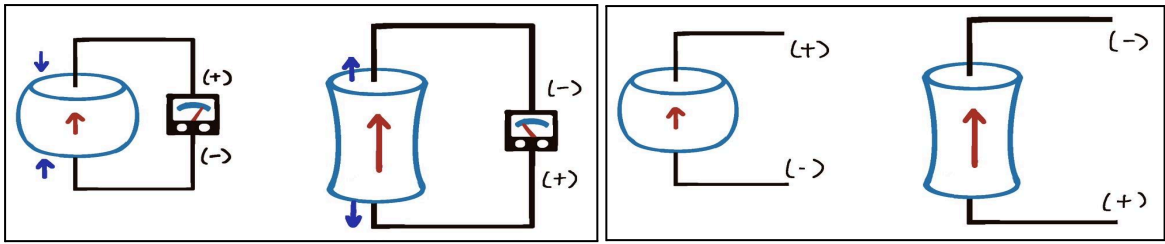


2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】競賽

普高組 成果報告表單

題目名稱：腳下壓電鞋的充電探索之旅
一、摘要
『如果走路就能發電，該有多好？』本研究利用『壓電鞋』作為一種行走時能將能量回收的應用裝置。利用壓電材料能夠將機械能轉換為電能的特性，在鞋底嵌入壓電陶瓷，當人們行走時，步伐帶來的力量將會讓壓電陶瓷變形產生電能，之後再將產生的電能儲存於電容中。這種技術有機會應用在可穿戴裝置的能量供應，從而減少對傳統電池的依賴。希望隨著科技的進步和壓電材料性能的提升，壓電鞋有望成為一種環保、可持續將能量回收發電的能源方案，不但提升人們出門運動的意願，也有機會為人們的生活帶來永續發展。
二、探究題目與動機
隨著科技的不斷進步，壓電材料的應用日益廣泛，壓電鞋是個不限人種且每天都可以穿的裝置，具有相當大的潛力。希望透過壓電效應，利用步行過程中產生的微小能量轉換為電能儲存起來，這對於發展可穿戴裝置、智能鞋子等具有重要意義。壓電鞋的應用將有助於減少對傳統能源的依賴，從而降低對環境的影響。透過步行產生的微小能量，可以減少對電池等石油燃料的需求，從而減少碳排放和能源浪費，促進綠色能源的發展和應用。透過對壓電鞋進行研究，可以推動科技進步和保護環境，這也是我們對這個主題感興趣的主要原因之一。
三、探究目的與假設
目的(一)：設計利用壓電陶瓷製作的發電裝置。 目的(二)：將壓電鞋儲存於電容中的電轉移至行動充電器中。 假設(一)：壓電片所產出的電能能夠透過累壓電路儲存至電容中。 假設(二)：敲擊壓電片的時間越長，所累積到的電能也就越多。
四、探究方法與驗證步驟
一、實驗原理：壓電效應(Piezoelectric Effect) 壓電效應分為兩種，由形變產生電壓的“正壓電效應”(direct piezoelectric effects)，及透過電場使裝置產生形變的“逆壓電效應”(reverse piezoelectric effects)。本次實驗主要運用正壓電效應，壓電陶瓷為介電質中的一種，是種能夠被極化的絕緣體，且壓電陶瓷具有非中心對稱的晶格結構，此種晶格結構的方向性決定了正電荷與負電荷的分布方向，壓力引發的形變會使材料的上端累積更多正電荷，而下端累積更多負電荷，電荷在材料兩端聚集後，兩端就形成了一個電場。因此，當對壓電陶瓷施加壓力時，會使正負電荷位移，使其電極化，進而產生電壓，將裝置外接充電迴路後，就可以達到充電的效果。



圖一、二 正壓電及逆壓電效應 (direct piezoelectric effects & reverse piezoelectric effects)

