

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

最佳創意獎

081509

若隱若現

高雄市左營區新莊國民小學

作者姓名：

小五 鄭宇珊 小五 蘇子軒 小五 李芝安  
小五 柯品君

指導老師：

張加憲 洪淑文

# 若隱若現

## 摘要：

本研究使用自製重力震盪器、十種的沙子、不同形狀、密度的紙模型、不同形狀的盛裝容器、保麗龍球與鉛等，來探究埋在沙子裡的石頭會浮出沙面的原因。

研究一以沙子加水與未加水進行震盪研究，發現本實驗與沉積作用不同。

研究二利用重力震盪器進行震盪，發現震盪高度越高、沙子厚度越薄，石頭較易浮出。

研究三、四、五、六、七針對埋入的物體，改變外型、密度、體積、體積比沙子小與埋藏位置等方法進行研究。發現當物體為球體、密度小、體積大、埋藏在中央較易浮出。

研究八以不同形狀的盛裝容器與不同材質的容器內壁進行實驗。發現不加內襯的正方形容器較易讓保麗龍球浮出。

研究九以保麗龍球、鉛片與鉛丸進行實驗，驗證我們的研究結果。

## 壹、研究動機：

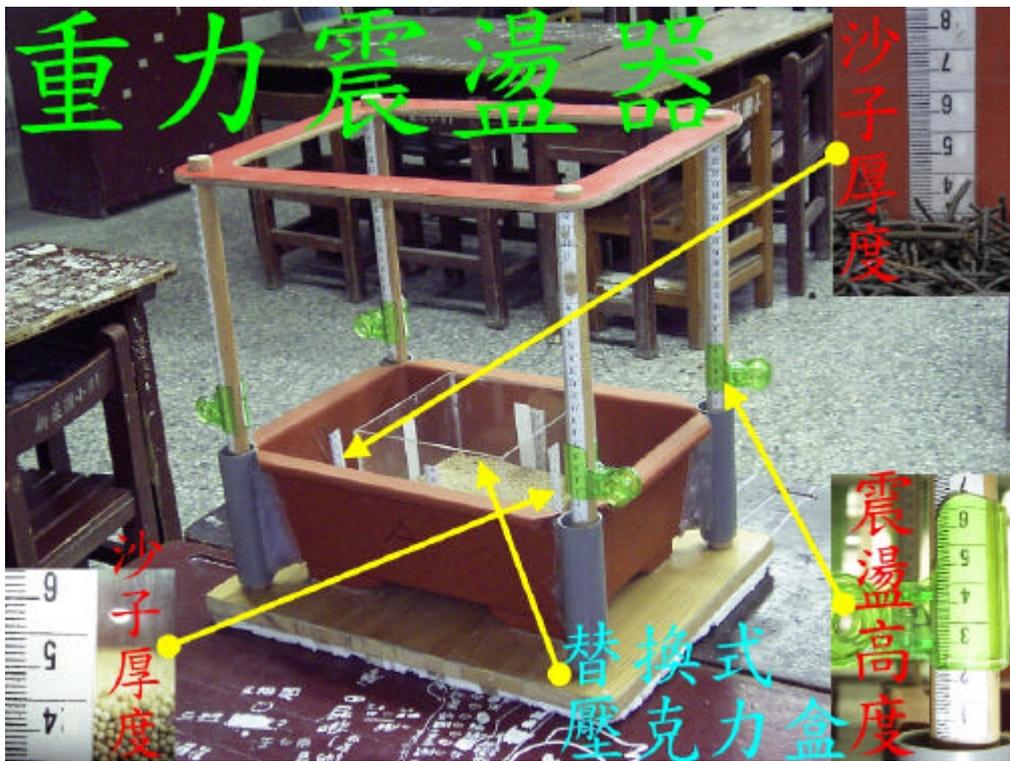
在上學期自然第四單元的「力與運動」中，我們知道物體受力會有運動的現象。某日下課在操場玩沙時，發現把沙子放在盒子裡搖晃後，較大的石子會浮出沙面。我們覺得很好玩，便去請教老師。只見老師拿出許多不同的小東西埋在沙子裡，讓我們試著把它搖出來。結果發現有些東西特別容易浮出沙面，另一些則不然。這讓我們更好奇想要了解是什麼原因造成的，於是便請老師指導我們研究這個奇特的現象。

## 貳、研究目的：

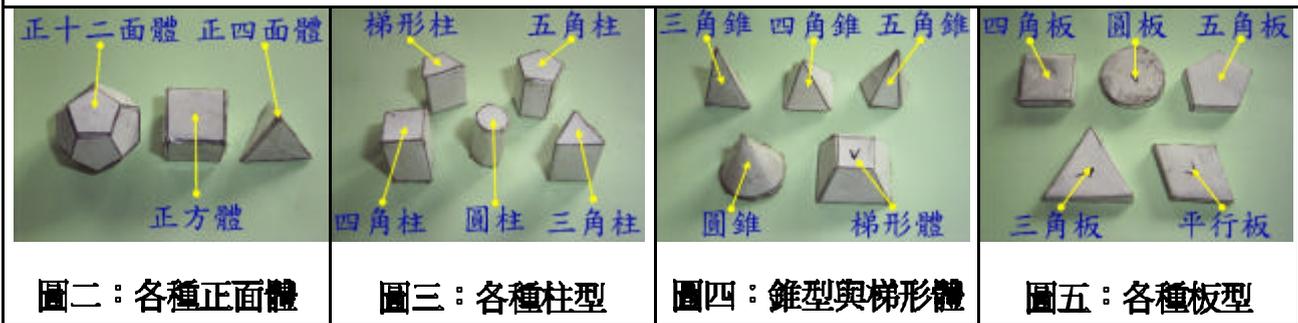
- 一、比較震盪實驗與沉積作用的不同。
- 二、以不同種類、厚度的沙子與震盪的高度進行實驗，找出影響實驗的結果。
- 三、用不同形狀的紙模型埋在珍珠砂內，比較出哪一種形狀最容易浮出沙面。
- 四、在紙模型內填入不同密度的物質（空氣、矽砂、鐵、鉛），找出哪一種最容易浮出沙面。
- 五、以不同直徑的保麗龍球埋在珍珠砂內，探討體積是否會影響實驗的結果。
- 六、以保麗龍屑、小發泡石、小鉛丸埋入大發泡石中，探討體積比沙子小時的結果。
- 七、將五顆相同保麗龍球埋在容器的四個角落與中央，探討埋入位置的關係。
- 八、以不同外形與不同內襯材料的盛裝沙子容器，找出容器是否影響實驗的結果。
- 九、以保麗龍球、鉛片與鉛丸，驗證小石子密度越輕、體積越接近球體容易浮出沙面。

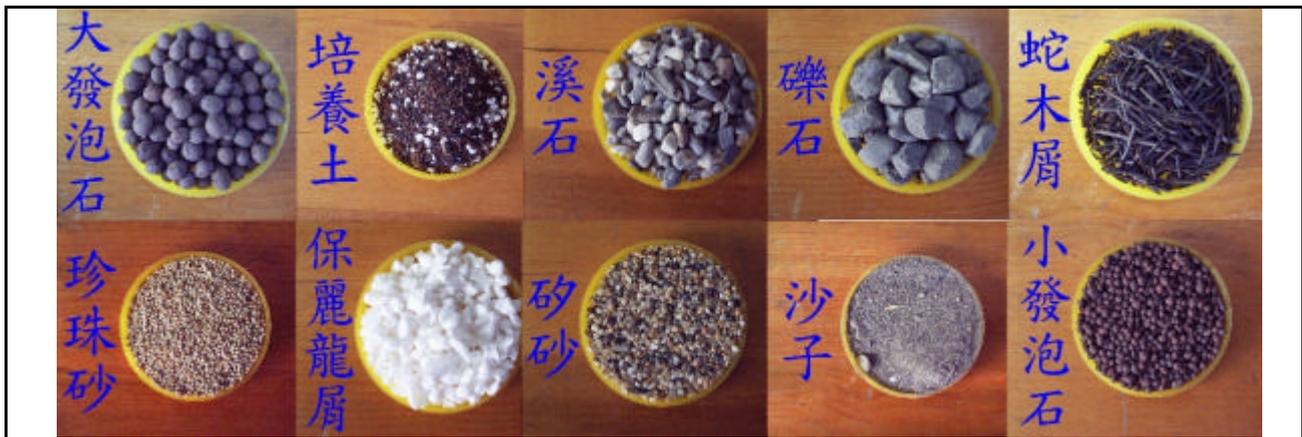
參、研究設備與器材：

自製重力震盪器、自製紙模型（正方體、正四面體、正十二面體、三角柱、四角柱、五角柱、梯形柱、圓柱、三角錐、四角錐、五角錐、梯形錐、圓錐、三角板、正方形板、五角板、平行板、圓板）各種沙子（一般沙土、培養土、蛇木屑、小發泡石、大發泡石、珍珠砂、矽砂、保麗龍屑、溪石、礫石）寶特瓶、燒杯、滴管、量筒、漏斗、各式替換式壓克力盒子（三角形、正方形、圓形）各式可替換式內襯（優塑板、珍珠板、瓦楞紙、泡棉、海棉、長毛布）游標尺、小畚箕、計數器、電子秤(精度 0.1g)、食鹽、鉛粉、鐵粉、保麗龍球(直徑 1、2、3、4cm)、鉛片、鉛丸、數位相機、電腦設備。

