

2010 年第六屆全國高級中學化學科能力競賽

實驗決賽

試題有三題，共 3 頁

競賽主題：利用氧化還原滴定中之碘滴定法來完成實做。

所謂氧化還原滴定是利用氧化還原反應原理為基礎的滴定分析方法。在氧化還原反應中，身為氧化劑的化合物會從還原劑上獲得電子，氧化劑因而被還原；而還原劑則是把電子給予氧化劑，自身則被氧化。氧化還原滴定可分為兩種：一種是以氧化劑作為滴定劑的氧化滴定法。另一種則是以還原劑為滴定劑的還原滴定法。

碘滴定法是利用 I_2 的氧化性和 I^- 的還原性進行滴定的分析方法；其可能產生的誤差來自於 I_2 的揮發性及 I^- 受空氣之氧化。然而因 I_2 的揮發性所造成的分析誤差，在加入適量的碘化鉀後，即可減少產生。

$I_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-$ 的標準還原電位 $E_0 = 0.54V$ ，由其 E_0 值可知， I_2 是一種較弱的氧化劑，而 I^- 是中等強度的還原劑。因此有兩種碘滴定法可供進行：(1) 利用標準碘溶液來氧化標準還原電位比碘低的元素(或化合物)，此滴定法稱為直接滴定法。(2) 利用碘化鉀的還原性來還原標準電位比碘高的元素(或化合物)，再滴定還原游離出來之碘，此滴定法稱為間接滴定法。

題目一、維他命 C 錠的定量

取貼有維他命 C 錠分析標籤的固體樣品，利用直接滴定法定量樣品中維他命 C 的含量，並在答案卷上寫下詳細的實驗步驟。

【提示 1】 直接滴定法是利用碘溶液滴定待測物質，當超過滴定終點時過量的碘遇澱粉指示劑則呈藍色。

【提示 2】 反應方程式如下：

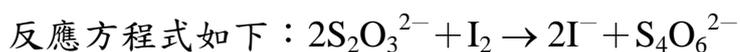


題目二、漂白劑的分析

在貼”漂白劑的分析”標籤的樣品中，一個樣品為漂白水，另一個樣品為漂白粉溶液，請利用間接滴定法分別定量出兩個樣品中個別的有效氯含量(%)。

【提示 1】 在間接滴定法中，於酸性氧化劑中加入過量碘化鉀後所產生的碘，再利用硫代硫酸鈉溶液使含有澱粉的藍色溶液變成無色，所以必須在接近終點顏色由棕色變淡時再加入澱粉液，即可獲得較敏銳的滴定終點。

【提示 2】 硫代硫酸鈉 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，在空氣中很容易潮解，因此硫代硫酸鈉溶液必須經過標定。



【提示 3】

$$\text{漂白水的有效氯含量計算式：} \text{Cl}\% = \frac{\text{FW}_{\text{Cl}_2}}{\text{FW}_{\text{NaClO}}} * 100\%$$

$$\text{漂白粉的有效氯含量計算式：} \text{Cl}\% = \frac{\text{FW}_{\text{Cl}_2} * 2}{\text{FW}_{\text{Ca}(\text{ClO})_2}} * 100\%$$

題目三、水中溶氧的測定

利用碘滴定法定量樣品(貼"水中溶氧的測定"標籤)之水中溶氧的濃度。

【提示】

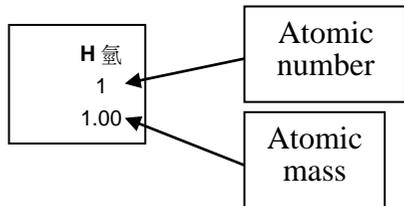


【實驗步驟】

1. 標定硫代硫酸鈉溶液。
2. 定量水中溶氧：
 - (1) 取待測樣品。
 - (2) 打開蓋子分別加入 2.15M MnSO_4 溶液與 KI-NaOH 溶液(添加時，滴管均要深入溶液中)。
 - (3) 小心加蓋後搖一搖並靜待沉澱物下沉。
註:搖晃過程中需注意不能有氣泡產生。
 - (4) 確定沉澱物下降達 3 cm 以上。
 - (5) 滴管深入溶液中加入濃硫酸。
 - (6) 小心加蓋後再搖一搖直到沉澱物完全溶解。
註:若尚有很多沉澱物則可再加入 0.5 mL 濃硫酸使沉澱物溶解。
 - (7) 取 200 mL 待測溶液至錐形瓶中。
 - (8) 以標定過的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定待測溶液至淡黃色。
 - (9) 加入澱粉指示劑至錐形瓶中。
 - (10) 再繼續以標定過的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定至無色。
 - (11) 計算水中溶氧量，標示單位為 mg/L。

