

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

□國中組 **■普高組** □技高組 成果報告格式

題目名稱： 水的都卜勒

一、摘要

本實驗旨在觀察與理解都卜勒效應的基本原理與現象。首先透過水波槽觀察波源運動時的波形變化，以模擬都卜勒效應。接著，透過聲波的都卜勒效應進一步輔助觀察與比較。結果顯示波在波源前方變密、後方變疏，符合都卜勒效應的理論預測。

二、探究題目與動機

Ex.問題來源與動機（可用科學的方式來解釋）。

在高中物理看到都卜勒效應已被廣泛應用於聲波和光波中，並在許多領域產生了重要影響；聲音波進行傳遞量的都卜勒效應實驗，本研究則希望能設計實驗看到水波傳遞能量運動的軌跡呈現都卜勒效應。然而，在液體介質，都卜勒效應的研究和應用相對較少，特別是在海洋科學、聲納技術和水下通信領域中，這一效應可能具有更廣泛的應用潛力。隨著海洋開發、環境監測以及水下導航技術的進步，理解水中聲波的傳播特性及其受都卜勒效應影響的程度，對這些領域的進一步發展至關重要。因此，本研究旨在探討水中都卜勒效應的基本機制。

三、探究目的與假設

Ex. 針對觀察到的現象提出假設（不一定只有一項假設），並以現有資訊為基礎，運用邏輯思考推導出的假設。

探究目的：實驗是想瞭解都卜勒效應在水中的成像，透過水波槽來完成實驗，並且以聲音的都卜勒效應實驗作為輔助來使我們能更深入了解都卜勒效應。

假設：觀察者靜止，波源及聲源等速移動。

四、探究方法與驗證步驟

Ex.利用科學原理，透過觀察或進行實驗來蒐集新的訊息，以驗證假設成立。

水的都卜勒效應:

一、實驗設計及步驟

環境控制變因：本實驗路徑（波源出現點至消失處距離）為 25.5 公分、溫度 26 度、水深 0.35 公分、同一人操作、同一地方拍攝。實驗設計及步驟如下

(1)準備水波槽：在水槽中加入適量的水，並保持水面平靜。

(2)產生水波：將滴管置於水面上方，並以固定的頻率產生水波。可以先在波源靜止的情況下進行觀察，以記錄靜止狀態下的波長和頻率。

(3)移動波源：將波源沿著固定軌道或者手動方式在水中移動，可以控制波源以一定的速度向前，記錄波源前方和後方的波動情況。

(4)記錄數據：使用手機，捕捉波源移動時水面的波動情況，並且測量波長。在波源移動的方向，應該可以觀察到波長縮短，而在相反方向波長變長。

(5)數據分析：根據波長的變化，可以使用都卜勒效應公式計算波頻率的變化，進而驗證實驗結果是否符合預期。

二、數據與圖示

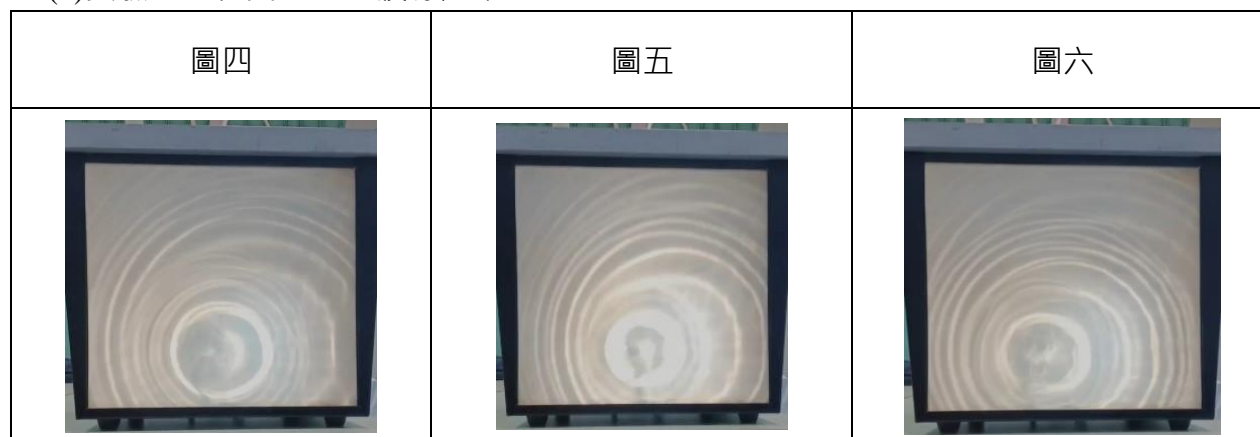
公式： $V_s = s/t(\text{cm/s})$

S=原點開始出現在畫面上到離開的時間

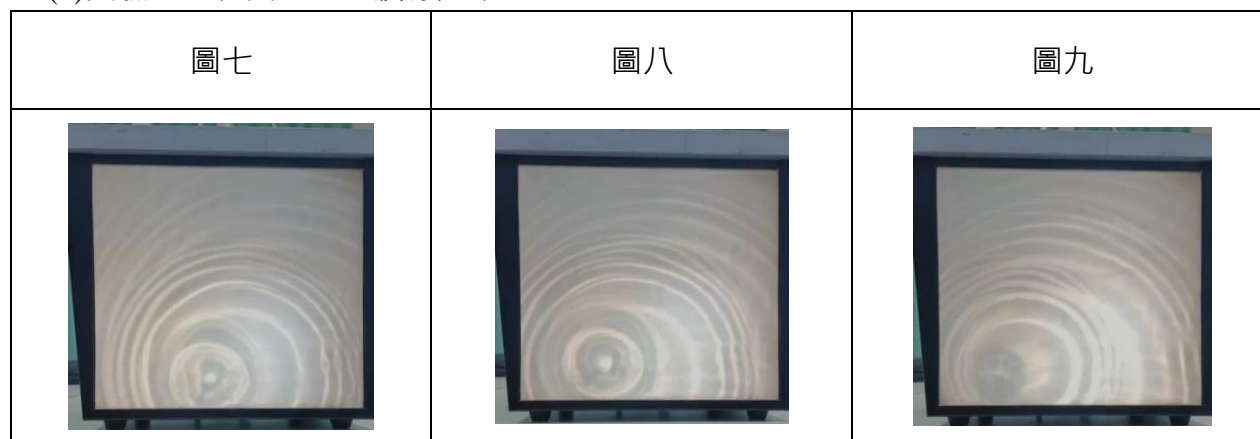
(1)實驗一：花費 0.93 s，波源速率=27.43 cm/s



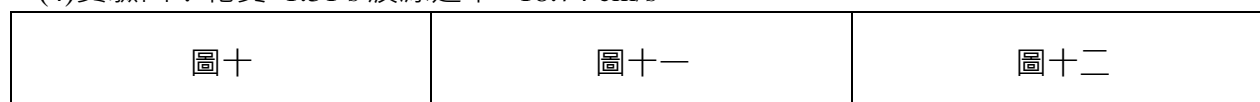
(2)實驗二：花費 1.04 s 波源速率=24.52 cm/s

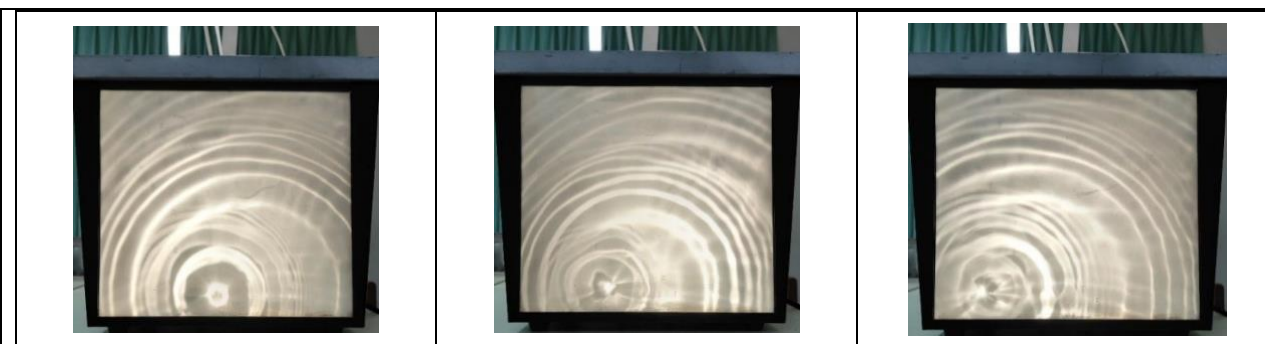


(3)實驗三：花費 1.24 s 波源速率=20.56 cm/s



(4)實驗四：花費 1.31 s 波源速率=18.74 cm/s





*附註: 以上實驗圖片，波源皆在左，波傳遞向左前進

三、研究分析與結果探究

(1) 運用算式計算實驗應有波長

表一：

	源點前波間距	源點後波間距
實驗一	0.65 cm	2.16cm
實驗二	0.68cm	1.93cm
實驗三	0.71cm	1.68cm
實驗四	0.73cm	1.58cm

(2) 利用 vidanalysis 測量圖片間距 (單位：公分)

表二：實驗一

	源點前波間距	源點後波間距	前後間距差
圖一	0.44	2.64	2.20
圖二	0.47	1.13	0.66
圖三	0.41	0.96	0.55
平均	0.44	1.58	1.14
標準差	0.03	0.925	0.92
不確定度 u_A	0.017	0.53	0.46

