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。媗苙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。媗苙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

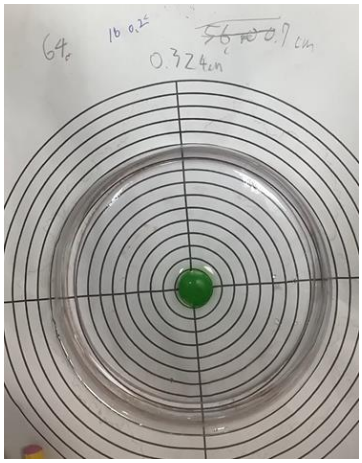
方法：

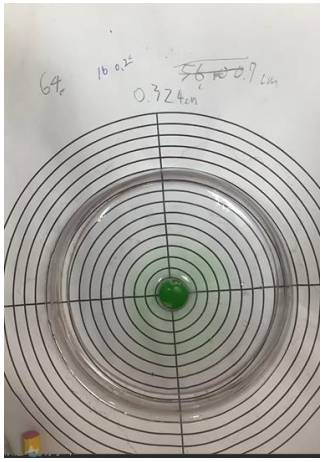
1.將環形紀錄表置於培養皿下方。
2.利用針筒抽取16毫升水，注入培養皿，等待波紋消失。
3.架設腳架與平板，對準培養皿。
4.開始錄影後，將一顆綠色MM巧克力瞄準放入培養皿中央。
5.計時五分鐘。
6.觀看影片，觀察並記錄巧克力顏色擴散的時間，每隔5秒記錄一次。
7.將記錄的數據整理在excel上，繪製不同深度下擴散速度的圖表。
8.重新加水增加8毫升後，重複以上實驗。

假設：不同深度的MM巧克力，在水中擴散的速度有差異

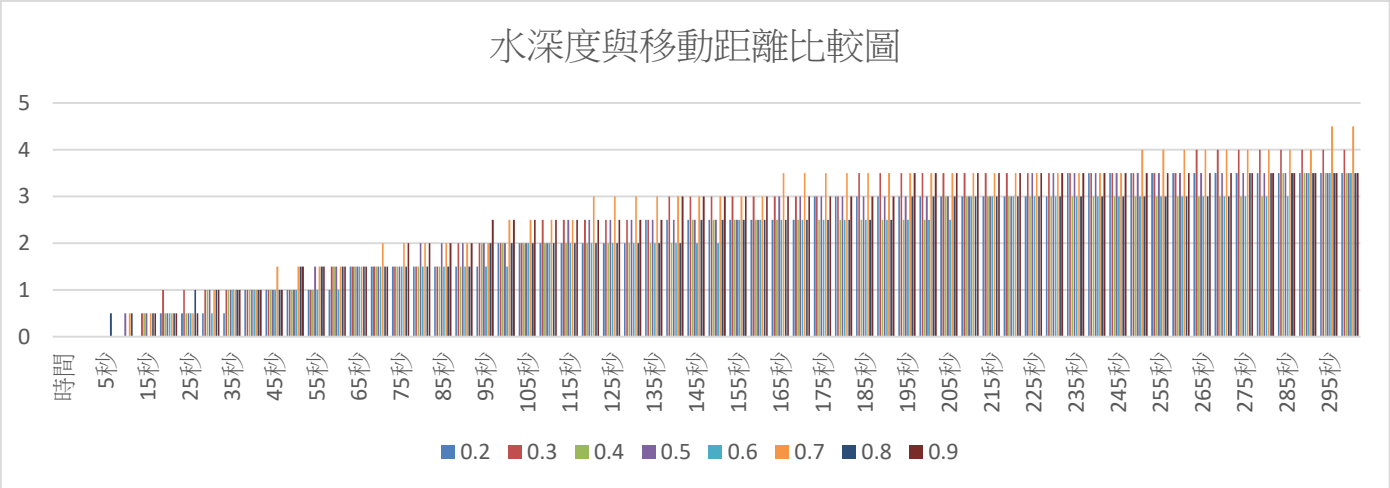
實驗結果：

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	2	
0.3	距離	0	0	0	0.5	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	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	
0.5	距離	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	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	1.5	1.5	
0.7	距離	0	0	0.5	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	2.5	
0.8	距離	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	1.5	2	2	
0.9	距離	0	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	2.5	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	
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	3	3	3	3	3	3	3	3	
0.6	距離	1.5	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	
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	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	
0.9	距離	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	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	3.5	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	
0.3	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	4	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	3.5	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	
0.6	距離	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.5	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	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.5	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	



