

# 自製照度計

## 高小組應用科第三名

高雄市前鎮國民小學

作者：黃佳琪 蔡季燕

指導教師：薛梨真 王毅勤

### 一、研究動機

今年四月，學校準備舉辦全市性視力保健觀摩會，所以老師常提醒我們要注意視力保健，同時也常常看到郭主任拿著照度計，到教室來量光線夠不夠，引起我們的好奇心，爲什麼要量不同位置？到底是什麼使照度不一樣呢？……於是，我們便開始研究這些與照度有關的問題。在實驗時，我們意外的發現桌上所放的蠟燭，當燈光照射時，蠟燭所顯出的明暗程度隨光的強弱而有所變化，使我們聯想到是不是可以利用蠟燭這種透光的情形做一個簡易的照度計呢？如果能夠做出簡易照度計，讓全國其他小朋友都能自製一套，一方面不必花昂貴的價格去買照度計；一方面又可隨時檢查身邊的照度，了解光線夠不夠，進而保護自己的視力，不是很有意義嗎？於是我們懷著興奮的心情，在老師的指導下，做了以下的研究。

### 二、研究目的

- (一)了解影響照度的因素。
- (二)了解石蠟透光程度與照度的關係。
- (三)利用影響照度的因素與石蠟透光的原理，自製不同的簡易照度計。

### 三、研究設備器材

- (一)光電型照度計。
- (二)1 W, 2 W, 5 W, 10 W, 20 W, 40 W, 60 W, 100 W 透明燈泡。
- (三)米達尺。

- (四)量角器。
- (五)調光器。
- (六)白色透明蠟燭。
- (七)電線插頭。
- (八)電池。
- (九)錫箔紙。
- (十)黑色漆。
- (十一)黑色膠布。

## 四、研究過程

我們的研究主要依下面幾個步驟來進行：

- (一)研究影響照度有那些因素？分光源強度、距離、光源方向等因素來進行以下四項實驗：
  - 實驗一：觀察同光源同距離下不同光源方向的照度變化情形。
  - 實驗二：觀察同距離下不同光源強度的照度變化情形。
  - 實驗三：觀察同光源下不同距離的照度變化情形。
  - 實驗四：觀察同照度下不同光源強度的距離變化情形。
- (二)研究石蠟透光程度與照度有什麼關係？分不同照度與相同照度下做以下的實驗：
  - 觀察五：觀察不同照度下與相同照度下石蠟明暗變化的情形。
- (三)利用實驗一到五所得的原理自製簡易的照度計，研究它的製作方法，操作方法與功用。
- (四)比較自製簡易照度計與光電型照度計的優缺點。

## 五、研究方法、結果及討論

以下我們就各研究的實驗方法，實驗結果與討論分項說明於後：

- (一)研究一影響照度的有那些因素？

實驗說明：1 實驗在晚上暗室裏進行。

2 光源強度：指燈泡所發出的光。

3 燈泡：指透明白熾燈泡。

4. 照度：以光電型照度計所顯示的度數為準（以 L U X 為單位）。
5. 透光度（指石蠟透光的明暗程度）。
6. 距離：指燈泡中心點到照度感光面的距離。
7. 每項實驗每人都觀察三次，求平均值為代表。

※實驗(一)：觀察同光源同距離下不同光源方向的照度變化情形。

**實驗方法**：1 在桌面上以量角器劃一半圓（半徑30公分）以中心線為 $0^\circ$ ，左右各在 $15^\circ$ ， $30^\circ$ ， $45^\circ$ ， $60^\circ$ ， $75^\circ$ ， $90^\circ$ ，處做記號。

