

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 物理科

080112

熱情如火的熱傳導

學校名稱：屏東縣立東興國民小學

作者：	指導老師：
小六 羅葦婷	林福胜
小六 陳誼庭	邱建彰
小六 邱照元	
小六 郭恩萱	
小六 馮偉杰	
小六 莊善茵	

關鍵詞：熱傳導、熱傳導檢測儀、迷思概念

摘要：

問卷調查結果：有近八成的老師或學生都認為細鐵絲可以傳熱比較快、比較遠，且持續加熱，熱量會不停的往更遠地方傳遞。但，我們利用創發的「熱傳導檢測儀」實驗證明：一、加熱同樣的時間長，粗鐵絲熱傳導速度較快，熱傳遞的距離也較遠；二、不管鐵絲的粗細，不管加熱多久，熱傳遞的距離是有限度的；三、離火源同一位置的鐵絲溫度也是有限度，不會因持續加溫而再增溫。

壹、研究動機：

這問題要從上自然實驗課說起，為了瞭解熱在金屬傳導的方式，老師要我們用 30 公分的鐵尺每 2 公分就用蠟油黏上一顆黃豆，然後用長尾夾夾住鐵尺正中央，擺在三角架上使其有點傾斜，點燃鐵尺中央下方的酒精燈進行實驗觀察，結果我們發現二個問題：（一）實驗 10 分鐘後發現，離火源中央的黃豆只會掉兩三顆，即使我們用同樣鐵尺重測 20 分鐘發現仍然只掉兩到三顆。我們好奇，為什麼黃豆只掉兩三顆後就不掉了，難道鐵尺的熱傳導到了一定的地方就斷了嗎？但有同學認為因為加熱的時間不夠久啊！是這樣嗎？；（二）老師突發奇想問「如果我們持續加溫 60 分鐘，鐵尺末端會不會燙到手呢？」，班上有 20 位同學認為會，5 位同學認為不會。那到底會不會呢？於是，我們展開了「熱傳導疑惑」的研究實驗。

貳、研究目的：

- 一、熱傳導會斷掉（有一定的限度）嗎？
- 二、金屬的粗細會影響傳熱的結果嗎？
- 三、用什麼方法可以有效的檢測證明熱傳導的真相？
- 四、要是真的有任何研究發現，我們可以在生活上做什麼？

參、研究器具與材料：

- 一、材料：16 番鐵絲（0.2 公分）、12 番鐵絲（0.3 公分）、8 番鐵絲（0.4 公分）、長蠟燭一盒、瓦斯罐、工業酒精 8 瓶、黃豆、紙箱、紙盒、美工刀、膠布、護背紙、火柴。
- 二、器具：30 公分鐵尺、黃豆、酒精燈、電子式食物溫度計、碼表、三角架、數位相機、電腦、夾子、水果刀、400cc 鐵碗、野吹蜘蛛爐、瓦斯罐、自製熱傳導檢測裝置、油

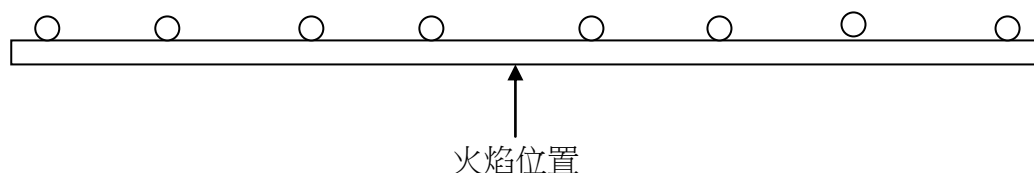
性簽字筆、打火機。

肆、研究過程：

活動一：問卷調查與分析

(一) 問卷內容：用我們的疑惑做問卷，也了解一下其他六年級同學及老師的想法。

★問題一、實驗使用的 30 公分長鐵尺，每隔 2 公分用蠟油黏上一顆黃豆，並在正中央點火加熱，持續一個小時。實驗設置如下圖：



- (1) 請對一小時後會滾下來的黃豆打勾，能用編號(1、2~)寫出掉下來順序更好。
- (2) 中心點用酒精燈燃燒一小時後，手摸鐵尺兩側會感覺到燙嗎？
會() 不會()

★問題二、長度各 30 公分的鐵絲粗細各一條，用酒精燈同時對鐵絲的前端加熱 10 分鐘。

請問(1) 那種鐵絲的傳熱速度比較快？ 細鐵絲() 或粗鐵絲()

(2) 同時加熱，那種鐵絲的傳熱距離比較遠？

細鐵絲() 或粗鐵絲()

謝謝填答，感恩！

(二) 問卷調查結果統計與分析：發出問卷六年級同學 74 份及老師 26 份問卷，回收 97 份。

1. 統計結果：

問題一：表 1

問題	(1) 最後一顆真的會掉下來嗎		(2) 60 分後手摸鐵尺兩側會感覺到燙	
選項	全都會	最後一顆不會	會	不會
人次	76 人	21 人	65	32
比率	$76 \div 97 = 78\%$	$21 \div 97 = 22\%$	$65 \div 97 = 67\%$	$32 \div 97 = 33\%$

問題二：表 2

問題	(1) 鐵絲的傳熱速度		(2) 鐵絲的傳熱距離	
選項	粗的較快	細的較快	粗的較遠	細的較遠
人次	15 人	82 人	23	74
比率	$15 \div 97 = 16\%$	$82 \div 97 = 84\%$	$23 \div 97 = 24\%$	$74 \div 97 = 76\%$

2. 統計分析：

(1) 有 78% 的人認為鐵尺最後一顆真的會掉下來。

(2) 有 67%的人認為持續加溫一小時以後，手摸鐵尺兩側會感覺到燙。

(3) 有 84%的人認為細鐵絲的傳熱速度快。

(4) 有 76%的人認為細鐵絲的傳熱距離比較遠。

活動二、進行 60 分鐘持續加溫實驗：

本實驗目的在於驗證「持續對鐵尺加溫 60 分鐘後的真正結果」。為了讓實驗能持續進行一小時，商請老師協助觀察，並照顧實驗過程的安全，因此我們選擇辦公室的桌上進行，一來設置好裝備進行實驗後還可以回教室上課，時間到時再來看結果如何即可，裝置的畫面如（圖 1）。



（圖 1）鐵尺黃豆熱傳導實驗裝置

歷經一個小時的實驗結果：發現黃豆還是只有掉 2 顆，我們用手觸摸鐵尺兩側，手指沒有感覺有溫度，並沒有燙感！

於是我們用另一把尺再進行同樣的實驗一次，其結果還是一樣「黃豆還是只有掉 2 顆，我們用手觸摸鐵尺兩側，手指沒有感覺有溫度，並沒有燙感」！！！！

◆我們的實驗結果與（表 1）大部分人的想法並不相同。 好奇：熱傳導真的會斷掉耶！

活動三、用鐵絲滴上蠟油的熱傳導實驗：

我們想找出「熱傳導真的會斷掉嗎？熱傳導與金屬粗細的傳導距離、速度有關係嗎？」等答案，因此我們想到利用五金行賣的鐵絲很方便，於是拜託老師幫買回三種不一樣粗細的鐵絲當材料。先取下約 30 公分的長度，用板手了解鐵絲的直徑大小，敲直鐵絲後用簽字筆每隔一公分標示記號，一直到 20 公分處，然後小心滴上蠟油，以進行實驗觀察。

