

105 學年度第一學期

普通化學實驗

操作手冊

作者

陳靖璇 許展華 楊淳如 吳澄翔

Topic 1: Separation of the Components of a Mixture (Exp3)

Topic 2: Chemical Formulas (Exp5)

Topic 3: Chemicals in Everyday Life: What Are They And How Do We Know?(Exp7)

Topic 4: Gravimetric Analysis of a Chloride Salt (Exp8)

Topic 5: Paper Chromatography: Separation of Cations and Dyes(Exp10)

Topic 6: Behavior of Gases: Molar Mass of a Vapor(Exp13)

Topic 7: Determination of R: The Gas-Law Constant(Exp14)

Topic 8: Activity Aeries(Exp15)

Topic 9: Colligative Properties: Freezing-Point Depression and Molecular Weight(Exp19)

Topic 10: Titration of Acids and Bases(Exp20)

Exp1 Separation of the Components of a Mixture

目的: 認識傾析、萃取、昇華、過濾等分離化學物質的方法。

藥品

氯化銨 (NH_4Cl) Ammonium chloride

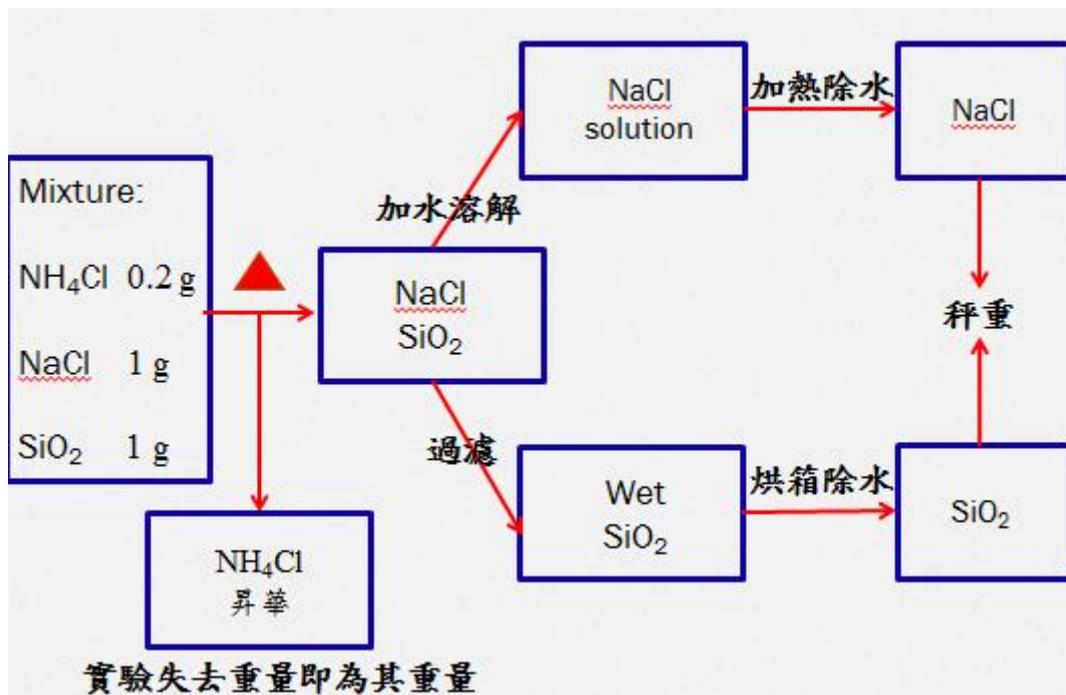
氯化鈉 (NaCl) Sodium chloride

二氧化矽 (SiO_2) Silicon dioxide

使用儀器

加熱版 蒸發皿*2 錶玻璃 量筒*2 玻棒 天秤 濾紙

實驗步驟



注意事項

- 加熱溫度別太高，避免玻璃過熱裂開
- 避免吸入 SiO_2
- 勿將熱的蒸發皿直接拿去天秤秤重

結報

- NH_4Cl 53.135(大蒸發皿和混和物重)-51.82(昇華後重)=1.315 g
- NaCl 51.585-50.77(小蒸發皿重)=0.815 g
- SiO_2 1.825-0.86(濾紙重)=0.965 g
- 算出以上值後求誤差

