

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040803

洗淨分析大進化

國立宜蘭高級中學

作者姓名：

高二 楊智堯 高二 林彥揚 高二 鄧藍暄
高二 李冠毅

指導老師：

陳瑞麟

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：生活與應用科學科

組 別：高中組

作品名稱：洗淨分析大淨化

關 鍵 詞：電腦分析、洗淨力量化

編 號：

壹、摘要

我們爲了研究許多環境因子對洗劑洗淨能力造成的影響，便將變因區分爲溫度、水的硬度以及洗衣粉的濃度等等，並控制相機的光圈大小、快門，利用其觀察和記錄實驗過程，最後利用電腦分析所獲得的數據資料，歸納出這些環境因子對洗淨能力所造成的影響，及如何增強洗劑的洗淨能力。

貳、動機

電視上常看見許多有關衣物洗劑的廣告，其標榜的洗淨能力通常都非常驚人，不禁令人懷疑它的真實性，而且在家中清洗衣物時，洗劑的用法用量通常見人見智，包裝上的說明似乎經常被忽略，如此可能會有超量使用的情形出現，不僅浪費資源又會對環境造成汙染。而在高一時基礎化學曾學過 COD(化學需氧量)及合成清潔劑，在高二上又學了氧化還原，所以我們想將所學的化學知識應用在日常生活中，期望藉由此次實驗的結果，在衣物的洗淨及環境保護上尋求一個平衡點。

參、實驗目的

- 一、測量洗衣粉之 COD、洗淨力。
- 二、測量洗衣粉在軟水及硬水中洗淨力之差別。
- 三、測量洗衣粉在不同溫度的水中，洗淨力之差異。
- 四、測量不同濃度，洗淨力的差異。

肆、研究設備及器材

一、器材

玻棒 刮勺 量瓶 燒杯 量筒 吸量管 滴管 滴定管

二、藥品

$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{conc.})}$ $\text{KMnO}_{4(\text{s})}$ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_{4(\text{s})}$ 市售的各種洗衣粉

三、設備

磁攪拌機 向心力實驗轉速控制器 三梁天平 Sony 720 萬畫素數位相機
自製暗箱 吹風機 PhotoImpact 電動攪拌機 恆溫水槽

伍、實驗過程及方法

實驗一 測量不同品牌洗衣粉之洗淨力

- 一、根據洗衣粉上面之指示調配其溶液。
- 二、用咖啡當污染物，滴 3 滴於白色棉布上並待其乾燥，並留下汙漬。
- 三、分別取不同品牌的 150mL 洗劑，將沾有汙漬的布放入攪拌 3 分鐘。
- 四、利用向心力實驗轉速控制裝置，將布脫水 0.5 分鐘(馬達轉速固定)，再將布置入 150mL 洗劑水中攪拌 3 分鐘，重複 2 次並脫水。
- 五、將布放入暗箱中，目的是使用穩定光源來控制其照光量，再用數位相機拍成照片，輸入電腦利用 PhotoImpact 分析其相對明度值。

實驗二 測量不同品牌洗衣粉的 COD(化學需氧量)

- 一、用已知濃度的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 和未知 KMnO_4 作氧化還原滴定，來標定 KMnO_4 濃度。
- 二、根據洗衣粉上面之指示調配其溶液。

