

國立彰化高級中學 112 學年度科學班甄選化學科實驗實作

【測驗說明】

- 實驗實作分梯、分組進行，為維護公平性，請於指定休息區內活動，禁止與不同組別學生交談，否則扣實作成績 5 分，情節嚴重者以舞弊論。
- 請確認自己的實驗桌編號以及准考證號碼、姓名是否正確。
- 測驗說明後便不可離開座位。測驗時請勿離開自己編號之實驗桌走動或與他人交談、借用器材，否則扣實作成績 5 分，情節嚴重者以舞弊論。
- 手機或平板電腦等通訊產品請勿攜帶於身上或置於桌面、抽屜，否則扣實作成績 5 分，情節嚴重者以舞弊論。
- 實作前請先確認藥品器材清單，若有缺項或破損請舉手向監考老師反應，其餘一概不補發。
- 各項藥品限量使用，用完不再提供。
- 鈴聲響起才可開始作答，答案書寫於答案卷上，否則不予計分。
- 可於試題空白處計算草稿，測驗結束後試題及答案卷一併收回。
- 進行實作時請將答案卷置於抽屜，以免實驗時溶液將答案卷毀損，若不慎將答案卷汙損，請舉手向監考老師反應。
- 實作成果 3 分。實作完成，請舉手，待監考老師簽收成果，否則不予計分。
- 測驗包含實作與問答，答題時，不一定要先進行實作，於測驗時限內完成的實作成果，均可請監考老師檢查。
- 計算題需列出算式，問答题需說明原因或判斷過程，否則不予計分。
- 各節起訖時間以搖鈴聲為主，測驗結束搖鈴聲響起時請立即停止作答，否則扣實作成績 5 分，情節嚴重者以舞弊論。
- 測驗結束收卷後，請聽從監考老師指示，進行器材整理並通過檢查才可離開，否則扣實作成績 5 分。

【藥品器材清單】

請務必清點下列清單，若有缺項或破損請舉手向監考老師反應，藥品限量使用，用完不再提供。

一、器材

▼ 個人器材

(置於紅色塑膠盆)

器材名稱	數量
蒸發皿	1
濾紙	2
稱量紙	2
護目鏡	1
橡膠手套	1 雙
棉紗手套	1 雙
夾鏈袋	1
滴管	1

▼ 公用器材

(置於實驗桌及藍色塑膠盆)

器材名稱	規格	數量
電子天平		1
打火機		1
酒精燈		1
陶瓷網		1
玻璃棒		1
藥匙		1
量筒	10 mL	1
燒杯	50 mL	1
漏斗		1
坩鍋夾		1
鑷子		1
鐵架		1
大鐵環(含支架及螺絲)		1
小鐵環(含螺絲)		1
洗滌瓶(內裝純水)		1
尖嘴瓶(內裝丙酮)		1
衛生紙		1
簽字筆		1

二、藥品(置於紅色塑膠盆)

藥品名稱	濃度(或重量)	體積	數量	備註
A：樣品溶液	未知	25 mL	1 罐	
B：硫酸	3 M	10 mL	1 罐	具腐蝕性，實驗時小心勿接觸皮膚或眼睛。
C：鋅粉	2 克		1 罐	

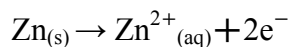
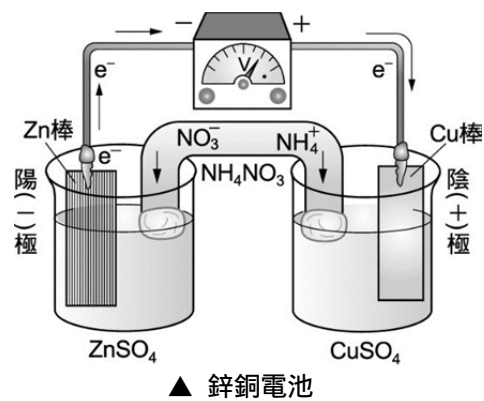
注意事項：

