

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

物理科

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：油與水的競賽

— 液體在不同熱源的溫度變化情形的研究

關鍵詞：黏滯性、對流效應、輻射

編號：0801011

學校名稱：

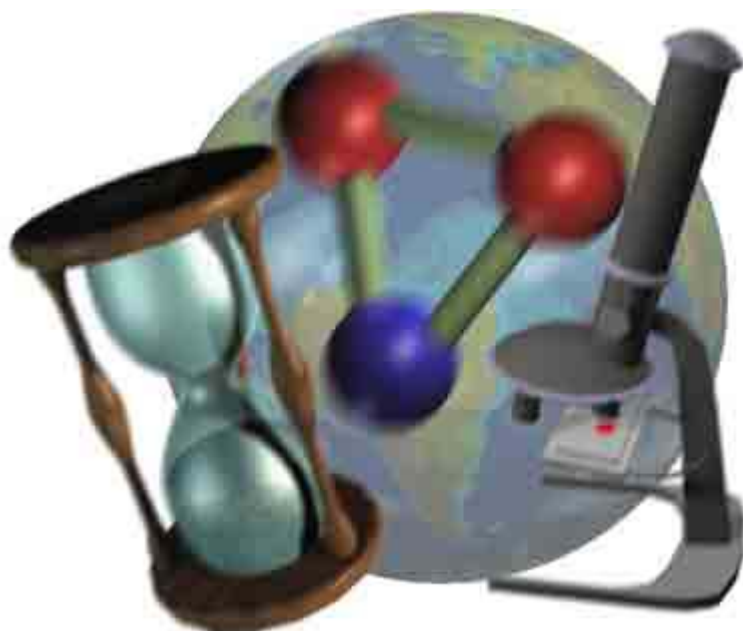
屏東縣屏東市忠孝國民小學

作者姓名：

吳俊達、卓允恩、向語璿、陳韋丹、李姿宜

指導老師：

戴信容、吳建村



摘 要

自然界中熱量傳遞的方式有傳導、對流、輻射三種。對液體而言，對流效應的影響比其他兩種方式更大。我們從探討五年級下學期自然課中的意外發現，進行一連串的實驗，發現液體的黏滯性對於對流效應的影響，因而影響液體加熱時溫度上升速度；同時也發現在降溫實驗時，影響更大。此外，我們也針對水、沙拉油和甘油的黏滯性進行實驗。

最後我們建議同學進行「水與油的受熱」實驗時，可改用黏滯性較小的潤滑油等，以降低黏滯性的影響。

關鍵字：黏滯性，對流效應，輻射

壹、研究動機

五年級下學期，自然課上到「物質與熱」的單元，其中一個實驗要我們以太陽為熱源，將兩支分別裝有相同容量水和油的試管加熱，看看兩者溫度上升情形。因為天氣不穩定，老師改用熱水作為熱源，實驗結果是--在熱水中，水的溫度竟然升得比油還快，我們重複做了幾次，皆得到相同的結果。可是，老師卻提到，別班在太陽底下作的實驗--卻是油上升較快。

為什麼同樣的物質，只是加熱方法不同，卻有不同的結果，到底原因在哪兒呢？我們想解開其中奧秘，就請老師指導我們進行相關的實驗。

貳、研究目的

- 一、探討不同液體在太陽下受熱後溫度上升情形。
- 二、探討不同液體在熱水中受熱後溫度上升情形。
- 三、探討不同液體在冰水中降溫的溫度變化情形。
- 四、探討液體黏滯性對液體在不同熱源中溫度變化的影響。

參、研究器材

- ◆ 實驗樣品：水、沙拉油、甘油
- ◆ 實驗儀器：溫度計（數支）馬錶（三個）電子錶、試管（不同大小數支）試管架（三個）燒杯（250 ml 三個）量筒（三個）鐵架（三個）漏斗（三個）滑軌槽（三個）
- ◆ 其他材料：冰塊、保力龍箱子

