

臺北市第 50 屆中小學科學展覽會

作品說明書封面

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：什麼形狀的船載重最多呢？

關 鍵 詞：浮力、載重量

編 號：

## 摘要

四年級下學期自然課學到「水的浮力」，課堂上利用油土捏成不同形狀的船，實驗哪一艘船可以載最多迴紋針，但是因為油土大小跟船身厚薄都不一樣，結果船載重量差很多，所以我們在這次科展改用厚紙板取代油土讓船身厚度相同，利用兩種實驗了解船的形狀、尺寸對載重量或浮力的影響。

結果發現，船體積固定為  $200\text{cm}^3$  的時候，長方形  $20\text{cm}\times 10\text{cm}\times 1\text{cm}$  的船載重量最大；不論哪一種船形，底面積與船身高度的比值越大，載重量越大。固定船的底面積增加船身高度的時候，不論哪一種船形，船所受到的浮力與船身高度成正比而且大於船的設計體積，但是當船身太高開始傾斜的時候，船所受到的浮力會小於船的設計體積；另外，不論哪一種船形，單位體積所受浮力與船身高度成反比。

## 壹、研究動機

我們在四年級下學期的自然課學到「奇妙的水—水的浮力」這個單元，在課堂上我們用油土捏成不同形狀的船然後在上面放迴紋針，看看哪一組的船可以載最多迴紋針。但是我們發現每組拿到的油土大小都不固定，而且大小塊差很多，做出來的船大小也不一樣，有的船身很厚、有的船身很薄，結果船載的迴紋針數目差很多，這讓我們覺得實驗結果不太公平，所以我們決定在這次科展重新做這個題目，然後改用厚紙板取代油土讓船身厚度相同，然後利用不同的實驗了解船的形狀、尺寸與載重量的變化關係。

## 貳、研究目的

- 一、了解在相同體積下，底面積形狀對船載重的影響。
- 二、探討在相同體積下，底面積與船身高度的比值和船的載重量之間的變化。
- 三、了解各種船的形狀在固定底面積的情況下，船身高度對船載重量的影響。
- 四、探討各種船的形狀在固定底面積的情況下，單位體積所受浮力與船身高度的變化。

## 參、研究設備及器材

### 一、製作船所需的材料與工具

<p>(1)厚紙板</p> 	<p>(2)膠帶</p> 	<p>(3)剪刀</p> 
<p>(4)尺</p> 	<p>(5)鉛筆</p> 	

### 二、實驗所需要的器材

<p>(1)水族箱</p> 	<p>(2) 一元硬幣</p> 	<p>(3)電子磅秤</p> 
---	--	--

## 肆、研究過程或方式

這個研究我們設計了兩個實驗，第一個實驗是要了解在相同的體積下，改變船的形狀、尺寸大小以後，看看對船的載重量的影響；第二個實驗是要了解各種形狀的船在固定底面積的情況下，改變船身的高度，看看對船的載重量的影響。實驗過程中需要製作的船以及實驗的方法說明如下：

### 一、船的製作

#### (一)決定船的形狀與尺寸

因為現在我們已經學會計算面積的形狀只有長方形、正方形、直角三角形、箏形，

所以實驗就用這四種形狀來做。另外因為我們準備的水族箱大小是30cm(長)19cm(寬)20cm(高)，所以經過討論之後我們在實驗一裡把船的體積固定成200立方公分，然後改變不同的長寬高，製作不同形狀與尺寸的，我們把實驗一所決定的船形跟尺寸整理在表一。在實驗二裡我們是每種形狀的船固定一種底面積尺寸，然後改變船身高度，我們把實驗二的船形跟尺寸整理在表二。

表一 實驗一所決定的不同形狀的船跟尺寸

形狀	長方形	直角三角形	正方形	箏形
尺寸	20cm×10cm×1cm	20cm×10cm×2cm	10cm×10cm×2cm	20 cm×10 cm×2cm
	20cm×5cm×2cm	10cm×10cm×4cm	5cm×5cm×8cm	20 cm×5 cm×4cm
	10cm×5cm×4cm	10cm×8cm×5cm		

表二 實驗二所決定的不同形狀的船跟尺寸

項目	長方形					正方形				
船的尺寸	20cm× 5 cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	20cm× 5 cm× 4cm	20cm× 5 cm× 6cm	20cm× 5 cm× 8cm	5 cm× 5 cm× 1cm	5 cm× 5 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 4cm	5 cm× 5 cm× 6cm	5 cm× 5 cm× 8cm
項目	直角三角形					箏形				
船的尺寸	10cm× 10cm× 1cm	10cm× 10cm× 2cm	10cm× 10cm× 4cm	10cm× 10cm× 6cm	10cm× 10cm× 8cm	20 cm× 5 cm× 1cm	20 cm× 5 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm	20 cm× 5 cm× 6cm	20 cm× 5 cm× 8cm

## (二) 製作船的步驟

- 1.在厚紙板上面畫出各種船的尺寸。
- 2.為了預防船在做實驗時會溼掉，所以先在厚紙板的兩面黏上膠帶。
- 3.把各種形狀的船剪下來再把船型摺出來。
- 4.最後用膠帶把船身固定住，黏貼膠帶的時候要注意接縫的地方不可以有縫，免得做實驗的時候漏水。
- 5.把兩個實驗要用到的船都做好，拍照整理在表三跟表四。

表三 實驗一需要用到的船

長方形 20cm×10cm×1cm		長方形 20cm×5cm×2cm	
			
長方形 10cm×5cm×4cm		直角三角形 20cm×10cm×2cm	
			
直角三角形 10cm×10cm×4cm		直角三角形 10cm×8cm×5cm	
			
正方形 10cm×10cm×2cm		正方形 5cm×5cm×8cm	
			

表四 實驗二需要用到的船

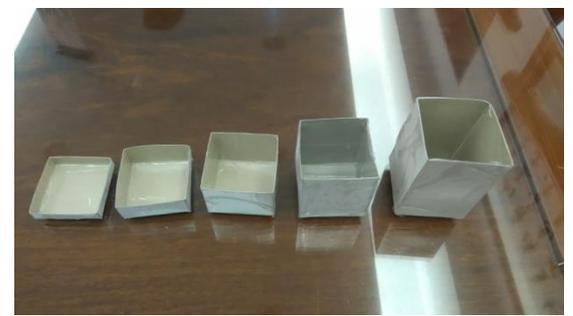
長方形 底面積  $20\text{cm}\times 5\text{cm}$

船身高度由左至右依次是  $1\text{cm}$ 、 $2\text{cm}$ 、 $4\text{cm}$ 、 $6\text{cm}$ 、 $8\text{cm}$