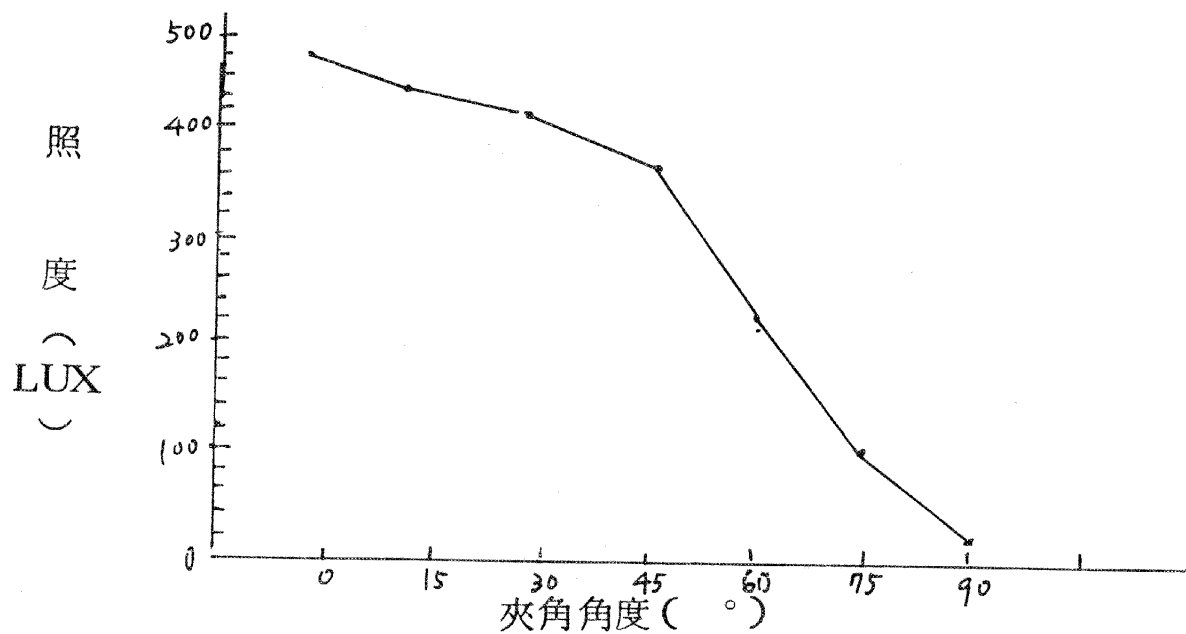
2 把照度計放在底線中心處，以20W燈泡分別放在左右不同角度地方，觀察並記錄照度變化情形。

**實驗結果**：

根據實驗一得以下結果：

表一：同距離同光源下照度與光源方向關係表

照度(L U X) 夾角度數 次別	$0^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$75^\circ$	$90^\circ$
左	482	449	412	379	210	87	16
右	482	446	410	378	210	85	15
平均	482	447.5	411	378.5	210	86	15.5
0時照度的 倍數	1	0.93	0.85	0.78	0.44	0.18	0.03