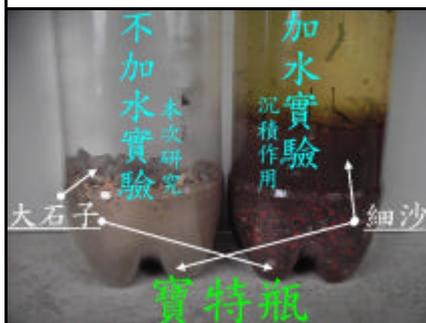


圖一：重力震盪器

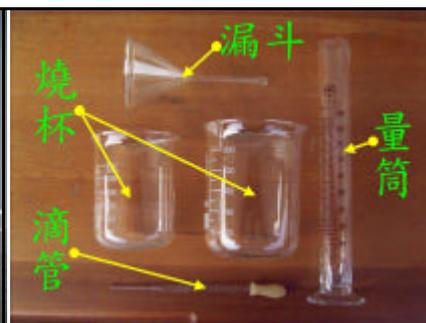




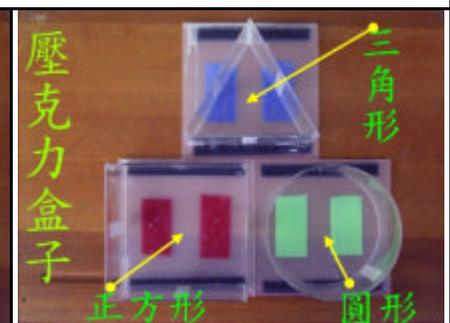
圖六：各種沙子



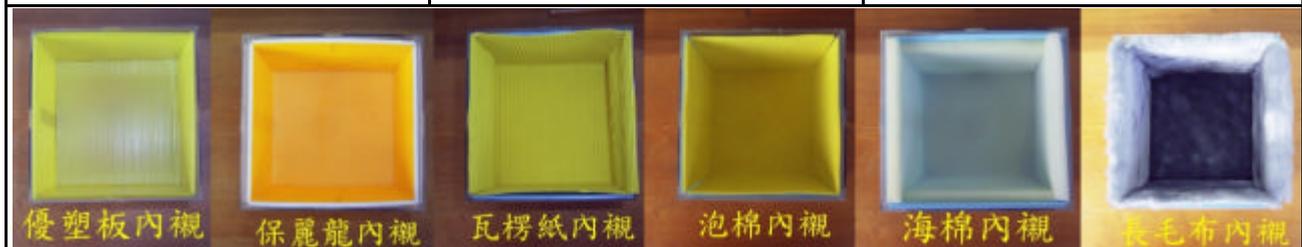
圖七：寶特瓶



圖八：各式玻璃儀器



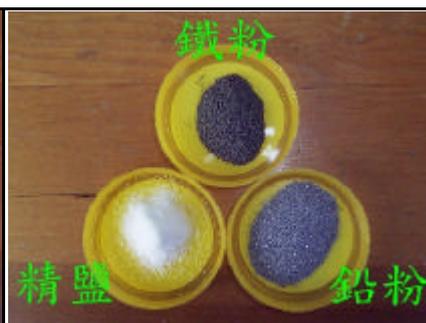
圖九：替換式壓克力盒子



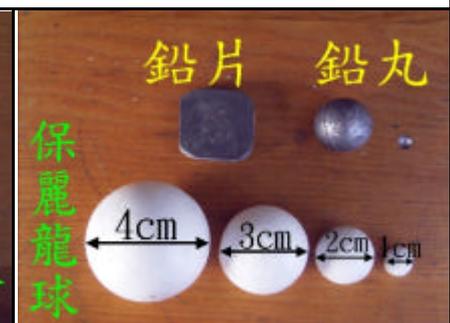
圖十：替換式壓克力盒子內襯



圖十一：各種輔助工具



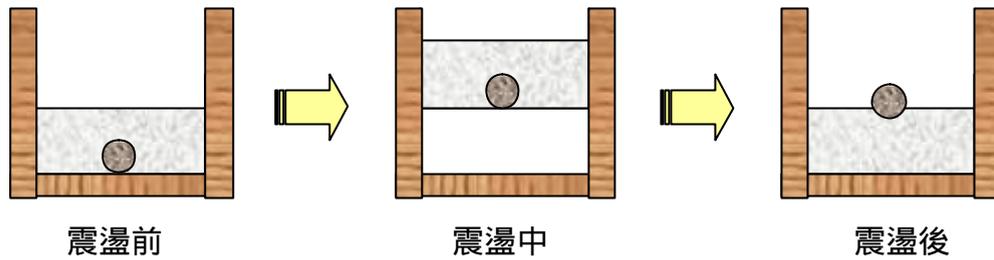
圖十二：各種粉末



圖十三：鉛片、鉛丸與保麗龍球

#### 肆、研究過程、方法與結果：

我們猜測埋在沙子裡的石頭是受到震盪力量的影響，而浮出沙面。為此，我們製作了重力震盪器來模擬沙子和石頭受到震盪的影響，並且讓每次震盪過程中的力量大小接近。



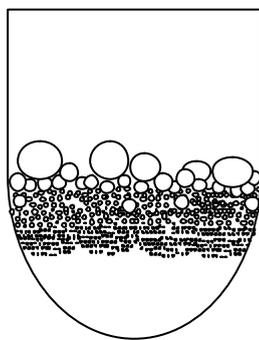
圖十四：實驗過程示意圖

#### 研究一：區別本次研究與沉積作用的不同。

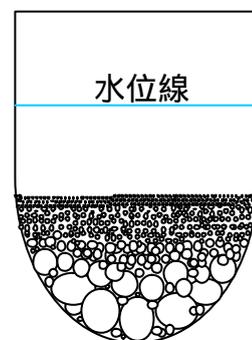
過程與方法：

- (一) 將含有小石子的沙子裝入兩個寶特瓶內。
- (二) 其中一個加入水，另一個不加水。蓋上蓋子進行震盪。
- (三) 等沙子都靜止沉澱後，觀察結果。

實驗結果：



圖十五：沒有加水的實驗



圖十六：有加水的實驗

說明：

- (一) 實驗結果如圖七所示，透過示意圖（圖十五、圖十六）發現：
  1. 未加水的實驗，大石子在最上層。
  2. 加水的實驗，大石子卻在底層。
- (二) 可以看出本震盪實驗與沉積作用的結果有明顯的差異。

## 研究二：利用自製重力震盪器與測量密度，進行各種沙子特性的比較。

說明：以不同的震盪高度和沙子厚度進行震盪，找出最適當的震盪高度與最穩定的沙子厚度。再進行各種沙子密度的測量，以找出影響小石子浮出沙面的變因。

過程與方法：

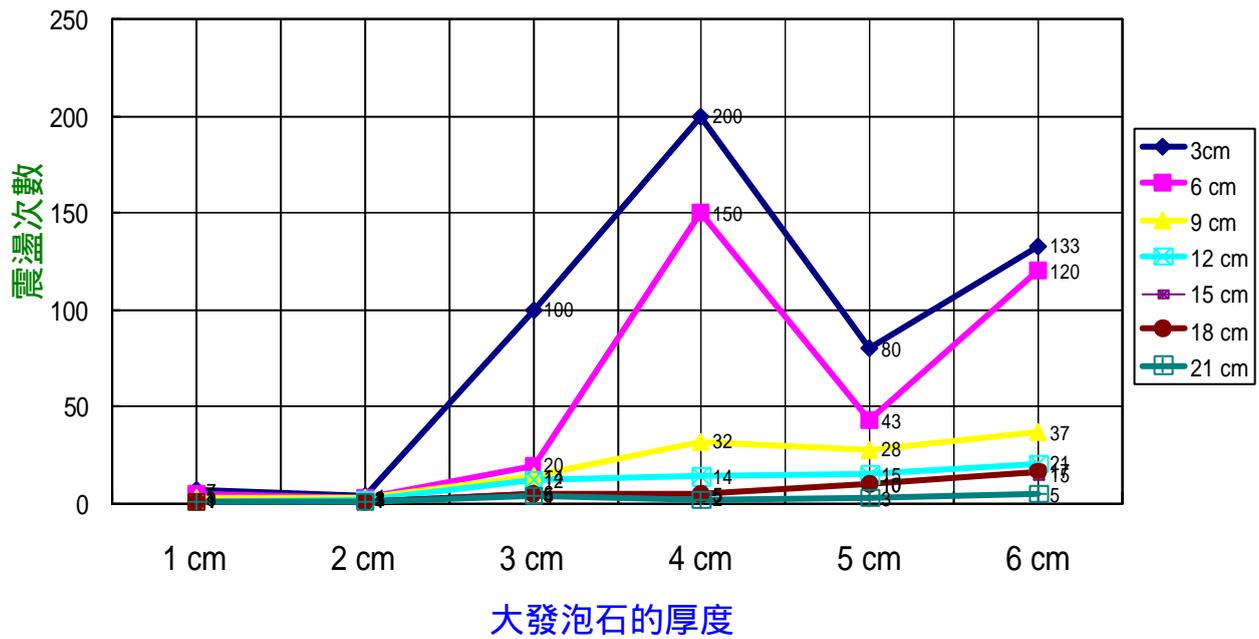
- (一) 選一種沙子以厚度 1cm 平鋪於重力震盪器的磚紅色盒子內。
- (二) 以游標尺確認沙子厚度，並將埋藏物體（小石子）埋在盒子的正中央處，以小畚箕鋪平沙子。
- (三) 調整四根木柱上透明塑膠夾子的記號在 3cm 的位置，為震盪的高度。
- (四) 雙手持住磚紅色盒子邊緣的中間上抬，使四個角落的 PVC 管與四根木柱上透明塑膠夾子輕輕接觸。
- (五) 雙手同時放開讓盒子自由落下，並用計數器記錄 1 次。待小石子浮出沙面後，紀錄計數器的次數。
- (六) 重複步驟(二)~(五)分別改變震盪高為 6cm、9cm、12cm、15cm、18cm、21cm 進行。
- (七) 完成步驟(六)再改變沙子厚度為 2cm、3cm、4cm、5cm、6cm，分別重複步驟(二)~(六)。
- (八) 完成步驟(七)後，換上別種沙子，重複步驟(一)~(七)。
- (九) 利用量杯與電子秤測量各種沙子體積與重量。得到：整體密度 = 重量 ÷ 體積。
- (十) 再利用水排氣體的特性，將水加入量杯使沙子間的空氣排出。沙子的實際體積 = 全部體積 - 加入水的體積。因此，不含空隙的沙子密度 = 重量 ÷ 實際體積。

