

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031627

靈“液”現象 [氧化還原之探討]

高雄縣立嘉興國民中學

作者姓名：

國二 陳怡靜 國二 蘇子維 國二 陳玉綾
國二 孫偉翔

指導老師：

謝甫宜

一.摘要

此研究目的有：探討此「靈液」（變色水）中甲基藍的氧化還原反應之主要變因；並探討加入甲基紅產生的混合液，對變色時間影響的情形。本研究發現「變色水」有以下特性：

實驗	操縱變因	影響反應速率
甲基藍	氫氧化鈉濃度	影響很大
	甲基藍濃度	會影響，但是影響不大
	葡萄糖濃度	會影響，但是影響不大
	溫度	影響很大（溫差在 20℃ 以上時）
	含氧量	影響很大
混合液		
綠色混合液	氫氧化鈉濃度	影響很大
	甲基藍濃度	會影響，但是影響不大
	甲基紅濃度	會影響，但是影響不大
	葡萄糖濃度	會影響，但是影響不大
	溫度	影響很大（溫差在 20℃ 以上時）
	含氧量	影響很大
紫色混合液	氫氧化鈉濃度	影響很大
	甲基藍濃度	會影響，但是影響不大
	葡萄糖濃度	會影響，但是影響不大
	溫度	影響很大（溫差在 20℃ 以上時）
	含氧量	影響很大

- 1.各個變因濃度都會影響反應速率，且氫氧化鈉濃度影響反應時間最顯著。
 - 2.溫度高的反應速率比在溫度低者快。
 - 3.氧氣濃度越高，其變色速率愈快；反之，氧氣濃度愈低，變色速率愈慢。
- 「靈液」現象－探討影響甲基藍氧化還原反應的變因與速率

二.研究動機

有一次，參加了一場科學實驗營，看到小朋友手上拿著裝有透明液體的玻璃瓶子，上下搖動瓶子後，裡面的液體竟然變藍色了，停了一段時間，那瓶子裡的液體竟然漸漸變回無色而透明的狀態，我十分好奇——這怎麼會變色呢？

隔了幾個月之後，在一節自然課中，老師又秀了一段表演，和那天科學實驗營的小朋友拿的東西很像，有異曲同工之妙，我們稱它為「變色水」。感覺很神奇又有趣！於是便請教了老師變色水的製作過程，聽了之後，令我產生了許多有關這「變色水」的種種疑問，想要更進一步去了解它，於是便找了幾個同學一起研究，作更深入的探討。

三.實驗目的

1. 探討「變色水」的主要變色原因。
2. 探討不同濃度下，如葡萄糖以及氫氧化鈉濃度，對水溶液變色速率的影響。
3. 探討此實驗的氧化反應過程。
4. 找出影響「變色水」溶液變色速率的主要原因。
5. 溫度是否影響「變色水」速率的快慢。
6. 混合液是否影響「變色水」速率的快慢。

四.研究設備及器材

電子秤、碼表、溫度計、刮杓、10毫升的量筒、試管(6.0c.c. 16.0c.c. 32.5c.c.)、滴管、稱量紙、水、甲基藍、氫氧化鈉、葡萄糖、試管刷...等器材。



五.研究過程及方法

(一)研究過程

1. 先把器材準備好，然後將氫氧化鈉1公克，以及葡萄糖1公克分別加入16.0c.c.的試管內，並加入10c.c.的水，還有1c.c.的甲基藍。
2. 等其溶解，再將氫氧化鈉、甲基藍的水溶液和甲基藍依序(氫氧化鈉水溶液→甲基藍→葡萄糖水溶液)倒入32.5c.c.的試管中，並立即蓋上橡皮塞。
3. 搖動試管十下，此時水溶液會變藍色(搖動時，手要握在試管塞兩側，避免手溫影響變色時間)。

4.利用碼表測其變回透明所需時間，將測出的時間和目前的溫度紀錄下來，變回透明後紀錄所需時間，再重複步驟3開始至步驟4重複20次。(因為其變化都是時間愈來愈短，做30次和作20次的趨勢相差不大所以用此方法，不但簡潔且清楚)

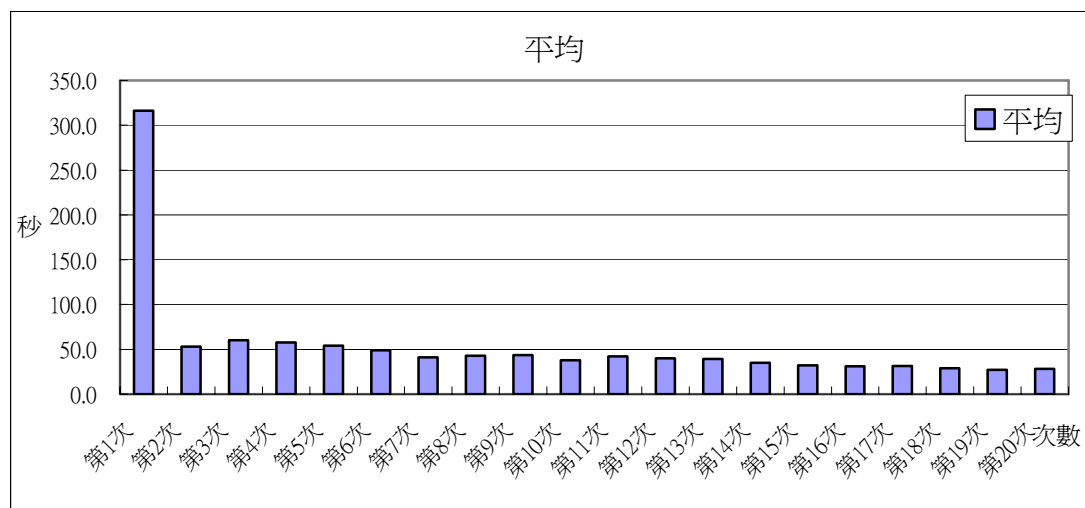
(二) 找出影響溶液變色速度的原因

我們先將可能影響變色的原因列出來如：溫度、搖晃試管的次數、氫氧化鈉或葡萄糖的濃度高低，做實驗之前和氧化化的濃度…等。

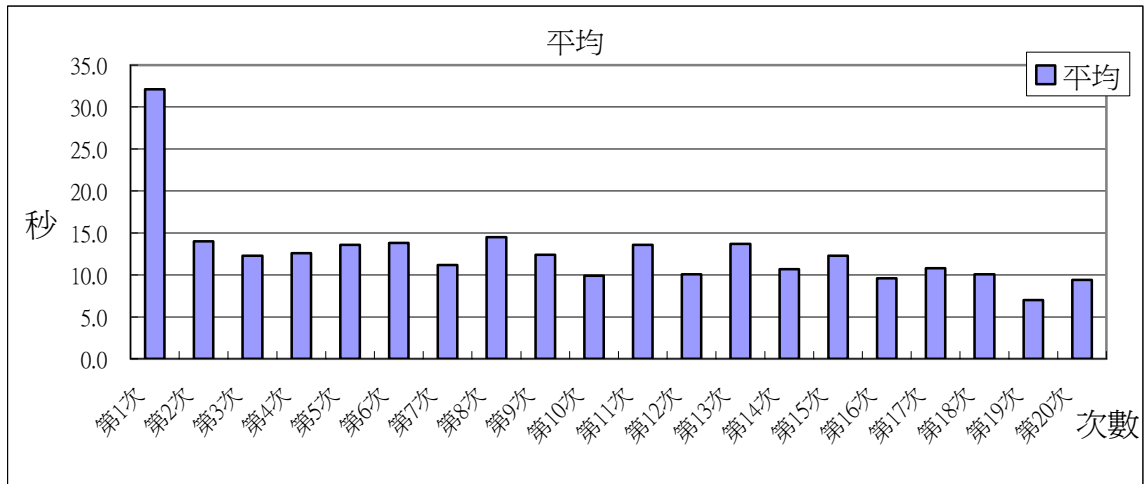
若要了解溫度是否影響變色時間，就要在不同的溫度下進行研究，觀看溫度計的變化。而湊巧的是我們剛好遇到氣溫低於十度的寒流和高達三十五度的大熱天，因此，可以確實的將不同氣溫下做出的水溶液做比較，而不用加熱，如圖一及圖二，圖一和圖二兩者的濃度完全一樣，兩個圖不一樣的地方是他們是再不一樣的氣溫下做的，圖一就是在天氣冷的情況下而圖二的則是再溫度熱的時後做的，由兩圖的比較我們可以知道，溫度愈高變化時間短。

搖動試管的次數：我們發現搖動試管的次數愈多顏色變化速率愈慢，因為在溶液中的氧比較多；反之搖動次數愈少變色速率愈快，因為溶在溶液中的氧比較少。也就是說氫氧化鈉或葡萄糖的份量多寡:氫氧化鈉濃度愈高變色速率愈快;反之氫氧化鈉濃度低變色速率愈慢。葡萄糖濃度愈高變色速率愈快;反之葡萄糖濃度低變色速率愈慢。我們發現葡萄糖的濃度其實也有影響反應速率。

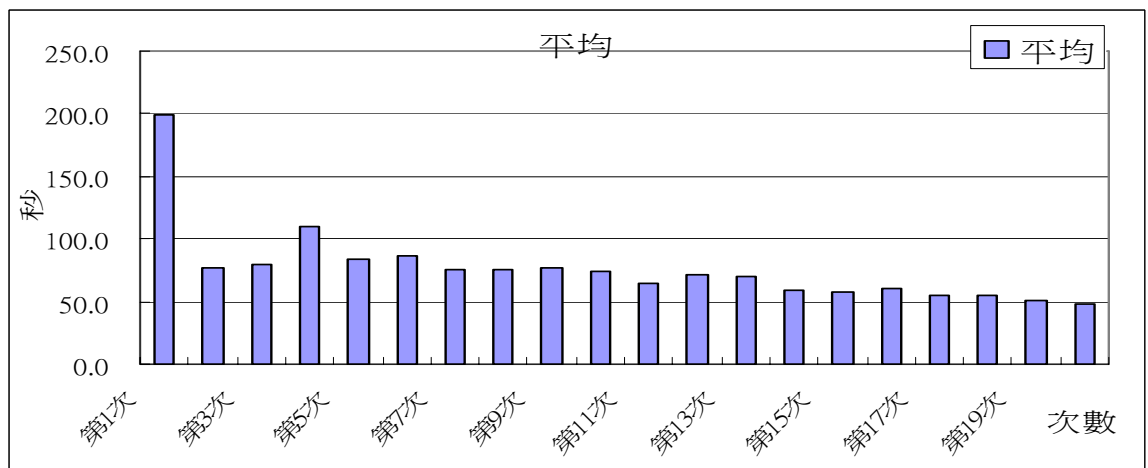
做之前和氧化合的時間我們發現此變因有影響實驗結果，如下圖三和圖四，兩者都為氫氧化鈉1.4公克葡萄糖1公克但是圖三中是做之前放置一段時間在做第一次時間明顯和其他有差異，而圖四則是其溶解於水中後馬上做的結果，由兩圖的比較可以知道做之前和氧化合時間的短對結果的變化。



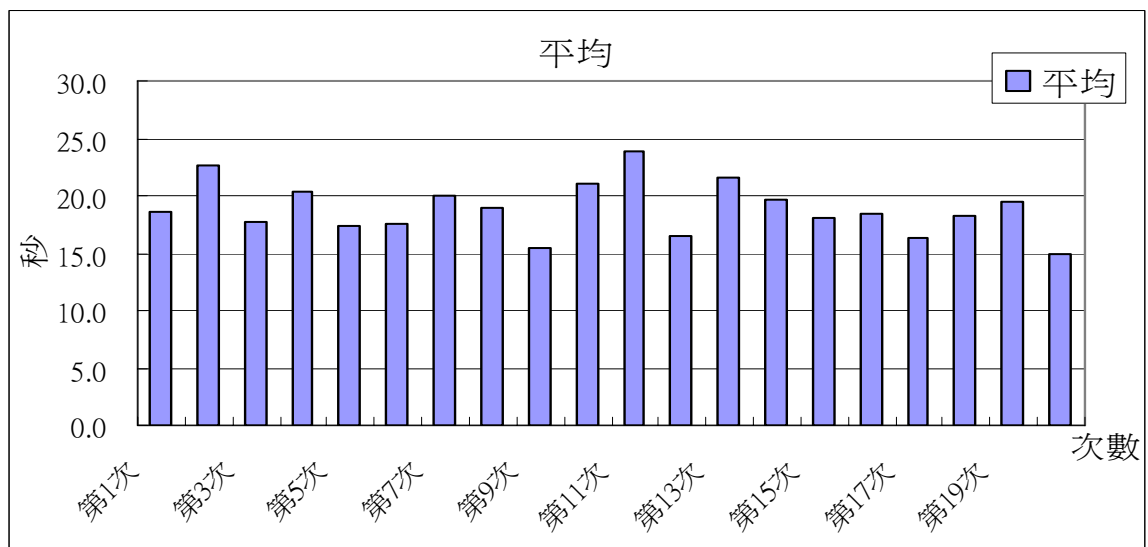
(圖一)



(圖二)



(圖三)



(圖四)

氫氧化鈉1公克葡萄糖1.2公克甲基藍1c.c.