Exp.2 Chemical Formulas

目的：熟悉化學式公式及如何運用

藥品

Zn粉 Cu線 S粉 6M HCl

器材

蒸發皿 250ml燒杯 玻璃棒 100ml量筒 坩鍋及坩鍋蓋 坩鍋夾 加熱版

實驗原理

分子化合物：由分子組成的化合物，如水分子是由兩個氫原子和一個氧原子所組成。

分子式：指分子中，實際的數字及原子種類。

實驗式：指一個分子中，一種類型原子的數字相對的。

原子量：一個原子的平均質量，單位可用 amu 或克。

式量：為化學式中所有原子的原子量總和，如硝酸 HNO_3 有 63 amu 的式量。

$$\begin{aligned}\text{式量} &= (\text{H的原子量}) + (\text{N的原子量}) + 3(\text{O的原子量}) \\ &= 1.0 \text{ amu} + 14.0 \text{ amu} + 3(16.0 \text{ amu})\end{aligned}$$

分子式的組成百分比：每個元素在化合物中的質量百分比。

$$= \frac{(\text{元素的分子數})(\text{原子量})}{(\text{化合物的式量})} \times 100\%$$

莫耳：指 6.02×10^{23} 個物體。這個數字稱為「亞佛加厥常數」。

實驗步驟

ZnCl₂

蒸發皿（烤乾並秤重）加0.2 g Zn 粉並秤重。

加入15 ml 6M HCl 至沒有Zn為止(產生 H_2 泡泡)。

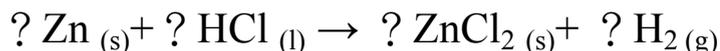
用蒸氣浴加熱，令大部分液體揮發，再移至加熱板加熱。

加熱至有點模糊狀時，放涼並秤重。

再一次緩慢加熱蒸發皿，放涼並秤重。

重複加熱直至兩次重量相差在0.02 g 內。

計算氯化鋅的重量及實驗式並平衡其化學方程式。



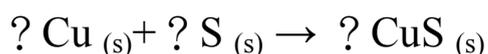


CuS

坩鍋及坩鍋蓋（烤乾並秤重）加入2g Cu，再加足量S粉（蓋過Cu）。蓋好鍋蓋在加熱板上加熱至S停止燃燒（無藍色火焰及無黃色殘留物），冷卻並秤重。

再次加S粉覆蓋Cu並重複加熱冷卻及秤重的步驟，直至兩次重量相差在0.02 g內。

計算硫化銅的重量及實驗式並平衡其化學方程式。



實驗注意事項

在取鹽酸時，須小心且實驗過程中，不能把手套拿下來。

當鹽酸加到含鋅的蒸發皿中，此反應會產生氫氣，附近不能有火源靠近，避免產生爆炸。

氯化鋅有腐蝕性，小心拿取避免接觸到皮膚。

在拿取加熱板上的蒸發皿及坩鍋時，都必須用夾子夾避免被燙傷。

Exp.3 Chemical in Everyday Life

What Are They and How Do We Know

目的：觀察家庭中常見物質的相關反應及學習如何辨別它們

藥品

氨水(16M NH ₄ OH)	化學肥料	漂白水
2M HCl	NaCl	小蘇打NaHCO ₃
粉筆	瀉鹽(MgSO ₄ · 7H ₂ O)	礦物油
NaI	醋酸(18M CH ₃ COOH)	1M NH ₄ Cl
8M NaOH	18M H ₂ SO ₄	3M HNO ₃
(NH ₄) ₂ CO ₃	Ba(OH) ₂ (sat. soln)	0.1M AgNO ₃
0.2M BaCl ₂		