圖一：同距離同光源下照度與光源方向關係圖

**討論：**

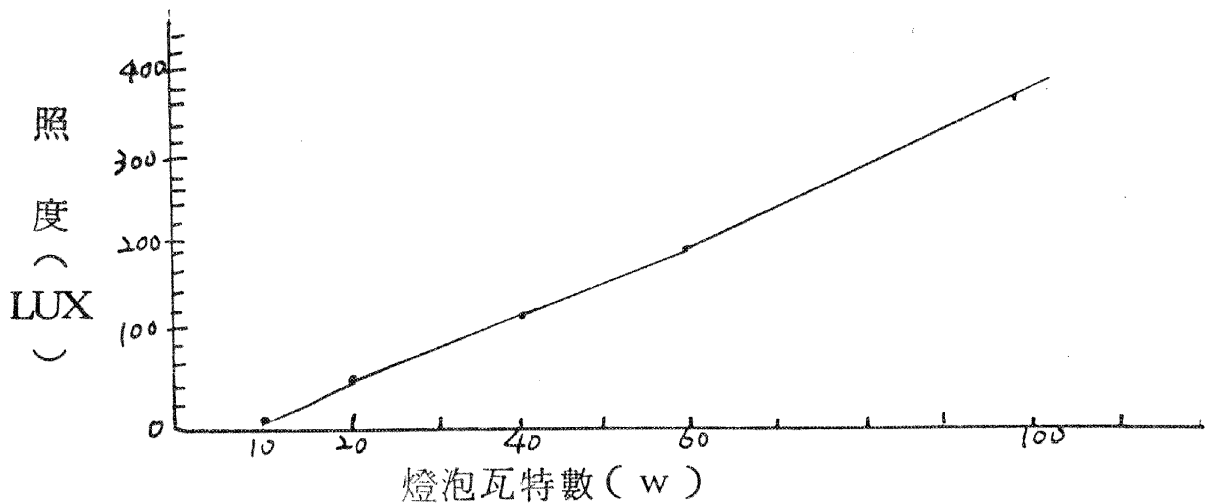
由表一圖一發現以下二點：

1. 同距離同光源下照度隨夾角角度增加而減少，以正面 ( $0^\circ$ ) 的照度最大。
2. 同樣的夾角角度所量的照度幾乎一樣，不因位置改變而改變。

※實驗(二)：觀察同距離下不同光源強度的照度變化情形。

- 實驗方法：**
1. 在桌上劃一直線，每隔10公分記一刻度。
  2. 照度計放在0處。
  3. 分別把10W，20W，40W，60W，100W燈泡，放在1公尺地方，觀察並記錄每次的照度。