1. 請將答案書寫於答案卷上，計算題需列出算式，問答題需說明原因或判斷過程，否則不予計分。
2. 實作完成，請舉手，待監考老師簽收實作成果。

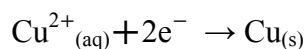
【閱讀以下文章後，進行實驗，並回答相關問題】

化學電池(簡稱電池)是由兩個半電池所組成，一為陽極，通常由易失去電子的金屬構成，發生氧化反應，在電池上標示為負極；另一為陰極，由能接受電子的物質組成，發生還原反應，在電池上標示為正極。

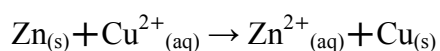
例如：鋅銅電池在放電過程中，負極(陽極，發生氧化半反應)為鋅，正極(陰極，發生還原半反應)為銅，將鋅浸於 1 M 硫酸鋅水溶液，銅浸於 1 M 硫酸銅水溶液，兩杯溶液間以盛有硝酸銨水溶液的鹽橋連接。當導線接通時，鋅片發生氧化半反應，放出電子，變成鋅離子；電子經由導線傳至陰極的銅片，燒杯中的銅離子自銅片上獲得電子，進行還原半反應。將陰陽兩極半反應相加，即得鋅銅電池全反應式。



陽極(負極)，氧化半反應



陰極(正極)，還原半反應



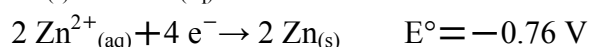
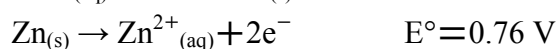
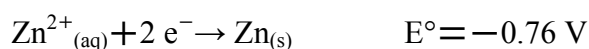
鋅銅電池全反應

在鋅銅電池中， Cu^{2+} 還原成 Cu 的趨勢大於 Zn^{2+} 還原成 Zn。化學家用還原電位來描述物質接受電子的趨勢。還原電位愈高者，得電子的傾向愈大。還原電位高低與半電池中各物質的本性有關，也與溫度、壓力及濃度等反應條件有關。為能客觀比較各物質得到電子的趨勢，規定溫度 25 °C，水溶液中離子濃度 1 M，氣體分壓 1 atm 時的還原電位稱為標準還原電位(以 E° 表示)，單位通常為伏特(V)。常見物質的標準還原電位如表 1 所示。

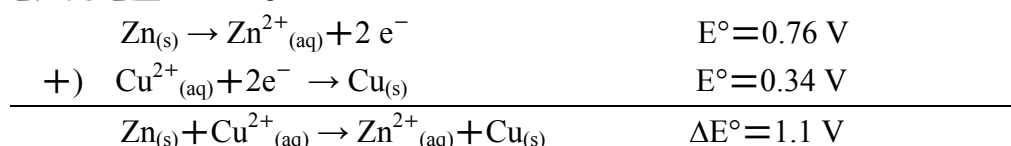
▼ 表 1_常見物質的標準還原電位(25 °C 時)

