

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱：會跳躍的泡泡-外加電場下環形泡膜形變控制之研究

一、摘要：

本研究利用平行電板結合肥皂水做實驗，想跳脫市售泡泡機用電場來製作出泡泡，並觀察平行電板下皂膜的各種狀態，包含電板平行電壓大小皂膜拉伸情形，平行電板中電壓對薄膜干涉波紋的影響，利用電源供應器連接變壓器輸出高電壓去觀察泡膜的形變。經由觀察我們得出當環越小時形變量越大。且當電壓 3000-4000 伏特時會產生一震動的現象，直到中環電壓逼近 5000 伏特，形變量會迅速增大，直到接觸到墊板時破裂。我們針對其震動回彈現象做更詳細的觀察，此現象並非一個大幅度的回彈，而是小幅度的連續震動。發現當泡膜破裂時肥皂一體會受兩側電極吸引，而產生牽線與兩側電極板連接的現象。

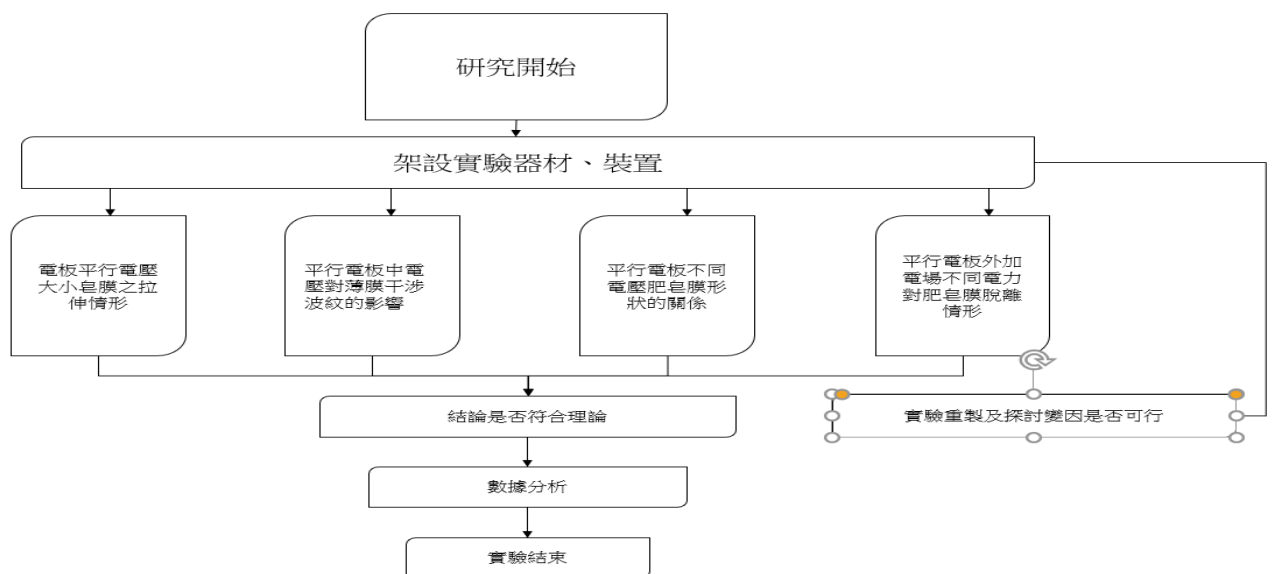
二、探究題目與動機

本研究針對泡膜做實驗，此研究在表面張力以及流體力學中占有重要地位。看過許多文獻資料，發現電力與皂膜的結合的作法別具特色，能透過電壓電場的改變觀察到皂膜諸多不同的改變，包含形狀、厚度等，和皂膜面電荷密度與皂膜曲率的關係式有關。此研究存在的問題在於泡膜的靜電不穩定，動態現象難以觀察以及測定，於是本實驗採用高壓穩定裝置，利用相機慢速觀察，了解細微的形變流體運動關係。

三、探究目的與假設

- 一、探討平行電板中電壓對泡膜的影響
- 二、探討受力對泡膜的影響和電壓造成的影響
- 三、探討泡膜在外加電場中的運動行

四、探究方法與驗證步驟



研究設備及器材：

一、研究器材示意圖

(一)泡膜

肥皂水配置

需要使泡膜停留長，嘗試後我們取用以水：介面活性劑：甘油=50：2：3.5 (體積比)的比例配製肥皂水

(二)大型環使用的平行電板

(三)中，小型環所使用的平行電板

(四)各種類型的泡膜環



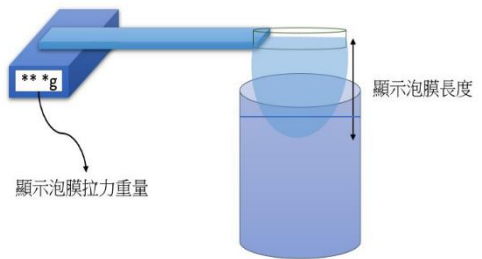
圖三、實驗一裝置示意圖

研究過程與方法：

(圖一)(研究流程示意圖)