**實驗結果：**根據實驗二~1得以下結果：

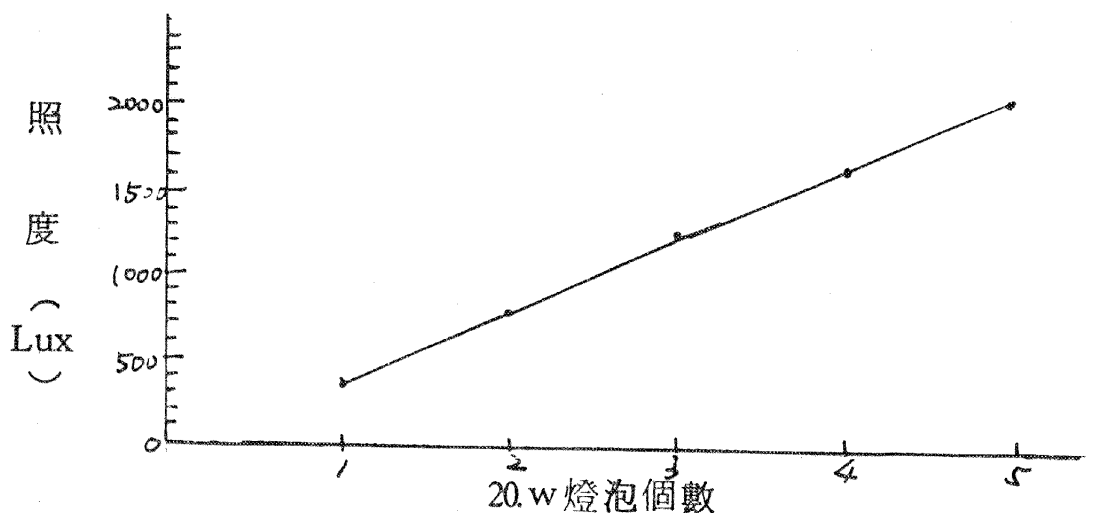


圖二~1同距離下照度與光源強度(燈泡瓦特數)關係圖

**討論**：由圖二~1 發現同距離下照度隨光源強度增加而增加。

**實驗方法 2**：1 做一個半圓形的木板在半圓周上裝了五個燈座。  
2 將半圓形木板立在 0 處，照度計在 30 公分處，觀察並記錄一個，二個，三個，四個，五個 20 W 燈泡亮時的照度。

**實驗結果**：根據實驗二~2 得以下結果：



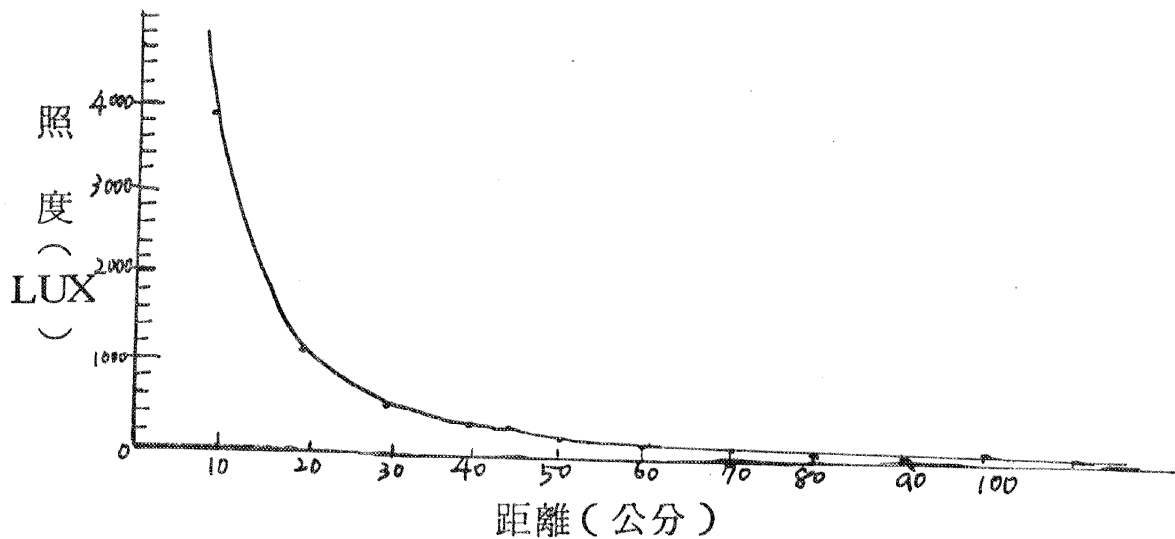
圖二~2 同距離下照度與光源強度(燈泡個數)關係圖

**討論**：由圖二～2可發現同距離下照度隨光源強度增加而增加接近正比。

※**實驗(三)**：觀察同光源下不同距離的照度變化情形。

**實驗方法**：將照度計放於0處，把20W燈泡放在10，20，30，40，50，60，70，80，90，100公分地方，觀察並記錄每地方的照度。

**實驗結果**：根據實驗三得以下結果：



圖三 同光源下照度與距離關係圖

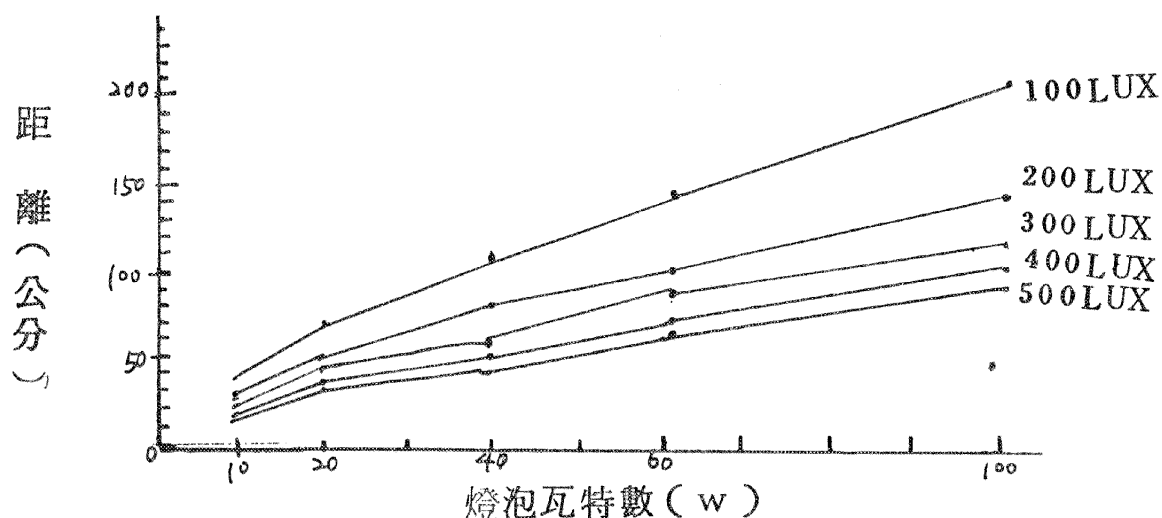
**討論**：由圖三可發現

同光源下照度隨距離的增加而減少，接近平方反比。

※**實驗(四)**：觀察同照度下不同光源強度的距離變化情形。

**實驗方法**：照度計放於0處，移動10W，20W，40W，60W，100W當照度100，200，300，400，500時的距離。

**實驗結果**：由實驗(四)可得以下結果：



圖四 同照度下光源強度（燈泡瓦特數）與距離關係圖

討論：由圖四中發現以下三點：

1. 同照度下，距離隨燈泡瓦特數增加而增加。
2. 同光源下距離隨照度增加而減少。
3. 照度 200 時的距離，（ 10 W 27.5 公分， 20 W 47 公分， 40 W 79.5 公分， 60 W 94.5 公分， 100 W 139 公分），可做我們讀書時調整燈泡距離的參考。（註：因為行政院規定桌面照度以不低於 200 Lux 為原則。）