還原半反應	E° (V)	還原半反應	E° (V)
$\text{F}_{2(g)} + 2e^{-} \rightarrow 2\text{F}^{-}_{(aq)}$	2.87	$\text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Ni}_{(s)}$	-0.25
$\text{Co}^{3+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Co}^{2+}_{(aq)}$	1.82	$\text{Co}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Co}_{(s)}$	-0.28
$\text{Au}^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightarrow \text{Au}_{(s)}$	1.50	$\text{Cd}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cd}_{(s)}$	-0.40
$\text{Cl}_{2(g)} + 2e^{-} \rightarrow 2\text{Cl}^{-}_{(aq)}$	1.36	$\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Cr}^{2+}_{(aq)}$	-0.42
$\text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^{+}_{(aq)} + 4e^{-} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	1.23	$\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Fe}_{(s)}$	-0.44
$\text{Br}_{2(l)} + 2e^{-} \rightarrow 2\text{Br}^{-}_{(aq)}$	1.07	$\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightarrow \text{Cr}_{(s)}$	-0.74
$2\text{Hg}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}_{(aq)}$	0.92	$\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Zn}_{(s)}$	-0.76
$\text{Hg}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Hg}_{(l)}$	0.85	$2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2e^{-} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^{-}_{(aq)}$	-0.83
$\text{Ag}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$	0.80	$\text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Mn}_{(s)}$	-1.18
$\text{Hg}_2^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow 2\text{Hg}_{(l)}$	0.80	$\text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^{-} \rightarrow \text{Al}_{(s)}$	-1.66
$\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	0.77	$\text{Be}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Be}_{(s)}$	-1.70
$\text{I}_{2(s)} + 2e^{-} \rightarrow 2\text{I}^{-}_{(aq)}$	0.54	$\text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Mg}_{(s)}$	-2.37
$\text{Cu}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$	0.52	$\text{Na}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Na}_{(s)}$	-2.71
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$	0.34	$\text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Ca}_{(s)}$	-2.87
$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Cu}^{+}_{(aq)}$	0.16	$\text{Sr}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Sr}_{(s)}$	-2.89
$\text{Sn}^{4+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Sn}^{2+}_{(aq)}$	0.15	$\text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Ba}_{(s)}$	-2.90
$\text{S}_{(s)} + 2\text{H}^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_{(g)}$	0.14	$\text{Cs}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Cs}_{(s)}$	-2.92
$2\text{H}^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{H}_{2(g)}$	0.00	$\text{Rb}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Rb}_{(s)}$	-2.92
$\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Pb}_{(s)}$	-0.13	$\text{K}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{K}_{(s)}$	-2.93
$\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Sn}_{(s)}$	-0.14	$\text{Li}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Li}_{(s)}$	-3.05

在使用還原電位時，當半反應的方向逆轉，則由還原半反應變成氧化半反應，其電位須乘以-1。當半反應的係數乘上某一倍數時，其還原電位不變，因為還原電位是物質得到電子的趨勢，不因莫耳數多寡而改變。例如：



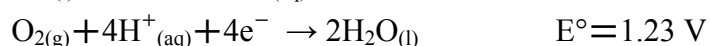
還原電位較高的半電池，得電子傾向較大，在電池中擔任陰極；還原電位較低的半電池，得電子傾向較小，反而容易失去電子，在電池中擔任陽極。陰極與陽極間的還原電位差，便是化學電池的電壓。例如：鋅銅電池中，銅離子的還原電位較高，作為陰極；鋅離子的還原電位較低，作為陽極，因此將半反應方向逆轉，變成氧化半反應，其電位乘以-1。鋅銅電池的電壓 ΔE° 為：



電池電壓能預測氧化還原反應能否自然發生，凡是 $\Delta E^{\circ} > 0$ 的反應將可自然發生；反之， $\Delta E^{\circ} < 0$ 的反應無法自然發生，須由外界提供能量才可進行反應。

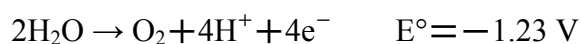
除了計算電池電壓，吾人也可利用還原電位大小，預測電解產物。以不參與反應的石墨棒作為惰性電極，電解 MnBr_2 水溶液為例，其裝置如附圖所示。將兩支電極的一端分別接在直流電源的正、負極，另一端置入含有 MnBr_2 水溶液的電解槽中。通電後，接在電源負極的這端為負極，由還原電位大的物質獲得電子，進行還原反應，該端為陰極；而接在電源正極的這端為正極，由氧化電位大的物質釋放出電子，進行氧化反應，此端為陽極。

