

# 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別： 物理科

組 別： 國小組

作品名稱： 鈔票夾夾樂

關 鍵 詞： 地心引力、反應速度、鈔票

編號：

## 摘要

上自然課的時候，老師為了引起我們的注意，玩了一個夾鈔票的遊戲。遊戲時，我們想盡辦法都夾不到這張鈔票。後來在老師的指導下，我們設計的許多實驗，發現了在一個小小的遊戲中，竟然隱藏了許多有趣的科學秘密。原來夾鈔票的遊戲跟我們的反應速度有關，也跟被夾的物體下落速度相關聯。從這個實驗中我們學到了做實驗的方法，怎樣去控制實驗變因，也學會了用 excel 來統計實驗資料。

## 壹、研究動機

上自然科學課時，老師為了引起我們的注意，就隨手從口袋拿出了 1 張千元鈔票，告訴大家只要鈔票掉下去時把它夾起來，夾到的就把鈔票送給他。我們試了好幾次都沒辦法夾到鈔票，為了得到老師的千元鈔票，我們想盡了辦法都無法成功。怎樣才可以成功夾到千元鈔票呢？影響它的因素又有哪些呢？於是在老師的指導下，開始進行這個有趣的研究。

## 貳、研究問題

- 一、當紙片掉落時，用手夾的速度能有多快
- 二、使用不同的手指來夾，可提高夾的速度嗎
- 三、受試者觀看的位置是否影響夾的速度
- 四、不同寬度的量尺會影響夾到的距離嗎
- 五、不同材質的量尺會影響夾到的距離嗎
- 六、受到不同來源刺激時，反應的速度會不同嗎

## 參、研究設備及器材

自製量尺、紀錄紙筆、2\*4 積木、計時手機、紙鈔、30cm 鐵尺、木尺、塑膠尺、紙尺  
樂高主機、觸碰感應器、筆電

## 肆、研究過程及方法

在夾鈔票時，我們發現鈔票掉落的速度非常的快，使用千元鈔票(長 16cm)幾乎夾不到，所以我們想要知道一般人的反應有多快，在 30cm 的紙張掉落多遠時才可以夾到。

### 研究一：當紙片掉落時，用手夾的速度能有多快

#### 【實驗方法】

- 一、先用 2\*4 的樂高積木固定受試者食指和中指的距離。
- 二、將自製量尺(長 30cm、寬 5cm、刻度 0~30cm)放在手指中間，約在 1 至 5 秒後放下後。
- 三、根據夾到位置時的刻度，來進行記錄及統計

#### 【實驗結果】

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	21	18	15	17	12	16	14	21	14	11	15.9
B 生	17	18	20	21	22	12	22	16	15	17	16.3
C 生	23	17	12	18	23	26	20	25	13	14	19.1
D 生	19	20	20	20	20	21	20	21	26	23	21
總平均											18.075

#### 【討 論】

- 一、 在這次的實驗記錄中發發現，40 次中僅有 4 次(11cm1 次、12cm2 次、13cm1 次)小於 14cm，而夾千元鈔票時，夾的位置都被規定約在中間約 8cm 的地方，當開始夾時就已經掉落了。如果將夾的位置方在千元鈔票(長 16cm)的最底下，夾的空間約只有 14cm，在 40 次中也僅有四次勉強可夾到邊緣。
- 二、 四人個別夾的平均距離幾乎都大於千元鈔票的長度 16cm，四人平均夾的距離是 18.075cm，所以很難夾到掉落的千元鈔票。
- 三、 除了靠運氣外，我們討論如果將夾的方式改成其他的手指，例如用拇指和食指來夾，是否可提升成功的機會呢？

## 研究二：使用不同的手指來夾，可提高夾的速度嗎

### 【實驗方法】

- 一、先用 2\*4 的樂高積木固定受試者兩指間的距離，夾的手指依序改為大拇指和食指、食指和中指、兩手的食指。
- 二、將自製量尺(長 30cm、寬 5cm、刻度 0~30cm)放在手指中間，約在 1 至 5 秒後放下後。
- 三、根據夾到位置時的刻度，來進行記錄及統計。