變色時間〈秒〉	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均	54.4	26.7	31.6	38.0	18.8	42.2	39.5	47.5	37.0	31.9
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
35.5	29.5	28.5	31.7	27.9	25.6	23.8	23.5	21.5	23.5	

氫氧化鈉1公克葡萄糖0.8公克甲基藍1c.c.

變色時間	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均	73.6	28.7	26.3	23.7	25.6	27.3	22.8	24.4	23.2	26.4
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
22.2	25.4	17.7	21.3	17.3	21.4	17.6	17.5	17.0	22.8	

氫氧化鈉1.4公克葡萄糖1公克甲基藍1c.c.

變色時間	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
平均	90.1	19.9	17.7	21.1	20.1	17.4	18.3	18.6	16.4	19.1
第 11 次	第 12 次	第 13 次	第 14 次	第 15 次	第 16 次	第 17 次	第 18 次	第 19 次	第 20 次	
19.1	16.2	18.1	17.9	15.6	15.1	14.9	14.2	16.8	12.6	

氫氧化鈉0.8公克葡萄糖1公克甲基藍1c.c.

變色時間	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
平均	199.4	76.8	79.2	109.6	83.8	87.1	75.5	75.5	76.5	74.1
第 11 次	第 12 次	第 13 次	第 14 次	第 15 次	第 16 次	第 17 次	第 18 次	第 19 次	第 20 次	
64.3	70.9	69.4	59.2	58.3	60.8	55.3	55.1	51.5	47.5	

(三) 了解濃度不一水溶液的變色速率

在實驗過程2.中改變每組氫氧化鈉、葡萄糖的質量(每一個實驗反覆做30次，總共做了三組) 將氫氧化鈉、葡萄糖的濃度改變為1公克、0.8公克、0.6公克、0.4公克或0.2公克，並依照不同的搭配方式將其調配(如：氫氧化鈉1公克配葡萄糖0.8公克，或氫氧化鈉0.8公克配葡萄糖1公克)，之後將氫氧化鈉和葡萄糖依照實驗步驟調成水溶液(甲基藍的份量不變)觀察不同濃度的水溶液所需的變色時間，並比較變色速率。(氧化還原速度為多次平均)。

氫氧化鈉1.4公克葡萄糖1.4公克甲基藍1c.c.

變色時間	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均〈秒〉	182.8	25.5	28.9	23.8	26.0	28.1	20.9	23.6	19.6	20.0
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
21.5	20.2	19.2	16.7	15.7	14.7	18.0	14.8	12.0	10.7	

氫氧化鈉1公克葡萄糖1公克甲基藍1c.c.

變色時間	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均〈秒〉	316.2	53.1	60.2	57.6	54.1	49.0	41.0	42.9	43.5	37.9
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
42.2	39.8	39.1	34.9	31.9	31.0	31.5	28.9	27.2	28.2	

氫氧化鈉0.8公克葡萄糖0.8公克甲基藍1c.c.

變色時間	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均〈秒〉	461.1	141.1	120.1	103.8	109.4	95.7	109.2	94.5	93.5	95.2
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
90.1	79.6	84.9	92.5	65.4	87.7	80.3	66.7	65.9	64.7	

氫氧化鈉0.6公克葡萄糖0.6公克甲基藍1c.c.

變色時間	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均〈秒〉	425.9	110.9	105.8	100.7	100.0	135.8	104.6	88.7	83.2	96.7
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
99.8	78.8	76.7	78.1	76.7	71	72.4	54.7	39.2	58.6	

氫氧化鈉0.4公克葡萄糖0.4公克甲基藍1c.c.

變色時間	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均〈秒〉	362.1	118.6	102.8	97.8	88.4	85.4	85.9	94.1	87.7	94.7
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
88.3	77.5	77.0	74.6	73.8	67.7	54.3	72.3	44.3	61.8	

氫氧化鈉0.2公克葡萄糖0.2公克甲基藍1c.c.

變色時間	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均〈秒〉	633.5	622.5	307.6	368.7	328.3	319.2	300.8	319.9	285.5	327.9
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
331.7	258.3	309.3	254.9	281.1	269.3	219.7	238.1	248.1	251.6	

氫氧化鈉1公克葡萄糖1.2公克甲基藍1c.c.

變色時間〈秒〉	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次
平均	54.4	26.7	31.6	38.0	18.8	42.2	39.5	47.5	37.0	31.9
第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次	
35.5	29.5	28.5	31.7	27.9	25.6	23.8	23.5	21.5	23.5	

氫氧化鈉1公克葡萄糖0.8公克甲基藍1c.c.

變色時間	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
平均	73.6	28.7	26.3	23.7	25.6	27.3	22.8	24.4	23.2	26.4
第 11 次	第 12 次	第 13 次	第 14 次	第 15 次	第 16 次	第 17 次	第 18 次	第 19 次	第 20 次	
22.2	25.4	17.7	21.3	17.3	21.4	17.6	17.5	17.0	22.8	

氫氧化鈉1.4公克葡萄糖1公克甲基藍1c.c.

變色時間	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
平均	90.1	19.9	17.7	21.1	20.1	17.4	18.3	18.6	16.4	19.1
第 11 次	第 12 次	第 13 次	第 14 次	第 15 次	第 16 次	第 17 次	第 18 次	第 19 次	第 20 次	
19.1	16.2	18.1	17.9	15.6	15.1	14.9	14.2	16.8	12.6	

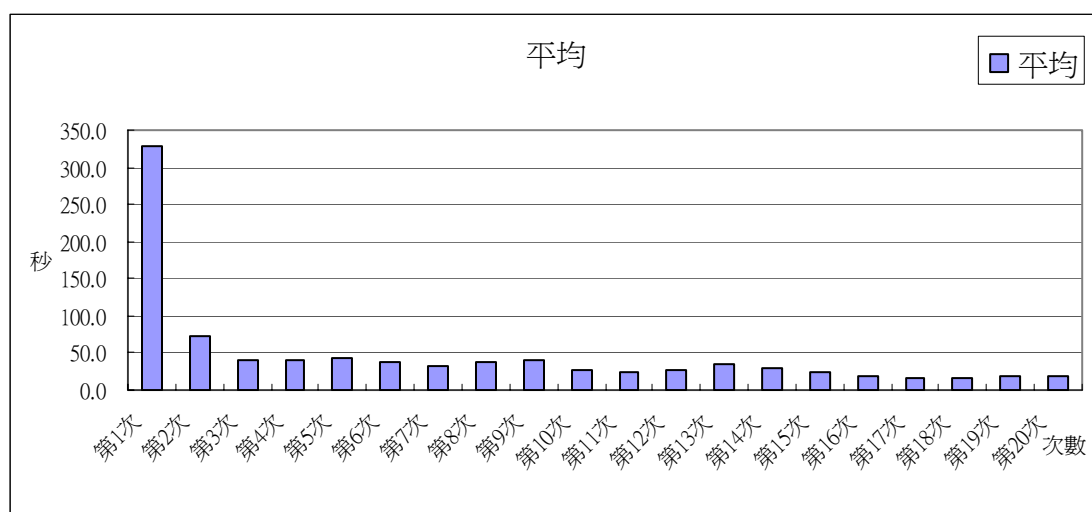
氫氧化鈉0.8公克葡萄糖1公克甲基藍1c.c.

變色時間	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
平均	199.4	76.8	79.2	109.6	83.8	87.1	75.5	75.5	76.5	74.1
第 11 次	第 12 次	第 13 次	第 14 次	第 15 次	第 16 次	第 17 次	第 18 次	第 19 次	第 20 次	
64.3	70.9	69.4	59.2	58.3	60.8	55.3	55.1	51.5	47.5	

(四) 葡萄糖的多寡是否會影響「此溶液」變色速率的快慢。

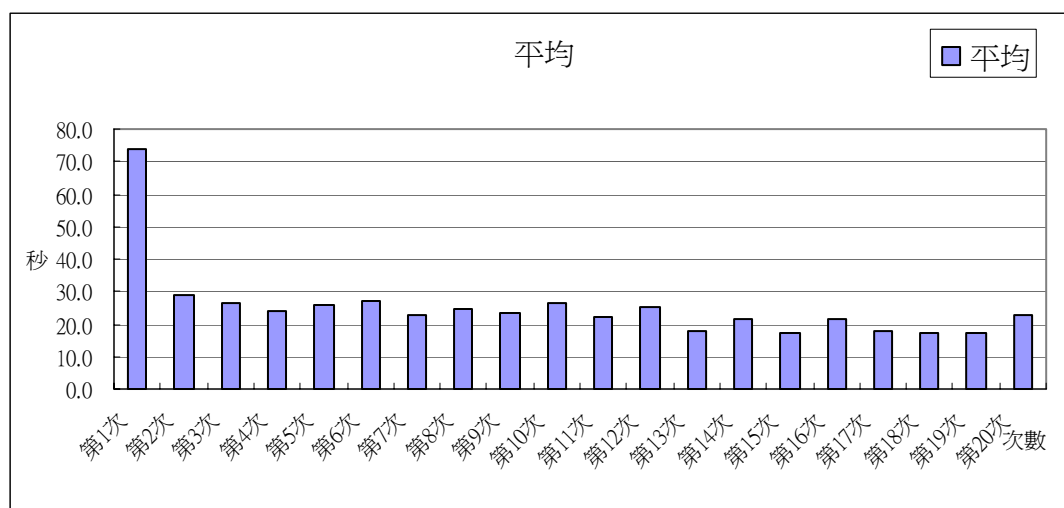
在調配氫氧化鈉和葡萄糖的質量時，氫氧化鈉的質量不變而改變葡萄糖的質量(例：要做1公克的氫氧化鈉，就要0.8公克的葡萄糖以及做1公克的氫氧化鈉，就要1.2公克的葡萄糖來比較-兩者葡萄糖濃度不同)依照實驗步驟調配成水溶液，與改變氫氧化鈉質量而葡萄糖不變的數據做比較。

氫氧化鈉1公克、葡萄糖1.2公克、甲基藍1c.c.