附錄一、週期表

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| H 氫 1 1.0079 | | | | | | | | | | | | | | | | | He 氦 2 4.003 |
| Li 鋰 3 6.941 | Be 鈹 4 9.012 | | | | | | | | | | | B 硼 5 10.811 | C 碳 6 12.011 | N 氮 7 14.007 | O 氧 8 15.999 | F 氟 9 18.998 | Ne 氖 10 20.180 |
| Na 鈉 11 22.990 | Mg 鎂 12 24.305 | | | | | | | | | | | Al 鋁 13 26.982 | Si 矽 14 28.086 | P 磷 15 30.974 | S 硫 16 32.066 | Cl 氯 17 35.453 | Ar 氬 18 39.948 |
| K 鉀 19 39.098 | Ca 鈣 20 40.078 | Sc 釷 21 44.95 | Ti 鈦 22 47.88 | V 釩 23 50.942 | Cr 鉻 24 51.996 | Mn 錳 25 54.938 | Fe 鐵 26 55.847 | Co 鈷 27 58.933 | Ni 鎳 28 58.693 | Cu 銅 29 63.546 | Zn 鋅 30 65.39 | Ga 鎵 31 69.723 | Ge 鍺 32 72.61 | As 砷 33 74.992 | Se 硒 34 78.96 | Br 溴 35 79.904 | Kr 氪 36 83.80 |
| Rb 銣 37 85.468 | Sr 銣 38 87.62 | Y 釷 39 88.906 | Zr 鈦 40 91.224 | Nb 鈮 41 92.906 | Mo 鉬 42 95.94 | Tc 錳 43 98.906 | Ru 鈳 44 101.07 | Rh 銠 45 102.91 | Pd 鈀 46 106.42 | Ag 銀 47 107.87 | Cd 鎘 48 112.41 | In 銦 49 114.82 | Sn 錫 50 118.71 | Sb 銻 51 121.76 | Te 碲 52 127.60 | I 碘 53 126.90 | Xe 氙 54 131.29 |
| Cs 銣 55 132.91 | Ba 鋇 56 137.33 | Lu 鑷 71 174.97 | Hf 鈷 72 178.49 | Ta 鉭 73 180.95 | W 鎢 74 183.85 | Re 銠 75 186.21 | Os 銱 76 190.2 | Ir 銦 77 192.22 | Pt 鉑 78 195.08 | Au 金 79 196.97 | Hg 汞 80 200.59 | Tl 鉍 81 204.38 | Pb 鉛 82 207.2 | Bi 鉍 83 208.98 | Po 釷 84 209 | At 砒 85 210 | Rn 氡 86 222 |
| Fr 銣 87 223 | Ra 鐳 88 226 | Lw 103 | Unq 104 | Unp 105 | Unh 106 | Uns 107 | Uno 108 | Une 109 | Uun 110 | Uuu 111 | Uub 112 | Uut 113 | Uuq 114 | Uup 115 | Uuh 116 | Uus 117 | Uuo 118 |
| | | La 釷 57 138.91 | Ce 鈾 58 140.12 | Pr 釷 59 140.91 | Nd 釷 60 144.24 | Pm 釷 61 146.92 | Sm 釷 ⁶² 63 150.36 | Eu 釷 63 151.97 | Gd 釷 64 157.25 | Tb 釷 65 158.93 | Dy 釷 66 162.50 | Ho 釷 67 164.93 | Er 釷 68 167.26 | Tm 釷 69 168.93 | Yb 釷 70 173.04 | | |
| | | Ac 釷 89 227 | Th 釷 90 232.04 | Pa 釷 91 231.04 | U 釷 92 238.03 | Np 釷 93 237.05 | Pu 釷 94 244 | Am 釷 95 243 | Cm 釷 96 247 | Bk 釷 97 247 | Cf 釷 98 251 | Es 釷 99 252 | Fm 釷 100 257 | Md 釷 101 258 | No 釷 102 259 | | |