### 【實驗結果】

#### 1 大拇指和食指

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	14	19	15	25	14	19	18	19	15	16	17.6
B 生	11	12	11	10	9	10	14	15	13	11	11.6
C 生	15	13	17	14	17	18	17	13	19	12	15.5
D 生	15	20	15	14	9	12	14	11	11	10	13.1
平均											14.5

#### 2 食指和中指

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	16	18	26	12	14	18	14	23	17	24	18.3
B 生	23	19	15	21	16	23	24	23	18	24	20.5
C 生	25	26	20	22	20	24	13	21	15	18	20.4
D 生	17	23	17	18	23	17	23	19	22	16	19.5
平均											19.675

#### 3 兩手的食指

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	17	14	18	19	16	20	19	20	14	17	17.4
B 生	18	17	15	14	12	22	12	15	17	17	15.9

C 生	10	13	17	12	12	13	14	18	21	13	14.3
D 生	21	17	17	12	20	16	12	15	23	18	17.4
平均											16.25

## 【討 論】

一、大拇指和食指夾的速度最快，平均 14.5 cm；使用兩手的食指來夾居次，平均是 16.25 cm；食指和中指夾的速度最慢，平均 19.675 cm，所以使用不同的方式來夾，會影響夾的速度。

二、當在使用手指夾紙時發現，有兩人眼睛是看紙張向下掉時開始夾，另兩人是觀察實

三、驗者的手指有張開的動作時馬上夾，不知受試者觀看的位置是否影響夾的速度呢？

## 研究三：受試者觀看的位置是否影響夾的速度呢

### 【實驗方法】

一、先用 2\*4 的樂高積木固定受試者大拇指和食指間的距離，受試者夾的時機分別為，看紙掉下來時夾紙、看手張開時夾紙。

二、將自製量尺(長 30cm、寬 5cm、刻度 0~30cm)放在手指中間，約在 1 至 5 秒後放下後。

三、根據夾到位置時的刻度，來進行記錄及統計。

### 【實驗結果】

1.看紙掉下來時夾紙

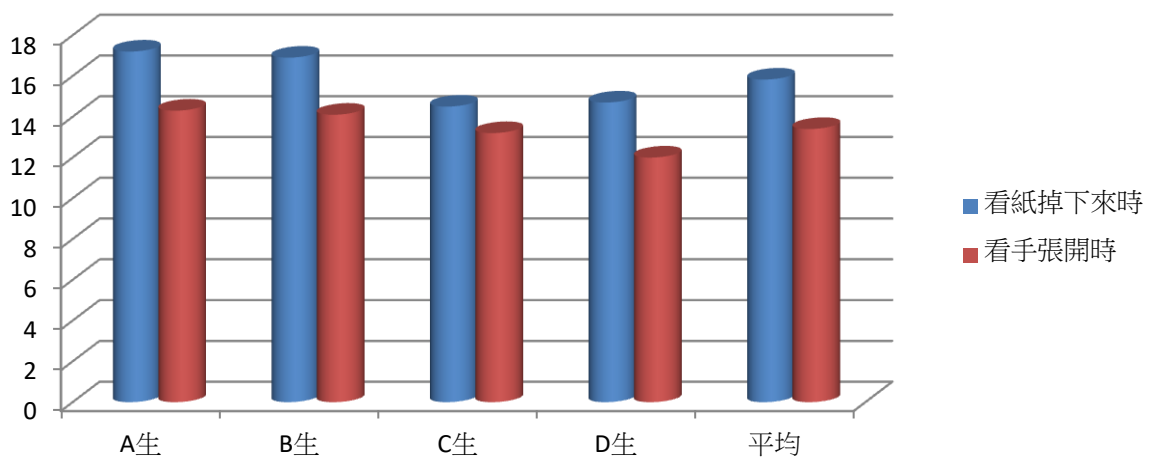
單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	14	13	20	15	24	14	20	21	15	16	17.2
B 生	21	17	17	17	25	14	15	15	14	14	16.9
C 生	17	14	11	12	18	15	17	14	10	17	14.5
D 生	13	13	13	4	14	18	22	18	12	17	14.7
平均											15.825

