

狂風巨浪我不怕——船的研究

高小組應用科學科第三名

台北市萬福國民小學

作者：李偉光、李臨昀、張紘聞
指導教師：簡瑞萍、蔡季宴

一、研究動機

最近我們在各種報章雜誌中，都常看到有關船的新聞。（如美國派遣來保護我方的軍艦——尼米滋號和獨立號）看到這樣雄赳赳氣昂昂的航空母艦在海上航行，引發了我們對船的興趣，而決定和同學在老師的指導下作次有關船的研究。

二、研究目的

- (一)探討船的形狀對船行速度的影響。
- (二)探討水溫高低對船行速度的影響。
- (三)了解船在鹹水與淡水中行走速度的差異。
- (四)探討單具馬達放置位置對船行速度的影響。
- (五)探討雙具馬達放置位置對船行速度的影響。
- (六)探討調整雙具馬達舵片角度對船隻航行的影響。

三、研究器材
















- 1.水中馬達（數個）
- 2.天平（一座）
- 3.膠帶（數卷）
- 4.溫度計（一支）
- 5.計時器（一只）
- 6.重物一個（750公克）
- 7.浴缸
- 8.杓子（一把）
- 9.鹽（數包）
- 10.保麗龍板（三大片）
- 11.碎冰塊（數包）

四、研究過程與結果

【實驗一】船的形狀對船行速度的影響。

方法：1. 製作各種不同形狀重量為15克±0.5克的保麗龍船並加以編號。
(如附圖一所示)

附圖一：各種不同之實驗船形

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
船形															

2. 將一個水中馬達安裝在1號船重心的底部上，並用膠帶固定。
3. 在船重心的上方放置一塊約750克的重物後，開啓馬達並將船放入裝水浴缸的起點。(註一)
4. 測量1號船在水中航行至終點(距起點110公分處)的時間，並記錄下來。
5. 分別將水中馬達安裝於2、3、4……15號船，放入水中，測量各船隻航行時間並記錄比較其結果。

註(-)：保麗龍易浮於水面，吃水不深，不易顯示船底形狀對船速的影響，因此加一塊重物增加吃水深度，並可藉以調整保麗龍船在加上水中馬達後的重心。

結果(-)：不同船形航行時間表

時間單位：秒

船號 次別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
第一次	3.58	4.84	4.57	4.98	3.52	4.09	4.90	4.84	4.17	3.89	5.36	4.21	4.27	4.61	3.97
第二次	3.80	4.89	4.57	4.98	3.25	3.77	4.85	4.83	4.16	4.00	5.81	4.17	4.66	4.79	3.85
第三次	3.49	4.65	5.05	5.36	3.81	4.38	4.59	4.85	4.06	4.03	5.41	4.44	4.77	4.37	4.03
第四次	3.64	4.80	4.73	5.08	3.58	4.12	4.51	4.89	4.20	3.81	5.58	4.28	4.70	4.58	3.92
第五次	3.60	4.78	4.70	5.26	3.59	4.04	4.99	4.79	4.26	4.13	5.48	4.29	4.44	4.60	3.98
平均	3.62	4.79	4.73	5.17	3.57	4.08	4.78	4.84	4.23	3.97	5.53	4.27	4.57	4.59	3.95
名次	2	12	10	14	1	5	11	13	6	4	15	7	8	9	3

【實驗二】水溫高低對船行速度的影響。

- 方法：1.在浴缸內注入30公升約65°C的熱水並將水位做記號。
 2.測量5號船（註二）在水中航行110公分所需時間並記錄之。
 3.待水溫降至45°C時再將船放入水中測量航行所需時間並記錄之。
 4.待水溫降至25°C時再測量船隻在水中的航行所需時間並記錄之。
 5.在水中放入冰塊使水溫成爲10°C，調整水位使與前述實驗相同。
 6.測量5號船在水中航速並記錄之。

結果(二)：保麗龍船在不同水溫中航速記錄表。

單位：秒

水溫 次別	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	名次
65°C	6.28	6.43	6.48	6.38	6.42	6.40	4
45°C	4.84	5.21	4.92	4.98	4.99	4.99	3
25°C	3.48	3.40	3.52	3.46	3.48	3.47	2
10°C	3.04	3.09	3.03	3.08	3.04	3.06	1

