**定量分析　—　碳酸鹽的混合物﹝探究為本實驗﹞**

**教師版本**

**此定量分析的一些可行方法**

方法**一** （利用過濾法測定不溶於水的碳酸鈣）

碳酸鉀溶於水，而碳酸鈣則不溶於水。

首先，稱量樣本以得出樣本的重量，然後將樣本溶於水中並加以攪拌。待攪拌至一定的時間後，透過過濾法得到不溶於水的殘留物（即碳酸鈣），這種方法能得出碳酸鈣在混合物中的含量。

方法二甲（利用氯化鋇與濾液反應生成的沉澱物作測定）

碳酸鋇不溶於水。利用沉澱法，可以找出溶於水的碳酸鉀在樣本中的含量。

首先，稱量樣本以得出樣本的重量，然後將樣本溶於水中並加以攪拌。待攪拌至一定的時間後，透過過濾法得到濾液。之後加入過量的氯化鋇到濾液中，這種方法會生成不溶於水的碳酸鋇，透過稱量沉澱出來的碳酸鋇，可以得出樣本中碳酸鉀的含量。

方法二乙（用標準強酸與濾液進行滴定）

除了利用沉澱法，滴定法也可用來找出溶於水的碳酸鉀在樣本中的含量。

首先，稱量樣本以得出樣本的重量，然後將樣本溶於水中並加以攪拌。待攪拌至一定的時間後，透過過濾法得到濾液。之後用標準強酸與濾液進行滴定，以甲基橙作為指示劑，找出到達終點所需強酸的容量，然後可得出樣本中碳酸鉀的含量。

方法三（直接滴定法）

利用直接滴定法，可以找出樣本中碳酸根離子的總含量。

首先，稱量樣本以得出樣本的重量，然後將樣本溶於水中並加以攪拌。之後用標準強酸與濾液進行滴定，以甲基橙作為指示劑，找出到達終點所需強酸的容量，可得出樣本中碳酸根的總摩爾數。根據樣本的質量和樣本中碳酸根的總摩爾數，可算出碳酸鉀和碳酸鈣在樣本中的含量。

方法四（返滴定法）

除了利用直接滴定法，利用返滴定法，亦可以找出樣本中碳酸根的總摩爾數。

首先，稱量樣本以得出樣本的重量，然後將樣本溶於水中並加以攪拌。之後加入已知量及過量的標準強酸，將得出來的混合物溶液與標準鹼進行滴定，以酚酞作為指示劑。

注意：香港中學文憑考試化學科課程並不包含「返滴定法」這實驗技巧。

備註：

1. 除了上述的方法以外，其他方法包括將樣本混合物和酸的反應，然後量度所得的二氧化碳氣體的體積或量度因流失二氧化碳以致樣本所減少的質量。惟經實踐後，這種方法所得出的結果並不理想。
2. 在方法三中，滴定終點或因種種原因導致不準確的結果，例如部分碳酸鈣沒溶於水中，但是實踐結果顯示此方法所得出的結果仍可作為參考。

**數據和計算範本**

實驗中所使用的樣本含有**60%**的碳酸鉀與**40%**的碳酸鈣。

方法**一** （利用過濾法測定不溶於水的碳酸鈣）

樣本的質量 (g) = 2.01

過濾得出殘留物的質量（碳酸鈣） (g) = 0.72

碳酸鉀的質量 (g) = 2.01 - 0.72 = 1.29

碳酸鉀在樣本中的質量百分比 = 64%, 碳酸鈣在樣本中的質量百分比 = 36%

方法二甲（利用氯化鋇與濾液反應生成的沉澱物作測定）

樣本的質量 (g) = 2.01

用作沉澱法的溶液 = 1.0 M BaCl2(aq)

過量1.0 M 碳酸鋇溶液的容量 (cm3) = 50.0

過濾得出殘留物的質量（碳酸鋇）(g) = 1.44

碳酸鉀的摩爾數 (mol) = 0.00730

樣本中碳酸鉀的質量 (g) = 1.01

樣本中碳酸鈣的質量 (g) = 2.01 – 1.01 = 1.00

碳酸鉀在樣本中的質量百分比 = 50%

碳酸鈣在樣本中的質量百分比 = 50%

方法一與方法二甲的備註：

1. 為了方便的緣故，建議在進行過濾法前先稱量濾紙的重量，然後稱量過濾及乾燥後的濾紙重量和殘留物重量。殘留物的重量能透過兩個讀數的相差來計算得出。若把殘留物從濾紙勺出後才進行稱量可能導致很大的實驗誤差，因為部份殘留物會黏著在濾紙上，難以分離勺出。
2. 為了令實驗結果更準確，建議在稱量前把附上殘留物的濾紙放在110oC的焗爐大約30分鐘，確保濾紙完全乾透。