(二)研究二：石蠟透光程度與照度有什麼關係？

※實驗(五)：觀察不同照度與相同照度下石蠟明暗變化情形。

實驗方法：1. 用卡紙做成每邊 15 公分的正方體二個。

2. 溶白色透明蠟燭（註：要用小火，讓它變成蠟液就可）。

將蠟液倒入模型中高 5 公分，冷卻後得兩塊長 15 公分寬 15 公分高 5 公分的長方體石蠟。

3. 兩塊石蠟用不透明紙中間隔開，並且將它們併成一塊（最後我們用錫箔紙，因為發現它的效果最好）。

4. 將石蠟放在中間，左右兩邊放 10 W 與 40 W，40 W 與 10 W 燈泡在 20 公分處，觀察比較石蠟的明暗情

形。

5. 將石蠟放在中間，左右兩邊放 20 W 與 40 W，40 W 與 20 W 燈泡在 20 公分處，觀察比較石蠟的明暗情形。

6. 將石蠟放在中間，左右兩邊放 20 W 與 20 W 燈泡在 20 公分處觀察比較石蠟的明暗情形。

實驗結果：根據實驗五，可得以下結果：

明暗情形 次別	一		二		三	
	左 475	右 2150	左 2150	右 1145	左 1145	右 1145
一	×	○	○	×	同 右	同 左
	左 2150	右 475	左 1145	右 2150	左 1145	右 1145
二	○	×	×	○	同 右	同 左

註：○表示比較亮的一邊。 475 LUX 代表 10 W 的照度  
 ×表示比較不亮的一邊。 1145 LUX 代表 20 W 的照度  
 2150 LUX 代表 40 W 的照度

