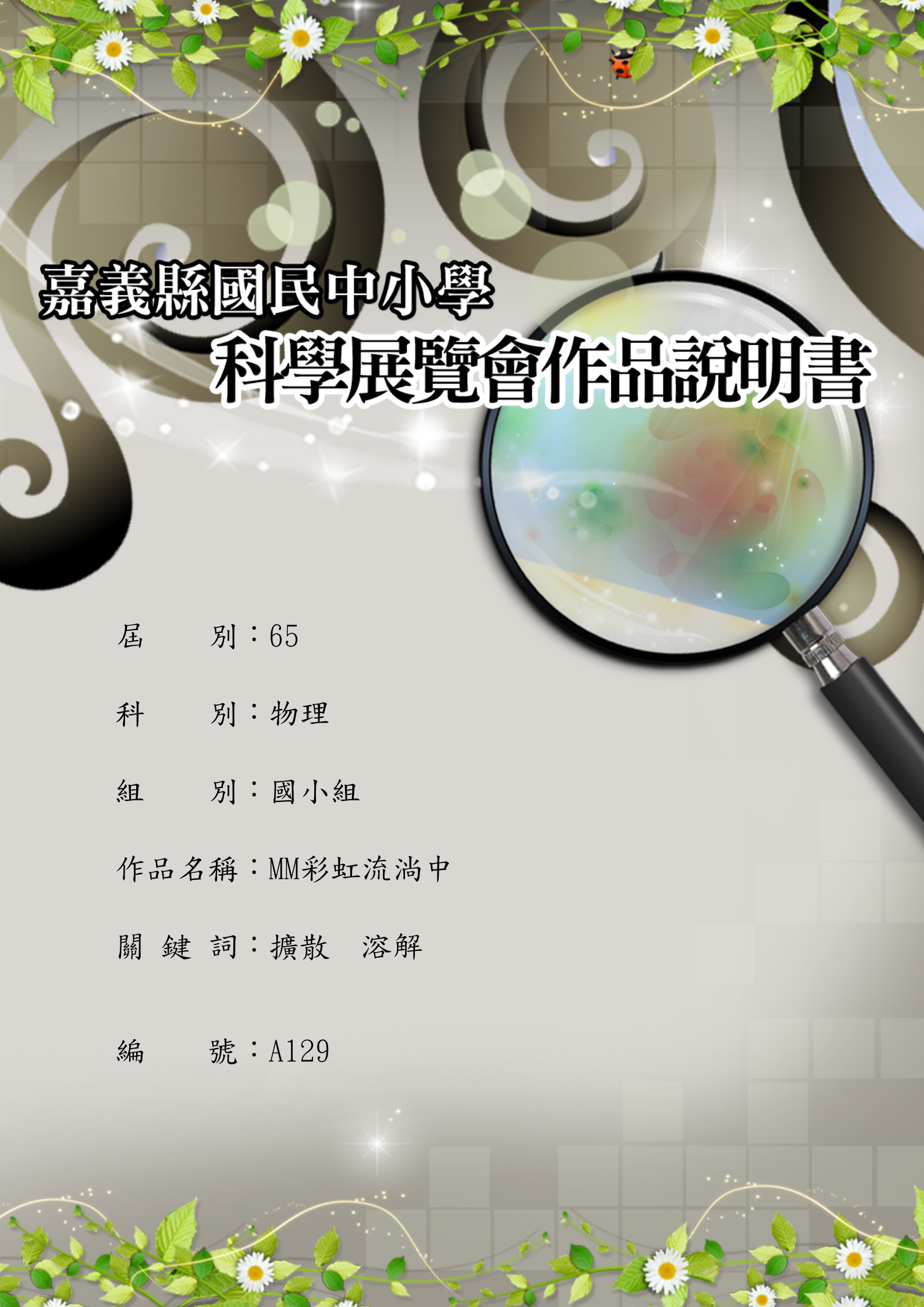




嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書

屆 別：65

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：MM彩虹流淌中

關 鍵 詞：擴散 溶解

編 號：A129

MM 彩虹流淌中～MM 巧克力顏色擴散速度實驗

摘要：美術課時，老師對同學展示的MM巧克力隨意擺放後加水產生的 MM 彩虹。煊菟覺得顏色在水中擴散非常有趣，而且竟然不會互相干擾，非常有趣，因此在同學的協助下，展開了相關研究，同學們重現了MM彩虹，並研究在不同深度、溫度、顏色種類的水中實驗，對擴散的影響，還研究濃度對擴散的影響。對顏色的擴散有所掌握，在實驗的過程中，同學們欣賞了美麗的MM彩虹滿心愉悅外，還學習到細節的掌控，更體會了科學實驗的觀念與嚴謹的做法。一次次實驗驗證，找出顏色擴散速度不同的原因。