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：

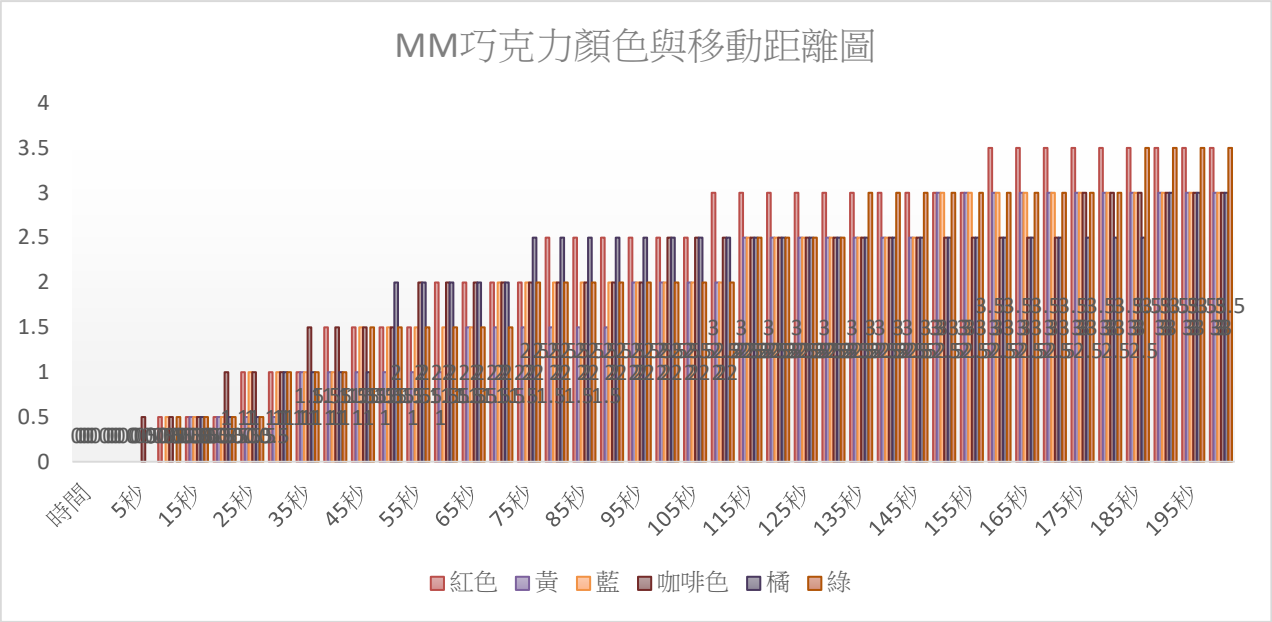
1.將環形紀錄表置於培養皿下方。
2.利用針筒抽取56毫升水，注入培養皿，等待波紋消失。
3.架設腳架與平板，對準培養皿。
4.開始錄影後，將一顆綠色MM巧克力瞄準放入培養皿中央。
5.計時五分鐘。
6.觀看影片，觀察並記錄巧克力顏色擴散的時間，每隔5秒記錄一次。
7.將記錄的數據整理在excel上，繪製不同顏色巧克力擴散速度圖表。
8.重新加水56毫升後，更換巧克力顏色，重複以上實驗。

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深度略快，但是沒有明顯的差異。

	容量/紅色																						
	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
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	
黃	距離	0	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	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	
咖啡色	距離	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	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	2	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	0.5	1	1	1	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	3.5	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	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	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	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	3	3	3	
綠	距離	2	2	2	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。