實驗一、探討平行電板中電壓對泡膜的影響
希望利用改變電壓並利用相機觀察到皂膜有橫

向拉伸的情狀如吹泡泡施力皂膜快脫離框架的樣子。



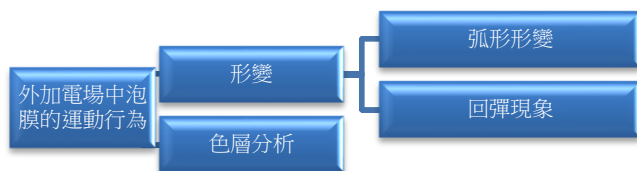
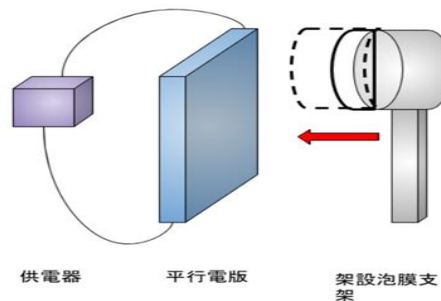
圖四、實驗二裝置示意圖

- (1) 肥皂水配製
- (2) 供電
- (3) 平行電板架設
- (4) 測量不同電壓下皂膜拉伸情形
- (5) 紀錄結果

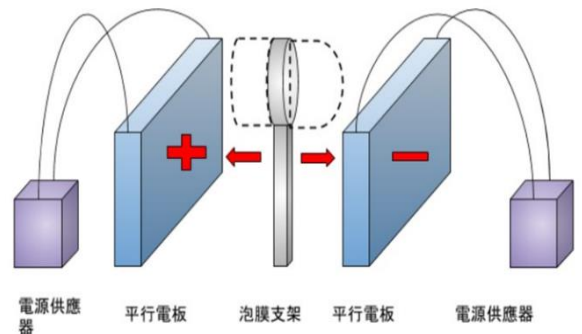
實驗二、探討受力對泡膜的影響

利用手綁上電子秤施予泡膜外力來看形變量與施的關係

實驗三、探討泡膜在外加電場中的運動行為



圖六、實驗三裝置示意圖



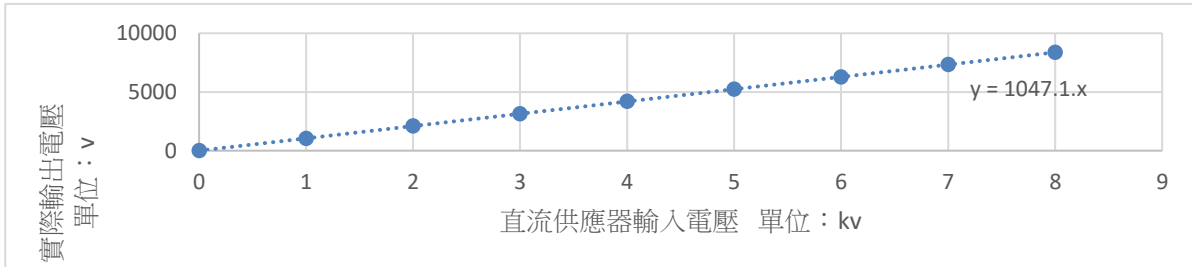
圖五、實驗三運動行為理論分析

五、結論與生活應用

一、泡膜形變實驗結果

(一) 電源供應器與變壓器電壓關係

輸入 1v-8v，連接兩電阻，一個 1000Ω 、一個 100Ω



表一、變壓器與電壓轉換

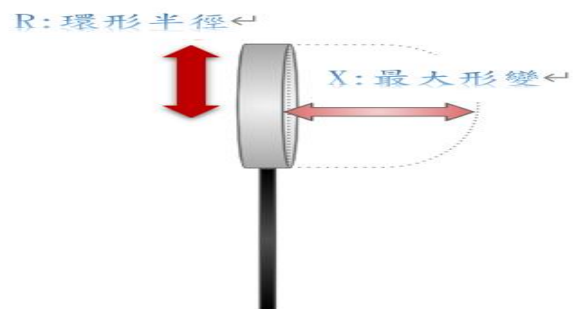
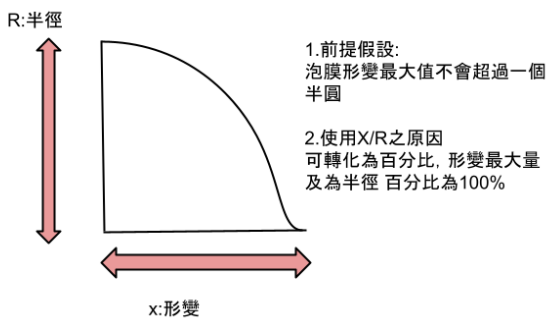


圖九、變壓器示意圖

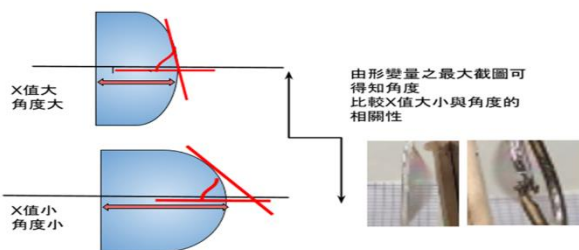
1. 由上圖可知輸入電壓與輸出電壓成正比，電源供應器輸入電壓乘上 1047.1 即可得出實際電壓輸出值

