

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 普高組 技高組 成果報告

題目名稱：不同過濾材料的性能比較

一、摘要

本實驗旨在探討自製過濾水裝置對不同種類水溶液中的雜質淨化功能。實驗中，我們使用了活性碳以及石英砂來過濾，過濾的水溶液則是選擇了醋酸(CH_3COOH)水溶液、氯化鉀(KCl)水溶液及氯化鈉(NaCl)水溶液。利用測量過濾水溶液前後的TDS值，比較過濾前後的水質差異。在本次實驗中，我們發現了活性碳以及石英砂對過濾水溶液中的雜質會有不同的效果。

二、探究題目與動機

(一)題目：不同過濾材料過濾不同溶液的性能比較

(二)動機

在國中上童軍課時，學習到在野外如何取得乾淨飲用水的相關課程，故想要透過這項研究、了解天然過濾材料(石英砂)與人工過濾材料(活性碳)在去除水中懸浮物與雜質的效能。為了要了解過濾材料在生活中的影響，因此我們選擇了生活中常見的電解質來進行過濾水溶液的測量實驗。

三、探究目的與假設

(一)目的：比較活性碳與石英砂淨化水中電解質的能力。

(二)假設：活性碳能夠有效的過濾水中的電解質，石英砂只能過濾顆粒較大的雜質。

四、探究方法與驗證步驟

(一)原理

1. 物理過濾作用：

(1)吸附作用：活性碳具有高度多孔的結構，能夠有效吸附水中的有機物質和部分無機離子，從而降低TDS值。

(2)顆粒截留：石英砂等顆粒材料可截留較大的懸浮顆粒，雖然主要針對懸浮固體，但也可能間接影響TDS，特別是當部分溶解性物質與懸浮顆粒結合時。另外，石英砂(成分為 SiO_2)在水中，其表面會發生水解反應，生成矽烷醇基(Si-OH)，此官能基可釋放出氫離子(H^+)，使得石英砂表面帶負電荷，水中帶有正電荷的微小顆粒會受到石英砂表面負電荷的靜電吸引，從而被吸附。

2. 化學反應與沉澱：

(1) 沉澱反應：某些溶解性離子在特定條件下會與過濾材料中的成分發生反應，形成不溶性的沉澱物，從而從水中移除。例如，水中的鈣、鎂離子可能與碳酸根離子形成碳酸鈣或碳酸鎂的沉澱。

(2) 離子交換：某些材料具有離子交換能力，能夠替換水中的某些離子，從而改變TDS值。

(二) 實驗器材與藥品

過濾器材	石英砂 (200cm ³)	活性炭 (200cm ³)	紗布 1 片	2 公升可樂保特瓶
實驗用具	剪刀	美工刀	TDS計(JAOUA)	燒杯
實驗用水溶液	0.005M CH ₃ COOH	0.005M NaCl	0.005M KCl	

(三) 製作簡易過濾器

1. 使用美工刀將保特瓶底部切開，瓶口朝下。
2. 在瓶蓋處鋪上一層紗布作為底層過濾層。
3. 清洗活性炭與石英砂以清除雜質，如圖(一)。
4. 在紗布上放石英砂或活性炭。



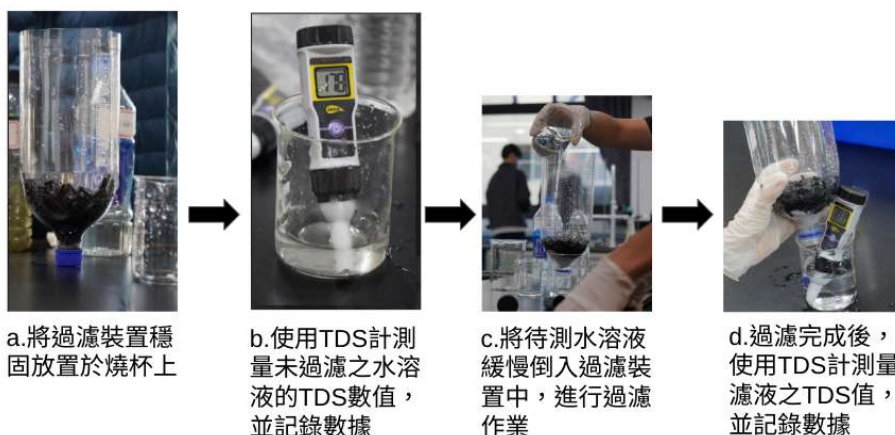
圖(一)

(四) 實驗變因

操作變因	控制變因	應變變因
不同種類的水溶液	相同濃度(0.005M)的水溶液	水質指標 (TDS濃度)