（一）同一時間，熱傳導距離實驗

接著，將一端鐵絲放置三角架上，頂端用重物押著以穩定實驗設備，另一段置於酒精燈

芯蕊中央上頭，然後點火進行實驗，每一實驗進行五次。實驗觀察紀錄方法：每隔 1 分鐘記錄一次蠟油在鐵絲上被熔化的距離，實驗結果數據如表 3~表 5：

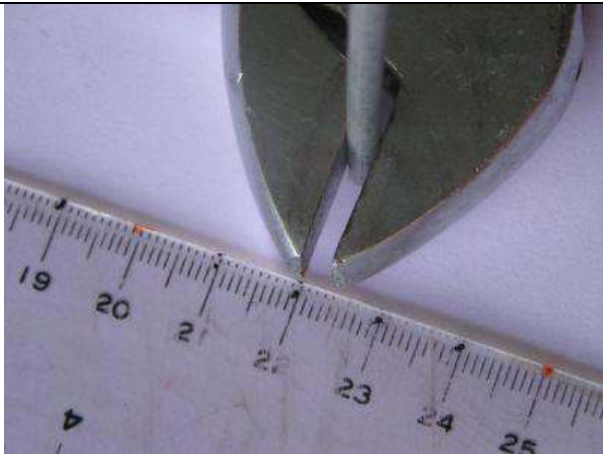


圖 2、測量鐵絲直徑

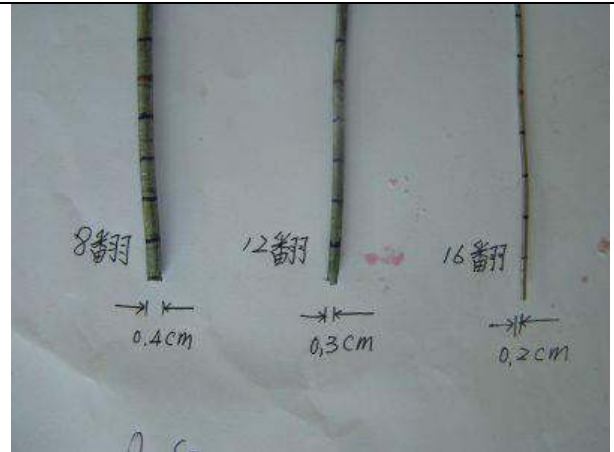


圖 3、三種鐵絲直徑



圖 4、鐵絲滴上蠟油

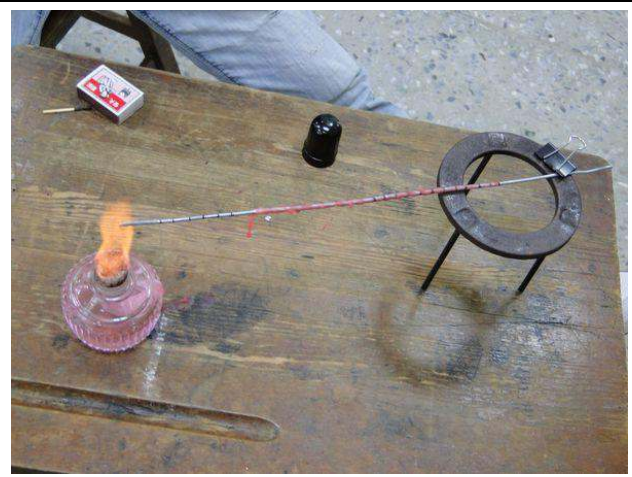


圖 5、傳熱實驗，觀察蠟油熔化現象



圖 6、傳熱實驗，觀察蠟油熔化現象二



圖 7、彎曲鐵絲，熱傳導實驗

1.用 8 番鐵絲（0.4 公分）實驗的結果，如表 3（每一分鐘紀錄蠟油被熔化的距離）

表 3、（8 番鐵絲）實驗數據

分鐘 實驗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
第一次	5.8	8	10.2	11.2	11.9	12.4	12.8	13.1	13.2	13.3	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
第二次	6.5	8.6	10.2	11.0	11.9	12.3	12.7	13	13.3	13.5	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
第三次	5.7	7.4	9.6	10.8	11.3	11.9	12.3	12.8	13.1	13.3	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
第四次	6.0	8.2	10.0	10.9	11.6	12.4	12.9	13.2	13.3	13.4	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
第五次	6.3	8.2	10.3	11.7	12.0	12.5	12.9	13.2	13.4	13.5	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6
平均值	≒6.1	8.1	10.1	11.1	11.7	12.3	12.7	13.1	13.3	13.4	13.5	13.54	13.54	13.54	13.54

註：實驗進行 15 分鐘後用手摸 20 公分處沒感覺，摸 16 公分處，感覺溫溫的。平均值：四捨五入取到小數第一位。 單位：cm

2.用 12 番鐵絲（0.3 公分）實驗的結果，如表 4（每一分鐘紀錄蠟油被熔化的距離）

表 4、（12 番鐵絲）實驗數據

分鐘 實驗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
第一次	5	7.2	8.4	9.1	9.8	10.2	10.6	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
第二次	6.8	8.5	9.4	10.2	10.5	10.7	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
第三次	5.3	7.5	8.5	9.3	9.8	10.3	10.5	10.6	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
第四次	4.9	6.9	7.5	8.7	9.3	9.6	10.1	10.2	10.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
第五次	5.5	7.4	8.7	9.2	10.0	10.3	10.5	10.6	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
平均值	5.5	7.5	8.5	9.3	9.9	10.2	10.5	10.6	10.7	10.74	10.74	10.74	10.74	10.74	10.74

註：實驗進行 15 分鐘後用手摸 15 公分處沒感覺，用手摸 12 公分處，感覺溫溫的。 單位：cm

3.用 16 番鐵絲（0.2 公分）實驗的結果，如表 5（每一分鐘紀錄蠟油被熔化的距離）

表 5、（16 番鐵絲）實驗數據

分鐘 實驗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
第一次	5.3	7.4	7.9	8	8.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
第二次	5.5	6.8	7.5	7.8	8	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
第三次	5.0	7.1	8.0	8.3	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
第四次	4.6	6.0	6.8	7.3	7.9	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
第五次	5.1	6.2	7.1	7.6	7.9	8.0	8.0	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
平均值	5.1	6.7	7.5	7.8	8.1	8.2	8.3	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32

註：實驗進行 15 分鐘後用手摸 15 公分處沒感覺，用手摸 10 公分處，感覺溫溫的。且四分鐘後火焰中的鐵已呈紅色。 單位：cm

4.將表 3、表 4、表 5 的平均值整合，如表 6

表 6、同一時間熱傳導的距離實驗整合表（四捨五入到小數第一位）

分鐘 鐵絲	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8 番鐵絲	≐6.1	8.1	10.1	11.1	11.7	12.3	12.7	13.1	13.3	13.4	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
12 番鐵絲	5.5	7.5	8.5	9.3	9.9	10.2	10.5	10.6	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
16 番鐵絲	5.1	6.7	7.5	7.8	8.1	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3

單位：cm

5.小結：

從（圖 8）可發現八番鐵絲的傳熱速度優於十二和十六番鐵絲，也就是說鐵絲越粗，其傳熱速度越快；同時發現在相同時間內粗鐵絲傳熱距離也大於較細的鐵絲，但不管鐵絲粗細他們傳熱的距離都有一定的限度，最細的十六鐵絲傳熱距離僅能讓8.3公分的蠟油融化，即使多進行八分鐘的加熱也無法熱融8.3公分以後的蠟油，十二番絲僅傳熱到10.7公分，八番鐵絲最遠傳導到13.5公分。另外每次實驗結束前皆進行溫

度體驗，用手指探試離傳熱終點一公分處的溫度，結果都是溫溫的感覺，由此可知鐵絲的熱傳距離是有限度的。

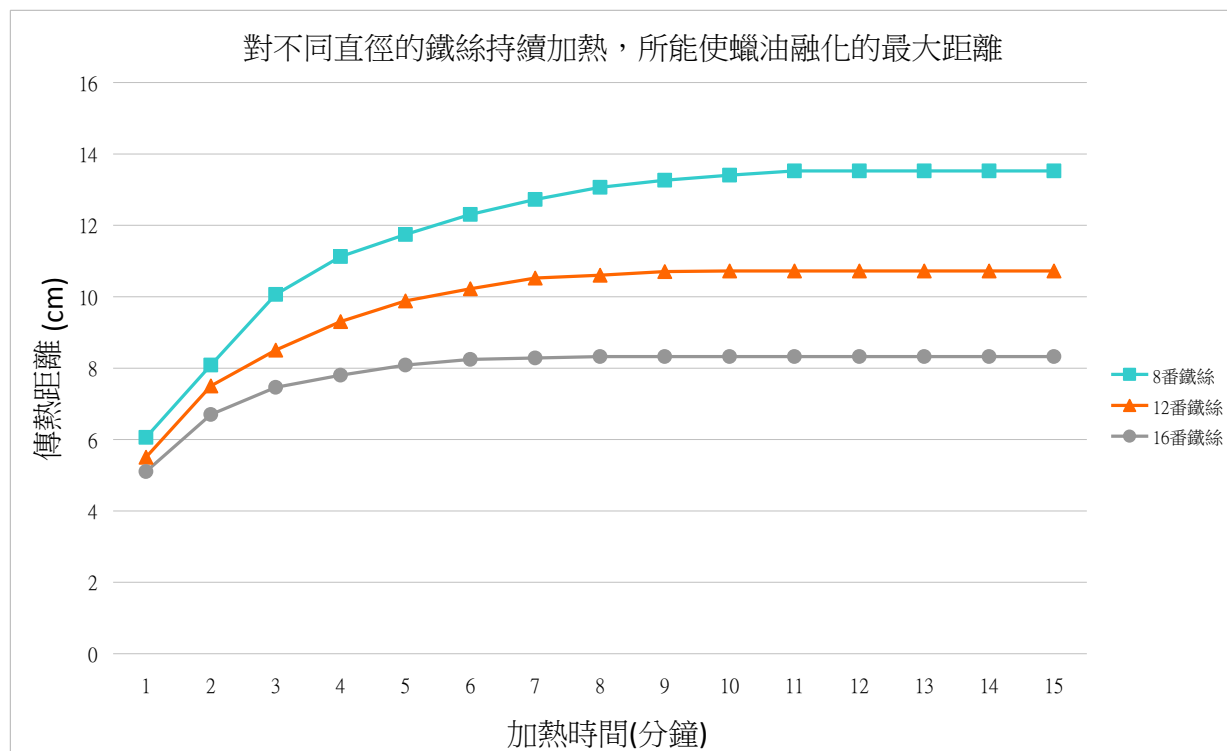


圖 8、加熱時間vs熱傳導距離折線圖

(二) 同一距離熱傳導所需的時間

取 8 番鐵絲（0.4 公分）、12 番鐵絲（0.3 公分）、16 番鐵絲（0.2 公分）三種不同直徑的鐵絲各兩段，每段長 30 公分，用黑色油性簽字筆在上面劃上刻度，每公分一個刻度。

接著，將一端鐵絲放置三角架上頭用重物押著，另一短至於酒精燈芯蕊中央上頭，然後點火進行實驗，每一實驗進行五次，實驗數據如表 7~表 9：

1.用 8 番鐵絲（0.4 公分）實驗的結果，如表 7（蠟油被熔化一公分即紀錄熔解所需時間一次）

表 5、（8 番鐵絲）實驗數據

公分 實驗	1 cm	2 cm	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13.5	13.6
第一次	2	5	18	34	46	55	71	100	135	168	238	309	466	660	~
第二次	3	8	16	34	47	68	95	102	138	173	223	308	462	600	660
第三次	4	7	15	36	50	65	83	110	140	175	242	310	471	660~(13.4cm)	
第四次	5	8	16	32	54	70	89	107	135	160	234	298	459	660	
第五次	3	7	14	35	50	63	74	105	137	169	240	305	464	610	660
平均值	3.	7	16.	34.	49.	65.	82.	105	137	169	235	306	464	638	660

