
變色筆

初小組化學科第一名

高雄市愛國國民小學

作者：許逸如、殷崧偉、王業翔、黃莉玲

指導教師：葉安琦、鄭玉梅

一、研究動機

去年爸爸買了一盒變色筆送給我，我覺得很有趣。最近上美術課時，發現同學們也開始流行用變色筆了。一盒250元的變色筆能這麼熱賣，實在不簡單。是那個聰明的科學家發明的點子，還能得到這麼多國家的專利；於是我和同學決定好好研究它，經請教教師後，於是我們展開一系列有關的研究。

二、研究目的

- (一) 探討「變色筆」變色的來源？
- (二) 探討「變色筆」變色的原因？
- (三) 如何配製白色筆？

三、文獻探討

- (一) 石蕊試紙是常用的試紙，平時成淡紅色，遇酸紅色加深，遇鹼成藍色。
(中華百科全書P.153)。
- (二) 酸鹼值 (pH值) 是酸鹼強度的表示法，其中酸性 $\text{pH} < 7$ ；中性 $\text{pH} = 7$ ；鹼性 $\text{pH} > 7$ 。(牛頓科學研習百科化學P.84)。
- (三) 漂白水的成份主要是次氯酸鈉，它具有氧化作用。
- (四) 雙氧水的成份是過氧化氫，它具有氧化作用。

四、研究器材

「變色筆」、棉花棒、一般彩色筆、布料、木材、塑膠、鋁罐、鐵罐、酒精、食鹽水、通樂、葡萄柚、浴室魔術靈、肥皂水、醋酸、氨水、小蘇打、藥用雙氧水、雙氧水 (35%)、漂白水、酸鹼指示紙、石蕊試紙。

五、研究過程和方法

初步研究：找出「變色筆」，與一般彩色筆的不同。

結果：一般彩色筆如果塗完後要在上面再塗上任何顏色，須先空出位置，否則就會混色，而變色筆卻只要用白色筆在上面寫字或畫圖，就會出現不同的顏色而不混淆。且變色筆六枝筆就可變出12種顏色。

實驗 1：找出變色的來源？

(1)是不是白色筆在作怪？

方法：取一般彩色筆塗在紙上，再塗上白色筆，觀察它的變化。

結果：

一般彩色筆顏色	紫色	藍色	藍綠色	咖啡色	黃色	紅色
再塗上白色筆後	紫色	藍色	藍綠色	咖啡色	黃色	紅色

發現：白色筆不能使一般彩色筆變色。

(2)「變色筆」除了紙外，在不同的材料上也會變色嗎？

方法：先找出家中一些材料，塗上「變色筆」再塗上白色筆後，觀察顏色有沒有改變。

結果：

材料	白布	玻璃	塑膠	鋁罐	鐵罐	木材
結果	○	○	○	○	○	○

註：○代表變色筆變色的情形和在紙上相同。

發現：在其他的材料上塗上「變色筆」，再塗白色筆也會變色，且變色的結果和在紙上一樣。

結論：也就是說使「變色筆」變色的來源，不僅是白色筆，六枝「變色筆」亦是造成它變色的原因。

實驗 2：是不是有其它的東西可以代替白色筆？

方法：取「變色筆」塗在紙上，和家裡廚房、浴室裡的一些溶液，及醫藥箱裡的藥品作用後。觀察它們的變化，並記錄下來。並對照顏色變化結果，變色與白色筆相同的打○；變色與白色筆不同的打△；不變色的打×。

結果：

變色筆 反應 水溶液名稱	綠色筆	紫色筆	黃色筆	藍色筆	紅色筆	咖啡色筆	圈數統計
雙氧水 (5%)	×	○	×	×	×	×	1
雙氧水 (35%)	×	○	×	○	×	○	3
漂白水	△	△	△	△	△	△	0
稀釋漂白水	○	○	△	△	○	○	4
洗碗精	△	△	×	△	×	△	0
莊臣通樂	○	○	○	△	△	○	4
多力鵝	×	○	△	○	×	×	2
鹽酸	×	×	×	×	×	△	0
洗衣精	×	×	×	×	×	×	0
廚房穩潔	○	△	△	△	△	△	2
廚房魔術靈	△	○	×	△	×	○	2
氨水	△	△	△	△	△	△	0
小蘇打水	○	○	○	△	△	○	4
檸檬汁	×	×	×	×	×	×	0
葡萄柚	×	×	×	×	×	×	0
酒精	×	×	×	×	×	×	0
食鹽水	×	×	×	×	×	×	0
醋酸	×	×	×	×	×	×	0