## 2.看手張開時夾紙

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	15	19	11	12	16	14	14	12	15	16	14.3
B 生	15	11	12	18	12	15	16	12	18	12	14.1
C 生	12	16	15	10	13	10	16	16	10	14	13.2
D 生	14	8	17	15	10	11	12	9	14	10	12.0
平均											13.4



### 【討 論】

- 一、由圖表發現，四個受試者都呈現一致的結果，看手張開時夾紙都比看紙掉下來時夾紙來得快。
- 二、看手張開時夾紙的平均 13.4 cm，而看紙掉下來時夾紙的平均 15.825 cm，所以看手張開時夾紙顯然比較快，差距約 2.4 cm。

## 研究四：不同寬度的量尺會影響夾到距離嗎

### 【實驗方法】

- 一、先用 2\*4 的樂高積木固定受試者大拇指和食指間的距離，受試者夾的量紙的長度均為 30cm，而寬度則分別為 20cm、15cm、10cm、5cm。
- 二、將自製量尺(刻度 0~30cm)放在手指中間，約在 1 至 5 秒後放下後。
- 三、根據夾到位置時的刻度，來進行記錄及統計。

### 【實驗結果】

(1) 20 公分寬

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	16	15	14	13	19	17	13	14	13	14	14.8
B 生	13	14	13	16	13	13	16	12	16	11	13.7
C 生	17	16	15	17	14	13	12	17	14	18	15.3
D 生	15	15	14	13	15	19	16	13	16	15	15.1
平均											14.725

(2) 15 公分寬

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	14	17	16	16	13	20	13	17	14	16	15.55
B 生	14	20	17	18	17	17	14	18	12	14	16.33
C 生	17	13	18	16	18	18	14	18	19	19	16.77
D 生	19	18	18	17	14	18	15	14	14	19	16.33
平均											16.245

(3) 10 公分寬

單位: cm

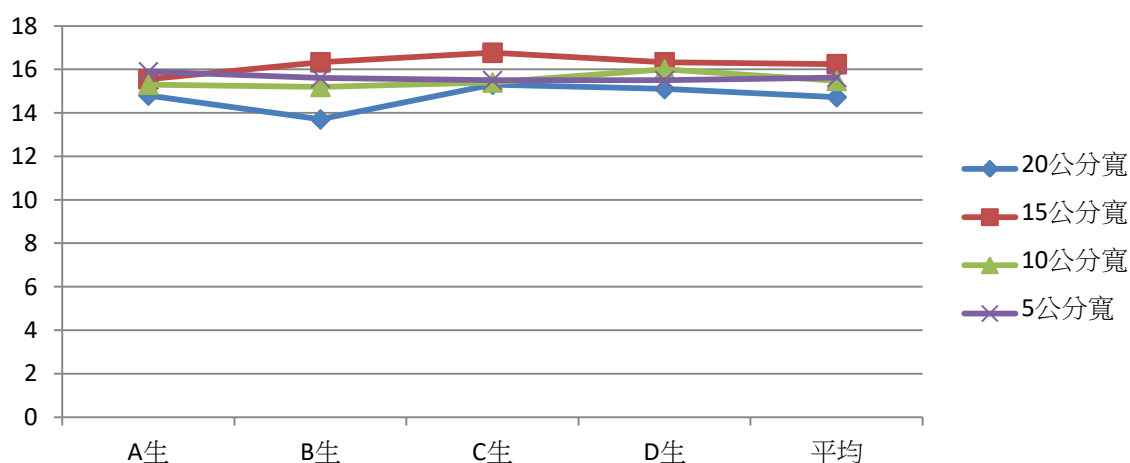
次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	18	13	17	13	12	18	13	20	13	16	15.3
B 生	13	13	14	18	18	15	13	14	18	16	15.2

C 生	18	16	20	18	14	13	13	13	16	13	15.4
D 生	17	18	13	20	19	15	17	17	14	10	16
平均											15.475