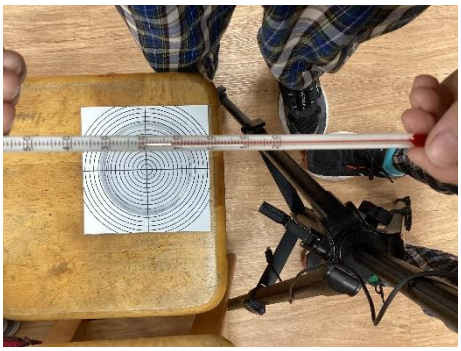
方法：

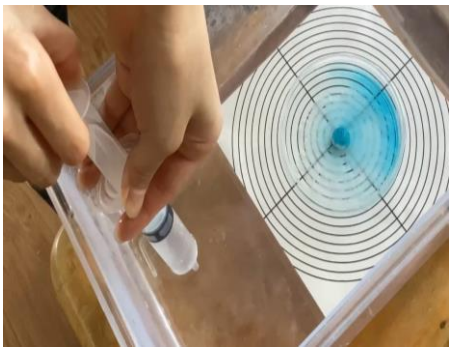
1.將環形紀錄表置於培養皿下方。
2.將降溫的冷水注入大壓克力盒中，並放置溫度計。
3.利用針筒抽取56毫升水，注入培養皿，讓它浮在大壓克力盒上。
4.架設腳架與平板，對準培養皿。
5.等待溫度上升到攝氏20度
6.開始錄影後，將一顆褐色MM巧克力瞄準輕輕放入培養皿中央。
7.計時五分鐘，如在時間到前已擴散至最外圈，實驗結束。
8.觀看影片，觀察並記錄巧克力顏色擴散的時間，每隔5秒記錄一次。
9.將記錄的數據整理在excel上，繪製不同溫度下擴散速度的圖表。
10.使用不同溫度重新加水後，重複以上實驗。

假設：在不同溫度的水中，MM 巧克力的擴散速度不同。

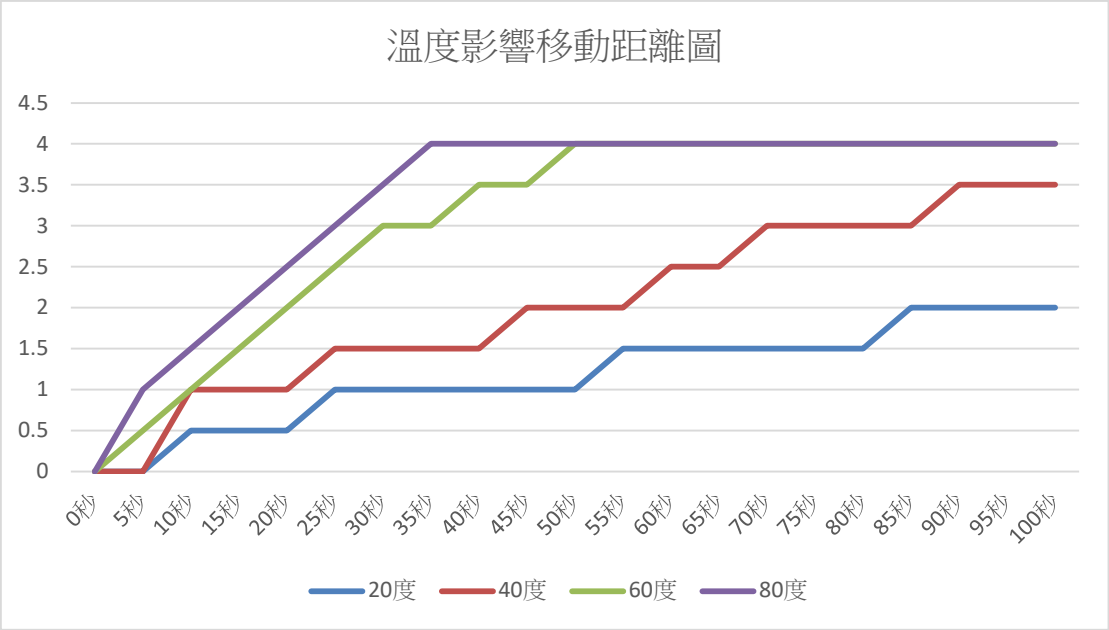
實驗結果：

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 5X5X3.14=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。