器材

小試管×15 100ml 燒杯 10ml 量筒 石蕊試紙

實驗原理

物質可以被辨認藉由儀器或著是物質的反應，例如氯離子的測試可以通過加入硝酸銀，一段時間後沉澱的產生，確定了氯離子的存在。所以可以透過觀察來確認物質。

此實驗我們測試日常生活中的物質如食鹽、漂白粉、小蘇打等。

家用化學藥品仍具有危險性，切勿混在一起，可能會產生劇烈的爆炸或是危險的反應。

實驗步驟

家用氨水NH₄OH

取1ml家用氨水(16M)至試管中，分別用乾的及濕的紅色石蕊試紙於管口觀察。

取1ml 1M NH₄Cl至試管中，用濕的紅色石蕊試紙觀察。接著加入1ml 8M的NaOH後重複用濕的紅色石蕊試紙觀察。

取一點肥料於試管加入1ml 8M NaOH 利用濕的紅色石蕊試紙觀察。

取(NH₄)₂CO₃至試管，用濕的紅石蕊試紙觀察，聞味道。

小蘇打NaHCO₃

取一點小蘇打加入一到兩滴18M H_2SO_4 觀察變化。另外利用醋取代硫酸重複此動作。

取一點粉筆至試管，加少數滴2M HCl ，利用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 觀察是否有 CO_2 生成 BaCO_3 沉澱。

食鹽 NaCl

取少量 NaCl 至試管，加1到2滴18M H_2SO_4 ，紀錄顏色及氣味。

取少量 NaCl 至試管，加15滴蒸餾水和1滴3M HNO_3 ，再加3到4滴0.1M AgNO_3 ，觀察變化。

取2ml自來水至試管，加1滴3M HNO_3 ，再加3到4滴0.1M AgNO_3 ，觀察變化。

瀉鹽 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

取一點 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 至試管，加1到2滴18M H_2SO_4 觀察反應。

取一點 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 至試管，加1ml 蒸餾水溶解，加1滴3M HNO_3 和1到2滴0.2M BaCl_2 ，觀察紀錄。

漂白水

取一點 NaI 至試管，加1ml 蒸餾水、5滴漂白水、數滴礦物油，觀察紀錄。

取一點 NaI 至試管，加1ml 蒸餾水、1滴3M HNO_3 、4滴0.1M AgNO_3 ，觀察紀錄。

取一點 NaI 至試管，加1到2滴18M H_2SO_4 ，觀察紀錄。

實驗注意事項

酸會造成灼傷，若不小心接觸到應用大量清水沖洗。

家用化學物質仍有危險性，但千萬勿將他們混合，無毒化學物品可能在混和過程中爆炸或產生危險的反應。

聞藥品的氣味時，應該用手摀聞，切記勿將鼻子直接靠近試管口。

在 CO_2 檢驗實驗中，要避免呼吸造成混濁現象的誤判

Exp 4 Gravimetric Analysis of a Chloride Salt

目的: 利用重量來分析未知物(NaCl)之分析

藥品

NaCl 蒸餾水 6M HNO₃ 0.5M AgNO₃ 丙酮

器材:

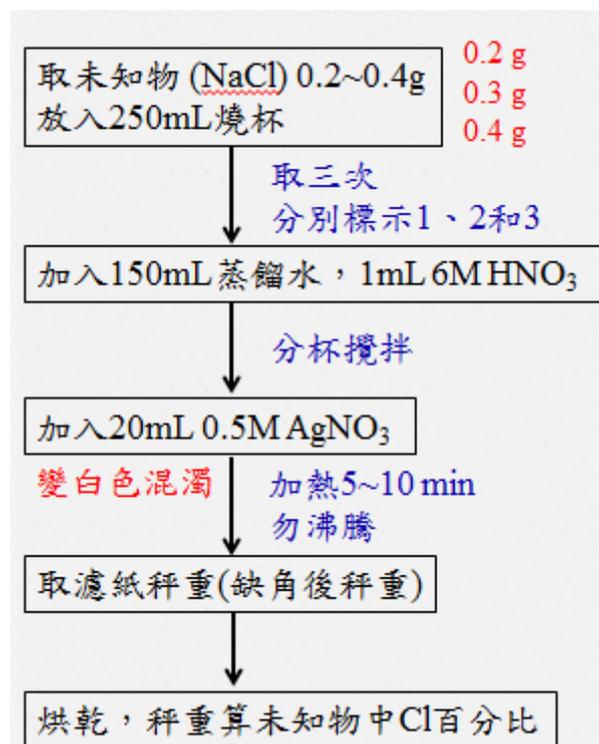
天平, 鐵架網, 250mL 燒杯, 玻璃棒, 加熱板, 刮勺, 漏斗, 濾紙, 錶玻璃, 10mL 量筒, 100mL 量筒, 洗瓶, 秤重紙, 漏斗, 支架

