

# 嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科別：生活應用科－環保與民生

組別：國中組

作品名稱：粉『末』登場

－ 探討不同條件下調味粉末落下量的影響因素

關鍵詞：胡椒粉、胡椒罐

編號：

## 摘要

在一次偶然的想法中，發現了胡椒罐的特殊用法，我們針對胡椒罐底部的凸點設計進行了一系列實驗，利用不同的調味粉末設計不同的變因，探討孔洞位置、孔洞數量、調味粉末顆粒大小、研磨頻率、胡椒罐底部凸起、胡椒罐角度及敲擊方式對於調味粉末掉落量的影響。根據實驗結果，我們覺得不同的調味粉末應該有不同的胡椒罐底部凸起設計，或是改用不同的方法如敲擊罐底等，才能比較好的控制調味粉的量。

## 壹、研究動機

我在喝玉米濃湯的時候想加胡椒粉，在搖動胡椒罐的時候發現，須不斷上下搖晃胡椒罐，胡椒粉才會順利地持續掉出，不禁心想是否有其他使用胡椒罐的方法?仔細觀察胡椒罐後發現，其底部有一圈凹凸的紋路，似乎和罐中奧秘大有關係。回家後，我在網路上查找到相關資料，原來兩罐胡椒罐罐底互磨即可使內容物源源不絕地掉出，一面對這種新奇的用法感到讚嘆的同時，也一面疑惑於各種變因(如內容物)對這個用法的影響，更想瞭解其中原理。因此，我和同學一起做出了下列一連串的實驗。

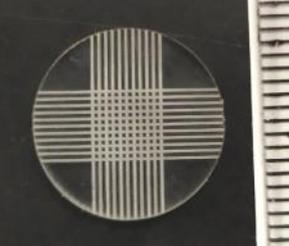


圖 1. 胡椒罐底部一圈凸點的紋路與兩罐罐底互磨就可使胡椒粉源源不絕落下  
截錄自 [Welding and stuff](#)，THIS IS WHY SALT & PEPPER SHAKERS HAVE RIDGES ON BOTTOM

## 貳、研究目的

- 一、探討不同調味粉末對掉落速率的影響
- 二、探討不同孔洞位置對掉落速率的影響
- 三、探討不同孔洞數量對掉落速率的影響
- 四、探討不同粉末大小對掉落速率的影響
- 五、探討不同摩擦頻率對掉落速率的影響
- 六、探討不同的底部凸起對於粉末掉落的影響
- 七、探討不同角度對掉落速率的影響
- 八、探討敲擊時不同調味粉末對掉落速率的影響
- 九、探討不同敲擊頻率對掉落速率的影響

### 參、研究設備及器材

			
<p>胡椒罐*2</p>	<p>胡椒鹽、芥末椒鹽、太白粉、鹽、白胡椒鹽</p>		
			
<p>香蒜粒與辣椒粉</p>	<p>手機計時器</p>	<p>微尺寸測量片</p>	<p>手機顯微鏡</p>
			
<p>將孔蓋貼成不同孔洞</p>	<p>節拍器</p>	<p>電子秤</p>	<p>護目鏡</p>
			
			
<p>鐵架</p>	<p>不同大小(2-6mm)銀珠</p>		<p>鋼筷</p>

## 參、研究過程、結果與討論

### 一、準備實驗：

#### (一)組裝實驗器材

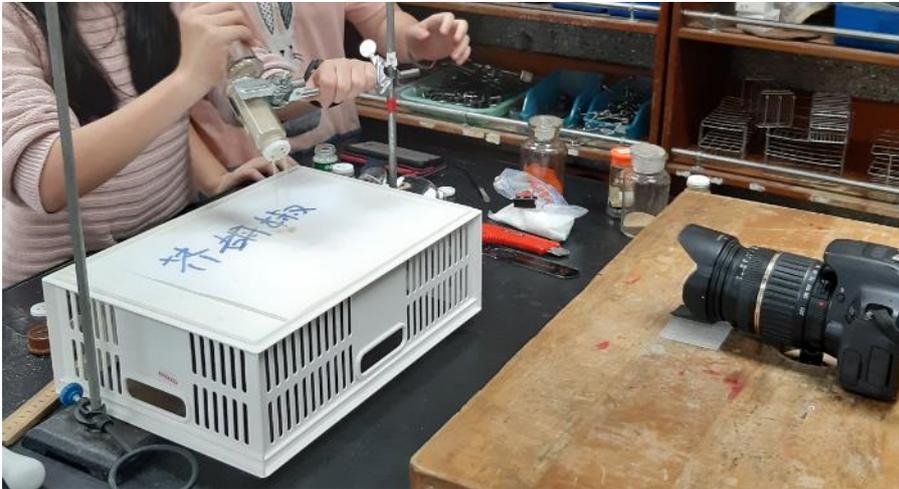


圖 2.實驗裝置

我們利用鐵架與夾子夾住胡椒罐固定高度，再利用一個白色置物盒反轉過來作成一個平台，因為置物盒底部有突起的框，可以避免胡椒粉灑到外面。然後在下方墊一張 A4 的白紙收集落下的粉末，在實驗前先在白紙上寫上實驗的粉末，再將白紙放在電子秤上歸零，然後將白紙放到置物盒上，開始進行實驗，並在另一邊用照相機拍攝粉末掉落的過程。

#### (二)處理調味粉末

因為怕實驗的粉末中有太大顆的顆粒影響實驗結果，所以實驗前我們用篩網先將各種調味粉末篩過如下圖。然後裝回胡椒罐進行實驗。

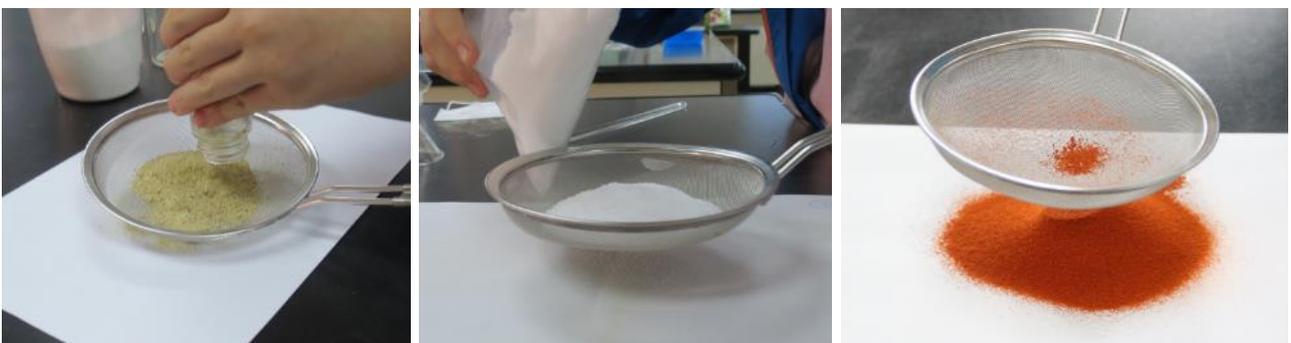


圖 3. 將調味粉末過篩

## 二、實驗一：探討不同調味粉末對掉落速率的影響

為了控制變因，我們將選用一瓶空的胡椒罐，固定以這個瓶子來進行實驗，避免不同胡椒罐底部凸起紋路不一樣，接著將胡椒罐的蓋子上周圍的孔洞以膠帶黏住，只留下中間的孔洞，並且調整胡椒罐的蓋子與白紙之間的距離為 6.5 公分。然後將測試的調味粉末裝入胡椒罐進行實驗，固定以另一瓶胡椒罐底部與實驗胡椒罐底部進行圓形軌跡磨擦。