肆、研究方法、結果與討論

【實驗一：在太陽下，水和沙拉油哪個溫度上升比較快？】

（一）實驗目的：

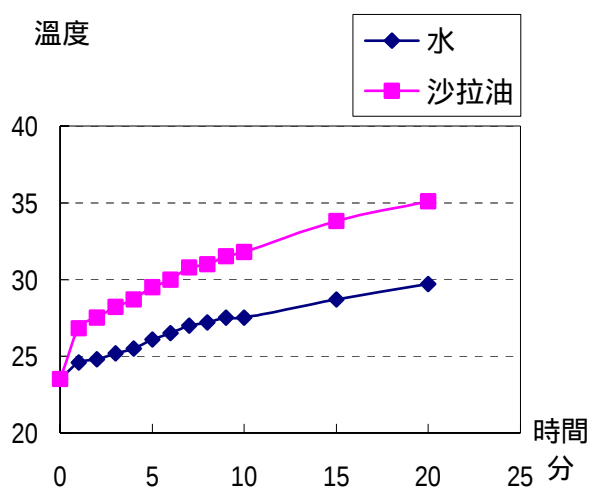
比較水、沙拉油同時放在太陽下，哪個溫度上升快？

（二）實驗方法：

- 1.分別量取水、沙拉油各 200 ml 置入燒杯中，並記錄起始溫度。
- 2.放在太陽下受熱，並插入溫度計，測量溫度隨時間上升的情形，並做紀錄。

（三）實驗結果：

表一 油和水在太陽底下受熱的實驗紀錄													
時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
水	23.5	24.6	24.8	25.2	25.5	26.1	26.5	27	27.2	27.5	27.5	28.7	29.7
沙拉油	23.5	26.8	27.5	28.2	28.7	29.5	30	30.8	31	31.5	31.8	33.8	35.1



圖一、200 ml 油和水在太陽底下受熱溫度曲線圖



照片一 200ml 油和水在太陽下受熱實驗

（四）結果：

如「牛頓版自然科第十冊教學指引」所描述：在太陽下，沙拉油的溫度上升得比水還要快。

【實驗二：在熱水中，水和沙拉油哪個溫度上升比較快？】

（一）實驗目的：

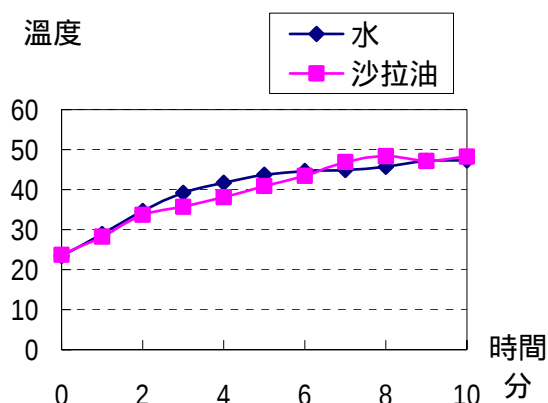
比較水、沙拉油同時放在熱水中，哪個溫度上升快？

（二）實驗方法：

1. 分別量取水、沙拉油各 200 ml 置入燒杯中，並記錄起始溫度。
2. 將 75℃ 的熱水 300ml 倒入 1000ml 燒杯中。
3. 將裝有測試樣品的燒杯放在熱水中加熱，並插入溫度計，測量溫度隨時間上升的情形，並做紀錄。

（三）實驗結果：

表二 200 ml 油和水在 300 ml 75℃ 熱水受熱的實驗記錄											
時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
水	23.5	29	34.7	39.2	41.7	43.7	44.7	45	45.7	47.2	47.3
沙拉油	23.8	28.3	33.7	35.7	38.2	41	43.5	47	48.4	47.2	48.3



圖二、200 ml 水和沙拉油在熱水中加熱溫度曲線圖



照片二 200ml 油和水在熱水中加熱實驗

（四）結果討論：

1. 在熱水中，水的溫度上升比沙拉油快，和實驗一的結果相反。
2. 沙拉油是混合物，溫度上升不穩定，所以升溫變化的曲線有時快，有時慢（時間在 6-10 分鐘的時候）。大家和老師討論，決定另外加入“甘油”這種純物質液體進行實驗，因為甘油容易取得，而且比較沒有危險性。
3. 我們的實驗是在辦公室的桌面上進行的，所以溶液的起始溫度大約與室溫相同，而熱水的溫度大約是 75℃。實驗進行時水溫一直在降低，因而影響實驗，經過討論後，接下來的實驗，將改用大保力龍箱子裝熱水，以免造成熱量損失。

4. 最後熱水溫度降至 50 左右，測試樣品最後也在 48 左右，和起始溫度的溫差約 25 ，造成二個實驗結果不同的原因也許是溫差不夠大的關係，因此接下來的實驗都會降低起始溫度以製造更大的溫度差。
5. 在實驗前未檢查溫度計，可能是溫度計的誤差造成實驗不準確，所以我們也決定進行溫度計校正。

【 實驗三：溫度計校正 】

（一）實驗目的：

校正溫度計，避免實驗誤差。

（二）實驗方法：

1. 利用冰、水共存時必是熔點溫度（凝固點）的特性製造 0 的環境。
2. 將待測的溫度計放入 0 的冰水中。
3. 經過一段時間之後，如果溫度計指在 0 ，表示溫度計沒問題，若沒有指在 0 ，則作上標記並紀錄誤差值，以便日後實驗時修正溫度。