討論：根據表二可發現以下各點：

1. 同照度下石蠟透光度一樣。
2. 不同照度下照度大的一邊比照度小的一邊亮。

(三) 研究三：自製簡易照度計

1 根據研究一、研究二使我們產生了以下的想法：

※由研究二可知道：

- (1) 如果我們把左右的一邊固定照度，那麼另一邊只要比它亮表示照度比固定照度大，比它暗表示照度比固定照度小。相同表示照度與固定照度相近。

※由研究一可知道：

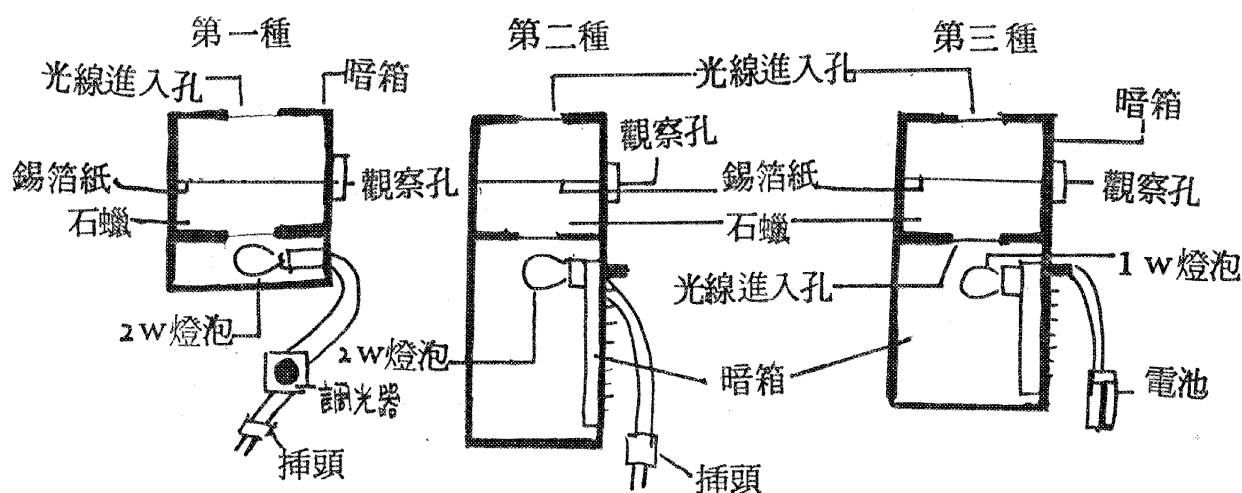
- (2) 要把另一邊固定照度，可用暗箱，避免外面的光線進入，



裏面裝燈泡，調整光的強度，或調整距離或調整方向都可使照度不同。

(3)利用光電式的照度計做爲標準，可刻出不同距離或不同光源或不同方向時的照度，自製簡易照度計便可做出了。

2 根據以上的想法我們請家人及老師協助我們製作自製照度計，結果我們做出了以下三種照度計：



3. 製作方法說明：

(1)用卡紙做二個每邊 5 公分的正方體模型。

(2)溶白色透明蠟燭，倒蠟液入模型高 1.5 公分，等凝固後取下成兩塊長寬 5 公分高 1.5 公分的石蠟。

(3)將兩塊同大的石蠟中間隔錫箔紙併成一塊。

(註：用錫箔紙可隔開兩邊光線增加各方的反射)

(4)石蠟外圍玻璃片，外圍再圍暗箱，留上下光線進入孔，右邊觀察孔。

(註：1 光線進入孔上下要一樣大，2 觀察孔在看得見的情形下要儘量小，而且觀察孔旁塗黑以免影響觀察，3 暗箱塗黑防止外面光線進入，內壁塗黑防止箱內反射)

(5)用 2 W 燈泡在另一暗箱調整調光器，記上每一刻度的照度 (照度計距燈泡 2 公分) 然後入有石蠟的暗箱內，可做成一種照度計。

(6) 2 W燈泡在另一暗箱裏，測量距離光電型照度計 2 公分起照度至照度 200 為止做上記號。（因為照度 200 以後，距離太長）。

(7)將 2 W燈泡裝入裝有石蠟暗箱內，燈泡部份做成活動型，箱外標明公分數與照度。使用交流電做成第二種照度計，使用電池可做成第三種照度計。（電池每次要換新，電量較穩定）

(8)將做好的照度計實際量量看照度，再拿光電型照度計校正。

#### 4. 操作方法說明：

(1)第一種自製照度計調整調光器，至石蠟兩邊透光度一樣時，調光器上的照度就是所測地方的大概照度。

(2)第二種第三種照度計調整燈泡距離，到石蠟兩邊透光度一樣時，箱外所指的照度就是所測地方的大概照度。

(3)測量照度時，應水平放置。

(4)燈亮 5 分鐘後再量照度（參考孫金泉先生“教室採光與測量”）。

#### 5. 功用說明：

(1)可當一般照度計使用，測出感光面大概之照度。

(2)利用自製簡易照度計可測量出大概的照度，如知道照度不夠時，可由研究一中知道馬上開燈或調整與光線距離或增加光源強度或調整光源方向來使照度增加到最低標準 200 Lux 以上。

(3)利用自製簡易照度計可長期觀察看看什麼情形下照度不夠，可做事先的防範，以保護我們的視力。

#### (四)研究五：比較自製簡易照度計與光電型照度計的優缺點

研究方法：1 比較不同的自製照度計所測照度的誤差。

(1)測量不同照度下自製照度計所量出的照度，白天晚上各量五次。

(2)每次測完後再拿光電型照度計量真正的照度比

較誤差的情形。

2. 比照不同照度計所需的價格。
3. 比較不同照度計所佔的體積。
4. 比較不同照度計使用的場所。
5. 比較不同照度計所測量的照度範圍。
6. 整理分析不同照度計的優缺點。

結果：由研究五可得以下結果：

表三·1 不同自製照度計的測量照度

次別	測量時間	照一度計	照二度計	照三度計	真正照度
1	上午 8 時	295	300	290	340
2	上午 10 時	625	635	600	710
3	上午 12 時	780	775	725	850
4	下午 3 時	680	675	600	760
5	下午 6 時	200	200	200 以下	150
6	晚上 8 時	650	650	580	680
7	晚上 8 時	800	800	765	820
8	晚上 8 時	1100	1100	1025	1100
9	晚上 8 時	1500	1500	1405	1480
10	晚上 8 時	2450	2476	2000 以上	2400