壹、研究動機

美術課時，老師對同學展示的MM巧克力隨意擺放後加水產生的MM彩虹，讓同學感受：美，處處都有，只需要發現的眼光。煊菟覺得顏色在水中擴散非常有趣，而且竟然不會互相干擾，非常有趣，因此在同學們的協助下，展開了相關研究

貳、研究目的

- 一、不同水深度的 MM 巧克力擴散速度的比較。
- 二、不同顏色的 MM 巧克力擴散速度的比較。
- 三、MM 巧克力擴散與溫度的關係。

參、研究設備及器材

活動一：

綠色 MM 巧克力、水、塑膠培養皿、計時器、量杯、針筒、Ipad、腳架、環形紀錄表

活動二：

各色 MM 巧克力、水、塑膠培養皿、計時器、量杯、針筒、Ipad、腳架、環形紀錄表

活動三：

各色 MM 巧克力、水、壓克力培養皿、計時器、量杯、針筒、Ipad、腳架、環形紀錄表、溫度計、大壓克力盒



肆、研究過程及方法

研究一：不同水深度的 MM 巧克力擴散速度的比較

起因：研究不同深度的MM巧克力在水中擴散的速度是否有差異

方法：

- 1.將環形紀錄表置於培養皿下方。
- 2.利用針筒抽取16毫升水，注入培養皿，等待波紋消失。
- 3.架設腳架與平板，對準培養皿。
- 4.開始錄影後，將一顆綠色MM巧克力瞄準放入培養皿中央。
- 5.計時五分鐘。
- 6.觀看影片，觀察並記錄巧克力顏色擴散的時間，每隔5秒記錄一次。
- 7.將記錄的數據整理在excel上，繪製不同深度下擴散速度的圖表。
- 8.重新加水增加8毫升後，重複以上實驗。