（三）實驗結果：

有一部分溫度計需做校正，但數量不多，而且校正值都在 2 度以內。

（四）結果討論：

由溫度計校正結果可以推知，溫度計的誤差並不是造成實驗一與實驗二結果相反的原因。



照片三 溫度計校正製造冰水



照片四 溫度計校正活動情形

【實驗四：水、沙拉油和甘油放在『太陽下』溫度變化情形有何不同？】

（一）實驗目的：

比較水、沙拉油和甘油同時放在太陽下，哪個溫度上升快？

（二）實驗方法：

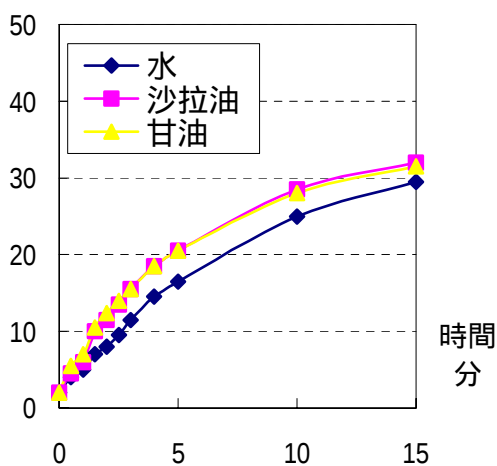
1. 將水、沙拉油和甘油各 30ml 和 50ml 裝入試管內，在實驗前先浸入冰水中降低起始溫度至接近 0，並記錄起始溫度。
2. 同時移至太陽下，每隔 30 秒紀錄一次溫度。

（三）實驗結果：

表三 水、沙拉油和甘油各 30ml 在太陽底下受熱的實驗紀錄												
時間（分）	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	10	15	18
水 30ml	2	4	5	7	8	9.5	11.5	14.5	16.5	25	29.5	31.5
沙拉油 30ml	2	4.5	6	10	11.5	13.5	15.5	18.5	20.5	28.5	32	34
甘油 30ml	2	5.5	7	10.5	12.4	14	15.5	18.5	20.5	28	31.5	33

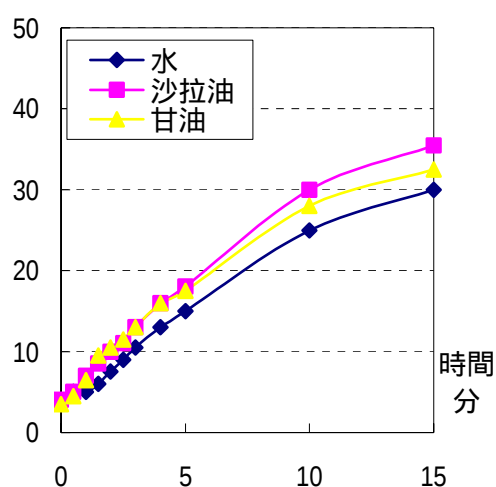
表四 水、沙拉油和甘油各 50ml 在太陽底下受熱的實驗紀錄												
時間（分）	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	10	15	18
水 50ml	4	5	5	6	7.5	9	10.5	13	15	25	30	32
沙拉油 50ml	4	5	7	8.5	10	11	13	16	18	30	35.5	37
甘油 50ml	3.5	4.5	6.5	9.5	10.5	11.5	13	16	17.5	28	32.5	34.5

溫度



圖三 30 ml 水、沙拉油、甘油在太陽下受熱溫度曲線圖

溫度



圖四 50 ml 水、沙拉油、甘油在太陽下受熱溫度曲線圖

(四) 結果討論：

1. 由上面三個記錄結果可看出，水的溫度上升速度都比沙拉油和甘油還要慢。而甘油和沙拉油一開始差不多，過幾分鐘後才漸漸拉開距離。溫度上升的快慢是：沙拉油 > 甘油 > 水。
2. 從容量上來比較，溫度上升的速度快慢為：30ml > 50ml；因此液體的量越少，溫度上升越快。
3. 我們推論，甘油和沙拉油，較容易留住太陽輻射的能量。水的黏滯性很小且透明，較不易留住太陽輻射的能量，而沙拉油的色澤屬於黃色，比甘油的半透明還要更深一些，較不易透光，所以在太陽下甘油和沙拉油升溫比水還快，沙拉油升溫又比甘油快。