### (一) 實驗過程

1. 將實驗裝置擺放好，孔洞固定中間一孔，直徑為 0.35 公分，並利用尺確定支架高度。
2. 啟動節拍器，頻率 100 次/分。
3. 以電子秤測量墊紙重量，並歸零。
4. 把裝有芥末椒鹽的胡椒罐固定，計時 30 秒，並進行實驗。
5. 用相機拍下實驗後的粉末堆積情形。
6. 測量墊紙上的粉末重量並記錄，然後重複步驟 4-6 進行三次實驗。
7. 分別改變內容物為白胡椒鹽、太白粉、辣椒粉、食鹽、胡椒粉，重複步驟 3~6。

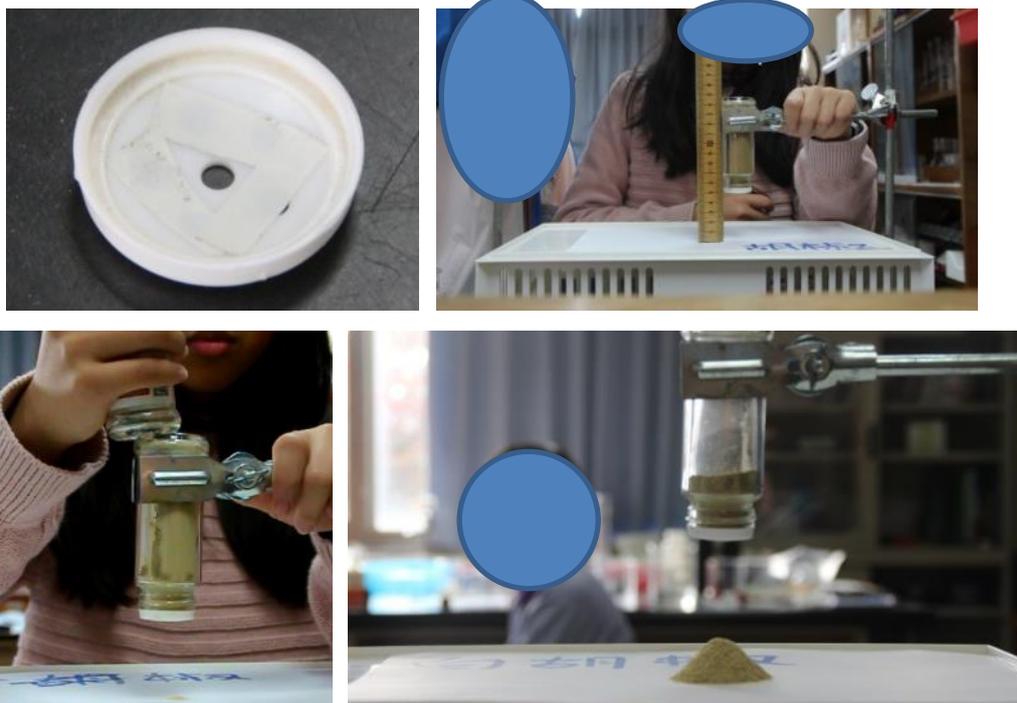
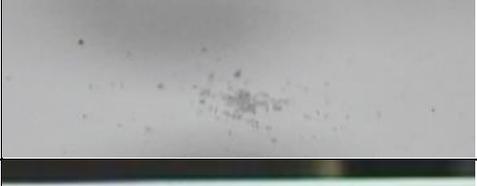


圖 4. 實驗裝置與實驗後粉末堆積情形

**結果:**

統計實驗結果如下表一，並作圖如圖 5.

表一：不同粉末的掉落量

調味粉種類	第一次	第二次	第三次	平均	結果
芥末椒鹽	5.8	5.4	5.3	5.5	
白胡椒鹽	4.3	4.6	4.2	4.4	
太白粉	2.3	2.1	2.2	2.2	
辣椒粉	0	0	0	0	
食鹽	0	0	0	0	
胡椒鹽	0	0	0	0	

調味粉末研磨瓶底30秒掉落量

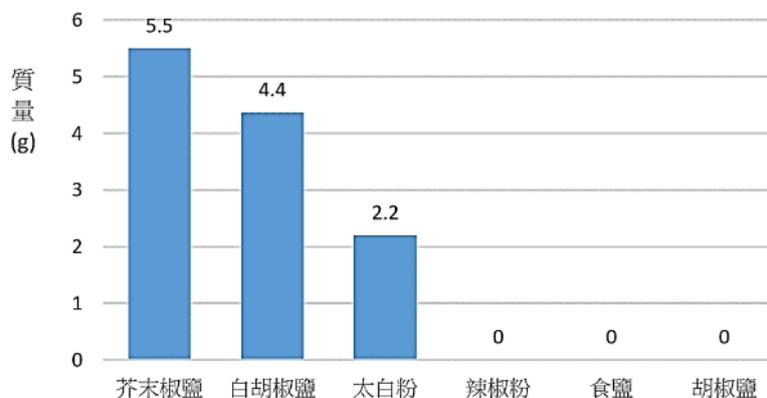


圖 5.不同粉末的掉落量

## 討論：

在實驗過程中我們發現，不同調味粉粉末在相同的條件與時間下，掉落的量有明顯的區別，以芥末椒鹽落下來的量最多，白胡椒鹽與太白粉也都一定的掉落量，但是辣椒粉、食鹽與胡椒鹽都只有一點點的量掉落。

因為我們為了控制實驗變因，所以瓶蓋用膠帶封住，只留中間一個孔，導致掉落量比較少，但是以實驗結果來看，辣椒粉、食鹽與胡椒粉不適合以這樣研磨瓶底的方式來灑調味粉。

### 三、實驗二：探討不同孔洞位置對掉落速率的影響

我們想要探討孔洞的位置對於調味粉末的掉落會有什麼影響，所以接下來我們將胡椒粉罐的蓋子，用膠帶封住了中間孔洞和周圍的四個孔洞，只留下一個旁邊的孔洞，然後進行實驗，再將結果與實驗一比較。