實驗結果：

表一：大發泡石

震盪高度 沙子 厚度	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	7	5	3	1	1	1	1
2 cm	4	3	3	2	2	1	1
3 cm	100	20	14	12	6	5	4
4 cm	200	150	32	14	5	5	2
5 cm	80	43	28	15	10	10	3
6 cm	133	120	37	21	15	17	5

大發泡石的震盪結果圖表

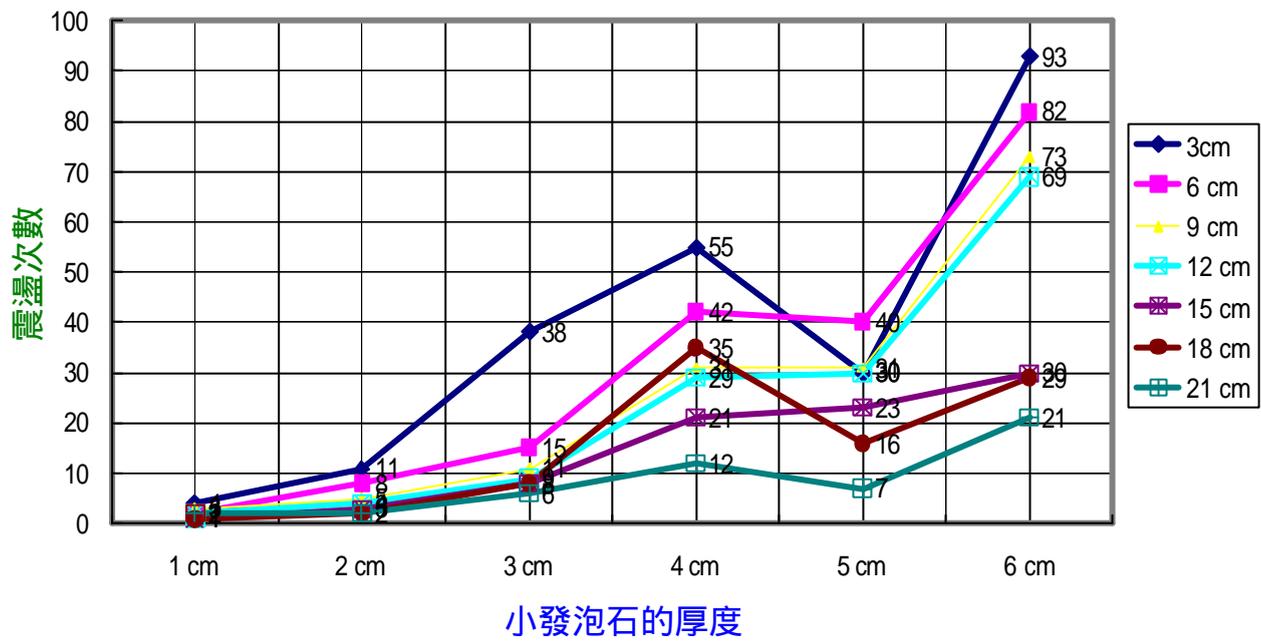


圖十七

表二：小發泡石

震盪高度 沙子 厚度	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	4	2	3	2	1	1	2
2 cm	11	8	5	4	3	2	2
3 cm	38	15	11	9	8	8	6
4 cm	55	42	31	29	21	35	12
5 cm	30	40	31	30	23	16	7
6 cm	93	82	73	69	30	29	21

小發泡石的震盪結果圖表

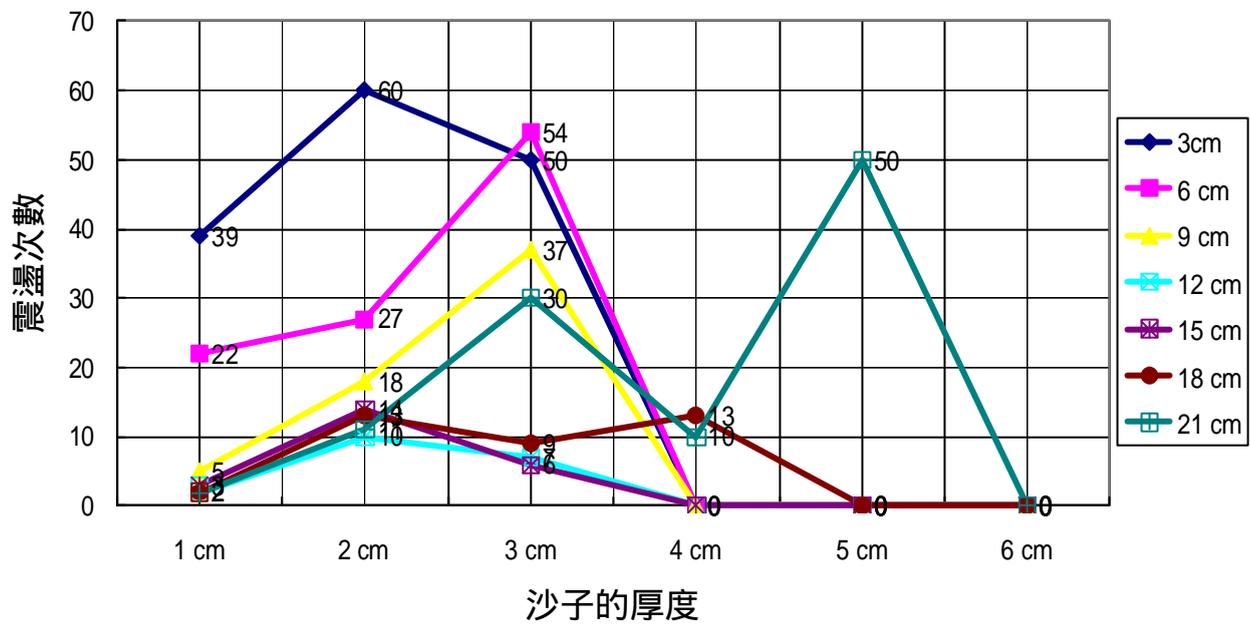


圖十八

表三：沙子

沙子厚度 震盪高度	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	39	22	5	2	3	2	2
2 cm	60	27	18	10	14	13	11
3 cm	50	54	37	7	6	9	30
4 cm	-	-	-	-	-	13	10
5 cm	-	-	-	-	-	-	50
6 cm	-	-	-	-	-	-	-

沙子的震盪結果圖表

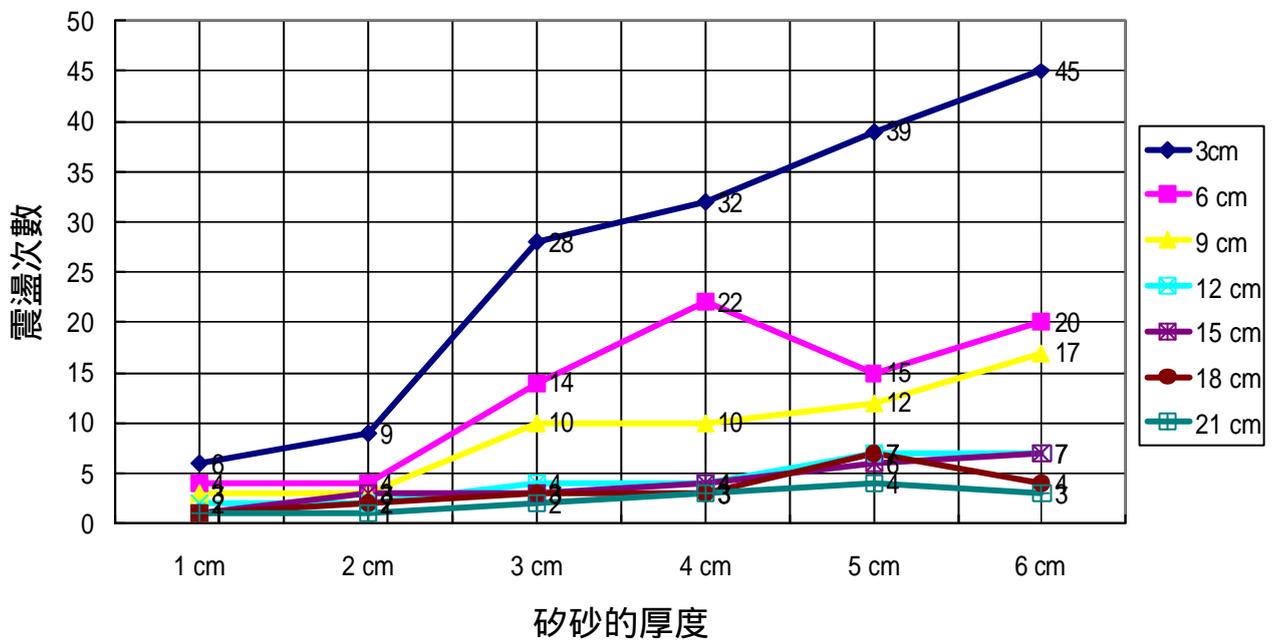


圖十九

表四：矽砂

震盪高度 沙子 厚度	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	6	4	3	2	1	1	1
2 cm	9	4	3	2	3	2	1
3 cm	28	14	10	4	3	3	2
4 cm	32	22	10	4	4	3	3
5 cm	39	15	12	7	6	7	4
6 cm	45	20	17	7	7	4	3