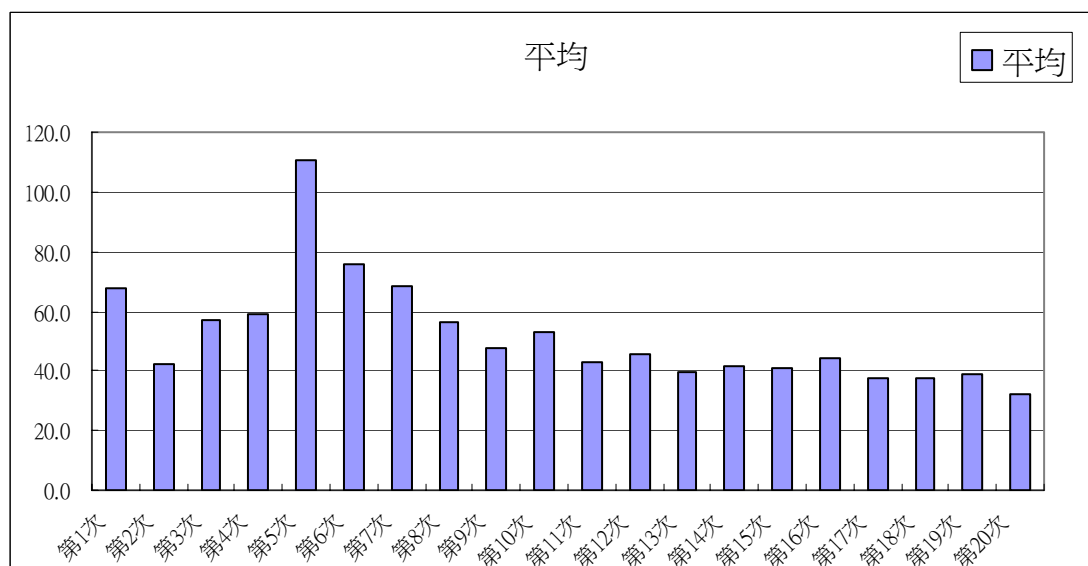
(圖五)

氫氧化鈉1公克、葡萄糖0.8公克、甲基藍1c.c.



(圖六)

氫氧化鈉1公克、葡萄糖0.8公克、甲基藍1c.c.



(圖七)

從圖五、圖六的比較，我們就可以知道。葡萄糖濃度愈高變色速率愈快;反之葡萄糖濃度低變色速率愈慢，但是當我們用三組比較時(圖七)，葡萄糖濃度的高低是呈不規則狀

(五) 了解此實驗的氧化還原過程

當我們看到其反應從原來的顏色變回透明時，用碼表紀錄其氧化還原速度，可以了解第一次的顏色改變後，而再搖動試管，我們看到其反應從原來的顏色變回透明時，記錄其變回無色所需的時間，再搖動試管，試管中的氧在搖動的同時會溶解在溶液中，當我們停止搖動時又會再次釋出，然而每一次釋出的氧量並不平均，所以我們從數據中找出她氧釋出的規律。

(六)我們發現「變色水」可調成：藍色、紫色、綠色等三種。

藍色：就一般調出之變色水再加入甲基藍染色劑。

紫色：先將氫氧化鈉水溶液滴入甲基藍置放數天，等發現水溶液轉便為紫色時，即加入葡萄糖便可製成「紫色變色水」。

綠色：調出葡萄糖及氫氧化鈉之水溶液，再加入甲基藍染色劑和甲基紅指示劑即可。

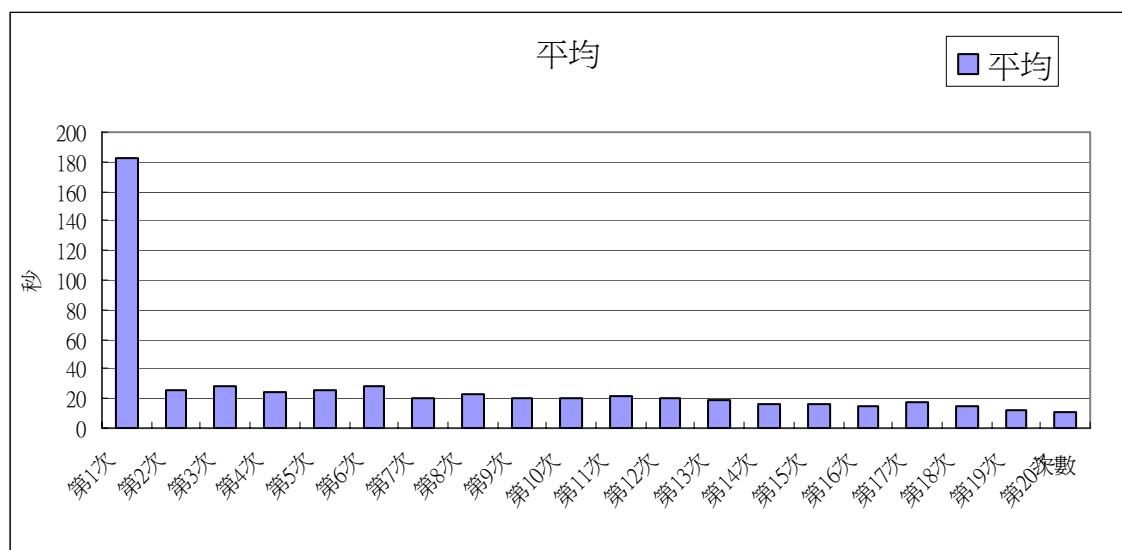
六.研究結果

在實驗中，我們取16.0c.c.的試管分別用1公克的葡萄糖加10c.c.的水，以及1公克的氫氧化鈉加10c.c.的水，且分別加入甲基藍，再套上軟木塞放置於陰涼處，經過一天後發現——氫氧化鈉溶液由藍變紫而葡萄糖溶液則是沒有變色(仍是藍色)，所以我們想和氧發生反應的主因是氫氧化鈉。葡萄糖也有參與反應，且同時影響反應速率，只是葡萄糖濃度變化不同實驗出來的結果為不規則狀。

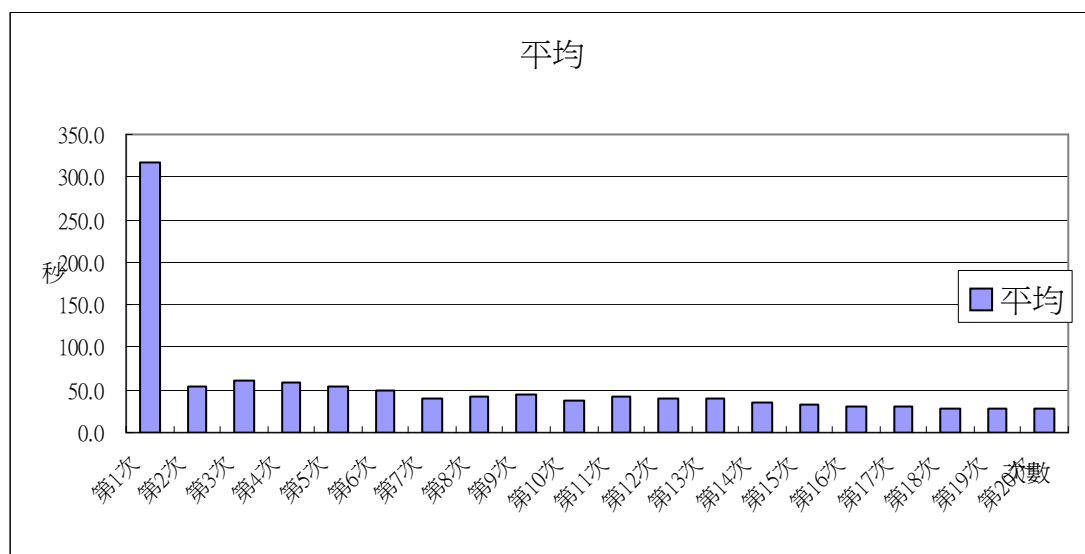
- 1.我們發現第一次從藍色變回透明所需的時間，比其他次所需要的時間都還要長，之後變色的速度會隨著搖動次數的增加而愈來愈快。
- 2.我們發現第一次變回原色所需的時間，比其他次所需的時間都還要長很多。
- 3.第二次之後的變色時間長短，則是受控於濃度及溫度。溫度方面如在寒流的期間進行實驗〈室外溫度15度〉，第一次變色所需的時間就較長，變色速度和顏色濃淡會隨著次數慢慢遞減。
- 4.如在寒流的期間進行實驗〈室外溫度15度〉，平均和第一次所需的時間就較長，若有在大太陽的實驗室裡頭做〈室外溫度25度〉，變色的時間就比在寒流時間做的時候快，因此我們發現：『溫度』會影響溶液變色時間。
- 5.溫度愈高→時間愈短，溫度愈低→時間愈長；濃度方面是氫氧化鈉濃度愈高，反應速率越快，但葡萄糖列入評判範圍，因為葡萄糖濃度不同其變化成不規則，影響反應時間的差距亦不大。
- 6.在變色的過程中，顏色會隨著次數增加從深藍色逐漸變透明且由下往上變淡，直到不變色的時候就會像白開水一般，且在不搖動溶液的情況下，其不會和氧產生反應，需要再搖動後才會變色。不停地搖動試管，最後不管再麼搖也不會變色(呈透明)。因此推測，試管空氣中氧氣已經幾乎全部和溶液作用，達到新的平衡。
- 7.將實驗過後的水溶液放置一段時間，水溶液的顏色變成土黃色，放的越久，其顏色也會越來越深，最後變成咖啡色，而且產生沉澱物質，待溶液顏色變成土黃或咖啡色後，不管再怎麼搖晃它，都無法再發生任何的顏色變化。
- 8.剛調好的氫氧化鈉溶液不管怎麼搖都不會變色，由此可見氫氧化鈉要和氧發生反應需要很久的時間。但是，將調好的氫氧化鈉溶液放置兩天後會變紫色的，表示它和氧已經發生反應，再次搖時已經不會再變色，但是只要加入葡萄糖之後它又會由紫轉透明，搖動後也會再次變色，由此可知氫氧化鈉還需要葡萄糖協助它讓甲基藍變色。

- 9.我們使用實驗色素代替甲基藍，實驗步驟按照「五.研究過程及方法」，只是將甲基藍改為色素(有藍、黃、紅、白、綠...等)，我們用的是食用色素5號，但實驗的效果並不好，所製出的變色水溶液並不會變色，發現只會沉澱並非和氧化合及還原。
- 10.通常我們做實驗都是現場調配現場作實驗，但是我們發現調配後放置的時間長短也會影響結果，像現場調沒有放久所測的時間大致和後來的變色時間相差不多，反之若調配後放的較久，第一次時間和後來的時間比較有明顯變長。

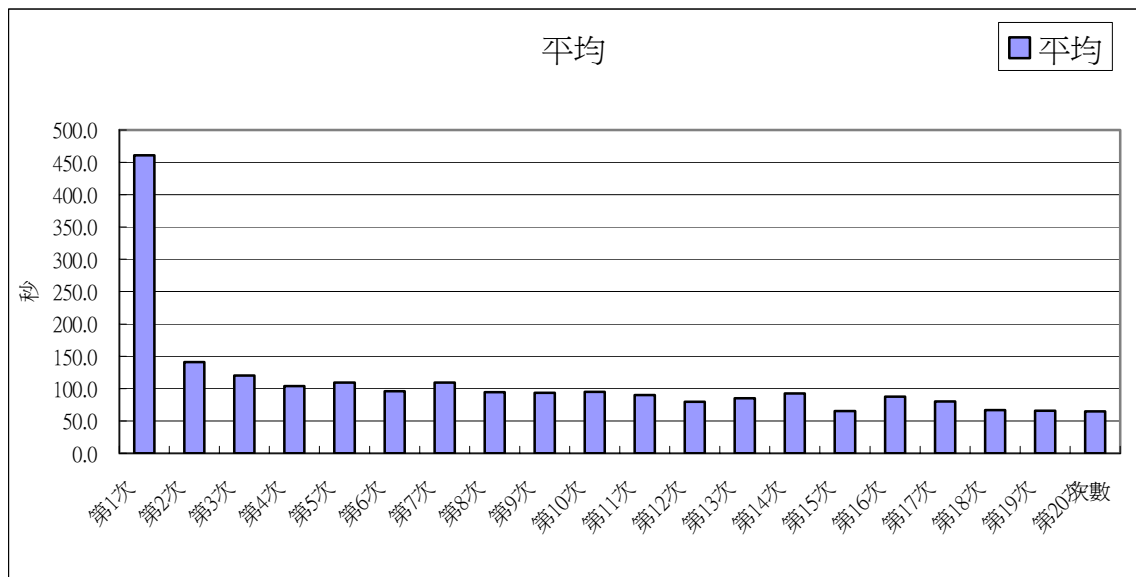
氫氧化鈉1.4公克、葡萄糖1.4公克、甲基藍1c.c.