原理: 根據化學計量的概念, 測定元素在化合物中所含的百分比, 在實驗中利用 Ag⁺與 Cl⁻的沉澱, 計算出原先 Cl⁻的含量。

計算:

$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ mole Cl⁻ = mole AgCl = AgCl 重 / AgCl 分子量
未知物 Cl⁻ 重 = (mole Cl⁻) * (Cl 原子量)

實驗步驟:



注意事項:

1. 丙酮要遠離火源
2. AgCl 不可照光
3. 樣品、濾紙務必要秤重精準並記錄

Exp5 Paper Chromatography : Separation of Cations and Dyes

目的:認識層析技巧來分離和辨識物質

藥品

跑液(90 % 丙酮+ 10 % 6M HCl)

15 M 氨水

0.5 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

0.5 M $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$

0.5 M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

1 % dimethylglyoxime in ethanol

使用儀器:

培養皿 層析紙條 濾紙 燒杯 毛細管 玻棒 尺與剪刀

鋁箔紙 噴瓶(裝顯色劑) 迴紋針 50mL 或 100mL 之量筒

實驗原理:

色層分析基礎是分割混合物在靜相動相之間，藉毛細作用沿紙以不同速度分離 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 和 Ni^{2+} 離子

實驗步驟:

A:水平面的分離

1.剪一段約一公分寬 12.5 公分長的濾紙，避免用手碰觸，修剪濾紙以方便貼合培養皿。用鉛筆點出中心點，連續點上已知的 Cu^{2+} ， Ni^{2+} ， Fe^{3+} (使點完全乾)

2.取兩個培養皿，裝入跑液約 5~7 公釐深，用蓋子蓋住，適時補充跑液勿讓其乾掉。當溶液近邊緣時，小心移開錶玻璃，立即標示出離子，因離子很快蒸發。

3.利用氨水及 dimethylglyoxime 染色，用公釐測量 Rf 值。

4.測量未知溶液重複步驟 1~3

B:上升色層分析

1.取一段色層分析紙剪為 15 公分帶狀長，避免用手碰觸用鉛筆點出點，連續點上已知的 Cu^{2+} ， Ni^{2+} ， Fe^{3+} (使點完全乾)

2.取 600ml 燒杯裝入跑液約高底部 10~12mm 深，利用鋁箔蓋住，適時補充跑液勿讓其乾掉。當溶液近邊緣時，使其乾燥立即標示出離子。

3.利用氨水及 dimethylglyoxime 染色，用公釐測量 Rf 值。

4.測量未知溶液重複步驟 1~3

注意事項:

須等上一個點乾了才能再點下一個點

沾有化合物的濾紙若碰到液面，需更換跑液

氨水及鹽酸皆須在通風櫥內使用

Exp6 . BEHAVIOR OF GASES: MOLAR MASS OF A VAPOR

目的

觀察溫度和壓力變化影響一定量氣體的體積，進而了解質量、溫度、壓力、和體積，以便確定氣體的莫耳質量。

$$PV = nRT = w / M \quad w RT$$

藥品

未知物(乙醇): 2 ml/人。易燃，接觸眼睛皮膚需用大量水沖洗
摩爾質量 46.06844(232) g·mol⁻¹ 密度 0.789 g/cm³ (液)
熔點 -114.3 °C (158.8 K) 沸點 78.4 °C (351.6 K)

器材

鋁箔紙 橡皮筋 加熱板 1000ml 或 600ml 燒杯 250ml 錐形瓶
鐵架、鐵夾

原理

氣體與 4 個變因有關—溫度、壓力、體積、莫耳數，在理想氣體方程式中，了解亞佛加厥、查理、波以耳等定律

理想氣體定律 $PV = nRT$

P = 壓力(atm)、 V = 體積(L)、

n = 物質莫耳數(mole)、 R = 氣體常數、 T = 溫度(K)