單位：秒

2.用 12 番鐵絲（0.3 公分）實驗的結果，如表 8（蠟油被熔化一公分即紀錄熔解所需時間一次）

表 8、（12 番鐵絲）實驗數據

公分 實驗	1 cm	2 cm	3	4	5	6	7	8	9	10	10.2	10.4	10.7	10.9	11.0
第一次	4	12	25	37	60	83	114	174	228	324	360	420	600~		
第二次	4	8	28	30	55	70	102	156	219	315	345	412	570~		
第三次	3	15	25	36	54	78	133	157	220	342	365	422	540	600~	
第四次	5	18	35	40	63	82	115	183	257	354	401	431	580~		
第五次	5	17	30	55	74	95	123	165	223	345	385	415	600~		
平均值	4.	14	29.	40.	61.	82.	117.	167	229	336	371	420	578	600~	

單位：秒

3.用 16 番鐵絲（0.2 公分）實驗的結果，如表 9（蠟油被熔化一公分即紀錄熔解所需時間一次）

表 7、（16 番鐵絲）實驗數據

公分 實驗	1 cm	2 cm	3	4	5	6	7	8	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	
第一次	3	14	24	47	95	143	177	340	388	480~					
第二次	3	12	24	44	92	138	166	322	370	480~					
第三次	3	8	20	42	88	141	140	300	368	480~					
第四次	3	13	25	50	90	134	164	315	358	400	480~				
第五次	3	11	22	45	98	140	170	324	378	480~					
平均值	3	12	23	46	93	139	163	320	372	464	480~				

單位：秒

4.將表 7、表 8、表 9 的平均值整合，如表 10

表 10、同一距離熱傳導所需時間的平均值整合表

cm 鐵絲	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 12 號	11 10.2	12 10.4	13 10.7	13.5 10.9	13.6
8 番鐵絲	3.	7	16.	34.	49.	65.	82.	105	137	169	235	306	464	638	660
12 番鐵絲 B	4.	14	29.	40.	61.	82.	117.	167	229	336	371	420	578	600~	
16 番鐵絲 C	3	12	23	46	93	139	163	320	372	464	480~				

單位：秒

5.小結：

從（圖 9）可發現加熱相同時間，粗的鐵絲傳熱的距離最長，細鐵絲傳熱的距離最短，約在 200 秒後傳熱的速度同時減緩。從表 10 與圖 9 可發現十六番鐵絲傳熱最遠距離到 8.3 公分，十二番鐵絲傳熱最遠到 10.7 公分，而八番鐵絲傳得最遠到 13.6 公分，因此，鐵絲能傳的距離是有限的。除此之外，我們也好奇，將鐵絲折彎，其傳熱速度會不會受影響？於是我們進行下一個實驗。

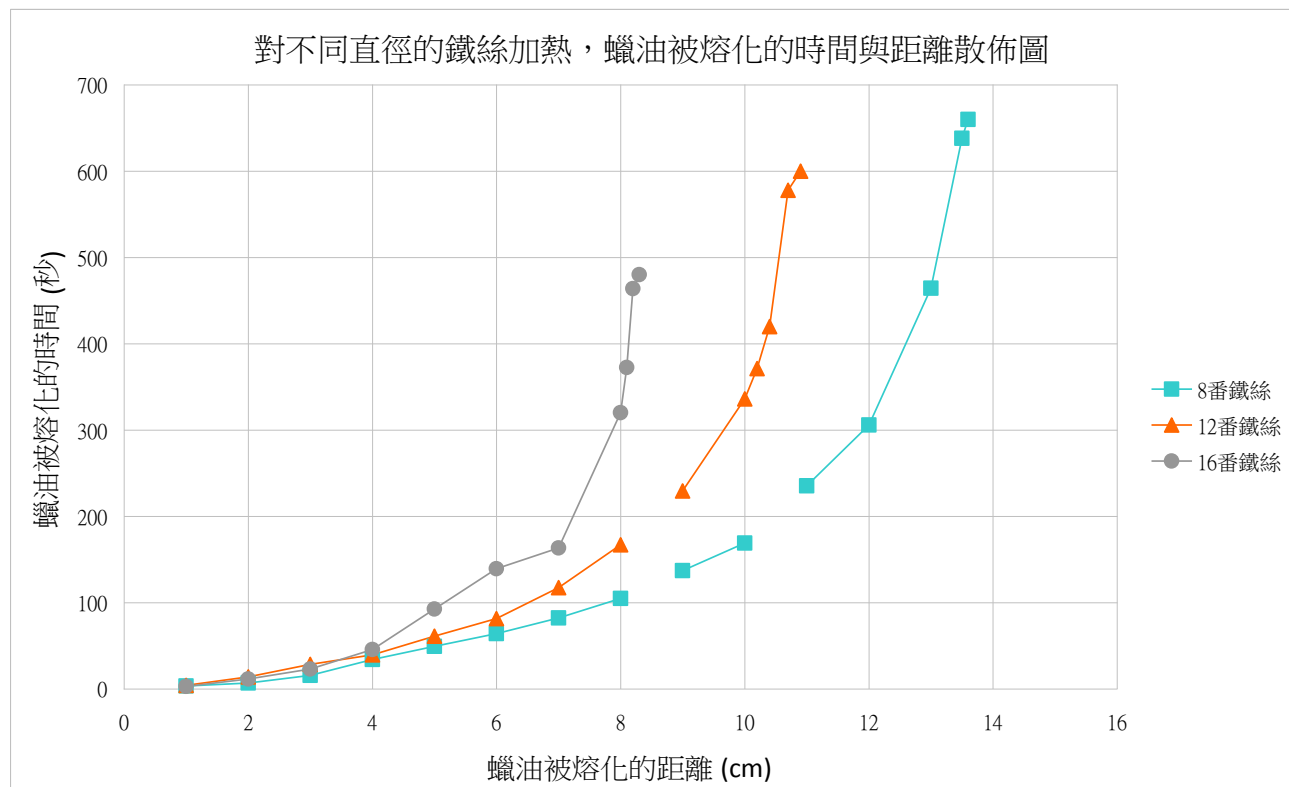


圖 9、熱傳導距離（蠟油被熔化的距離）vs 觀察時間折線圖

（三）彎曲的鐵絲熱傳導實驗：同一時間熱傳導的距離實驗

取 8 番鐵絲（0.4 公分）、12 番鐵絲（0.3 公分）、16 番鐵絲（0.2 公分）三種不同直徑的鐵絲各兩段，每段長 30 公分，用黑色油性簽字筆在上面劃上刻度，每公分一個刻度以利觀察紀錄。且每三公分折 90 度，一正折，一反折，計折三折。

接著，將末端鐵絲放置三角架上頭用重物押著以穩定設置，另一端置於酒精燈芯蕊中央上頭，然後點火進行實驗，每一實驗進行三次，實驗數據平均值如表 11：

表 11、彎曲的鐵絲同一時間熱傳導的距離實驗平均值整合表

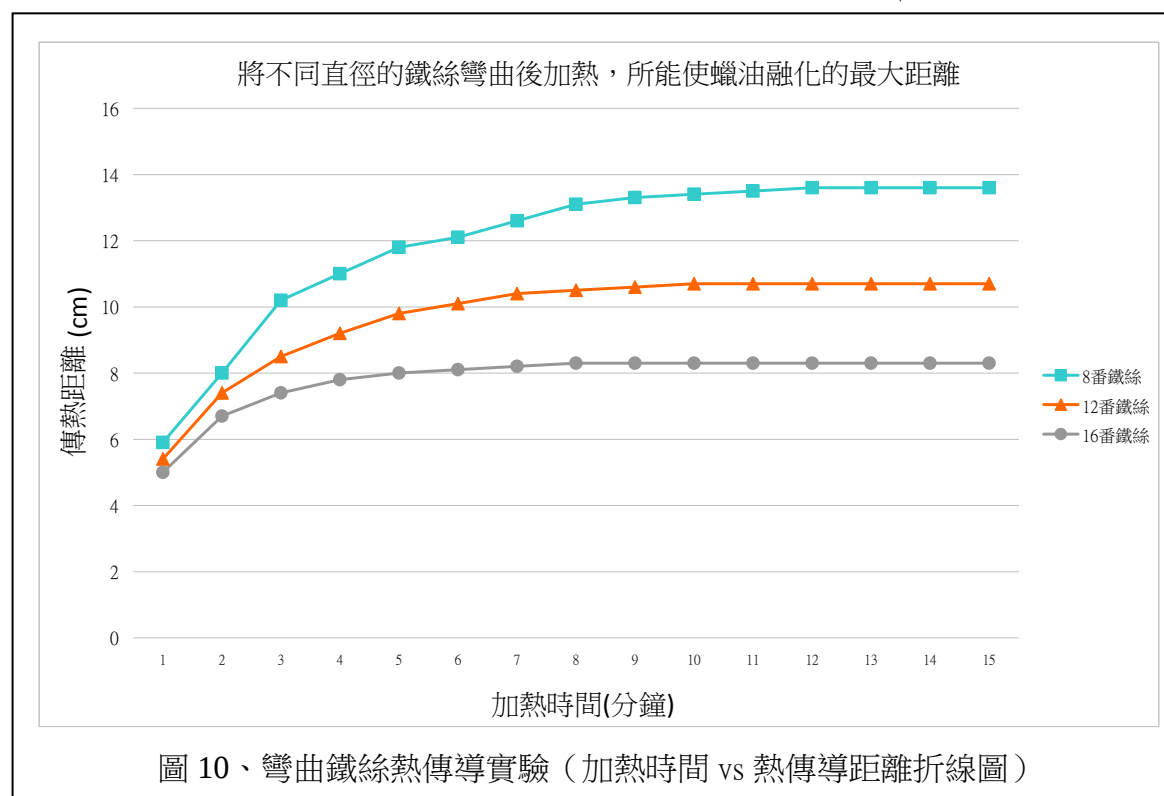
分鐘 鐵絲	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8 番鐵絲	≒5.9	8.0	10.2	11.0	11.8	12.1	12.6	13.1	13.3	13.4	13.5	13.6	13.6	13.6	13.6
12 番鐵絲	5.4	7.4	8.5	9.2	9.8	10.1	10.4	10.5	10.6	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
16 番鐵絲	5.0	6.7	7.4	7.8	8.0	8.1	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3

