

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081534

小小偵茶員

學校名稱：高雄市左營區新莊國民小學

作者： 小五 張家瑋 小五 蔡享呈 小五 賴姿穎 小五 曹連勝	指導老師： 李姿瑩
---	--------------

關鍵詞：濃度 密度 下沈速度

壹、摘要

利用不同濃度的溶液具有不同密度、比重的特性，製作白砂糖水溶液濃度指示劑。並利用自製的指示劑，檢驗市面上販售的茶飲料含糖量標示是否正確。

貳、研究動機

我們經常可以在電視上看到茶飲料的廣告，廣告中經常標榜無糖，喝了這些無糖的茶飲料還可以瘦身、養顏、美容，它說的都是真的嗎？正好四年級的時候剛剛上過廚房裡的調味品溶解實驗，實驗中我們得知糖加得越多飲料就越甜，而且越甜的糖水會越重。

我們在找資料的過程中，發現某件科展作品中有做過與密度相關的實驗，於是我們改良了他的實驗，並且想出了另外一個測量密度的方式與其互相印證，利用這樣的特性檢驗市售標榜無糖或低糖的茶飲料是否真的「無糖」。

參、研究目的

- 一、比較紅砂糖與白砂糖物理性質的差異。
- 二、比較不同濃度的白砂糖水溶液在外觀、總重量和體積上的變化。
- 三、比較不同濃度白砂糖水溶液不同密度的特性。
- 四、配製彩色的白砂糖水溶液，找到清晰的彩色水分層。
- 五、找出不同濃度的白砂糖水溶液在水中與時間的相對關係。
- 六、使用染色後的白砂糖水溶液來檢驗市面上販售的飲料含糖量標示是否正確？
- 七、使用飲料與糖水關係圖來檢驗市面上販售的飲料含糖量標示是否正確？

肆、研究問題

- 一、紅砂糖與白砂糖其物理性質有何差異？
- 二、不同濃度的白砂糖水溶液外觀上有何差異？
- 三、不同濃度的白砂糖水溶液總重量有何差異？
- 四、不同濃度的白砂糖水溶液在體積上有何差異？
- 五、不同濃度白砂糖水溶液密度是否相同？
- 六、在肉眼可以清楚辨識的範圍內，找出濃度差最小的彩色水分層。
- 七、找出糖水濃度與下沉所需時間的關係。
- 八、使用染色後的白砂糖水溶液來檢驗市面上販售的飲料含糖量標示是否正確？
- 九、使用飲料與糖水關係圖來檢驗市面上販售的飲料含糖量標示是否正確？

伍、研究設備及器材

一、器具類：電子天秤(最小刻度 0.1g，最大秤量 1000g)、燒杯(100ml、250ml、500ml)、滴管、試管、試管架、量筒、攪拌棒、刮勺、秤量紙、單點雷射筆、一公升量筒、碼錶、夾鏈袋、4mm 角珠。

二、材料類：細粒特砂（白砂糖）、二號砂白（紅砂糖）、水彩。

三、飲料樣本：

市售飲料樣本	無糖組 (含糖量 0g)
無 1：竹炭茶	無 4：無糖綠茶
無 2：好茶作	無 5：日式無糖綠茶
無 3：超油切烏龍綠茶	

市售飲料樣本	低糖組(含糖量<5g/100ml)
低 1：白毫烏龍茶	低 4：冰釀綠茶
低 2：低糖綠茶	低 5：日式綠茶
低 3：冷泡茶	

市售飲料樣本	高糖組(5g/100ml<含糖量<10g/100ml)
高 1：麥仔茶	高 3：泡沫綠茶
高 2：麥香綠茶	高 4：綠茶茉莉香

陸、研究方法、結果及討論

一、問題一：紅砂糖與白砂糖其物理性質有何差異？



(一) 方法：

1. 取少許白砂糖（糖度 99.7 以上）與紅砂糖（糖度 98 以上）置於白色秤量紙上，並仔細觀察外觀差異。
2. 分別取 10 公克紅砂糖與白砂糖溶解於 100 毫升的水中，帶其完全溶解後，觀察水溶液的外觀差異。



(二) 結果：

表一：紅砂糖與白砂糖溶解前後外觀上的差異比較

		紅砂糖	白砂糖
未溶解	顆粒外觀	大小不一，形狀為立方體	大小不一，形狀為立方體
	顏色	偏褐色，些微透光	無色透明
溶解後	水溶液外觀		
		淡黃色，聞起來帶有甜甜的香味	無色透明像清水，聞起來沒有特殊氣味
	一般用途	適合作為甜年糕、米漿、紅豆湯、圓仔湯等	可添加於綠豆湯、綠豆稀飯、豆漿、檸檬汁或葡萄柚汁