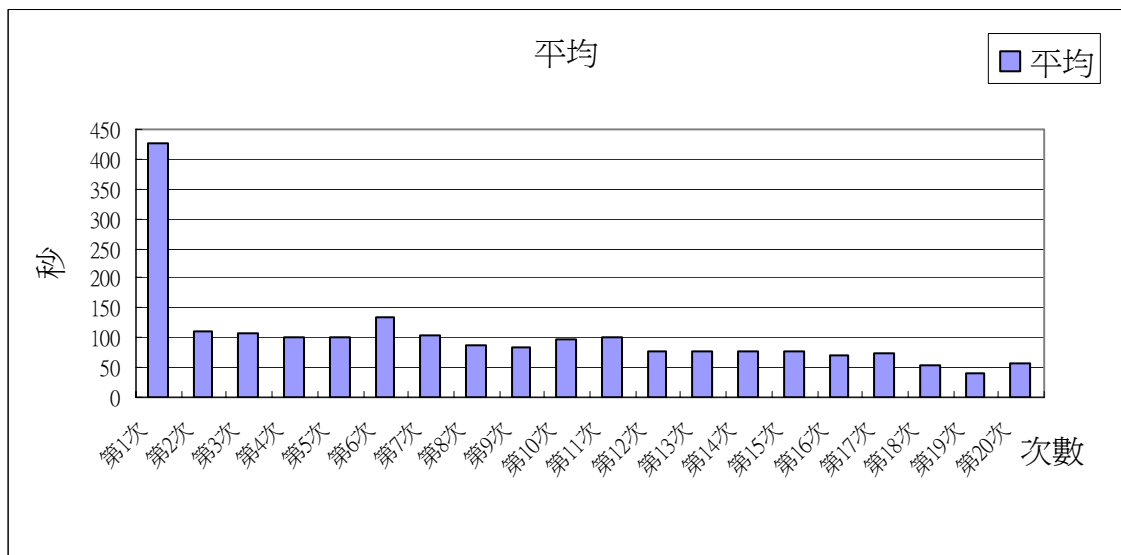
氫氧化鈉1公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.



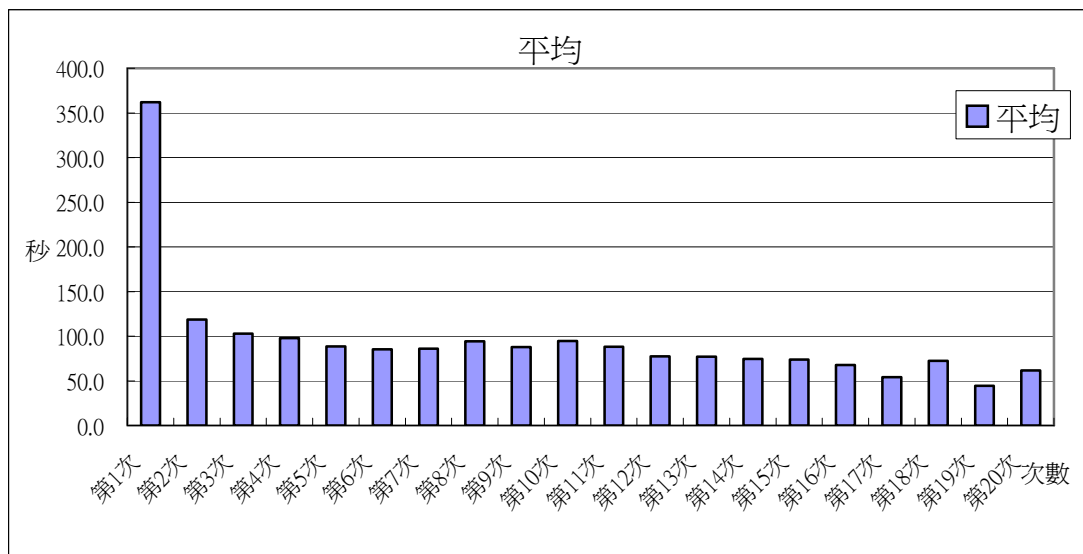
氫氧化鈉0.8公克、葡萄糖0.8公克、甲基藍1c.c.



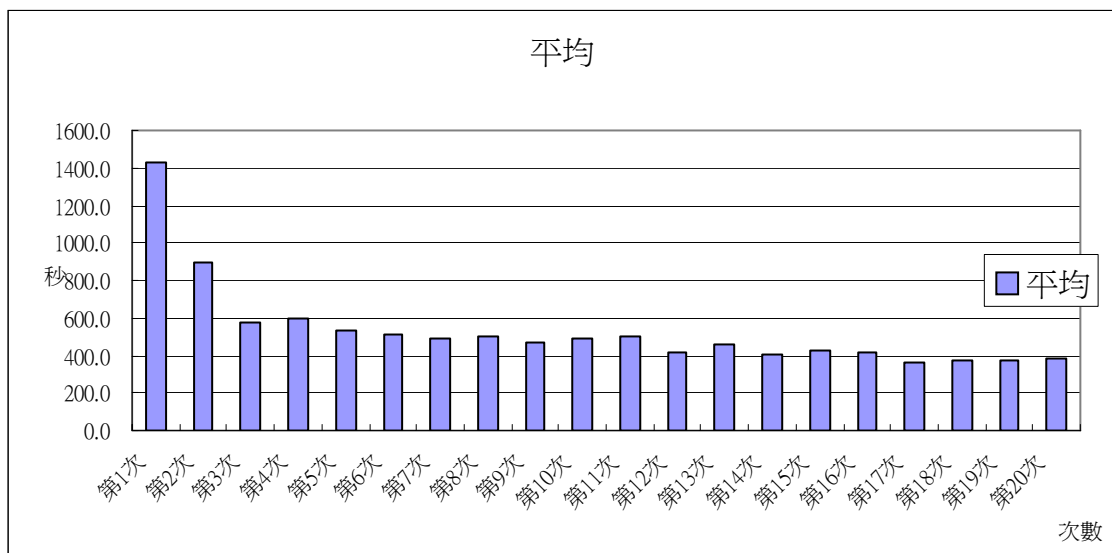
氫氧化鈉0.6公克、葡萄糖0.6公克、甲基藍1c.c.



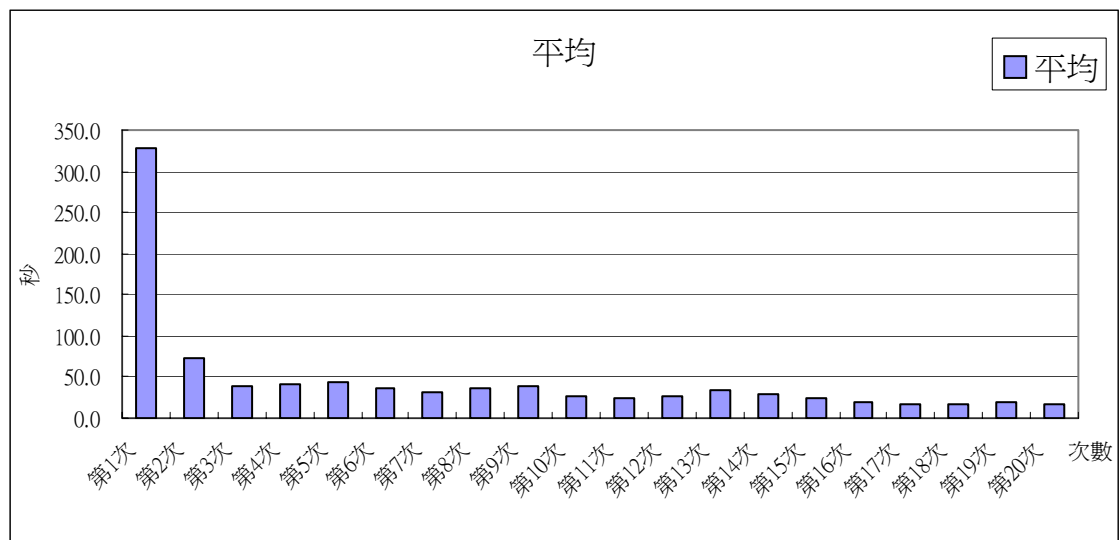
氫氧化鈉0.4公克、葡萄糖0.4公克、甲基藍1c.c.



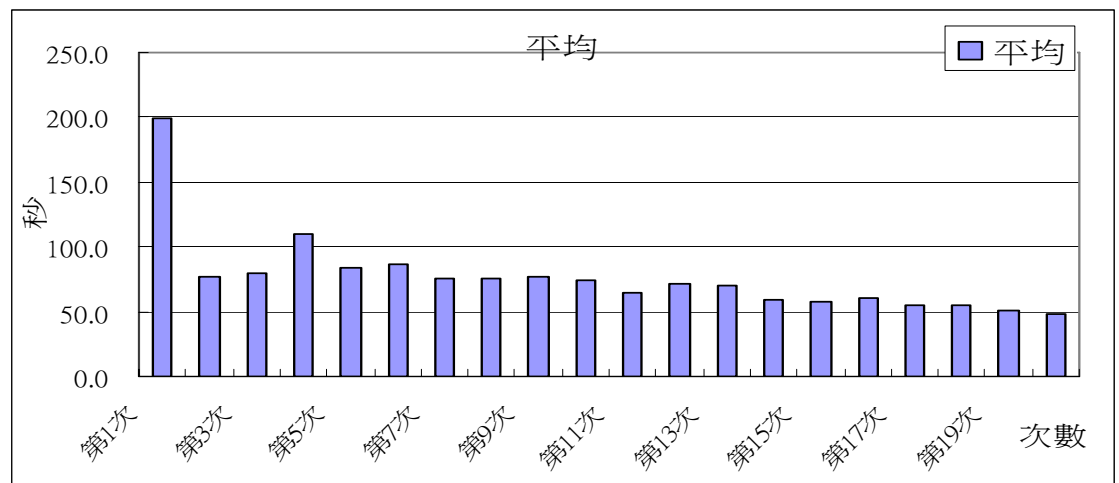
氫氧化鈉0.2公克、葡萄糖0.2公克、甲基藍1c.c.



