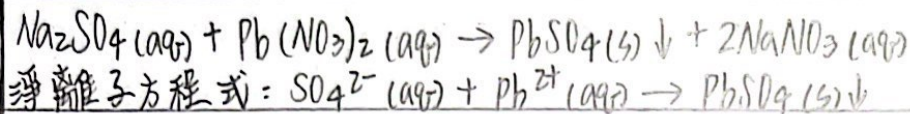


實驗名稱

化學計量

實驗方程式



實驗原理

化學反應 $A + B \rightarrow C + \text{其它生成物}$ (未平衡), 若生成物 C 的量可被測定, 則可以使用一定數量的反應物 A 和不同數量的反應物 B 作用。當生成物 C 的產量不會隨著反應物 B 用量的增加而遞增時, 我們便可得知與此一定數量 A 反應的 B 的數量以及 A、B 和 C 在反應中的比例, 進而決定此化學反應的平衡方程式。

若質在溶液超過飽和濃度時會形成固體, 有些因顆粒太小不會沉澱或過濾過程中會通過濾紙的孔隙造成對沉澱物定量分析上的誤差。造成若質懸浮主要來自於電荷的不平衡, 使懸浮的微細顆粒凝聚沉澱的方法之一是在溶液中加入適當的電解質以中和其表面的電荷。此外, 還有煮沸 (digestion) 的方法, 選擇適當的溫度與加熱時間使若質的小顆粒完全溶解, 在停止加熱溫度下降後溶液中過飽和的若質將會沉澱在未完全溶解的大顆粒上形成更大的不會通過濾紙的顆粒。

注意事項

- (1) 以玻璃棒攪拌燒杯內的溶液和沉澱物以防止因受熱不均而有若質殘出。
- (2) 冷卻後的燒杯中的液體以玻璃棒導入漏斗中。
- (3) 以蒸餾水洗滌沉澱物並以玻璃棒攪拌
- (4) 以蒸餾水洗滌燒杯和玻璃棒, 將殘留的沉澱物倒漏斗。

實驗步驟
+
實驗觀察

① 先校正量筒體積 (*最下端 0.5 mL 通常不準)
(此步驟在本次實驗省略, 切記不可在量筒內殘留液!)

② 量取 指定體積 之 0.5 M $Pb(NO_3)_2$ (aq) 至 50 mL 燒杯中。
(第 10 組量取 5.5 mL)
(要在燒杯內殘留液!)

③ 加入 3 mL 0.5 M Na_2SO_4 (aq) 用玻璃棒均勻攪拌。
固定體積。

④ 加入 5 mL 10% HNO_3 (aq) (*小心!)
 HNO_3 (硝酸) 放久會變黃且產生 NO_2 的氣體。

* Why 要加 HNO_3 ? (省略)
Ans: 因為此反應在 酸性 環境下反應較完全。
Yes!

⑤ 加熱 2~3 min, 50 度, 一邊小心攪拌。(省略)

⑥ 用去水垢去卸並攪拌至空盪。(省略)

⑦ 濾紙稱重
(用鉛筆在邊緣標示 重量 與 組別)

⑧ 減壓抽氣過濾 (濾紙需貼后漏斗所有孔洞, 先以蒸餾水溼潤)
改成 重力過濾 去 (過濾後需烘乾濾紙)

⑨ 以 5~10 mL 冰浴過的蒸餾水, 多次沖洗燒杯、玻璃棒後, 倒入漏斗內。
為了讓沉澱物的量更精確

⑩ 抽乾多餘水份 (至少 3 min)
改成 使用烘箱烘乾濾紙 (烘箱調 100°C 因為水的沸點)

化學計量

實驗報告應全組共同討論一起完成並簽名表示負責

組別: 10

組員簽名: 張庭瑜 · 林榆儒

結果 (網底之空格為實驗觀察或記錄之數據, 其餘則填入計算數據)

本組數據:

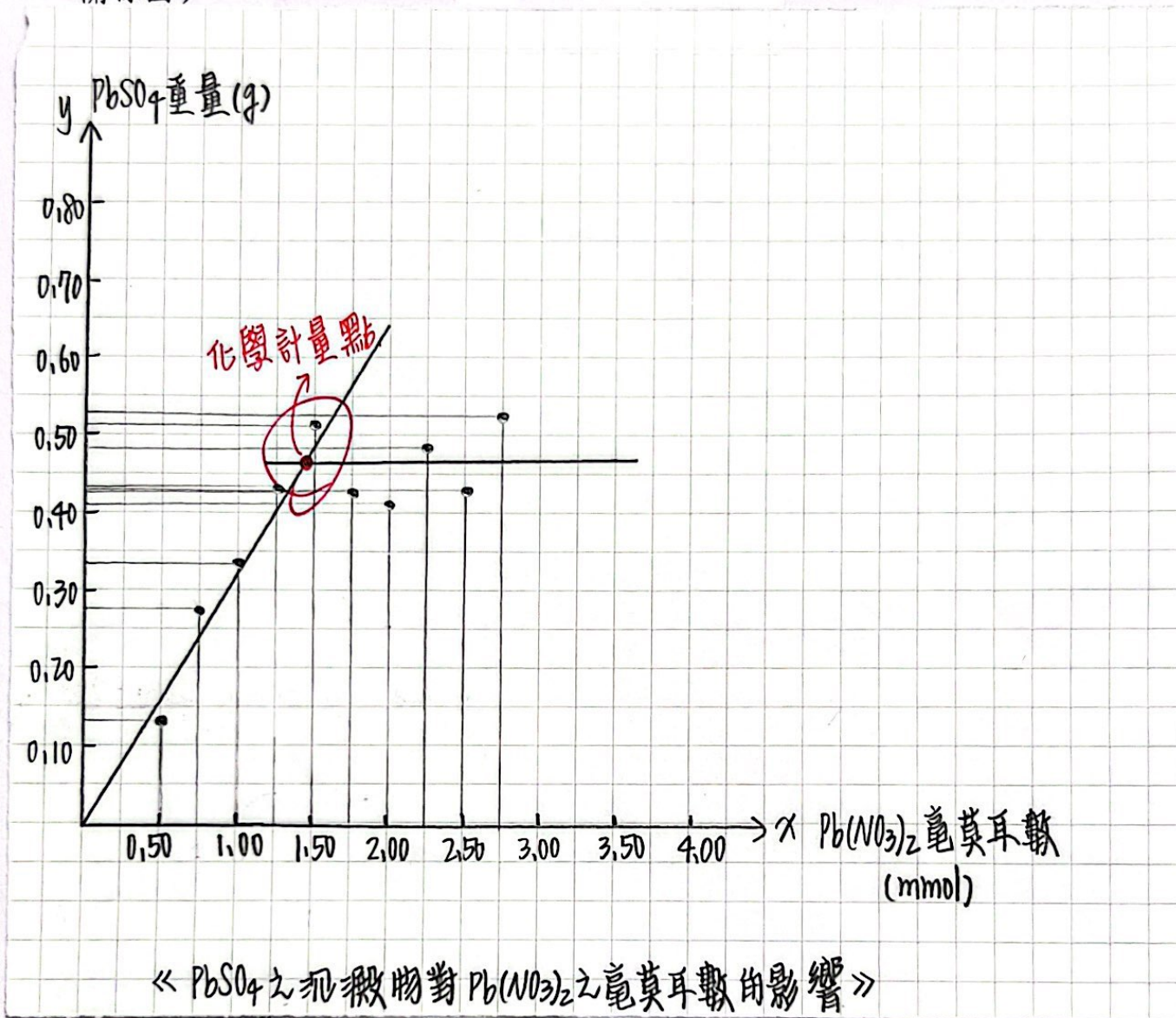
$$\text{莫耳濃度 (M)} = \frac{\text{莫耳數 (mole)}}{\text{公升 (L)}}$$

指定的實驗編號		
實驗次數	第一次	第二次
0.5 M $Pb(NO_3)_2$ 體積 (mL)	5.5	5.5
$Pb(NO_3)_2$ 的數量 (mmol)	2.75	2.75
0.5 M Na_2SO_4 體積 (mL)	3.0	3.0
Na_2SO_4 的數量 (mmol)	1.5	1.5
濾紙和沉澱物的總重 (g)	1.036	1.035
濾紙的重量 (g)	0.578	0.575
沉澱物的重量 (g)	0.4571	0.46
平均重量 (g)	0.4586	

全班數據:

實驗編號	0.5 M Na_2SO_4 體積 (mL)	Na_2SO_4 數量 (mmol)	0.5 M $Pb(NO_3)_2$ 體積 (mL)	$Pb(NO_3)_2$ 數量 (mmol)	1-10 組沉澱物重量 (g)	11-20 組沉澱物重量 (g)	21-30 組沉澱物重量 (g)	全班沉澱物的平均重量 (g)	
1	3.00	1.5	1.00	0.50	0.1625	0.1090	0.1358	(1st + 11th) = 2	
2			1.50	0.75	0.2610	0.2840		0.2725	(2nd + 12th) = 2
3			2.00	1.00	0.3410	0.3410		0.3410	(3rd + 13th) = 2
4			2.50	1.25	0.4365	0.4345		0.4355	(4th + 14th) = 2
5			3.00	1.50	0.3840	0.6185		0.5013	(5th + 15th) = 2
6			3.50	1.75	0.4330	0.4230		0.4280	(6th + 16th) = 2
7			4.00	2.00	0.3780	0.4330		0.4055	(7th + 17th) = 2
8			4.50	2.25	0.5400	0.4365		0.4883	(8th + 18th) = 2
9			5.00	2.50	0.3905	0.4665		0.4285	(9th + 19th) = 2
10			5.50	2.75	0.4586	0.5990		0.5288	(10th + 20th) = 2
								10組 Data 總平均	
								0.3965	