(三) 討論：

1. 砂糖的親水性很高，因此砂糖可應用在很多餅乾及佳餚上。
2. 紅砂糖的糖粒含有糖蜜，色質較高，煮後有糖蜜香味。
3. 由兩種砂糖的用途判斷，一般市售的茶飲料中所添加的砂糖應該是使用白砂糖，所以本實驗將利用白砂糖作為主要的探討材料。

二、問題二：不同溶解度的白砂糖水溶液外觀上有何差異？

(一) 方法：

1. 分別量取 20g、40g、60g、80g、100g、120g、140g、160g、180g、200g、220g、240g 的白砂糖，加入 100 毫升的清水中。
2. 分別標示如下：

表二：不同溶解度的白砂糖水溶液分組（組距：20 公克/100 毫升）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
白砂糖 (g)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
水 (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

3. 將各組白砂糖水溶液攪拌，靜置一段時間後觀察其外觀上的差異。

(二) 結果：

表三：不同溶解度白砂糖水溶液的外觀變化

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
澄清溶液	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
白砂糖顆粒沉澱	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+

註：○：表示該溶解度的白砂糖水溶液是溶解性良好的。

—：表示添加的白砂糖可完全溶解於水中，沒有未溶解的顆粒沉澱。

＋：表示除了有溶解於水中的白砂糖外，尚有未溶解的白砂糖顆粒沉澱。

(三) 討論：

1. A~I 為澄清溶液，只有 J、K、L、M 組下層有白砂糖顆粒沉澱。
2. 攪拌的過程中會有些許微小氣泡的產生，靜置一段時間後氣泡便慢慢消失，因此我們推測可能是在攪拌的過程中，攪拌速度太快，溶入空氣所造成。
3. 在攪拌的時候 G、H、I、J、K、L、M 組溶液較為濃稠，難以晃動，顏色偏黃褐色，我們用單點雷射筆照射水溶液發現這幾杯白糖水溶液中懸浮著許多尚未溶解的糖，因此推測是這些顆粒阻擋了光線的進行，才使白糖水越來越黃。
4. 我們發現白砂糖的含量越高，所需完全溶解的時間越長。



三、問題三：不同溶解度的白砂糖水溶液總重量有何差異？

(一) 方法：

1. 在配置溶液前先分別秤量每個空燒杯的重量。
2. 將各組水溶液放在電子天秤上秤重。
3. 將各組秤得的重量 (g) — 該組空燒杯重量 (g) = 實際水溶液的重量 (g)。

(二) 結果：

表四：不同溶解度白砂糖水溶液的重量

組別	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
燒杯重 (g)	89.7	111.5	97.2	113.2	105.5	109.5	95.1	95.9	86.4	94.1	80.8	88.9	85.0
總重量 (g)	188.8	230.6	234.8	271.9	284.9	307.7	315.8	336.7	345.2	373.5	380.5	409	424.9
溶液重 (g)	99.1	119.1	137.6	158.7	179.4	198.2	220.7	240.8	258.8	279.4	299.7	320.1	339.9

(三) 討論：

1. 由於燒杯品質不同，等容量的燒杯重量上會有差異，為求實驗準確性，所以必須先分別測量每個燒杯的重量。
2. 實驗中發現：溶解度越高的白砂糖水溶液重量越重。
3. 從文獻中查得：**【質量守恆定律】**：溶質重+溶劑重=溶液重。
4. 本實驗的溶質為白砂糖，溶劑為水、溶液為白砂糖水溶液。
5. 實驗中，各組加入的白砂糖重量 (g) + 100 毫升水重量 (g) = 溶液重量 (g)，因此符合質量守恆定律。
6. 而 J、K、L、M 組也把未溶解的砂糖並入稱重，得到白砂糖水溶液的重量與水 + 溶解的白砂糖重 + 未溶解的白砂糖的重量相同。
7. J、K、L、M 組中還有未溶解的沉澱部分，將在第五個研究問題中討論。

四、問題四：不同溶解度白砂糖水溶液的體積差異

(一) 方法：

1. 將白砂糖水溶液 A~K，分別倒入量筒中，測量白砂糖溶於水後的總體積。
2. 小心的將 J、K、L、M 組的白砂糖沉澱用刮勺刮出。

(二) 結果：

表五：不同溶解度白砂糖水溶液的總體積

組別	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
總體積(毫升)	100	110	125	140	150	160	175	185	195	200	210	220	230

