

普通化學實驗教材（上）

環境工程學系專用

99.09.23

第一週

課程簡介

實驗室安全光碟教學

第二週

週期表、化學命名

第三週

化學命名

第四週

化學命名

實驗室安全說明

實驗室守則（禁食、穿著實驗衣）

實驗室意外事件

實驗室介紹

- ！安全設施：緊急淋浴設備、洗眼器、消防設備、醫藥箱
- ！廢棄物：一般垃圾、碎玻璃、廢液

第五週

大掃除、器材大清洗

實驗分組及配藥分組

器材清點

尋找藥品、容器

第六週

天平的使用

稱藥與樣品稱量的方式（藥匙之使用、稱藥紙、稱量皿、稱量瓶）

電磁攪拌器、磁石及其吸取棒

滴定管之使用

刻度吸管、安全吸球

容器介紹（器材種類及功能比較：燒杯、量筒、刻度吸管、量瓶等之準確度差別）

器材之清洗、超音波洗淨器

烘箱

濃度計算（M、N、m）

規劃及計算配藥之數量
封口膜 (parafilm) 之使用

第七週

過濾操作

第八週

氯化銨的再結晶

第九週

期中考

第十週

pH 計之使用

第十一週

藥品配製與準備

第十二週

指示劑與 pH 值

第十三週

磷酸鹽緩衝液之配製

第十四週

濾紙色層分析

第十五週

漂白水於水中有效氯之測定

第十六週

溶解度積之測定

第十七週

具熱變色四氯銅雙二乙基銨鹽備與特性實驗

第十八週

期末考

目 錄

第一章 化學命名講義.....	6
第二章 過濾操作實驗.....	17
第三章 氯化銨之再結晶.....	21
第四章 PH 計的使用.....	23
第五章 指示劑與 PH 值.....	25
第六章 磷酸鹽緩衝液之配製.....	29
第七章 濾紙色層分析.....	31
第八章 漂白粉於水中有效氯之測定.....	33
第九章 溶度積之測定.....	36
第十章 具熱變色四氯銅雙二乙基銨鹽製備與特性實驗.....	39

元素周期表

	1																		18						
周期	1 H	II A	Periodic Table of the Elements										III A	IVA	V A	VI A	VII A	2 He							
1	氫	2																	氦						
2	3 Li 鋰	4 Be 鈹																		5 B 硼	6 C 碳	7 N 氮	8 O 氧	9 F 氟	10 Ne 氖
3	11 Na 鈉	12 Mg 鎂	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII		I B	II B									13 Al 鋁	14 Si 矽	15 P 磷	16 S 硫	17 Cl 氯	18 Ar 氬
4	19 K 鉀	20 Ca 鈣	21 Sc 釷	22 Ti 鈦	23 V 釩	24 Cr 鉻	25 Mn 錳	26 Fe 鐵	27 Co 鈷	28 Ni 鎳	29 Cu 銅	30 Zn 鋅	31 Ga 鎵	32 Ge 鍮	33 As 砷	34 Se 硒	35 Br 溴	36 Kr 氬							
5	37 Rb 鉀	38 Sr 銻	39 Y 釷	40 Zr 鈦	41 Nb 鈮	42 Mo 鉬	43 Tc 錳	44 Ru 鈷	45 Rh 銲	46 Pd 鈀	47 Ag 銀	48 Cd 鎘	49 In 銦	50 Sn 錫	51 Sb 銻	52 Te 碲	53 I 碘	54 Xe 氙							
6	55 Cs 銻	56 Ba 鋇	57-71 鐳系	72 Hf 鈦	73 Ta 鉭	74 W 鎢	75 Re 錳	76 Os 銲	77 Ir 銲	78 Pt 鉑	79 Au 金	80 Hg 汞	81 Tl 鉍	82 Pb 鉛	83 Bi 鉍	84 Po 釷	85 At 砒	86 Rn 氡							
7	87 Fr 鈷	12 Ra 鐳	89-103 鈳系	104 Rf*	105 Db*	106 Sg*	107 Bh*	108 Hs*	109 Mt*	110 Uun*	111 Uuu*	112 Uub*													

鐳系	57 La 鐳	58 Ce 鈰	59 Pr 鐳	60 Nd 釷	61 Pm 鉕	62 Sm 釷	63 Eu 鈾	64 Gd 釷	65 Tb 釷	66 Dy 釷	67 Ho 釷	68 Er 釷	69 Tm 釷	70 Yb 釷	71 Lu 釷
鈳系	89 Ac 鈳	90 Th 釷	91 Pa 釷	92 U 鈾	93 Np 釷	94 Pu 釷	95 Am 釷	96 Cm 釷	97 Bk 釷	98 Cf 釷	99 Es 釷	100 Fm 釷	101 Md 釷	102 No 釷	103 Lr 釷

第一章 化學命名講義

99.09.23 版

C: Carbon 碳

Carbon dioxide (CO_2), Carbon monoxide (CO), acetylene (C_2H_2), carbonate (CO_3^{2-}); 有機酸液、有機溶劑

H: Hydrogen 氫

Hydrogen oxide (H_2O); Hydrogen gas (H_2); proton or hydrogen ion (H^+); hydroxide (OH^-)

O: Oxygen 氧 oxygen gas (O_2); calcium oxide (CaO)

N: Nitrogen 氮

Nitrogen gas (N_2); Sodium azide (NaN_3); NO_3^- , NO_2^- , HNO_3 ; Nitrogen oxide (NO), Nitrogen dioxide (NO_2), NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$), Nitrous oxide (N_2O); azo ($-\text{N}=\text{N}-$)

P: Phosphorus 磷

Phosphorus yellow (P_4) 黃磷 (白磷); 紅磷 (P_4)_n, 磷原子聚合而成; H_3PO_4

S: Sul fur 硫

Carbon sulfide (CS_2); Hydrogen sulfide (H_2S); Sodium thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$); SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} ; Sulfur dioxide (SO_2), Sulfur trioxide (SO_3), SO_x ($\text{SO}_2 + \text{SO}_3$)

Li: Li thi um 鋰 Lithium chloride (LiCl)

Na: Sodi um 鈉

Sodium chloride (NaCl), Sodium hydroxide (NaOH), Sodium hexametaphosphate (NaPO_3)₆, Na^+ 可當分散劑

K: Potassi um 鉀 Potassium chloride (KCl)

Mg: Magnesi um 鎂

Magnesium sulfate ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Magnesium carbonate (MgCO_3)

Ca: Cal ci um 鈣 Calcium carbonate (CaCO_3), Calcium chloride (CaCl_2)

Ba: Barium 鋇 Barium chloride (BaCl_2), Barium sulfate (BaSO_4)

B: Boron 硼 Boric acid (H_3BO_3), Sodium borohydride (NaBH_4)

Al: Aluminum 鋁

Aluminum chloride (AlCl_3), Aluminum hydroxide ($\text{Al}(\text{OH})_3$); alumina (Al_2O_3)
gibbsite: $[\text{Al}(\text{OH})_3]_n$, Potassium alum $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 鉀明礬

Si: Silicon 矽 SiO_2 石英; $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ 白雲母

Sn: Tin 錫 Tin(II) chloride (SnCl_2); tributyltin oxide

Pb: Lead 鉛

Lead nitrate ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), Lead chloride (PbCl_2), tetraethyllead ($(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$);
Red Lead: Pb_3O_4 or $\text{PbO}_2 \cdot 2\text{PbO}$

Cr: Chromium 鉻

Chromium nitrate ($\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$)

Ni: Nickel 鎳 Nickel nitrate ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$), Nickel chloride (NiCl_2)

Cu: Copper 銅

Copper sulfate or Copper(II) sulfate (CuSO_4), Copper nitrate ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$);
Cuprous oxide or Copper(I) oxide, Copper(I) bromide