(4) 5 公分寬

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	20	13	18	13	16	20	17	13	15	14	15.9
B 生	18	17	20	18	17	13	13	13	15	12	15.6
C 生	14	13	14	14	18	14	18	19	14	17	15.5
D 生	14	13	14	18	17	17	18	13	20	11	15.5
平均											15.625



## 【討 論】

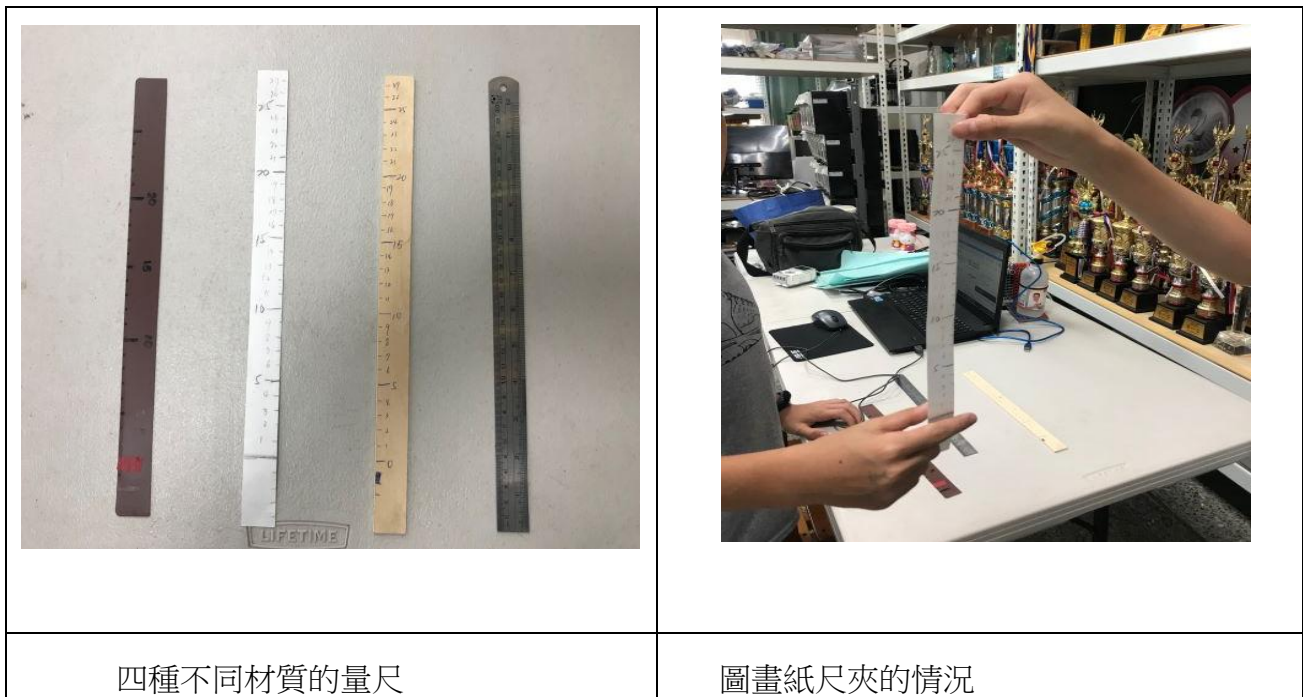
- 一、使用相同長度不同寬度的量紙進行測試時，以 20cm 的量紙的夾到的距離最短為 14.725 cm，15cm 的量紙夾到的距離最長為 16.245cm，差距並不大，不到 1.5 cm，也找不出量紙寬度和夾到距離的規律性。
- 二、量紙的寬度對夾到距離的影響不明顯，那量尺的材質是否會影響夾到的距離呢？我們更為好奇，接者進行以下的實驗來測試。



## 研究五：不同材質的量尺會影響夾到距離嗎

### 【實驗方法】

- 一、先用 2\*4 的樂高積木固定受試者大拇指和食指間的距離，受試者夾的量紙的長度均為 30cm，而材質則分別為塑膠片尺、圖畫紙尺、木尺、鐵尺。
- 二、將自製量尺(刻度 0~30cm)放在手指中間，約在 1 至 5 秒後放下後。
- 三、根據夾到位置時的刻度，來進行記錄及統計。