說明：1. 真正照度指光電型照度計的照度。

表三· 2 自製照度計與真正照度誤差統計表

誤 種 類	次 別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平 均
第一種 照度計		45	85	70	80	50	30	20	0	20	50	44
第二種 照度計		40	75	75	85	50	30	20	0	20	25	43
第三種 照度計		90	110	125	160	×	100	55	75	75	×	94

說明：1. 誤差 = 自製照度計的照度與真正照度的差。

2. 平均以 1. 2. 3. 4. 6. 7. 8. 9. 八次為準。

( 5. 10. 不算 )

結 論：

由上表中可看出以下各點：

1. 使用自製照度計夜晚測量比白天誤差少。

( 因晚上燈泡光與暗箱內燈泡的色光同，白天則一邊白色  
一邊金黃色 )

2. 第三種自製照度計誤差較大。

( 因燈泡的亮度不穩定，電量會逐漸減少 )

3. 第一、二種自製照度計誤差不多。

4. 第三種自製照度計測量範圍較小。

根據方法 2 ~ 5 得以下結果：

種類	第一種自製 照度計	第二種自製 照度計	第三種自製 照度計	光電型 照度計
價格	85 元	20 元	60 元	2450 元
體積	最 小	最 大	大	中
使用情形	用交流電 在室內測量	用交流電 在室內測量	室內室外都 可 使用電池	手攜式 室內室外 都可
測量範圍 ( Lux )	0 ~ 4000	200~4000	200~2000	0 ~ 5000

(三)根據方法(內)可得下列不同照度計的優缺點

種類	第一種自製 照度計	第二種自製 照度計	第三種自製 照度計	光電型 照度計
優點	1. 價格便宜 2. 體積小 3. 製法簡單	1. 價格便宜 2. 體積小 3. 製法簡單	1. 價格便宜 2. 體積小 3. 製法簡單	1. 測量範圍廣 2. 測量精確 3. 攜帶方便
缺點	1. 測量有誤差 2. 不能隨身攜帶	1. 體積大 2. 測量有誤差 3. 不能隨身攜帶	1. 體積大 2. 測量有誤差 3. 每次需換電池	1. 價格太昂貴

※ 由以上比較結果可看出在室內測量照度時自製照度計中以第一種調光式的自製照度計最理想。

## 六、結 論

(一)研究一可得以下結論：

1. 同光源同距離下以正面方向的照度最大，斜角越大，照度越小。
2. 同距離下照度隨光源強度增加而增加，接近正比。
3. 同光源下照度隨距離增加而減少，接近平方反比。
4. 同照度下距離隨光源強度增加而增加。
5. 夜間使用燈泡照度，若要使桌面正面照度在 200 Lux 以上，使用 10 W 透明燈泡距離宜在 27 公分以下，20 W 在 47 公分以下，40 W 在 79 公分以下，60 W 在 94 公分以下，100 W 在 139 公分以下。

(二)由研究二可得以下結論：

1. 石蠟的透光度隨照度增加而增亮，左右照度相同時明暗同，照度不同時，照度大的一邊亮。

(三)由研究三可得以下結論：

1. 利用石蠟透光度隨照度增加而增加的原理，可製成調距離與調光源強度不同自製照度計，其中以調光源強度所製成的照度計比較理想。
2. 使用自製照度計可隨時知道身邊大概照度，了解合不合乎最低標準，以便隨時改善。
3. 使用自製照度計知道照度不夠時，可以增強光源強度或減少與光源距離或改變光源方向來增加照度，以隨時保護自己的視力。

(四)由研究四可得以下結論：

1. 使用自製照度計雖然測量的照度不像光電型照度計那麼精確，但價格却便宜很多，而且自製方法簡單。

評語：研究目的有三個：

1. 了解影響照度的因素。
2. 了解石蠟透光程度與照度的關係。

3. 利用影響照度的因數與石蠟透光的原理，自製不同的簡易照度計。

研究過程、研究方法、結果及討論都按高小學生程度是尚可以，實驗記錄，相當豐富。