Zn: Zinc 鋅 Zinc nitrate ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$), Zinc chloride (ZnCl_2)

Cd: Cadmium 鎘 Cadmium nitrate ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$)

As: Arsenic 砷

Arsenate (AsO_4^{3-}), Arsenic acid (H_3AsO_4); Arsenite (AsO_3^{3-}), Arsonic acid
 H_3AsO_3 , Lead arsenite $\text{Pb}_3(\text{AsO}_3)_2$, Arsenic(III) oxide (As_2O_3)

Hg: Mercury 汞

Mercury nitrate ($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$), Mercury chloride (HgCl_2), Mercurous chloride
or Mercury(I) chloride (Hg_2Cl_2) 甘汞, Mercury vapor ($\text{Hg}^0_{(g)}$)

Fe: iron 鐵

Ferric chloride or iron(III) chloride (FeCl_3), Ferrous chloride or iron(II)chloride (FeCl_2), iron(II) sulfate (FeSO_4), Ammonium iron(II) sulfate-6-hydrate or Ferrous ammonium sulfate $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$

Mn: Manganese 錳

Manganese(II) sulfate (MnSO_4), Manganese(IV) oxide (MnO_2), Potassium permanganate (KMnO_4), Manganese(II) hydroxide $\text{Mn}(\text{OH})_2$

Co: Cobalt 鈷 Cobalt chloride-6-hydrate ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

Pt: Platinum 鉑 Potassium chloroplatinate (K_2PtCl_6) 氯鉑酸鉀

Au: Gold 金

Ag: Silver 銀 Silver nitrate (AgNO_3), Silver sulfate (Ag_2SO_4), Silver chloride (AgCl)

Mo: Molybdenum 鉬 Ammonium molybdate-4-hydrate $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Sb: Antimony 銻

Antimony potassium tartrate-1/2-hydrate $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$

Se: Seleni um 硒

F: Fluorine 氟 Potassium fluoride (KF)

Cl: Chlorine 氯 Chlorine gas ($\text{Cl}_{2(\text{g})}$), Chlorine water ($\text{Cl}_{2(\text{l})}$)

Br: Bromine 溴 Bromine gas ($\text{Br}_{2(\text{g})}$), Bromine water ($\text{Br}_{2(\text{l})}$)

I: Iodine 碘 Iodine solid ($\text{I}_{2(\text{s})}$), Iodine vapor ($\text{I}_{2(\text{g})}$)

Ammoni um 銨根 Ammonium chloride (NH_4Cl)

Nitrate 硝酸根, Nitrite 亞硝酸根

Potassium nitrate (KNO_3), Sodium nitrite (NaNO_2)

Oxide (氧化物), Peroxide (過氧化物), Hydroxide (氫氧化物)

Calcium oxide, Hydrogen peroxide (H_2O_2), Potassium hydroxide (KOH)

Sulfate (硫酸根), Sulfite (亞硫酸根), Sulfide (硫離子)

Sodium sulfate (Na_2SO_4), Sodium sulfite (Na_2SO_3), Hydrogen sulfide (H_2S)

Thio- (硫) 參見”硫氧化物”

Oxalate 草酸根 Sodium oxalate ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

Phosphate 磷酸根

Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4), dipotassium hydrogen phosphate (K_2HPO_4), disodium hydrogen phosphate ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Pyrophosphate 焦磷酸根 Sodium pyrophosphate ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) 焦磷酸鈉

Silicate 矽酸根 SiO_4^{2-}

Chloride (氯離子), Bromide (溴離子), Bromate (溴酸根), Iodide (碘離子), Iodate (碘酸根離子) (chloro, bromo)

Potassium bromide (KBr), Potassium iodide (KI), Potassium iodate (KIO_3), Potassium hydrogen iodate $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$, dichloroethane

Perchlorate (過氯酸根), Chlorate (氯酸根), Chlorite (亞氯酸根),

Hypochlorite (次氯酸根)

Sodium chlorite (NaClO_2), Sodium hypochlorite (NaClO)

molybdate 鉬酸根 Ammonium molybdate-4-hydrate ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)

carbonate 碳酸根

Sodium carbonate (Na_2CO_3), Sodium bicarbonate (NaHCO_3)

acetate 醋酸根

Sodium acetate (CH₃COONa) , Ammonium acetate (CH₃COONH₄)

citrate 檸檬酸根 Sodium citrate (C₆H₅Na₃O₇•2H₂O)

chromate 鉻酸根 Potassium chromate (K₂CrO₄)

di chromate 重鉻酸根 Potassium dichromate (K₂Cr₂O₇)

6-hydrate (Chromium chloride-6-hydrate) 六個結晶水

anhydrous (Citric acid anhydrous) 無水

硫氧化物

S ₂ O ₃	thi osul fate	硫代硫酸鹽
S ₂ O ₄	di thi oni te	二硫亞磺酸鹽 (hydrosul fi te)
S ₂ O ₅	metabi sul fi te	偏亞硫酸鹽
S ₂ O ₆	di thi onate	二硫磺酸鹽
S ₄ O ₆	tetrathi onate	四硫磺酸鹽
R-SO ₃ H	sul fonic aci d	磺酸

Benzene 苯 hydrochloric acid 鹽酸

Tol uene 甲苯 acetic acid 醋酸

Xyl ene 二甲苯 ascorbic acid 維生素 C

ni tro- 硝基 phosphoric acid 磷酸

phenyl - 苯基 boric acid 硼酸

ami no- 胺基 oxalic acid 草酸

ni tric acid 硝酸 acetone 丙酮

sul furic acid 硫酸 chloroform 氯仿

phenol 酚

buffer solution 緩衝溶液

12N HCl 鹽酸

14N HNO₃ 硝酸

32N H₂SO₄ 硫酸

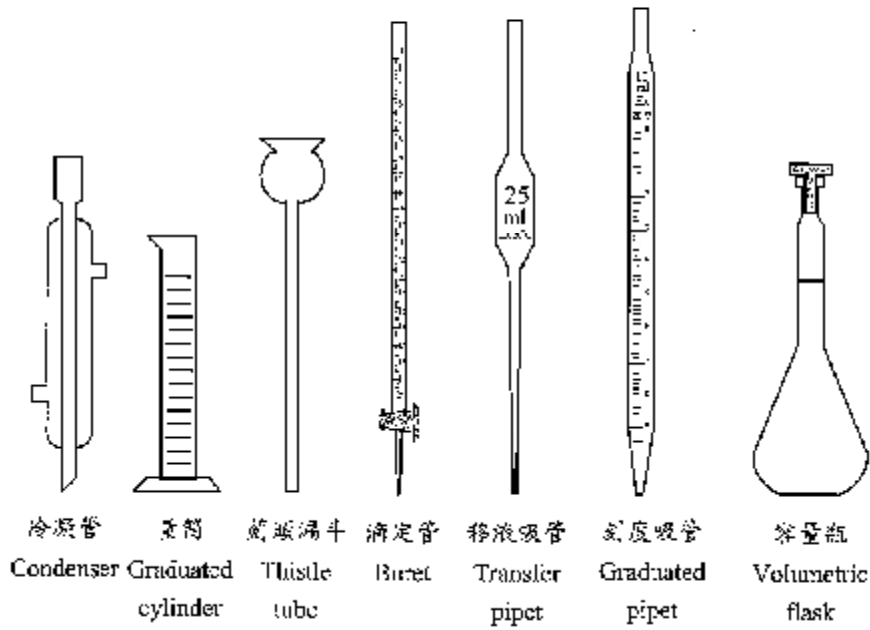
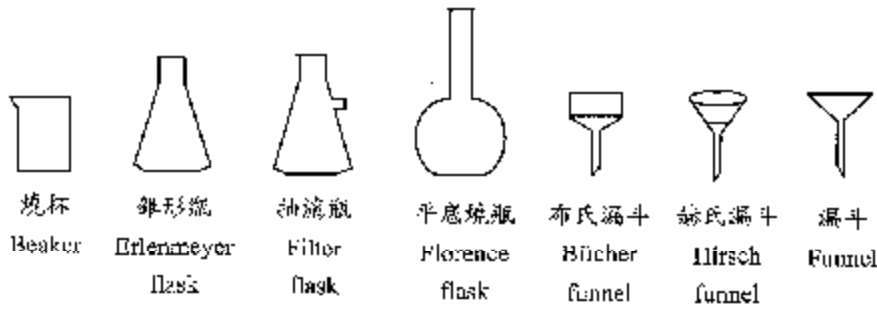
Table 1
Chemical structures of dyes and their properties