(一)、H 牌洗衣粉：2mL 粉末加水至 1L。

(二)、I 牌洗衣精：0.716mL 加水至 1L。

(三)、J 牌洗衣精：0.44mL 加水至 1L。

(四)、K 牌洗衣粉：1mL 加水至 1L。

(五)、H 牌強效洗衣粉：2mL 加水至 1L。

(六)、H 牌濃縮洗衣粉：0.1g 加水至 1L。

(七)、L 牌洗衣粉：1mL 加水至 1L。

三、再利用 KMnO_4 ，氧化還原滴定，分別測量每種洗衣粉之 COD。

實驗三 測量不同溫度的水對於洗淨力的影響

一、利用恆溫水槽將水溫分別控制在 0 度、20 度、40 度及 60 度。

二、根據洗衣粉上面之指示調配其溶液。

三、用咖啡當污染物，滴 3 滴於白色棉布上並待其乾燥，並留下汗漬。

四、分別取 150mL 洗劑及自來水 150mL，置入恆溫水槽中，用溫度計確定其溫度控制在實驗所需要的範圍。

五、將布放入洗劑中攪拌 3 分鐘，所有的攪拌過程皆在恆溫水槽中完成。

六、利用向心力實驗轉速控制裝置，來將布脫水 0.5 分鐘(馬達轉速固定 1500rpm)，再將布置入 150mL 水中攪拌 3 分鐘，重複 2 次並脫水。

七、將布用吹風機吹乾。

八、將布放入暗箱中，目的是使用穩定光源來控制其照光量，再用數位相機拍成照片，輸入電腦利用 PhotoImpact 分析其相對明度值。

實驗四 測量洗衣粉在軟水及硬水洗淨力差異

一、先將硬水濃度分別調配至 0ppm、50ppm 及 100ppm。

- 二、用咖啡當污染物，滴 3 滴於白色棉布上並待其乾燥、留下汙漬。
- 三、取 150mL 洗劑，將布放入，將其攪拌 3 分鐘。
- 四、將布利用向心力實驗轉速控制裝置來脫水 0.5 分鐘(馬達轉速固定 1500rpm)，再將布置入 150mL 水中攪拌 3 分鐘，重複 2 次並脫水。
- 五、將布放入暗箱中，目的是使用穩定光源來控制其照光量，再用數位相機拍成照片，輸入電腦利用 PhotoImpact 分析其相對明度值。

實驗五 測量洗衣粉濃度對洗淨力的影響

- 一、先將洗衣粉濃度調至 2ml/1L、1ml/1L、0.5ml/1L。
- 二、用咖啡當污染物，滴 3 滴於白色棉布等其乾燥。
- 三、取 150mL 洗劑，將布放入，將攪拌器的轉速固定，攪拌 3 分鐘。
- 四、利用向心力實驗轉速控制裝置來脫水 0.5 分鐘(馬達轉速固定 1500rpm)，再置入 150mL 水中攪拌 3 分鐘，重複 2 次並脫水。
- 五、將布放入暗箱中，目的是使用穩定光源來控制其照光量，再用數位相機拍成照片，輸入電腦利用 PhotoImpact 分析其相對明度值。

陸、實驗結果

實驗一 測量不同品牌洗衣粉之洗淨力

(表格中數據為測量所得之明度值)

品牌	第一塊(布)			第二塊			第三塊			差值平均
	洗前	洗後	差值	洗前	洗後	差值	洗前	洗後	差值	
自來水	148.6	167.1	18.5	157.1	171.1	14.0	154.2	170.4	16.2	16.2
H牌	142.3	171.5	29.2	150.9	180.3	29.4	136.7	176.1	39.4	32.7
I牌	124.2	162.7	38.5	133.1	170.0	36.9	140.5	169.3	28.8	34.7
J牌	136.5	174.2	37.7	156.3	187.6	31.3	156.6	188.8	32.2	33.7

實驗二 測量不同品牌洗衣粉的 COD(化學需氧量)

品牌	COD
H 牌洗衣粉	0.60 ppm
I 牌洗衣精	0.95 ppm
J 牌洗衣精	0.76 ppm
K 牌洗衣粉	5.65 ppm
H 牌強效洗衣粉	1.90 ppm
H 牌濃縮洗衣粉	0.78 ppm
L 牌洗衣粉	2.05 ppm

實驗三 測量各種水溫對於洗淨力的影響

溫度	洗前			洗後			洗淨百分率	總差
	污點明度	白布明度	相對明度	污點明度	白布明度	相對明度	布	布
0°C	128.2	181.1	52.9	171.6	184.1	12.5	76.37%	40.4
25°C	131.5	183.0	51.5	189.9	199.1	9.1	82.25%	42.4
40°C	107.8	160.0	52.2	186.5	194.3	7.8	85.06%	44.4
	120.9	169.4	48.5	167.3	174.1	6.8	85.98%	41.7
	126.9	169.6	42.7	165.4	172.1	6.7	84.36%	36.0
	140.3	193.4	53.0	166.5	174.1	7.7	85.52%	45.4
平均值	124.0	173.1	49.1	171.4	178.7	7.2	85.23%	41.9
60°C	109.6	164.7	55.1	167.2	172.6	5.5	90.09%	49.6
	131.7	188.4	56.7	159.3	165.1	5.8	89.71%	50.9
平均值	120.7	176.6	55.9	163.2	168.9	5.6	89.90%	50.3