單位：公分

小結：從圖 10 線型與圖一線型相似度可發現，鐵絲不會因為折彎後而改變熱傳導的距離與速度。

(四) 結論

經由三種鐵絲實驗的結果發現，鐵絲的傳熱距離和傳熱速度與鐵絲的粗細有關係。越粗的鐵絲，其傳熱的速度越快，越粗的鐵絲所能傳熱的距離越遠，但不管鐵絲的粗細，熱的傳導都是有其限度，八番鐵絲（直徑 0.4 公分）最遠傳至 13.6 公分；十二番鐵絲（直徑 0.3 公分）最遠傳至 10.7 公分；十六番鐵絲（直徑 0.2 公分）最遠傳至 8.3 公分。



活動四、創發「熱傳導檢測儀」：（可用溫度來檢測熱傳導距離與速度的工具）

運用活動三的研究結果，看似可以說明與解釋我們的研究發現：「粗鐵絲傳熱速度與距離都比細鐵絲來得快又遠，且鐵絲不管粗細，傳導熱量的距離都有限度」。然而我們也發現活動三的研究設置有許多的爭議之處。自然老師說過：「實驗的變因僅能有一個。」但我們的實驗設置有下列幾項問題：

- 1.火舌不穩：酒精燈火舌因空氣流動關係，火舌經常出現飄移的不穩定現象。
- 2.蠟油的厚度控制不均勻：要將蠟油滴到鐵絲上不容易均勻分佈，有厚、有薄。
- 3.觀察蠟油融化紀錄刻度的資料誤差值大：蠟油要熔到何種程度才紀錄？
- 4.實驗設置不穩定：三角架與鐵絲的組合，成為一個重心不穩的設置。
- 5.鐵絲加熱地方與刻度關係不理想：因為火焰有一定的範圍，一開始就一公分一公分的畫刻度，實驗一開始刻度和蠟油就在火焰中了，觀察起來前3公分判斷不易。
- 6.鐵絲前端與火焰距離的高度控制不易：這會增加實驗誤差值。
- 7.沒有用溫度變化來記錄：要研究金屬熱傳導，卻都沒用到溫度的紀錄，研究結果的說服力不足！

基於上述的七種問題，我們決定設計一個可以克服上述所有問題的儀器。為了穩定火源，我們一定要有帷幕阻擋外在空氣流動的干擾，且酒精燈要有固定的位置；為了穩定鐵絲與酒精燈火舌固定的高度，儀器要有高度相同

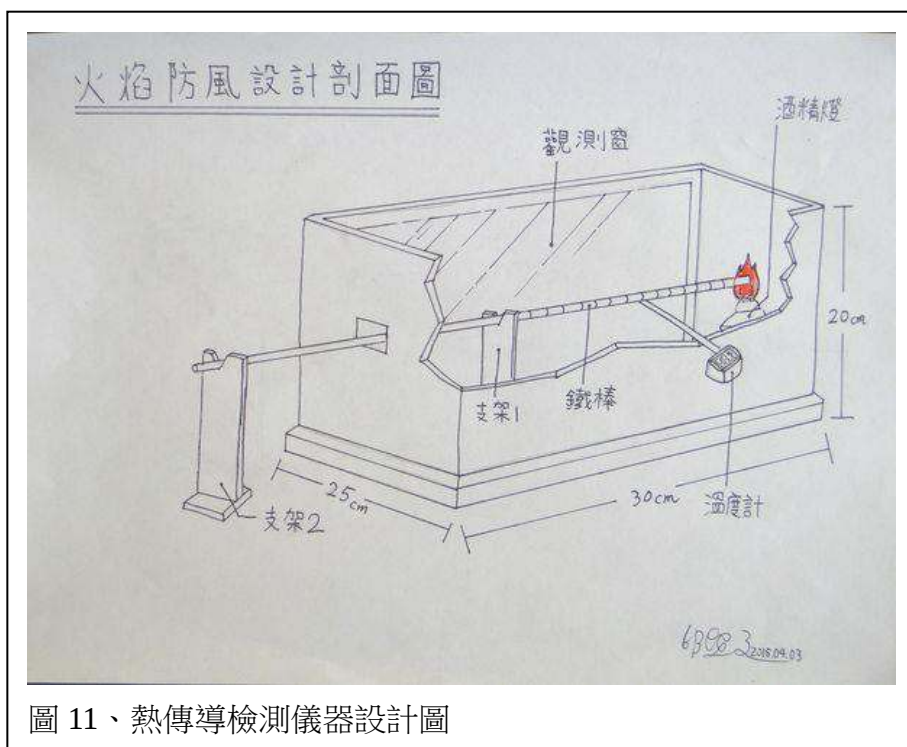


圖 11、熱傳導檢測儀器設計圖

且穩固的兩個支架；為了能偵測到固定刻度上的溫度變化，帷幕必須開設觀察視窗，且要有

細縫可以讓電子式溫度計可以偵測；為了讓電子式溫度計可以不在手持狀況下觀察溫度，必須設置溫度計支撐座（牆）；另外鐵絲刻度的畫記要從前端 2 公分處開始，因為酒精燈的火舌直徑大概有 2 公分寬。於是我們將想法繪製成設計圖（如圖 11），並利用廢棄的書桌、紙箱、紙盒與膠布製作出「熱傳導檢測儀」，其成品如（圖 12～圖 15）：



圖 12、熱傳導檢測儀，實驗設置

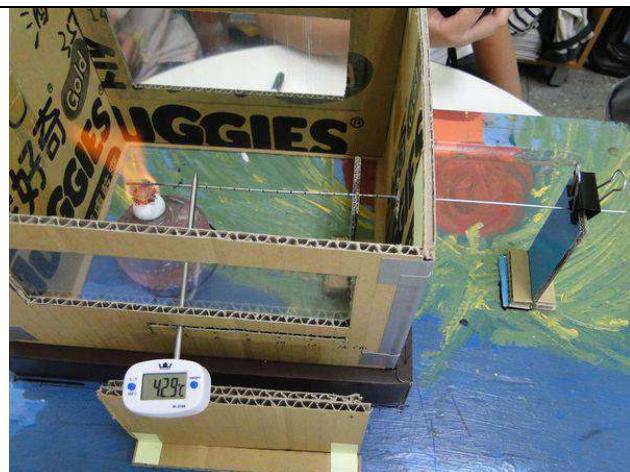


圖 13、熱傳導檢測儀，實驗進行觀測

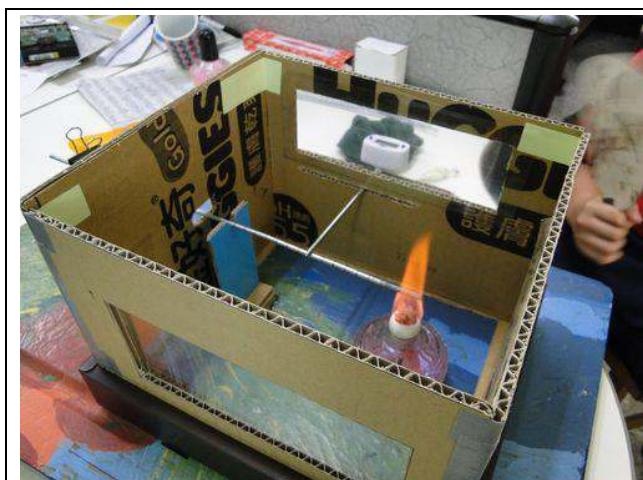


圖 14、熱傳導檢測儀（穩定火舌）



圖 15、鐵絲前端 2 公分起畫刻度

活動五、利用「熱傳導檢測儀」檢測鐵絲的熱傳導：

因為活動三的研究結果提供我們較為具體的檢測方向，所以為了有效且全面性收集熱傳導的溫度變化，我們決定在三種不同直徑的鐵絲上，每隔 2 公分的位置分別收集溫度變化的數據，以進行實驗結果分析：