### 【實驗結果】

#### 1. 塑膠片尺

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	16	13	16	23	16	15	13	16	13	15	15.6
B 生	13	11	13	14	11	11	11	10	13	13	12
C 生	16	11	13	16	13	11	16	13	15	10	13.4
D 生	10	14	19	12	11	10	13	10	9	15	12.3
平均											13.32

## 2. 圖畫紙尺

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	14	18	12	13	16	16	17	13	10	15	14.4
B 生	16	17	15	17	14	12	15	12	13	17	14.8
C 生	17	16	13	16	14	13	14	10	10	19	14.2
D 生	14	18	12	18	15	14	15	12	16	11	14.5
平均											14.47

## 3. 木尺

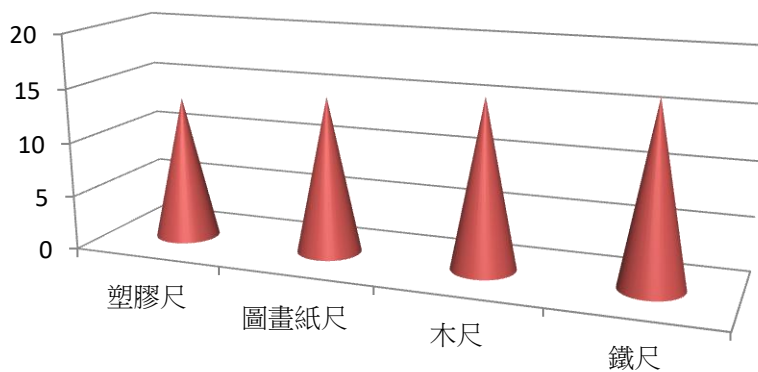
單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	15	18	18	19	19	12	16	15	20	20	17.2
B 生	12	15	11	11	17	15	11	10	16	14	13.2
C 生	14	16	18	14	18	12	12	17	17	18	15.6
D 生	17	13	15	15	18	15	14	15	18	22	16.2
平均											15.55

## 4. 鐵尺

單位: cm

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	21	13	17	16	14	14	17	17	16	14	15.9
B 生	14	16	18	17	14	20	17	15	13	14	15.8
C 生	16	13	18	14	17	15	14	15	21	16	15.9
D 生	17	19	15	21	21	19	18	18	17	21	18.6
平均											16.55