表（一）溫度對洗淨力的影響

實驗四 測量洗衣粉在軟水及硬水洗淨力

硬度	洗前			洗後			洗淨百分率	總差
	污點明度	白布明度	相對明度	污點明度	白布明度	相對明度	布	布
0ppm	103.8	165.0	61.2	177	185.8	8.8	85.62%	52.4
	148.1	199.5	51.4	161.0	168.5	7.6	85.30%	43.9
平均值	126.0	182.3	56.3	169.0	177.2	8.2	85.46%	48.1
50ppm	131.4	184.5	53.1	173.0	183.3	10.3	80.60%	42.8
	149.1	197.2	48.1	184.8	194.2	9.4	80.46%	38.7
平均值	140.3	190.9	50.6	178.9	188.8	9.8	80.53%	40.8
100ppm	125.7	177.8	52.1	174.2	186.9	12.7	75.62%	39.4
	148.0	198.4	50.4	155.3	169.2	13.9	72.42%	36.5
平均值	136.9	188.1	51.3	164.8	178.1	13.3	74.02%	38.0

表（二）水的硬度對洗淨力的影響

實驗五 測量洗衣粉濃度對洗淨力的影響

濃度	洗前			洗後			洗淨百分率	總差
	污點明度	白布明度	相對明度	污點明度	白布明度	相對明度	布	布
2ml/1L	131.5	183.0	51.5	189.9	199.1	9.1	82.25%	42.4
	148.1	199.5	51.4	161.0	168.5	7.6	85.30%	43.9
平均值	139.8	191.3	51.5	175.4	183.8	8.4	83.77%	43.1
1ml/1L	133.9	201.0	67.1	187.7	198.9	11.2	83.31%	55.9
	147.3	195.7	48.4	184.6	197.0	12.4	74.38%	36.0
	151.0	197.9	46.9	171.5	184.0	12.5	73.35%	34.4
	117.8	183.8	66.0	186.5	195.8	9.3	85.91%	56.7
平均值	137.5	194.6	57.1	182.6	193.9	11.4	79.24%	45.8
0.5ml/1L	106.8	157.8	51.0	146.8	160.4	13.6	73.33%	37.4

表（三）洗衣粉濃度對洗淨力的影響

柒、討論

- 一、在進行實驗的時候，爲了避免實驗誤差，在製作人工污染布的過程中，必須將布拉平後將咖啡滴於同一位置。我們在布料選擇上統一使用白色棉布，製作過程中發現因爲編織上密度的差異，造成吸收速度快慢的不同，使污染物並非很理想的圓形。
- 二、實驗過程中，需要攪拌的部份，爲了與一般洗衣機的方式差不多，一開始是使用磁攪拌器攪拌，但是發現因轉速不夠，水量加上布超過其攪拌效能，所以改用電動攪拌機，先稍微改造後以固定轉速攪拌。爲求此攪拌裝置比較符合一般家庭所用的洗衣機，所以在攪拌器的底下加裝紗網，避免布纏在攪拌器上，並將紗網上端與攪拌器接觸之處，用膠布貼緊，由於膠布不入水，故不影響實驗數據。
- 三、暗箱的製作本來是以木箱爲主體，但後來發現如果用閃光燈拍照會反射，造成實驗誤差增加，又發現閃光燈的強度會因爲電量而強弱不同，所以最後決定除了固定光圈及快門之外，在暗箱內貼滿黑紙，並用穩定之光源，希望能使實驗誤差降到最低，後來在分析上發現布後若貼黑紙，分析時會因布空隙中的黑紙，產生極大的誤差，因此後來又略加修正，將布後的紙改成白紙，以利電腦分析上的方便。

四、洗衣粉之洗淨力實驗為求貼近家庭使用情況，將布置於洗衣粉（精）水溶液洗淨後，共以清水洗滌三次，且每次換水過程中，皆以脫水裝置脫水。在進行脫水時，我們曾嘗試過許多方法，後來決定使用向心力實驗轉速控制裝置，來當作脫水裝置，因其可以控制轉速，且原理與一般家庭使用的脫水機相同，更能貼近日常生活。

五、使用電腦繪圖軟體分析可避免肉眼觀察所造成的不客觀，且可以量化亦是其優點。分析時只選取汙點中央進行分析，以減少誤差。觀察選取區內像素明度分佈圖，發現呈一鐘形曲線分佈，所以我們分別取其最多像素之明度平均值，比較清洗前後之明度的差值，作為洗淨力及漂白力強弱之標準。

