

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

題目名稱： 隨電應變-變壓器的設計發想

一、摘要

本實驗主要探討感應電流，透過一系列實驗來分析發射線圈匝數、線圈距離及材料對感應電壓的影響。我們發現線圈距離在 5 公分以內可產生較佳的感應電壓變化，但線圈匝數若提高至 120 匝，則線圈距離在 7 公分內可維持相同的電壓轉換效果。鐵棒較鋅棒作為傳導介質對感應電壓產生的效果較佳。

二、探究題目與動機

在高一時的電磁學裡有學過感應電流，知道感應電流的產生跟法拉第定律與冷次定律有關係，雖然課本上的理論很清晰，但我們還是很想知道線圈與線圈的距離對感應電流的影響，以及還有什麼因素能夠影響感應電流的大小。

三、探究目的與假設

- (一) 探討線圈匝數對接收線圈電壓的影響。
- (二) 探討線圈距離對接收線圈電壓的影響。
- (三) 探討發射線圈電壓大小改變對感應電壓的影響。
- (四) 探討鋅棒與鐵棒對感應電壓的影響。

四、探究方法與驗證步驟

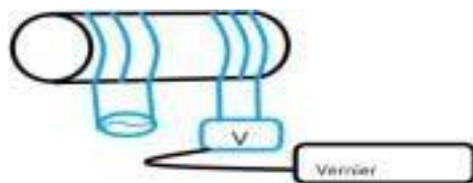
(一) 探討線圈匝數對接收線圈電壓的影響：

(1)控制變因：

- ①發射、接收線圈直徑：線圈繞於長 30cm，直徑 1cm 的鐵棒上。
- ②線圈距離
- ③發射線圈電壓：控制在 1.5V~1V，60 赫茲的交流電。

(2)操作變因：線圈匝數 60、80、100、120 匝。(以直徑 1mm 的漆包線匝成)

(3)以 Vernier 數據擷取器連接電壓感測器在另一端接收線圈處觀察接收的頻率圖形。



實驗模型圖示

(二) 探討線圈距離對接收線圈電壓的影響：

(1) 控制變因：

①發射、接收線圈直徑：線圈繞於長 30cm，直徑 1cm 的鐵棒上。

②發射、接收線圈匝數。

③發射線圈電壓：控制在 1.5V~1V，60 赫茲的交流電。

(2) 操作變因：線圈距離 5cm、7cm、10cm。

(3) 以 Vernier 數據擷取器連接電壓感測器在另一端接收線圈處觀察接收的頻率圖形。

(三) 探討發射線圈電壓大小改變對感應電壓的影響。

(1)控制變因：

①發射、接收線圈直徑：線圈繞於長 30cm，直徑 1cm 的鐵棒上。

②發射線圈匝數：60 匝

③接收線圈匝數：60 匝

(2)操作變因：發射電壓大小

(四) 探討鋅棒與鐵棒對感應電壓的影響。

(1)控制變因：

①發射、接收線圈直徑：線圈繞於長 30cm，直徑 1cm 的鐵棒及鋅棒上。

②發射、接收線圈匝數。

③線圈距離：5cm

(2)操作變因：不同材質的金屬棒(鐵、鋅)。

(3)以 Vernier 數據擷取器連接電壓感測器在另一端接收線圈處觀察接收的頻率圖形。

五、結論與生活應用

(一)、探討線圈距離對接收線圈電壓的影響：

表一、線圈距離對接收線圈電壓的影響(發射、接收線圈匝數 60)

(發射、接收線圈匝數 60)	發射線圈電壓(V)	接收線圈電壓(V)	接收線圈與發射線圈電壓轉換率(%)
線圈距離 5 公分	1.39	0.08	5.755395683
線圈距離 7 公分	1.37	0.06	4.379562044
線圈距離 10 公分	1.34	0.01	0.746268657

表二、線圈距離對接收線圈電壓的影響(發射、接收線圈匝數 80)