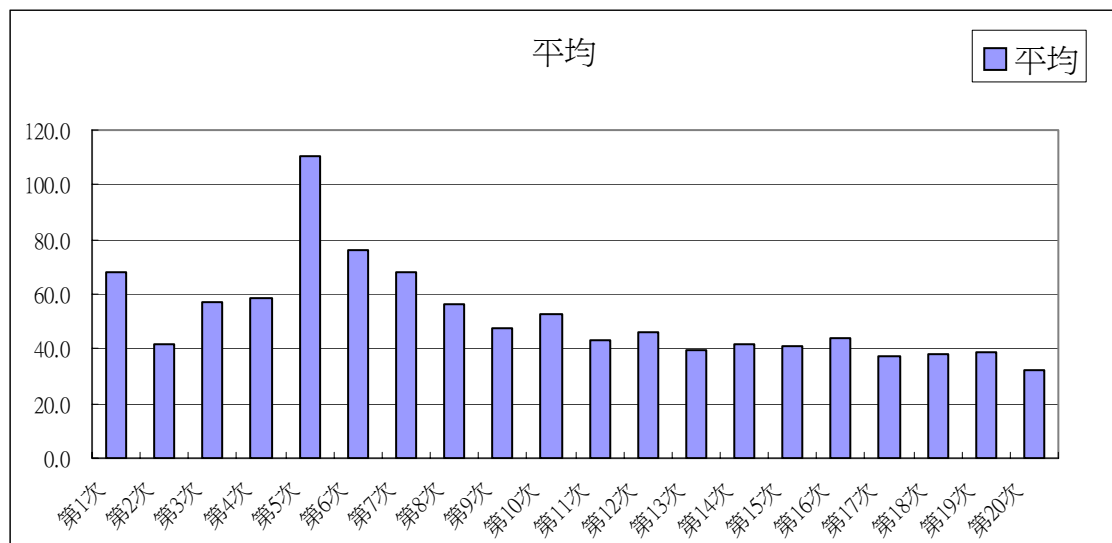
氫氧化鈉1公克、葡萄糖1.2公克、甲基藍1c.c.



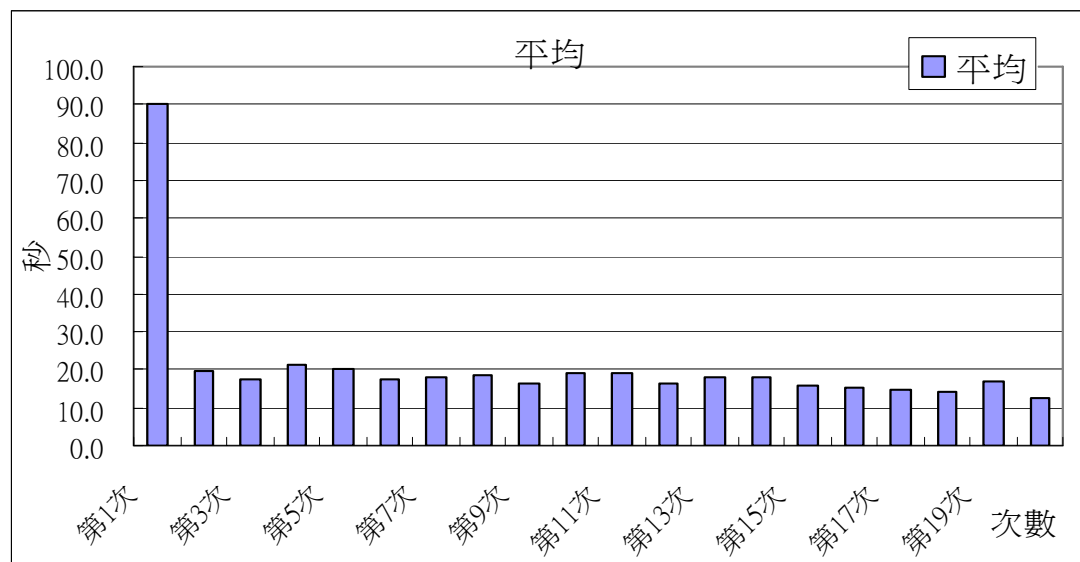
氫氧化鈉1公克、葡萄糖0.8公克、甲基藍1c.c.



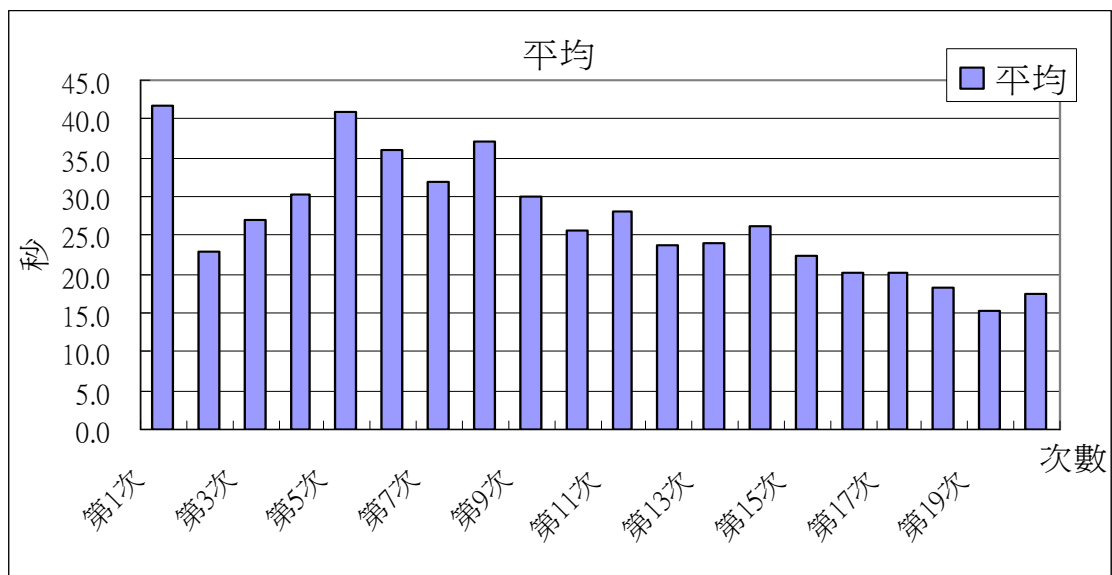
氫氧化鈉1公克、葡萄糖0.6公克、甲基藍1c.c.



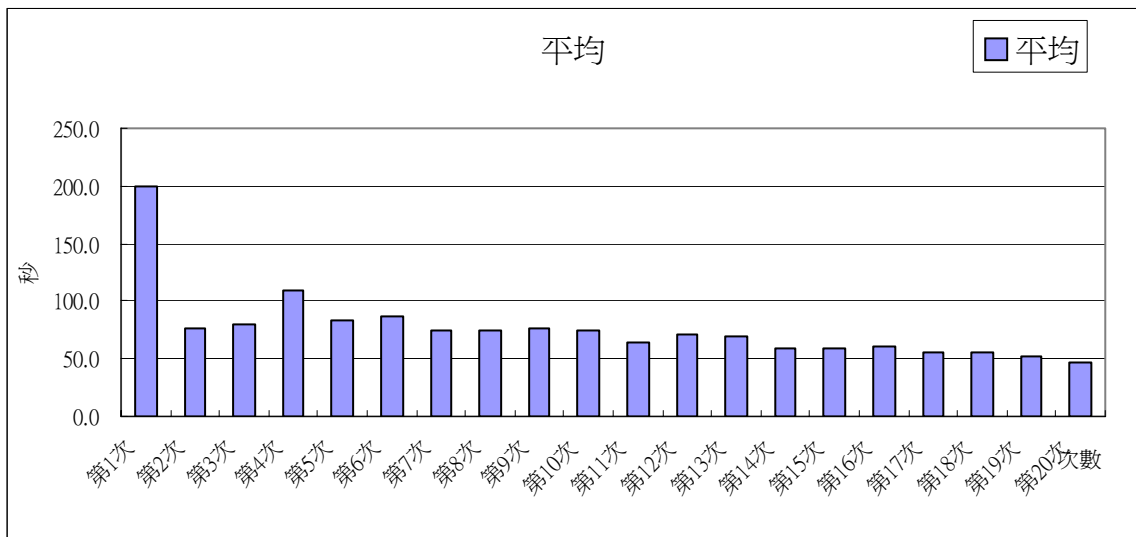
氫氧化鈉1.4公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.



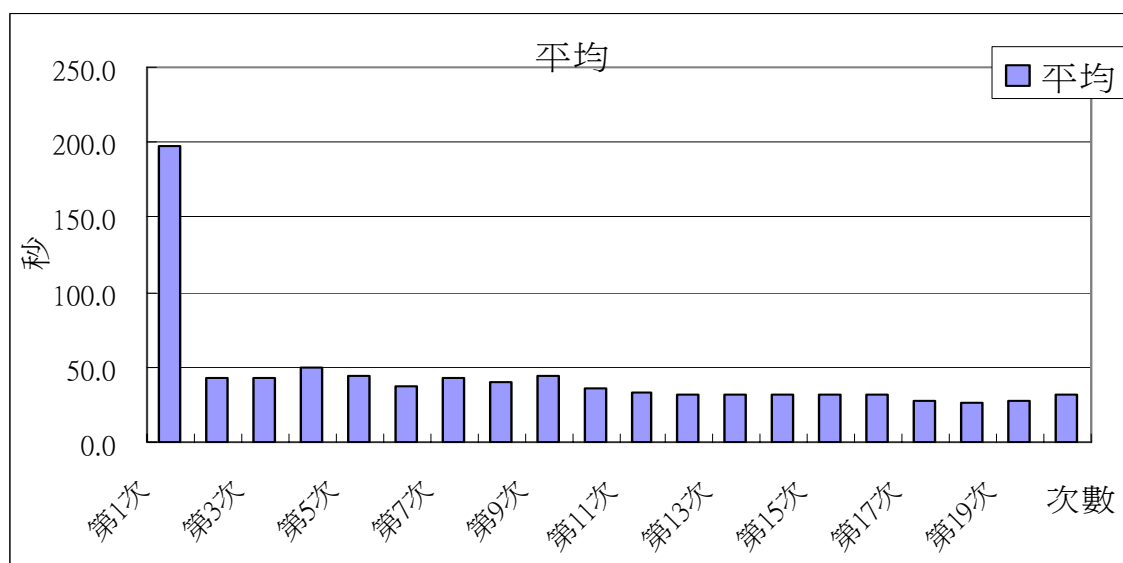
氫氧化鈉1.2公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.



氫氧化鈉0.8公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.