方法二乙（用標準強酸與濾液進行滴定）

樣本的質量　(g) = 0.4682

標準氫氯酸的濃度 (mol dm-3) = 0.209

到達終點所需標準氫氯酸的容量 (cm3) = 18.00

所用氫離子的摩爾數 (mol) = 0.00376



碳酸根離子在濾液中的摩爾數 (mol) = 0.00376 / 2 = 0.00188

碳酸鉀的摩爾質量 (g mol-1) = 138.205

碳酸鈣的摩爾質量 (g mol-1) = 100.0869

樣本中碳酸鉀的質量 (g) = 0.00188 × MW(K2CO3) = 0.260

樣本中碳酸鈣的質量 (g) = 0.4682 – 0.260 = 0.208

碳酸鉀的質量百分比 = 55%, 碳酸鈣的質量百分比 = 45%

方法三（直接滴定法）

樣本的質量 (g) = 1.5234

標準氫氯酸的濃度 (mol dm-3) = 1.034

到達終點所需標準氫氯酸的容量 (cm3) = 24.4

所用氫離子的摩爾數 (mol) = 0.0252



碳酸根離子在樣本中的摩爾數 (mol) = 0.0252 / 2 = 0.0126

設樣本中的碳酸鉀的摩爾數為x

設樣本中的碳酸鈣的摩爾數為y

碳酸鉀的摩爾質量 (g mol-1) = 138.205

碳酸鈣的摩爾質量 (g mol-1) = 100.0869

(1) x × MW(K2CO3) + y × MW(CaCO3) = 1.5234

(2) x + y = 0.0126

得出，x = 0.00688, y = 0.00572

樣本中碳酸鉀的質量 (g) = 0.951

樣本中碳酸鈣的質量 (g) = 0.572

碳酸鉀的質量百分比 = 62%, 碳酸鈣的質量百分比 = 38%

方法四（返滴定法）

樣本的質量 (g) = 0.4265

標準氫氯酸的濃度 (mol dm-3) = 0.209

用作與樣本反應的過量氫氯酸的容量 (cm3) = 50.00

滴定所用標準氫氧化鈉的濃度 (mol dm-3) = 0.200

與過量氫氯酸反應所需氫氧化鈉的容量 (cm3) = 17.00

與樣本中碳酸根離子反應的氫氯酸的摩爾數 (mol)

= (0.209 × 50.00 / 1000) – (0.200 × 17.00 / 1000) = 0.00705



碳酸根離子的摩爾數 (mol) = 0.00705 / 2 = 0.00352

設樣本中的碳酸鉀的摩爾數為x

設樣本中的碳酸鈣的摩爾數為y

碳酸鉀的摩爾質量 (g mol-1) = 138.205

碳酸鈣的摩爾質量 (g mol-1) = 100.0869

(1) x × MW(K2CO3) + y × MW(CaCO3) = 0.4265

(2) x + y = 0.00352

得出，x = 0.0195, y = 0.00157.

樣本中碳酸鉀的質量 (g) = 0.269

樣本中碳酸鈣的質量 (g) = 0.4265 – 0.269 = 0.158

碳酸鉀的質量百分比 = 63%, 碳酸鈣的質量百分比 = 37%

方法三和方法四的備註：

1. 方法三和方法四的結果非常接近。前者的實驗步驟較簡單，後者的滴定終點則較易觀察。
2. 香港中學文憑考試化學科課程並不包含「返滴定法」這實驗技巧。

**實驗結果總結**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 方法 | 碳酸鉀的質量百分比 | 碳酸鈣的質量百分比 |
| 一 | 64 | 36 |
| 二甲 | 50 | 50 |
| 二乙 | 55 | 45 |
| 三（直接滴定法） | 62 | 38 |
| 四（返滴定法） | 63 | 37 |