(三) 討論：

1. 隨著白砂糖溶解量的增加，白砂糖水溶液的總體積也隨之增加。

五、問題五：不同溶解度的白砂糖水溶液密度是否不同？

(一) 方法：

白砂糖水溶液的重量

1. 利用 $\text{密度} = \frac{\text{白砂糖水溶液的重量}}{\text{白砂糖水溶液的體積}}$ 與表四、五所得的資料，算出各組水溶液的密度。

2. 挑選 6 組試管分別以水彩染色，並分為第一群組與第二群組，如下：

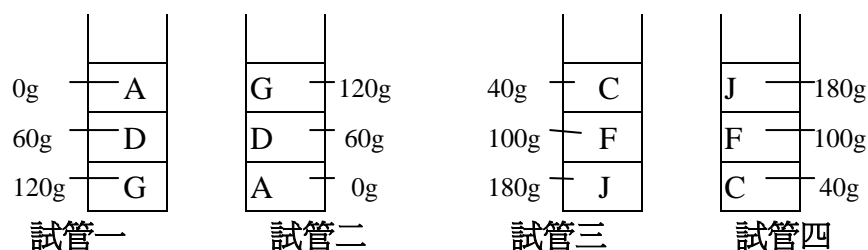
A	D	G
綠	橙	藍

【第一群組】

C	F	J
紅	棕	綠

【第二群組】

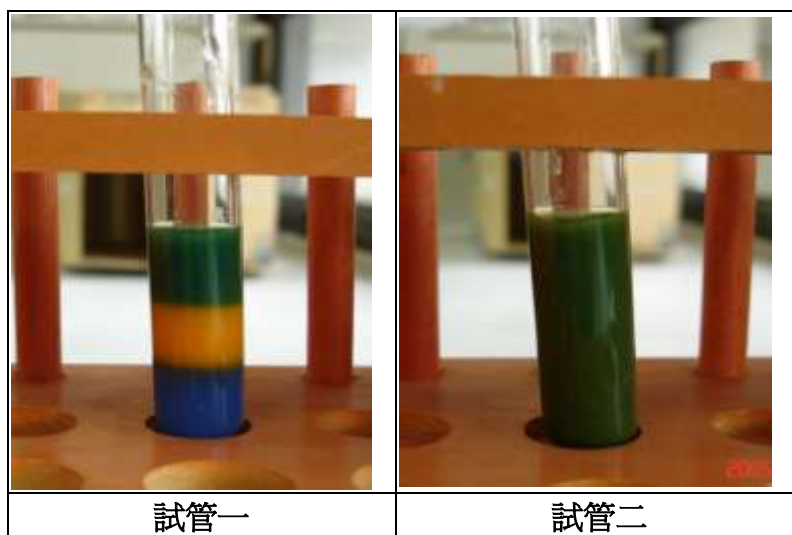
- 【第一群組】先用滴管吸取 G 組藍色水溶液 5 毫升放入試管，再加入 5 毫升 D 組橙色水溶液，最後放入 5 毫升 A 組綠色水溶液；產生試管一。
- 【第一群組】先用滴管吸取 A 組綠色水溶液 5 毫升放入試管，再加入 5 毫升 D 組橙色水溶液，最後放入 5 毫升 G 組藍色水溶液；產生試管二。
- 同上述方法操作【第二群組】以產生試管三、四。



(二) 結果：

表七：不同溶解度白砂糖水溶液的密度

組別	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
重量(公克)	99.6	119.7	137.6	158.7	179.4	198.2	220.7	240.8	258.8	279.4	299.7	320.1	339.9
體積(毫升)	100	112.5	120	137.5	150	162.5	175	187.5	200	212.5	222.5	232	243
密度	0.996	1.064	1.147	1.154	1.196	1.22	1.261	1.284	1.294	1.315	1.347	1.38	1.40



(三) 討論：

1. 濃度越高的白砂糖水溶液，密度越大。
2. J、K、L、M 組中因為無法完全將沉澱物從燒杯中刮出，所以體積的測量並不準確，所以求得的密度並不是白砂糖水溶液飽和濃度下的密度，在此加以說明。
3. 製作試管時必須將濃度高、密度大的溶液先放入試管，比較容易得到清晰的彩色水堆疊。
4. 試管一、三清晰的彩色水分層，在沒有外力晃動的情況下可持續保持分層現象 4 個小時以上。
5. 試管二、四將密度小的溶液先放入試管，再加入密度較大的溶液；因為後來加入的水溶液密度較大，在下沉到試管底部的同時，顏色間互相混染，導致顏色混濁，沒有分層現象。