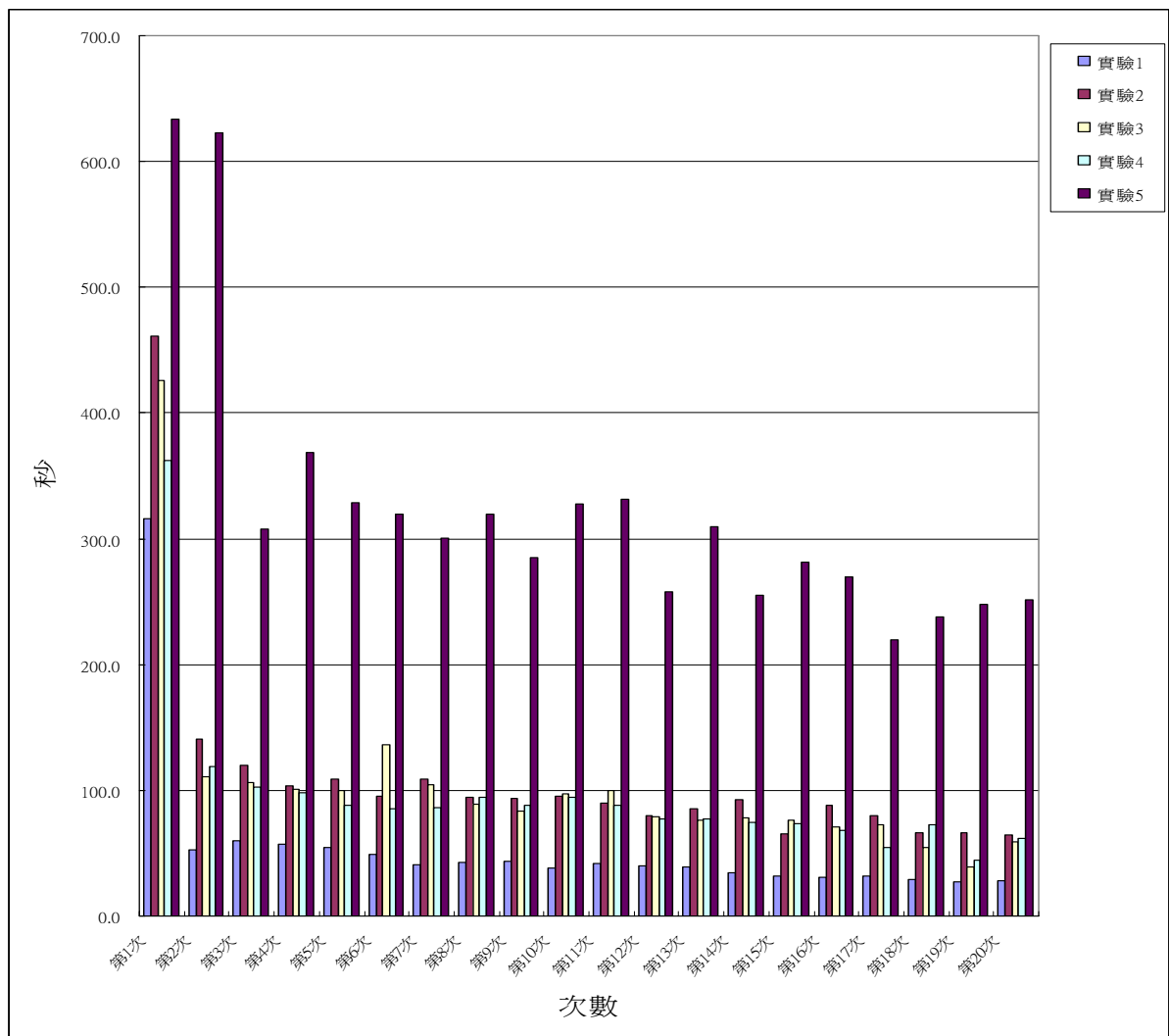
氫氧化鈉0.6公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.

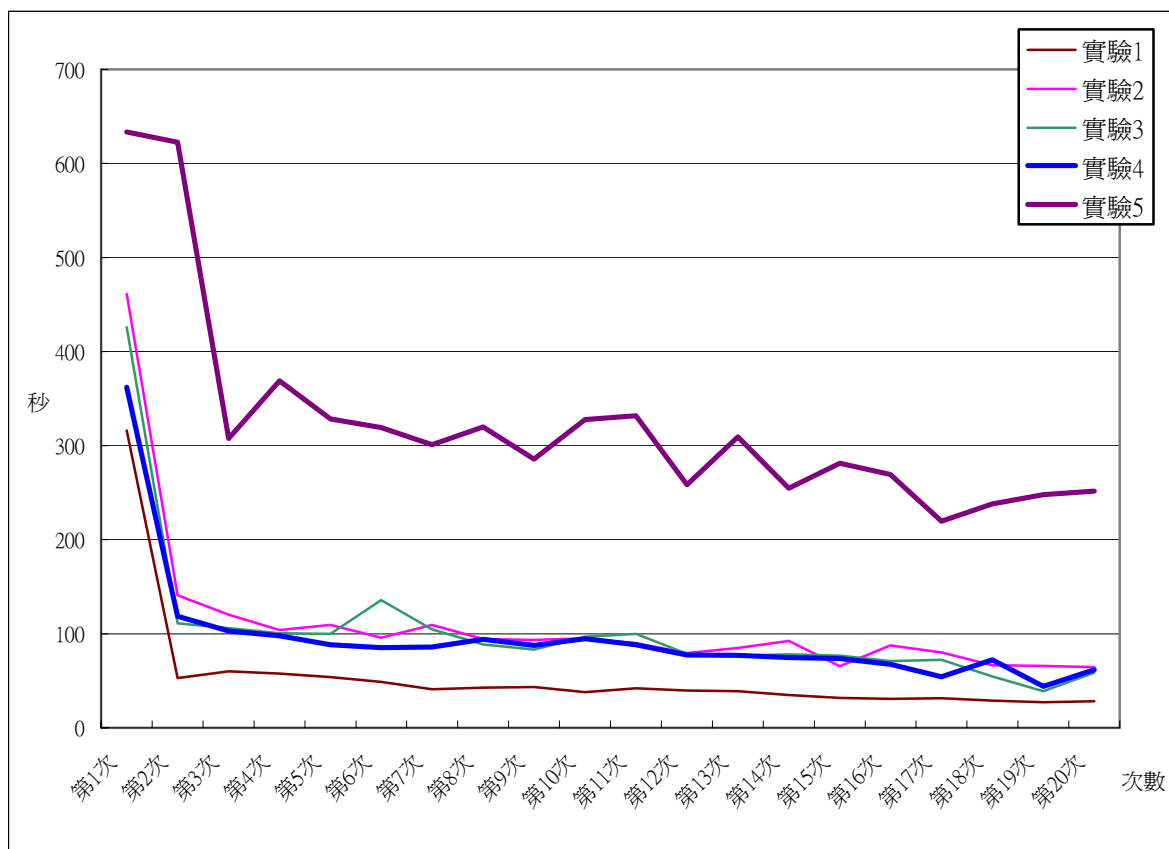


綜合比較

在實驗中「實驗一」是氫氧化鈉1公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.，「實驗二」是氫氧化鈉0.8公克、葡萄糖0.8公克、甲基藍1c.c.，「實驗三」是氫氧化鈉0.6公克、葡萄糖0.6公克、甲基藍1c.c.，「實驗四」是氫氧化鈉0.4公克、葡萄糖0.4公克、甲基藍1c.c.，「實驗五」是氫氧化鈉0.2公克、葡萄糖0.2公克、甲基藍1c.c.(所有實驗的水量均為10毫升)

變色時間<秒>	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
實驗 1	316.2	53.1	60.2	57.6	54.1	49.0	41.0	42.9	43.5	37.9
實驗 2	461.1	141.1	120.1	103.8	109.4	95.7	109.2	94.5	93.5	95.2
實驗 3	425.9	110.9	105.8	100.7	100	135.8	104.6	88.7	83.2	96.7
實驗 4	362.1	118.6	102.8	97.8	88.4	85.4	85.9	94.1	87.7	94.7
實驗 5	633.5	622.5	307.6	368.7	328.3	319.2	300.8	319.9	285.5	327.9
第 11 次	第 12 次	第 13 次	第 14 次	第 15 次	第 16 次	第 17 次	第 18 次	第 19 次	第 20 次	
42.2	39.8	39.1	34.9	31.9	31.0	31.5	28.9	27.2	28.2	
90.1	79.6	84.9	92.5	65.4	87.7	80.3	66.7	65.9	64.7	
99.8	78.8	76.7	78.1	76.7	71	72.4	54.7	39.2	58.6	
88.3	77.5	77	74.6	73.8	67.7	54.3	72.3	44.3	61.8	
331.7	258.3	309.3	254.9	281.1	269.3	219.7	238.1	248.1	251.6	