由表 1 可知下列標準還原電位：



反應前，溶液中的物質有 Mn^{2+} 、 Br^{-} 、 H_2O 。

陽極可能的反應：



由於 Br^{-} 的氧化電位高於 H_2O ，所以由 Br^{-} 反應，產物為 Br_2 。

陰極可能的反應：

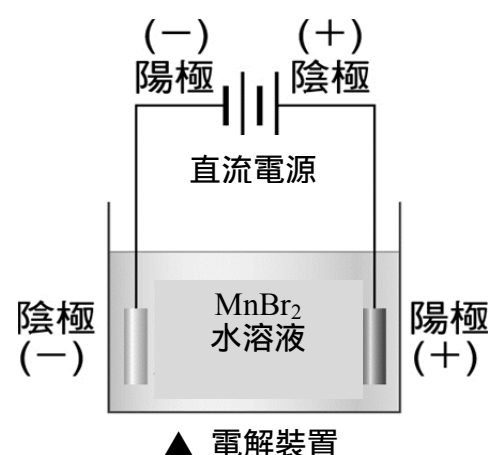


由於 H_2O 的還原電位高於 Mn^{2+} ，所以由 H_2O 反應，產物為 H_2 與 OH^{-} 。

全反應： $2\text{Br}^{-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{H}_2 + 2\text{OH}^{-}$ $\Delta E^{\circ} = (-1.07 \text{ V}) + (-0.83 \text{ V}) = -1.9 \text{ V}$

$\Delta E^{\circ} < 0$ 表示反應無法自然發生，必需提供大於 1.9 V 之電壓，方可使反應發生。

當電極不是惰性電極時，若是陽極的金屬氧化電位最高，則由金屬電極失去電子生成金屬陽離子。例如銅的電解精煉是以含有雜質的粗銅作陽極，純銅作陰極，硫酸銅溶液為電解液。在電解過程中，陽極的粗銅氧化成銅離子，銅離子移到陰極獲得電子還原而析附在純銅上，得到純度 99.95 % 以上之銅，方可用於製作電器電線。



一、測量硫酸銅濃度

【實驗原理】

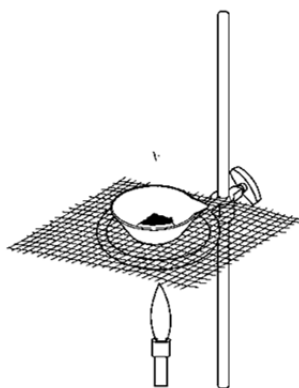
本實驗目的為測量溶液中的硫酸銅濃度。加鋅於含有硫酸銅的溶液中，銅離子被金屬鋅還原產生銅的沉澱，過濾收集銅沉澱，由沉澱重量換算溶液中的硫酸銅重，進而求得其重量百分率濃度。

【實驗步驟】

- (1) 將蒸發皿擦拭乾淨後稱重，記錄其重量。
- (2) 取瓶蓋標示 A 之樣品溶液約 10 mL，加入蒸發皿中，連同蒸發皿稱重並記錄。
- (3) 稱取約 0.5 克鋅粉，緩緩加入溶液中並攪拌之。觀察水溶液顏色變化，若仍有藍色存在則須再稍加鋅粉，直到溶液藍色完全消失為止。
- (4) 於此溶液中慢慢滴加約 2 mL 硫酸，直至溶液無氣泡產生為止。
- (5) 取一張濾紙稱重並記錄，進行過濾，裝置如附圖所示。
- (6) 使用大約 5 mL 的丙酮洗滌濾紙上之沉澱後，將沉澱連同濾紙置於蒸發皿，依附圖裝置，緩緩加熱烘乾(注意不可加熱過速)。沉澱完全乾燥後，關閉火源，待溫度降至室溫後，稱量沉澱與濾紙之總重。
- (7) 繳交成果：將沉澱連同濾紙，置入夾鏈袋，用簽字筆寫上准考證號碼及姓名。舉手，待監考老師簽收。
- (8) 數據處理：由銅沉澱重，換算溶液中硫酸銅重量，並計算硫酸銅的重量百分率濃度(需列出計算過程)。
(原子量：O=16、S=32、Cu=64)
- (9) 清洗器材並歸位，個人器材與藥品置於紅色塑膠盆，鐵環與鐵架置於實驗桌，公用器材置於藍色塑膠盆(天平需關機)。