假設：不同深度的MM巧克力，在水中擴散的速度有差異

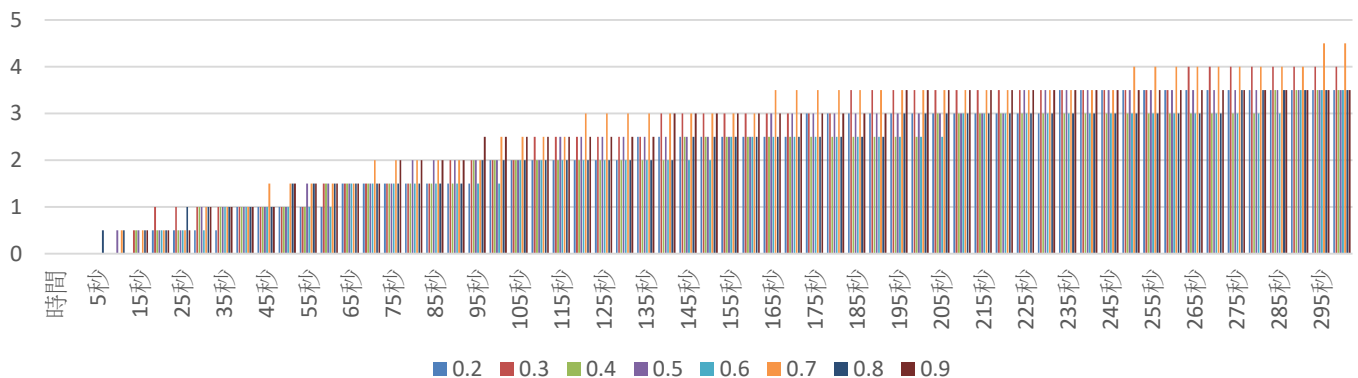
實驗結果：

相同顏色的巧克力在深度由 0.2 到 0.9 公分中，使用 56 毫升，水深約 0.7 公分的擴散速度比起其他深度略快，但是沒有明顯的差異。



深度	時間	0秒	5秒	10秒	15秒	20秒	25秒	30秒	35秒	40秒	45秒	50秒	55秒	60秒	65秒	70秒	75秒	80秒	85秒	90秒	95秒	100秒	1
0.2	距離	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
0.3	距離	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2
0.4	距離	0	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2
0.5	距離	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2
0.6	距離	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2
0.7	距離	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2.5
0.8	距離	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2
0.9	距離	0	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2.5	2.5
深度	時間	100秒	105秒	110秒	115秒	120秒	125秒	130秒	135秒	140秒	145秒	150秒	155秒	160秒	165秒	170秒	175秒	180秒	185秒	190秒	195秒	200秒	
0.2	距離	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3
0.3	距離	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	
0.4	距離	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
0.5	距離	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	
0.6	距離	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
0.7	距離	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
0.8	距離	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	
0.9	距離	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	
深度	時間	200秒	205秒	210秒	215秒	220秒	225秒	230秒	235秒	240秒	245秒	250秒	255秒	260秒	265秒	270秒	275秒	280秒	285秒	290秒	295秒	300秒	
0.2	距離	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
0.3	距離	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4	4	4	4	4	4	4	
0.4	距離	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	
0.5	距離	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
0.6	距離	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	
0.7	距離	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.5	
0.8	距離	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
0.9	距離	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	

水深度與移動距離比較圖



研究二：不同顏色的 MM 巧克力擴散速度的比較

起因：研究不同顏色的MM巧克力在水中擴散的速度是否有差異

方法：

- 1.將環形紀錄表置於培養皿下方。
- 2.利用針筒抽取56毫升水，注入培養皿，等待波紋消失。
- 3.架設腳架與平板，對準培養皿。
- 4.開始錄影後，將一顆綠色MM巧克力瞄準放入培養皿中央。
- 5.計時五分鐘。
- 6.觀看影片，觀察並記錄巧克力顏色擴散的時間，每隔5秒記錄一次。
- 7.將記錄的數據整理在excel上，繪製不同顏色巧克力擴散速度圖表。
- 8.重新加水56毫升後，更換巧克力顏色，重複以上實驗。