#### (一) 實驗過程

1. 將實驗裝置擺放好，孔洞固定旁邊一孔，並利用尺確定支架高度。
2. 啟動節拍器，頻率 100 次/分。
3. 以電子秤測量墊紙重量，並扣重。
4. 把裝有芥末椒鹽的胡椒罐固定，計時 30 秒，並進行實驗。
5. 用相機拍下實驗後的粉末堆積情形。
6. 測量墊紙上的粉末重量。
7. 重複步驟 1~6，改變內容物為白胡椒鹽、太白粉、辣椒粉、食鹽及胡椒粉。

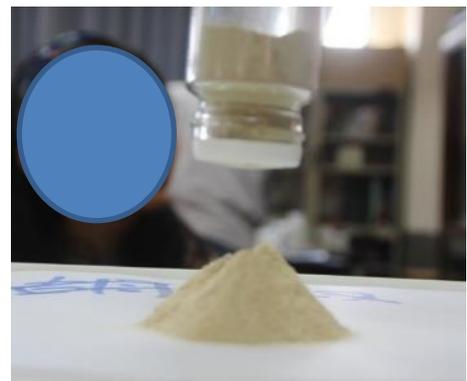


圖 6. 準備實驗裝置與實驗後粉末堆積情形

## (二) 結果與討論

實驗結果如下表二：

表二：中孔與旁孔的掉落量

調味粉種類	旁孔落下質量(g)	結果	中孔落下質量(g)
			
芥末椒鹽	7.2		5.5
白胡椒鹽	5.6		4.4
太白粉	3.1		2.2
辣椒粉	0		0
食鹽	0		0
胡椒鹽	0		0

由以上結果我們可以看到，對於落下較多量的芥末椒鹽、白胡椒鹽和太白粉，旁邊孔洞的調味粉掉落量都比中間孔洞多。而原本掉落量就很少的辣椒粉、食鹽和胡椒鹽則還是保持很少的掉落量。

#### 四、實驗三：探討不同孔洞數量對掉落速率的影響

接下來我們想要了解如果有多個孔，會不會互相影響，造成每個孔的粉末落下量增加，所以我們將胡椒粉罐的蓋子用膠帶黏出 1、3、5 孔三種不同蓋子，以相同的實驗條件進行實驗，步驟如下：

##### (一) 實驗過程

1. 將實驗裝置擺放好，使用旁孔 1 孔蓋子，並利用尺確定支架高度。
2. 啟動節拍器，頻率 100 次/分。
3. 以電子秤測量墊紙重量，並扣重。
4. 把裝有芥末椒鹽的胡椒罐固定，計時 30 秒，並進行實驗。
5. 用相機拍下實驗後的粉末堆積情形。
6. 測量墊紙上的粉末重量。
7. 重複步驟 2~6，改變內容物為白胡椒鹽、太白粉、辣椒粉、食鹽及胡椒粉。
8. 分別換上 3 孔、5 孔蓋子，重複步驟 2-7。



圖 7. 準備實驗裝置與後粉末掉落情形

## (二) 結果與討論

實驗結果如下表，表三：不同孔洞調味粉掉落量

	1孔	3孔	5孔
芥末椒鹽	7.2	21.6	28.2
白胡椒鹽	5.6	23.7	24.6
太白粉	3.1	9.9	13.8
辣椒粉	0.0	0.0	0.0
食鹽	0.0	2.6	2.7
胡椒鹽	0.0	0.0	0.0

不同孔洞數量調味粉的掉落量

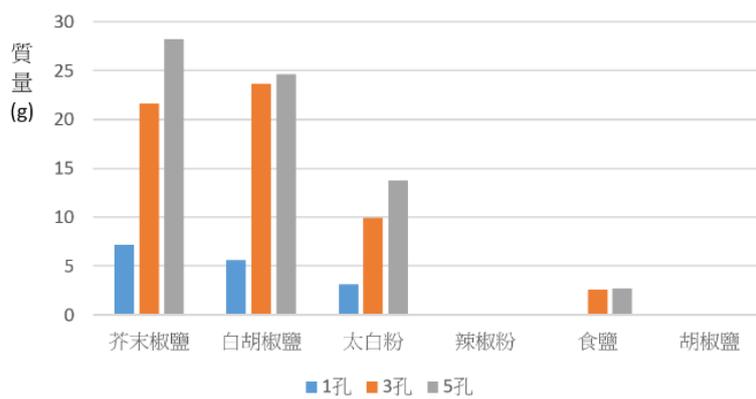


圖 8.不同孔洞數量各種調味粉的掉落量

不同孔洞數量與掉落量關係

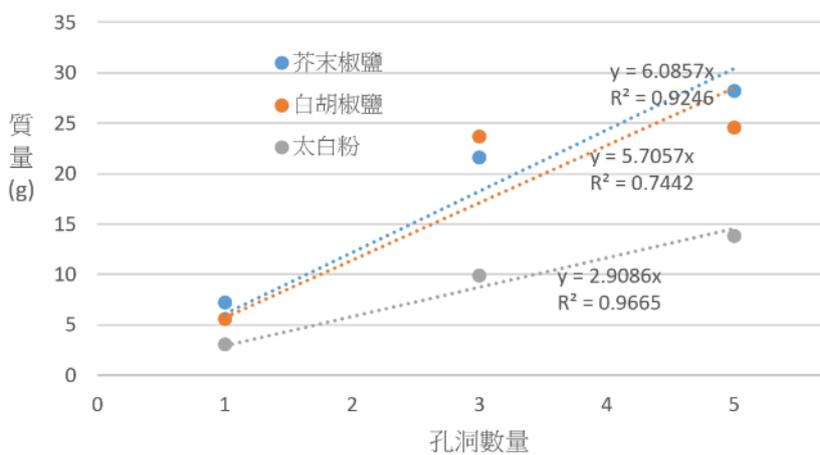


圖 9.不同孔洞數量與調味粉的掉落量關係

由以上的結果，我們發現，孔洞數量越多，掉落的量越大，而且是接近正比的關係。

## 五、實驗四：探討不同粉末大小對掉落速率的影響

接下來我們想要了解不同粉末大小是不是會影響掉落的量，因為我們找不到相同粉末但不同大小的調味料來做實驗，所以我們就買一種顆粒較大的調味粉-香蒜粒自己來加工，我們買了2種不同大小的篩網，先將香蒜粒以研鉢和杵研碎，然後以細篩網篩過，得到最小顆粒，再以粗篩網將大顆粒篩過，得到大顆粒與中顆粒的粉末。