（一）不同鐵絲同一距離溫度變化的偵測方法：

1. 每一種鐵絲的前端 2 公分留給火焰加溫，從 2 公分處起，每格 1 公分畫一個圈，一共畫

15 個（15 公分距離）的標線。

2.自點燃酒精燈開始，每格 30 秒記錄一次同一位置溫度的變化一次，持續 10 分鐘。

3.設定每根鐵絲檢測的位置為 1 公分、3 公分、5 公分、7 公分、9 公分、11 公分等六處。

4.另外 13 公分、15 公分、及 17 公分處僅測量加溫 10 分鐘後的溫度即可，因為活動三數據告訴我們，這些地方手感溫度難以察覺。

5.利用兩根相同直徑鐵絲，同一處偵測點各檢驗一次，在求實驗平均值。

註：實驗設計安置佈局如圖 16～圖 19。



圖 16、材料安置在檢測儀的位置，進行點火



圖 17、點火後，只要專心觀測碼表與溫度計

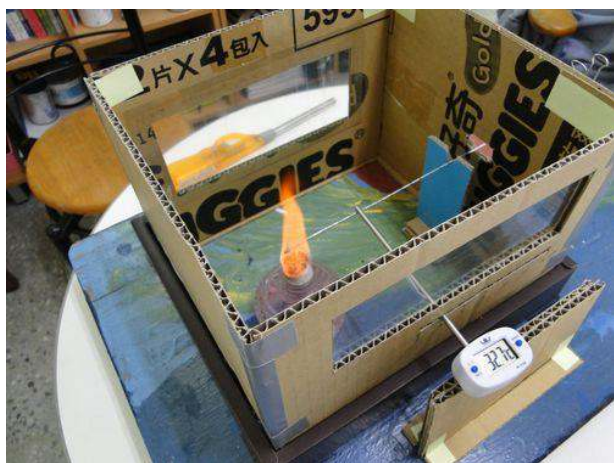


圖 18、實驗進行的俯勘圖

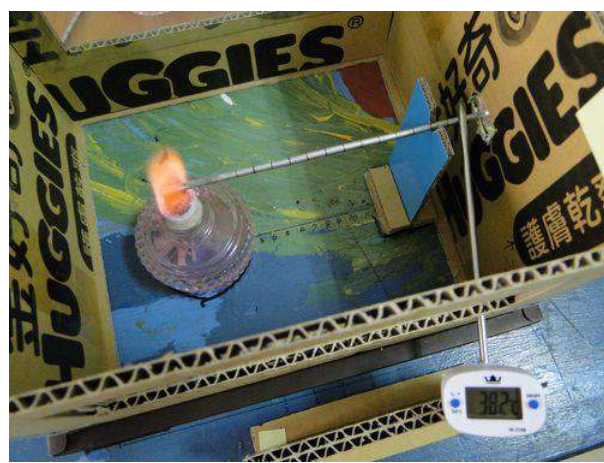


圖 19、離火源最遠端的溫度檢測設置

（二）同一種鐵絲不同處的檢測 10 分鐘溫度變化實驗：取平均值

實驗數據，依 8 番鐵絲、12 番鐵絲、及 16 番鐵絲的整合記錄，結果如表 12、表 13、表 14，另三種鐵絲的遠端檢測值，如表 15。

表 12、八番鐵絲～實驗記錄（橫座標單位 30 秒）

時間 距離	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1CM	49.5	93.5	129	149	164	170	178	178	183	193	186	189	184	185	186	187	184	180	180	185
3CM	40.5	52.2	73.1	92	107	118	125	130	133	132	133	133	132	134	130	134	132	133	132	135
5CM	35.5	42.8	48.8	56	62.8	70.9	75.8	79.1	80.6	82.9	85.5	83.5	85.6	88.5	87.5	85.6	90.5	87.9	90.5	91.3
7CM	34.6	36.2	42.3	46	49.2	53	55.2	58.6	61.9	65.9	66	67.3	67	68.3	68.1	70.6	70.7	71.6	72	72.5
9CM	33.8	34.8	35.2	37.8	39.5	42.3	45.3	47.7	48.6	49.5	49.3	50.9	50.9	51.2	53.1	52.7	56.9	57.8	57.6	59.1
11	32.9	33.8	33.9	35.5	37.8	38.8	40.5	42.5	44.2	47.7	47.9	48.6	49.7	50.7	50.2	50.5	50.1	51	52.1	51.2
13																				45.1
15																				39.6
17																				35.9

表 13、十二番鐵絲～實驗記錄（橫座標單位 30 秒）

時間 距離	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1CM	46.7	88	119	134	132	136	144	146	149	149	150	150	146	149	150	152	151	151	150	151
3	37.3	50.5	65.8	78.8	78	92.8	94	96	94.9	96.8	97.9	99.3	99	99.7	99.7	99.1	101	101	100	98.8
5	33.6	41	46.6	54.8	59.1	63.3	67.7	70.8	72.6	74.3	75.0	75.7	75.7	72.1	76.4	75.9	76	76.6	76.0	74.7
7	33.0	35.6	39.8	43.9	47.9	51.4	54.2	54.3	56.6	58.3	58.9	59	61.2	60.9	60.3	61.2	61.8	62.6	62	61.9
9	32.1	32	33.9	36.1	37.3	41.3	43.5	45.5	47.9	47.7	47.9	48.6	47.9	47.9	45.5	44.3	47.9	49.2	49.3	48.4
11	31.9	32.8	33.1	34.9	36.3	37.9	38.9	38.3	39.4	39.9	41.2	41.6	42.1	41.9	41.8	41.5	40.5	41.3	39.7	41.1
13																				37.6
15																				34.8
17																				32.4

表 14、十六番鐵絲～實驗記錄（橫座標單位 30 秒）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1CM	45.8	74	92	102	107	108	113	117	120	115	113	114	115	115	117	128	117	120	124	120
3	35.1	45.8	51.7	56.4	57.5	58	58.7	59.1	57.8	59.8	60.2	63.7	64.5	65.9	66.2	68.0	72.7	73.6	72.8	73.6
5	33.9	39	43	45.4	47.5	49.3	50.5	50.9	50	50.1	50.5	50.4	51.5	52.3	52.2	52.8	53	53.3	54.7	54.4
7	32.3	34.5	37.9	42.2	43.8	44.6	45.2	45.8	47.7	47.7	47.6	45.9	47.7	47.7	47.8	47.9	47.9	47.9	47.8	47.5
9	31.7	34.1	35.3	37.1	36.9	38	39.8	40.2	39.5	38.8	40.4	41.9	42.5	40.4	39.3	40.1	40.5	40.2	41.3	42.1
11	31.2	32.4	32.8	34	35.5	36	35.9	36.6	35.9	36.6	37.3	38.3	38.3	39.1	39.1	38.1	38.1	38	38.2	38.9
13																				34.1
15																				32.6
17																				30

★當天常溫 30℃

表 15、等距離鐵絲～加溫 10 分鐘後溫度變化實驗紀錄，單位 ℃～★試驗二次平均值

十三公分處		十五公分處		十七公分處	
八番	45.1	八番	39.6	八番	35.9
十二番	37.6	十二番	34.8	十二番	32.4
十六翻	34.1	十六翻	32.6	十六翻	30℃ 常溫

（三）三種鐵絲同一距離處加熱 10 分鐘，溫度變化比較分析：

A、距離火源邊界 1 公分處的溫度變化記錄表（如表 16）與折線圖（如圖 20）的比較

表 16

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8 番	49.5	93.5	129	149	164	170	178	178	183	193	186	189	184	185	186	187	184	180	180	185
12 番	46.7	88	119	134	132	136	144	146	149	149	150	150	146	149	150	152	151	151	150	151
16 番	45.8	74	92	102	107	108	113	117	120	115	113	114	115	115	117	128	117	120	124	120

結果分析：離火源一公分處溫度變化折線圖告訴我們，8 番鐵絲溫度自 60 秒起溫度持續高於 12 番鐵絲，而 12 番鐵絲高於 16 番鐵絲。且加熱五分鐘後，同一處的三種鐵絲溫度變化就不大了。另外從表 16 數據資料可發現彼此溫度差

8 番鐵絲最高溫 189℃

12 番鐵絲最高溫 152℃

16 番鐵絲最高溫 128℃

◆右圖（圖 20）

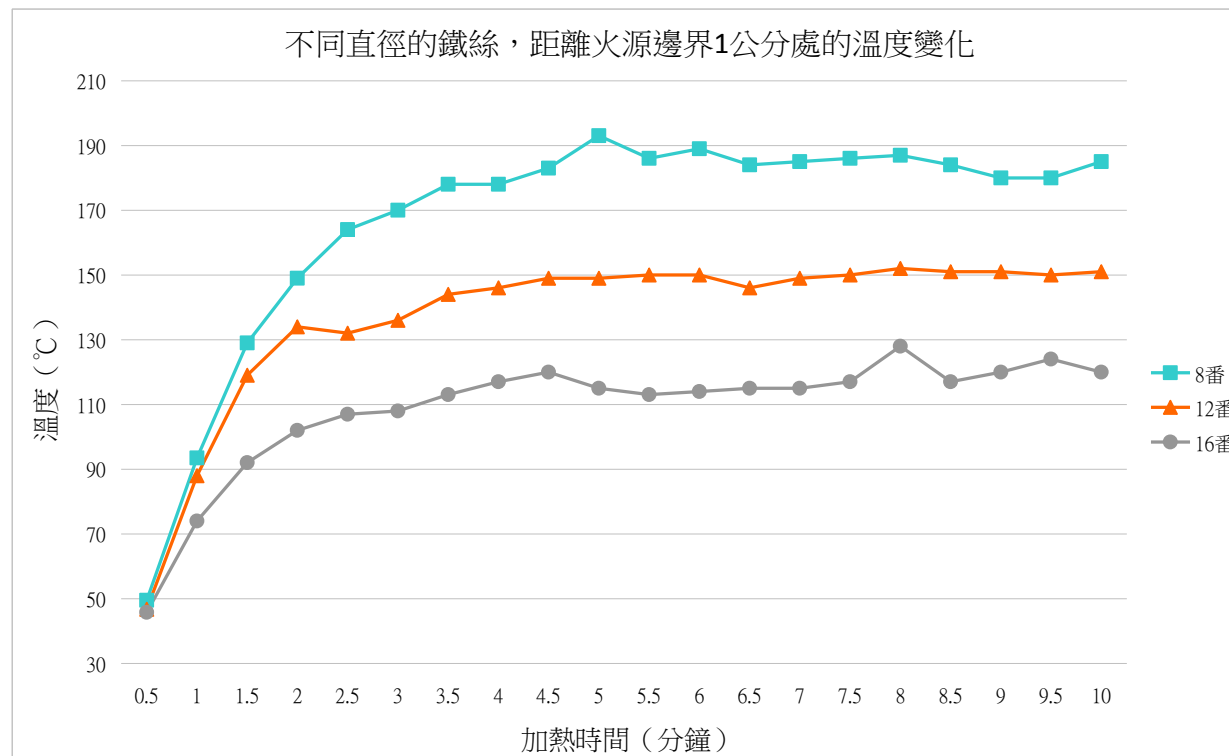


圖 20、不同直徑的鐵絲，距離火源 1 公分處的溫度變化折線圖。

B、距離火源邊界 3 公分處的溫度變化記錄表（如表 17）與折線圖（如圖 21）的比較

表 17

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8 番	40.5	52.2	73.1	92	107	118	125	130	133	132	133	133	132	134	130	134	132	133	132	135
12 番	37.3	50.5	65.8	78.8	78	92.8	94	96	94.9	96.8	97.9	99.3	99	99.7	99.7	99.1	101	101	100	98.8
16 番	35.1	45.8	51.7	56.4	57.5	58	58.7	59.1	57.8	59.8	60.2	63.7	64.5	65.9	66.2	68.0	72.7	73.6	72.8	73.6