(二) 不同直徑框架泡膜形變討論

將泡膜形變設為 X ，泡膜半徑設為 R ，比較 X/R 比值，為圖表的 Y 軸



圖十、半徑與形變比值關係解釋圖



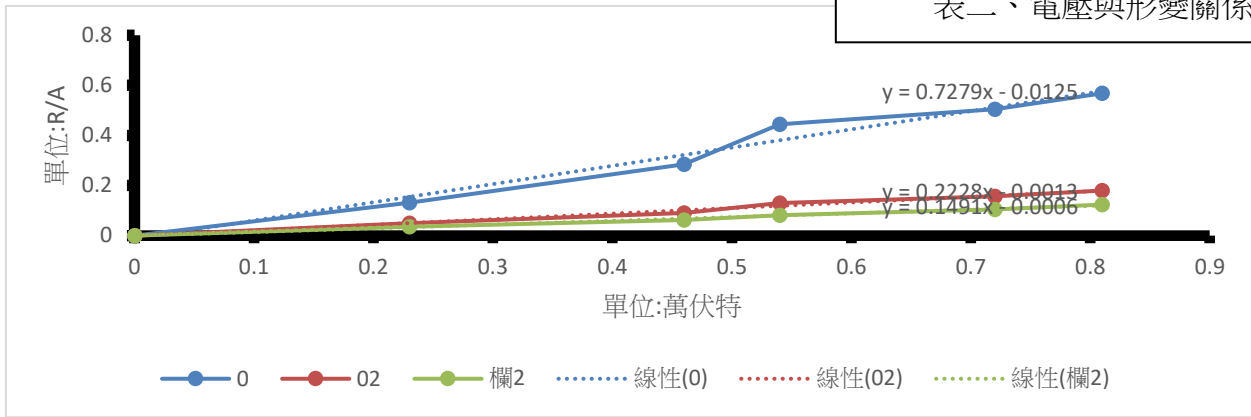
圖十二、形變夾角示意圖

(三)圖表分析

1.探討電壓與泡膜形變的影響，其中電壓由 1000 逐漸增至 5000 伏特，進而量測形變關係

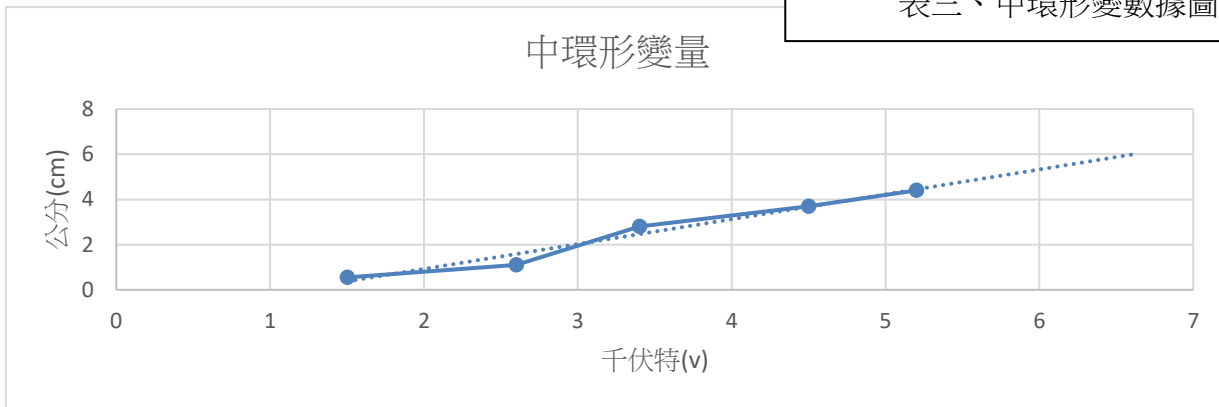
$V=ED$

表二、電壓與形變關係表



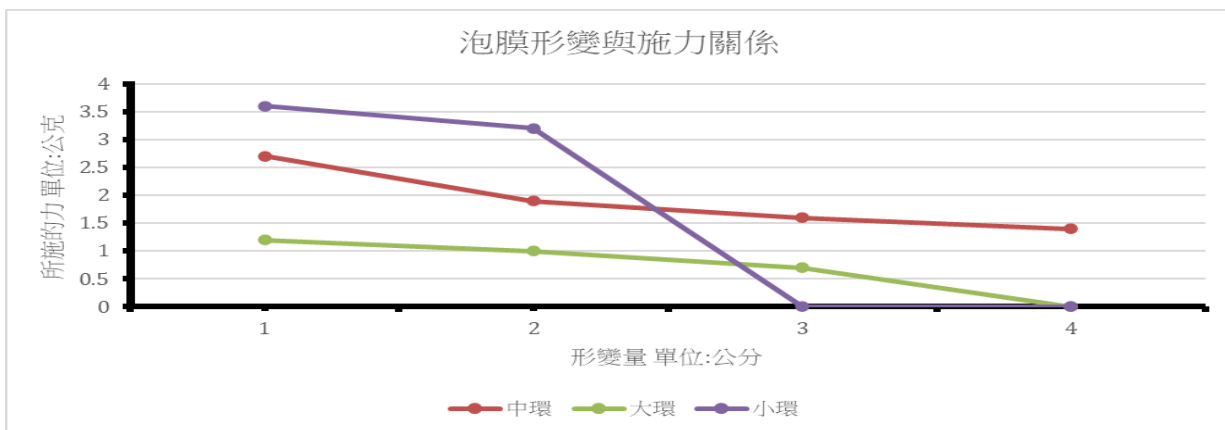
2.單就中環對於形變的情形作更微觀的觀察

表三、中環形變數據圖

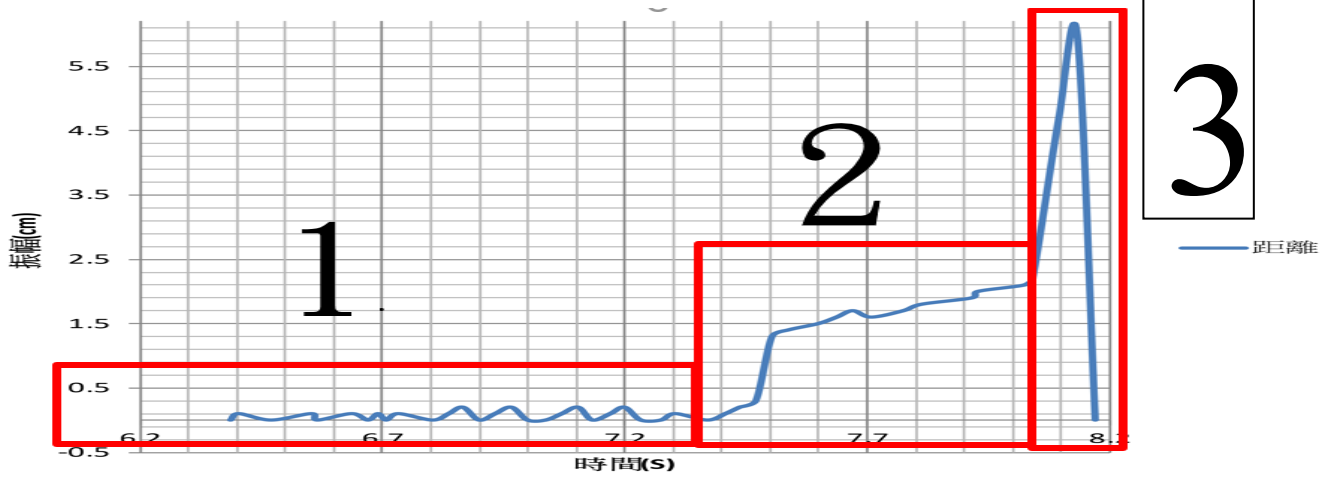


3. 泡膜形變與施力關係

表四、施力與形變關係圖



表五、回彈現象數據圖



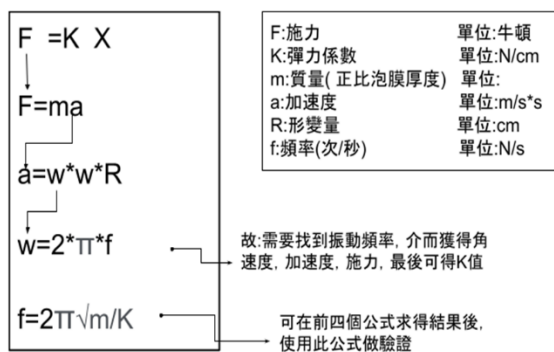
4.回彈現象解釋圖

由圖表得知--三階段回彈現象

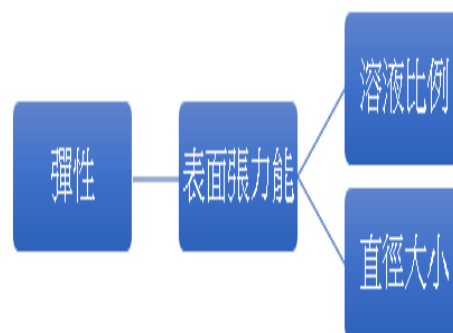
- (1)最小幅度震動