圖 10.a 研磨

圖 10.b.細篩網篩出顆粒粉末

圖 10.c.粗篩網篩出中顆粒與大顆粒粉末

我們以顯微鏡觀察顆粒的大小

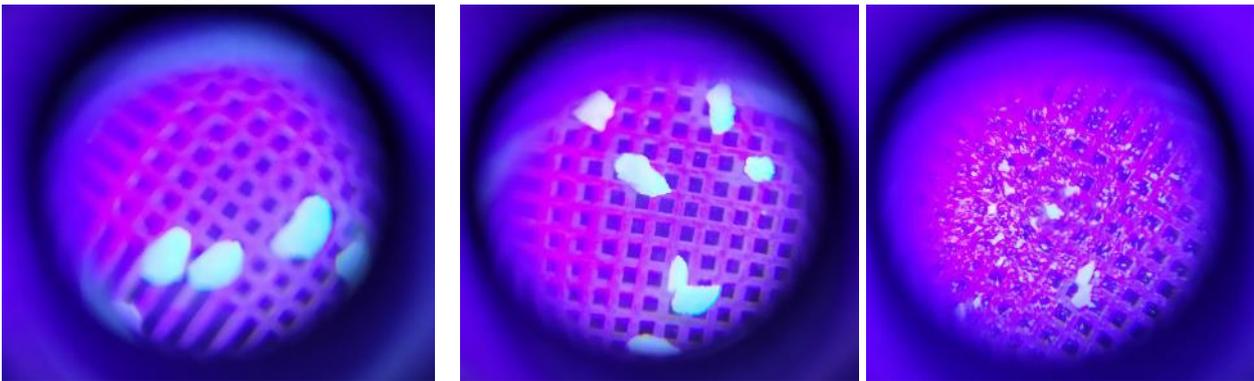


圖 11 大顆粒香蒜粉粒(約 1.5mm) 中顆粒香蒜粉粒(約 1.0mm) 小顆粒香蒜粉末(小於 0.5mm)

由右圖可知，微尺寸測量片將 5mm 分成 10 格，每一格大小為 0.5mm，可估算大顆粒大顆粒香蒜粉粒長度大小約 1.5mm，中顆粒香蒜粉粒長度大小約 1.0mm，小顆粒香蒜粉末長度大小小於 0.5mm。

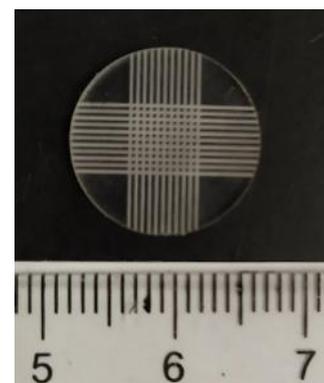


圖 12.微尺寸測量片

### (一) 實驗過程

1. 將實驗裝置擺放好，孔洞固定中間一孔，並利用尺確定支架高度。
2. 啟動節拍器，頻率 100 次/分。
3. 以電子秤測量墊紙重量，並扣重。
4. 把裝有香蒜粒粉末的胡椒罐固定，計時 30 秒，並進行實驗。
5. 用相機拍下實驗後的粉末堆積情形。
6. 測量墊紙上的粉末重量。
7. 重複步驟 1~6，改變內容物為不同範圍的粉末。

### (二) 結果與討論

我們整理數據如下表，並作圖如下圖：

表四：不同大小粉末的掉落量

粉末大小	大	中	小
落下重量(g)	33.0	29.3	14.9

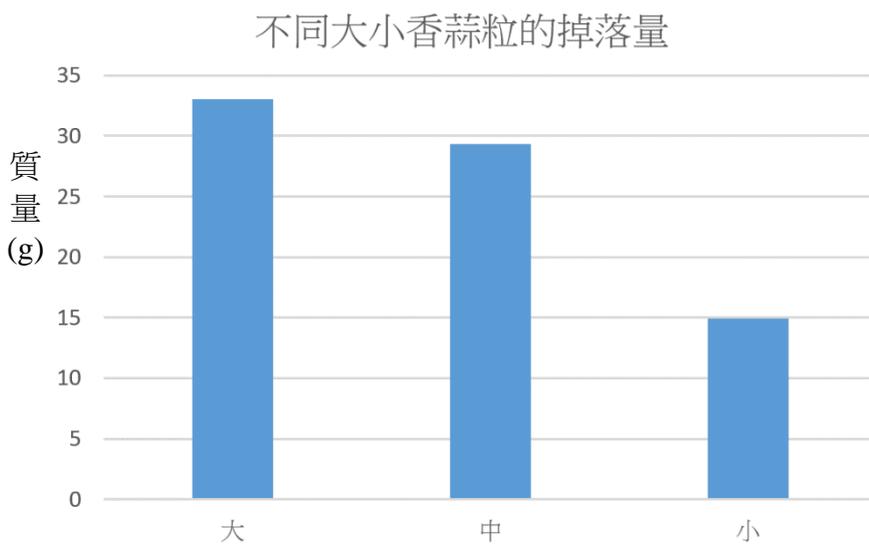


圖 13. 不同大小香蒜粉末的掉落量

由以上結果我們得知，大顆的粉末落下較快，小的粉末落下較慢。

## 六、實驗五：探討不同摩擦頻率對掉落速率的影響

接下來我們想要探討，利用罐底凸起顆粒摩擦，研磨的頻率越快，調味粉的掉落量會如何變化？我們固定以芥末椒鹽來進行實驗，

### (一) 實驗過程

1. 將實驗裝置擺放好，孔洞為旁邊三孔，並利用尺確定高度為 6.5cm。
2. 啟動節拍器，頻率 50 次/分。
3. 以電子秤測量墊紙重量，並扣重。
4. 把裝有芥末椒鹽的胡椒罐固定，計時 30 秒，並進行實驗。
5. 用相機拍下實驗後的粉末堆積情形。
6. 測量墊紙上的粉末重量。
7. 重複步驟 1~5，改變節拍器頻率為 75 次/分、100 次/分、150 次/分及 200 次/分。



圖 14. 實驗後粉末掉落情形

### (二) 結果與討論

我們整理數據如下表，並作圖如下圖：

頻率 (次/分)	掉落量 (g)	每次研磨掉落量 (g)
50	9.4	0.38
75	10.5	0.42
100	21.5	0.43
150	23.8	0.32
200	23.0	0.23