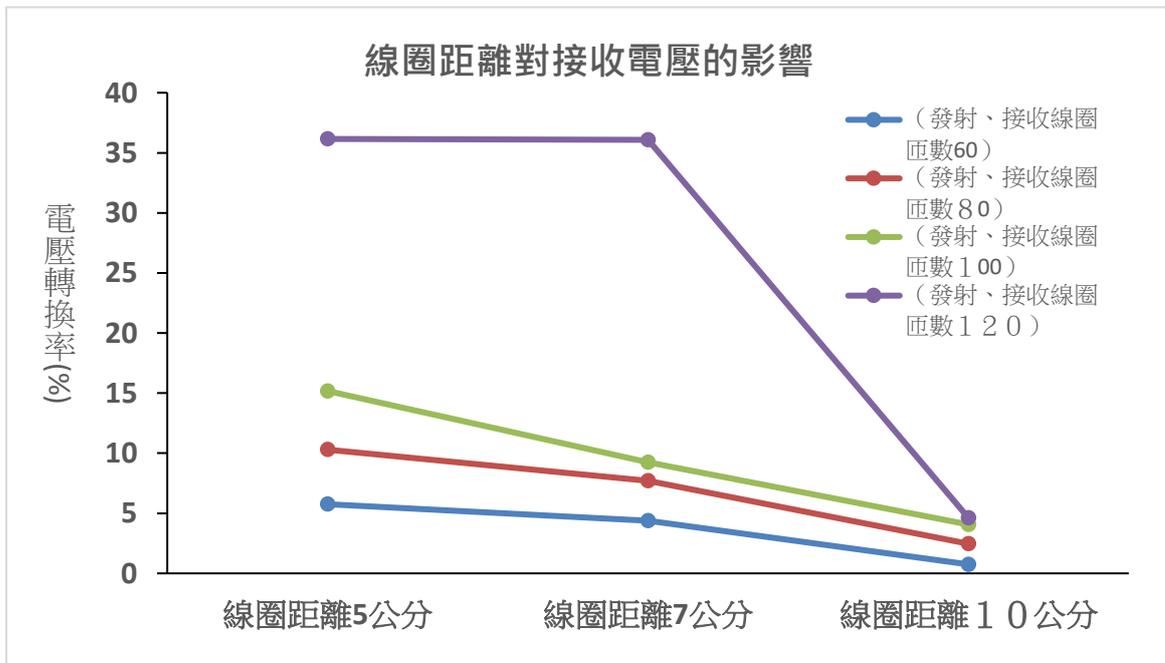
(發射、接收線圈匝數 80)	發射線圈電壓(V)	接收線圈電壓(V)	接收線圈與發射線圈電壓轉換率(%)
線圈距離 5 公分	1.36	0.14	10.29411765
線圈距離 7 公分	1.3	0.1	7.692307692
線圈距離 10 公分	1.26	0.031	2.46031746

表三、線圈距離對接收線圈電壓的影響(發射、接收線圈匝數 100)

(發射、接收線圈匝數 100)	發射線圈電壓(V)	接收線圈電壓(V)	接收線圈與發射線圈電壓轉換率(%)
線圈距離 5 公分	1.12	0.17	15.17857143
線圈距離 7 公分	1.3	0.12	9.230769231
線圈距離 10 公分	1.23	0.05	4.06504065

表四、線圈距離對接收線圈電壓的影響(發射、接收線圈匝數 120)

(發射、接收線圈匝數 120)	發射線圈電壓(V)	接收線圈電壓(V)	接收線圈與發射線圈電壓轉換率(%)
線圈距離 5 公分	1.3	0.47	36.15384615
線圈距離 7 公分	1.25	0.451	36.08
線圈距離 10 公分	1.3	0.06	4.615384615



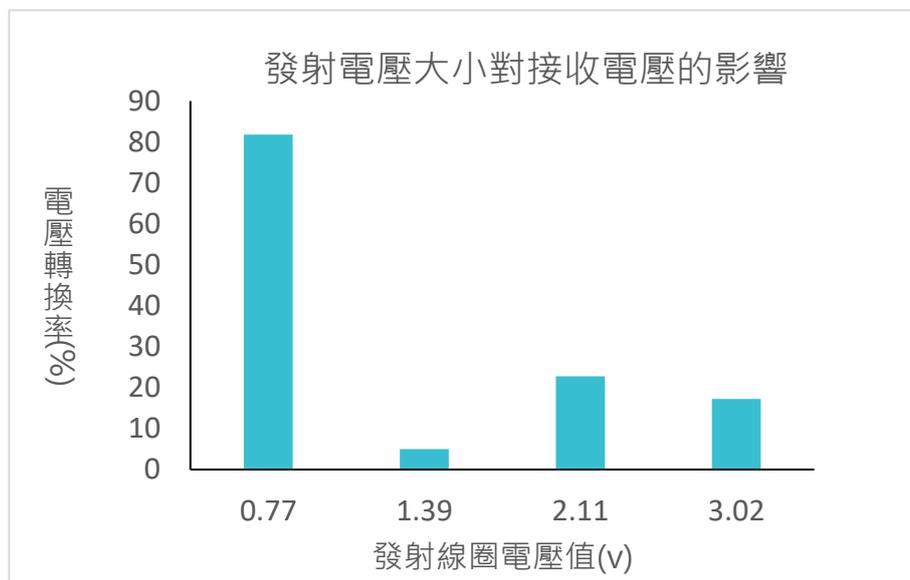
圖一、線圈距離對接收電壓的影響

結論：我們發現到匝數愈多，電壓轉換效率較高，120 匝效果較明顯，相同匝數下，線圈距離越遠，接收線圈電壓轉換率越低，但在 120 匝下線圈距離 7 公分與 5 公分差異並不明顯，距離 10 公分，電壓轉換效果明顯降低。