二、實驗器材

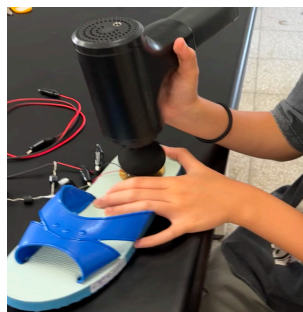
表一 實驗器材

陶瓷壓電片	電容	二極體	充電電池
			
三用電表	筋膜槍	USB降壓模組	一般降壓模組
			
電池檢測器	拖鞋	電線	錫槍
			

三、實驗裝置架設

(一) 手握式敲擊裝置

起初我們使用手握取筋膜槍的方式敲擊壓電片，但人手無法每次都精準敲擊在同一個位置上，並且會因為手酸而無法長時間敲擊，容易造成較大的誤差。



圖三 手握式敲擊裝置圖

(二)固定式敲擊裝置

為了克服手酸以及敲擊位置不同的問題，我們將拖鞋固定於牆面，筋膜槍固定於書架上並放上重物，避免筋膜槍在敲擊時會因劇烈震動而造成位移，藉此解決了人手所造成的誤差與時長問題。



圖四 固定式敲擊裝置架設圖

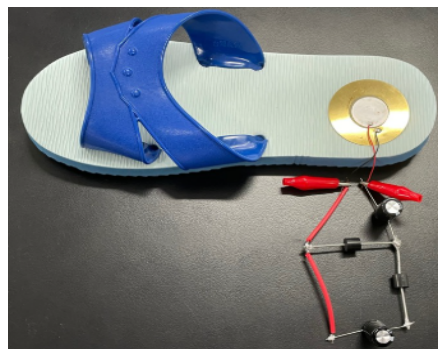
四、實驗步驟

- (一)測試實驗器材是否能正常運作。
- (二)焊接二極體和電容，形成累壓電路。



圖五 累壓電路

- (三)將累壓電路與壓電片、拖鞋連接。

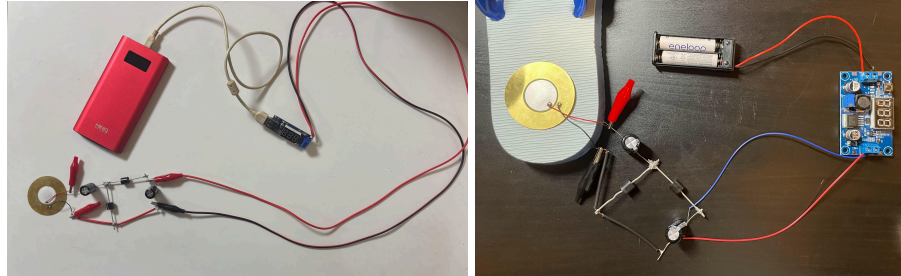


圖六 累壓電路與壓電片、拖鞋連接之示意圖

(四)透過累壓電路，將壓電片產出的電暫存至電容中。

(五)測試不同時間內，壓電鞋的發電效率。

(六)將電容中的電轉移至充電裝置中。



圖七、八 將電轉移至充電裝置之示意圖

五、實驗數據

(一)實驗 1-1:用筋膜槍敲擊壓電片5分鐘

表二 實驗1-1數據

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均	標準差
電容1 (mV)	0.3	0.7	0.1	0.9	0.8	1.3	0.7	0.9	0.2	0.7	0.75	0.32
電容2 (V)	8.21	9.09	7.68	8.09	7.96	8.31	8.24	6.50	10.24	12.79	8.711	1.72

(二)實驗 1-2:用筋膜槍敲擊壓電片8分鐘

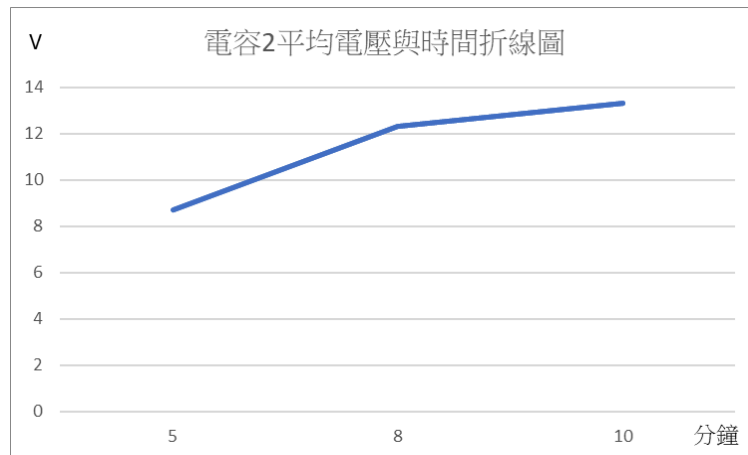
表三 實驗1-2數據

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均	標準差
電容1 (mV)	0.8	0.8	0.1	0.1	0	0.1	1.4	1.1	0.5	0.9	0.5	0.53
電容2 (V)	8.4	8.4	12.15	11.05	11.76	11.75	13.56	12.76	13.40	14.17	12.30	2.68