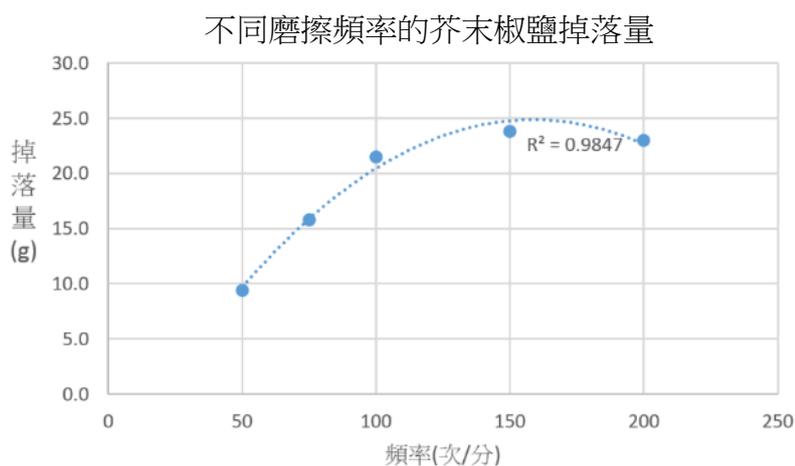


圖 15. 不同磨擦頻率的調味粉掉落量

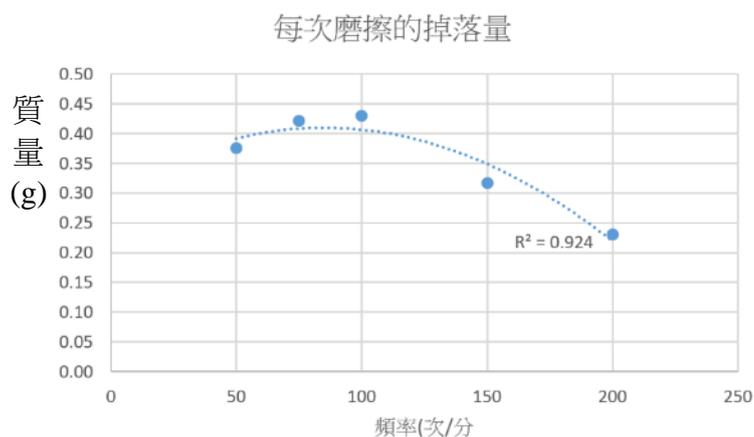


圖 16. 每次研磨粉末掉落量

由以上結果我們得知，研磨的次數越多，調味粉的掉落量越多，但是每次研磨的掉落量約在 100 次/分最多，所以不必磨的很快，以穩定的速度研磨就可以。

## 七、實驗六：探討不同的底部凸起對於粉末掉落的影响

對於瓶底的凸起，我們進一步探討，利用雷射，我們切出直徑 4.0 公分的壓克力片，並在上方切出不同直徑的孔洞，然後安裝不同大小的銀珠來進行實驗，探討不同直徑的銀珠摩擦造成的影响、並且探討相同大小銀珠，不同數量時的影響，最後再探討上下銀珠的數目不同時，粉末掉落會有什麼差異。

1. 先切出不同大小的孔洞各兩片，每片 8 個孔洞
2. 將不同直徑的銀珠以快乾膠黏在孔洞中，我們選的銀珠有 3、4、5、6mm 種。
3. 以熱熔膠將壓克力片黏在兩個胡椒罐上，分別做為上下罐，下罐裝滿實驗粉末。
4. 將實驗裝置好，孔洞固定 3 孔，啟動節拍器，頻率 100 次/分，30 秒。
5. 實驗完將粉末秤重並記錄，攝影並將實驗結果拍照。
6. 在不同直徑的實驗中先使用芥末椒鹽進行實驗，完成後以辣椒粉末重複 4-5 步驟。
7. 在不同數量的銀珠比較中，只使用前面實驗不易掉落的辣椒粉末進行實驗。
8. 在上下數量的銀珠比較中，只使用前面實驗不易掉落的辣椒粉末進行實驗。