正方形 底面積  $5\text{cm}\times 5\text{cm}$

船身高度由左至右依次是  $1\text{cm}$ 、 $2\text{cm}$ 、 $4\text{cm}$ 、 $6\text{cm}$ 、 $8\text{cm}$



直角三角形 底面積  $0.5\times 10\text{cm}\times 10\text{cm}$

船身高度由左至右依次是  $1\text{cm}$ 、 $2\text{cm}$ 、 $4\text{cm}$ 、 $6\text{cm}$ 、 $8\text{cm}$



箏形 底面積  $0.5\times 20\text{cm}\times 5\text{cm}$

船身高度由左至右依次是  $1\text{cm}$ 、 $2\text{cm}$ 、 $4\text{cm}$ 、 $6\text{cm}$ 、 $8\text{cm}$



## 二、實驗步驟

在這個研究裡面第一個實驗和第二個實驗的實驗步驟都相同，只有使用的船不一樣。實驗中我們每次放一艘船到水族箱裡面，然後在船裡慢慢放入一元硬幣，一直到船沉入水中為止，實驗步驟如下：

(一)把水族箱裝水

(二)用電子磅秤測量船的淨重

(三)把船放進水族箱裡

(四)把一元硬幣一個一個慢慢放入船裡還要注意放的位置，從船的中間位置開始放起，盡量避免船傾斜，一直到船沉入水中為止。

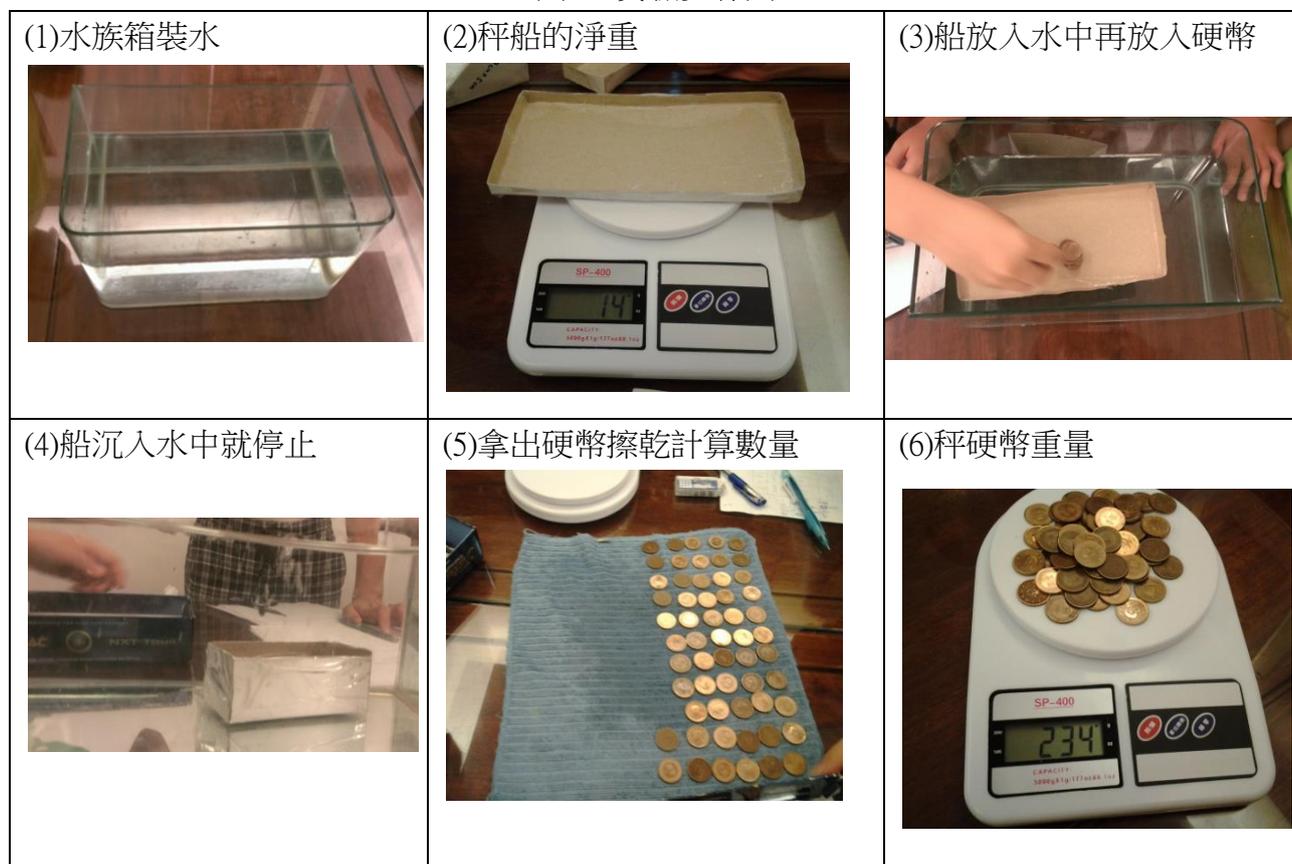
(五)把船和硬幣拿出來，然後把硬幣擦乾，計算硬幣數量。

(六)用電子磅秤測量硬幣重量。

(七)更換不同尺寸的船然後重複步驟(二)到(六)，一直到所有的船都做為止。

實驗步驟如圖一。

圖一 實驗步驟圖



## 伍、研究結果

在這個研究裡每個實驗我們都做三次，這樣才可以得到比較多的實驗數據。

### 一、實驗一的實驗結果

我們把實驗一的三次實驗結果整理在表五到表七，因為船在沉入水中以前是浮體，浮體所受的浮力等於浮體本身的重量，也等於船所排開的液體重量，所以在表格中船所受的浮力等於船的淨重加上硬幣重量。從實驗數據我們發現在固定船體積的時候，不同形狀的船好像都是底面積最小的時候可以載的硬幣數量最少，底面積最大的時候可以載的硬幣數量最多；另外在每一次的實驗當中都是長方形尺寸 20cm×10cm×1cm 的船載重量最大，正方形載重量差異最大，直角三角形和箏形的載重量差異最小。

表五 實驗一的第一次實驗數據

項目	長方形			直角三角形			正方形		箏形	
船的尺寸	20cm× 10cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	10cm× 5cm× 4cm	20 cm× 10 cm× 2cm	10 cm× 10 cm× 4cm	10 cm× 8cm× 5cm	10 cm× 10 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 8cm	20 cm× 10 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm
船的淨重(g)	14	11	8	12	10	10	11	11	10	15
船可載的硬幣數量(個)	70	58	54	57	57	58	58	25	63	63
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	266	221	204	215	217	219	220	95	239	239
船所受的浮力(g)	280	232	212	227	227	229	231	106	249	254
船所受浮力最大與最小的差	68			2			125		5	