六、問題六：在肉眼可以清楚辨識的範圍內，找出濃度差最小的彩色水分層。

(一) 方法：

1. 分別量取 1 公克、2 公克、3 公克、4 公克、5 公克、6 公克、7 公克、8 公克、9 公克、10 公克的白砂糖。
2. 取 11 個燒杯分別盛入 100 毫升清水。
3. 把量取的白砂糖分別倒入燒杯中攪拌，溶解後分別用水彩染色。
4. 分組標示如下：

表八：不同溶解度的白砂糖水溶液分組（組距：1 公克/100 毫升）

組別	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
白砂糖（公克）	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
水（毫升）	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
顏色	橙	綠	紫	白	金黃	黃	水藍	深藍	茶	深綠	紅

5. 分別用滴管吸取 2 毫升染色溶液製作下列試管：

試管	白砂糖水溶液	濃度差
ㄅ	0 克 / 1 公克	1 公克/100 毫升
ㄆ	0 克 / 2 公克	2 公克/100 毫升
ㄇ	0 克 / 3 公克	3 公克/100 毫升
ㄏ	0 克 / 4 公克	4 公克/100 毫升
ㄏ	0 克 / 5 公克	5 公克/100 毫升
ㄏ	0 克 / 6 公克	6 公克/100 毫升
ㄏ	0 克 / 7 公克	7 公克/100 毫升
ㄏ	0 克 / 8 公克	8 公克/100 毫升
ㄏ	0 克 / 9 公克	9 公克/100 毫升
ㄏ	0 克 / 10 公克	10 公克/100 毫升

註：【0 克 / 10 公克】表此試管先放置濃度 10 公克/100 毫升的白砂糖水溶液，再放置濃度 0 公克/100 毫升的白砂糖水溶液。

(二) 結果：

表九：不同溶解度差的彩色水堆疊情形

試 管	ㄅ	ㄆ	ㄇ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ
先 放	綠	紫	白	金黃	黃	水藍	藍	茶	深綠	紅
後 放	橙	橙	橙	橙	橙	橙	橙	橙	橙	橙
顏色是否分層	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

註：○表示可以肉眼觀察到兩種顏色分層存在。

× 表示兩顏色容易發生混色現象，無法分層。



(三) 討論：

1. 沿用問題六得到的結論：密度大的溶液先放，再加入密度小的溶液，比較容易得到清晰的彩色水分層。
2. 十個試管都可以看到彩色水分層，表示 a ~ k 十一組水溶液的密度差異雖然很小，但是仍然可以用製作彩色水分層方式觀察出來。
3. 我們在操作溶解度差為 1 公克/100 毫升的試管ㄅ與 2 公克/100 毫升的試管ㄆ時，失敗了很多次，需要非常小心謹慎的滴定，才能產生明顯的彩色水分層。
4. 實驗過程中，我們決定試試看更小的濃度差 0.5 公克/100 毫升是否能產生明顯分層，但經由多次的實驗發現，比較容易產生渾濁現象，推測可能的原因為實驗儀器不夠精密，與人為因素所造成。
5. 試管ㄅ能得到明顯的彩色水分層，所以我們發現本實驗中能產生彩

色水堆疊的最小溶解度差是 1 公克/100 毫升。

6. 試管中清晰的彩色水堆疊可維持 4 小時以上。
7. 由實驗結果我們知道：當兩個濃度未知的白砂糖水溶液，濃度相差在 1 公克 / 100 毫升以上的情況下，可以用製作彩色水分層的方式來測試彼此濃度的大小。