▲ 過濾裝置



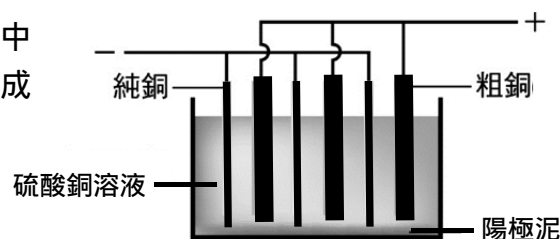
▲ 烘乾裝置

【問題】

1. 參考表 1，寫出鋅與硝酸銀水溶液的化學反應式，並計算此反應的 ΔE° 為若干伏特？
(反應式係數以最簡整數表示，並列出計算過程)
2. 在步驟(4)中，為何需等到不再有氣泡產生，才可進行後續步驟？
3. 在步驟(6)中，使用丙酮洗滌沉澱的目的為何？
4. 在步驟(6)中，為何需恢復至室溫，才能稱重？
5. 某生進行此實驗時，於步驟(6)不慎加熱過速，產生酸臭刺鼻氣體與黑色粉末，試問其化學式分別為何？
6. 某生仿照此實驗方法，測量硫酸銅和硝酸銀的混合粉末中，兩者之重量。取該混合粉末 10.1 克，加入適量純水，使之完全溶解後，仿照步驟(1)~(6)，最終得到金屬沉澱 6.04 克。試問該混合粉末中，兩者的重量分別為若干克？
(需列出計算過程。原子量：N=14、O=16、S=32、Cu=64、Ag=108)

背面尚有試題

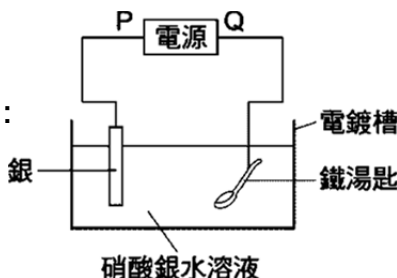
二、附圖為電解精煉粗銅裝置示意圖，其中陽極泥為雜質的淤渣沉澱。已知粗銅中含有鋅、鎳、金、銀、鉑等雜質。試判斷當精煉完成時，陽極泥中含有哪些成份，並說明原因。



三、附圖為鐵湯匙鍍銀的線路簡圖，回答下列問題：

1. P 端為正極或負極？

2. 分別寫出銀端、鐵湯匙端所進行的半反應。



四、附圖為鹼氯工業中電解飽和氯化鈉水溶液裝置示意圖，回答下列問題：

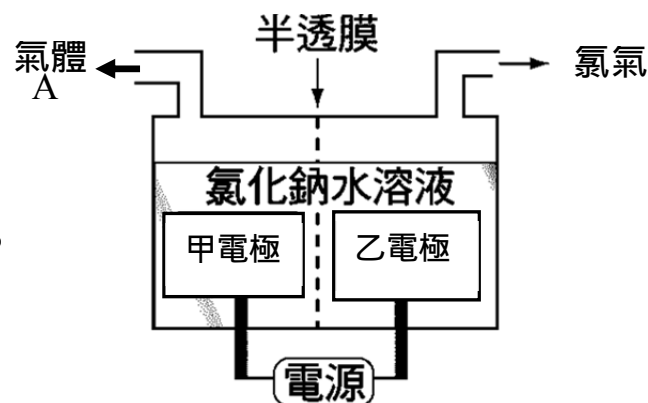
1. 氣體 A 的化學式為何？

2. 試判斷電解後，甲電極附近之水溶液會呈現酸性或鹼性，並說明原因。

3. 已知裝置中的半透膜僅允許陽離子通過，試問裝設該半透膜的目的為何？

4. 將氯氣通入水中，可得到漂白水的有效成份——次氯酸(HClO)。

試寫出氯氣溶於水之化學反應式(反應式係數以最簡整數表示)。



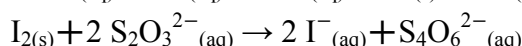
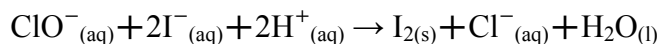
五、某生欲自製消毒水，仿照鹼氯工業的實驗裝置，進行以下步驟：