照片五 水、沙拉油和甘油在太陽下受熱實驗裝置



照片六 水、沙拉油和甘油在太陽下受熱實驗

【實驗五：水、沙拉油和甘油放在『熱水中』溫度變化情形有何不同？】

(一) 實驗目的：

比較水、沙拉油和甘油同時放在熱水中，哪個溫度上升快？

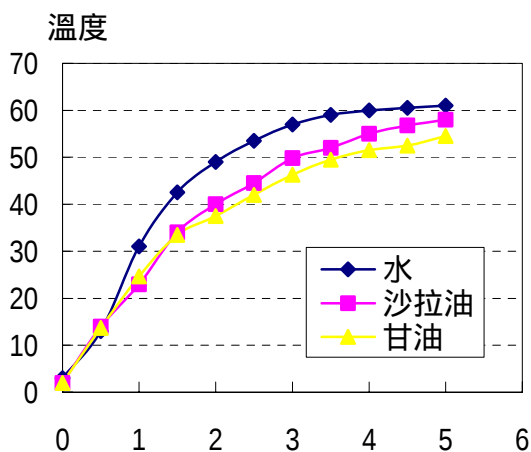
(二) 實驗方法：

1. 水、沙拉油和甘油各 30ml 和 50ml 裝入試管內，並記錄起始溫度。。
2. 在實驗前先浸入冰水中降低起始溫度至接近 0 ，再同時移至裝在保利龍箱內的熱水中（大約 45 ），每隔 30 秒紀錄一次溫度。

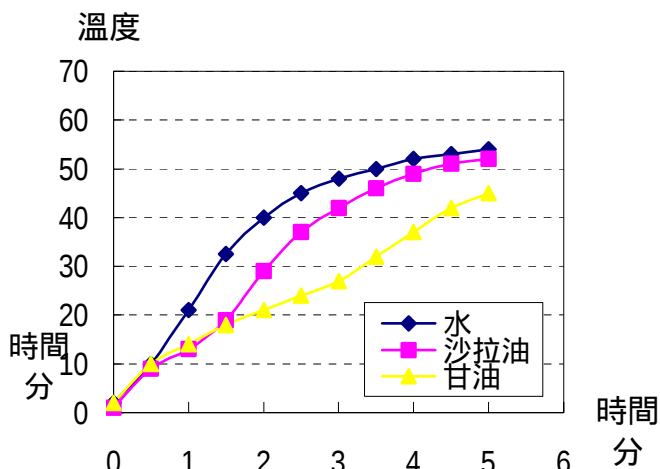
(三) 實驗結果：

表五 水、沙拉油和甘油各 30ml 在熱水中受熱的實驗紀錄											
時間 (分)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
水 30ml	3	13	31	43	49	54	57	59	60	61	61
沙拉油 30ml	2	14	23	34	40	45	50	52	55	57	58
甘油 30ml	2	14	25	34	38	42	46	50	52	53	55

表六 水、沙拉油和甘油各 50ml 在熱水中受熱的實驗紀錄											
時間 (分)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
水 50ml	2	10	21	33	40	45	48	50	52	53	54
沙拉油 50ml	1	9	13	19	29	37	42	46	49	51	52
甘油 50ml	2	10	14	18	21	24	27	32	37	42	45



圖五 30ml 水、沙拉油、甘油在熱水中升溫溫度曲線圖



圖六 50ml 水、甘油、沙拉油在熱水中升溫溫度曲線圖

(四) 結果討論：

1. 水的溫度上升得比沙拉油、甘油還快，和實驗四的結果不一樣。
2. 隨著溫度的上升，甘油和沙拉油攪拌起來感覺沒有在低溫時那麼黏稠，我們發現沙拉油和甘油的黏滯性隨著溫度升高而降低。
3. 由甘油和沙拉油升溫情形做比較：兩者在 30ml、50ml 時，因為甘油較黏稠，熱量經過燒杯傳導而來時，產生的對流速度也較慢，所以升溫的速度比沙拉油慢。

4. 因為溫度升溫快的物質降溫也快，為了驗證熱水中的實驗結果，我們決定做冰水中降溫實驗來檢驗我們的結果。
5. 由實驗結果知道黏滯性對液體溫度的影響非常大，因此我們也決定進行黏滯性實驗來比較三種溶液的黏滯性大小。