測量結果	(0.440±0.017)	(1.58±0.53)	(1.14±0.46)
------	---------------	-------------	-------------

表三：實驗二

	源點前波間距	源點後波間距	前後間距差
圖四	0.58	1.58	1.00
圖五	0.75	1.97	1.22
圖六	1.56	2.76	1.20
平均	0.96	2.10	1.14
標準差	0.524	0.601	0.121
不確定度 uA	0.303	0.35	0.06
測量結果	(0.960±0.303)	(2.10±0.35)	(1.14±0.06)

表四：實驗三

	源點前波間距	源點後波間距	前後間距差
圖七	1.53	2.52	0.99
圖八	0.43	1.54	1.11
圖九	0.58	4.57	3.99
平均	0.85	2.88	2.03
標準差	0.59	1.55	1.70
不確定度 uA	0.34	0.89	0.85
測量結果	(0.85±0.34)	(2.88±0.89)	(2.03±0.85)

表五：實驗四

	源點前波間距	源點後波間距	前後間距差
圖十	3.88	5.09	1.21
圖十一	0.49	1.74	0.98
圖十二	0.73	1.42	0.69
平均	1.7	2.75	0.96
標準差	1.89	2.03	0.26
不確定度 uA	1.09	1.2	0.13
測量結果	(1.7±1.09)	(2.75±1.20)	(0.96±0.13)

聲音的都卜勒效應:

利用 phyphox 中的歷史頻率可得知，將聲音頻率設為 440 並轉動聲源時，觀察者在兩旁所收到的最高頻率(443)及最低頻率(435)

透過 $V=331+0.6t(25)$ 可得出當下的聲速 V 為 346m/s 再將 V 帶入 $f'=[(V \pm V_o)/(V \pm V_s)]f$

(f' 為實際得出之頻率， V 為當下聲速， V_o 為觀察者速度， V_s 為聲源移動之速度， f 聲源頻率) 可得出理想之最高頻率為 437，理想之最低頻率為 442

由上述理想值及實際值之數據相近可得知聲源靠近時，我們會觀察到聲頻頻率上升，這就是所謂的藍移。當聲源遠離時，聲頻頻率下降，這就是紅移 這些變化能夠幫助我們更好的理解聲音傳播和相對運動的關係。

五、結論與生活應用

Ex.同樣的成果可以應用到生活哪些領域?

由於實驗數據與運算結果相似，從此得知波源位置定在水波槽的左側，而移動的水則當作向我們靠近的移動體，可以觀察到，當波源向我們靠近，後方波紋相較於前方波紋的距離（波峰與波峰）較大，前方波紋相較後方距離小，由此可印證都卜勒效應的離我們遠去時，頻率變低、波長變長，向靠近我們時，頻率變高、波長變短。

都卜勒效應在水下環境中有許多重要的應用，特別是在海洋和水下探測領域被廣泛應用。像是水下聲納系統可以根據都卜勒效應估算物體的相對速度、水下通訊則是利用都卜勒效應來校正因為水下環境中的相對運動導致的頻率偏移。都卜勒效應在水下環境中的應用對於海洋的探測與研究有相當大的貢獻

參考資料

需註明出處。

<https://cdn.savemyexams.com/uploads/2020/09/8.2.2.2-Water-waves-interference-fringes.png>

<https://images.app.goo.gl/576NjU6eMCKy1Tye6>

https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Flh6.googleusercontent.com%2F-cnNOLBvpwIA%2FUvGRFZu3ocI%2FAAAAAAAAAAAUcU%2FpqXGfhKz69U%2Fs640%2F800px-Redshift_blueshift.svg.jpg&tbnid=aGt4YHtFVRY_WM&vet=1&imgrefurl=https%3A%2F%2Fsmallcoll

[tion.blogspot.com%2F2014%2F02%2Fbathochromicred-shift.html&docid=i5RdmbN1s5fX7M&w=640&h=400&hl=zh-hant-tw&source=sh%2Fx%2Fim%2Fm1%2F3&kgs=ca3a7ac2ded47491](https://www.blogspotion.blogspot.com%2F2014%2F02%2Fbathochromicred-shift.html&docid=i5RdmbN1s5fX7M&w=640&h=400&hl=zh-hant-tw&source=sh%2Fx%2Fim%2Fm1%2F3&kgs=ca3a7ac2ded47491)

https://drive.google.com/drive/folders/1NgtBitSt4_7Al33F9TyqqMd6XQHPWOhe

柯閔耀、張博彥、黃國展 (2024)。《高一物理學習講義》。南一書局。

簡麗賢 (2022)。《我們的生活比你想的還物理》。商周出版。

註：

1. 報告總頁數以 6 頁為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 未使用本競賽官網提供「成果報告表單」格式投稿，**將不予審查**。
4. 建議格式如下：
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
 - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