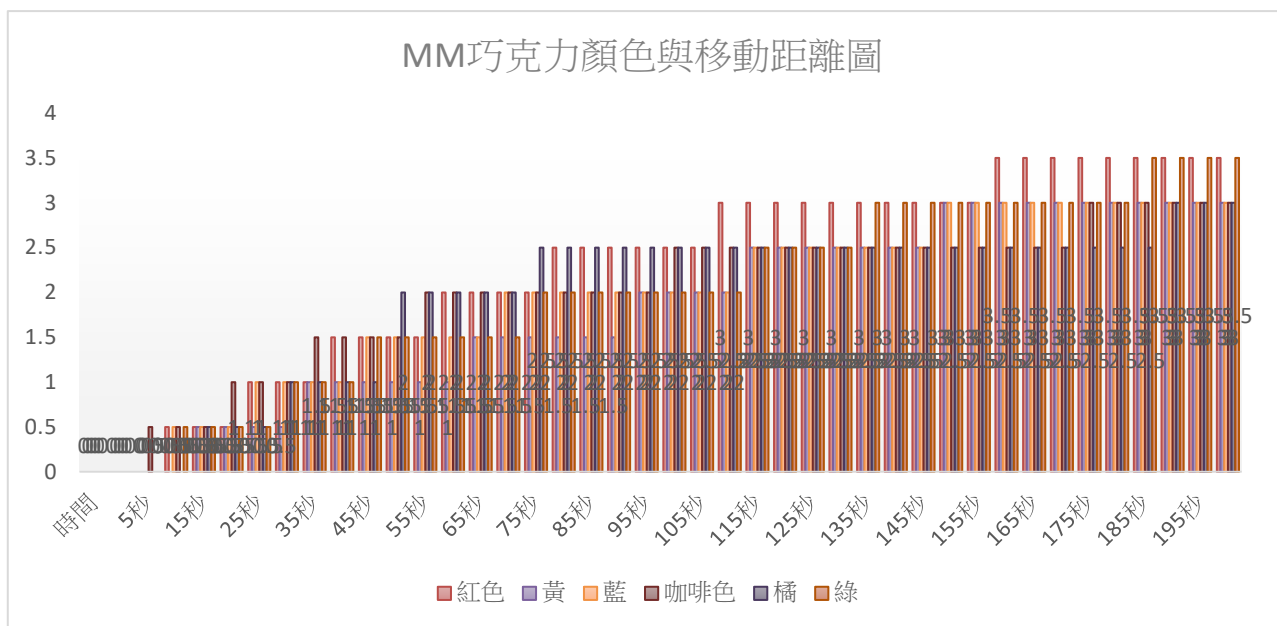
假設：不同顏色的MM巧克力在水中擴散的速度有差異

實驗結果：

不同顏色的巧克力在相同深度中，紅色的擴散速度比起其他顏色略快，但是沒有明顯的差異。



時間 / 距離		0秒	5秒	10秒	15秒	20秒	25秒	30秒	35秒	40秒	45秒	50秒	55秒	60秒	65秒	70秒	75秒	80秒	85秒	90秒	95秒	100秒	1
紅色	距離	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
黃	距離	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2
藍	距離	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2
咖啡色	距離	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.5
橘	距離	0	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
綠	距離	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2
		100秒	105秒	110秒	115秒	120秒	125秒	130秒	135秒	140秒	145秒	150秒	155秒	160秒	165秒	170秒	175秒	180秒	185秒	190秒	195秒	200秒	
紅色	距離	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
黃	距離	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
藍	距離	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
咖啡色	距離	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3
橘	距離	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3
綠	距離	2	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5	3.5



研究三：MM 巧克力擴散與溫度的關係

起因：比較不同溫度的水中 MM 巧克力的擴散速度。

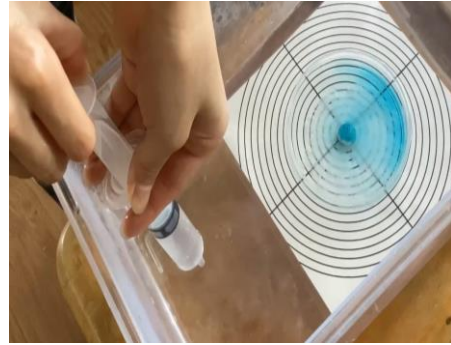
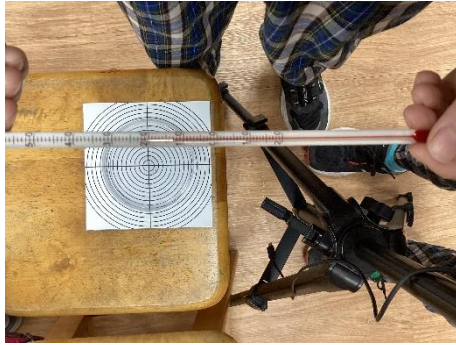
方法：

- 1.將環形紀錄表置於培養皿下方。
- 2.將降溫的冷水注入大壓克力盒中，並放置溫度計。
- 3.利用針筒抽取56毫升水，注入培養皿，讓它浮在大壓克力盒上。
- 4.架設腳架與平板，對準培養皿。
- 5.等待溫度上升到攝氏20度
- 6.開始錄影後，將一顆褐色MM巧克力瞄準輕輕放入培養皿中央。
- 7.計時五分鐘，如在時間到前已擴散至最外圈，實驗結束。
- 8.觀看影片，觀察並記錄巧克力顏色擴散的時間，每隔5秒記錄一次。
- 9.將記錄的數據整理在excel上，繪製不同溫度下擴散速度的圖表。
- 10.使用不同溫度重新加水後，重複以上實驗。