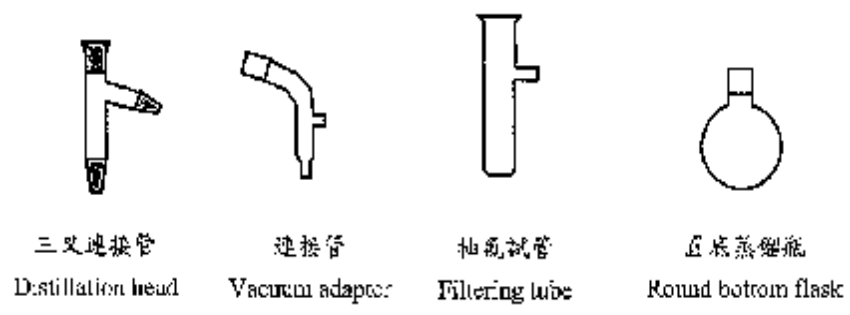
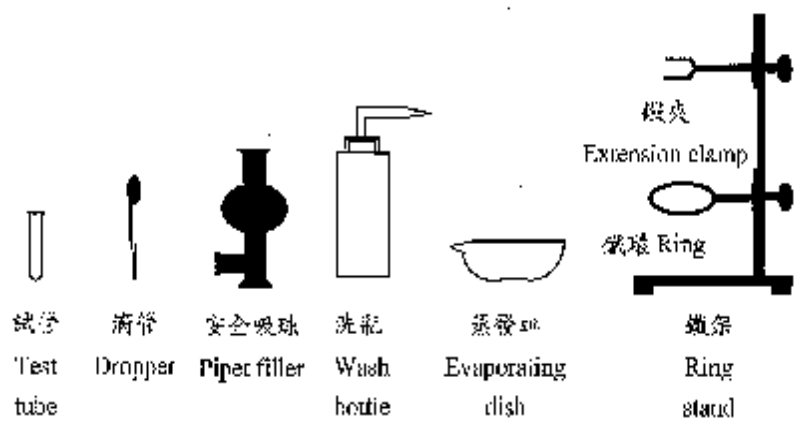
Dyes	Chemical Structures	Class	M.W.	λ_{\max} (nm)
C.I. Reactive Red 2		Monoazo	601.323	538
C.I. Reactive Red 120		Diazo	1,338.079	536
C.I. Reactive Red 141		Diazo	1,774.159	544
C.I. Direct Violet 47		Diazo	1,000.00	525
C.I. Direct Red 80		Azo	1,461.88	529
C.I. Basic Red 14		Methine	344.47	513
C.I. Basic Violet 7		Methine	381.95	540

Table 2 0.01 N 之標準氯化鉀溶液於不同溫度下之導電度值

°C	μ mho/cm
15	1142
16	1169
17	1196
18	1223
19	1250
20	1277
21	1304
22	1331
23	1358
24	1385
25	1412
26	1439
27	1466
28	1493
29	1525
30	1554
31	1584
32	1613

一般化學實驗儀器





分組實驗器材

品 名	數量	品 名	數量
1000 ml 燒杯	1	滴定架	1
500 ml 燒杯	2	酸滴定管	1
100 ml 燒杯	2	10 ml 刻度吸管	1
500 ml 三角燒瓶	1	100 ml 量瓶	1
125 ml 三角燒瓶	2	50 ml 量瓶	1
漏斗 R=6 or 9 cm	1	玻棒	1
量筒 50 or 100 ml	1	溫度計	1
安全吸球	1	塑膠滴管	1
簽字筆	1	錶玻璃	1
小毛刷	1	大毛刷	1

第二章 過濾操作實驗

目的：

1. 學習濾紙之摺疊。
2. 學習抽氣幫浦與過濾套件的正確操作。

實驗器材：

1. 一般過濾（利用三角漏斗）
2. 真空吸取過濾（利用布氏漏斗）
3. 真空吸取過濾（利用真空抽氣機）
4. 濾紙的選擇
5. 過濾裝置

操作注意事項：

1. 過濾時需考慮化合物生成粒子的大小，來選擇適當的濾紙。將摺疊好的濾紙截去一角(不需太大)，置入三角漏斗中以水沾濕，令濾紙能固定於漏斗上。
2. 三角漏斗的下緣尖部，需緊貼燒杯玻璃壁，並放正。
3. 過濾時可以一支玻璃棒導引溶液流入。最後的沉澱物可先以洗瓶洗進濾紙，在用刮勺或者藥匙刮入濾紙內。再以洗瓶洗進濾紙中。
4. 過濾物質粒子太小或者黏度太大者，可利用抽氣過濾設備處理之。
5. 濾紙裝入布氏漏斗後，加少量去離子水潤濕，增加濾紙和漏斗的緊貼度。
6. 漏斗安裝至過濾瓶後，注意漏斗底端的斜口應背對過濾瓶的側支，以免抽氣時將水流吸入抽氣幫浦。
7. 先啟動抽氣幫浦，再將懸浮液倒入布氏漏斗，倒入的速度不可太快，否則濾紙可能上浮造成過濾失敗。
8. 抽氣過程中應注意過濾瓶內的水位，不可超過側支的高度。
9. 實驗結束拔離過濾瓶後，應讓抽氣幫浦空抽五分鐘，才能讓幫浦內的水氣移除，否則放置一兩個月後會因內部零件生鏽而故障。

過濾操作套件：



過濾杯/抽氣幫浦



布氏漏斗/抽氣幫浦



注射過濾器

ADVANTEC 濾紙功能簡介

- No.1 適用於氣體過濾，空氣中塵埃測定，染色試驗，較大結晶粒子 ($>10\mu\text{m}$) 及黏稠物過濾，過濾速度快，表面平滑。
- No.2 一般定性分析標準品，過濾速度快，表面平滑，主要用於一般定性分析、理化實驗、結晶物判別、硫磺、焦炭、木炭等分析。
- No.131 紙質厚，強度高，流速慢，適合微細粒子沉澱過濾 ($<5\mu\text{m}$)，旋光度測定，液體過濾。
- No.3 簡易定量用，過濾速度較快，主要用於工業用應量分析、土壤試驗、水泥試驗、肥料、礦物試驗等。
- No.5A 迅速定量用，定量濾紙中過濾速度快，主要用於 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 SiO_2 等較大粒子過濾 ($>10\mu\text{m}$)、電解、比色光學試驗、溶液過濾。
- No.5B 一般定量用，最普遍的定量濾紙，主要用於 CaCO_3 、 PbSO_4 、 CaCO_4 、 MnCO_3 、 ZnCO_3 、 ZnS 、 CuS 、 AgCl_2 等中等粒子過濾 ($5\sim 10\mu\text{m}$)。
- No.5C 適用於 SrSO_4 、 BaSO_4 、 HgCrO_4 等微細粒子過濾 ($<5\mu\text{m}$)。
- No.6 標準定量用，紙質較薄，沉澱保持性較 No.5B 優，主要用於微量貴金屬、飲料分析、火藥、醫藥等實驗。
- No.7 最高級定量用，定量濾紙中最薄的一種，纖維純度優，適用於精密分析、有機化合物、動植物中極微量重金屬分析。
- No.84 纖維質圓筒濾紙，主要用於索氏利特脂肪抽出裝置及 120°C 以下粉塵收集。
- No.86R 硼硅酸鹽，玻璃纖維圓筒濾紙，耐 500°C 高溫，主要用於一般排氣中的粉塵濃度測定及索氏脂肪抽出器使用。
- No.88RH 二氧化矽 (Silica) 纖維圓筒濾紙，耐 1000°C 高溫，主要用於高溫氣體中粉塵濃度測定，使用上注意不可於用液體之過濾。
- No.50 無機成份以外的一般色層分析用濾紙標準品，表面平滑，吸收性較慢，主要用於下降法、溶出法、多成份分離濾紙色層分析。
- No.51A 主要用於生化學精密實驗、無機成份濾紙色層分析、電氣泳動等。
- No.51B 濾紙色層分析用標準品，主要用於血清、阿米諾酸、核酸的濾紙色層分析。
- No.51C 濾紙較 51B 厚，但吸水度較低，而表面平滑，紙質較硬。