表六 實驗一的第二次實驗數據

項目	長方形			直角三角形			正方形		箏形	
船的尺寸	20cm× 10cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	10cm× 5cm× 4cm	20 cm× 10 cm× 2cm	10 cm× 10 cm× 4cm	10 cm× 8cm× 5cm	10 cm× 10 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 8cm	20 cm× 10 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm
船的淨重(g)	14	12	10	13	11	11	11	12	9	16
船可載的硬幣數量(個)	81	64	57	58	64	51	52	18	69	59
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	308	242	215	221	241	202	197	69	260	223
船所受的浮力(g)	322	254	225	234	252	213	208	81	269	239
船所受浮力最大與最小的差	97			39			127		30	

表七 實驗一的第三次實驗數據

項目	長方形			直角三角形			正方形		箏形	
船的尺寸	20cm× 10cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	10cm× 5cm× 4cm	20 cm× 10 cm× 2cm	10 cm× 10 cm× 4cm	10 cm× 8cm× 5cm	10 cm× 10 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 8cm	20 cm× 10 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm
船的淨重(g)	14	10	9	11	10	10	11	12	10	16
船可載的 硬幣數量(個)	77	61	55	58	61	56	62	21	66	59
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	293	232	210	221	230	212	235	80	249	223
船所受的 浮力(g)	307	242	219	232	240	222	246	92	259	239
船所受浮力最大 與最小的差	88			18			154		20	

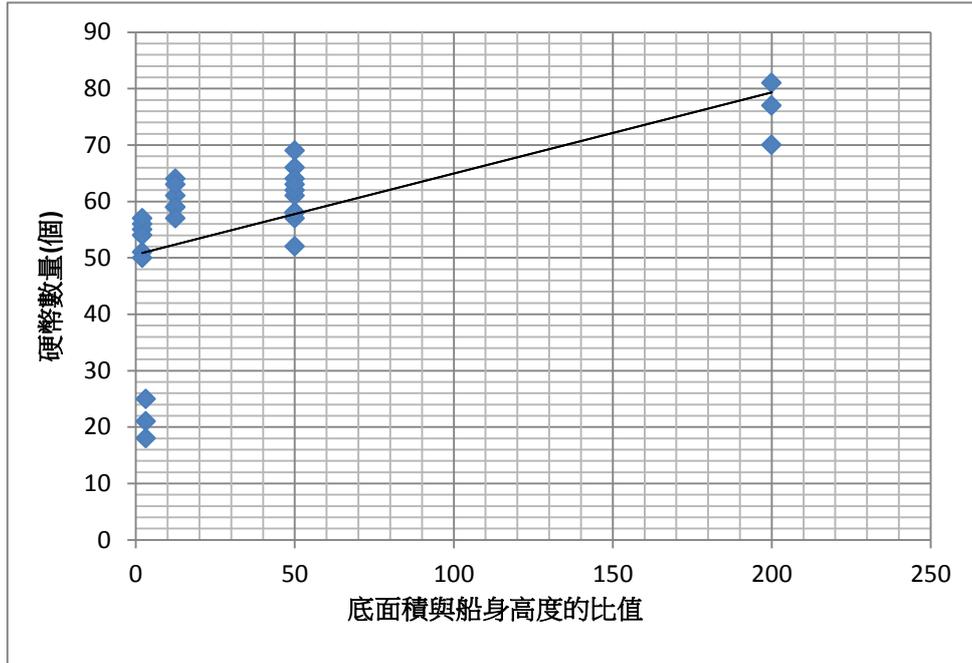
因為從實驗數據不容易看出船的載重量和船的底面積、船身高度的關係，所以我們試著將船的底面積除以船身高度，把得到比值整理在表八。

表八 船的底面積除以船身高度的比值

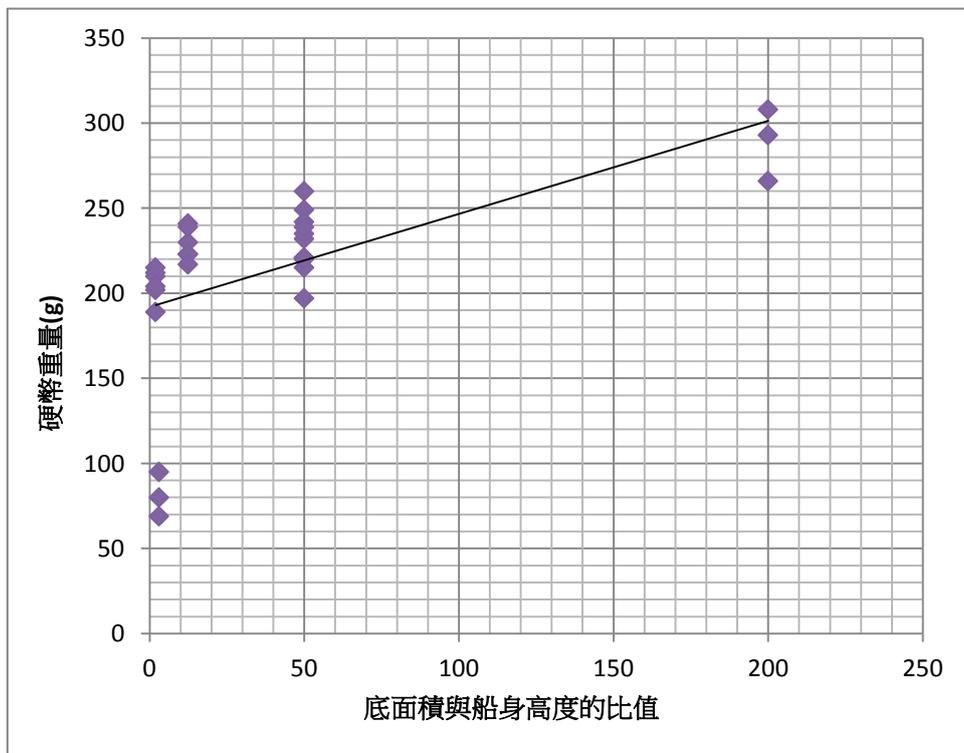
項目	長方形			直角三角形			正方形		箏形	
船的尺寸	20cm× 10cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	10cm× 5cm× 4cm	20 cm× 10 cm× 2cm	10 cm× 10 cm× 4cm	10 cm× 8cm× 5cm	10 cm× 10 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 8cm	20 cm× 10 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm
底面積	200	100	20	100	50	20	100	25	100	50
高	1	2	10	2	4	10	2	8	2	4
底面積÷高	200	50	2	50	12.5	2	50	3.125	50	12.5

