

水阻之謎——物體形狀對水阻的影響

摘要

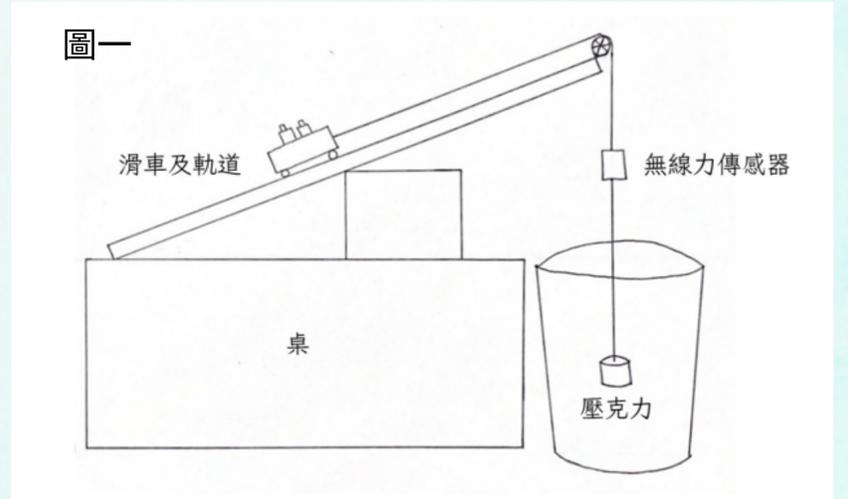
本實驗旨在研究壓克力在水中升起時的阻力、速度變化以及與阻力係數之間的關係。研究中考慮了三個變因：壓克力的截面積、不同形狀的連結體，以及食鹽水的密度。實驗過程中，使用了PASCO滑車系統來記錄數據，並將無線力量傳感器連接到壓克力上，再將其放入水中觀測。首先，改變壓克力的截面積，並測量其在水中升起時的阻力和速度；接著設計不同形狀的連結體，觀察在不同條件下壓克力產生的阻力和阻力係數的變化。最後，調配不同密度的食鹽水來觀測其對壓克力升起的影响。這些實驗結果將有助於理解水中物體的阻力特性。

實驗裝置

利用pasco滑車系統裝置，將無線力量傳感器的一端連接綁好棉線的壓克力，另一端連接滑車，並把滑車放置在軌道上，壓克力放入水中進行觀測。將滑車及無線力量傳感器連接SPARKvue軟體，滑車下滑的同時把壓克力慢慢拉起，此時紀錄壓克力運動時的張力及速度，觀察其改變趨勢。如圖一

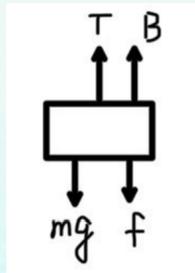
研究目的

- (一)、探討不同截面積的壓克力在水中的阻力關係
- (二)、探討不同面積連結體在水中的阻力關係
- (三)、探討不同長度連結體在水中的阻力關係
- (四)、探討壓克力在不同密度的食鹽水中的阻力關係

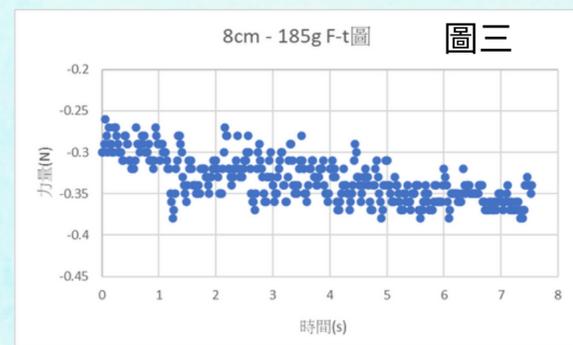
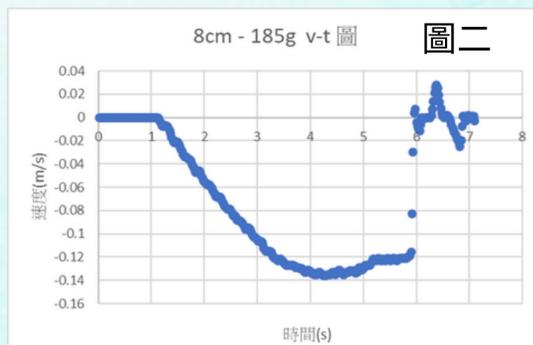


實驗步驟

- (一)、各壓克力mg測量及浮力計算
- (二)、測量張力及速度(圖二、圖三)
- (三)、計算阻力



由所得張力帶入公式： $f=T+B-mg$ 計算阻力(如上圖)