第三章 氯化銨之再結晶

操作目的

學習純化氯化銨，並了解溫度控制項變化的情形。

學習過濾套件的正確使用方法。

相關知識

1. 水中的溶解度與溫度有關。因此適當的控制溫度能使溶解或結晶析出更趨完美
2. 結晶時加入晶種或攪拌就能破壞液固平衡狀態，而使結晶加快析出。
3. 氯化銨 (NH_4Cl) 的溶解度 $0^\circ\text{C}=29.7\text{g}/100\text{ml}$ 水 & $100^\circ\text{C}=75.8\text{g}/100\text{ml}$ 水)

實驗步驟

1. 於上皿天平秤取約 40g 含有雜質之氯化銨 (紀錄數據至小數點 2 位)。
2. 取 80 ml 純水溶解氯化銨。
3. 將氯化銨溶液加熱板，持續攪拌使其完全溶解。
4. 安裝布氏磁漏斗 (白磁漏斗) 於過濾瓶 (吸引瓶或側支錐型瓶) 上，所用漏斗墊必需貼緊瓶口上端，並用厚壁橡皮管將抽氣幫浦與過濾瓶連結。
5. 氯化銨持續不斷的攪拌加熱至澄清並沸騰。繼續加熱至杯內壁有少量結晶析出，記錄此時溫度並記錄沸騰後至玻壁結晶析出所加熱之時間。
6. 起動抽氣幫浦進行過濾。趁熱以玻棒輕抵濾紙中心，迅速延著玻棒倒入氯化銨熱溶液過濾之。過濾時間不可過長，以免溶液冷卻結晶。紀錄過濾時間。
7. 取下布氏漏斗，迅速將濾液倒至一乾淨之 250 ml 燒杯。將濾液置入冰浴中冷卻之 (5°C 以下)。
8. 不停的攪拌，加速結晶，至結晶不再成長。量取並記錄冷卻時之溫度及冷卻結晶時間。
9. 裝置燒結玻璃漏斗於抽氣瓶上，不需放置濾紙。
10. 將結晶液倒入燒結玻璃漏斗，抽氣過濾後，以玻璃瓶蓋壓乾結晶。
11. 以藥匙或刮勺挖出氯化銨之結晶，置於錶玻或燒杯中。秤重，紀錄成品重量並交出成品。

實驗結果紀錄

姓名		實驗日期	年 月 日
學號		班級	
項目	數據		
氯化銨秤重質量	g	於上皿天平上秤重，勿沾污天平，過量勿置回，數據紀錄至小數點下2位。	
純水體積	mL		
加熱溫度時間	°C 分	加熱至沸騰才開始計時，內必有少量結晶析出時停止計時。如加熱時間很長亦無法結晶析出可能加水太多須謹慎操作	
過濾時間	分	趁熱過濾時間不可過長，至少應在2~3分鐘內過濾完	
冷卻溫度時間	分	冷卻至5°C下才開始計時	
濕氯化銨質量秤重	g		
濾液量	mL		



燒結玻璃漏斗

第四章 pH 計的使用

實驗步驟

1. 打開電源開關暖機，暖機約 10 分鐘。
2. 以去離子水洗淨電極下端之玻璃球，並確認球泡上端之陶瓷測定點乾淨無堵塞。
3. 以面紙沾乾電極，立即插入 pH 7.0 之緩衝溶液，將乾燥之電極插入，調整其零點。
4. 零點調整好後，將電極以洗瓶洗淨沾乾後插入 pH 4.0 的緩衝溶液，調整其斜率。
5. 取出後再以太離子水洗淨並沾乾，便可插入水樣測其酸鹼度，操作方式依各機型說明書而略作調整。
6. 測完水樣後將電極洗淨並插入 1.0 M KCl 保存。

注意事項

1. 實驗過程中電極沒用時，應將電極浸泡入純水中。實驗結束後，應將電極貯存於 KCl 溶液中，或略高於 pH 7.00 之緩衝溶液中。浸泡於鹼液中，玻璃電極會被腐蝕。也不可以長期浸泡於純水中，因為純水於空氣中常會被污染成鹼性。電極也不可以裸置於空氣中，否則電極中的電解質液會結晶漏出，造成電極乾涸而失效。
2. 先用 pH 7.0 之緩衝溶液校正，電極插入前應用蒸餾水沖洗（裝於洗瓶）電極，再以衛生紙沾多餘水份後始可入新測之溶液中，插入後按 CAL 鈕，等待至螢幕顯示插入下一個緩衝溶液。此項又稱零點校正。
3. 電極又經洗淨，再用 pH 4.01 之緩衝溶液調整靈敏度、或稱斜率調整。
4. 若無法校正成功，則應檢查玻璃電極內電解質液是否足夠，或更換為新的緩衝溶液。
5. 校正時應執行溫度校正。
6. 校正完畢時 pH 電極主機會顯示斜率 (Slope)，若此值小於 85%，則應更換新電極。

pH 操作套件：pH 電極主機及玻璃電極、電極架、緩衝溶液、電極保存液(1.0 N KCl)、洗瓶、燒杯 (裝廢液)、衛生紙



pH 操作套件 (桌上型)



攜帶型 pH 計

第五章 指示劑與 pH 值

操作目的

- 1.練習配製各種不同濃度的酸鹼標準溶液。
- 2.了解不同的指示劑在不同 pH 值會有不同的顏色變化。
- 3.學習如何以比色法來測定未知溶液的 pH 值。

原理

我們常以 pH 值來表示物質水溶液的酸鹼度。其定義如下：

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

同理也可定義

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pK}_w = -\log[\text{K}_w]$$

究竟 pH、pOH 與 pK_w 三者間有著怎樣的關係呢？純水本身是一種極弱的電解質，當進行解離時會產生等量的 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 與 $[\text{OH}^-]$ ，故在 25°C 時，無論溶液中含有何種物質，其 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7}$ ，所以 $[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = [1.0 \times 10^{-7}] \times [1.0 \times 10^{-7}] = [1.0 \times 10^{-7}]^2 = 1.0 \times 10^{-14} = \text{K}_w$ （水的離子積常數）

$$\begin{aligned} \text{因 } \text{pH} + \text{pOH} &= -\log[\text{H}_3\text{O}^+] + -\log[\text{OH}^-] \\ &= -\log[1.0 \times 10^{-7}] + -\log[1.0 \times 10^{-7}] = 14 \end{aligned}$$

$$\text{又 } \text{pK}_w = -\log[1.0 \times 10^{-14}] = 14$$

$$\text{故 } \text{pK}_w = \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

對中性溶液而言，因 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7}$ ，所以 $\text{pH} = 7$