附錄二、各項藥品性質及危險性列表（係依英文字母排列）

共 2 頁

| | 英文名稱 | 中文名稱 | 化學式 | 藥品性質及危險性 |
|---|----------------------|-------|---------------------|---|
| 1 | Ascorbic acid | 維他命 C | $C_6H_8O_6$ | 藥品性質：白色晶體；熔點 192 °C；溶於水；微溶於酒精；不溶於乙醚、氯仿、苯、石油醚、油類、脂類；乾燥時於空氣中穩定。無毒。 |
| 2 | Calcium carbonate | 碳酸鈣 | $CaCO_3$ | 藥品性質：白色粉末或無色晶體，無臭無味，無毒性。比重 2.7-2.95，在 825 °C 分解。極微溶於水，可溶於酸而放出二氧化碳。 |
| 3 | Calcium chlorite | 次氯酸鈣 | $Ca(ClO)_2$ | 藥品性質：白色晶體，有強烈氯氣氣味。比重 2.71；遇水分解。 <u>危險性：強氧化劑，與有機物質接觸會引起火災。</u> |
| 4 | Hydrochloric acid | 鹽酸 | HCl | 藥品性質：熔點 -35 °C，沸點 108.6 °C，無色或淡黃色發煙液體，有刺激性嗆鼻氣味，全溶於水， <u>為具強烈酸性的高腐蝕性酸。與金屬接觸會產生氫氣，可能引起火災或爆炸。</u> <u>危險性：吞食有害，吸入有毒，可能造成嚴重皮膚灼傷及眼睛損傷。</u> |
| 5 | Manganous sulfate | 硫酸亞錳 | $MnSO_4 \cdot H_2O$ | 藥品性質：半透明，淡玫瑰紅，易風化稜晶。可溶於水；不溶於酒精。比重 2.107；熔點 30 °C。 |
| 6 | Potassium dichromate | 重鉻酸鉀 | $K_2Cr_2O_7$ | 藥品性質：黃紅透明晶體；苦，鹼味道。溶於水；不溶於乙醇。比重 2.676；熔點 396 °C；沸點,在 500 °C 分解。 <u>危險性：吸入、攝取有毒。強氧化劑，與有機物質接觸會引起火災。</u> |
| 7 | Potassium iodate | 碘酸鉀 | KIO_3 | 藥品性質：白色晶粉。無臭；溶於水，硫酸(稀)；不溶於乙醇。比重 3.9；熔點 560 °C。低毒性。 |
| 8 | Potassium iodide | 碘化鉀 | KI | 藥品性質：白色晶體，粒狀或粉末；強苦鹹味。溶於水，乙醇，丙酮及甘油。比重 3.123；熔點 686 °C；沸點 1330 °C。低毒性。 |

| | | | | |
|----|--------------------|-------|---|---|
| 9 | Sodium bicarbonate | 碳酸氫鈉 | NaHCO ₃ | 藥品性質：白色晶塊或粉末；冷卻略鹹味。溶於水，不溶乙醇。在乾空氣中穩定，在濕氣中漸分解。比重 2.159；熔點在 270 °C 失去 CO ₂ 。低毒性。 |
| 10 | Sodium carbonate | 碳酸鈉 | NaCO ₃ | 藥品性質：白色，無臭，小晶體或晶形粉末；鹼味；比重 1.55。溶於水與甘油；不溶於乙醇。不可燃。低毒性。 |
| 11 | Sodium hydroxide | 氫氧化鈉 | NaOH | 藥品性質：熔點 318 °C，沸點 1390 °C，為粒狀白色固體，無味，在空氣中會吸水及二氧化碳，可溶於水，其水溶液為透明無色液體。 <u>危險性：在水氣存在下對組織有腐蝕性，會引起失明，永久性傷害和死亡，煙霧可能引起肺部傷害。</u> |
| 12 | Sodium Thiosulfate | 硫代硫酸鈉 | Na ₂ S ₂ O ₃ · 5H ₂ O | 藥品性質：白色半透明晶體粉末，溶於水及松節油，不溶於乙醇；可於霧氣中潮解。在乾空氣 33 °C 以上風化；比重 1.729；熔點 48°C；於沸點分解。 |
| 13 | Sulfuric acid | 硫酸 | H ₂ SO ₄ | 藥品性質：沸點 274 °C，分解溫度 340 °C，分解時會產生毒氣，為無色至暗褐色吸濕性油狀液體，溶於水。為氧化劑，與金屬接觸會產生氫氣，可能引起火災或爆炸，與水會產生劇烈反應。 <u>危險性：吞食、吸入可能致死，會腐蝕眼睛、皮膚、呼吸道，其無機酸霧滴具致癌性。</u> <u>警告：強氧化物質勿與強酸、強鹼混合。</u> |
| 14 | Starch | 澱粉 | - | 藥品性質：白色，非晶體，無為粉末或粒狀。可得不同的晶形，包括微晶。在熱水發生不可逆凝膠作用。與甲胺、甲酸及強鹼,金屬鹽在室溫會引起粒子膨脹。 |

2010 年第七屆全國高級中學化學科能力競賽

實驗決賽 答案

實驗數據

題目一

計算維他命 C 錠的含量(以 mg/錠表示): 500 mg/錠。

題目二

計算漂白水樣品的有效氯含量(以%表示): 5.71 %。

計算漂白粉樣品的有效氯含量(以%表示): 0.249 %。

題目三

水中溶氧的濃度(以 mg/L 表示) 6.053 mg/L。