註：稀釋漂白水指5%的漂白水。

發現：

- (1) 漂白水起初變色和「變色筆」相同，但以後數分鐘後又變成白色。
- (2) 塗氨水時，旁邊沒有塗到的其他「變色筆」也會跟著變色，而變色後十多分鐘後，又恢復為原來的顏色。
- (3) 「變色筆」中紫色筆最易變色，紅色筆最不容易變色。
- (4) 變色結果與白色筆最接近的是莊臣通樂、蘇打水、稀釋漂白水、35%雙氧水。

討論：經由和老師討論會變色的反應有酸鹼和氧化反應，若是酸鹼反應則可利用石蕊試紙來測試。

實驗 3：「變色筆」和白色筆的作用是酸鹼反應嗎？

方法：將白色筆及和「變色筆」反應相似的水溶液塗在石蕊試紙上，觀察其顏色變化。

結果：

水溶液 反應 試紙	白色筆	莊臣通樂	蘇打水	稀釋漂白水	35%雙氧水
紅色石蕊試紙	變藍紫色	變藍紫色	變藍色	變藍色後又變淡白	不變色
藍色石蕊試紙	不變色	不變色	不變色	不變色後變稍白	不變色

發現：(1)白色筆、蘇打水、莊臣通樂、稀釋漂白水、都可使紅色石蕊試紙變藍，它們都是鹼性溶液。

(2)漂白水使石蕊試紙變藍後又變成白色。

(3)35%雙氧水雖然可使「變色筆」變色，但是它是中性溶液和白色筆不同。

討論：莊臣通樂的效果和白色筆最接近，變色速度也最快。其主要成份是氫氧化鈉，為使實驗單純，我們用氫氧化鈉來取代莊臣通樂。

驗證：用5%氫氧化鈉水溶液和變色筆作用，對照莊臣通樂的顏色變化，結果兩者一樣。

推想：石蕊試紙遇到酸鹼液的反應是可逆反應，若「變色筆」是一種酸鹼反應，那麼應有可逆現象。

實驗4：變了色的「變色筆」還會再變回來嗎？

方法：把「變色筆」塗上紙上再分別塗白色筆，或其他和白色筆相似反應的溶液，等其變了色後再滴上酸性溶液（鹽酸、檸檬汁、醋酸），觀察其變化。

結果：（變回原來顏色的打○；沒有變回原來顏色的打×）。

1.（白色筆）：

變色筆 反應 水溶液	綠色筆	紫色筆	黃色筆	藍色筆	紅色筆	咖啡色筆
鹽酸	○	○	○	○	×	○
檸檬汁	○	○	○	○	×	×
醋酸	○	×	○	×	×	×

2.（5%的氫氧化鈉水溶液）：

變色筆 反應 水溶液	綠色筆	紫色筆	黃色筆	藍色筆	紅色筆	咖啡色筆
鹽酸	○	○	○	○	○	○
檸檬汁	○	○	○	○	○	○
醋酸	○	○	○	○	○	○

3.（稀釋漂白水）：

變色筆 反應 水溶液	綠色筆	紫色筆	黃色筆	藍色筆	紅色筆	咖啡色筆
鹽酸	×	×	×	×	×	×
檸檬汁	×	×	×	×	×	×
醋酸	×	×	×	×	×	×

4. (35%雙氧水)：

變色筆 反應 水溶液	綠色筆	紫色筆	黃色筆	藍色筆	紅色筆	咖啡色筆
鹽酸	×	×	×	×	×	×
檸檬汁	×	×	×	×	×	×
醋酸	×	×	×	×	×	×

5. (10%蘇打水溶液)：

變色筆 反應 水溶液	綠色筆	紫色筆	黃色筆	藍色筆	紅色筆	咖啡色筆
鹽酸	○	○	○	○	○	○
檸檬汁	○	×	○	○	○	○
醋酸	○	×	○	○	○	○