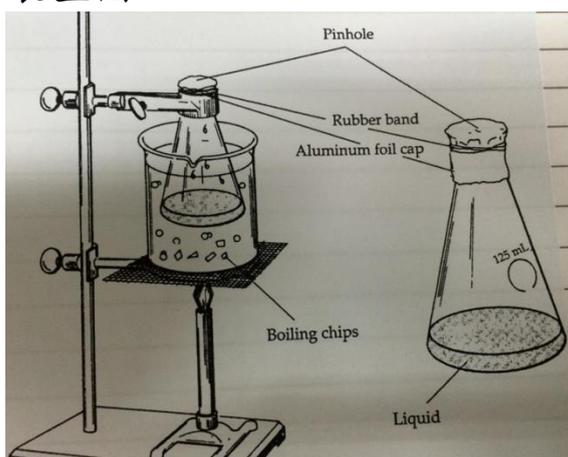
查理定律 $V \propto T$ (P 及 n 為常數)

波以耳定律 $V \propto \frac{1}{P}$ (T 及 n 為常數)

亞佛加厥定律 $V \propto n$ (P 及 T 為常數)

實驗步驟

裝置圖



在 1000ml 或 600ml 燒杯中放入6分滿的水，將水煮沸騰



將 250ml 錐形瓶、橡皮筋和錫箔紙(戳洞，使內外壓力相同)稱重，並紀錄



將未知溶液 2ml (酒精)放入錐形瓶，再稱重，並紀錄



將裝置隔水加熱，待瓶內溶液揮發完後將裝置拿起，冷卻後並稱重



將水倒入瓶中，測量其體積，再利用公式 $PV=nRT$ 求未知物的分子量

注意事項 + 可能出錯的部分

1. 確定錐形瓶能放入燒杯中不卡住
2. 鋁箔紙有緊密包住錐形瓶口
3. 錐形瓶要先擦乾再裝酒精，否則會有誤差

EXP7.Determination of R:The Gas-Law Constant

目的:

了解真實氣體遵守理想氣體方程式的程度，並且測出理想氣體方程式中 R 常數之值。

藥品 MnO_2 KClO_3

器材

125mL 錐形瓶、600mL 燒杯、大試管、橡皮管 X2、橡皮塞(單孔 X1、雙孔 X1)、L 管 X2

步驟:

1. 秤量大試管的重量，加入，均勻混和粉末
2. 架好裝置如圖，使燒杯端的 L 管充滿水，並用夾子夾住



3. 用酒精燈加熱試管末端，並將夾子取下來
4. 秤量流至燒杯中的水之體積(等於氧氣生成體積)，待大試管冷卻後，秤其重量，失去的重量即為生成氧氣的量。

注意事項:

1. 固定試管時，確認藥品沒有接觸到軟木塞
2. 確定大試管是否固定安全
3. 使用酒精燈時通知助教，並且留意瓶內酒精是否足夠
4. 橡皮塞需和 L 管塞緊，避免漏氣(可用小橡皮筋塞)
5. 錐形瓶中的水量至少 150mL，加熱時要將夾子取下

Exp.8 Activity Series

目的:

為了熟悉在化學反應中金屬的相關作用

藥品

0.2M Ca(NO ₃) ₂	0.2M SnCl ₄	Zn
0.2M Mg(NO ₃) ₂	0.2M CuSO ₄	Fe
0.2M Zn(NO ₃) ₂	6M HCl	Sn
0.2M Fe(NO ₃) ₃	Ca	Cu
0.2M FeSO ₄	Mg	

儀器

試管×16 試管架 滴管×8

實驗原理

金屬：

與其它元素相比，都具有相對較低的離子電位。

因失去電子變成離子發生與非金屬組合。 $M \rightarrow M^{n+} + ne^{-}$

非金屬：

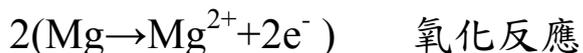
與金屬相比，具有相對較高的電子親和力。

通過獲得電子而成為負離子發生與非金屬組合。 $X + ne^{-} \rightarrow X^{n-}$

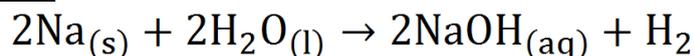
電子轉移

與氧的反應：

氧化反應永遠伴隨還原反應，在平衡反應中失去的電子會等於得到的電子。

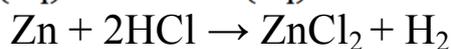
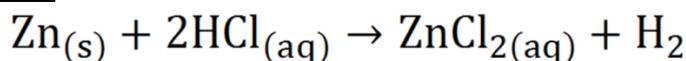