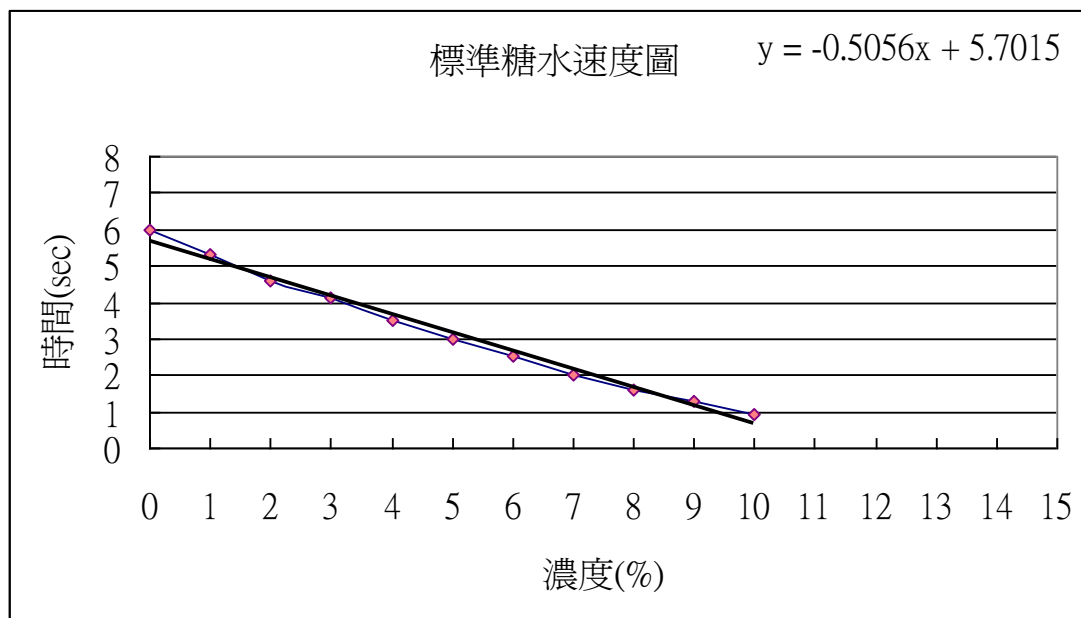
七、問題七：找出糖水濃度與下沉所需時間的關係。

(一) 方法：

1. 分別量取 1 公克、2 公克、3 公克、4 公克、5 公克、6 公克、7 公克、8 公克、9 公克、10 公克的白砂糖。
2. 取 11 個燒杯分別盛入 100 毫升清水。
3. 把量取的白砂糖分別倒入燒杯中攪拌，溶解後分別放入夾鏈袋，並在袋中放入 4mm 角珠校正夾鏈袋的浮力。
4. 將夾鏈袋放入 30 公分高的量筒中，並測量其落下的時間。
5. 將不同濃度的糖水及落下時間的相對關係做成趨勢圖。



次數 \ 濃度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
第一次	6" 1	5" 37	4" 5	4" 15	3" 4	2" 99	2" 48	2" 03	1" 61	1" 26	0" 99
第二次	6" 13	5" 38	4" 58	4" 11	3" 64	2" 83	2" 58	2" 05	1" 48	1" 34	0" 86
第三次	6" 24	5" 32	4" 59	4" 26	3" 43	2" 89	2" 59	2" 03	1" 65	1" 39	0" 86
第四次	5" 75	5" 34	4" 61	3" 95	3" 5	3" 12	2" 61	1" 97	1" 65	1" 18	0" 98
第五次	5" 78	5" 19	4" 64	4" 14	3" 54	3" 17	2" 5	2" 04	1" 53	1" 28	0" 96
平均	6"	5" 32	4" 584	4" 122	3" 502	3"	2" 552	2" 024	1" 584	1" 29	0" 93



(三) 討論：

1. 因為夾鏈袋密度比水小，所以我們在袋子裡放入一顆 4mm 的角珠，以抵消夾鏈袋的浮力。
2. 將糖水濃度與其下降時間做成關係圖，可得一趨勢，再用軟體算出此趨勢線的公式為： $Y = -0.5056X + 5.7015$
3. 從趨勢線中可發現，濃度越低的糖水下降所需的時間越長，濃度越高的糖水，下降所需的時間越短。

八、問題八：使用染色後的白砂糖水溶液來檢驗市面上販售的飲料含糖量標示是否正確？

(一) 方法：

1. 蒐集市面上各種茶飲料，將飲料成分中有添加果糖、冰糖等其他糖類的產品剔除；只留下添加砂糖的產品。
2. 將蒐集到的茶飲料依據包裝上成分標示的砂糖含量，分為無糖、低糖、高糖三組（列於伍、研究設備及器材之飲料樣本）。
3. 用滴管吸取 3 毫升白砂糖染色水溶液放入試管中，再用滴管吸取 3 毫升茶飲料緩緩滴入，等待一分鐘後觀察顏色分層情形，找出茶飲料的含糖量標示是否在正確範圍內。