發現：

(1)「白色筆」除了紅色筆、咖啡色筆不可酸鹼可逆外，其餘皆可經由加入鹽酸、檸檬汁、而變回原來顏色。

(2)氫氧化鈉水溶液、蘇打水溶液和「變色筆」的反應，幾乎都可經由加入鹽酸而變回原來顏色。

(3)變色筆經漂白水或35%雙氧水改變顏色後，不再變回原來的顏色，很明顯和白色筆不同，兩者應是不同鹼鹼需要強鹼才能變

(4)要使同一枝「變色筆」變回原來顏色，所需要溶液的量为鹽酸<檸檬汁<醋酸。

推想(1)：由發現(4)中反應可知醋酸、檸檬汁、鹽酸的酸性強度不一樣。

驗證：用酸鹼指示紙求醋酸、檸檬汁、鹽酸的酸性強度。

結果：

溶液	醋酸	檸檬汁	鹽酸
pH值	3	2	0.5

結論：酸性強的酸只要少量就可使酸鹼反應可逆回來。

推想：酸性較強的酸較易使變了色的「變色筆」變回來，所以白色筆不僅是鹼而且是強鹼。

驗證：取白色筆塗在酸鹼指示紙上，觀察它的顏色變色。求取pH值。

結果：白色筆的pH值是12，是個強鹼性物質。

猜想：既然白色筆的pH值是12，是不是6枝「變色筆」色。

實驗5：每枝「變色筆」變色的pH值相同嗎？請老師用氫氧化鈉配製不同pH值的

水溶液，看每支「變色筆」在不同pH值的顏色變化。

結果：

變色筆 反應 pH值	綠色筆	紫色筆	黃色筆	藍色筆	紅色筆	咖啡色筆
7	不變色	不變色	不變色	不變色	不變色	不變色
8	不變色	不變色	不變色	不變色	不變色	不變色
9	不變色	變淡紫色	變淡紫色	不變色	不變色	不變色
10	不變色	變淡紫色	變紫色	不變色	不變色	不變色
11	變淡黃綠色	變粉紅色	變紫色	變淡藍色	不變色	不變色
12	變淡黃綠色	變粉紅色	變紫色	變鐵灰色	變淡白色	變橘色
13	變黃綠色	變粉紅色	變紫色	變鐵灰色	變白色	變橘色
14	變黃綠色	變粉紅色	變紫色	變鐵灰色	變白色	變橘色

發現：

(1)鹼性愈強（pH愈大）的溶液，可使「變色筆」變色，且所變的顏色愈接近白色筆和「變色筆」的反應。

(2)紅色筆和藍色筆在鹼性愈強的溶液下，變出來的顏色和白色筆不同，在pH接近13下，其他顏色的變色筆，才皆獲得和白色筆相同的效果。

(3)每枝「變色筆」在不同的pH值下，出現了顏色改變，因此「變色筆」是一種指示劑。

滴混合可得近似白色

討論：白色筆究竟是什麼？

用氫氧化鈉配製強鹼性的水溶液，但仍然使紅色、藍色筆達不到理想的變色效果，使紅色筆變白色，藍色筆變鐵灰色。而在實驗2中，觀察到漂白水使紅色筆變成金黃色，雙氧水可使藍色筆變成青色。是不是白色筆除了強鹼溶液外，還混合了漂白水或雙氧水。