與水的反應：

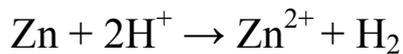


離子等式更好說明電子的轉移過程。

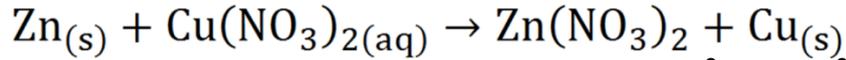
與酸的反應：



沒參與反應可被省略產生淨離子式。



金屬上的電子傳遞：



為了達成平衡且系統消耗最少能量，活性金屬將電子給相對活性低的金屬，或者與水、酸、氧反應。

相對活性系列：

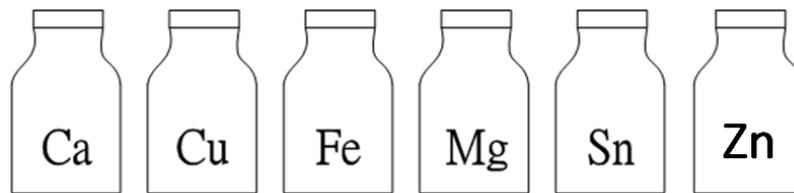
$\text{K} > \text{Cs} > \text{Ba} > \text{Sr} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{Be} > (\text{C}) > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Fe} > \text{Ni} > \text{Sn} > \text{Pb} > (\text{H}) > \text{Cu} > \text{Hg} > \text{Ag} > \text{Pt} > \text{Au}$

實驗步驟

金屬與酸反應

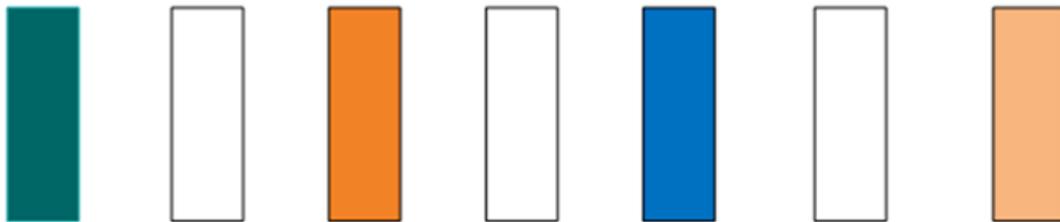
0.5ml 6M HCl

+

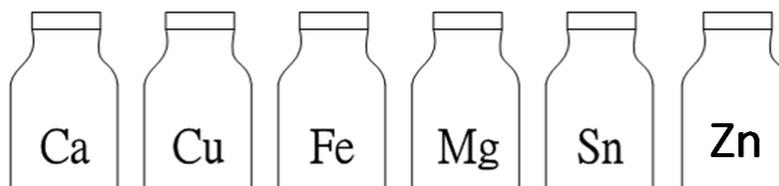


金屬與金屬離子溶液反應

1. Zn(NO₃)₂ 2. Ca(NO₃)₂ 3. FeSO₄ 4. SnCl₂ 5. CuSO₄ 6. Mg(NO₃)₂ 7. Fe(NO₃)₃



+



實驗注意事項

酸有腐蝕性，若不慎接觸應用大量清水沖洗。
請勿搞混及隨意混，可能會產生劇烈的反應。

Exp 9 Freezing Point Depression

目的

利用凝固點下降的性質來測量物質的莫耳質量。

藥品

月桂酸 未知物 (萘)

器材

兩個洞的塞子 鐵線圈 (攪拌用) 橡膠環 (固定溫度計) 大試管
溫度計 鐵環 鐵架 1000 ml 燒杯

原理

依數性質 (Colligative Property)