(二) 結果：

表十：使用彩色的白砂糖水溶液來檢測市售茶飲料標示是否正確（無糖組）

市售茶飲料 自製指示劑	無 1	無 2	無 3	無 4	無 5
包裝標示含糖量(公克)	0	0	0.3	0	0
a 橙色白砂糖水	×	×	*	×	×
b 綠色白砂糖水	*	*	*	*	*
c 紫色白砂糖水	*	*	*	*	*
d 白色白砂糖水	*	*	*	*	*
e 金黃色白砂糖水	*	*	*	*	*
f 黃色白砂糖水	*	*	*	*	*
g 水藍色白砂糖水	*	*	*	*	*
h 藍色白砂糖水	*	*	*	*	*
i 茶色白砂糖水	*	*	*	*	*
j 深綠色白砂糖水	*	*	*	*	*
k 紅色白砂糖水	*	*	*	*	*
檢 測 結 果	正 確	正 確	不 符 合	正 確	正 確

註：○ 表示可以肉眼觀察到兩種顏色分層存在，且彩色水在上，茶飲料在下。

×

* 表示可以肉眼觀察到兩種顏色分層存在，且茶飲料在上，彩色水在下。

表十一：使用彩色的白砂糖水溶液來檢測市售茶飲料標示是否正確（低糖組）

市售茶飲料 自製指示劑	低 1	低 2	低 3	低 4	低 5
包裝標示含糖量(公克)	4.3	1.6	4.2	4	1.6
a 橙色白砂糖水	○	○	○	○	○
b 綠色白砂糖水	○	×	○	○	×
c 紫色白砂糖水	○	*	○	○	*
d 白色白砂糖水	○	*	○	○	*
e 金黃色白砂糖水	×	*	×	×	*
f 黃色白砂糖水	*	*	*	*	*
g 水藍色白砂糖水	*	*	*	*	*
h 藍色白砂糖水	*	*	*	*	*
i 茶色白砂糖水	*	*	*	*	*
j 深綠色白砂糖水	*	*	*	*	*
k 紅色白砂糖水	*	*	*	*	*
檢 測 結 果	正 確	正 確	正 確	正 確	正 確

- 註：○ 表示可以肉眼觀察到兩種顏色分層存在，且彩色水在上，茶飲料下。
 × 表示兩顏色容易發生混色現象，無法分層。
 * 表示可以肉眼觀察到兩種顏色分層存在，且茶飲料在上，彩色水在下。

表十二：使用彩色的白砂糖水溶液來檢測市售茶飲料標示是否正確（高糖組）

市售茶飲料 自製指示劑	高 1	高 2	高 3	高 4
包裝標示含糖量(公克)	13	7	6.2	6
a 橙色白砂糖水	○	○	○	○
b 綠色白砂糖水	○	○	○	○
c 紫色白砂糖水	○	○	○	○
d 白色白砂糖水	○	○	○	○
e 金黃色白砂糖水	*	○	○	○
f 黃色白砂糖水	*	○	○	×
g 水藍色白砂糖水	*	○	×	*
h 藍色白砂糖水	*	×	*	*
i 茶色白砂糖水	*	*	*	*
j 深綠色白砂糖水	*	*	*	*
k 紅色白砂糖水	*	*	*	*
檢 測 結 果	不符合	正 確	正 確	不符合

- 註：○ 表示可以肉眼觀察到兩種顏色分層存在，且彩色水在上，茶飲料在下。
 × 表示兩顏色容易發生混色現象，無法分層。
 * 表示可以肉眼觀察到兩種顏色分層存在，且茶飲料在上，彩色水在下。

(三) 討論：

1. 將無糖的彩色水溶液與無糖茶飲料混合，發現並沒有出現分層的現象，由此可以證明：彩色水溶液的密度並不會影響糖水的分層。
2. 茶飲料含有多種成分，如：兒茶素、香料、鈉混合的溶液。在成分表中我們觀察到飲料中其他成份的含量都很小，以毫克計算(如：鈉)，而碳水化合物的含量則是以公克計算。所以我們知道茶飲料中的主要成份還是砂糖。所以我們假設茶飲料密度的大小與含糖量有絕大的關聯。
3. 由問題六的實驗討論，我們推測本實驗的容許誤差值為 1 公克/100 毫升。
4. 在糖水分層的實驗中，我們定義無糖飲料應與 0 公克/100 毫升的糖水混合，而無糖組 3 號樣品標示含糖量雖然為 0.3，卻與 0 公克/100 毫升的彩色水溶液產生茶在上，水在下的分層現象，故判定這樣的結果與我們的實驗**定義不符**。推測是因為飲料中含有大量比水輕的添加物，使得茶飲料密度比水輕。

5. 高糖組 1 號樣品，標示含糖量為 13.0 公克/100 毫升，含糖濃度雖然在我們測量的範圍之外，但卻在 5 公克/100 毫升分層：茶飲料在上，彩色水溶液在下，由於超過 1 公克/100 毫升的誤差範圍，所以我們判定與標示不符合。
6. 高糖組 4 號樣品，標示含糖量為 6 公克/100 毫升，但卻無法與 5 公克/100 毫升產生分層現象，跟 6 公克/100 毫升有分層。我們推測原因可能是：廠商大量製造時，過程有些許誤差所造成。