矽砂的震盪結果圖表

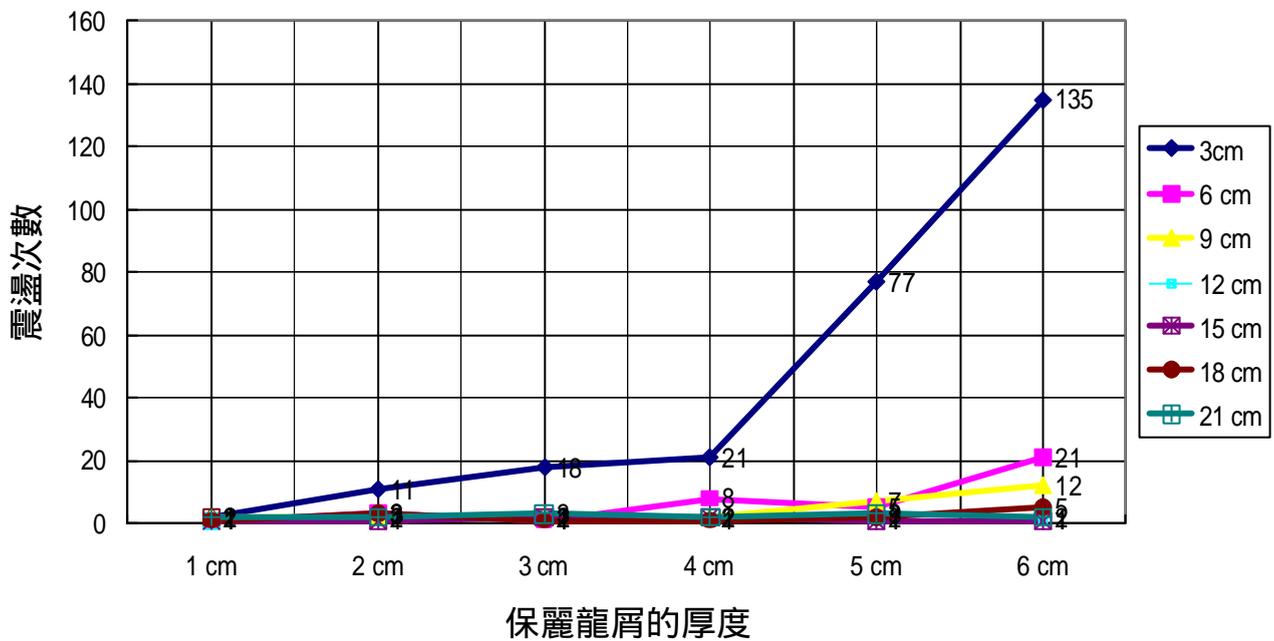


圖二十

表五：保麗龍屑

沙子厚度	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	2	1	2	2	1	1	2
2 cm	11	3	2	3	1	3	2
3 cm	18	1	2	2	2	1	3
4 cm	21	8	2	2	2	1	2
5 cm	77	5	7	1	1	2	3
6 cm	135	21	12	1	1	5	2

保麗龍屑的震盪結果圖表

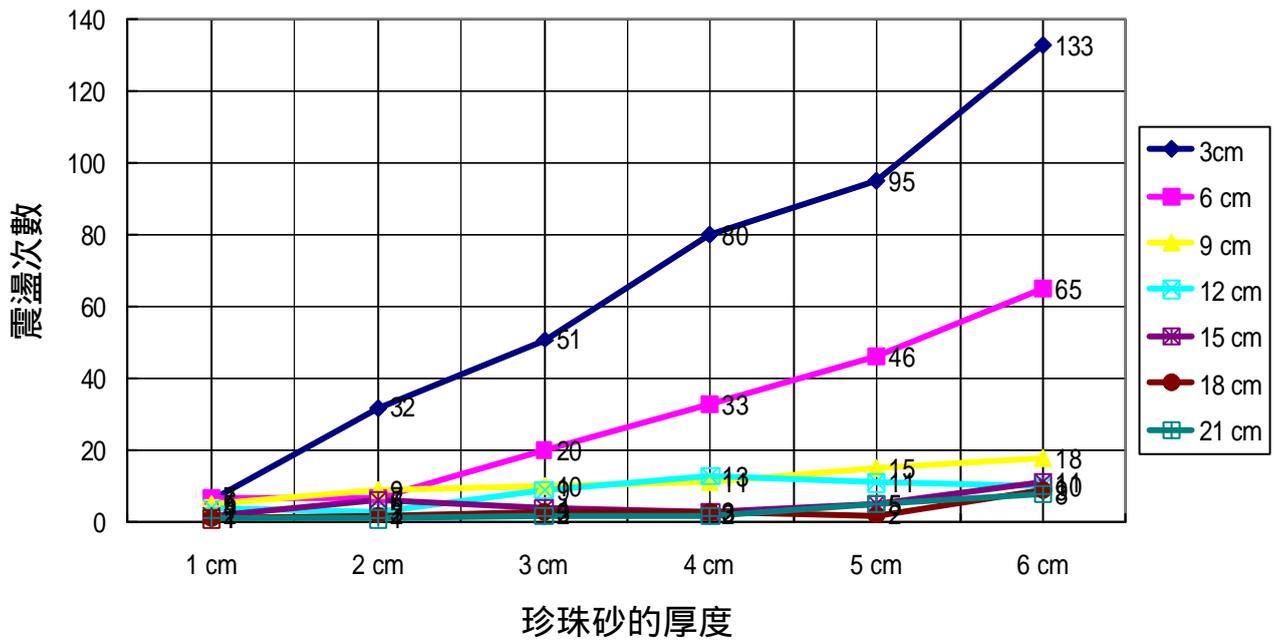


圖二十一

表六：珍珠砂

沙子厚度	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	6	7	5	4	2	1	1
2 cm	32	7	9	3	6	2	1
3 cm	51	20	10	9	4	3	2
4 cm	80	33	11	13	3	3	2
5 cm	95	46	15	11	5	2	5
6 cm	133	65	18	10	11	9	8

珍珠砂的震盪結果圖表

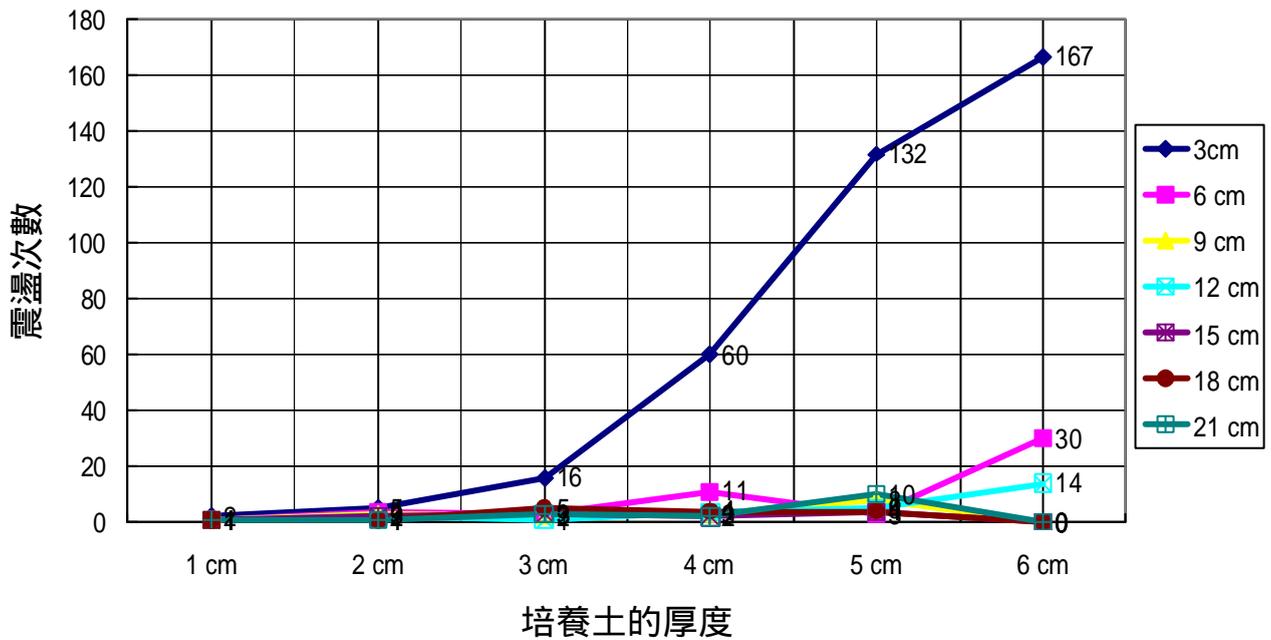


圖二十二

表七：培養土

沙子厚度 \ 震盪高度 次數	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	2	1	1	1	1	1	1
2 cm	5	4	3	2	2	1	1
3 cm	16	3	2	1	3	5	3
4 cm	60	11	3	4	2	4	2
5 cm	132	3	8	5	4	4	10
6 cm	167	30	-	14	-	-	-