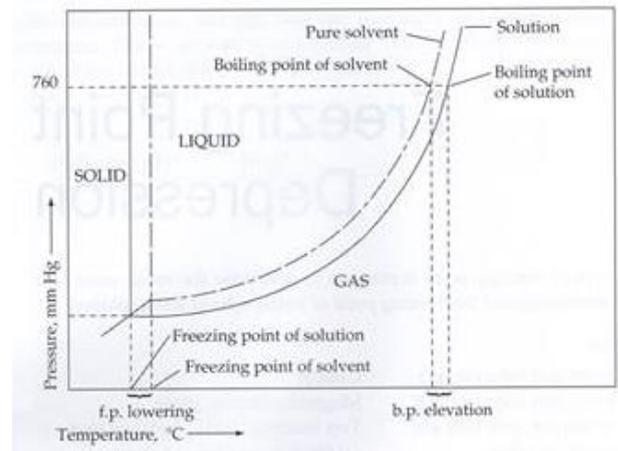
指溶液所具有的一類性質，這類性質只取決於溶質在溶劑中的「粒子」數量，而與溶質的本質無關。

溶液的依數性包括：

1. 蒸氣壓降低
2. 凝固點下降
3. 沸點上升
4. 滲透壓改變

其中凝固點下降與沸點上升的關係式

$$\Delta T = T_f(\text{solution}) - T_f(\text{solvent}) = -i * K_f * m$$



實驗步驟 裝置圖



A. Preparation of experimental apparatus and freezing point determination of lauric acid

在 1000 mL 燒杯中裝 600 ~ 700 mL 水加熱至 70 度



大試管內裝 10g 月桂酸，如圖裝置儀器，將試管放入熱水浴中伴隨攪拌熔化固體



當試管內溫度達 65 度左右時，移開熱水浴



降溫至 50 度，開始每 30 秒紀錄一次溫度，持續攪拌，至少 8 分鐘
或者溫度不在變化約 10 次

B. Freezing point determination of a lauric acid solution

取 1 克未知物(萘)加入大試管中，重複 A 步驟

Waste disposal and cleanup

將月桂酸加熱融掉後倒入酸性廢液桶，其他沾有月桂酸的儀器用熱水和肥皂水刷洗

注意事項 + 可能出錯的部分

溫度計要插在液面下

用熱水及肥皂水洗試管

EXP10. Titration of Acids and Bases

目的

為了熟悉滴定的手法，一個測定體積方法的分析，來決定酸在知物的量

藥品:

NaOH KHP:

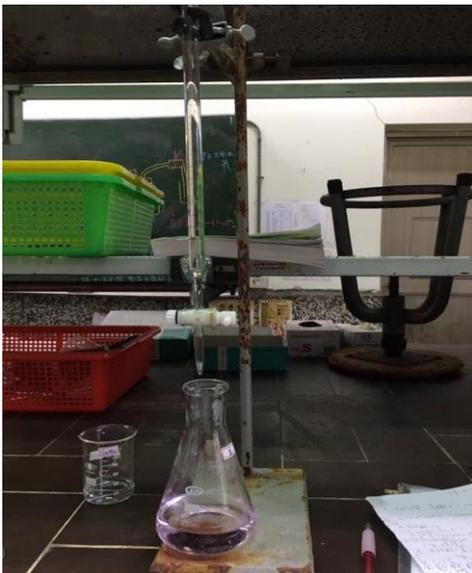
器材

滴定管、錐形瓶 125mL、燒杯 600mL

步驟:

A

- 1.配置 0.1M NaOH(用煮沸蒸餾水配 200mL)
- 2.將 0.3、0.4、0.5g KHP 配成 100mL 水溶液(三杯)，標定 3 次
- 3.加指示劑進行標定，達滴定終點時，由無色變成紅色



- 4.紀錄 3 次標定體積算 NaOH 平均濃度

B

- 1.用標定完成的 NaOH 滴定未知物(5mL 食醋+20mL 水)並計算濃度及標準差

注意事項:

- 1.NaOH 具腐蝕性，小心使用
- 2.確認滴定管是否有裂或破損
- 3.指示劑的量只需 2~3D