九、問題九：使用飲料與糖水關係圖來檢驗市面上販售的飲料含糖量標示是否正確？

(一) 方法：

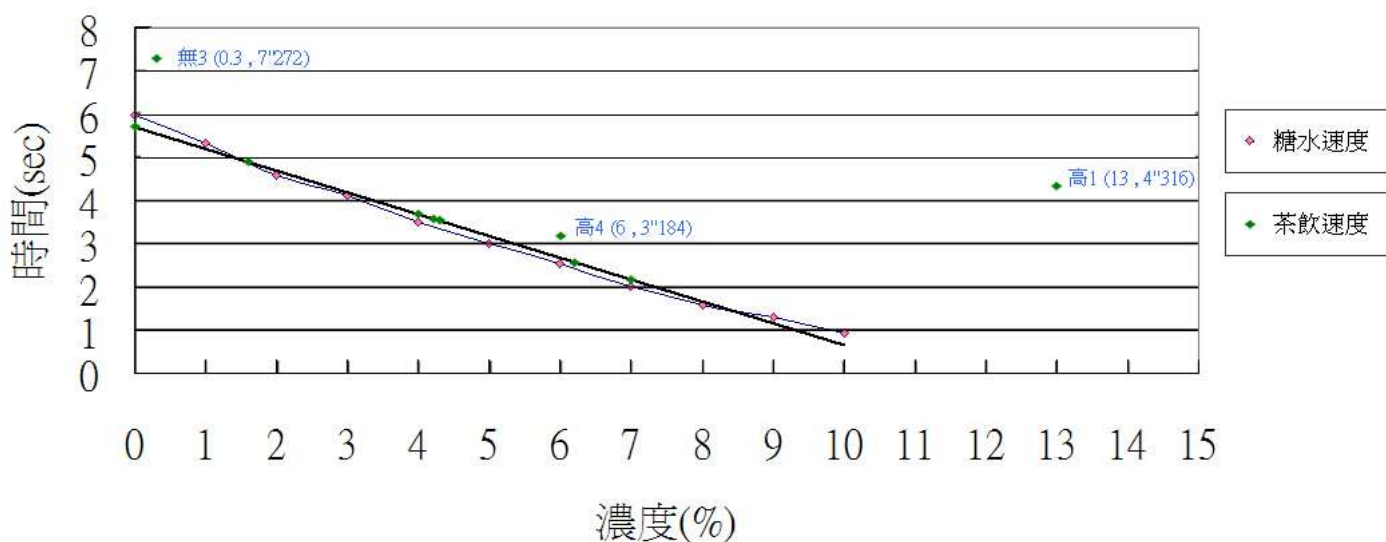
1. 將無糖、低糖及高糖組的飲料分別量取 50ml 的體積，放入裝有 4mm 角珠的夾鏈袋中。
2. 把裝有飲料的夾鏈袋放入水中並測量其下降所需的時間。
3. 將測得的時間與外包裝的標示濃度作成圖表，與標準糖水速度圖比較，而得下圖：



濃度 次數	無 1	無 2	無 3	無 4	無 5	低 1	低 2	低 3	低 4	低 5	高 1	高 2	高 3	高 4
第一次	5" 73	5" 73	7" 4	5" 63	5" 76	3" 63	5" 01	3" 65	3" 74	5" 05	4" 38	2" 2	2" 43	3" 53
第二次	5" 88	5" 89	7" 3	5" 68	5" 78	3" 41	4" 8	3" 4	3" 73	4" 91	4" 17	2" 11	2" 67	2" 88
第三次	5" 7	5" 77	7" 3	5" 57	5" 43	3" 66	4" 92	3" 62	3" 65	4" 68	4" 18	2" 24	2" 39	3" 31
第四次	5" 63	5" 54	7" 18	5" 87	5" 87	3" 42	4" 81	3" 6	3" 63	4" 9	4" 27	2" 23	2" 68	3" 22
第五次	5" 56	5" 56	7" 18	5" 76	5" 68	3" 52	4" 92	3" 62	3" 65	4" 92	4" 58	2" 03	2" 66	2" 98
(濃度)	0"	0"	0" 3	0"	0"	4" 3	1" 6	4" 2	4"	1" 6	13"	7"	6" 2	6"
平均	5" 75	5" 698	7" 272	5" 702	5" 704	3" 528	4" 892	3" 578	3" 68	4" 892	4" 316	2" 162	2" 566	3" 184