六、利用化學性的氧化劑分解法，來測定污染程度稱為化學需氧量 COD。COD 值越大，表示分解污染物所消耗的氧愈多，故汙染愈嚴重。所以利用此法檢測各廠牌之洗衣粉（精）於標準用量下，對環境的汙染程度。首先以標準用量配製溶液，再以 KMnO_4 滴定之，最後再換算成耗氧量，即可算出此牌洗衣粉（精）之 COD。因 $\text{COD} \geq \text{BOD}$ ，而三合一洗衣粉，由於其成分含有氯系漂白劑，導致 COD 特別高，造成其實驗數據缺乏參考價值。

七、在溫度的控制上，本來是利用熱水加冰塊調配至所要的溫度，但後來發現因攪拌的時間為 3 分鐘，會造成實驗誤差加大，所以後來大於室溫改用恆溫水槽，並將洗劑及水先放入水槽中，用溫度計測量其溫度，確保內外溫度達到相等再進行實驗，將因溫度而導致的實驗誤差降至最低。

八、在調配硬水時，在資料中鎂離子及其他硬水中的離子，必須轉換成碳酸鈣，為求實驗上操作及定量的方便，我們直接使用碳酸鈣加蒸餾水模擬硬水。

九、實驗誤差之可能原因有：

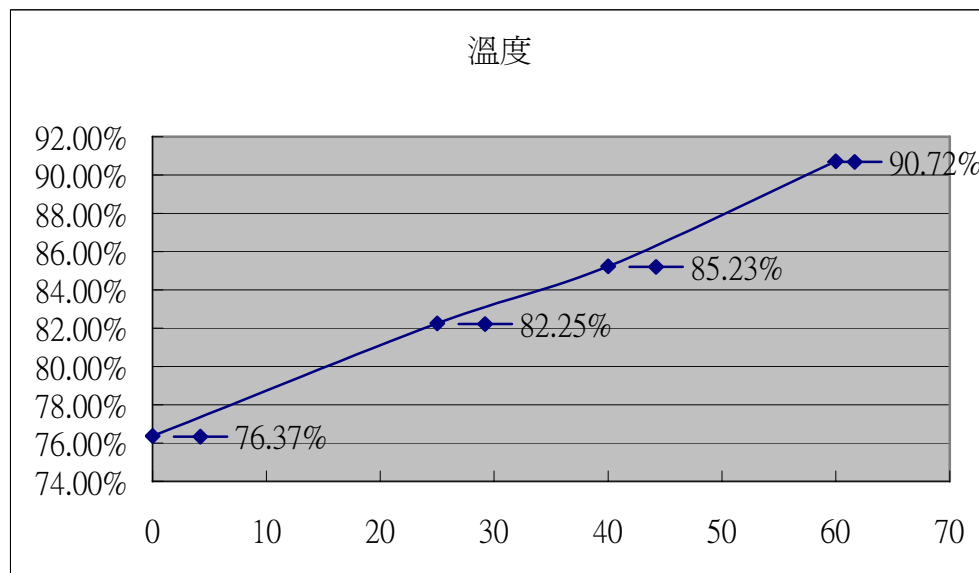
1. 在洗滌的過程中，人工污染物的品質篩選並不是非常一致。

2. 攪拌過後棉布脫水的程度，會因過程中脫出的水量而有所不同，連帶造成第二次攪拌的情況也相對有差異。
3. 拍照時相機的偏移，造成數位照片明亮程度的差異，使得我們只能用相對於白布的明度值，作為該布的明度值。
4. 電腦分析明度時，取點的位置亦為重要的影響數據因素之一。

十、為了使數據更有條理，我們將數據集合分析後，換算成洗淨百分比公式：

$$\text{洗淨百分比} = \left[\frac{(\text{洗前相對明度值} - \text{洗後相對明度值})}{\text{洗前相對明度值}} \right] \times 100\%$$