照片七 水、沙拉油和甘油在熱水中
加熱實驗裝置



照片八 水、沙拉油和甘油在熱水中
加熱實驗

【實驗六：水、沙拉油和甘油放在『冰水中』溫度變化情形有何不同？】

（一）實驗目的：

比較水、沙拉油和甘油同時放在冰水中，哪個溫度下降快？

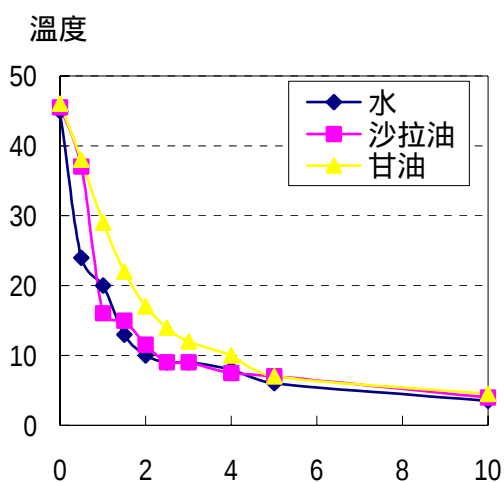
（二）實驗方法：

1. 水、沙拉油和甘油各 30ml 和 50ml 裝入試管內，並記錄起始溫度。。
2. 在實驗前先浸入熱水中升高起始溫度至接近 45℃，再同時移至裝有冰水的保利龍箱內（大約 5℃），每隔 30 秒紀錄一次溫度。

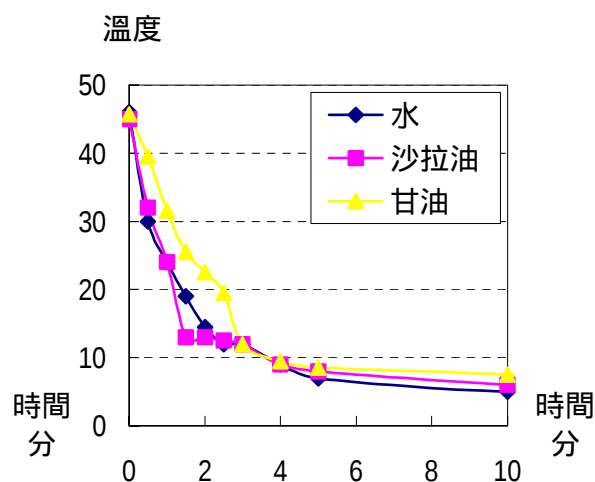
(三) 實驗結果：

表七 水、沙拉油和甘油各 30ml 在冰水中降溫的實驗紀錄											
時間 (分)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	10	15
水 30ml	45	24	20	13	10	9	9	8	6	3.5	3.5
沙拉油 30ml	45.5	37	16	15	11.5	9	9	7.5	7	4	4
甘油 30ml	46	38	29	22	17	14	12	10	7	4.5	4

表八 水、沙拉油和甘油各 50ml 在冰水中降溫的實驗紀錄											
時間 (分)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	10	15
水 50ml	46	30	24	19	14.5	12	12	9	7	5	5
沙拉油 50ml	45	32	24	13	13	12.5	12	9	8	6	5
甘油 50ml	45.7	39.5	31.5	25.5	22.5	19.5	12	9.5	8.5	7.5	5.5



圖七 30ml 水、沙拉油、甘油在冰水中降溫溫度曲線圖



圖八 50ml 水、沙拉油、甘油在冰水中降溫溫度曲線圖

(四) 結果討論：

1. 由上面的實驗結果，發現不論是 30ml、50ml 的甘油和沙拉油，溫度下降速度都比水還慢。我們推論這也和實驗五一樣，因為黏滯性的關係使這兩種液體在燒杯中熱傳對流速度比水慢。
2. 我們也發現，溫度越低，甘油越黏稠，溫度下降越慢，受黏滯性的影響也越明顯。而沙拉油不是純物質，雖然也變得較黏稠，但是溫度下降的情形較不穩定。



照片九 水、沙拉油和甘油在冰水中降溫實驗活動製造冰水



照片十 水、沙拉油和甘油在冰水中降溫實驗活動情形

【實驗七：比較水、沙拉油和甘油的黏滯性的大小】

（一）實驗目的：

比較水、沙拉油和甘油的黏滯性的大小。

（二）實驗方法：

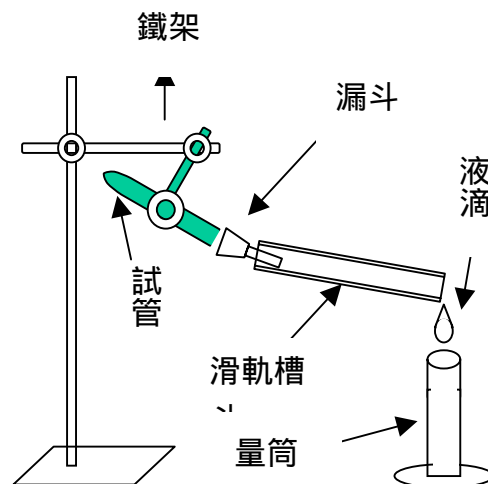
1. 水、沙拉油和甘油各 10ml。
2. 如右圖裝置，試驗液體從試管倒入漏斗經由滑軌槽流入量筒內。