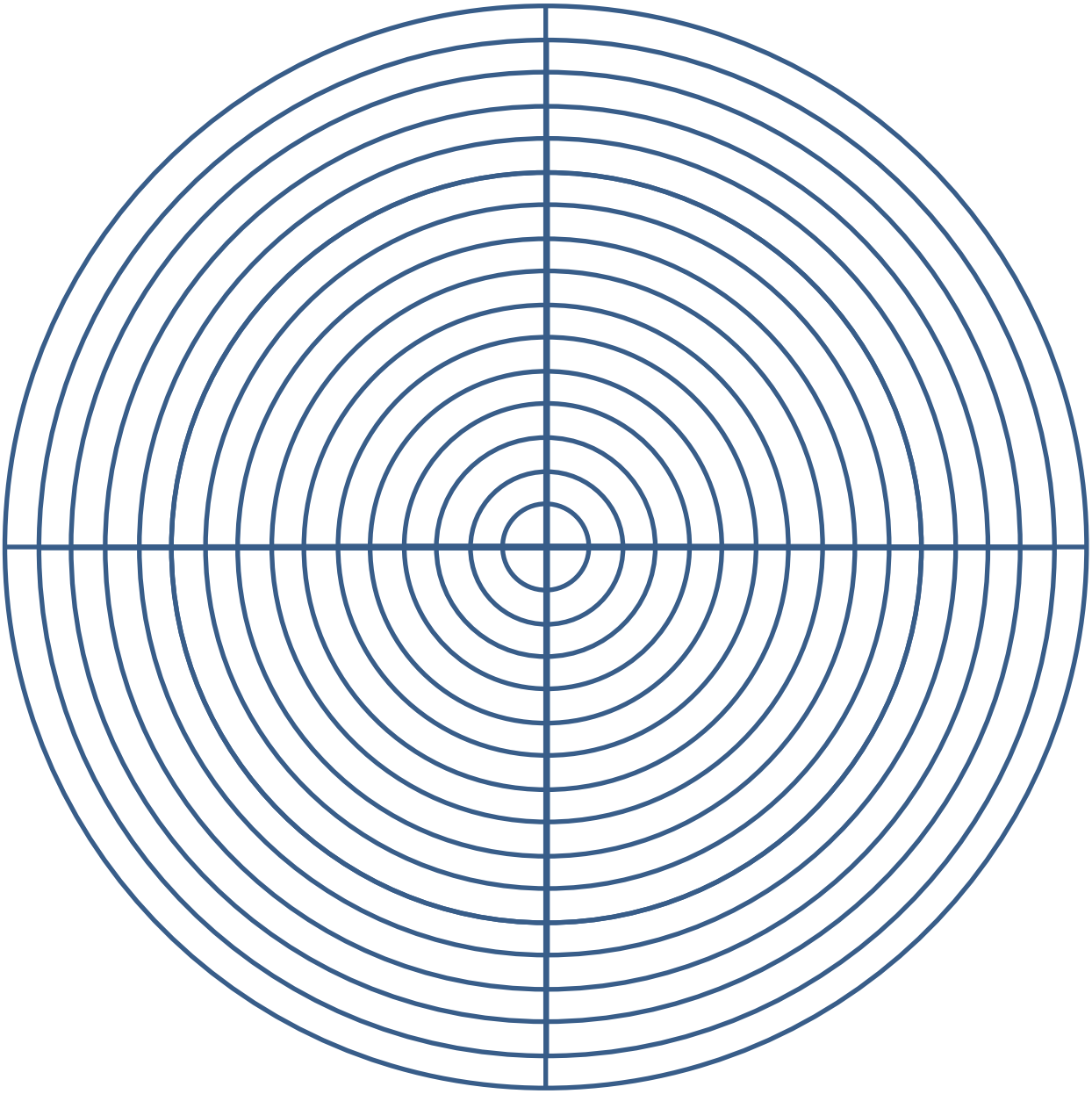
十九、我們想進行水流晃動時擴散的變化，但是因為沒辦法找到穩定晃動的方法，只好放棄。

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ＩＰＡＤ來協助我們實驗，能較正確紀錄觀察言色移動的情況。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