培養土的震盪結果圖表

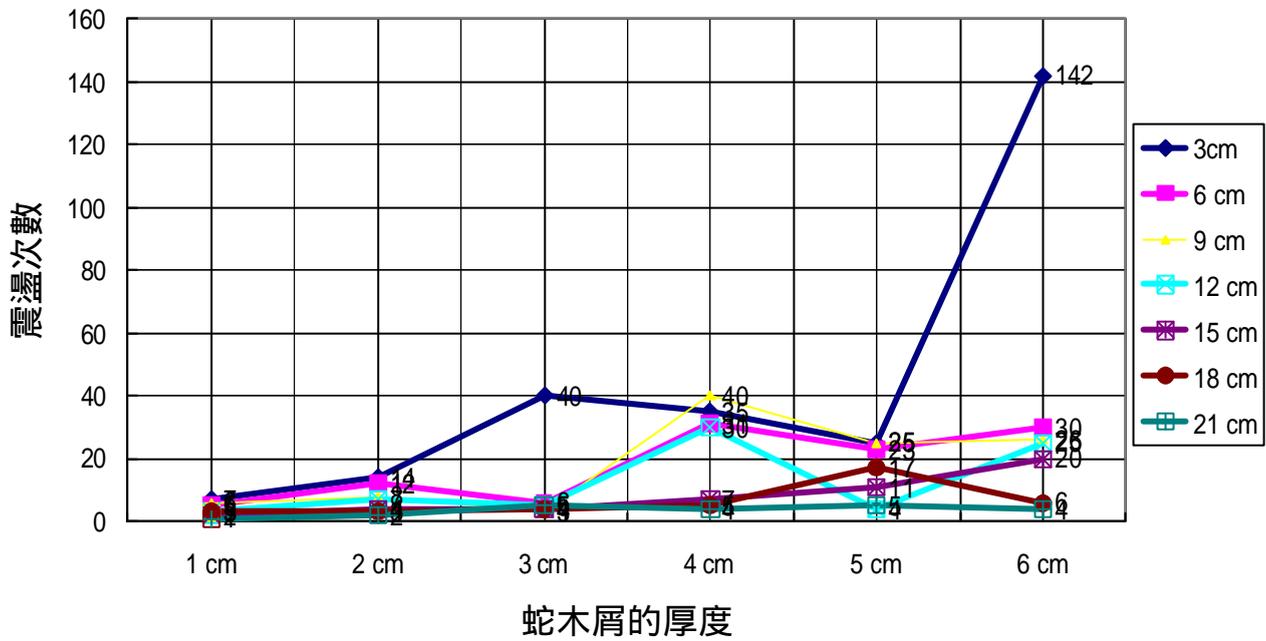


圖二十三

表八：蛇木屑

沙子厚度 \ 震盪高度	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	7	5	6	3	2	3	1
2 cm	14	12	8	7	4	3	2
3 cm	40	6	3	5	4	4	5
4 cm	35	31	40	30	7	5	4
5 cm	25	23	25	4	11	17	5
6 cm	142	30	26	25	20	6	4

蛇木屑的震盪結果圖表

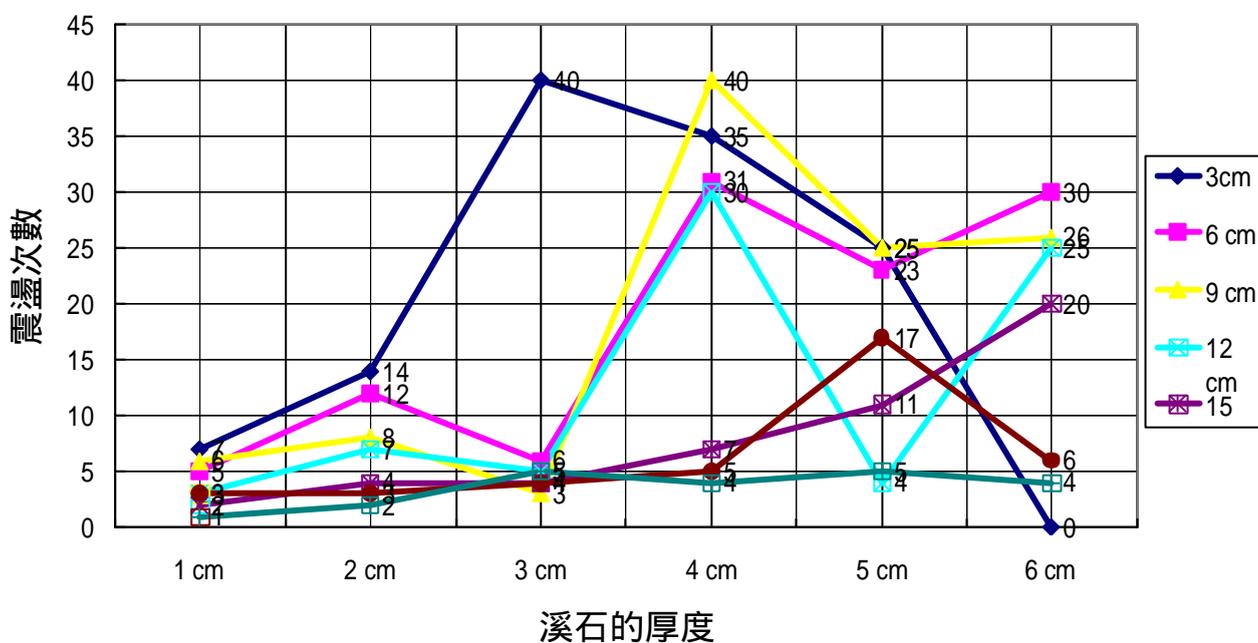


圖二十四

表九：溪石

沙子厚度 \ 震盪高度 次數	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	6	4	3	2	2	1	1
2 cm	33	7	5	3	3	2	1
3 cm	47	15	6	5	5	3	3
4 cm	51	19	13	8	8	5	4
5 cm	62	28	21	15	15	7	4
6 cm	94	31	12	8	8	7	5

溪石的震盪結果圖表

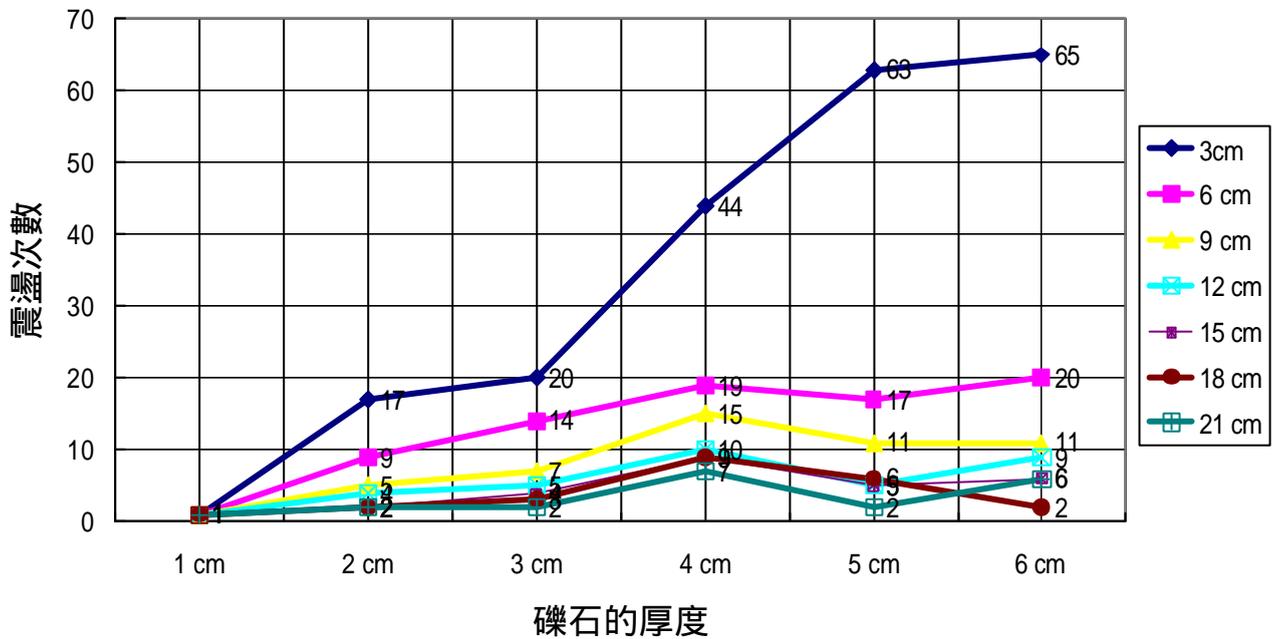


圖二十五

表十：礫石

沙子厚度	震盪高度						
	3cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm	18 cm	21 cm
1 cm	1	1	1	1	1	1	1
2 cm	17	9	5	4	2	2	2
3 cm	20	14	7	5	4	3	2
4 cm	44	19	15	10	9	9	7
5 cm	63	17	11	5	5	6	2
6 cm	65	20	11	9	6	2	6