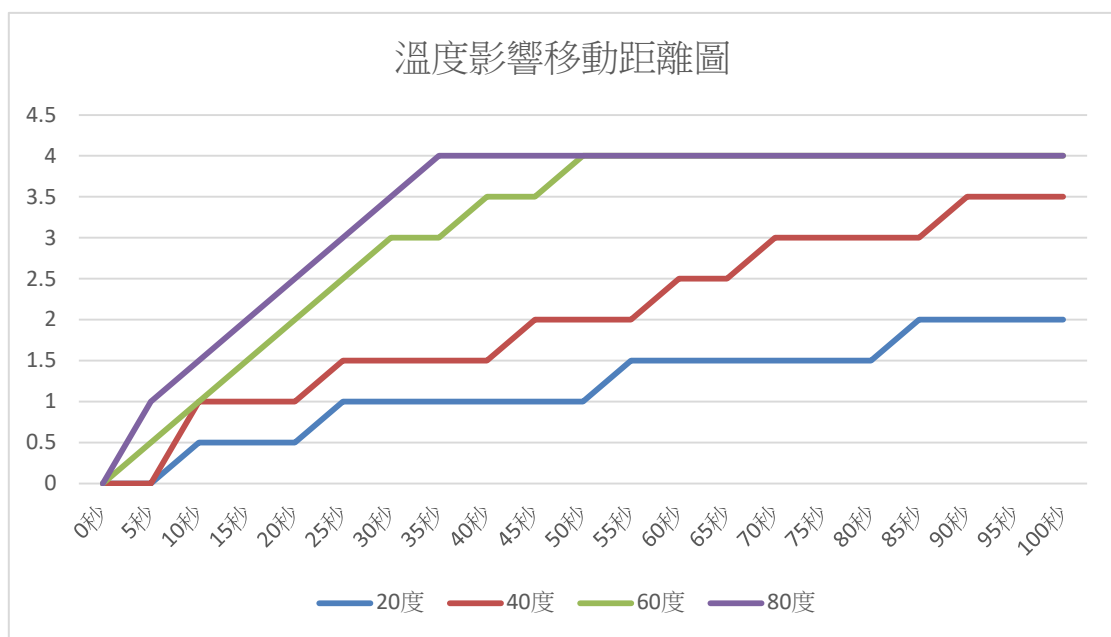
假設：在不同溫度的水中，MM 巧克力的擴散速度不同。

實驗結果：

在不同溫度的水中，MM巧克力的擴散速度不同，可以明顯觀察到溫度越高速度越快。



溫度	時間	0秒	5秒	10秒	15秒	20秒	25秒	30秒	35秒	40秒	45秒	50秒	55秒	60秒	65秒	70秒	75秒	80秒	85秒	90秒	95秒	100秒
20度	距離	0	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2
40度	距離	0	0	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5	3	3	3	3	3.5	3.5	3.5
60度	距離	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3	3.5	3.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
80度	距離	0	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4



研究一：不同水深度的 MM 巧克力擴散速度的比較

實驗結果：相同顏色的巧克力在深度由0.2到0.9公分中，使用56毫升，水深約0.7公分的擴散速度比起其他深度略快，但是沒有明顯的差異。

研究二：不同顏色的 MM 巧克力擴散速度的比較

實驗結果：不同顏色的巧克力在相同深度中，紅色的擴散速度比起其他深度略快，但是沒有明顯的差異。

研究三：MM 巧克力擴散與溫度的關係

實驗結果：在不同溫度的水中，MM巧克力的擴散速度不同，可以明顯觀察到溫度越高速度越快。

陸、討論

- 一、實驗一挑選顏色進行水深影響擴散速度實驗時，同學挑選的他們認為在白紙上最明顯的顏色：綠色，雖然老師覺得褐色更好。
- 二、實驗一挑選顏色進行水深影響擴散速度實驗時，本來畫的測量表格是直線的，後來大家覺得用圓形圖更容易觀察，所以在老師的協助下，以巧克力的直徑 1.3 公分當中心圓，每多一分公分加一個圓，圓跟圓之間的差距是 0.5 公分。
- 三、原本設定使用 10 公分培養皿，利用體積計算 $5 \times 5 \times 3.14 = 7.85$ ，也就是約每次加 8 毫升，可使水深度 0.1cm 開始增加，每次深度增加 0.1cm，沒想到 8 毫升時因為水的表面張力，使得水無法平均鋪平在培養皿上，所以深度從 0.2 cm 開始實驗。
- 四、為準確量出 8 毫升的倍數，我們使用了針筒來進行添加，加完後在實驗前等待水波紋消失避免干擾實驗。
- 五、當水深超過 1.0 公分時，水會完全漫過培養皿，而水在 0.7 公分時就已經漫過MM巧克力，所以我們實驗只做到 0.9 公分。
- 六、當水深為 0.7 公分時，顏色擴散的速度最快，可能是因為在這深度時，溶解的顏色較多的關係。
- 七、進行實驗時，地面必須非常平，不然擴散的色圈會明顯變形，這可以取代水平儀？
- 八、根據查到的資料，MM巧克力使用的色素，是用以下顏色調配出來的：
 - 1.紅色：食用紅色四十號
 - 2.橙色：食用黃色五號
 - 3.黃色：食用黃色四號
 - 4.綠色：食用藍色一號和食用黃色五號
 - 5.藍色：食用藍色二號
 - 6.褐色：食用紅色四十號、食用黃色五號和食用藍色一號
- 九、我們之前做過濾紙上的彩虹，利用毛細現象做色層分析時，可以發現顏色被分散，所以猜測不同食用色素的擴散速度應該不一樣，但實際做出來卻沒有明顯的差距，。
- 十、MM巧克力上的薄膜與顏色的分布不知道每一批有沒有一樣，不知道會不會干擾實驗。
- 十一、10 公分培養皿塑膠培養皿在實驗三時，因為熱水加熱而導致變形，所以實驗三臨時改用 8 公分的壓克力培養皿，水深度度定為 0.7 公分，所以倒入水量改為 35 毫升，同時移動距離對高只有 4 公分。