比較：

- ① 水、沙拉油和甘油從滑軌槽末端第一滴液滴掉落至量筒的時間。
- ② 測試液體在滑軌槽流動從液柱狀變成液滴狀時（流動快要結束時），出現第一滴液滴掉落到量筒的時間。

時間越短，黏滯性越小；時間越長，黏滯性越大。

3. 為了避免人為誤差，每一種溶液做五次以求取平均值，並且由兩位記錄員同時按馬錶記錄。



圖九 黏滯性實驗裝置圖

(三) 實驗結果：(詳細資料見附錄一)

表九 黏滯性實驗紀錄				
	紀錄員一		紀錄員二	
液體種類	滑軌槽末端第一滴液滴掉落至量筒的時間	溶液從液柱狀變成液滴狀時，出現第一滴液滴掉落到量筒的時間	滑軌槽末端第一滴液滴掉落至量筒的時間	溶液從液柱狀變成液滴狀時，出現第一滴液滴掉落到量筒的時間
水	很快，無法測量	同左	同左	同左
沙拉油	3' 41"	14' 12"	2' 79"	13' 97"
甘油	11' 92"	23' 29"	11' 82"	22' 42"

(四) 結果討論：

1. 水流動的速度非常快，幾乎在 1 秒以內完成，以至於無法測量時間，因此可判斷水的黏滯性非常小。
2. 沙拉油的時間比甘油短。所以黏滯性的大小為：甘油 > 沙拉油 > 水。



照片十一 測量水、沙拉油和甘油黏滯性大小實驗裝置



照片十二 測量水、沙拉油和甘油的黏滯性實驗

伍、研究結論與建議

1. 經過一連串的實驗與討論，「不同熱源造成不同溫度變化」的謎底於解開了：
在太陽下和熱水中，水和沙拉油溫度上升快慢不同的相反現象是受到沙拉油黏滯性影響的關係。因為在熱水中加熱時間較太陽短，黏稠的沙拉油所吸收的熱量來不及完全傳遞，所以才出現水比油升溫快的現象；而在太陽下，因為溫差小，加熱時間較緩慢，熱量有足夠的時間傳遞，而且沙拉油的顏色較透明的水深，容易留住熱能，所以在太陽下，沙拉油升溫比水快。
2. 油脂類或具有較大黏滯性的液體受黏滯性影響較大，影響熱傳時的對流速度，造成液體在加熱時溫度分布不均勻的現象。
3. 實驗六的討論發現甘油和沙拉油的溫度越低越黏稠，黏滯性也越大。這也是油脂類有趣的一種特性。
4. 由於液體黏滯性影響熱量傳遞的對流效應，是造成兩種情形下實驗結果相反的原因，因此我們也建議將來同學做實驗時，可以選擇黏滯性較小的油，例如：車針用液態潤滑油等。但為了安全起見，我們不建議使用汽油、煤油等燃料油或酒精做實驗。

陸、未來待研究部分

1. 由於時間的關係，我們並未針對沙拉油和甘油在溫度多少度時即不受黏滯性影響，因此，油脂類溫度與黏滯性的關係將是我們未來研究的重點之一。
2. 除了我們的研究內容之外，還可以多選擇幾種不同的純物質液體和非純物質液體溫度上升情形的比較，更可觀察液體受熱的溫度變化。
3. 我們也曾進行另一種液體容量 15ml(大約是試管容量)的升溫或降溫實驗，(結果如附錄二)，因為量少，比較不容易呈現液體的特性，因此建議其他同學在進行相關實驗時，試驗液體的量至少要 30ml 以上較佳。
4. 這次的研究並未針對黏滯性的問題尋找更適用的溶液，只提出車針用液態潤滑油的建議。所以尋找生活上容易取得、黏滯性小、安全、便宜的測試液體也是我們未來的研究重點之一。
5. 因為時間的關係，我們並未對其他的加熱方式，例如：燈光、酒精燈、電磁爐、電暖氣等進行實驗，結果是不是會和我們這次的實驗推論一樣呢？值得再進一步的研究。



