變得容易或變得更困難？

答：pH 值下降， $[\text{H}^+]$  增高，反應 1 向右，變容易；反應 2 向左，變難

光觸媒實驗用的密閉石英反應容器中，含  $\text{TiO}_2$  光觸媒粉末與氧氣、氮氣、水蒸氣及  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$  的某有機物 ( $\text{C}_k\text{H}_m\text{O}_n$ ) 等四種氣體。當紫外光照射一段時間後，分析反應容器內的所有物質，發現該有機物完全氧化分解而消失，氧氣減少  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 、水蒸氣增加  $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 、生成二氧化碳  $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 、氮氣與  $\text{TiO}_2$  的量完全不變，且無其他新物質。試依此段敘述回答第(5)題。

(5) 該有機物 ( $\text{C}_k\text{H}_m\text{O}_n$ ) 化學式中的整數  $k$ 、 $m$ 、 $n$  分別為多少？該有機物的結構式最可能為何？已知此實驗中的還原反應式為  $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$   
試寫出該實驗的氧化反應式？

答：依體積比可得知反應式： $2\text{C}_k\text{H}_m\text{O}_n + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2$

$$2k = 4 \times 1, 2m = 4 \times 2, 2n + 5 \times 2 = 4 \times 1 + 4 \times 2$$

$$\therefore k = 2, m = 4, n = 1, \text{C}_2\text{H}_4\text{O}, \text{最可能為 } \text{CH}_3\text{CHO}$$

已知還原反應及全反應式：



氧化：



$\therefore$  氧化反應：全反應式 - 5 x 還原反應式



( $k = 2, m = 4, n = 1$  代入反應物中亦可)

2. 有一個容器，左、右各是 1 公升的球體，中間有一個氣體閥門開關著如(圖十)所示，在  $27^\circ\text{C}$  下，左邊球體內含 2 莫耳的氯化氫氣體，右邊球體內有氮氣 12.3 atm，若將閥門打開，使左右氣體完全混合且反應完畢溫度不改變，回答以下題目：

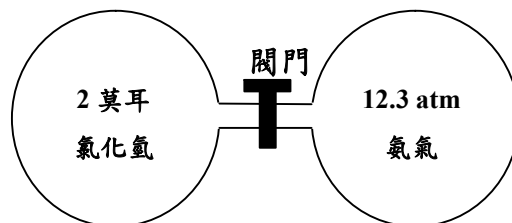
(1) 所形成的氯化銨有多少克？

(2) 剩下的氣體為何？

(3) 剩下幾莫耳的氣體？

(4) 容器內的壓力為多少？

(5) 若溫度上升至  $47^\circ\text{C}$ ，則壓力變為多少？



(圖十)

(1) 26.75 g

(2) HCl

(3) 1.5 mol

(4) 18.45 atm

(5) 19.68 atm