接著以船的底面積與船身高度的比值做為橫軸，船可載的硬幣數量、硬幣重量、船所受的浮力做為縱軸，然後把資料標於座標軸上後再加入趨勢線，如圖七到圖九，結果我們發現船底面積與船身高度的比值越大可以載的硬幣數量、硬幣重量、船所受的浮力等都越大。不過我們也發現圖中有三個點偏離大部分數據，原來是正方形船 5cm×5cm×8cm 的數據，我們猜想應該是因為這艘船在做實驗的時候，船身都會失去平衡發生傾斜的關係，如果將這艘船的資料去掉重新畫圖，會發現趨勢線變得比較平緩，如圖十到圖十二。

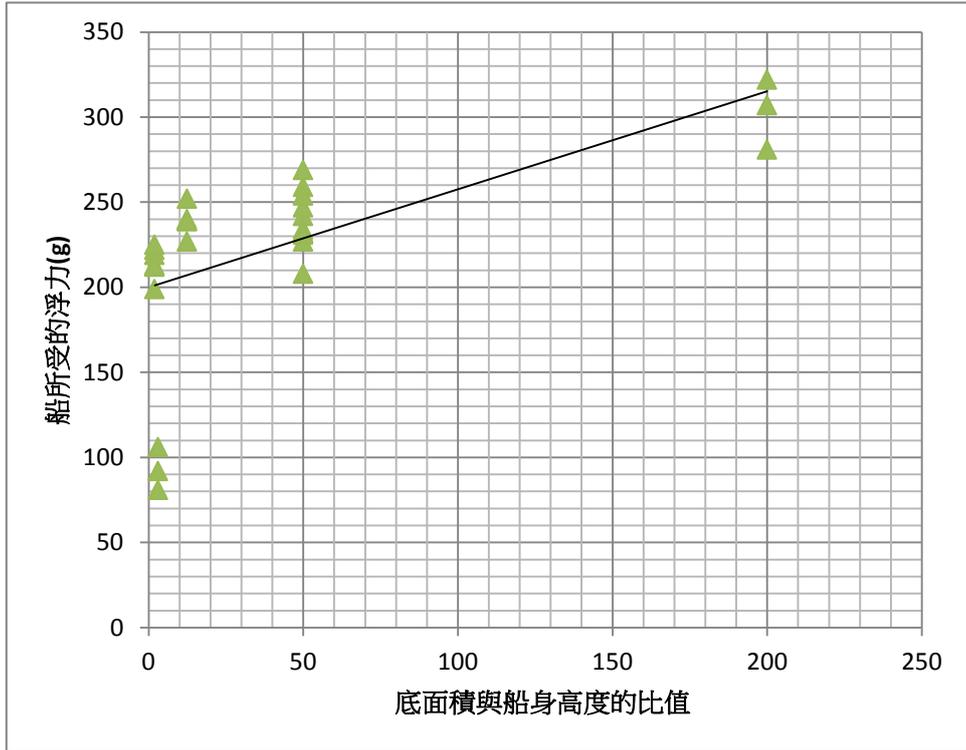
圖七 底面積與船身高度的比值與硬幣數量變化趨勢圖



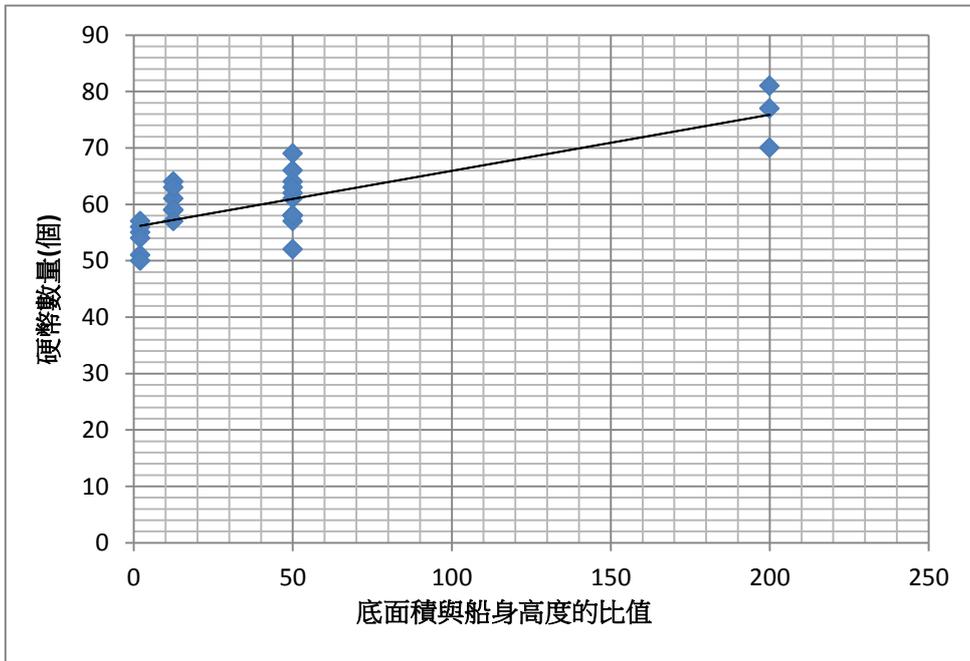
圖八 底面積與船身高度的比值與硬幣重量變化趨勢圖



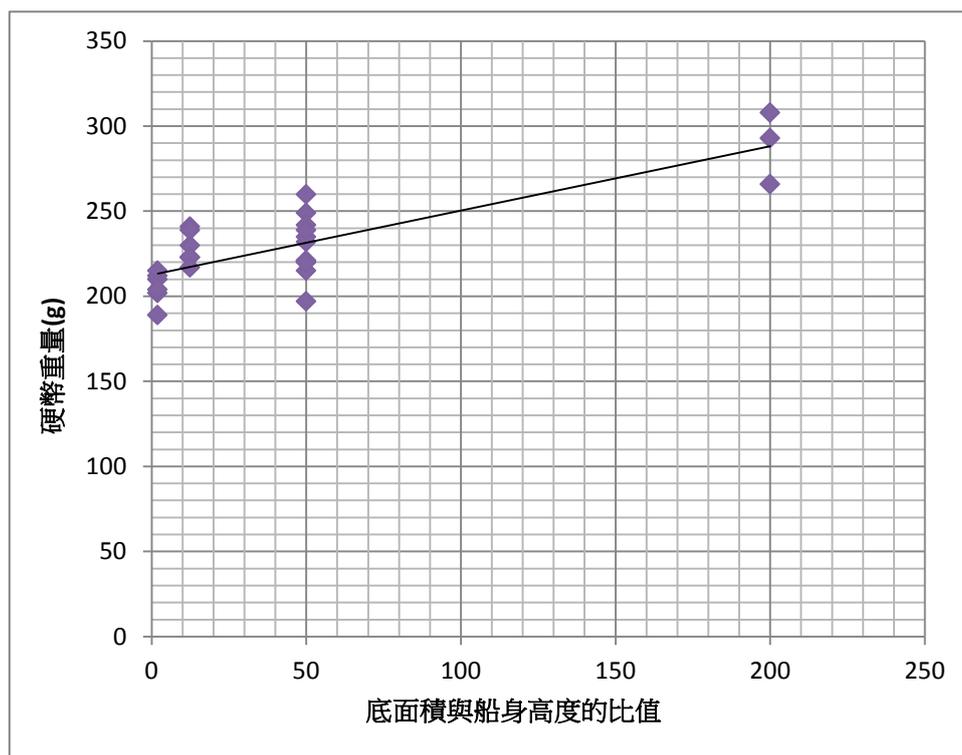
圖九 底面積與船身高度的比值與浮力變化趨勢圖



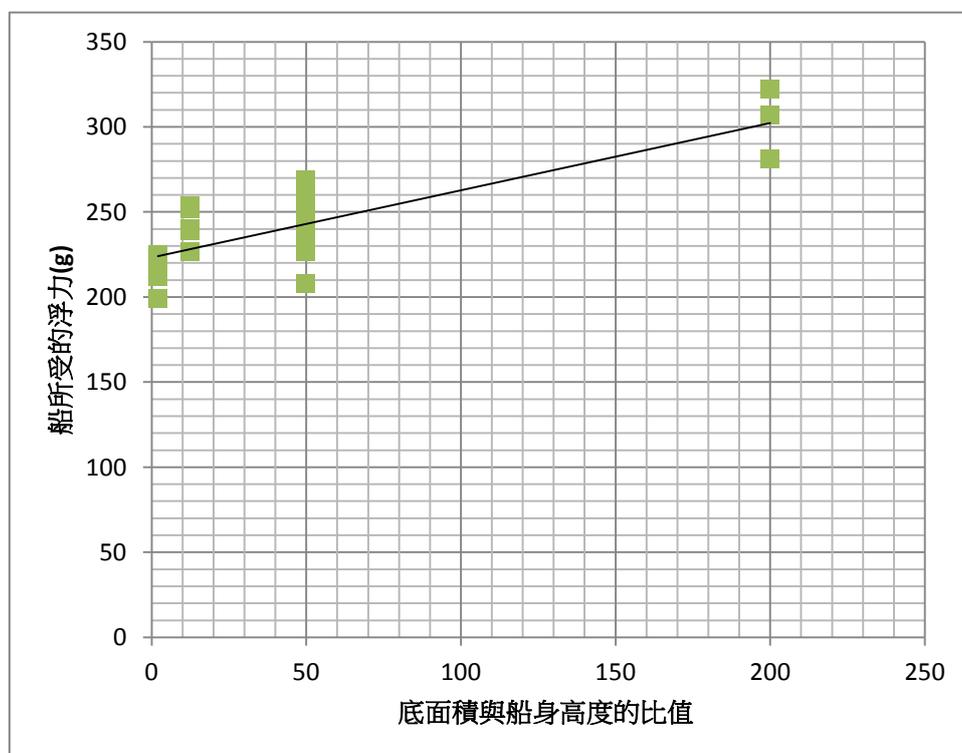
圖十 底面積與船身高度的比值與硬幣數量變化趨勢圖(去掉偏離數據)



圖十一 底面積與船身高度的比值與硬幣重量變化趨勢圖(去掉偏離數據)



圖十二 底面積與高的比值與船所受的浮力變化趨勢圖(去掉偏離數據)



## 二、實驗二的實驗結果

在做實驗一的過程中我們發現尺寸 5cm×5cm×8cm 的正方形船會有傾斜的現象，所以我們想了解同一種形狀的船在固定底面積的情況下如果逐漸增加船身高度，船的載重量是否也一定會跟著增加，實驗結果整理在表九到表十一。在實驗過程中我們發現當船身高度增加到 6cm 的時候，長方形、正方形及箏形的船會有傾斜的現象，當船身高度增加到 8cm 的時候，所有形狀的船都會傾斜，船身高度 8cm 的箏形更是一放入水中就傾倒，如圖十三所示。

表九 實驗二第一次的實驗數據

項目	長方形					正方形				