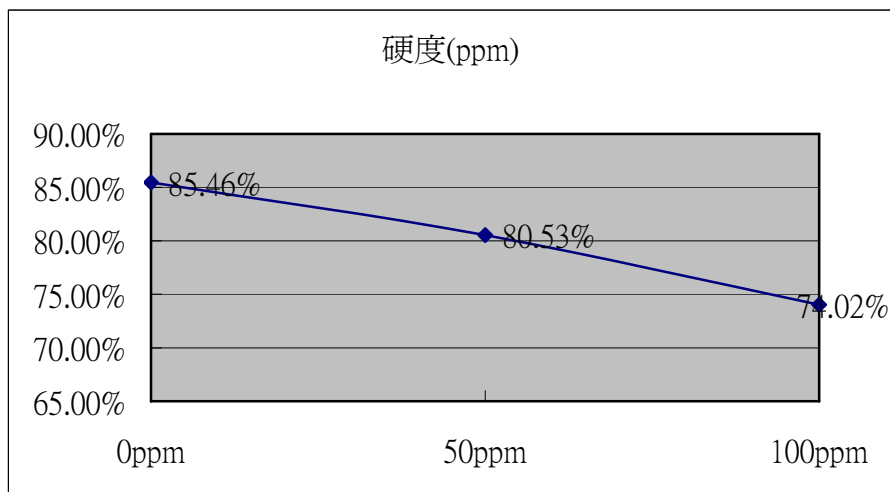
十一、



如上圖：水溫與洗淨力的關係略成一斜直線，由於有些溫度的維持，在技術上難以克服，以至於數據只有一組，無法斷定其是否為斜率固定的斜直線，但大致上可以看出其趨勢—得知基本的的洗淨力在 75.0%左右。

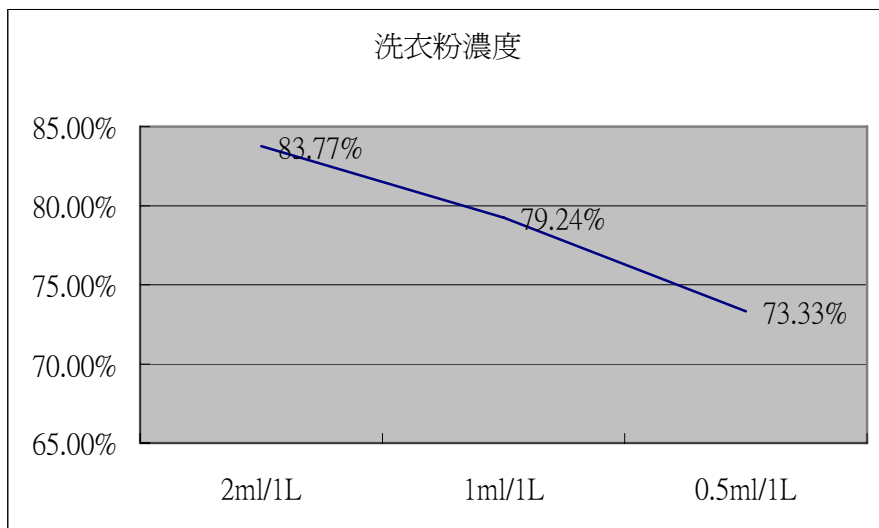
當我們在做加溫的動作時，發現高溫的控制並不容易，通常每一次的攪拌，都要預留 30 分鐘在控制水溫上，可見其效率之低。且由於 100°C 水會一直蒸發，使得濃度改變，進而影響實驗結果。而在 60°C 以上的水溫，因時間上無法維持夠久，所以無法測得數據。

十二、



如上圖：如我們所學，碳酸鈣含量越高洗淨的效果越差。由資料中可界定出：碳酸鈣濃度小於 15ppm 為極軟水，介於 15ppm~50ppm 為軟水，介於 50ppm~100ppm 為略硬水 100ppm~200ppm，大於 200ppm 為極硬水。我們為了實驗結果的實用性，故不測定碳酸鈣含量大於 100ppm 的硬水中之洗淨能力。

十三、



如上圖：洗衣粉的濃度越低其洗淨力就越差，但並不是與洗衣粉的濃度成正比。也就是說，可以不需要使用大量的洗衣粉來洗滌衣物，因為即使使用了大量的洗衣粉，洗淨效果也成長不多，所以需配合洗淨時間和溫度，來達到較佳的洗淨效果。