對酸性溶液而言，因 $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ ，所以 $\text{pH} < 7$

對鹼性溶液而言，因 $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7}$ ，所以 $\text{pH} > 7$

pH 的測定方式中，以 pH 計所測得的值是最準確的，另外亦可以 pH 試紙（廣用試紙）或指示劑（Indicators）大約測出。指示劑乃是一種有機染料，它們的顏色通常會因溶液中所含氫離子濃度而改變，故可藉由顏色的變化而方便判斷出物質的 pH 值。

指示劑之變色區域

中文名稱	英文名稱	pH	顏色變化
石蕊	Litmus	4.5~8.3	紅 ~ 藍
橙 IV	Orange IV	1.3~3.2	紅 ~ 黃
甲基橙	Methyl orange	3.1~4.4	紅 ~ 黃

茜素黃 R	Alizarin Yellow R	10~12	黃 ~ 紅
靛胭脂	Indigo caminen aninen	11.6~13	藍 ~ 黃

本實驗的主要目的為學習如何配製酸鹼溶液及如何以此色法來測定未知溶液 pH 值。

標準溶液配製之相關公式：

$$M_1 \times V_1 = M_2 M_1 V_2$$

M_1 ：高濃度溶液的體積莫耳濃度（莫耳數/公升）

V_1 ：高濃度溶液的體積（公升）

M_2 ：低濃度溶液的體積莫耳濃度（莫耳數/公升）

V_2 ：低濃度溶液的體積（公升）

【例】如何以 12M 的鹽酸溶液配製 0.1M 的鹽酸水溶液 25ml？

解 $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$$12 \times V_1 = 0.1 \times 0.025$$

$$V_1 = 0.0002 \text{ 公升} = 0.2\text{ml}$$

配製法：以安全吸球及刻度吸量管量取 12M 鹽酸溶液 0.2ml，直接移至 25ml 的量瓶中，再加蒸餾水至刻痕處，量瓶加塞，倒轉數次，使溶液混合均勻即可。

器材與藥品

（一）器材

1. 試管
2. 10ml 量管
3. 滴管
4. 石蕊試紙（紅色、藍色）

（二）藥品

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. 鹽酸溶液 (HCl ; Hydrochloric acid) | 0.5ml/組 83ml/L |
| 2. 氫氧化鈉溶液 (NaOH ; Sodium hydroxide) | 0.5ml/組 40ml/L |
| 3. 橙 IV 指示劑 (Orange IV) | 0.1g/100ml |
| 4. 甲基橙指示劑 (Methyl orange) | 0.1g/100ml |
| 5. 茜素黃 R 指示劑 (Alizarin yellow R) | 0.1g/100ml |
| 6. 靛胭脂指示劑 (Indigo camine) | 0.25% 在 50% 酒精中 |
| 7. 未知液 | 5ml/組 |

實驗步驟

（一）配製酸性溶液

1. 取 8 支乾淨試管，且在試管上各標示
1a、2a、3a、4a
1b、2b、3b、4b

1a 試管：取 1.0M 鹽酸水溶液 1.0ml 放入 10ml 的量筒中，再加蒸餾水至 10ml 的刻度處，均勻混合，使其稀釋成 0.1M 的鹽酸水溶液。

1b 試管：由 1a 試管中，倒出 $\frac{1}{2}$ 的鹽酸溶液入 1b 試管中

2a 試管：取 1.0M 鹽酸水溶液 1.0ml 放入 10ml 的量筒中，再加蒸餾水至 10ml 的刻度處，均勻混合，使其稀釋成 0.01M 的鹽酸水溶液。

2b 試管：由 2a 試管中，倒出 $\frac{1}{2}$ 的鹽酸溶液入 2b 試管中。

3a 試管：取 2a 試管中的鹽酸水溶液 1.0ml，放入 10ml 的量筒中，並加入蒸餾水至 10ml 的刻度處，均勻混合，使其稀釋成 0.001M 的鹽酸水溶液。

3b 試管：由 3a 試管中，倒出 $\frac{1}{2}$ 的鹽酸溶液入 3b 試管中。

4a 試管：取 3a 試管中的鹽酸水溶液 1.0ml，放入 10ml 的量筒中，並加入蒸餾水至 10ml 的刻度處，均勻混合，使其稀釋成 0.0001M 的鹽酸水溶液。

4b 試管：由 4a 試管中，倒出 $\frac{1}{2}$ 的鹽酸溶液入 4b 試管中。

2. (1) 於試管 1a、2a、3a、4a 中，各滴入 2 滴的橙 IV 指示劑。

(2) 於試管 1b、2b、3b、4b 試管中，各滴入 2 滴的甲基橙指示劑。

請依序排列試管架中，觀察並記錄其顏色。

(二) 配製鹼性標準溶液

1. 取 8 支乾淨試管，且在試管上各標示

5a、6a、7a、8a

5b、6b、7b、8b

5a 試管：取 1.0M NaOH 水溶液 1.0ml，放入 10ml 的量筒中，再加蒸餾水至 10ml 的刻度處，均勻混合，使其稀釋成 0.1M 的 NaOH 水溶液。

5b 試管：由 5a 試管中，倒出 $\frac{1}{2}$ 的溶液入 5b 試管中。

6a 試管：取 5a 試管中的 NaOH 水溶液 1.0ml，放入 10ml 的量筒中，再加蒸餾水至 10ml 的刻度處，均勻混合，使其稀釋成 0.01M 的 NaOH 水溶液。

6b 試管：由 6a 試管中，倒出 $\frac{1}{2}$ 的溶液入 6b 試管中。

7a 試管：取 6a 試管中的 NaOH 水溶液 1.0ml，放入 10ml 的量筒中，再加蒸餾水至 10ml 的刻度處，均勻混合，使其稀釋成 0.001M 的 NaOH 水溶液。

7b 試管：由 7a 試管中，倒出 $\frac{1}{2}$ 的溶液入 7b 試管中。

8a 試管：取 7a 試管中的 NaOH 水溶液 1.0ml，放入 10ml 的量筒中，再加蒸餾水至 10ml 的刻度處，均勻混合，使其稀釋成 0.0001M 的 NaOH 水溶液。

8b 試管：由 8a 試管中，倒出 $\frac{1}{2}$ 的溶液入 8b 試管中。

2. (1) 於試管 5a、6a、7a、8a 中，各滴入 2 滴的茜素黃 K 指示劑。
- (2) 於試管 5b、6b、7b、8b 試管中，各滴入 2 滴的靛胭脂指示劑。

請依序排列試管架中，觀察並記錄其顏色。

(三) 未知溶液氫離子濃度的測度

1. 取 2 支乾淨的試管，且在試管上各標示 c 與 d 後，各加入 2.5ml 的未知液。
2. 以吸管取少量的未知溶液滴於石蕊試紙上測其酸鹼性。

若未知液是酸性：

- (1) 於 c 試管中滴入兩滴橙 IV 指示劑，並與 1a、2a、3a、4a 此組酸性標準液做顏色對照，以便決定未知液的氫離子濃度。
- (2) 於 d 試管中滴入兩滴甲基橙指示劑，並與 1b、2b、3b、4b 此組酸性標準液做顏色對照，以便決定未知液的氫離子濃度。

若未知液是鹼性：

- (1) 於 c 試管中滴入兩滴茜素黃 R 指示劑，並與 5a、6a、7a、8a 此組鹼性標準液做顏色對照，以便決定未知液的氫離子濃度。
- (2) 於 d 試管中滴入兩滴靛胭脂指示劑，並與 5b、6b、7b、8b 此組鹼性標準液做顏色對照，以便決定未知液的氫離子濃度。