礫石的震盪結果圖表



圖二十六

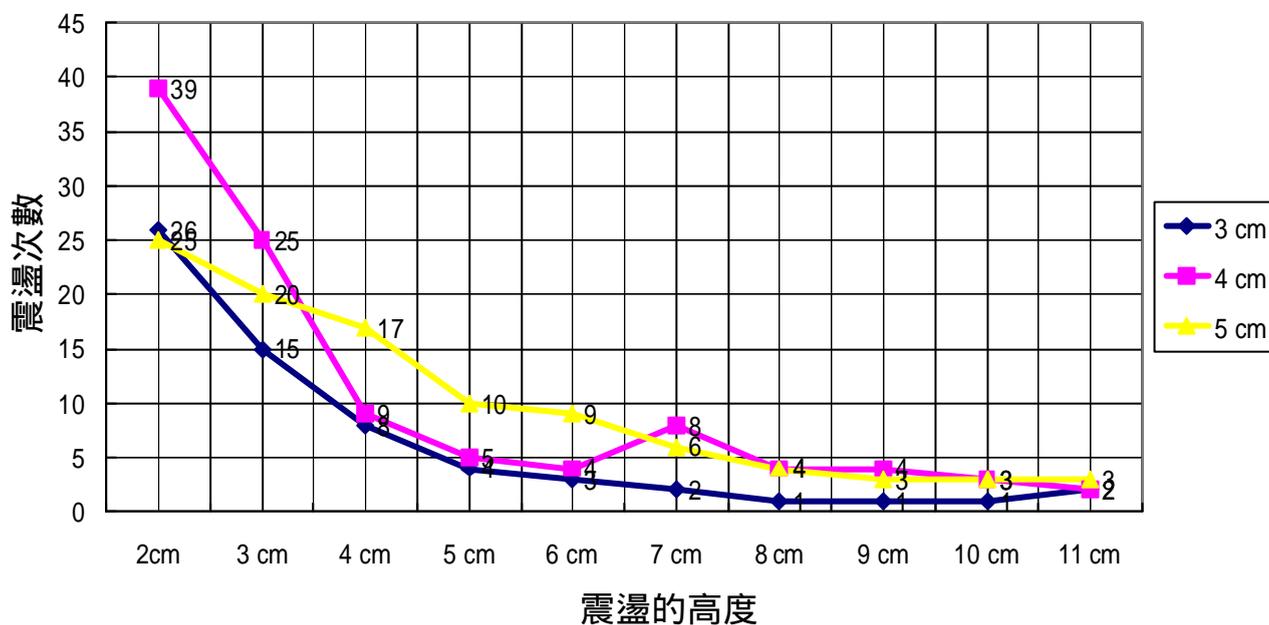
說明：

- (一)利用自製重力震盪器可以讓每次的震盪大小接近。
- (二)發現震盪高度越高與沙子厚度越薄，小石子浮出沙面越快。
- (三)不同的沙子有不同的震盪結果，以小發泡石、矽砂、珍珠砂較穩定再進行比較。

表十一：小發泡石

沙子厚度 震盪高度	震盪高度									
	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm	11 cm
3 cm	26	15	8	4	3	2	1	1	1	2
4 cm	39	25	9	5	4	8	4	4	3	2
5 cm	25	20	17	10	9	6	4	3	3	3

小發泡石的震盪結果圖表

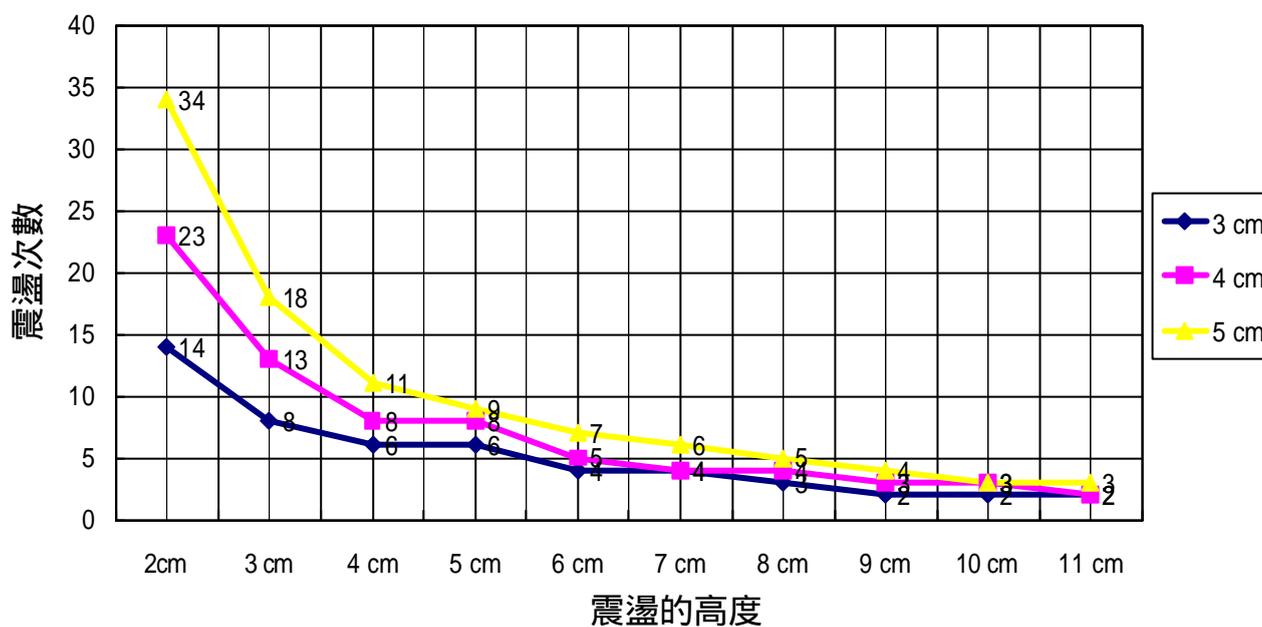


圖二十七

表十二：珍珠砂

沙子厚度 \ 震盪高度	震盪高度									
	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm	11 cm
3 cm	14	8	6	6	4	4	3	2	2	2
4 cm	23	13	8	8	5	4	4	3	3	2
5 cm	34	18	11	9	7	6	5	4	3	3

珍珠砂的震盪結果圖表

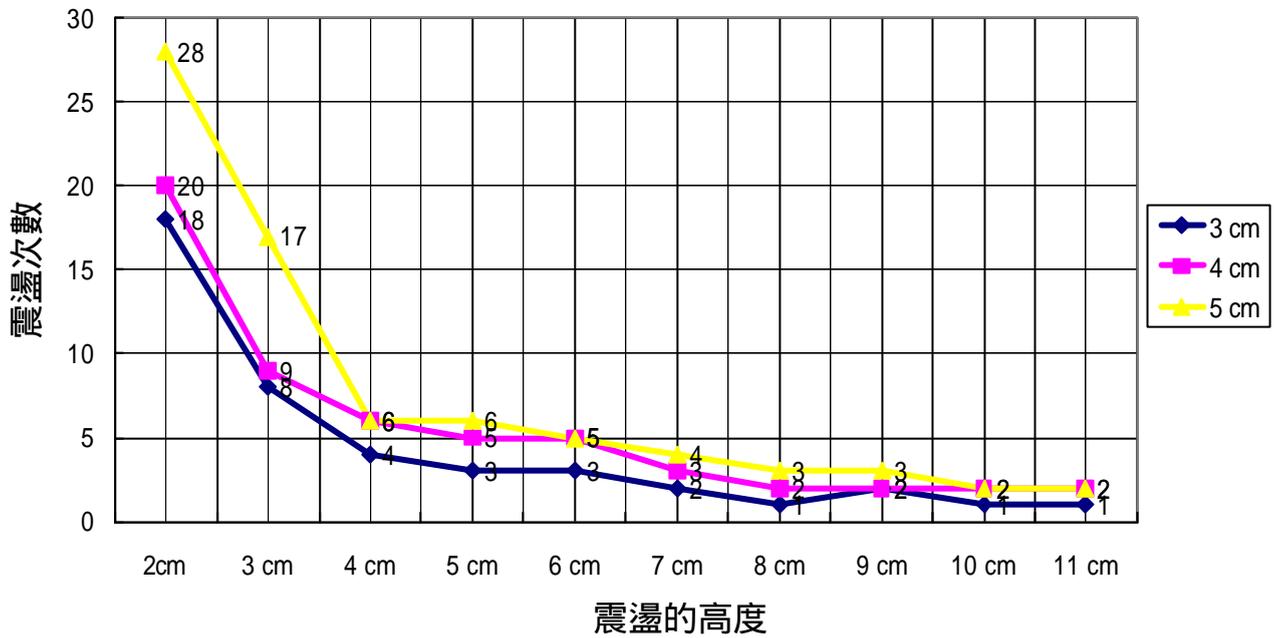


圖二十八

表十三：矽砂

沙子厚度 震盪高度	震盪高度									
	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm	11 cm
3 cm	18	8	4	3	3	2	1	2	1	1
4 cm	20	9	6	5	5	3	2	2	2	2
5 cm	28	17	6	6	5	4	3	3	2	2