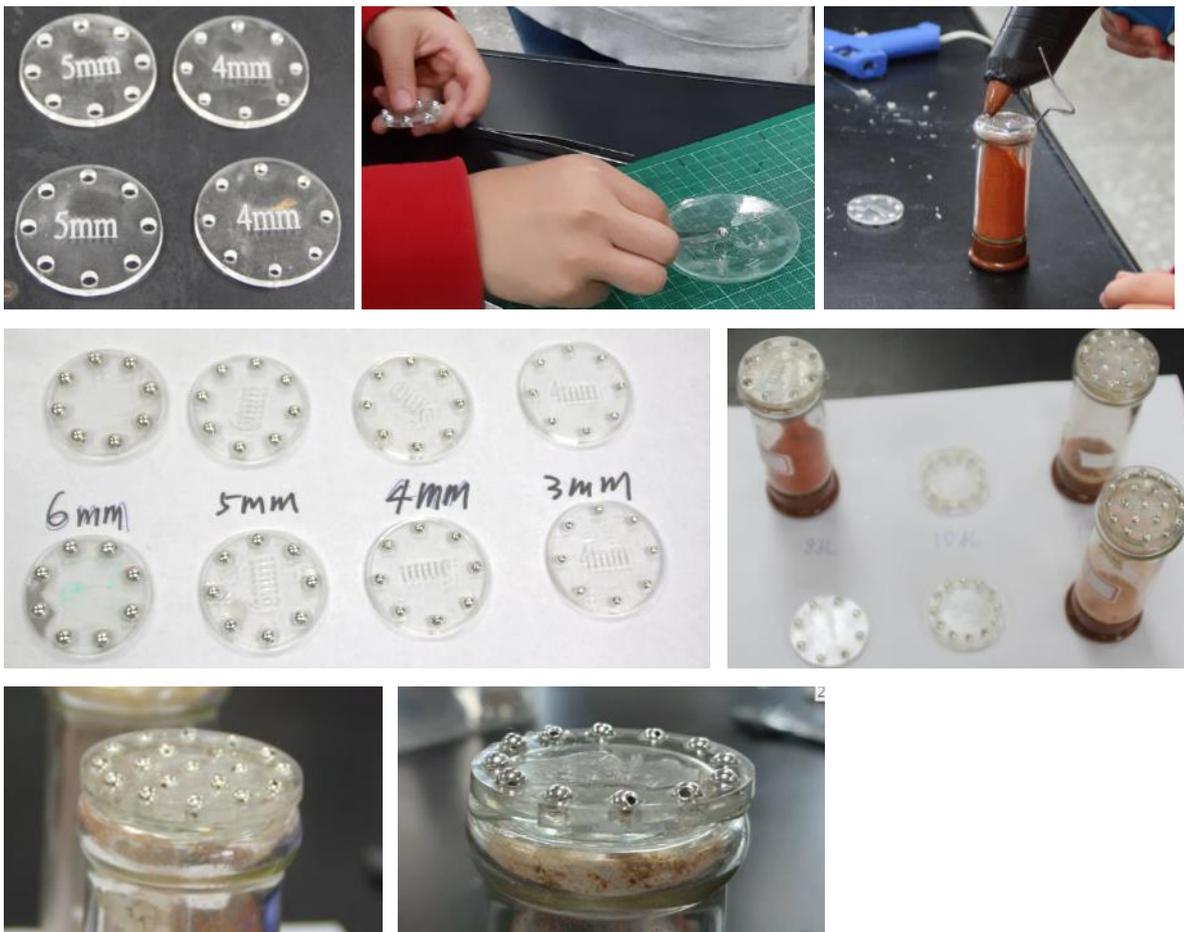


圖 17. 利用壓克力板和手工藝銀珠來製做不同大小，不同數量的罐底凸起

### 實驗結果：

#### 一、不同直徑的銀珠，上下各 8 顆

銀珠直徑(mm)	3	4	5	6
芥末椒鹽(g)	18.9	17.6	20.6	18.0
				
辣椒粉(g)	0.5	0.5	0.5	0.5
				

#### 二、不同數量的銀珠，銀珠直徑 4mm

銀珠數量	上下各 8 顆	上下各 12 顆	上下各 19 顆
辣椒粉(g)	0.5	1.4	2.6
			

#### 三、上下壓克力片不同數量的銀珠，銀珠直徑 4mm，分別使用上 8 下 19 與上 19 下 8

上下壓克力片銀珠數不同	上 8 下 19	上 19 下 8
辣椒粉(g)	2.0	1.7
		

### 討論：

由以上實驗我們可以知道得到以下結論：

- (1) 不同直徑的銀珠影響不大，不管是芥末椒鹽或是辣椒粉，結果都很相近。
- (2) 辣椒粉比之前的掉落量要大很多。
- (3) 銀珠數量越多，辣椒粉掉落量越大。
- (4) 上下壓克力片上的銀珠數量不同，影響不大。

所以我們推論胡椒粉罐底的凸起設計不用太大顆，但數量要越多越好，可以使不易掉落的辣椒粉掉落量變大。

所以我們設計了用 2mm 大小的銀珠，在 4 cm 直徑的壓克力板上挖了 58 個孔，將 58 個銀珠用熱熔膠固定在壓克力板上，作為上罐的底部，另外一片壓克力板挖了 24 個洞，一樣黏上 24 個 2mm 銀珠，作為下罐的底部，以之前實驗的六種調味粉末進行實驗。

我們一樣固定瓶口為 3 孔、高度 6.5cm、頻率 100 次/分、時間 30 秒，上罐的銀珠 58 個、下罐的銀珠 24 個。



圖 18. 製做 2mm 的罐底凸起

**結果：**

調味粉種類	落下質量(g)	結果
芥末椒鹽	18.5	
白胡椒鹽	10.8	
太白粉	8.1	
辣椒粉	1.5	
食鹽	18.0	
胡椒鹽	15.0	

## 討論：

由以上結果我們可以知道，對胡椒鹽、食鹽的掉落量有明顯的改善，增加很多。對於辣椒粉，太小的凸起反而效果變差。而原本掉落量就很大的芥末椒鹽和白胡椒鹽，調落量沒有變多，反而有點變少。

因此我們猜想，針對不同的調味粉，罐底的凸起只要大於一定大小，就可造成這種調味粉有效的掉落，芥末椒鹽等原本就容易掉落的，罐底凸起不用太大。像辣椒粉這種凸起太小不易掉落，就必須凸起大一點，以我們的實驗，超過 3mm 就可以讓它有效的掉落。



圖 19.實驗時粉末掉落情形

## 八、實驗七：探討不同角度對掉落速率的影響

我們想像使用研磨胡椒罐底部的方法來灑調味粉時，不一定保持胡椒罐的在鉛垂方向，如果是不同角度時，會不會影響灑調味粉的量呢？所以接下來我們用量角器將胡椒罐改變傾斜角度為 30 度、60 度、90 度(水平)，固定使用 3 孔瓶蓋、100 次/分的頻率及芥末椒鹽來進行實驗，看看會有什麼不一樣。

### (一) 實驗過程

1. 將實驗裝置擺放好，孔洞旁邊三孔，並利用尺確定支架高度 6.5cm。
2. 啟動節拍器，頻率 100 次/分。
3. 以電子秤測量墊紙重量，並扣重。
4. 把傾斜 0 度且裝有芥末椒鹽的胡椒罐固定，計時 30 秒，並進行實驗。
5. 用相機拍下實驗後的粉末堆積情形。
6. 測量墊紙上的粉末重量。
7. 重複步驟 1~6，改變傾斜角度為 30 度、60 度、90 度。