(五) 實驗步驟

1. 實驗流程如圖(二)所示



圖(二) 實驗步驟流程圖

2. 先以活性碳作為濾材，依序過濾0.005M CH₃COOH、NaCl及KCl。再以TDS計讀取溶液過濾前後之TDS數值。

3. 再以石英砂作為濾材，重複步驟1。

(六) 數據分析

1. 公式

$$\text{TDS 變化百分比} = \left(\frac{\text{過濾後 TDS} - \text{原 TDS}}{\text{原 TDS}} \right) \times 100\%$$

(1) 公式說明

(a)原TDS：過濾前的 TDS 值

(b)過濾後TDS：水經過過濾後的 TDS 值

(c) 變化百分比：

(i) 正值：表示 TDS 上升，水中雜質變多（可能是過濾材料釋出雜質）。

(ii)負值：表示 TDS 降低，水中的雜質變少。

(2)舉例

以NaCl水溶液為例，原 TDS = 784 ppm，過濾後 TDS = 431 ppm，則

$$\text{計算方法為} \left(\frac{431 - 784}{784} \right) \times 100 = -45.0\%$$

這表示 NaCl 水樣經過該過濾材料後，TDS 質下降了 45%。

2. 實驗數據

表(一) 水溶液透過活性碳過濾前後之TDS值

測試/過濾材料	CH ₃ COOH (ppm)	NaCl (ppm)	KCl (ppm)	CH ₃ COOH TDS變化百分比	NaCl TDS變化百分比	KCl TDS變化百分比
活性碳 1 (過濾前TDS)	155	784	819	-	-	-
活性碳 2 (過濾前TDS)	128	986	850	-	-	-
活性碳 1 (過濾後TDS)	232	431	791	49.68%	-45.02%	-3.41%
活性碳 2 (過濾後TDS)	190	560	810	48.44%	-43.20%	-4.70%

表(二) 水溶液透過石英砂過濾前後之TDS值

測試/過濾材料	CH ₃ COOH (ppm)	NaCl (ppm)	KCl (ppm)	CH ₃ COOH TDS變化百分比	NaCl TDS變化百分比	KCl TDS變化百分比
石英砂 1 (過濾前TDS)	130	790	802	-	-	-
石英砂 2 (過濾前TDS)	129	868	883	-	-	-
石英砂 1 (過濾後TDS)	99	458	413	-23.84%	-42.02%	-48.50%
石英砂 2 (過濾後TDS)	96	513	459	-25.58%	-40.89%	-48.01



圖(三) 不同溶液經活性碳或石英砂過濾前後之TDS降低百分比圖

3. 討論

- (1) 活性碳過濾 CH₃COOH 時，其濾液之TDS 反而增加，可能是CH₃COOH為酸性物質，導致黏著顆粒狀活性碳的黏著劑溶出。
- (2) 活性碳過濾 NaCl，其濾液之TDS有明顯下降，代表活性碳對NaCl有顯著過濾效果，但KCl的濾液之TDS並沒有顯著下降，可能原因為鉀離子較活性碳中的孔洞大，導致KCl水溶液不易被活性碳所過濾。

(3)石英砂對於三者溶液，其濾液之TDS都有明顯下降，推測與石英砂表面帶負電荷有關，故與 K^+ 、 Na^+ 、 H^+ 之間有靜電引力，從而吸附這些陽離子。且過濾效果依序為 $KCl > NaCl > CH_3COOH$ 。

五、結論與生活應用

(一)結論

1. 活性碳對 $NaCl$ 水溶液有顯著過濾效果，對 KCl 水溶液過濾效果不明顯，而 CH_3COOH 反而會使水溶液水質變差。
2. 石英砂對 $NaCl$ 、 KCl 及 CH_3COOH 水溶液都有顯著過濾效果，效果依序為 KCl 水溶液最佳、 $NaCl$ 水溶液次之、 CH_3COOH 水溶液最差。

(二)生活應用

以家庭中的逆滲透為例，活性碳在濾水系統中扮演重要角色。活性碳不僅能夠過濾水中的重金屬離子（例如：鈉離子、鉀離子.....）還可以改善飲用水的口感，或者是逆滲透中的活性碳能夠有效的改善熱水瓶中出現水垢的情況。此外，水族箱也可以當作一個非常好的生活應用實例，在水族箱的底層鋪上一層石英砂不僅能夠增加美感還可以過濾魚類在水中的排泄物等雜質。

參考資料

1. TDS是什麼?了解台灣自來水水質標準，取自
<https://taiwan-water.com/2024/08/05/8849/>
2. in Acid-Washed Carbons - ResinTech, 取自
<https://resintech.com/wp-content/uploads/2021/03/The-Issue-of-pH-Adjustment-in-Acid-Washed-Carbons.pdf>