繪圖：由所抄錄的全班數據，以 $Pb(NO_3)_2$ 的數量為橫軸， $PbSO_4$ 的重量 為縱軸 (mmol) (x軸)
 用方格紙繪圖。由圖上左邊各點和右邊各點各取一條直線。從兩條直線的交點找出“化學計量點”。請注意務必標示橫軸及縱軸的名稱、單位及圖名 (例如本實驗的圖名可為 $CaCO_3$ 之沉澱物重量對 $CaCl_2$ 之毫莫耳數的關係圖)。



《 $PbSO_4$ 之沉澱物對 $Pb(NO_3)_2$ 之毫莫耳數的影響》

分子量 = 303
 沉澱物 $PbSO_4$ 的重量：0.5013 g； $Pb(NO_3)_2$ 的數量：1.5 mmol

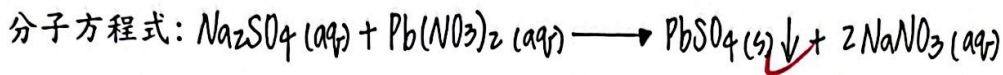
沉澱反應中反應物的數量(毫莫耳數)比為 $PbSO_4 : Pb(NO_3)_2 = 10 : 10$ (1=1)
 1.7 mmol 1.5 mmol.

$$\frac{0.5013g}{303} \approx 0.0017 (mol)$$

$$\approx 1.7 (mmol)$$

問題

1. 寫出硫酸鈉溶液與硝酸鉛溶液的沉澱反應的分子方程式和淨離子方程式。



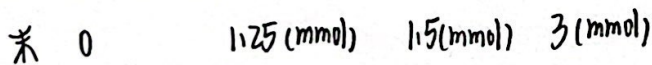
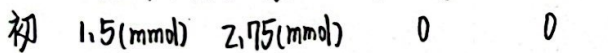
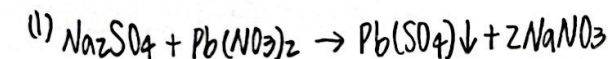
2. 由你所做的實驗中, 所使用的硫酸鈉和硝酸鉛的數量, 決定何者為限量試劑 (limiting reagent)。

本組的實驗中所使用的 Na_2SO_4 為 3.0 mL, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 為 5.5 mL。由於分子方程式中的 Na_2SO_4 與 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 的係數比為 1:1, 但實際上 Na_2SO_4 的用量少於 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ($3\text{mL} < 5.5\text{mL}$), 因此可判定 Na_2SO_4 為限量試劑。 **Yes!**

3. 從「你們那組」所做實驗的數據中, 分別計算

(1) 沉澱物為 PbSO_4 之理論產量 (theoretical yield)。 PbSO_4 分子量: 303

(2) 根據(1)計算的結果和實驗的結果算出你所得到的產量百分率 (percent yield)。



(2) 產量百分率 = $\frac{\text{實際產量}}{\text{理論產量}} \times 100\%$

理論 = $0.0015 (\text{mol}) \times 303$

= 0.4545 (g)

產量百分率 = $\frac{0.4586}{0.4545} \times 100\%$

≅ 100%

PbSO_4 之理論產量為 1.5 mmol. = 0.0015 mol

討論: 在本實驗中有那些因素可能會使結果產生誤差, 例如產量百分率小於 100%? 在實驗的步驟中有那些是可能可以改進以減少誤差的?

① 沖洗燒杯、玻璃棒時未沖洗乾淨 → 多沖洗幾次確保沉澱物殘留量最小

② 有沒有加入 HNO_3 → 加入 HNO_3 使溶液在酸性環境下反應更完全。

③ 水分要烘乾 → 烘箱溫度、烘的時間要足夠。

為了節省時間本次實驗少了加 HNO_3 以及加熱的步驟, 即使沒有實際操作我也在課堂當中學習到這兩個步驟的重要性 (尤其是加 HNO_3 !) 透過重力過濾我也第一次使用白瓷漏斗, 又是一個新的體驗。