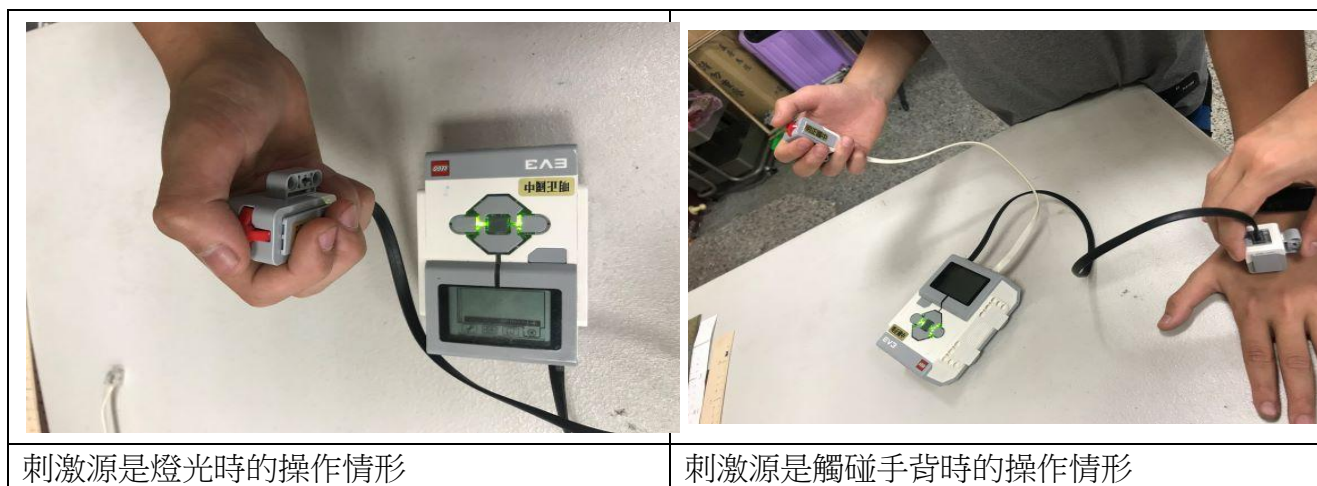
## 【討論】

- 一、從實驗中發現夾到的距離分別為塑膠片尺 13.32 cm、圖畫紙尺 14.47 cm、木尺 15.55 cm、鐵尺 16.55 cm，不同質材的量尺，夾到的距離也會不同，鐵尺夾到的距離最長，塑膠片尺最短。

## 研究六：受到不同來源刺激時，反應的速度會不同嗎

### 【實驗方法】

- 一、使用用高 EV3 來編寫計時的程式。
- 二、當實驗者按下觸碰感應器時，開始計時，接著依序 1.看到紅燈亮(燈光) 2.聽到嗶聲時(聲音) 3.碰觸手腕時(觸覺) 受試者就按下手上的觸碰感應器，停止計時。
- 三、每人統計 10 次再求其平均值。





## 【實驗結果】

### 1.閃光

單位: 秒

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	0.198	0.266	0.284	0.214	0.243	0.248	0.266	0.232	0.105	0.175	0.2231
B 生	0.223	0.254	0.258	0.267	0.274	0.254	0.271	0.272	0.248	0.251	0.2572
C 生	0.254	0.274	0.261	0.245	0.347	0.248	0.273	0.244	0.282	0.192	0.2620
D 生	0.274	0.210	0.241	0.153	0.244	0.227	0.232	0.257	0.194	0.215	0.2247
平均											0.2417

### 2.聲音

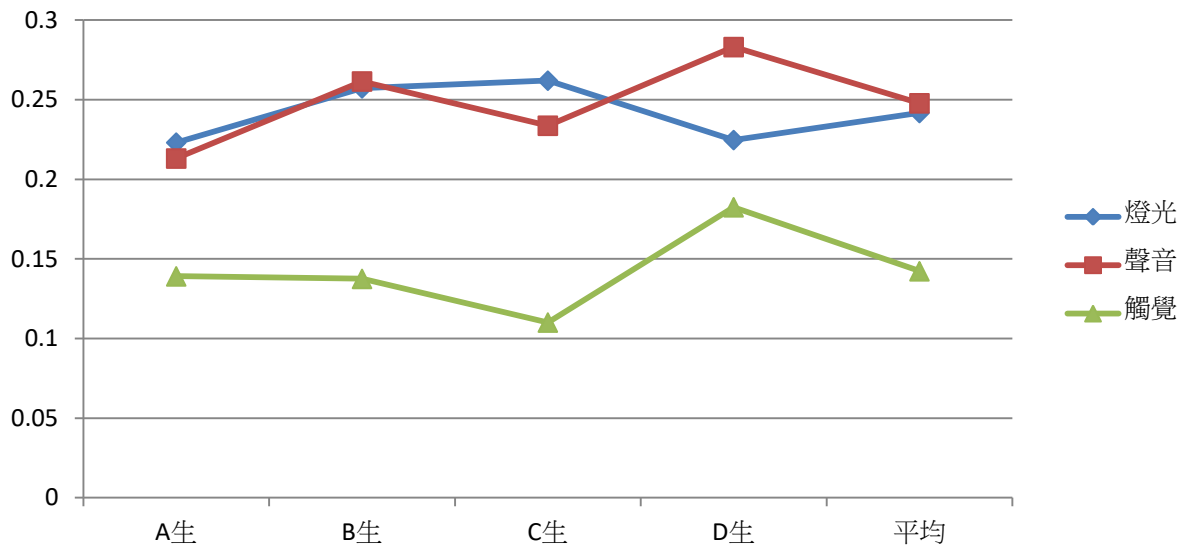
單位: 秒

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	0.197	0.177	0.277	0.215	0.190	0.305	0.161	0.230	0.211	0.168	0.2131
B 生	0.282	0.240	0.316	0.224	0.214	0.275	0.230	0.241	0.210	0.383	0.2615
C 生	0.287	0.272	0.265	0.219	0.182	0.235	0.214	0.248	0.198	0.217	0.2337
D 生	0.224	0.276	0.344	0.355	0.221	0.357	0.254	0.276	0.271	0.253	0.2831
平均											0.2478