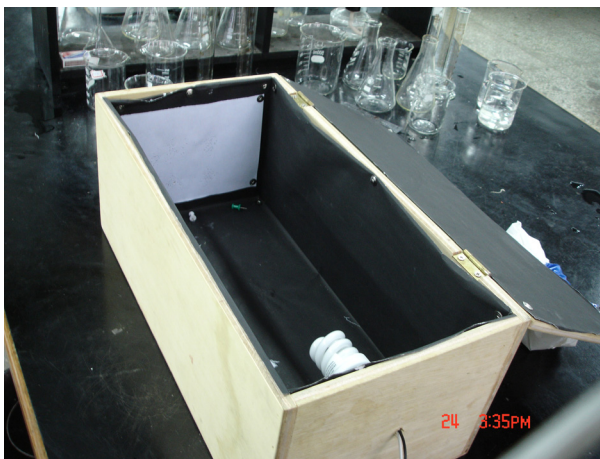
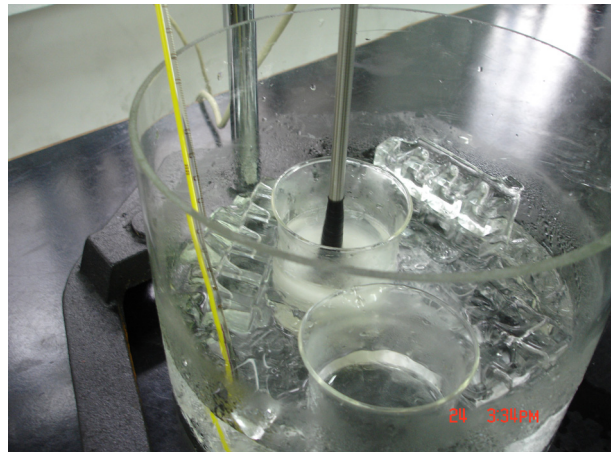
十四、因使用 PhotoImpact 分析明度值必須花費較多的時間，而且需搭配 Excel 製作表格及分析數據，所以北區過後接受教授的建議，開始著手程式的設計，由於時間的關係，所以如果在參展前能夠製作完成，便可以使處理更有效率。

捌、結論

- 一、大部分市售的洗衣粉(精)，其 COD 相差不大，但有些相較上高出許多，是因成分中含有氯系漂白劑的關係，造成 COD 數值異常地高。
- 二、依照每個家庭的使用需求，在購買洗衣粉時，應注意裡面的成分、建議用量及使用方法，才不會因過量使用而造成對環境的污染。
- 三、經過實驗三的測定後，證實了溫度對洗淨力確實有影響，在實驗所做的溫度範圍之內，溫度越高洗淨效果越好。所以市面上可控制溫度的洗衣機，確實可以增進洗淨能力。但從 0°C 的水可看出，水的最低洗淨能力並非極低，故只要洗滌的時間夠長，便能達到所想要的洗淨程度。且由於水溫一旦高於室溫，就必須消耗更多電力加熱以維持溫度，但經由高溫提升的洗淨效果亦很有限，所以市面上可加溫的洗衣機固然有其效果，但在這個能源日漸短缺的社會中，是較不經濟的方法。
- 四、相較於普通肥皂，洗衣粉雖不會與硬水中之鈣離子發生沉澱，但根據實驗結果顯示，水的軟硬程度依然會對其洗淨力造成影響。
- 五、濃度越高的洗劑，洗淨力較強，但對環境的污染相對提高，所以我們建議若有充份時間，其實可以降低洗劑的用量，只要洗滌時間拉長，一樣可以達到其洗淨效果。畢竟地球只有一個，故能用越少的洗劑達到一樣的洗淨程度，相信對我們的後代子孫及生活環境，都是有益的。

玖、參考資料

- 一、合成洗劑研究會編 洗劑與水汙染 國際少年村。
- 二、周文釗、曹淇峰編著 基礎化學自學手冊 三民書局。
- 三、翁春和編著 基礎化學 南一書局。
- 四、曾國輝編著 觀念叢書 7-氧化還原反應 建宏出版社。
- 五、染化資訊網-水與煤 <http://www.dfmg.com.tw/dasp/dfaun-1/wal4.htm>
- 六、第三十二屆全國科展國中組第一名
洗衣問題—籬筐；激「濁」揚「清」知多少？



The End

Thank you for your reading.....

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高中組 生活與應用科學科

040803

洗淨分析大進化

國立宜蘭高級中學

評語：

優點：能提出一種測試洗淨程度的新方法，且方法確實可行，有創意，可供廠商(洗衣機、清潔劑等)自我檢測，或供消基會對消費者提出建議。

改進：報告及口述應針對上述方法，且操作背景的一致性應更提高要求。資料的獲取也應更為精密。