- (2)形變明顯基準點上升但幅度差異不大
- (3)形變立即大幅劇增至破裂

(四)結論分析

- 1.當電壓相同時，R/A 越小 則形變量越大且當 A/R 相同時，電壓越大 則形變越大
- 2.當圓形環越大時，形變量越小。當圓形環越小時，形變量越大
- 5.回彈並非一次的單一行為，而是一個持續一段時間震動的現象。
- 6.當電壓升到 4000 伏特時會開始震動，小幅度的拉伸，到 5000 伏特時迅速加大形變量，直到碰到墊板就破裂。
- 7.破裂後會有像下方示意圖向兩邊吸引牽連的狀況，可能向右、向左，或是兩邊都有向下圖情形。
- 8.用小環做回彈的實驗，震動會是左右兩側來回震動，而用大環做的回彈則是沒有明顯左右拉伸而是在泡膜上旋轉式抖動。



圖十三、回彈原理與公式



圖十四、皂膜形變原理

推測影響泡膜形變量大小的因素為表面張力

表面張力能影響因素：

- 1.溶液中成分的比例多寡會影響到肥皂水的濃稠度進而影響到表面張力
- 2.因大環的直徑較小環大，肥皂水需均勻分散在表面，造成膜厚度較薄，表面張力能較低。

參考資料

1 [↵]	2016 [↵] [↵]	物理教育學刊 2016, 第十七卷 第二期, 67-74 [↵] Chinese [↵]	[↵]	以實驗探討邊界條件對二維駐波的影響 [↵]