第六章 磷酸鹽緩衝液之配製

操作目的

學習緩衝溶液的配製方法

相關知識

1. 配製三種磷酸鹽混合溶液，再分別稀釋 10 倍後，以 pH 電極測其 pH 值。
2. 本實驗三種緩衝溶液 pH 值的差異太小，無法使用 pH 試紙比較。

實驗步驟

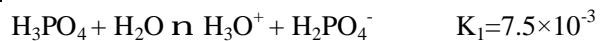
1. 配製 1M 之 K_2HPO_4 、 KH_2PO_4 各 100mL。
2. 以刻度吸管量取配製 K_2HPO_4 對 KH_2PO_4 莫耳比各為 1:2、1:1 與 2:1 之磷酸緩衝液各 30mL。
3. 使用刻度吸和量瓶將上述三種混合液，分別稀釋 10 倍後，以 pH 計測定其 pH 值。

實驗結果紀錄

姓名	實驗日期	年	月	日
學號	班級			
K_2HPO_4 分子量				
K_2HPO_4 莫耳質量				g/mol
K_2HPO_4 分子量				
K_2HPO_4 莫耳質量				g/mol
K_2HPO_4 之體積莫耳濃度				M
K_2HPO_4 溶液之體積				mL
K_2HPO_4 精秤質量				g
K_2HPO_4 之體積莫耳濃度				M
K_2HPO_4 溶液之體積				mL
K_2HPO_4 精秤質量				g
K_2HPO_4 : K_2HPO_4 比值 1:2 之 pH				
K_2HPO_4 : K_2HPO_4 比值 1:1 之 pH				
K_2HPO_4 : K_2HPO_4 比值 2:1 之 pH				

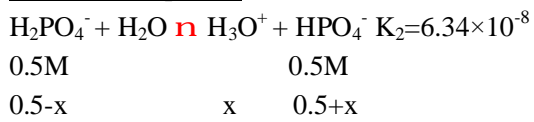
數據處理參考

磷酸之解離化學式



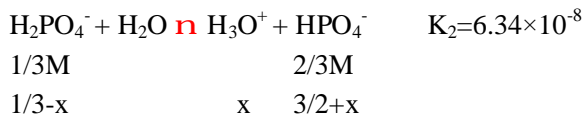
公式算法 $\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$

混合溶液之 pH 值



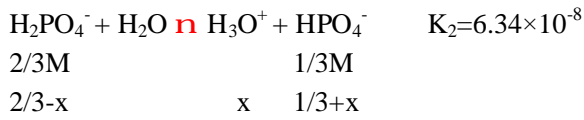
$$K_2 = 6.34 \times 10^{-8} = \frac{x(0.5+x)}{0.5-x} \quad x = 6.34 \times 10^{-8} \text{M}$$

pH=7.2 (for 1:1)



$$K_2 = 6.34 \times 10^{-8} = \frac{x(2/3+x)}{(1/3-x)} \quad x = 3.17 \times 10^{-8} \text{M}$$

pH=7.5 (for 1:2)



$$K_2 = 6.34 \times 10^{-8} = \frac{x(1/3+x)}{(2/3-x)} \quad x = .27 \times 10^{-7} \text{M}$$

pH=6.9 (for 2:1)

第七章 濾紙色層分析

目的

1. 認識色層分析之基本原理
2. 應用濾紙色層分析法分離混合物

原理

利用溶質（色素）與濾紙表面親和性的差異，將若干色素予以分離。

器材與藥品

（一）器材

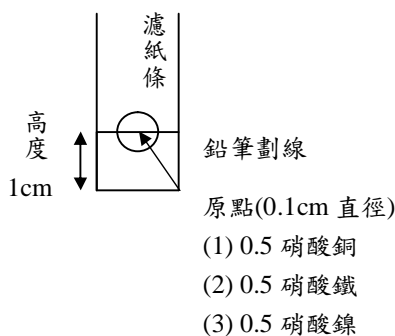
1. 濾紙條（1.5cm×20cm）
2. 燒杯（50ml）
3. 錐形瓶（250ml）
4. 毛細管（三支）
5. 直尺
6. 鉛筆
7. 橡皮塞
8. 玻璃噴霧器

（二）藥品

1. 展開劑：
90% 丙酮（Acetone, CH_3COCH_3 ）與 10% 6M 鹽酸（Hydrochloric acid, HCl ）20ml/
組（6M HCl ：濃鹽酸 + H_2O = 1：1）。
2. 呈色劑：
（1）15M 氫氧化銨（Ammonium hydroxide, NH_4OH ）（濃氨水）。
（2）1% 丁二酮肟酒精溶液（Dimethyl glyoxime in ethanol）：10g/L
3. 0.5M 硝酸銅（Cupric nitrate, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ）：2ml/組；94g/L
4. 0.5M 硝酸鐵（Ferric nitrate, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ）：2ml/組；121 g/L
5. 0.5M 硝酸鎳（Nickel nitrate, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ）：2ml/組；145 g/L

實驗步驟

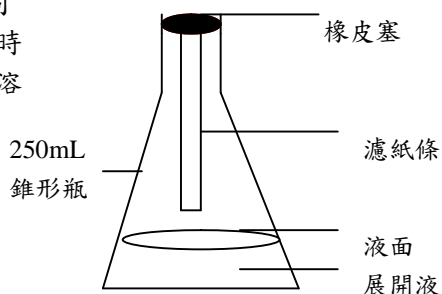
1. 取一濾紙條在紙條底部高約 1cm 處以鉛筆輕劃一橫線。
2. 取 Cu^{2+} 溶液 2ml 倒入一小燒杯中，以毛細管放入其中待溶液進入毛細管中，移出毛細管尖端微觸燒杯壁以除去其上之



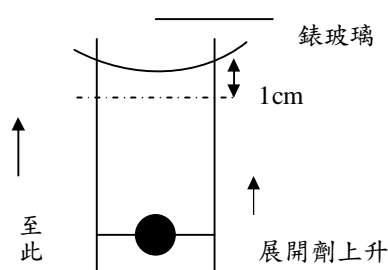
液滴，再垂直接觸在濾紙條之原點（橫線正中央位置），讓溶液自毛細管中流至原點上形成約 0.5cm 之直徑，溶液使其在空氣中乾燥（可揮動濾紙條使乾或以吹風機吹乾）。

3. 同 2. 步驟，取 Fe^{3+} 溶液及 Ni^{2+} 溶液以不同的毛細管點滴在相同之原點上，每次點滴時要確定濾紙是乾的，此時先記下三種離子溶液之顏色。

4. 取一 250ml 乾燥之錐形瓶，倒入展開劑約 2~3cm 深之量，蓋上橡皮塞稍待片刻，使瓶內展開劑呈飽和蒸氣狀態，打開橡皮塞小心地將點滴過之濾紙條（原點在下）垂直地放入其中再蓋好橡皮塞（注意原點必須高於展開劑液面）。



5. 當液前到達橡皮塞約 1cm 的高度即打開橡皮塞，迅速取出濾紙條，並用鉛筆註記液前位置，在空氣中使乾，此時若有顏色痕跡以鉛筆註記其位置及顏色。



6. 取一裝有 15M 氫氧化銨的玻璃噴霧器在煙櫥內操作，對準濾紙條上噴霧之，取出觀察顏色同樣以鉛筆註記其位置及顏色。

7. 另取一裝有 1% 丁二酮肟溶液之玻璃噴霧器同 6. 之步驟操作

8. 計算各種離子之 Rf 值。

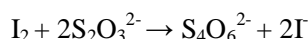
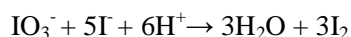
9. 若時間允許可作未知溶液試樣之分離。

第八章 漂白粉於水中有效氯之測定

操作目的

學習測定漂白水中有有效氯之正確操作。

原理



1 mol $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 生成 2 mol IO_3^- ；1 mol IO_3^- 生成 3 mol I_2 ；1 mol I_2 與 2 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 反應。