矽砂的震盪結果圖表



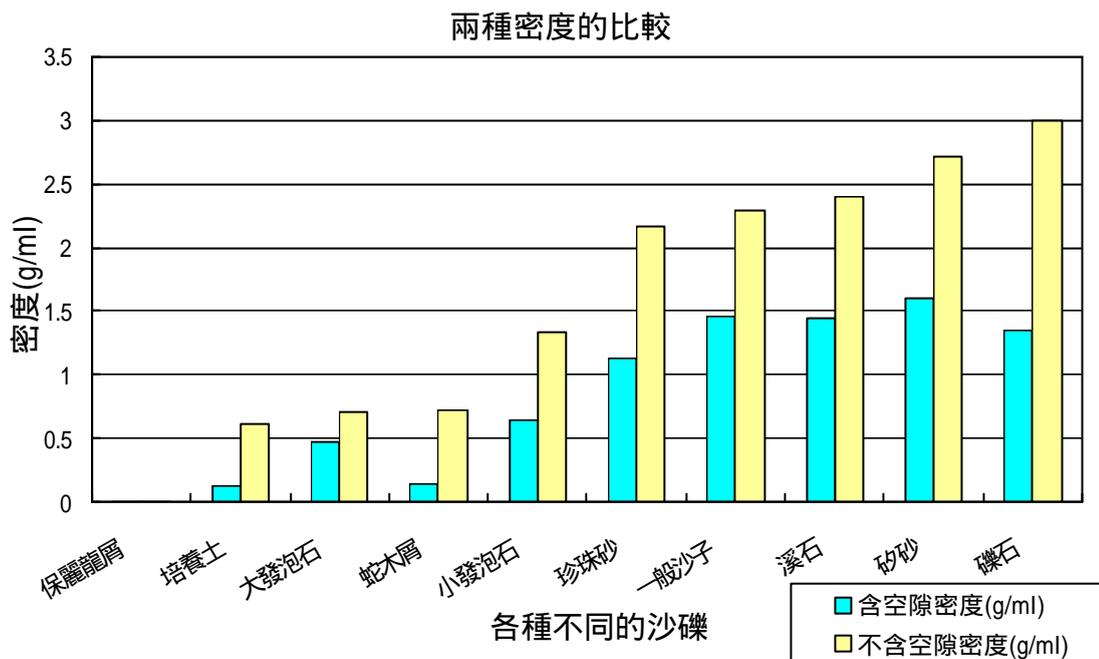
圖二十九

說明：

- (一)由圖二十八發現珍珠砂厚度 3~5cm 與震盪高度為 2~3cm 時，最穩定。
- (二)因此選定珍珠砂為之後研究用的主要沙子。

表十四：沙子密度的比較

砂石種類	保麗龍屑	培養土	大發泡石	蛇木屑	小發泡石	珍珠砂	一般沙子	溪石	矽砂	礫石
含空隙密度(g/ml)	0.007	0.12	0.48	0.14	0.64	1.13	1.46	1.45	1.61	1.35
不含空隙密度(g/ml)	0.02	0.623	0.71	0.724	1.34	2.17	2.3	2.4	2.72	3.0



圖三十

說明：

- (一)由表十四比較得知，所有不含空隙的密度都較含空隙的密度大。
- (二)兩種密度相差越多，表示空隙越大。以保麗龍屑、培養土、蛇木屑空隙最大。

**研究三：以各式紙模型填入矽砂，找出最容易浮出沙面的紙模型並測量紙模型密度。**

過程與方法：

- (一)製作 4 類共 18 種的紙模型（圖二 圖五），並填入矽砂，以替代小石子。
- (二)實驗條件：珍珠砂厚度 4cm、震盪高度 2cm。重複研究二的步驟(二)~(五)。
- (三)將阿基米德測量密度的方法加以改良，把水改為精鹽。測量紙模型的體積，並且利用電子秤稱重，以利計算密度。

(四) 選各類最佳的紙模型改變擺放方式，重複步驟(二)。

實驗結果：

表十五：（密度單位為：g/ml）

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均	最佳	密度
正方體	20	28	22	23.2		1.05
正四面體	28	30	27	28.3		0.6
正十二面體(大)	9	12	11	10.6		1.45

表十六：

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均	最佳	密度
三角柱	17	25	27	23		1.1
四角柱	12	18	18	16		0.93
五角柱	20	26	26	24		1.26
梯形柱	25	29	26	26.6		0.8
圓柱	23	35	20	26		0.75

表十七：

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均	最佳	密度
三角錐	33	27	31	30.3		0.7
四角錐	28	27	30	28.3		1.05
五角錐	30	39	36	35		0.7
梯形錐	36	30	26	30.6		0.9
圓錐	29	37	36	33.3		0.6

表十八：

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均	最佳	密度
三角板	29	26	20	25		1.2
四角板	29	31	27	29		1.07
五角板	27	30	25	27.3		1.42
平行板	28	28	28	28		1.42
圓板	24	25	25	24.6		1.42

說明：

- (一)將紙模型分成四類進行比較，發現以正十二面體表現最佳。
- (二)密度會有小於 1 的情形，有可能的原因紙模型體積小是無法精準測量體積。
- (三)研究過程中發現，紙模型浮出沙面有翻轉的情形。因此將四組中最佳的紙模型改變擺設角度再進比較。

表十九：

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均	最佳	之前的數據
四角錐(倒立)	15	23	15	17.6		28.3
四角柱(橫擺)	38	33	20	30.3		16
正十二面體	9	11	10	10		10.6
圓板(直立)	9	6	7	7.3		24.6

說明：

- (一)改變擺放的角度（以倒立、橫擺、直立）皆有明顯變化。以圓板立起來相差最多。

**研究四：利用最易浮出沙面的紙模型分別填入空氣、矽砂、鐵、鉛。**

**比較出填入哪一種最易浮出沙面，並測量此四種紙模型的密度。**

過程與方法：

- (一)製作正十二面體紙模型，分別填入空氣、矽砂、鐵、鉛。以替代小石子。
- (二)重複研究三的步驟(二) (三)。

實驗結果：

表二十：正十二面體填入不同物質的震盪比較

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均	最佳	密度
空	10	12	12	11.3		0.12
矽砂	16	12	15	14.3		2.07
鐵粉	17	16	18	17		5.37
鉛粉	24	23	21	22.6		6.4

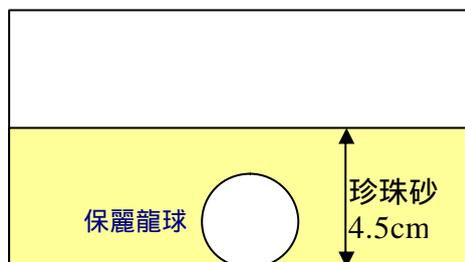
說明：

- (一)發現填入空氣的正十二面體密度最小，最容易浮出沙面。

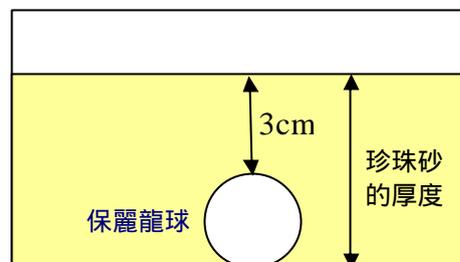
**研究五：以不同直徑的保麗龍球與空的正十二體紙模型作比較替代。**

**以不同大小的保麗龍球，進行體積大小是否會影響浮出沙面的快慢。**

說明：先比較正十二面體與保麗龍球的實驗結果。以珍珠砂厚度 4.5cm 埋入保麗龍球 1cm、2cm、3cm、4cm 進行體積研究(如圖三十一)，再以珍珠砂厚度為(保麗龍球直徑+3cm)埋入保麗龍球進行體積研究(如圖三十二)。



圖三十一



圖三十二

**過程與方法：**

- (一) 分別將正十二面體與保麗龍球 1cm、2cm、3cm 埋入珍珠砂中。實驗條件：沙子厚度 4cm、震盪高度 2cm。重複研究二的步驟(二)~(五)。
- (二) 分別將保麗龍球 1cm、2cm、3cm、4cm 埋入珍珠砂中。實驗條件：沙子厚度 4.5cm、震盪高度 2cm。重複研究二的步驟(二)~(五)。
- (三) 分別將保麗龍球 1cm、2cm、3cm、4cm 埋入珍珠砂中。實驗條件：沙子厚度 (保麗龍球直徑 + 3 cm)、震盪高度 2cm。重複研究二的步驟(二)~(五)。

**實驗結果：**

**表二十一：不同直徑保麗龍球與正十二面體比較**

	正十二面體	保麗龍球 1cm	保麗龍球 2cm	保麗龍球 3cm
第一次	12	22	7	6
第二次	13	19	10	5
第三次	10	20	9	6
平均	11.67	20.3	8.67	5.67
最快				

說明：

- (一)保麗龍球的表現比正十面體更佳，因此可以替代正十二面體進行體積研究。

表二十二：物體體積不同的比較（條件：珍珠砂4.5cm，盪高度為2cm）

	保麗龍球 1cm	保麗龍球 2cm	保麗龍球 3cm	保麗龍球 4cm
第一次	54	21	8	4
第二次	50	28	12	5
第三次	49	19	8	6
平均	51	22.6	9.3	5
最快				