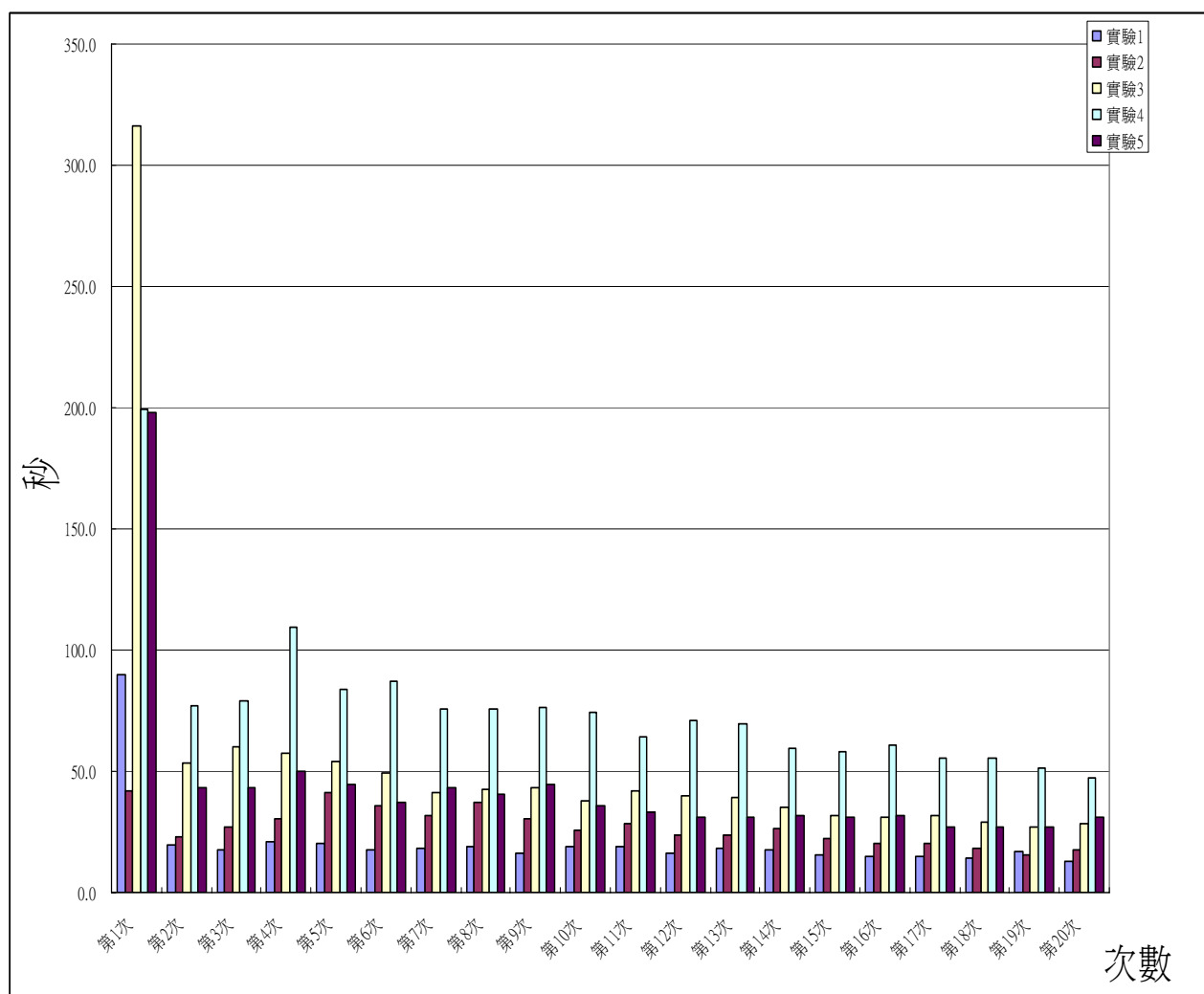


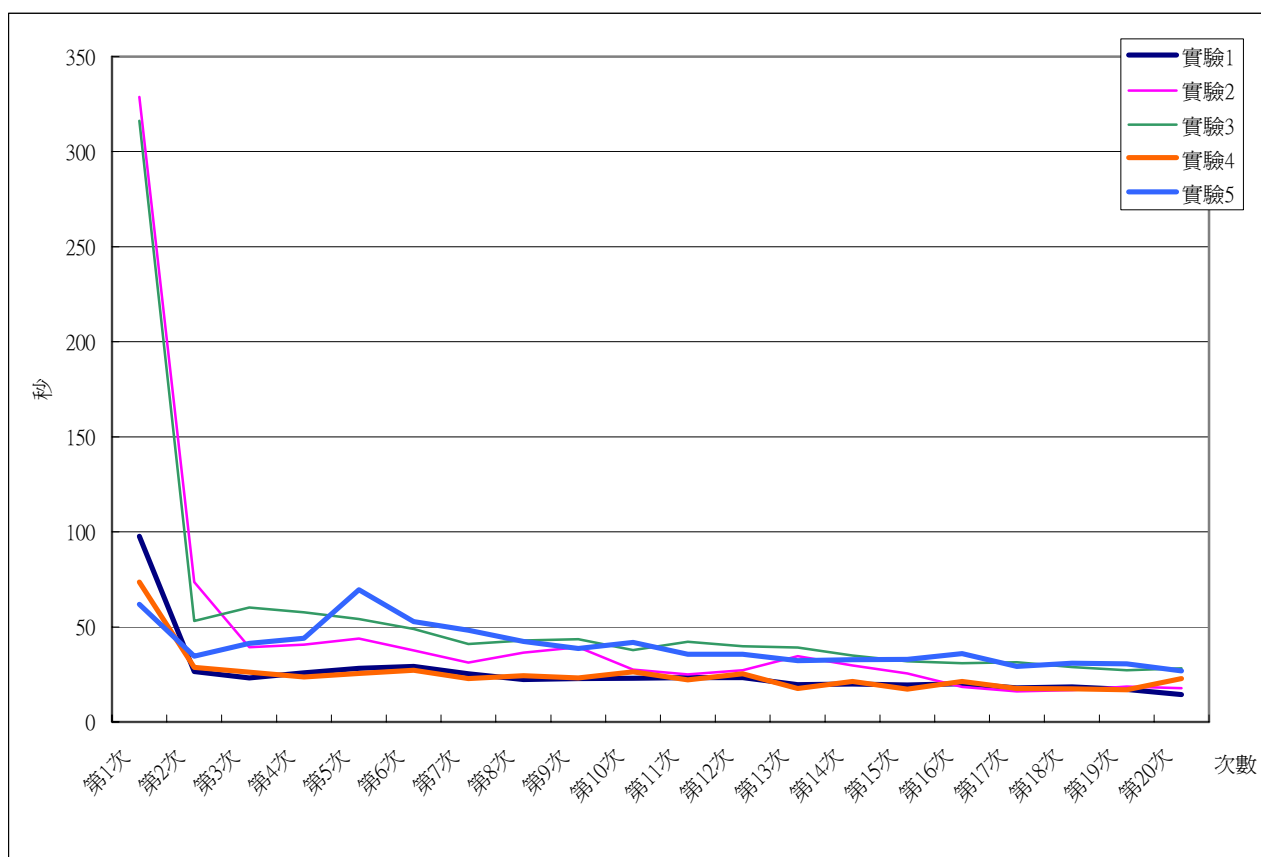
在上面的圖表中，「實驗一」所用的氫氧化鈉和葡萄糖的質量均為1公克，而「實驗五」用的則為0.2公克，在折線圖走向的趨勢可以很清楚的發現「實驗五」的變色速率比「實驗一」慢許多，所以濃度越高的氫氧化鈉和葡萄糖水溶液，它的變色速率就越快。

在實驗一中，氫氧化鈉1.4公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.，實驗二氫氧化鈉是1.2公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.，實驗三則是氫氧化鈉1公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.，實驗四是氫氧化鈉0.8公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.，實驗五是氫氧化鈉0.6公克、葡萄糖1公克、甲基藍1c.c.。

變色時間(秒)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
實驗 1	90.1	19.9	17.7	21.1	20.1	17.4	18.3	18.6	16.4	19.1
實驗 2	41.8	22.9	27.0	30.4	41.0	35.9	31.9	37.2	30.1	25.6
實驗 3	316.2	53.1	60.2	57.6	54.1	49.0	41.0	42.9	43.5	37.9
實驗 4	199.4	76.8	79.2	109.6	83.8	87.1	75.5	75.5	76.5	74.1
實驗 5	197.7	43.2	43.0	50.3	44.4	37.4	43.4	40.4	44.6	36.1

第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次
19.1	16.2	18.1	17.9	15.6	15.1	14.9	14.2	16.8	12.6
28.1	23.6	23.9	26.1	22.4	20.2	20.3	18.2	15.4	17.4
42.2	39.8	39.1	34.9	31.9	31.0	31.5	28.9	27.2	28.2
64.3	70.9	69.4	59.2	58.3	60.8	55.3	55.1	51.5	47.5
33.0	31.4	31.1	31.9	31.2	31.5	27.2	26.7	27.3	31.3



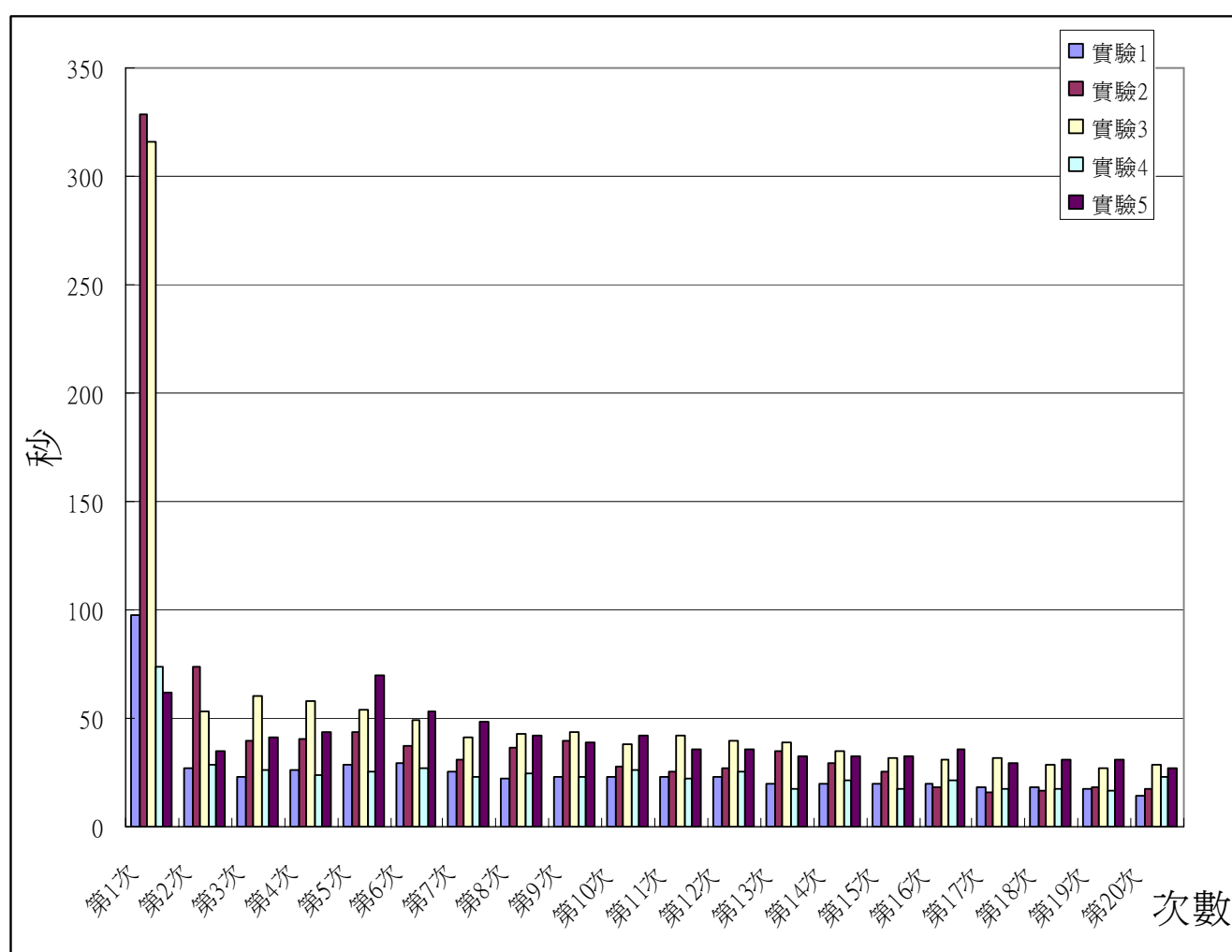


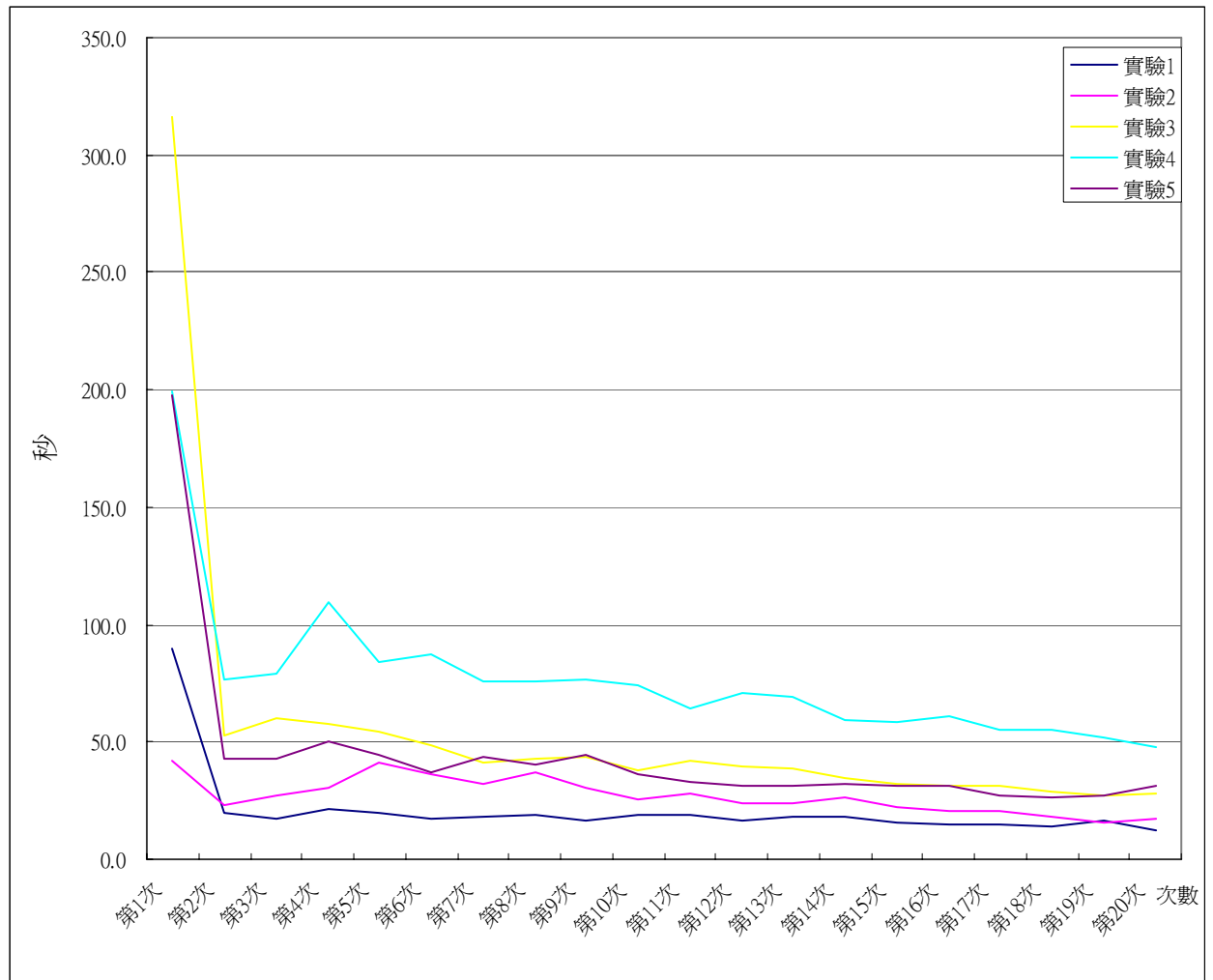
上圖中，不管是「實驗一」、「實驗二」或「實驗三」....全部的變色速率最慢的都集中在第一次，接下來的第二次、第三次...的變色時間則越來越短。例：「實驗一」第一次的變色時間為40.0秒，第二次17.7秒，第三次23.9秒...「實驗二」第一次的變色時間為76.2秒，第二次36.9秒，第三次46.0秒...。

實驗一是氫氧化鈉1公克、葡萄糖1.4公克，實驗二是氫氧化鈉1公克、葡萄糖1.2公克，實驗三是氫氧化鈉1公克、葡萄糖1公克，實驗四是氫氧化鈉1公克、葡萄糖0.8公克，實驗五是氫氧化鈉1公克、葡萄糖0.6公克(甲基藍1c.c.都為1c.c.)