2 [↵]	2018 [↵]	高雄市立新莊 高級中學 [↵]	甄致瑜、蔡明 翰、施柏安 [↵]	圓形皂膜駐波與厚度變化 [↵]
3 [↵]	2018 [↵]	台北市立建國 中學 [↵]	姜理元 [↵]	論平行電板間肥皂泡之變形現象 [↵]
	外加電場下環形泡膜形變控制之研究		論平行電板間肥皂泡之變形現象—姜理元	
實驗目的	<ul style="list-style-type: none"> 一、電板平行電壓(電場)大小皂膜之拉伸情形 二、平行電板中電壓(電場)對薄膜干涉波紋的影響 三、平行電板不同電壓(電場)肥皂膜形狀的關係 四、平行電板外加電場不同電力對肥皂膜脫離情形 		<ul style="list-style-type: none"> 一、了解肥皂泡在平行電板電場中的幾何形狀與電極板間電壓的關係。 二、了解肥皂泡—平行電板系統的電荷、電位分布與肥皂泡形狀的關係。 三、了解肥皂泡—平行電板系統的能量與肥皂泡形狀之間的關係。 四、了解肥皂泡在電場中的變形現象的原因，並以適當的理論分析加以解釋。 	
相同處	皆針對改變不同電壓，對泡膜形變率作深入了解			
相異處	發現回彈現象，並對此現象做深入的分析與了解		針對泡膜離心率，角度做深入分析	