船的尺寸	20cm× 5 cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	20cm× 5 cm× 4cm	20cm× 5 cm× 6cm	20cm× 5 cm× 8cm	5 cm× 5 cm× 1cm	5 cm× 5 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 4cm	5 cm× 5 cm× 6cm	5 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )	100	200	400	600	800	25	50	100	150	200
船的淨重(g)	8	11	16	20	27	2	3	5	9	12
船可載的 硬幣數量(個)	29	63	103	131	170	10	16	29	20	22
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	113	239	390	495	643	38	63	111	75	84
船所受浮力(g)	121	250	406	515	670	40	66	116	84	96
是否傾斜	否	否	否	是	是	否	否	否	是	是
浮力 是否大於體積	是	是	是	否	否	是	是	是	否	否
項目	直角三角形					箏形				
船的尺寸	10cm× 10cm× 1cm	10cm× 10cm× 2cm	10cm× 10cm× 4cm	10cm× 10cm× 6cm	10cm× 10cm× 8cm	20 cm× 5 cm× 1cm	20 cm× 5 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm	20 cm× 5 cm× 6cm	20 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )	50	100	200	300	400	50	100	200	300	400
船的淨重(g)	5	7	11	14	17	5	8	13	16	20
船可載的 硬幣數量(個)	13	28	50	77	90	18	29	46	67	1
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	50	106	190	292	341	68	103	175	252	3
船所受浮力(g)	55	113	201	306	358	73	111	188	268	23
是否傾斜	否	否	否	否	是	否	否	否	是	是
浮力 是否大於體積	是	是	是	是	否	是	是	是	否	否