變色時間(秒)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
實驗 1	97.7	26.6	23.2	25.9	28.2	29.3	25.4	22.3	22.9	23.1
實驗 2	328.8	73.7	39.3	40.7	43.9	37.6	31.3	36.4	39.4	27.5
實驗 3	316.2	53.1	60.2	57.6	54.1	49.0	41.0	42.9	43.5	37.9
實驗 4	73.6	28.7	26.3	23.7	25.6	27.3	22.8	24.4	23.2	26.4
實驗 5	61.9	34.6	41.4	44.0	69.6	52.8	48.3	42.4	38.6	41.9

第11次	第12次	第13次	第14次	第15次	第16次	第17次	第18次	第19次	第20次
23.3	23.3	19.7	20	19.5	20.1	18	18.5	17.1	14.4
25.1	27.2	34.7	29.7	25.5	18.5	16.1	16.8	18.6	17.8
42.2	39.8	39.1	34.9	31.9	31.0	31.5	28.9	27.2	28.2
22.2	25.4	17.7	21.3	17.3	21.4	17.6	17.5	17.0	22.8
35.7	35.7	32.3	32.7	32.9	35.9	29.3	31.0	30.6	26.9

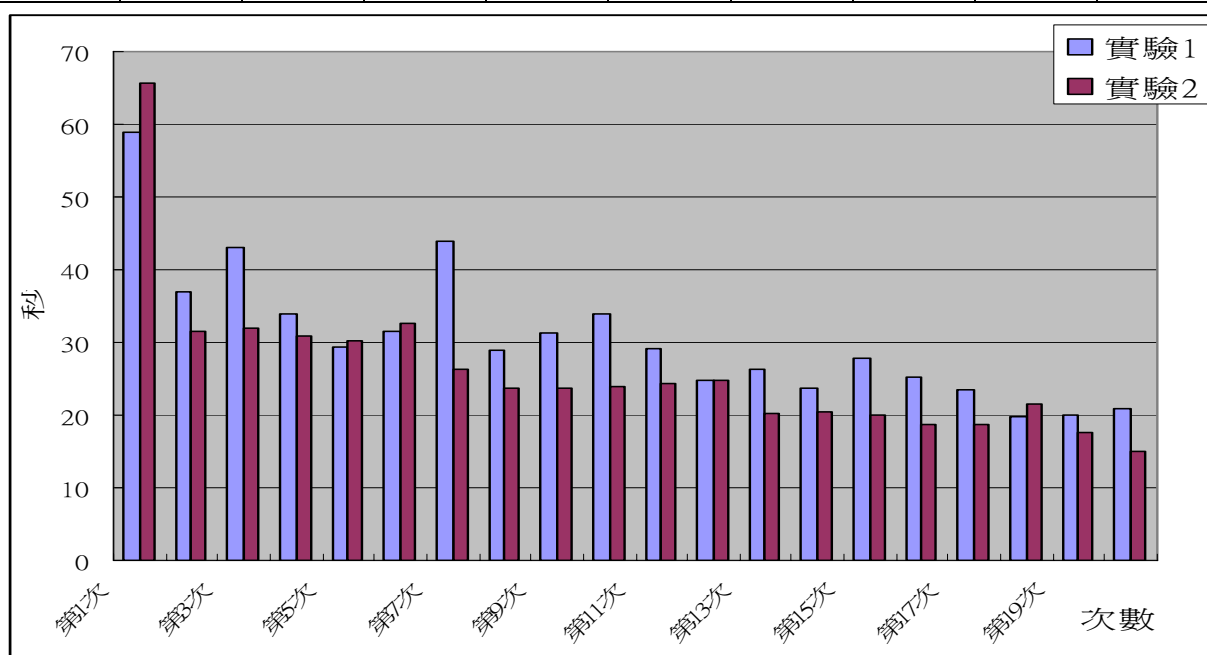




從上圖中，不管是「實驗一」、「實驗二」或「實驗三」....全部的變色速率最慢的都集中在第一次，接下來的第二次、第三次...的變色時間為不規則狀。例：「實驗一」第一次的變色時間為97.7秒，第二次26.6秒，第三次23.2秒...「實驗二」第一次的變色時間為328.8秒，第二次73.7秒，第三次39.3秒...所以我們把濃度變化以氫氧化鈉為主，而葡萄糖濃度我們則不予記錄及列入參考對象，雖然葡萄糖濃度對此實驗有影響但是因為實驗出來趨勢不規則狀。

實驗1是氫氧化鈉1.5公克、葡萄糖0.5公克、甲基藍1c.c.；實驗2是氫氧化鈉0.5公克、葡萄糖1.5公克、甲基藍1c.c.。

變色時間 〈秒〉	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
實驗 1	59.0	37.0	43.0	33.9	29.4	31.5	43.9	29.0	31.2	34.0
實驗 2	65.7	31.6	31.9	30.9	30.3	32.7	26.2	23.8	23.8	23.9
第 11 次	第 12 次	第 13 次	第 14 次	第 15 次	第 16 次	第 17 次	第 18 次	第 19 次	第 20 次	
29.1	24.8	26.2	23.8	27.8	25.3	23.5	19.8	20.1	20.8	
24.4	24.8	20.2	20.4	19.9	18.7	18.8	21.6	17.7	14.9	



在上面的實驗是氫氧化鈉的量較多葡萄糖的量較少和氫氧化鈉較少葡萄糖較多的兩種溶液互相比較，從中我們能發現氫氧化鈉溶液較多葡萄糖較少的溶液其變色速率比氫氧化鈉較少葡萄糖較多的溶液還要快。而且這兩個實驗的所要花的時間都比其他實驗快很多，第1次的變色速率兩者都比其他實驗快。

實驗	操縱變因	控制變因	影響反應速率
甲基藍	氫氧化鈉濃度	甲基藍與葡萄糖濃度、試管大小（表示含氧量）與溫度	影響很大
	甲基藍濃度	氫氧化鈉和葡萄糖濃度、試管大小與溫度	會影響，但是影響不大
	葡萄糖濃度	氫氧化鈉和甲基藍濃度、試管大小與溫度	會影響，但是影響不大
	溫度	氫氧化鈉、甲基藍與葡萄糖濃度、試管大小	影響很大(溫差在 20℃ 以上時)
	含氧量	氫氧化鈉和甲基藍濃度、試管大小與溫度	影響很大
混合液			
綠色混合液	氫氧化鈉濃度	甲基紅、甲基藍與葡萄糖濃度、試管大小（表示含氧量）與溫度	影響很大
	甲基藍濃度	甲基紅、氫氧化鈉和葡萄糖濃度、試管大小與溫度	會影響，但是影響不大
	甲基紅濃度	甲基藍、氫氧化鈉和葡萄糖濃度、試管大小與溫度	會影響，但是影響不大
	葡萄糖濃度	甲基紅、氫氧化鈉和甲基藍濃度、試管大小與溫度	會影響，但是影響不大
	溫度	甲基紅、氫氧化鈉、甲基藍與葡萄糖濃度、試管大小	影響很大(溫差在 20℃ 以上時)
	含氧量	甲基紅、氫氧化鈉和甲基藍濃度、試管大小與溫度	影響很大
紫色混合液	氫氧化鈉濃度	甲基藍與葡萄糖濃度、試管大小（表示含氧量）與溫度	影響很大
	甲基藍濃度	氫氧化鈉和葡萄糖濃度、試管大小與溫度	會影響，但是影響不大
	葡萄糖濃度	氫氧化鈉和甲基藍濃度、試管大小與溫度	會影響，但是影響不大
	溫度	氫氧化鈉、甲基藍與葡萄糖濃度、試管大小	影響很大(溫差在 20℃ 以上時)
	含氧量	氫氧化鈉和甲基藍濃度、試管大小與溫度	影響很大

七.討論

- 1.我們發現--已調好的氫氧化鈉溶液加入甲基藍後不管怎麼搖都不會變色，但是靜置幾天後，氫氧化鈉水溶液會由藍色轉紫色，由此可見氫氧化鈉要和氧發生反應的時間需要很久，但是已變紫色的氫氧化鈉想要再搖動時，已經不會再變色。但是再加入葡萄糖之後它又會再次和氧發生反應(從紫轉透明)，由此可知氫氧化鈉在和氧發生反應後還是需要葡萄糖協助它再次變色。可是我們所做的實驗-把氫氧化鈉水溶液、葡萄糖水溶液和甲基藍混合，變色速度卻很快，所以我們推測，葡萄糖可以加速氫氧化鈉和氧發生反應。
- 2.經過閱讀許多資料以及實驗後，我們猜測葡萄糖加氫氧化鈉是爲了讓葡萄糖帶有氫氧根；而甲基藍和氧結合後，會呈現另一種顏色，又遇到帶氫氧根的葡萄糖，則帶氫氧根的葡萄糖會和氧搶甲基藍，所以被搶走的甲基藍又會變回原色，也就是說這實驗讓我們導出了氧化還原方程式是：
 - (1) 氣態 O_2 溶於水中形成 O_2 (溶解在水中)
 - (2) 還原態甲基藍（無色）+溶解在水中的 $O_2 \rightarrow$ 氧化態甲基藍（藍色）
 - (3) 葡萄糖+ $OH^- \rightarrow$ 被氧化的葡萄糖
 - (4) 葡萄糖+氧化態甲基藍（藍色） $\rightarrow$ 還原態甲基藍（無色）+ OH^- +被氧化的葡萄糖

八.結論

實驗中影響變色速率有濃度、活性、溫度、催化劑、總表面積等等。但是在這個實驗濃度和其他原因都有影響，不過其變色速率快慢，主要是氧的濃度及氧氣的多寡。在溶液濃度相等的情況下，氧濃度越高，其變色速率愈快，反之，氧濃度愈低，變色速率愈慢。在控制相同的條件下實驗中的誤差，就是因爲氧濃度的不同或者溫度高低的關係。

九.參考資料及其他：

<http://pckchem.ncue.edu.tw/laboratory/chemdemo/84/8424032/藍瓶反應.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/Methylene_blue 甲基藍本身結構

<http://www.deliabw.edu.hk/klip/uit/Redox.htm>

<http://home.kimo.com.tw/pj8559/a/a008403.htm>

中國大百科全書/化學 I / P.478/還原.還原劑.還原顏料

中國大百科全書/化學 II / P.1092/氧化還原反應

大美百科全書/21/ P.123/氧化還原反應

大美百科全書/23/ P.166/氧化還原

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 理化科

031627

靈“液”現象 [氧化還原之探討]

高雄縣立嘉興國民中學

評語：

1. 題目十分有趣
2. 參數的探討可以更嚴謹些，例如葡萄糖濃度之效應，文字和口頭說明之一致性可再加強。