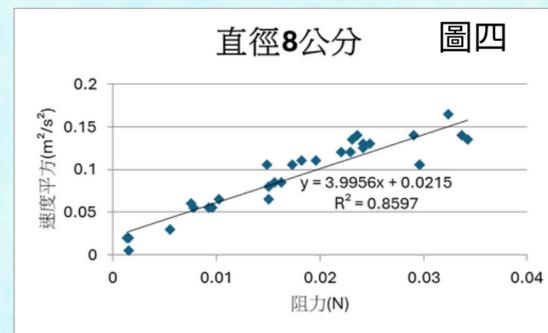
研究結果

一、探討不同截面積的壓克力在水中的阻力係數

直徑	斜率	R 平方值	水密度 (kg/m ³)	面積(m ²)	c
8cm	3.9956	0.8597	1000	0.005024	1.591
6cm	2.1472	0.7669	1000	0.002826	1.520
5cm	1.4032	0.7951	1000	0.001963	1.430
3.5cm	0.598	0.6931	1000	0.000962	1.244
3cm	0.3964	0.5935	1000	0.000707	1.122
2.5cm	0.1237	0.686	1000	0.000491	0.504

$$f = \frac{1}{2} c \rho A v^2$$

c為阻力係數，ρ為水密度，A為壓克力截面積，v為速度
斜率為 $\frac{1}{2} c \rho A$ ，代入ρ和A，藉此算出c



二、探討壓克力在不同密度的食鹽水中的阻力係數

直徑	斜率	R 平方值	食鹽水密度 (kg/m ³)	面積(m ²)	c
6cm	2.2819	0.6765	1026	0.002826	1.574
6cm	2.4567	0.3984	1052	0.002826	1.653
6cm	2.5051	0.4671	1080	0.002826	1.642
6cm	2.6349	0.571	1108	0.002826	1.683
6cm	2.7035	0.118	1135	0.002826	1.686
6cm	0.7892	0.04	1159	0.002826	0.482

三、探討不同面積連結體在水中的阻力係數

同高 2.75 公分	斜率	R 平方值	水密度 (kg/m ³)	面積(m ²)	c
8公分在上 6公分在下	5.6979	0.845	1000	0.005024	2.268
6公分在上 8公分在下	2.9734	0.6434	1000	0.005024	1.184
8公分在上 5公分在下	4.657	0.8731	1000	0.005024	1.854
5公分在上 8公分在下	1.526	0.5062	1000	0.005024	0.607
8公分在上 3.5公分在下	4.1765	0.9156	1000	0.005024	1.663
3.5公分在上 8公分在下	3.5612	0.5451	1000	0.005024	1.418
8公分在上 3公分在下	4.0102	0.8254	1000	0.005024	1.596
3公分在上 8公分在下	3.9721	0.7276	1000	0.005024	1.581
8公分在上 2.5公分在下	3.7158	0.0961	1000	0.005024	1.479
2.5公分在上 8公分在下	2.1584	0.1185	1000	0.005024	0.859

四、探討不同長度連結體在水中的阻力係數

直徑	斜率	R 平方值	水密度 (kg/m ³)	面積(m ²)	c
8公分在上 長度5公分在下	3.7928	0.7419	1000	0.005024	1.510
長度5公分在上 8公分在下	3.7299	0.7043	1000	0.005024	1.485
8公分在上 長度10公分在下	3.4152	0.6336	1000	0.005024	1.360
長度10公分在上 8公分在下	3.9399	0.5511	1000	0.005024	1.568
8公分在上 長度15公分在下	3.6871	0.8588	1000	0.005024	1.468
長度15公分在上 8公分在下	3.8931	0.9333	1000	0.005024	1.550
8公分在上 長度20公分在下	3.3443	0.6452	1000	0.005024	1.331
長度20公分在上 8公分在下	3.675	0.8701	1000	0.005024	1.463

結論

- 一、根據公式，阻力係數、液體密度、截面積與速度平方值皆會影響其阻力，且根據實驗結果，大致符合此公式。
- 二、截面積、長度比例與阻力係數呈現正相關。
- 三、食鹽水密度與阻力係數較無特定關係，但壓克力密度接近食鹽水密度時，阻力係數最小。
- 四、連接不同面積的連結體中，以直徑5公分在上、8公分在下的形狀阻力係數最小，此形狀可運用於潛水艇模組設計上，或者是橋墩，可以在橋墩前加一個鋼體，使得阻力下降。
- 五、未來展望：未來可利用多組不同形狀之連結體進行實驗，以確定哪種形式的連結體阻力最小。