糖水與飲料下降速度關係圖

$$y = -0.5056x + 5.7015$$



(三) 討論：

1. 將測得的時間標示在標準糖水速度圖中，發現：大部分的點都在趨勢線上，只有無糖 3 號、高糖 4 號以及高糖 1 號明顯落在趨勢線外，與問題八的實驗對照可得相同結果。
2. 無糖 3 下沉所需的時間為 7.272，與趨勢線比較發現此款茶飲料的密度比水輕，與彩色水分層實驗結果吻合。
3. 觀察高糖 4 號發現雖然它的下沉時間沒有在趨勢線上，但卻離趨勢線不遠，亦與糖水分層實驗的結果吻合。
4. 高糖 1 下沉時間為 4.316，對照圖表其濃度應該在 3 左右，由於誤差實在太大，因此我們推測可能是廠商把 3 誤植為 13。

柒、結論

- (一) 蔗糖隨著精緻及加工的程度不同，也有不同的產品。蔗糖純度最高的是冰糖及白糖，純度可達 99.6% 以上，冰糖更超過 99.9%。一般的砂糖（二砂 - 二級砂糖）則含有少量礦物質及有機物，因此帶有顏色。
- (二) 濃度大於 120 公克/100 毫升的白砂糖水溶液，攪拌起來較黏稠，難以晃動，而且顏色偏黃褐色。
- (三) 濃度越高的白砂糖水溶液，濃度越大，重量越重，且符合質量守恆定律。
- (四) 隨著白砂糖溶解量的增加，白砂糖水溶液的總體積也跟著增加。
- (五) 濃度越高的白砂糖水溶液，密度越大。
- (六) 製作彩色水分層試管時必須將濃度高、密度大的溶液先放入試管，比較容易得到清晰的彩色水分層。
- (七) 當兩個濃度未知的白砂糖水溶液，濃度相差在 1 公克 / 100 毫升以上的情況下，都可以用製作顏色水分層的方式來測試彼此濃度的大小。
- (八) 由實驗中，我們發現高糖組 1 號與高糖組 4 號的含糖量跟實際含糖量不符合。
- (九) 在一般人的觀念中，「無糖」應該是一點糖都沒有的，但在茶飲料的製造過程中可能無可避免的產生糖類產物。我們找到了「市售包裝食品營養標示規範」的規定：**營養素標示「無」、「不含」或「零」時，該食品每 100 公克之固體（半固體）或每 100 毫升之液體所含該營養素量分別不得超過 0.5 公克**，所以消費者在購買無糖飲料時應該注意標示上的迷思。
- (十) 茶飲料若完全不含糖喝起來會有輕微的澀味及苦味，為了讓口感更為大眾所接受，故無糖組 3 號的廠商添加了 0.3 公克的糖。但因為其含量標示 < 0.5 公克，所以符合衛生署的規定。
- (十一) 實驗結果發現無糖組及低糖組的茶飲料都是符合其含糖量標示的，因此消費者可以相信其標示，安心飲用了！

捌、參考資料及其他

- (一) 張懷心等。選低鹽，健康綠。中華民國第四十屆中小學科學展覽國小組優勝作品專輯。
- (二) 十萬個為什麼化學Ⅱ，1991年8月初版，少年兒童出版社，頁數132~139。
- (三) 食物學原理與實驗，謝明哲·劉珍芳·郭鈺安，台北醫學院保健營養學系，頁52。
- (四) 陳建志。白糖、砂糖與紅糖。民95年11月13日，取自：
<http://www.healthhouse.com.tw/info/youconcern/fine-sugar.htm>
- (五) 食品廣告五大陷阱（民96年3月7日）。中華民國消費者文教基金會。民96年3月12日，取自：<http://www.consumers.org.tw/unit412.aspx?id=825>
- (六) 衛生署（民年月日）「市售包裝食品營養標示規範」【公告】。台北市：行政院衛生署。民96年3月2日，取自：
http://food.doh.gov.tw/chinese/ruler/nutrition_declare.htm
- (七) 黃幸妮。健康糖淺析。民95年10月23日，取自：
<http://www.youth.com.tw/joanna/nursing/N92.12.04-e.htm>

【評 語】 081534 小小偵茶員

1. 因比重大小到可分層液體顏色的利用，展現科學追求實用的本質。
2. 內容及知識之理解良好。
3. 完整的文字敘述及實驗操作內涵尚待加強。