(三)實驗 1-3:用筋膜槍敲擊壓電片10分鐘

表四 實驗1-3數據

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均	標準差
電容1 (mV)	13.9	0.3	0.2	0	0.6	0.4	0.3	1.3	0.1	0.3	1.74	0.32
電容2 (V)	13.49	12.89	11.68	12.89	11.87	12.95	12.06	16.01	13.89	16.06	13.32	1.72

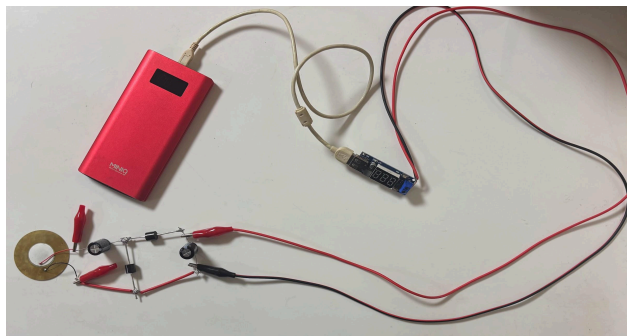


圖九 電容2平均電壓與時間折線圖

(四)實驗 2: 將累壓電路連接降壓模組並輸出

1.使用USB降壓模組

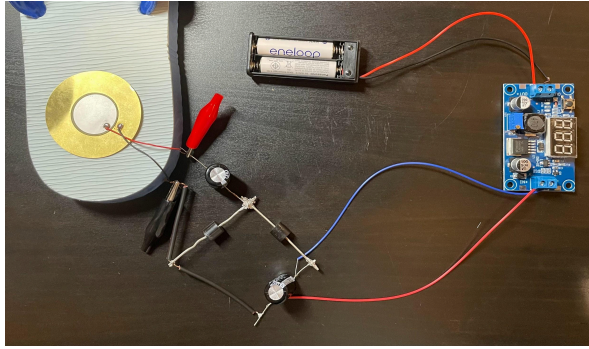
以USB降壓模組連接電容及行動電源，嘗試將電容中的電充入行動電源中。



圖十 以USB降壓模組連接電容及行動電源之示意圖

2.使用一般降壓模組

以一般降壓模組連接電容及充電電池，嘗試將電容中的電充入電池中。



圖十一 以一般降壓模組連接電容及充電電池之示意圖

五、結論與生活應用

在這次研究中，我們觀察到

- 當壓電片敲擊的時間越長，電容中儲存的電壓就會越多，且電容2的電壓明顯大於電容1，而電容1的電壓幾乎為零。

推測：由於累壓電路的作用，使得電流主要流向電容2，導致電容1無法有效儲存電壓。

- 電壓雖然能夠成功儲存到電容中，卻無法順利儲存進充電電池。

推測(一)：當電容充滿電後再放電時，電容將瞬間放電，使其無法穩定地持續提供電壓給充電電池。

推測(二)：在敲擊壓電片的過程中，同時讓電容輸出電壓，則在電壓還未達到一定的量時就會被輸出，造成輸出的電壓過小，使得充電電池無法正常充電。

- 目前我們已經成功將壓電片產生的電壓儲存到電容中，但如何有效地將這些電壓輸出至充電電池中，仍是個問題。因此，我們期許未來能夠找出更適合的方式將產生出的電儲存進充電電池，並應用在生活中。

參考資料

一、王泰然(2006)。壓電振動平板的能量收集與轉換。彰化：大葉大學機械工程研究所碩班。

<https://reurl.cc/nm71Rv>

二、王碩廷(2014)。壓電片性能研究之應用。南投：南開科技大學-車輛與機電產業研究所。

三、柯俊廷、李炘樺、黃上豪、高逸綸、曾秀婷、洪嘉欣(2008)。來電捕手-新概念能源探究。臺南：關廟鄉五甲國民小學。<https://reurl.cc/4LQMeK>

四、黃煥睿、周心妮、陳建佑(2018)。醜小「壓」發電-壓電材料發電之探討。台中：國立中科實驗高級中學。

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-052405.pdf>