說明：

(一)1cm 與 5cm 的保麗龍球震盪結果相差甚大。可能跟保麗龍球上面的砂子厚度有關。

表二十三：物體體積不同的比較（條件：珍珠砂厚度為保麗龍球直徑+3cm，盪高度為2cm）

	保麗龍球 1cm	保麗龍球 2cm	保麗龍球 3cm	保麗龍球 4cm
第一次	22	14	11	9
第二次	19	15	11	10
第三次	20	13	10	9
平均	20.3	14	10.67	9.3
最快				

說明：

(一)保麗龍球上面的砂子厚度一樣，得到數據彼此的差距有縮小趨勢。

(二)發現體積大( 4cm 保麗龍球 )為最快浮出沙面。

**研究六：以保麗龍屑、小發泡石、小鉛丸埋入大發泡石中做比較，探討不同密度但體積體皆比沙子小的研究。**

過程與方法：

(一) 在重力震盪器的磚紅色的盒子內鋪四公分厚度的大發泡石。

(二) 分別將保麗龍屑、小發泡石、小鉛丸埋入大發泡石中。重複研究二的步驟(二)~(五)。

實驗結果：

表二十四：物體體積比沙子小的實驗

	保麗龍屑	小發泡石	小鉛丸
第一次	-	-	-
第二次	-	-	-
第三次	-	-	-

說明：

- (一)改變物體積比沙子小，因此選大發泡石為沙子(平均直徑約 8mm)。
- (二)以保麗龍屑、小發泡石、小鉛丸，分別代表物體密度比大發泡石輕、差不多、重。
- (三)發現所有物體皆未浮出沙面。以「-」代表之。

### 研究七：埋入五顆保麗龍球於重力震盪器的中央與四個角落，進行埋入的位置是否會影響浮出沙面的快慢的研究。

過程與方法：

- (一) 取五顆 2cm 的保麗龍球分別埋於重力震盪器的中央與四個角落。
- (二) 重複研究三的步驟(二)。

實驗結果：

表二十五：偏離中心實驗

	左上角	左下角	中央	右上角	右下角
第一次	46	32	8	35	61
第二次	30	38	8	21	67
第三次	28	43	10	31	68
平均	34.7	37.7	8.7	29	65.3
最佳					

說明：

- (一)發現埋在中央位置最穩定且快速。而四個角落呈現不穩定的狀態。

研究八：分別以    形狀的盛裝沙子容器做比較。再鋪上不同的材質的內襯（優塑板、珍珠板、瓦楞紙、泡棉、海棉、長毛布）做比較。進行容器外型與內襯材質是否會影響浮出沙面的快慢。

過程與方法：

- (一) 製作可拆式的壓克力容器    三個，可分別固定在重力震盪器內。
- (二) 埋入 2cm 的保麗龍球。重複研究三的步驟(二)。

(三) 製作可拆式的內襯六個，分別固定於  的壓克力容器內，再固定在重力震盪器內。

(四) 埋入 2cm 的保麗龍球。重複研究三的步驟(二)。

實驗結果：

表二十六：以不同外型的盛裝容器

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	平均	最佳
	31	36	30	32	27	28	30.67	
	17	19	20	18	16	23	18.83	
	40	42	38	38	35	46	39.83	

說明：

(一)以正方形的盒子最容易讓物體浮出沙面。

表二十七：不同內襯材質實驗

	壓克力	優塑板	珍珠板	瓦楞紙	泡棉	海綿	長毛布
第一次	16	20	32	25	23	29	23
第二次	18	24	31	23	26	27	18
第三次	17	21	28	27	25	28	18
平均	17	21.7	30.3	25	24.7	27	19.6
最佳							

說明：

(一)以正方形的盒子內固定不同材質內襯進行研究。

(二)仍以不加內襯最快浮出沙面，以珍珠板最慢。

研究九：分別埋入2cm的保麗龍球、鉛片與鉛丸於重力震盪器內，進行本主題的驗證。

過程與方法：

(一)分別取 2cm 保麗龍球、鉛片與鉛丸埋入珍珠砂中，重複研究三的步驟(二)。

(二)分別以 2cm 保麗龍球、鉛片與鉛丸，利用阿基米德測量密度的方法測量密度。

實驗結果：

表二十八：驗證實驗

	第一次	第二次	第三次	平均	最佳	密度 (g/ml)
保麗龍球	8	9	9	8.67		0.02
鉛片(36.2g)	65	13	37	38.3		13.4
鉛丸(40.4g)	-	-	-	-		13.4

說明：

- (一)以體積大、密度小的保麗龍球穩定且快速的浮出沙面。
- (二)鉛片呈現不穩定的狀態，浮出沙面之後很容易在? 入砂子內。
- (三)以大鉛丸實驗，發現一直都未出現沙面，而且位置有偏移很多。

## 伍、研究討論：

- 一、自製重力震盪器的四支木柱上有刻度，讓我們可調整施力大小，以便從數據分析實驗結果。操作地點必須在堅硬的地板上，並且要雙手同時放開盒子，讓其自然落下，才能使數據更正確。
- 二、研究二中發現沙子空隙越大，震盪情形越差。

表二十九：各種沙子特性表

沙子名稱	特性	震盪時
大發泡石	密度輕、球形約 8mm	高度 9cm 以上時穩定
小發泡石	密度輕、球形約 2mm	尚穩定
一般沙子	顆粒小易造成沙丘與塵土飛揚	不穩定
矽砂	外型不規則約 1mm	尚穩定
保麗龍屑	密度最輕，空隙大	易使物體彈出保麗龍屑表面後又? 入
珍珠砂	球形大小約 1mm	最穩定
培養土	密度輕、細粉狀	不穩定，易形成塊狀
蛇木屑	枯枝長約 15mm	震盪時易糾結在一起
溪石	外型不規則約 5mm	不穩定
礫石	外型不規則約 12mm 以上、空隙大	砂子易翻滾攪動

- 三、測量紙模型密度時，為了避免紙模型濕掉以食鹽替代水，此外食鹽顆粒小價格便宜。紙模型體積小不易精確測量，所以造成紙模型密度有小於 1(g/ml) 的情形。
- 四、在研究三操作過程中發現，紙模型倒立、橫擺或直立來埋在沙中，都會影響實驗結果，以直立影響最大，這很有可能跟紙模型頂端最接近砂面有關。並且發現紙模型會有翻轉、移位的現象，但仍以正十二面體最快浮出沙面。
- 五、由研究三、四、五、七中發現密度小、體積大的保麗龍球容易浮出沙面，但為了配合沙子厚度因此選用 2cm 的保麗龍球進行偏離中心實驗，以埋在中央位置最佳。
- 六、在研究六中意外發現：當物體體積小於沙子甚多時，不管是密度比沙子大或小皆無法浮出沙面，這可能跟沙子的空隙有關。但若物體體積與沙子大時，則可能因震動時物體的反彈高度使沙子掉到物體的下面，使物體漸漸浮出沙面。

七、由研究八中發現盒子形狀與內襯會吸收震動使得物體浮出沙面速度變慢。

八、在研究九中鉛片會載浮載沉很有可能跟它的外型與重量有關，外型使得鉛片可以暫時浮出沙面，而鉛片的重量則讓底下的沙子無法支撐而再度入沙中。鉛丸則因重量與球體外型而使底下的沙子無法支撐，造成鉛丸無法浮出沙面而在底部移動。

## 陸、結論：

一、根據以上實驗我們整理出表三十的結論：

表三十：震盪時最佳條件表

項目	震盪時最佳的條件
震盪高度	高度越高物體越快浮出沙面，以 2~3cm 最穩定。
沙子	沙子厚度薄最快，以珍珠砂震盪時最穩定。
埋藏物體	以球體、密度小以及體積大的保麗龍球最佳。
埋藏位置	以中央位置為最穩定，而且最快讓物體浮出沙面。
盛裝容器	以方型盒子不加內襯最佳。

二、物體頂部的面積大則上升阻力也大，浮出沙面也就變慢。

三、物體頂部離沙面越近越易浮出沙面。

四、鉛片不穩定的特性正符合我們研究主題：若隱若現。

伍、由本實驗我們可以知道物體受力之後，不僅會有運動現象。而且還會因為實驗的條件不同而有不同運動結果。

## 柒、參考資料：

一、國小自然科五上〈力與運動〉，民 93 年，台北市：康軒文教事業。

二、別小看我科學叢書 - 力和運動，柯啟瑤，民 79 年，台北市：科智文化事業公司。

三、力學的趣味實驗，酒井高男，民 82 年，台北市：亞東書局。

四、力與運動，葉李華，民 84 年，台北市：漢聲出版社。

五、牛頓的運動定律與萬有引力，謝石龍，民 69 年，台北市：幼獅文化事業公司。

六、改寫歷史的 10 大物理學家，周文斌，民 92，台北市：世潮出版有限公司。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
評 語

---

國小組 自然科

最佳創意獎

081509

若隱若現

高雄市左營區新莊國民小學

評語：

以自製重力震盪器不同形狀沙子，紙模型，不同形狀的盛裝容器，保麗龍球與鉛球等來探究埋在沙子裡的石頭會浮出沙面的原因，頗具創意，實驗設計亦可行。