時間單位：30 秒

結果分析：離火源三公分處溫度變化折線圖告訴我們，8 番鐵絲溫度自 60 秒起溫度持續高於 12 番鐵絲，而 12 番鐵絲高於 16 番鐵絲。且加熱四分半鐘後，同一處的三種鐵絲溫度變化就不大了。另外從表 17 數據資料可發現彼此溫度差：

8 番鐵絲最高溫 134℃

12 番鐵絲最高溫 101℃

16 番鐵絲最高溫 73.6℃

◆右圖（圖 21）

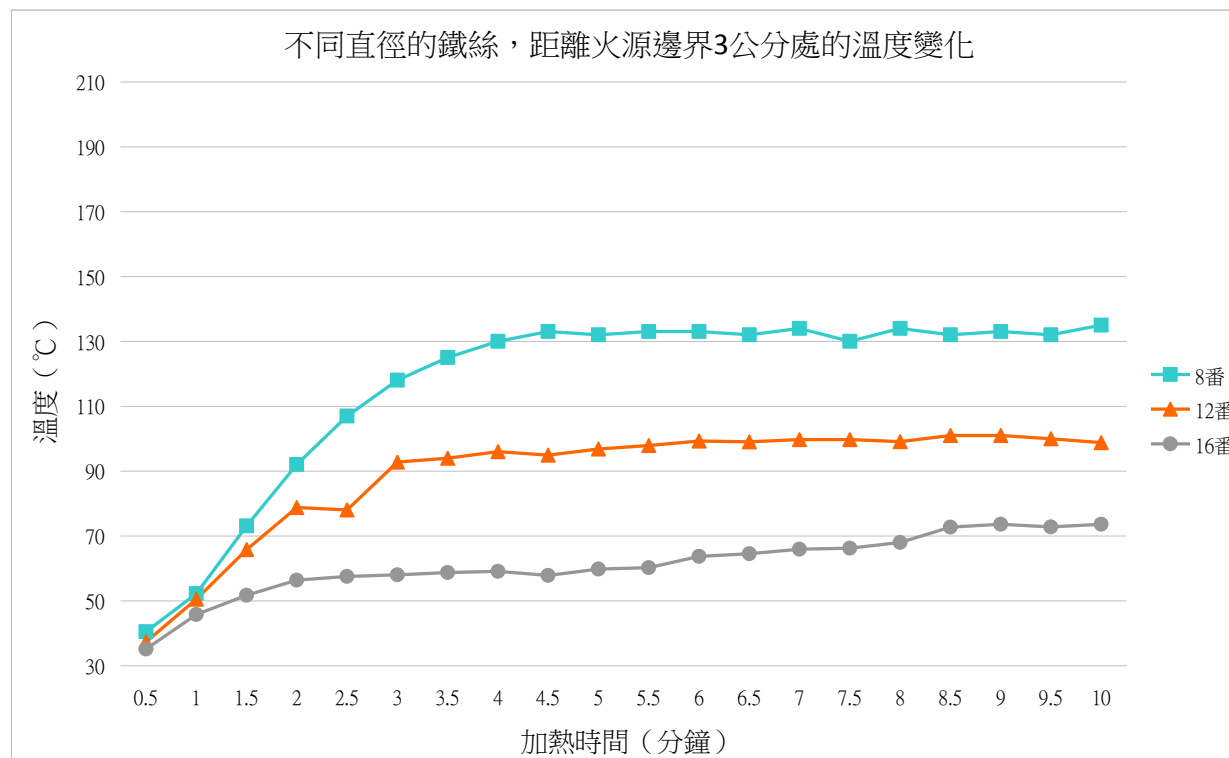


圖 21、不同直徑的鐵絲，距離火源 3 公分處的溫度變化折線圖。

C、距離火源邊界 5 公分處的溫度變化記錄表（如表 18）與折線圖（如圖 22）的比較

表 18

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8 番	35.5	42.8	48.8	56	62.8	70.9	75.8	79.1	80.6	82.9	85.5	83.5	85.6	88.5	87.5	85.6	90.5	87.9	90.5	91.3
12 番	33.6	41	46.6	54.8	59.1	63.3	67.7	70.8	72.6	74.3	75.0	75.7	75.7	72.1	76.4	75.9	76	76.6	76.0	74.7
16 番	33.9	39	43	45.4	47.5	49.3	50.5	50.9	50	50.1	50.5	50.4	51.5	52.3	52.2	52.8	53	53.3	54.7	54.4

時間單位：30 秒

結果分析：離火源五公分處溫度變化折線圖告訴我們，8 番鐵絲溫度自 60 秒起溫度持續高於 12 番鐵絲，而 12 番鐵絲高於 16 番鐵絲。且加熱五分半鐘後，除了 8 番鐵絲外，同一處的三種鐵絲溫度變化就不大了，。另外從表 18 數據資料可發現彼此溫度差：

8 番鐵絲最高溫 90.5℃

12 番鐵絲最高溫 76.6℃

16 番鐵絲最高溫 54.7℃

◆右圖（圖 22）

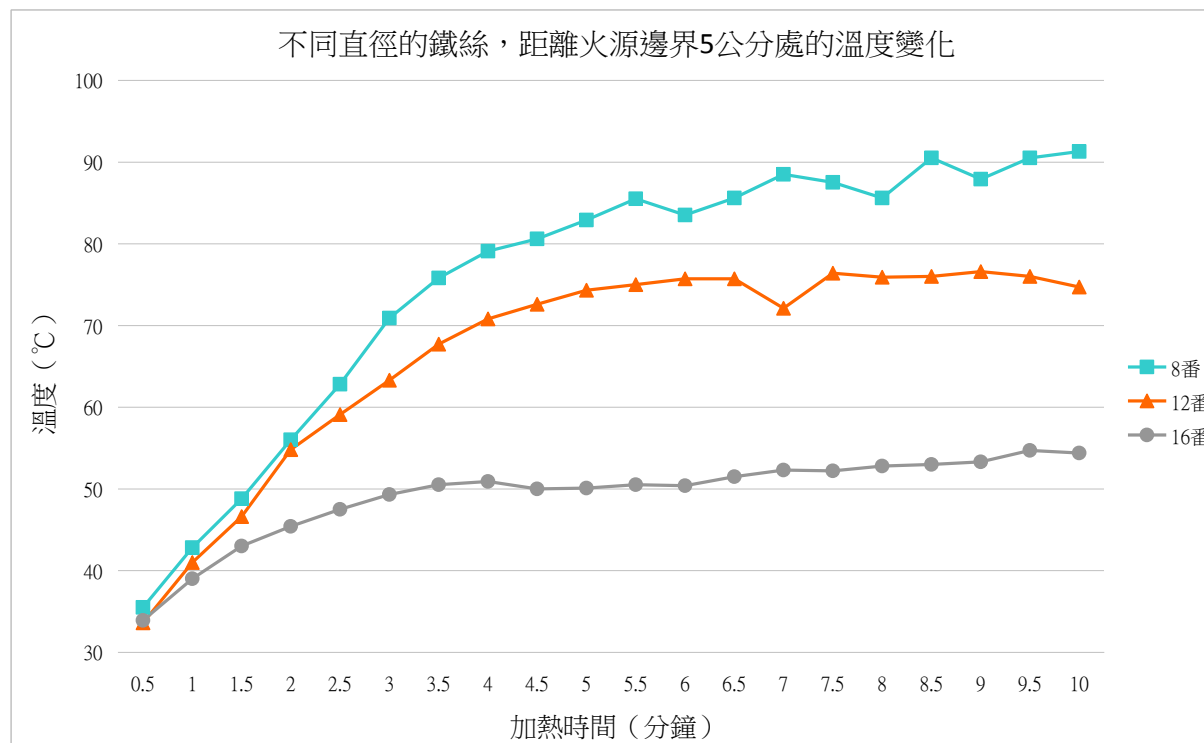


圖 22、不同直徑的鐵絲，距離火源 5 公分處的溫度變化折線圖。

D、距離火源邊界 7 公分處的溫度變化記錄表（如表 19）與折線圖（如圖 23）的比較

表 19

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8 番	34.6	36.2	42.3	46	49.2	53	55.2	58.6	61.9	65.9	66	67.3	67	68.3	68.1	70.6	70.7	71.6	72	72.5
12 番	33.0	35.6	39.8	43.9	47.9	51.4	54.2	54.3	56.6	58.3	58.9	59	61.2	60.9	60.3	61.2	61.8	62.6	62	61.9
16 番	32.3	34.5	37.9	42.2	43.8	44.6	45.2	45.8	47.7	47.7	47.6	45.9	47.7	47.7	47.8	47.9	47.9	47.9	47.8	47.5