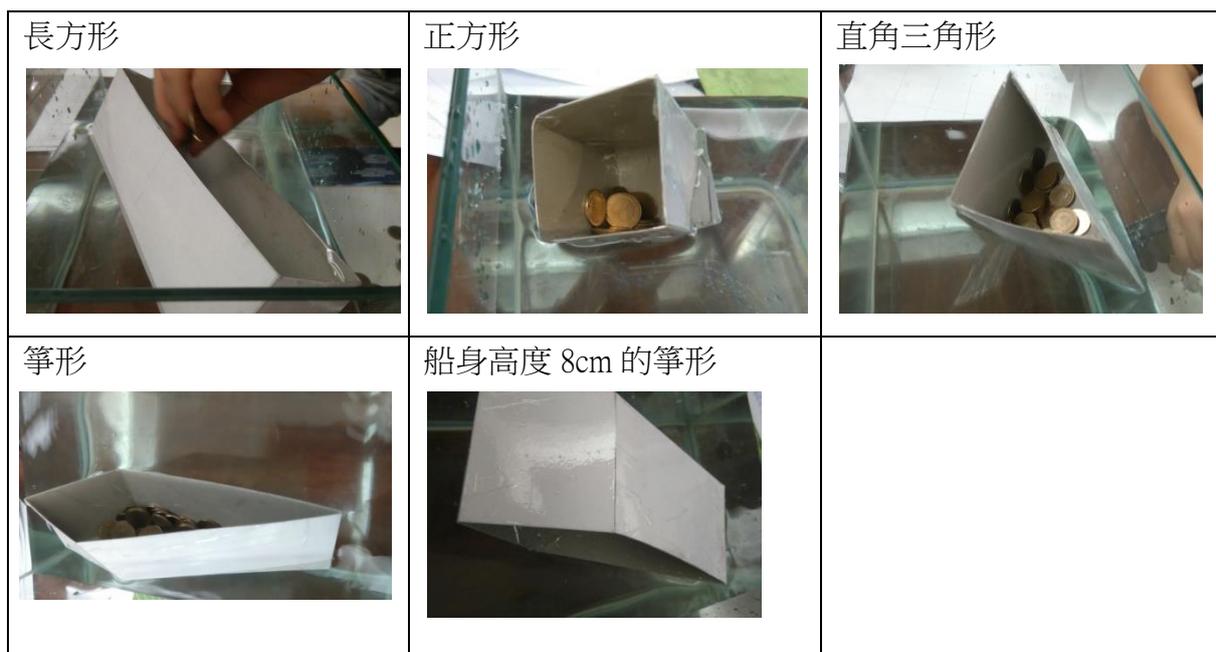
表十 實驗二第二次的實驗數據

項目	長方形					正方形				
船的尺寸	20cm× 5 cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	20cm× 5 cm× 4cm	20cm× 5 cm× 6cm	20cm× 5 cm× 8cm	5 cm× 5 cm× 1cm	5 cm× 5 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 4cm	5 cm× 5 cm× 6cm	5 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )	100	200	400	600	800	25	50	100	150	200
船的淨重(g)	8	12	16	20	27	2	3	5	9	13
船可載的 硬幣數量(個)	37	57	113	145	164	9	17	30	40	15
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	140	215	421	544	625	35	64	114	149	58
船所受浮力(g)	148	227	437	564	652	37	67	119	158	71
是否傾斜	否	否	否	是	是	否	否	否	是	是
浮力 是否大於體積	是	是	是	否	否	是	是	是	否	否
項目	直角三角形					箏形				
船的尺寸	10cm× 10cm× 1cm	10cm× 10cm× 2cm	10cm× 10cm× 4cm	10cm× 10cm× 6cm	10cm× 10cm× 8cm	20 cm× 5 cm× 1cm	20 cm× 5 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm	20 cm× 5 cm× 6cm	20 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )	50	100	200	300	400	50	100	200	300	400
船的淨重(g)	5	7	11	15	17	5	9	14	16	20
船可載的 硬幣數量(個)	18	28	61	78	72	15	32	60	48	1
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	68	106	218	299	272	58	120	228	182	3
船所受浮力(g)	73	113	229	314	289	63	129	242	198	23
是否傾斜	否	否	否	否	是	否	否	否	是	是
浮力 是否大於體積	是	是	是	是	否	是	是	是	否	否

表十一 實驗二第三次的實驗數據

項目	長方形					正方形				
船的尺寸	20cm× 5 cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	20cm× 5 cm× 4cm	20cm× 5 cm× 6cm	20cm× 5 cm× 8cm	5 cm× 5 cm× 1cm	5 cm× 5 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 4cm	5 cm× 5 cm× 6cm	5 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )	100	200	400	600	800	25	50	100	150	200
船的淨重(g)	7	12	17	20	27	2	4	5	8	13
船可載的 硬幣數量(個)	28	64	103	144	162	8	16	27	28	27
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	106	242	390	575	613	30	61	110	104	101
船所受浮力(g)	113	254	407	595	640	32	65	115	112	114
是否傾斜	否	否	否	是	是	否	否	否	是	是
浮力 是否大於體積	是	是	是	否	否	是	是	是	否	否
項目	直角三角形					箏形				
船的尺寸	10cm× 10cm× 1cm	10cm× 10cm× 2cm	10cm× 10cm× 4cm	10cm× 10cm× 6cm	10cm× 10cm× 8cm	20 cm× 5 cm× 1cm	20 cm× 5 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm	20 cm× 5 cm× 6cm	20 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )	50	100	200	300	400	50	100	200	300	400
船的淨重(g)	5	7	10	15	17	5	9	14	16	20
船可載的 硬幣數量(個)	18	30	66	77	89	16	30	59	73	3
硬幣重量(g) =增加的浮力(g)	69	114	249	292	336	59	114	223	277	11
船所受浮力(g)	74	121	259	307	353	64	123	237	293	31
是否傾斜	否	否	否	否	是	否	否	否	是	是
浮力 是否大於體積	是	是	是	是	否	是	是	是	否	否

圖十三 船身傾斜的現象



從實驗結果我們知道不管是哪一種形狀的船，在固定底面積的情況下，當船身高度逐漸加高的時候，船的載重量會跟著增加；但是在船身高度增加到 6cm 或 8cm 的時候，我們發現船身會開始出現傾斜的現象，這個時候船所受到的浮力都會小於船的設計體積所應該排開的水重量，可見船身加高到開始傾斜的時候，船的載重量雖然增加但是載重能力已經受到影響，嚴重失去平衡的時候甚至會大量減少。