- 十二、進行實驗三時，因為培養皿裝的水量不多，溫度下滑很快，沒有辦法好好保持我們要求的溫度，同學想了很多方法，最後決定使用較大壓克力水箱，讓培養皿浮在水箱中，先放入溫度較高的熱水或溫水，等它降低溫度後再進行實驗，所以為了安全，最高溫只做到80度。
- 十三、進行實驗三時，為了避免測量紙張糊掉，還特地進行護貝。
- 十四、實驗三等它降低溫度後再進行實驗還有一個好處，因為培養皿放入壓克力水箱，會有晃動，使得培養皿的水搖晃，使實驗失敗，先提高溫度等它降溫後再行實驗可以避免水的晃動。
- 十五、MM巧克力顏色在水中的擴散速度嚴重受到溫度的影響。根據實驗三結果，在熱水中的擴散速度比在冷水中要快很多。
- 十六、MM巧克力融化時，會有一層薄膜飄出來，不知道有沒有影響。
- 十七、我們想實驗改變水的濃度來看看對擴散的影響，但是想不出好方法，這將會是我們下次探討的主題之一。
- 十八、我們本來想觀察巧克力在水正中央時的擴散現象，將巧克力用細針刺穿，讓它停在水正中央，可以明顯觀察到顏色向下擴散的情況，但是因為針會干擾顏色的流動，在無法找到好方法能克服下，只好放棄。
- 十九、我們想進行水流晃動時擴散的變化，但是因為沒辦法找到穩定晃動的方法，只好放棄。
- 二十、當兩顆以上巧克力放在一起時，可以明顯發現顏色會互相排斥，甚至即使顏色相同，也會有這種情況，但是放久了超過十小時後，又會完全混和，很值得討論與實驗，我們正在找尋同時放下多數巧克力而不會互相干擾的方法，這將會是我們下次探討的主題。

柒、結論

在實驗中，最好能找到正確量化的工具來協助，而不要單純用眼睛看。我們利用班班有平板的 I P A D 來協助我們實驗，能較正確紀錄觀察顏色移動的情況。相同顏色的巧克力在深度0.7公分時，擴散速度比起其他深度略快，但是沒有明顯的差異；而不同顏色的巧克力在相同深度中，紅色的擴散速度比起其他深度略快，但是一樣沒有明顯的差異；而在不同溫度的水中，MM巧克力的擴散速度不同，可以明顯觀察到溫度越高速度越快。

在這次實驗中，同學們重現了MM彩虹，並研究在不同深度、溫度、顏色種類的水中實驗，對擴散的影響。對顏色的擴散有所掌握，在實驗的過程中，同學們欣賞了美麗的MM彩虹滿心愉悅外，還學習到細節的掌控，更體會了科學實驗的觀念與嚴謹的做法。一次次實驗驗證，找出顏色擴散速度不同的原因。

捌、參考資料及其他

M&M 巧克力是怎麼製作的？<https://kknews.cc/zh-tw/food/g455b5l.html>

zfangの科學小玩意<https://n.sfs.tw/content/index/10829>

跟著M&M巧克力學擴散原理<https://www.youtube.com/watch?v=adLW8IPcw6g>

糖果的夢幻彩虹秀<https://ys.ylib.com/video.aspx?ID=22>

食用色素<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A3%9F%E7%94%A8%E8%89%B2%E7%B4%A0>