相關知識

1. 漂白水有效成分為 $\text{CaCl}(\text{ClO})$ ，溶於水中稀釋出游離氯，漂白水之強度常以此游離氯的百分比表示之。
2. 欲測定漂白水中之有效氯，可以它酸化中，再以次氯酸將碘離子氧化成碘。
3. 再加入澱粉指示劑，並以硫代硫酸鈉之標準溶液滴定產生之碘量，即可藉以算出漂白水之有效氯量之百分比(%)。

實驗步驟

硫代硫酸鈉標準溶液之標定

1. 取 20 mL 之 0.00833 M 之碘酸氫鉀($\text{KH}(\text{IO}_3)_2$)標準溶液，至入 250 mL 錐形瓶中。
2. 加入純水稀釋至約 100 mL，再加入 20 mL 之 1 M 碘化鉀溶液及 20 mL 的 1 M 硫酸溶液。
3. 以硫代硫酸鈉標準溶液滴定至淡黃色，加入澱粉指示劑 2 mL 繼續滴定至藍色消失，計算硫代硫酸鈉溶液($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)之濃度。

漂白水中有有效氯之滴定

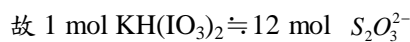
1. 取 2mL 漂白水並秤其重量 w_s ，將其置入 250 mL 錐形瓶中。
2. 加入純水稀釋至約 100 mL，再加入 10 mL 1 M 碘化鉀溶液及 20 mL 1 M 硫酸溶液。
3. 以硫代硫酸鈉標準溶液滴定至淡黃色，再加入澱粉指示劑 2 mL，繼續滴定至藍色消失，計算漂白水之有效氯含量(%)。
4. 重複操作漂白水中有有效氯之滴定的步驟，並計算漂白水之有效氯含量(%)的平均值。

實驗結果紀錄

姓名	實驗日期	年 月 日	
學號	班級		
項 目		數 據	單 位
(1) 硫代硫酸鈉標準溶液之標定			
碘酸氫鉀的濃度			
碘酸氫鉀的體積 V_1			
碘酸氫鉀的莫耳數 n_1			
硫代硫酸鈉之莫耳數			
硫代硫酸鈉之標準溶液滴定體積(mL)			
硫代硫酸鈉之標準溶液濃度(mol/L)			
(2) 漂白水有效氯之滴定			
硫代硫酸鈉之標準溶液濃度(mol/L)			
硫代硫酸鈉之標準溶液滴定體積(mL)			
試樣之質量 w_s			
氯 Cl_2 之莫耳質量 M			
氯之質量 $W_3(g)$			
漂白水中有有效氯 mass %			

數據處理範例

(1) 硫代硫酸鈉標準溶液之標定：



$$C_1(\text{碘酸氫鉀}) = 0.00833 \text{ M}$$

$$V_1(\text{碘酸氫鉀}) = 20 \text{ mL}$$

$$n_1(\text{碘酸氫鉀}) = C_1 \times V_1 \times (1L/1000mL) = 1.666 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_2(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 12 \times 1.666 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V_1(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 25.00 \text{ mL}$$

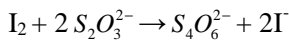
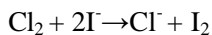
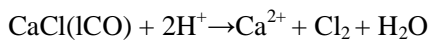
$$C_1(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 2 \times 10^{-3} \text{ mol} / 25.00 \text{ mL} \times (1000\text{mL}/1\text{L}) = 0.079968 \text{ M}$$

$$C_1(\text{碘酸鉀}) = 0.0833 \text{ M} = 0.0833 \text{ M} \times 12 = 0.096 \text{ N}$$

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$0.0996 \text{ N} \times 20 \text{ mL} / 25 \text{ mL} = 0.079968 \text{ N}$$

(2) 漂白水中有有效氯之滴定



$$\frac{w(g)}{M(g/mol)} = C_M(\text{mol/L}) \times V(\text{mL})$$

$$\begin{aligned}w_3 &= C_M(\text{mol/L}) \times V(\text{mL}) \times M(\text{g/mol}) \times \frac{1L}{1000\text{mL}} \times \frac{1}{2} \\ &= 0.079968 \text{ M} \times 20 \text{ mL} \times 71(\text{g/mol}) \times \frac{1L}{1000\text{mL}} \times \frac{1}{2} \\ &= 0.0568 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\text{mass \%} = \frac{w_3}{w_s} \times 100 \% = 0.0568/1.8234 = 3.114 \%$$

w_3 : 有效氯之質量 (g)

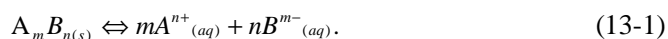
M : 氯之莫耳質量 (g/mol)

W_s : 漂白水之質量 (g)

第九章 溶度積之測定

目的：測定不同溫度下醋酸銀(CH₃COOAg)的溶度積。

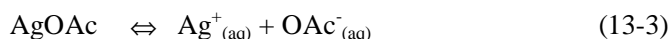
原理：當過量的微溶鹽加入水中時，固體鹽和溶解於水中的離子會達到平衡：



$$K_{sp}=[A^{n+}]^m[B^{m-}]^n \quad (13-2)$$

在定溫下，K_{sp}為定值，謂之溶度積(solubility product)，而此時的溶液，稱做該鹽的飽和溶液。當我們將含有兩種離子之溶液混合在一起時，若混合液中的離子濃度太大，使得離子積 Q>K_{sp}(Q, ion product, Q=[Aⁿ⁺]₀^m[B^{m-}]₀ⁿ)，這時陽離子與陰離子就會結合而產生沉澱，有時候即使離子濃度夠大，且由 K_{sp} 判斷應該會有沉澱生成但不一定產生沉澱，此種現象稱之為過飽和(supersaturated)。如果發生過飽和的現象，可攪拌溶液或用玻棒輕刮容器的內部，都能促進沉澱的生成。

測定 K_{sp} 的方法很多，例如利用電化學電位的測定、導電度的測定、光譜定量分析等等，都是常用的方法。本實驗已沉澱滴定法測定醋酸銀(CH₃COOAg，簡記為AgOAc)的 K_{sp}：

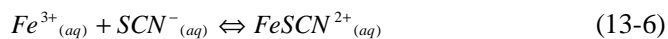


$$K_{sp}=[Ag^+][OAc^-] \quad (13-4)$$

若能測定出飽和溶液中 Ag⁺及 OAc⁻的濃度即可求出 K_{sp}。定量的方法如下：量取已知濃度及定體積的硝酸銀(AgNO₃)與醋酸鈉(CH₃COONa)溶液，混合使產生 AgOAc 沉澱，此時溶液為飽和 AgOAc 溶液；過濾後濾液中銀離子的濃度，以 Fe³⁺為指示劑，標準濃度 KSCN 溶液進行滴定，Ag⁺和 SCN⁻生成溶解度極低之 AgSCN 白色沉澱：



當達當量點(equivalence point)時，為量過多的一滴 SCN⁻和 Fe³⁺生成 FeSCN²⁺ 紅色錯離子，表示達到滴定終點(end point)



利用此滴定法(稱伏哈德法⁽²⁾，Volhard method)可測得 Ag⁺濃度；醋酸根離子濃度則使用化學的方法計算求得。

定溫下微溶鹽之 K_{sp} 為定值，不受各離子濃度的改變或溶液 pH 值之變化所影響，

但溫度改變則會影響 K_{sp} 值。大部分物質之 K_{sp} 隨溫度升高而增大，主要是因溫度升高可以提供熱量，用以打破沉澱晶格而增加溶解度；例如 $PbCl_{2(s)}$ 及 $AgSO_{4(s)}$ 可溶於熱水中。本實驗將測定醋酸銀於不同溫度下之 K_{sp} 值加以比較。