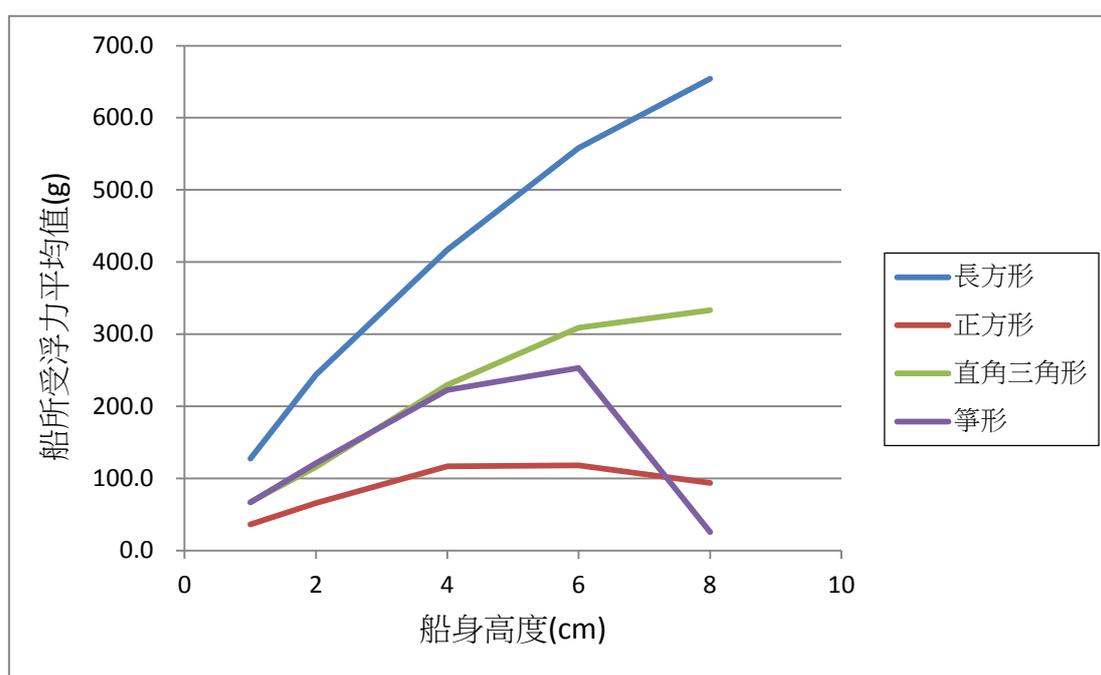
為了要更容易看出船身高度增加與船所受的浮力的變化關係，我們把表九到表十一中的「船所受的浮力」實驗數據重新整理在表十二中，並且計算三次實驗數據的平均值，然後以船身高度做為橫軸，平均所受的浮力做為縱軸，畫出各種形狀的船的變化情形，如圖十一。從圖十一我們可以看出長方形和直角三角形的平均所受浮力與船身高度成正比，即使有傾斜現象發生，平均所受浮力還是增加；正方形和箏形是先成正比，但是發生傾斜現象的時候，平均所受浮力會出現下降的情況，箏形更是會大幅度下降。

另外，我們也發現船平均所受浮力跟船身高度雖然成正比，但是漸漸的會出現所受浮力小於船的設計體積的現象，所以我們把「船所受的浮力」的數據除以船的設計體積，稱它為單位體積所受浮力( $\text{g}/\text{cm}^3$ )，然後計算三次的實驗平均值，計算結果整理在表十三，同樣以船身高度做為橫軸，平均單位體積所受浮力做為縱軸，畫出各種形狀的船的變化情形，如圖十二。從圖十二可以看出不管是哪一種形狀的船，單位體積所受浮力都隨著船身高度增加而逐漸減少，兩者的關係成反比。

表十二 各形狀尺寸的船在三次實驗中所受浮力的平均值

項目	長方形					正方形				
	20cm× 5 cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	20cm× 5 cm× 4cm	20cm× 5 cm× 6cm	20cm× 5 cm× 8cm	5 cm× 5 cm× 1cm	5 cm× 5 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 4cm	5 cm× 5 cm× 6cm	5 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )	100	200	400	600	800	25	50	100	150	200
第一次實驗 船所受浮力(g)	121	250	406	515	670	40	66	116	84	96
第二次實驗 船所受浮力(g)	148	227	437	564	652	37	67	119	158	71
第三次實驗 船所受浮力(g)	113	254	407	595	640	32	65	115	112	114
所受浮力的 平均值(g)	127.3	243.7	416.7	558.0	654.0	36.3	66.0	116.7	118.0	93.7
項目	直角三角形					箏形				
	10cm× 10cm× 1cm	10cm× 10cm× 2cm	10cm× 10cm× 4cm	10cm× 10cm× 6cm	10cm× 10cm× 8cm	20 cm× 5 cm× 1cm	20 cm× 5 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm	20 cm× 5 cm× 6cm	20 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )	50	100	200	300	400	50	100	200	300	400
第一次實驗 船所受浮力(g)	55	113	201	306	358	73	111	188	268	23
第二次實驗 船所受浮力(g)	73	113	229	314	289	63	129	242	198	23
第三次實驗 船所受浮力(g)	74	121	259	307	353	64	123	237	293	31
所受浮力的 平均值(g)	67.3	115.7	229.7	309.0	333.3	66.7	121.0	222.3	253.0	25.7