照片十三 研究討論活動照（一）



照片十四 研究討論活動照（二）

柒、參考資料

1. 牛頓版自然課本第十冊教學指引。
2. 國立嘉義大學附設實驗小學八十九學年度科學展覽作品集，「溶液黏滯性的研究」。

捌、研究日誌

科學展覽工作日誌

研究主題：油水比熱實驗

研究人員：

日 期	工 作 內 容
91.11 ~91.12	進行進行羊蹄甲和艷紫荊的研究。 研究方法有照相、畫畫（畫羊蹄甲和艷紫荊），觀察並記錄。
92.1.3	發現資料不足，決定改變研究主題。 1.資料不足，因為有的時候沒有照到相片，而且寒假空了很多次沒畫，所以到後來發現資料不足。 2.因為六年級上學期有教到晝夜現象，而且五年級時做油與水放到太陽底下的實驗中，我們班跟別班的研究結果都不同，所以我們要研究的主題是：油和水的比熱實驗。
92.1.16	1.決定在寒假查相關資料。 2.新成員加入實驗。
92.1.17 ~92.2.10	收集資料中。
92.2.20	1.收集資料和老師討論,並影印資料發給其他人 2.回家繼續查相關資料 3.討論熱的傳導、對流、輻射、比熱、防晒油
92.2.21 7:50 ~8:35	1.影印昨天查到的資料 2.研究向度:1 油的多少 2 放在太陽下和熱水中 3.回家查相關資料,閱讀已查到的資料
92.2.25	到圖書室設計實驗<太陽下>
92.2.26	到圖書室設計實驗<熱水中>
92.2.27	1.分配回家功課 1 不同熱源 2 油和水<熱水中>3 油和水<太陽下>4 溫度計放置位置 5 不同的油 2.討論

92.2.28	1.討論昨天的回家功課，老師指出我們設計的實驗需要改進的地方 2.做實驗---油、水各 25 毫升放在熱水的實驗，共兩次。一次熱水 66 度，一次 83 度。
92.3.03 15:20 ~16:30	1. 再做一次在熱水的實驗、求平均、畫出統計圖、討論實驗果---油和水的升溫結果差不多 2. 做太陽下的實驗（油上升的溫度較高）
92.3.10 15:20 ~16:30	1.討論：可能因為實驗的油和水的量太少，所以結果不明顯，決定下一次實驗都增為 200 毫升。 2.收集好器材 3.把油和水倒入量杯中，讓油和水的起始溫度和室溫一樣，以便明天進行實驗。
92.3.11	做實驗: 1.增加油和水的容量為 200 毫升，熱水為 300 毫升。 2. 做三次，第二次失敗，再做第三次 3.失敗原因:有一個人看錯時間，另一人記錄錯誤 4.規定規則:只要有人出差錯,罰買飲料請大家
92.3.13	1.早上 8：00～8：40 做太陽下油跟水傳熱的比較。 2.中午 12：30～1：10 做同樣的實驗。（多雲） 3.下午因為陽光不夠強，改做熱水實驗；同學不小心把裝水的燒杯弄破，使熱水流進，影響實驗結果，改天重做。
92.3.14	1.早上 8：05～8：35 做太陽下油跟水傳熱的比較；但因有人遲到，所以有一個人必須一邊紀錄，一邊看碼表。 2.早上 10：20 原本要做太陽下的實驗，由於太陽不大的關係，決定不做。
92.3.25	上午陽光不強，改到下午來討論。 1.討論溫度計如何校正。 2.老師介紹溫度計。
92.3.27	1.討論溫度計正不正確 2 校正溫度計
92.3.28	1.早上做熱水實驗（升溫） 2.中午做太陽下的實驗，但因雲太多，影響實驗結果，所以不算。 3.下午做冰水的實驗（降溫）
92.3.31	沒有陽光，做油（甘油和沙拉油）和水的實驗， 1.做升溫實驗 2.加入甘油 3.規定三十秒計一次

92.4.1	1.做太陽加溫的實驗 2.做熱水加溫的實驗
92.4.2 ~92.4.3	1.討論先前做過的實驗結果。(對流現象) 2.打表格 (excel), 畫圖。
92.4.4	1.做沙拉油、水、甘油黏滯性的實驗。發現甘油的黏滯性最大，而水的黏滯性最小。
92.04.07	做熱水加溫的實驗。
92.04.08 ~92.04.10	1. 討論報告編寫項目和內容。 2. 分配工作。 3. 每個人提出自己的研究心得。 4. 整理報告內容，提出研究報告。
92.04.11	研究報告最後校正
92.04.12	製作看板。
92.04.14 ~92.04.18	1. 對學校同學練習報告。 2. 練習參展報告
92.05.02	參加縣賽，獲得全縣科展第一名，代表參加全國賽