(1) 配製飽和食鹽水溶液。

(2) 將惰性電極插入飽和食鹽水溶液中，通入 10 安培直流電，經過 772 秒，收集到氯氣 196 mL。

(3) 將步驟(2)之氯氣完全通入純水中，得到漂白水 50 mL。

(4) 為測量漂白水次氯酸濃度，取步驟(3)之漂白水 40 mL，稀釋至 500 mL 後，取出 25 mL 置入錐形瓶，加入過量 KI(s) 和數滴澱粉液，以 0.02 M 硫代硫酸鈉(Na₂S₂O₃)溶液進行滴定。由錐形瓶中溶液的顏色變化判斷滴定終點，當反應完成時，共耗去硫代硫酸鈉溶液 25 mL。已知次氯酸根與碘離子、硫代硫酸根與碘，分別進行以下反應：



試回答下列問題：

1. 在步驟(4)中，達到滴定終點時，錐形瓶溶液的顏色變化為何？

2. 在步驟(2)中，電解生成氯氣的產率為若干%？(產率 = $\frac{\text{實際產量}}{\text{理論產量}} \times 100\%$ 。假設電解過程中，溫度為 25 °C、外界壓力為 1 atm，此時每莫耳氣體的體積為 24.5 公升)

3. 由步驟(4)計算，自製漂白水所含有的次氯酸，其體積莫耳濃度為若干 M？

4. 在步驟(3)中，氯氣溶於水後，有多少百分比的氯氣轉換為次氯酸？

(原子量：H=1、O=16、Na=23、S=32、Cl=35.5)

提示：法拉第電解定律： $n \times \frac{\Delta W}{M} = \frac{Q}{F}$

F：法拉第常數，表示每莫耳電子所攜帶的電量，1 法拉第=96500 庫侖

ΔW ：析出物質的質量變化

M：析出物質的莫耳質量

Q：通入電量(庫侖)=電流(安培)×時間(秒)

n：得失電子數。

背面尚有試題

六、閱讀有關辛烷值的介紹後，回答下列問題。

以汽油為引擎的燃料時，汽油先與空氣混合，注入引擎，再經火星塞點火燃燒，產生高溫氣體，體積膨脹產生推力，推動引擎活塞。若油氣在火星塞點火前產生自燃，便會與點火後燃燒產生的動力互相衝擊，造成引擎的爆震，降低引擎工作效率。燃料的抗爆震程度以辛烷值表示，辛烷值愈大，表示汽油的抗爆震能力愈大；辛烷值愈小，表示汽油的爆震情形愈嚴重。正庚烷的抗爆震能力甚差，其辛烷值訂為零。異辛烷的抗爆震能力甚優，其辛烷值訂為 100。若某汽油之抗爆震性相當於「體積百分率 92% 異辛烷+8% 正庚烷」混合物之抗爆震性，則此汽油辛烷值為 92，稱為 92 汽油。

1. 下列關於辛烷值的敘述，哪些錯誤？

(本題為多重選擇題，答案不只 1 個，全對才給分)

- (A) 98 無鉛汽油中異辛烷的體積占 98 %
- (B) 辛烷值只能用於烷類燃料
- (C) 92 汽油較 95 汽油容易發生爆震
- (D) 辛烷值有可能超過 100
- (E) 由表 2 數據可知，丙烷的辛烷值應大於 80
2. 參照表 2 數據，將表列四種烷的化學式中所含有的碳原子個數作為橫軸，辛烷值為縱軸，在答案卷方格紙上繪製烷類碳原子數與辛烷值的關係圖。
3. 由上題所繪製的關係圖推求，正辛烷的辛烷值為若干？(需列出計算過程)

▼ 表 2_常見烷類的辛烷值

名稱及化學式	辛烷值
正丁烷 C_4H_{10}	80
正戊烷 C_5H_{12}	53
正己烷 C_6H_{14}	26
正庚烷 C_7H_{16}	0

試題結束