### 3.觸覺

單位:秒

次數 對象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
A 生	0.129	0.241	0.109	0.128	0.102	0.119	0.201	0.110	0.131	0.121	0.1391
B 生	0.111	0.154	0.128	0.115	0.122	0.123	0.102	0.181	0.201	0.138	0.1375
C 生	0.225	0.085	0.134	0.093	0.088	0.071	0.078	0.091	0.106	0.130	0.1101
D 生	0.181	0.205	0.170	0.139	0.207	0.177	0.196	0.218	0.216	0.116	0.1825
平均											0.1423



## 【討 論】

- 一、根據實驗統計，看到紅燈亮(刺激源為燈光) 的反應時間為 0.2417 秒，聽到嗶聲時(刺激源為聲音) 的反應時間為 0.2478 秒，碰觸手腕時(刺激源為觸覺) 的反應時間為 0.1423 秒，刺激源是燈光和聲音的反應時間差不多(0.2417 秒、0.2478 秒)，而刺激源是碰觸手腕的反應時間就快多了(0.1423 秒)。
  
- 二、從這個(人在受刺激後的反應時間)實驗所得到的數據(0.2417 秒、0.2478 秒、0.1423 秒)，和我們查到的資料(0.15~0.4 秒)是相符的。

## 伍、研究結論

- 一、利用自製量尺所做實驗的統計發現，平均夾的距離是 18.075cm，夾的平均距離幾乎都大於千元鈔票的全部長度 16cm，何況是將手指放在千元鈔票一半的位置來夾，所以根本無法夾到掉落的千元鈔票。
- 二、使用大拇指和食指夾的速度最快，平均 14.5 cm；使用兩手的食指來夾居次，平均是 16.25 cm；食指和中指夾的速度最慢，平均 19.675 cm，所以使用不同的方式來夾，會影響夾的速度。
- 三、看手張開時夾紙的平均 13.4 cm，而看紙掉下來時夾紙的平均 15.825 cm，所以看手張開時夾紙顯然比較快，可以縮短夾到量尺的距離。
- 四、使用相同長度而不同寬度的量紙進行測試，所得的結果都差異不大，也找不出量紙寬度和夾到距離的規律性。
- 五、從實驗中發現，不同質材的量尺，夾到的距離也會不同，鐵尺夾到的距離最長，塑膠片尺最短。
- 六、根據實驗統計，看到紅燈亮(刺激源為燈光) 的反應時間為 0.2417 秒，聽到嗶聲時(刺激源為聲音) 的反應時間為 0.2478 秒，碰觸手腕時(刺激源為觸覺) 的反應時間為 0.1423 秒，刺激源是燈光和聲音的反應時間差不多(0.2417 秒、0.2478 秒)，而刺激源是碰觸手腕的反應時間就快多了(0.1423 秒)。
- 七、從我們的實驗發現，從接收刺激源後再做反應，最少需要 0.14 秒以上，如果刺激源是聲音和燈光就需要約 0.24 秒的時間，所以看到實驗者的手張開後再來夾時，千元鈔票早已向下掉落超過 13cm，當在千元鈔票一半的位置來夾的狀況，根本就無法夾到掉落的千元鈔票。
- 八、我們建議，如果有機會再玩夾千元鈔票的遊戲的話，一定要注意看著老師拿鈔票的手指，使用拇指和食指來夾，拜託老師將鈔票的最下緣放在手指中來夾，才有那麼一點機會可夾到千元大鈔，將它放進自己的口袋中。