時間單位：30 秒

結果分析：離火源七公分處溫度變化折線圖告訴我們，8 番鐵絲溫度自 60 秒起溫度持續高於 12 番鐵絲，而 12 番鐵絲高於 16 番鐵絲。

且加熱五分半鐘後，除了 8 番鐵絲外同一處的三種鐵絲溫度變化就趨緩了，。另外從表 19 數據資料可發現彼此溫度差：

8 番鐵絲最高溫 72.5℃

12 番鐵絲最高溫 62.6℃

16 番鐵絲最高溫 47.9℃

◆右圖（圖 23）

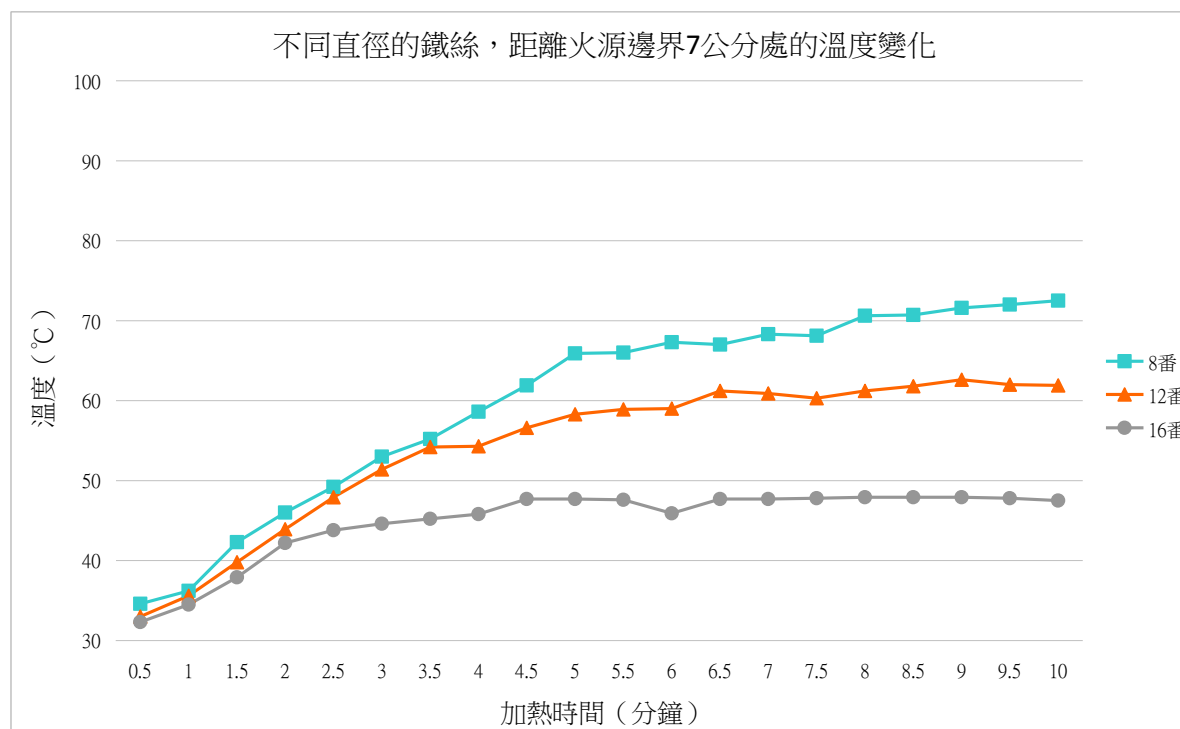


圖 23、不同直徑的鐵絲，距離火源 7 公分處的溫度變化折線圖。

E、距離火源邊界 9 公分處的溫度變化記錄表（如表 20）與折線圖（如圖 24）的比較

表 20

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8 番	33.8	34.8	35.2	37.8	39.5	42.3	45.3	47.7	48.6	49.5	49.3	50.9	50.9	51.2	53.1	52.7	56.9	57.8	57.6	59.1
12 番	32.1	32	33.9	36.1	37.3	41.3	43.5	45.5	47.9	47.7	47.9	48.6	47.9	47.9	45.5	44.3	47.9	49.2	49.3	48.4
16 番	31.7	34.1	35.3	37.1	36.9	38	39.8	40.2	39.5	38.8	40.4	41.9	42.5	40.4	39.3	40.1	40.5	40.2	41.3	42.1

時間單位：30 秒

結果分析：離火源七公分處溫度變化折線圖告訴我們，8 番鐵絲溫度自 60 秒起溫度持續高於 12 番鐵絲，而 12 番鐵絲高於 16 番鐵絲。

且加熱五分半鐘後，除了 8 番鐵絲外同一處的三種鐵絲溫度變化就趨緩了，。另外從表 20 數據資料可發現彼此溫度差：

8 番鐵絲最高溫 59.1℃

12 番鐵絲最高溫 49.3℃

16 番鐵絲最高溫 42.5℃

◆ 右圖（圖 24）

【結論】三種鐵絲同一距離處加熱 10 分鐘，溫度變化比較分析結果：8 番鐵絲溫度自 60 秒起溫度持續高於 12 番鐵絲，而 12 番鐵絲高於 16 番鐵絲，且有明顯差距，另一有趣現象是持續加熱 5 分鐘後，同一鐵絲同一處的溫度變化就趨緩了。

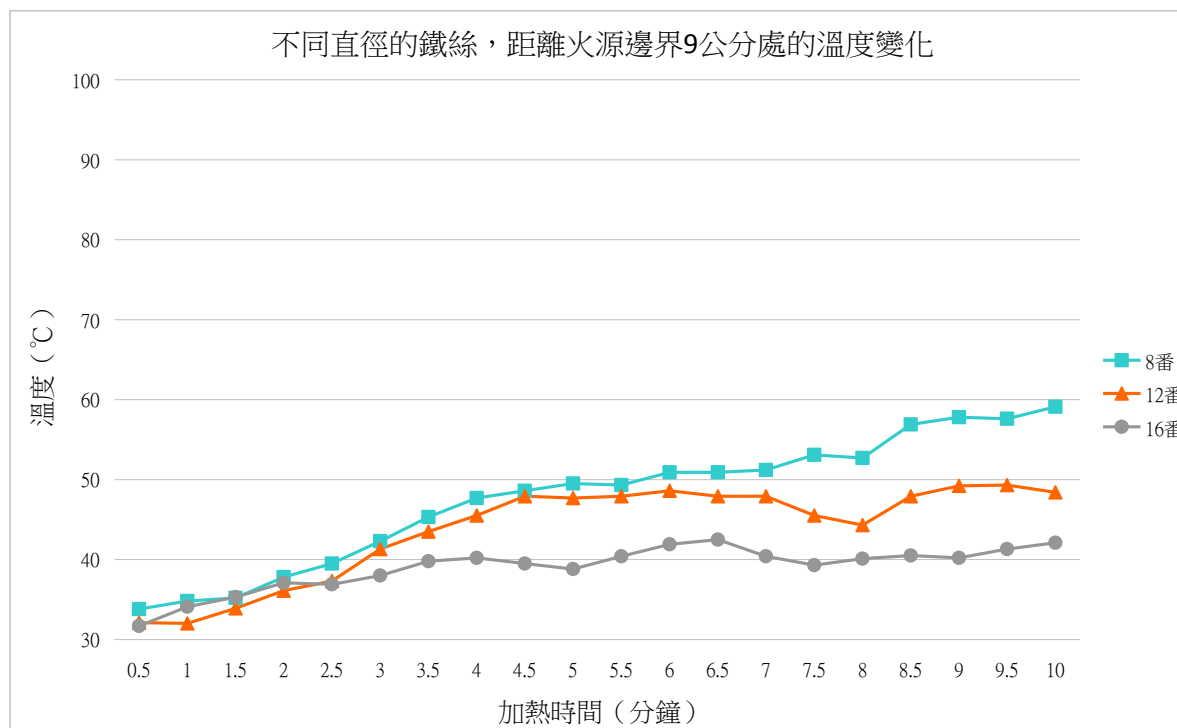


圖 24、不同直徑的鐵絲，距離火源 9 公分處的溫度變化折線圖。

（四）鐵絲傳熱距離驗證比較分析：加溫 10 分後，不同鐵絲同樣距離處的溫度值如表 21，繪製成折線圖（如圖 25）。

表 21

	1 公分	3 公分	5 公分	7 公分	9 公分	11 公分	13 公分	15 公分	17 公分
8 番	185	135	91	73	59	51.2	45	40	36
12 番	151	99	75	62	48	41.1	38	35	32
16 番	120	74	54	48	42	38.9	34	33	30 常溫

距離指：離火源邊界一公分為起點，3 公分代表離火源邊界 3 公分，依此類推

結果分析：不同鐵絲，同一地方加溫 10 分鐘的溫度變化繪製成折線圖（如右圖 25），由折線圖可發現距離火源越近，彼此溫度差越大，離火源越遠溫度差越小，此現象在 17 公分處的溫度有了明顯的變化，16 番鐵絲的溫度已成常溫（30℃），也就是溫度傳遞的極限，而 12 番鐵絲在 17 公分處的溫度高於常溫 2℃（32℃），8 番鐵絲在 17 公分處的溫度高於常溫 6℃（36℃）。