玖、附錄

附錄一：黏滯性實驗詳細記錄

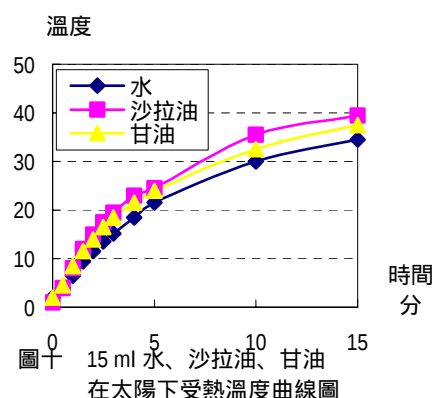
表十 黏滯性實驗紀錄（沙拉油 10ml）				
	紀錄員一		紀錄員二	
次數	滑軌槽末端第一滴液滴掉落至量筒的時間	液體從液柱狀變成液滴狀時，出現第一滴液滴掉落到量筒的時間	滑軌槽末端第一滴液滴掉落至量筒的時間	液體從液柱狀變成液滴狀時，出現第一滴液滴掉落到量筒的時間
1	2' 97"	--	3' 02"	--
2	3' 97"	14' 24"	2' 82"	14' 20"
3	3' 50"	14' 35"	2' 58"	13' 97"
4	3' 73"	13' 77"	2' 82"	13' 67"
5	2' 87"	14' 12"	2' 72"	14' 05"
平均	3' 41"	14' 12"	2' 79"	13.97"

表十一 黏滯性實驗紀錄（甘油 10ml）				
	紀錄員一		紀錄員二	
次數	滑軌槽末端第一滴液滴掉落至量筒的時間	液體從液柱狀變為液滴狀時，出現第一滴液滴掉落到量筒的時間	滑軌槽末端第一滴液滴掉落至量筒的時間	液體從液柱狀變為液滴狀時，出現第一滴液滴掉落到量筒的時間
1	12' 64"	25' 51"	--	--
2	12' 12"	24' 59"	12' 86"	24' 17"
3	11' 78"	19' 94"	11' 53"	20' 05"
4	11' 20"	23' 13"	11' 07"	23' 05"
平均	11' 92"	23' 29"	11' 82"	22' 42"

附錄二：容量 15ml 的液體在各項實驗的結果

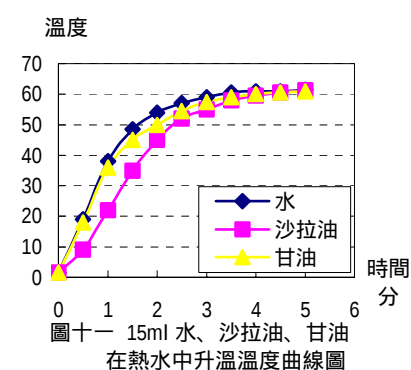
表十二 水、沙拉油和甘油各 15ml 在太陽底下受熱的實驗紀錄

時間 (分)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	10	15	18
水	2	4	6.5	9.5	11.5	13.5	15.2	18.5	21.5	30	34.5	36.5
沙拉油	1	4	8	12	15	17.5	19.5	23	24.5	35.5	39.5	40.5
甘油	2	4.5	8.5	11.5	14	16.5	18.5	21.5	24	32.5	37.5	39.5



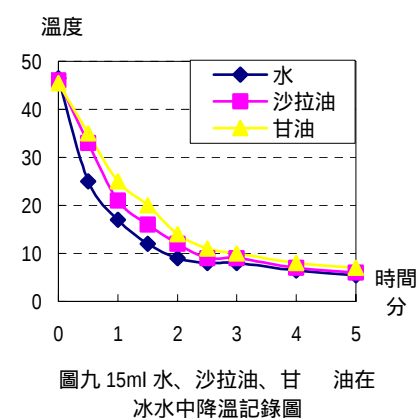
表十三 水、沙拉油和甘油各 15ml 在熱水中受熱的實驗紀錄

時間 (分)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
水	1.5	19	38	48.5	54	57	59	60.5	61	61	61.5
沙拉油	1.5	9	22	35	45	52	55	58	59.5	60.5	61.2
甘油	1.5	18	36	45	50	54.5	57.5	59	60	60.5	61



表十四 水、沙拉油和甘油各 15ml 在冰水中降溫的實驗紀錄

時間 (分)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	10	15
水	46.5	25	17	12	9	8	8	6.5	5.5	6	5
沙拉油	46	33	21	16	12	9	9	7	6	4	4
甘油	45.5	35	25	20	14	11	10	8	7	4	4



拾、課本相關教材

評語

這個看起來很令人困惑的研究題目及研究實驗的結果，經過五位小朋友的實驗變得很清楚了，學生對於熱的傳導因此也有更深的了解。在問答時，也能夠很好的呈現實驗結果，同時完整地回答其中的道理。