註(二)：由實驗一我們得知5號船的航速最快，因此以下各項實驗都以5號船爲代表。

【實驗三】保麗龍船在淡水和鹹水中航速測量。

- 方法：1.在浴缸中放入30公升的自來水。
 2.將5號船放入水中啓動馬達，測量航行110公分所需的時間並記錄下來。
 3.從浴缸中取出90cc的水，再加入90克的鹽，充分攪拌均勻，調成30公升含鹽3%的鹹水（註三）。
 4.將實驗船放入鹹水中測量航行110公分所需時間並記錄下來。

註(三)：海水平均含鹽量爲3%。

結果(三)：保麗龍船在淡水和鹹水中航速測量記錄表。

單位：秒

水 性 次別	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	快 慢
淡水	4.34	4.54	4.58	4.48	4.50	4.49	慢
鹹水	4.19	4.08	4.26	4.12	4.22	4.18	快

【實驗四】測量單具馬達安裝於不同位置對航速的影響。

- 方法：
- 1.將水中馬達安裝於5號船的前端。
 - 2.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。
 - 3.將水中馬達換裝於5號船的中央。
 - 4.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。
 - 5.將水中馬達換裝於5號船的後方。
 - 6.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。

結果(四)：單具馬達安裝位置不同時航行時間記錄表。

單位：秒

次別 位置	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	名次
前端	3.24	3.53	3.48	3.38	3.46	3.42	2
中央	3.72	4.00	4.02	4.93	3.89	3.91	3
後端	3.58	3.21	3.36	3.25	3.23	3.24	1

【實驗五】測量雙具馬達安裝於不同位置對航速的影響。

- 方法：
- 1.將兩具水中馬達分別安裝於5號船的前後端。
 - 2.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。
 - 3.將兩具水中馬達分別換裝於5號船的左右兩側。
 - 4.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。
 - 5.將兩具水中馬達並裝於5號船的前端。
 - 6.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。
 - 7.將兩具水中馬達並裝於5號船的後端。
 - 8.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。

結果(五)：單具馬達安裝位置不同時航行時間記錄表。

單位：秒

次別 位置	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	名次
前後	3.18	3.16	3.18	3.18	3.16	3.17	1
左右	3.58	3.60	3.66	3.60	3.62	3.61	2
前前	4.08	4.10	4.04	4.05	4.09	4.07	4
後後	3.60	3.67	3.61	3.63	3.63	3.63	3

【實驗六】調整雙具馬達舵片角度對航速的影響。

方法：1.將兩具水中馬達分別安裝於5號船的前後端。

2.將兩具水中馬達的舵片分別調整為兩片皆向內各 30° 、 60° 、 90° 、 110° 。

3.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。

4.將兩具水中馬達的舵片分別調整為兩片皆向外各 30° 、 60° 、 90° 、 110° 。

5.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。

6.將兩具水中馬達的舵片分別調整為左片向外、右片向內，角度各 30° 、 60° 、 90° 、 110° 。

7.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。

8.將兩具水中馬達的舵片分別調整為右片向外、左片向內，角度各 30° 、 60° 、 90° 、 110° 。

9.將船隻放入裝水30公升的浴缸中測量航行110公分所需的時間並記錄下來。

結果(六)：調整雙具馬達舵片角時航行時間記錄表。

單位：秒

角度 次別	兩片舵片皆向內				兩片舵片皆向外				左片向內右片向外				左片向外右片向內			
	30°	60°	90°	110°	30°	60°	90°	110°	30°	60°	90°	110°	30°	60°	90°	110°
第一次	5.52	7.30	在	9.33	5.28	6.89	在	9.15	轉	轉	轉	轉	轉	轉	轉	轉
第二次	5.45	7.30	原	9.48	5.25	7.02	原	9.00	彎	彎	彎	彎	彎	彎	彎	彎
第三次	5.28	7.30	地	9.62	5.43	7.04	地	9.30	弧	弧	弧	弧	弧	弧	弧	弧
第四次	5.42	7.30	不	9.45	5.28	6.99	不	9.20	度	度	度	度	度	度	度	度
第五次	5.44	7.32	前	9.51	5.16	6.97	前	9.10	較	次	次	較	較	次	次	較
平均	5.43	7.30	進	9.48	5.28	6.98	進	9.15	小	小	大	大	小	小	大	大