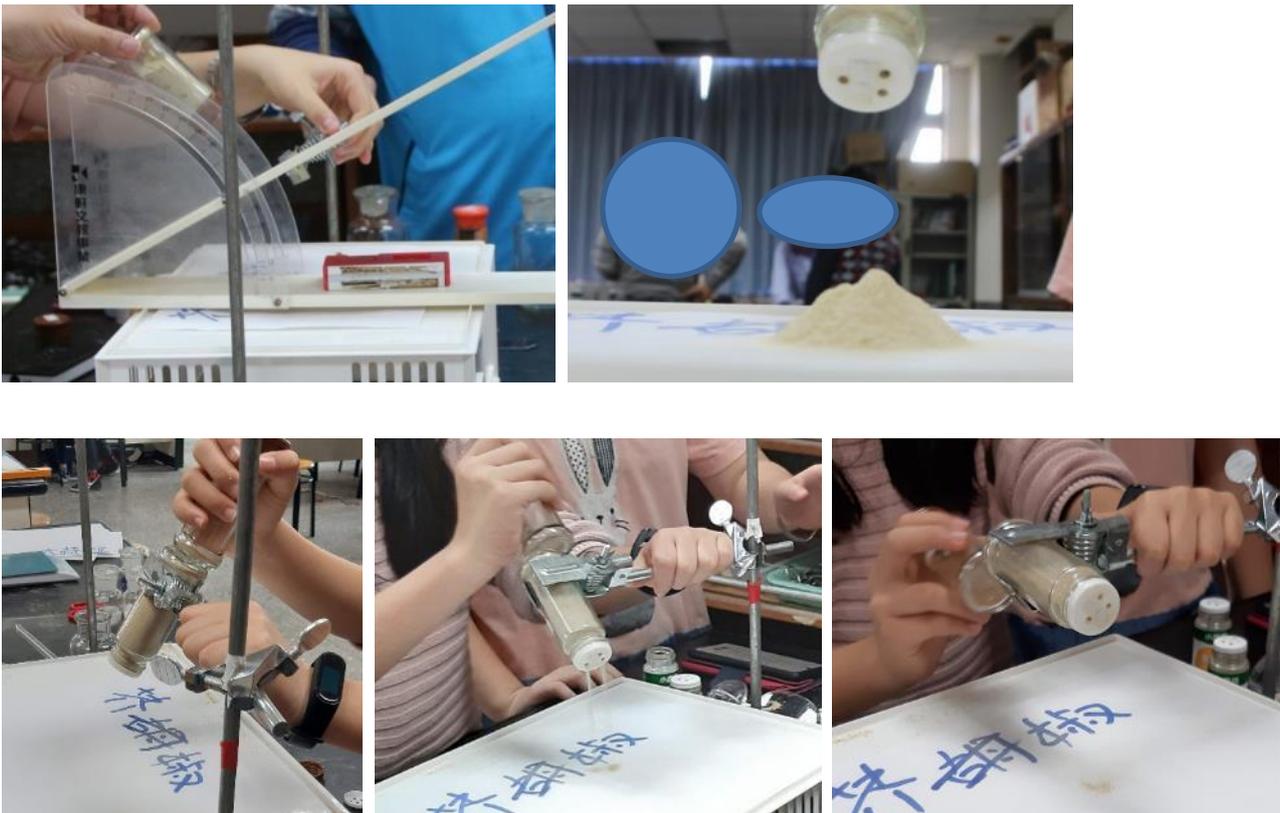


圖 20. 準備實驗裝置與實驗時粉末掉落情形

## (二)結果與討論

我們整理數據如下表，並作圖如下圖：

角度	掉落量(g)
0	21.6
30	15.6
60	8.0
90	0.0

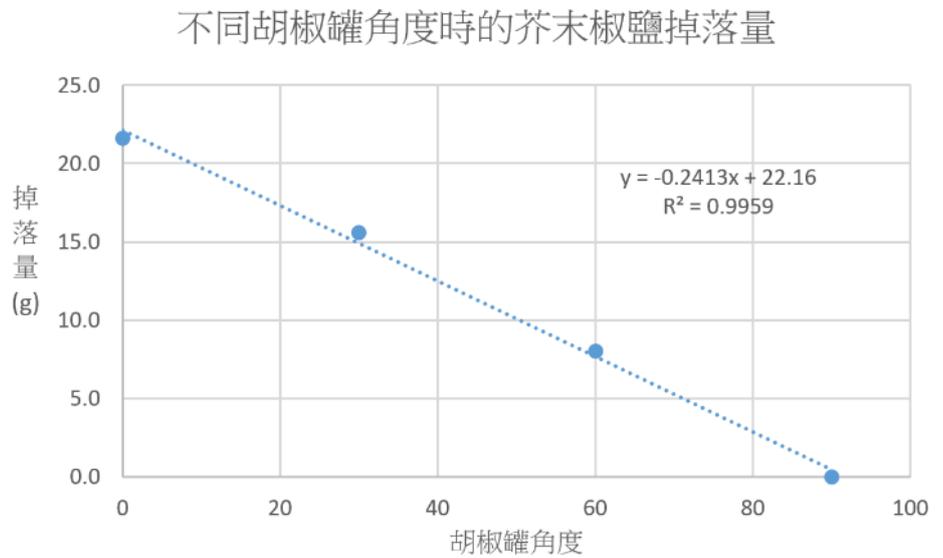


圖 21.不同胡椒罐角度時的調味粉掉落量

由以上實驗結果，我們可以知道，利用研磨方式灑調味粉時，還是以垂直向下的角度，調味粉的掉落量會最大。如果要每次量少一點均勻的灑，可以傾斜一個角度，來控制調味粉的量。

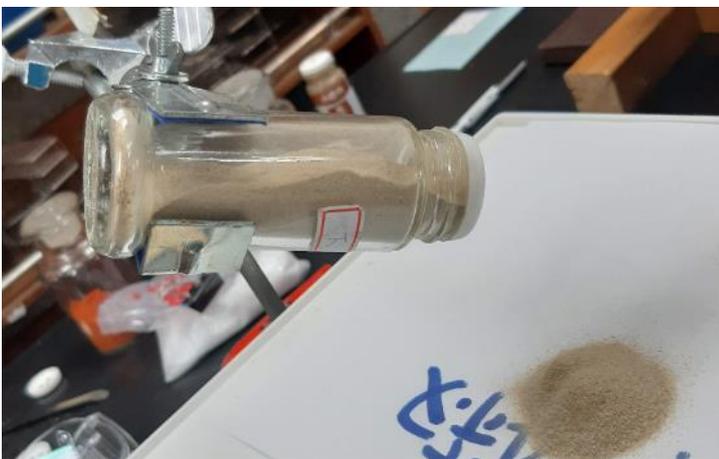


圖 22.大角度時的胡椒罐上方是空的

另外由上圖我們可以看到，當胡椒罐角度大時，調味粉上方出現空的地方，造成有些孔洞不會有調味粉落下，使落下的量減少。

## 九、實驗八：探討敲擊時不同調味粉末對掉落速率的影響

我們以研磨罐底的方式來灑調味粉，但有些調味粉像是辣椒粉、食鹽和胡椒鹽的掉落量都很少，所以我們想用敲擊的方式看看對於不同粉末的掉落量有沒有影響，所以我們用鋼筷來敲擊瓶底，進行實驗，實驗步驟如下：



### (一) 實驗過程

1. 將實驗裝置擺放好，孔洞固定旁邊三孔，直徑為 0.35 公分，並利用尺確定支架高度。
2. 啟動節拍器，頻率 50 次/分。
3. 以電子秤測量墊紙重量，並扣重。
4. 把裝有芥末椒鹽的胡椒罐固定，計時 30 秒，並進行實驗。
5. 用相機拍下實驗後的粉末堆積情形。
6. 測量墊紙上的粉末重量。
7. 重複步驟 1~5，改變節拍器頻率為 100 次/分、150 次/分及 200 次/分。



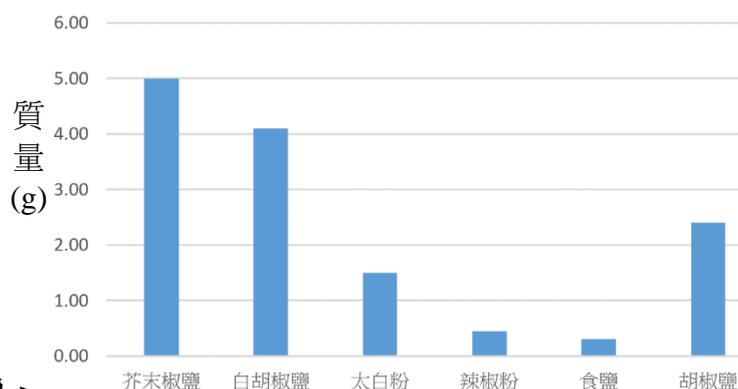
圖 23. 敲擊時調味粉末掉落情形

### (二) 結果與討論

我們整理數據如下表，並作圖如下圖

調味粉種類	掉落量(g)
芥末椒鹽	5.00
白胡椒鹽	4.10
太白粉	1.50
辣椒粉	0.45
食鹽	0.30
胡椒鹽	2.40

不同調味粉敲擊30秒的掉落量



由實驗結果我們知道，對於芥末椒鹽、

白胡椒鹽與太白粉，敲擊的掉落量略少

圖 24. 敲擊時調味粉末掉落量

於研磨但相差不大，但研磨不易掉落的辣椒粉、食鹽和胡椒鹽用敲擊的方法，有增加明顯的掉落量，所以對於研磨效果不佳的調味粉，我們可以改用敲擊的方式。

## 十、實驗九：探討不同敲擊頻率對掉落速率的影響

我們想知道，敲擊的快慢對於調味粉掉落量的影響，所以我們用節拍器設定不同的速度，包括 50 次/分、100 次/分、150 次/分和 200 次/分 4 種不同的速度來進行實驗。步驟如下：