藥品

0.050M 硫氰酸鉀(potassium thiocyanate, KSCN)

0.20M 硝酸銀(silver nitrate, $AgNO_3$)

0.30M 醋酸鈉(sodium acetate, CH_3COONa , 簡記為 NaOAc)

0.17M 鐵指示劑：鐵安蓉溶於 6M HNO_3 (ammonium ferric sulfate, $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$)

儀器與材料

電磁加熱攪拌器、磁攪拌子、滴定管(25mL)、刻度吸管(10mL)、安全吸球、錐形瓶(125mL, 4 個)、燒杯(100mL, 4 個)、保麗龍冰浴杯、漏斗、濾紙、鐵環、乳膠手套。

實驗步驟

1. 精確量取 10.0mL 之 0.20M $AgNO_3$ 與 15.0mL 之 0.30M NaOAc 溶液，混合攪拌約 20 分鐘。
註：可用電磁加熱攪拌器攪拌，其操作參考實驗技能與示範影片。
2. 測量混合溶液的溫度後，重力過濾去除 $AgOAc$ 沉澱，所得濾液即為 $AgOAc$ 飽和溶液。
註 1：重力過濾應用鐵環固定漏斗，其操作參考實驗技能與示範影片。
註 2：此步驟之濾紙不得以蒸餾水潤濕，以免稀釋溶液濃度。
3. 使用安全吸球及刻度吸量管量取 5.0mL 的 $AgOAc$ 飽和溶液，置於錐形瓶中，並加入 1mL 的 Fe^{3+} 指示劑，進行第一次預滴定。
4. 洗淨一支 25mL 滴定管，以約 5mL 之 0.050M KSCN 標準濃度溶液潤洗 2 次後在裝滿之，調整並排除滴定管中之氣泡後，讀記溶液之初體積(V_i)至 0.01mL。
註：整支滴定管均應充滿溶液不可有氣泡，其操作參考實驗技能與示範影片。
5. 以 0.050 M 之 KSCN 溶液進行滴定，可觀察到瓶中出现 $AgSCN$ 白色沉澱，繼續滴到溶液變橙紅色($FeSCN^{2+}$)且搖晃 15 秒不褪色即滴定終點，紀錄(V_f)至 0.01mL，錐形瓶中溶液倒入廢液回收桶。以此預滴定體積估計下步驟精確滴定时所需之 KSCN 滴定管。
6. 精確量取 10.0mL 之 $AgOAc$ 飽和溶液置於乾淨錐形瓶中，加入 1 mL 的 Fe^{3+} 指示劑，進行第二次精確滴定。
7. 重複實驗步驟 1、2，但將混合溶液置於冰水浴中攪拌 20 分鐘，當達到平衡後測量溶液之溫度，在盡快過濾。
註：過濾時尚未濾完之剩餘溶液應保持在冰浴系統中，以避免溫度升高致 $AgOAc$ 沉澱溶解、 Ag^+ 濃度改變。
8. 所得濾液依實驗步驟 3~6，測定低溫下 $AgOAc$ 飽和溶液之 KSCN 滴定用量。

9. 本實驗之廢液及沉澱中均含重金屬 Ag，應收集倒入回收桶中。

姓名_____ 組別_____

學號_____ 日期_____

一、實驗數據

測量項目		(1)液溫：_____		(2)液溫：_____	
		預滴定	精確滴定	預滴定	精確滴定
AgOAc 飽和溶液取量					
0.050M KSCN 滴定體積	Vi (mL)				
	Vf (mL)				
	ΔV (mL)				

二、實驗結果(詳列算式)

計算此二測定溫度， $[Ag^+]$ 、 $[OAc^-]$ 及 AgOAc 之 K_{sp} ，結果列於下表。

溫度	(1)	(2)
$[Ag^+]$		
$[OAc^-]$		
K_{sp}		

第十章 具熱變色四氯銅雙二乙基銨鹽製備與特性實驗

原理

1. 四氯銅雙二乙基銨鹽 $[(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}_2]\text{CuCl}_4$ 為一種熱變色固體，即當溫度改變時，此化合物之顏色也會隨之改變。本實驗利用氯化二乙基銨及氯化銅製備此具熱變色的錯合物，並觀察與紀錄其顏色隨著溫度改變的情形。此合成之固體懼水性，故所用之器皿均應乾燥無水。
2. 氯化銅與氯化二乙基銨之平衡反應式為
$$\text{CuCl}_2 + 2(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH} \cdot \text{HCl} \rightarrow [(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}_2]\text{CuCl}_4$$
3. 熱變色固體 (thermochromic material)：當溫度改變時，此化合物之顏色也會隨之改變。可用於測量溫度。

實驗步驟

1. 秤取約 0.67g 之無水氯化銅 CuCl_2 ，其莫耳數為 0.005，置於 50 ml 錐形瓶中，再加入 2 ml 無水酒精，以玻棒攪拌使固體完全溶解，此時 CuCl_2 為 0.0025 mole / ml。
2. 秤取合於化合劑量比之氯化二乙基銨 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH} \cdot \text{HCl}$ (1.09 g = 0.01 mole)，置於另一 50 ml 錐形瓶中，加入 6 ml 異丙醇，於排煙櫃中加熱攪拌溶解。由於要合成一個 $[(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}_2]\text{CuCl}_4$ 分子， CuCl_2 與 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH} \cdot \text{HCl}$ 的莫耳比為 1:2，建議秤取 1.09 g $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH} \cdot \text{HCl}$ 時，應加入 2 ml CuCl_2 的酒精溶液。
3. 當氯化二乙基銨完全溶解後，用滴管將氯化銅溶液逐滴加入。滴加過程中，溶液仍至於加熱板上持續加熱攪拌。
4. 氯化銅滴加完後，再調高加熱溫度，以蒸發過多之溶劑。
5. 當溶液體積蒸發，濃縮至約 1.5 ml，將錐形瓶放於桌面。稍微冷卻後，再置於冰水中冷卻結晶。
6. 加約 6 ml 冰冷之異丙醇於錐形瓶中，用玻棒將固體結晶打散以清洗之。
7. 使用抽氣過濾法收集產物再以 3 ml 冰冷之異丙醇沖洗錐形瓶中殘留固體到布氏漏斗中。
8. 以鋁箔紙蓋住漏斗口，持續抽氣 5 分鐘使產物乾燥。
9. 取少量產物置於試管中，儘快以軟木塞塞住管口，放在 100mL 的燒杯中。於水浴中慢慢加熱，觀察試樣顏色變化記錄其變色的溫度範圍。
10. 再將式樣置於冰水浴中，由插入之溫度計觀察顏色變化是否具可逆性。35°C 以下亮綠色，35°C 以上黃褐色。

實驗結果紀錄

姓名		實驗日期	年 月 日
學號		班級	
項目	數據	單位	備註
氯化銅重量			
氯化銅莫耳質量			
氯化銅莫耳數			
氯化二乙基銨重量			
氯化二乙基銨莫耳質量			
氯化二乙基銨莫耳數			
產物的顏色為			
產物受熱後的顏色為			
產物冰浴中的顏色為			
產物的溫度			

數據參考

1. 產物的顏色為:亮綠色
2. 產物受熱後的顏色為:黃褐色
3. 產物冰浴中的顏色為:亮綠色
4. 產物的溫度：30~40°C
5. 造成錯合物變色的原因：以晶場論解釋之，由於錯合物中心原子周圍之配位幾何形狀受熱改變，因此造成分子對於光之折射產生差異，而導致顏色之不同。低溫時為平面四邊形，呈現綠色。高溫受熱震盪變為扭曲四邊體，呈黃褐色。

格式化: 字型: 13 點