五、討 論

- (一)由【實驗一】我們發現：船頭較尖且細長者，如1、5、15號船的航行速度較快；船頭為鈍形者：如8、11號船，和多船頭者：如4號等船，航速都較慢，可能是因為細長形在水中的阻力較小，所以船速較快；反之，船形較鈍者所受之阻力較大，所以航速較慢。
- (二)我們發現：一般我們所見的船多半為15號船，但在實驗中所測得的船速並非以15號船最快，而是以5號船航速最快，可能是考慮載客、載貨量的緣故吧！
- (三)由【實驗二】的結果我們發現：水溫會影響航速：水溫越高航速越慢；水溫越低航速越快。所以，我們推測船在熱帶海洋行走會比在寒帶海洋來得慢，這是因為水溫越高，密度越低，船的吃水就越深，阻力就越大，所以航速會越慢；反之，水溫越低航速就越快。
- (四)由【實驗三】的結果我們了解：船在淡水中行走的速度要比在鹹水中行走的速度來得慢，這是因為淡水的密度較小，船在水中吃水的深度較深，阻力較大，所以船速較慢；反之，在鹹水中的船速會較快。實驗中是以海水平均含鹽濃度3%為標準，我們更進一步假設：如果水中含鹽量再提高，便可增加航行速度。
- (五)在【實驗二】和【實驗三】中所使用的船均為5號船，可是同樣在淡水室溫下實驗所測得的船速卻有不小的差距，經討論後我們發現：【實驗一】的5號船航速與【實驗二】在室溫25°C的實驗結果相當接近，可是兩者與【實驗三】在淡水中的結果相差較大，可能是在做【實驗三】的實驗時，因原用馬達有異狀而更換了另一具馬達，所以造成的差異較大。
- (六)由【實驗四】的結果我們得知：單具馬達放置放船後方，船隻的航速最快，

可能是因爲在後方最不受波浪的影響，且所產生的反作用力最不會被消滅，所以，推動船隻前進的力量最大。

(七)由【實驗五】的結果我們知道：船隻裝上兩具馬達時，船速會較裝單具馬達的航速快，但並不成倍數關係。而兩具馬達裝置的位置以放置在一前一後爲最佳，置於左右兩側時速度最慢，可能是因爲置於一前一後時被加速的水流最不受干擾，所以船速最快；而置於左右兩側時，船身受水波的影響較大，減緩了前進的速度。

(八)由【實驗六】的結果我們知道：當保麗龍船上安裝兩具馬達時，如果兩片舵片以相同的角度同時內翻和同時外翻，船隻行走的速度相當接近，且翻轉的角度越大時船速越慢。

(九)由【實驗六】中我們發現：當使用兩具馬達時，如要使船直線前進的方法有二①把舵片的角度都調爲 0° ，不但可直線前進且船速最快；②把舵片同時向內或同時向外調成相同角度，亦可使船直線前進，但船速較慢。

六、結 論

(一)不同船形保麗龍船中，以尖細形的 5 號船最快，而以 1 1 號鈍頭形的 1 1 號船航速最慢。

(二)船隻在溫度低的水中航速較快，在水溫高的水中航速較慢，（在寒帶地區的航速較在熱帶地區快）。

(三)船隻在含鹽量高的水域中，航速比在含鹽量低的水域快。（船在海水中比在淡水中航速快）。

(四)裝置單具馬達時，以安裝在船隻後方的航速最快。

(五)裝置雙具馬達時，以安置一前一後的位置最快。

(六)當馬達上的舵片角度總合爲 0° 時，船隻可直線前進。

七、參考資料

1. 光復科學圖鑑—汽車、船 劉俊坤、朱明春編譯 光復書局股份有限公司 民77年元月 P. 46~79、112~114
2. 認識各種船鑑 林美露等編譯 啓思文化事業有限公司 民84年7月 P. 22
3. 廿一世紀兒童百科 李俊秀等編譯 民82年元旦 P. 330~333
4. 物質與密度 光華出版社 P. 25、P. 78

評 語

- 1.以簡單的保麗龍材料結構，裝置負荷重及馬達等實驗器材，進行探研船體形狀、水之密度及推動馬達之位置，舵片方向對船速之影響，是具有創見之作品。
- 2.研究的過程，變因之改變及物理量之度量，誤差之考慮，均符合科展作品之嚴謹態度，思考也合乎邏輯。
- 3.作品作者之說明井井有條，作品呈現完整性之探討，表達能力呈現優良。