實驗6：用氫氧化鈉混合漂白水及雙氧水後找出取代白色筆的配方。

方法：由10%的氫氧化鈉水溶液調配成5%、2%及1%氫氧化鈉水溶液，再分別混合不同比例的雙氧水，並視變色需要加入適量的漂白水。

結果：

(1)5%、2%的氫氧化鈉水溶液濃度均過高，致紅色筆變成偏白色，且藍色筆變成鐵灰色。

(2)加入雙氧水只能少量，否則變色筆會有顏色暈開的現象。

(3)1%氫氧化鈉水溶液20滴與35%雙氧水1滴混合，除紅色筆變色稍淡外，其餘和變色筆反應後變色均同白色筆。

(4)1%氫氧化鈉水溶液20滴與35%雙氧水1滴加漂白水1

筆的變色效果。此混合液稱“自製(1)”，但紅色筆變色後仍稍淡。

(5)將“自製(1)”加水濃度稀釋一半，得“自製(2)”，最後“自製(2)”效果幾乎與白色筆相同，且pH值為12。

六、結論與討論

(一)綜合以上的實驗結果，我們的結論是：

- 1.「變色筆」變色的來源是白色筆及6枝變色筆。
- 2.6枝「變色筆」是一種對鹼性敏感的物质，也就是一種指示劑；而白色筆是強鹼（pH值12），當「變色筆」遇到白色筆就變了顏色。
- 3.白色筆若是純鹼，則使6枝變色筆中的紅色筆和藍色筆變出來的顏色不理想。
- 4.在氫氧化鈉水溶液中添加適量的漂白水及雙氧水，可使其變色效果幾乎和白色筆一樣。
- 5.白色筆若是單純的鹼，可經由塗上適量的酸而變回原來的顏色。
- 6.變色筆和白色筆作用後，可經由塗上適量的酸而變回原來的顏色。但是紅色筆變回的顏色和有些出入，亦可證明白色筆除了鹼性物質外還含有其他的物質。

(二)由本實驗我們可以了解到：

- 1.在實驗2中使變色筆變色的溶液如多力鴉、廚房穩潔、魔術靈、氨水都是鹼性溶液。
- 2.氨水也可使變色筆有良好的變色，但是它由氣體溶於水中所形成的水溶液，當「變色筆」接觸到氣體時就變色了，而在常溫下氣體又迅速消失，因此「變色筆」又變回原來的顏色。若要它的反應穩定可將其置於低溫冷凍櫃中，顏色就不會變回來了。（詳細情況請參考實驗日誌）。
- 3.溶液的濃度也是影響反應的重要變因，如實驗2中依樂箱的雙氧水和實驗室35%的雙氧水反應就不同；漂白水稀釋前後和變色筆的反應更不同。
- 4.可逆反應是酸鹼反應的特性，而漂白水、雙氧水和變色筆的反應不能再變回來。所以它們使變色筆變色的原因是氧化反應。
- 5.在實驗4中，將變了色的變色筆變回來中，我們可發現愈強的酸（pH值愈小）如鹽酸只要少量就可恢復；愈弱的酸（pH值愈大）如醋酸須塗抹多次才能恢復原色，且恢復的顏色較黯淡、不鮮艷。
- 6.鹼性愈強（pH值愈大），可使變色筆變色越明顯，但PH值過高會使紅色筆

作用後有變白，藍色筆變鐵灰色的現象。

7.漂白水、雙氧水使紅色筆和藍色筆能變出理想的顏色，因此理想的配方應是用1%的氫氧化鈉水溶液20滴加入2滴漂白水 and 1滴雙氧水，再加等量的水（22滴）稀釋則變色效果接近白色筆。

七、檢討

在此次科展活動中，我們因為想了解變色筆變色的秘密，因此先由家中的水溶液做起，找出和變色筆反應相似的溶液，再經由酸鹼度及可逆性的對照比較，才破解了它的秘密。因為沒有精密的儀器來分析它的組成，只能利用土法鍊鋼——顏色比對較的逼進求得白色筆的近似組成。覺得化學真是一門多采多姿的學問，每一種物質皆有其特性，混合以後各自的特性仍然可以發揮作用，也更了解到原來做實驗不一定要到實驗室，家裡就是一個小小實驗室。更學到細心、耐心的科學態度，真是收穫頗多。

八、參考資料

國小自然第11冊第4單元氧化還原反應加以調配，蒙上一小層
國中理化第一冊。
37屆中華民國第屆中小學科展作品專輯。

評語

本作品乃作者因父親所受禮物“變色筆”之神奇，而引發之探討研究，以學校“廣用指示劑”做為檢測工作，主筆“白筆”乃一pH12，而懷疑是一強鹼（可能是NaOH），畫在各種含有不同指示劑筆（即各種色筆）在“可逆”酸鹼反應理念，“複製”出幾乎完全相同的一套自製色筆，唯一缺點，是對“紅”及“藍”兩種色筆之些色差，卻用不可逆的“ H_2O_2 ”
“科學”不完整性之陰影。