◆右圖（圖 25）

【結論】從表 21 溫度數據，我們可以肯定的說：「熱在鐵絲的傳遞有極限性，且越細鐵絲，傳遞的距離越近，越粗的鐵絲傳遞的距離越遠。」

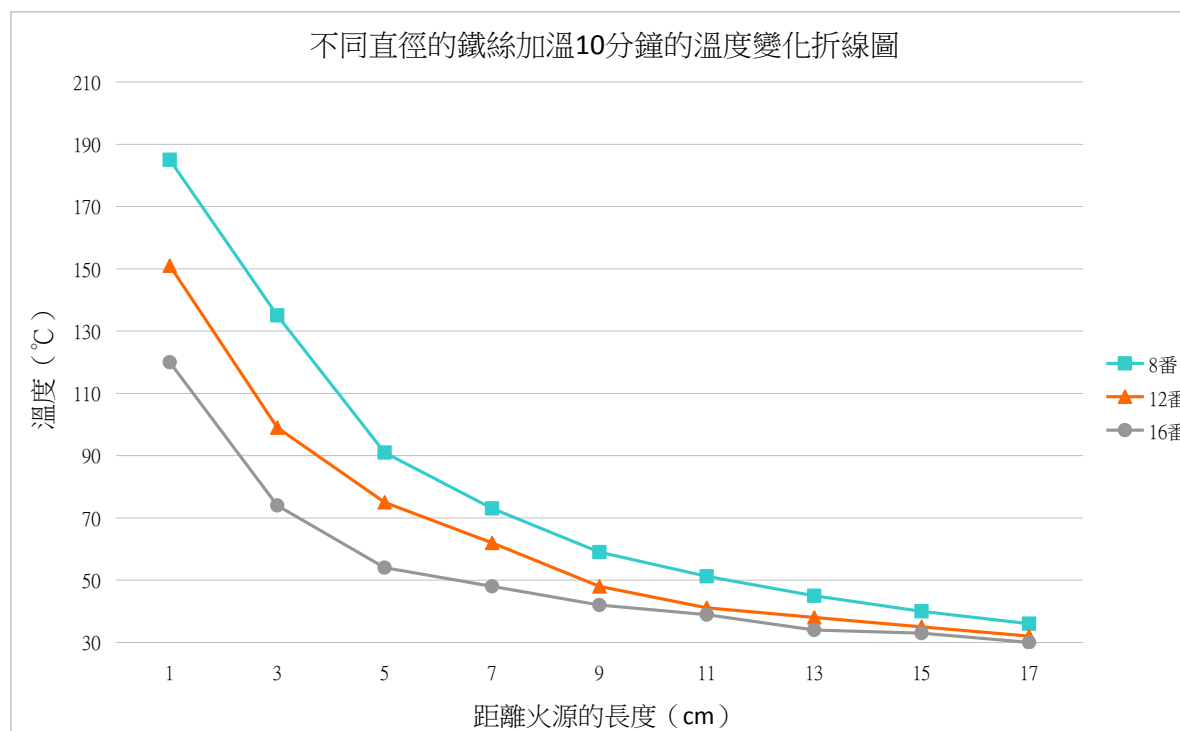


圖 25、不同直徑鐵絲同樣距離處加溫 10 分鐘的溫度變化折線圖

（五）鐵絲傳熱速度驗證比較分析：加溫五分鐘時，三種不同鐵絲相同位置的溫度比較表（如表 22），繪製成折線圖（如圖 26）

表 22

	8 番	12 番	16 番
1 公分處	193	149	115
3 公分處	132	96.8	59.8
5 公分處	82.9	74.3	50.1
7 公分處	65.9	58.3	47.7
9 公分處	49.5	47.7	38.8
11 公分處	47.7	39.9	36.6

結果分析：不同鐵絲，擷取六個地方加溫 5 分鐘時的溫度變化資料繪製成折線圖（如右圖 26），由折線圖可發現六個地方的溫度，8 番的鐵絲都高於 12 番的鐵絲，而 12 番的鐵絲也都高於 16 番的鐵絲。也就是說，同樣距離，加熱同樣時間，越粗的鐵絲溫度越高，越細的鐵絲溫度越低。

◆右圖（圖 26）

【結論】從上述分析，同樣距離，加熱同樣時間，越粗的鐵絲溫度越高，越細的鐵絲溫度越低。我們可以肯定的說：「**熱在鐵絲的傳遞速度，粗的鐵絲大於細的鐵絲。**」

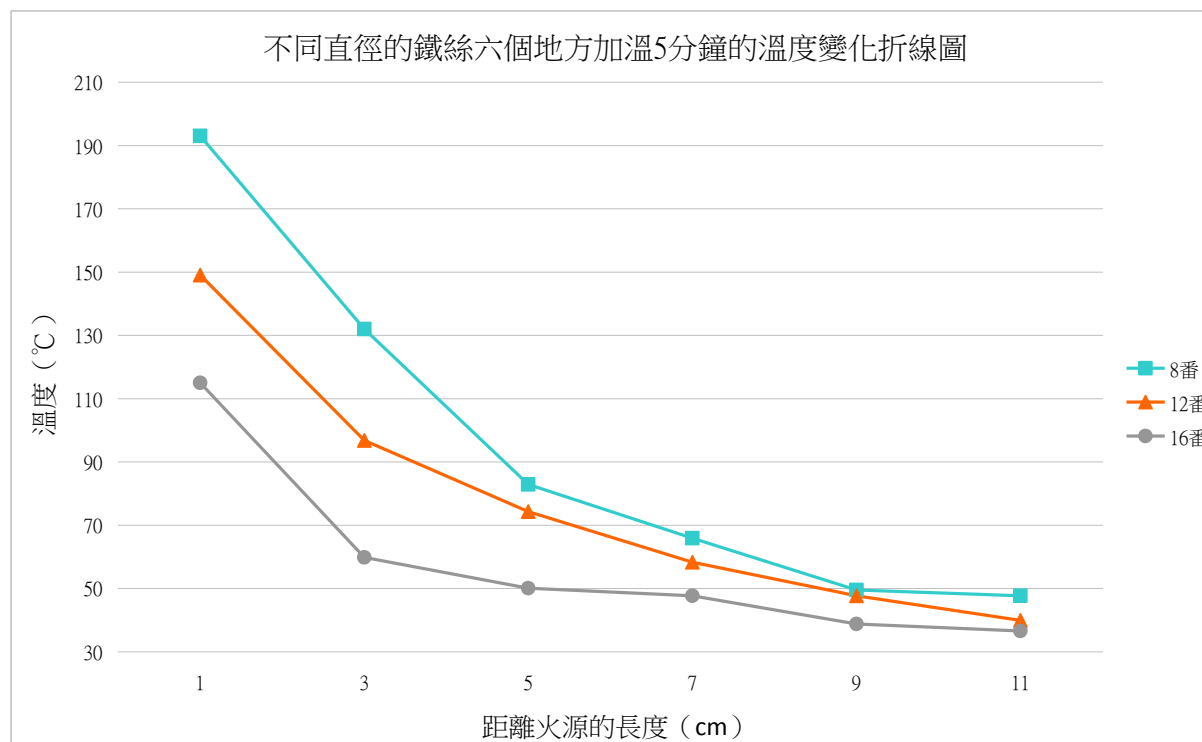


圖 26、不同直徑鐵絲六個地方，各加溫 5 分鐘的溫度變化折線圖

伍、結論：

一、來自問卷調查所發現的「迷思」：（對像是 74 位同學、26 位師長）

- （一）有 76%的人認為，只要一直對鐵尺加熱，熱量會持續增強到鐵尺末端。
- （二）有 84%的人認為，細的鐵絲傳熱速度比較快。
- （三）有 76%的人認為，細的鐵絲傳熱會傳的比較遠。另有二位師長認為熱的傳遞不管粗細，傳熱距離不會有差別，應該都是一樣的。

二、鐵絲滴蠟油加熱實驗結果發現：

- （一）持續對鐵尺中央加熱 60 分鐘後，手摸鐵尺兩端並沒有溫度感。
- （二）鐵絲的傳熱距離和傳熱速度與鐵絲的粗細有關係。
 - 1.越粗的鐵絲，其傳熱的速度越快，越粗的鐵絲所能傳熱的距離越遠。
 - 2.不管鐵絲的粗細，熱的傳導都是有其限度。實驗證明鐵絲上蠟油熔化的距離：八番鐵絲最遠到 13.6 公分處；十二番鐵絲最遠到 10.7 公分處；十六番鐵絲最遠到 8.3 公分。
- （三）彎曲的鐵絲，熱依舊會順著鐵絲形狀傳遞，其結果同本重點的（一）和（二）。
註：鐵絲蠟油實驗的不確定因素太多，科學方法易受質疑。

三、創發的研究工具「熱傳導檢測儀」之實驗：

- （一）「熱傳導檢測儀」能有效摒除「鐵絲蠟油」實驗的不精確因素：如 1.火舌不穩。2.蠟油的厚度控制不均勻。3.觀察蠟油熔化紀錄刻度的資料誤差值大：4.實驗設置不穩定。5.鐵絲加熱地方與刻度關係不理想。6.鐵絲前端與火焰距離的高度控制不易。
- （二）「熱傳導檢測儀」利用點子式溫度計來偵測鐵絲傳遞的熱量值，可以客觀紀錄實驗數據，實驗結果有很高的說服力。

四、「熱傳導檢測儀」實驗證明：

- （一）熱在鐵絲中的傳遞距離有極限性，且越細鐵絲，傳遞的距離越近，越粗的鐵絲傳遞的距離越遠。
- （二）同樣距離不同粗細鐵絲，加熱同樣時間，越粗的鐵絲溫度越高，越細的鐵絲溫度越低。

(三) 熱在鐵絲的傳遞速度，粗的鐵絲快於細的鐵絲（從同一時間溫度差可判定）。

(四) 從圖 20 的折線可知，鐵絲傳遞熱量的溫度，在同一地方的最高溫也是有極限性。

此實驗結果支撐了「鐵絲蠟油實驗」的結論，而「熱傳遞檢測儀」的研究結果是較客觀、精確的。

陸、建議事項：

實驗結論發現，粗的鐵絲不管傳熱距離或傳熱速度都優於細的鐵絲，因此我們推論：「家裡煮湯的鍋子，其不銹鋼材越厚，傳熱速度應該越快，如此也就越能節省瓦斯才是。」

對於此實驗研究的推論，雖受限於家中找不到相同材質、相同尺寸、不同厚度的鍋子來進行研究，但值得繼續努力尋找所需材料，做進一步驗證探索！

柒、參考資料：

一、康軒自然領域六下書本。

二、自然課上課抄寫的自然筆記（老師補充教材）。

三、康軒、南一習作本。

四、南一版自然領域六下書本。

【評語】 080112

本研究能夠解決鐵絲熱傳導在粗細、距離、長度上的迷思概念，
並設計熱傳導檢測儀，能增進教學，值得嘉許。