### (一) 實驗過程

1. 將實驗裝置擺放好，孔洞固定旁邊三孔，並利用尺確定支架高度 6.5cm。
2. 啟動節拍器，頻率 50 次/分。
3. 以電子秤測量墊紙重量，並扣重。
4. 把裝有芥末椒鹽的胡椒罐固定，計時 30 秒，並進行實驗。
5. 用相機拍下實驗後的粉末堆積情形。
6. 測量墊紙上的粉末重量。
7. 重複步驟 2~6，改變節拍器頻率為 100 次/分、150 次/分及 200 次/分。

### (二) 結果與討論

我們整理數據如下表，並作圖如下圖

調味粉種類	掉落量(g)	每次敲擊掉落量(g)
50	2.9	0.12
100	5.0	0.10
150	7.9	0.11
200	10.0	0.10

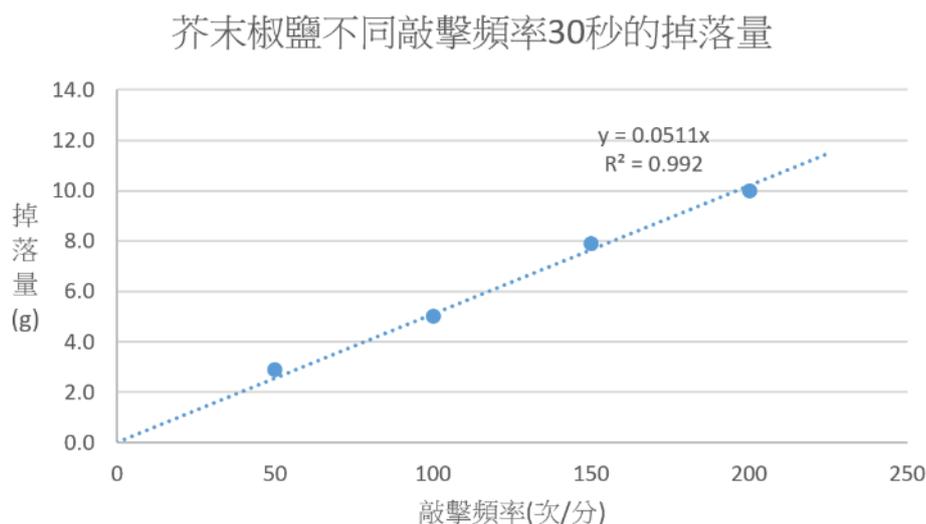


圖 25. 不同敲擊頻率調味粉末掉落量

由以上結果我們發現，敲擊次數越多，調味粉掉落越多，呈現正比的關係，所以我們將掉落量除以敲擊次數，得到下圖。

芥末椒鹽每一次敲擊的掉落量

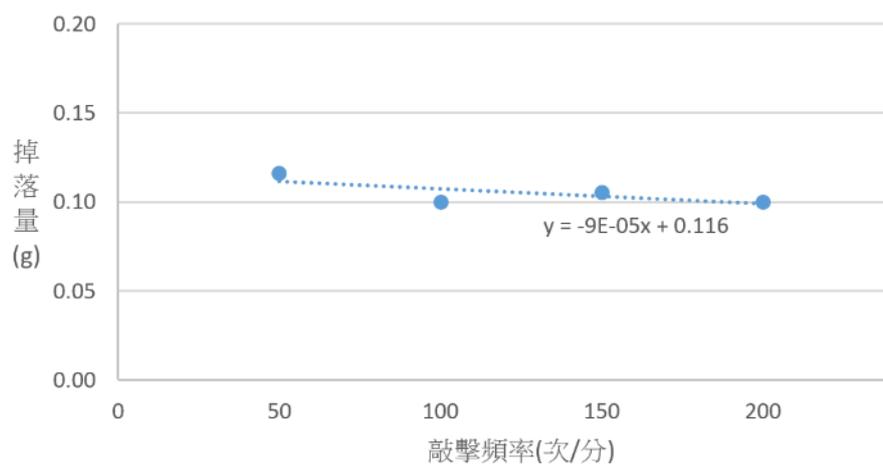


圖 26. 每次敲擊調味粉末掉落量

由上圖，每次敲擊芥末椒鹽的掉落量約為 0.116 公克，與敲擊的快慢影響不大。

## 伍、結論

由以上的實驗，我們可以總結以下的結論：

- 一、由實驗一可知，研磨罐底的方式，不同調味粉粉末在相同的條件與時間下，掉落的量有明顯的區別，以芥末椒鹽落下來的量最多，辣椒粉、食鹽與胡椒鹽都只有一點點的量掉落。
- 二、由實驗二可知，旁邊孔洞的調味粉掉落量會比中間孔洞多。
- 三、由實驗三可知，孔洞數量越多，掉落的量越大，而且是接近正比的關係。
- 四、由實驗四可知，大顆的粉末落下較快，小的粉末落下較慢。
- 五、由實驗五可知，研磨的次數越多，調味粉的掉落量越多，但是每次研磨的掉落量約在100次/分最多。
- 六、由實驗六可知，當罐底凸起較大顆時，凸起的數量越多，不易掉落的辣椒粉也可以掉落，而且銀珠數量越多，辣椒粉掉落數量會越多。
- 七、由實驗七可知，利用研磨方式灑調味粉時，還是以垂直向下的角度，調味粉的掉落量會最大。
- 八、由實驗八可知，研磨不易掉落的辣椒粉、食鹽和胡椒鹽用敲擊的方法，有增加明顯的掉落量。
- 九、由實驗九可知，相同條件下敲擊次數越多，調味粉掉落越多，呈現正比的關係，也就是每次敲擊的掉落量大約是固定值，和敲擊的快慢無關。

## 陸、參考文獻

- 一. 郭重吉等編著(民國 108 年)，自然與生活科技二上 1-0 科學實驗方法，南一出版。
- 二. Welding and stuff，THIS IS WHY SALT & PEPPER SHAKERS HAVE RIDGES ON BOTTOM，[https://www.youtube.com/watch?v=tbVkvuQX\\_hM](https://www.youtube.com/watch?v=tbVkvuQX_hM)，2019/1