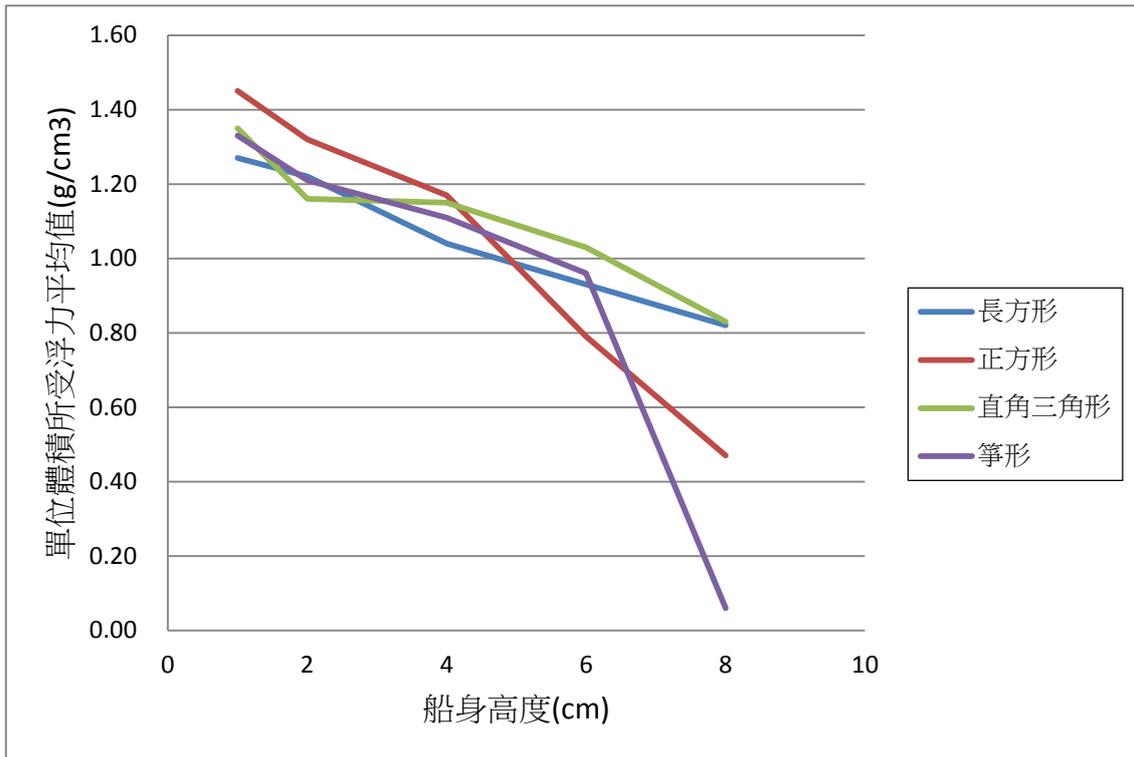
圖十一 船身高度與船所受浮力平均值的變化關係圖



表十三 各形狀尺寸的船在三次實驗中單位體積所受浮力的平均值

項目		長方形					正方形				
船的尺寸		20cm× 5 cm× 1cm	20cm× 5 cm× 2cm	20cm× 5 cm× 4cm	20cm× 5 cm× 6cm	20cm× 5 cm× 8cm	5 cm× 5 cm× 1cm	5 cm× 5 cm× 2cm	5 cm× 5 cm× 4cm	5 cm× 5 cm× 6cm	5 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )		100	200	400	600	800	25	50	100	150	200
第一次實驗	船所受的浮力(g)	121	250	406	515	670	40	66	116	84	96
	浮力/體積 =單位體積 所受浮力 (g/cm <sup>3</sup> )	1.21	1.25	1.02	0.86	0.84	1.60	1.32	1.16	0.56	0.48
第二次實驗	船所受的浮力(g)	148	227	437	564	652	37	67	119	158	71
	浮力/體積 =單位體積 所受浮力 (g/cm <sup>3</sup> )	1.48	1.14	1.09	0.94	0.82	1.48	1.34	1.19	1.05	0.36
第三次實驗	船所受的浮力(g)	113	254	407	595	640	32	65	115	112	114
	浮力/體積 =單位體積 所受浮力 (g/cm <sup>3</sup> )	1.13	1.27	1.02	0.99	0.80	1.28	1.30	1.15	0.75	0.57
平均值		1.27	1.22	1.04	0.93	0.82	1.45	1.32	1.17	0.79	0.47
項目		直角三角形					箏形				
船的尺寸		10cm× 10cm× 1cm	10cm× 10cm× 2cm	10cm× 10cm× 4cm	10cm× 10cm× 6cm	10cm× 10cm× 8cm	20 cm× 5 cm× 1cm	20 cm× 5 cm× 2cm	20 cm× 5 cm× 4cm	20 cm× 5 cm× 6cm	20 cm× 5 cm× 8cm
船的體積(cm <sup>3</sup> )		50	100	200	300	400	50	100	200	300	400
第一次實驗	船所受的浮力(g)	55	113	201	306	358	73	111	188	268	23
	浮力/體積 =單位體積 所受浮力 (g/cm <sup>3</sup> )	1.10	1.13	1.01	1.02	0.90	1.46	1.11	0.94	0.89	0.06
第二次實驗	船所受的浮力(g)	73	113	229	314	289	63	129	242	198	23
	浮力/體積 =單位體積 所受浮力 (g/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.13	1.15	1.05	0.72	1.26	1.29	1.21	0.66	0.06
第三次實驗	船所受的浮力(g)	74	121	259	307	353	64	123	237	293	31
	浮力/體積 =單位體積 所受浮力 (g/cm <sup>3</sup> )	1.48	1.21	1.30	1.02	0.88	1.28	1.23	1.19	0.98	0.08
平均值(g/cm <sup>3</sup> )		1.35	1.16	1.15	1.03	0.83	1.33	1.21	1.11	0.96	0.06

圖十三 船身高度與船的單位體積所受浮力平均值的變化關係圖



## 陸、討論

- 一、在蒐集與閱讀一些參考文獻之後，我們知道浮在水面上的船是浮體，所以在船還沒有載任何東西之前它所受到的浮力等於船本身的重量，當船慢慢增加載重之後它所受到的浮力就等於船所排開的水重量，因此我們在實驗一中固定船的體積，讓每艘船所受的浮力等於船的體積換算成水的重量加上船本身的重量。
- 二、在實驗中我們使用一元硬幣是因為測量精度會比五元或十元硬幣高，不過在將一元硬幣放入船裡的時候必須注意擺放位置，從中間位置開始放起，並且讓硬幣盡量均勻分布，然後觀察船的傾斜情況，如果船往左邊傾斜就在右邊放硬幣，如果船往右邊傾斜就在左邊放硬幣，這樣可以避免船太早過度傾斜沈船，影響實驗結果。
- 三、我們曾經嘗試使用水來代替硬幣，希望可以改善載重分布不均勻的問題，但是發現在船內裝滿水時，船並不會沉，討論後覺得應該是因為厚紙板較輕，即使船裡裝滿水船的密度也大約等於一，所以船雖然整個沒入水中卻不會沉船，如圖十四。

圖十四 船內裝滿水時船並沒有沉入水底



四、從實驗一的數據結果我們發現，船底面積與船身高度的比值越大可以載的硬幣數量、硬幣重量、船所受的浮力等都越大，而且很多船所載的重量都大於它的設計體積  $200\text{cm}^3$  所可以排開的水重量 200 公克，根據我們的觀察認為應該是船身周圍的水因為表面張力的關係不會馬上淹進船裡，所以造成船所載的硬幣重量大於 200 公克，如圖十五。

圖十五 船身周圍的水出現表面張力的現象



五、在實驗二長方形船的實驗過程中我們發現，船身高度 6 公分和 8 公分的船除了會傾斜之外，也會因為船的載重量越來越大，造成船身無法承受水的側向壓力結果發生變形的情形，如圖十六，這應該也是造成船所受浮力會小於船的設計體積所應該排開的水重量的原因之一。

圖十六 船身無法承受水的側向壓力而變形



## 柒、結論

- 一、在固定每艘船的體積讓每艘船能增加的浮力相同的條件下，長方形尺寸 20cm×10cm×1cm 的船載重量最大，正方形載重量差異最大，直角三角形和箏形的載重量差異最小最穩定；除此之外，不管是哪種形狀的船，只要底面積與船身高度的比值越大，船可以載的重量就越大。
- 二、在固定船底面積的情況下，不管是哪一種形狀的船，船的載重量與船身高度成正比而且會大於船所排開的水重量，但是當船身太高使船失去平衡產生傾斜的時候，船所受浮力會小於船的設計體積所應該排開的水重量；除此之外，不管是哪種形狀的船，單位體積所受浮力與船身高度成反比。

## 捌、參考資料及其他

- 一、國民小學自然與生活科技，四年級下學期第四單元，「奇妙的水」，南一書局。
- 二、163.32.153.3/info/action3/data/06 梅玲-簡單卻又複雜的浮力原理.pdf
- 三、[ananedu.com/a/5/61/a.htm](http://ananedu.com/a/5/61/a.htm) 浮力.pdf
- 四、[ananedu.com/a/5/61/b.htm](http://ananedu.com/a/5/61/b.htm) 為什麼船能浮在水上.pdf
- 五、科學探究 - 香港科學館| Hong Kong Science Museum 萬噸鐵船不沉之謎.pdf
- 六、浮揚性 - 船舶與港口終身學習網路教材 - 國立海洋科技博物館