(二)、探討發射線圈電壓大小改變對感應電壓的影響。

表五、發射線圈電壓大小對接收線圈電壓的影響

(註：發射、接收線圈皆為 60 匝)		
發射線圈電壓(V)	接收線圈電壓(V)	接收線圈與發射線圈電壓轉換率(%)
0.77	0.63	81.81818182
1.39	0.07	5.035971223
2.11	0.48	22.74881517
3.02	0.52	17.21854305



圖二、發射線圈電壓大小對接收線圈電壓的影響

結論：我們發現到當相同發射與接收線圈匝數(60 匝)、固定圈線距離(5 公分)，發射線圈電壓在 0.77 時，電壓轉換效果較好，電壓的大小對感應電壓產生的效果並沒有明顯的趨勢變化。

(三)、探討鋅棒與鐵棒對感應電壓的影響。

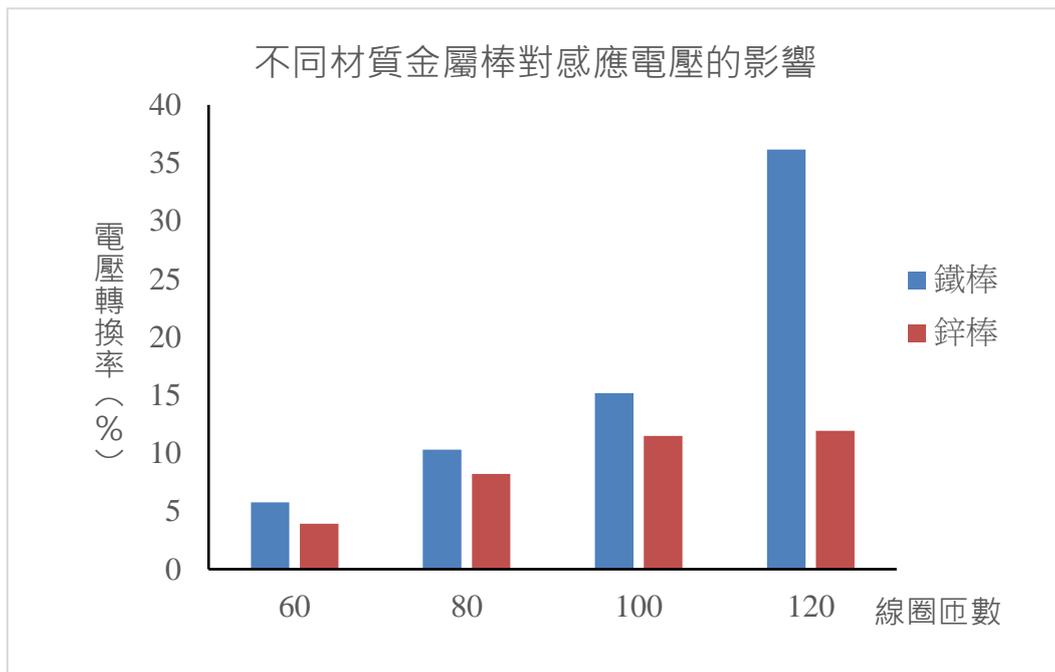
表六、鐵棒對感應電壓的影響

匝數	發射線圈電壓 (V)	接收線圈電壓 (V)	接收線圈與發射線圈電壓轉換率(%)
60	1.39	0.08	5.755395683
80	1.36	0.14	10.29411765

100	1.12	0.17	15.17857143
120	1.3	0.47	36.15384615

表七、鋅棒對感應電壓的影響

匝數	發射線圈電壓 (V)	接收線圈電壓 (V)	接收線圈與發射線圈電壓轉換率(%)
60	1.3	0.051	3.923076923
80	1.34	0.11	8.208955224
100	1.28	0.147	11.484375
120	1.3	0.155	11.92307692



圖三、不同材質金屬棒對感應電壓的影響

結論：我們發現到以鐵棒作為導電材質，感應電壓產生的效果比鋅棒較好。

(四)總結：由我們的實驗可知，線圈距離在 5 公分以內可產生較大的感應電壓變化，但線圈匝數若提高至 120 匝，則線圈距離在 7 公分內可維持相同的電壓轉換效果。鐵棒較鋅棒對感應電壓產生的效果較佳，作為感應介質在使用效能上鐵仍是較適合的材質，將來亦可持續測試其他金屬材質對感應電壓的影響，例如銅，在變電器材質選擇上期望能找到較好的使用材料。

參考資料

- 一、張鴻升(2023)。高中必修物理(全)4-2電磁感應(119)。全華出版社。
- 二、馬達小教室:法拉第定律(1)(2024)。 <https://vocus.cc/article/62be5ccffd89780001b041bd>
- 三、維基百科。冷次定律。 <https://zh.wikipedia.org/wiki/楞次定律>

四、泰昌電機 (2019)。何謂變壓器?工作原理是甚麼?。

https://www.taichang.com.tw/cht/news/electrical_transformer.html

五、台北市教育局 (2016)。9-4 電磁感應現象的應用。

https://moodle.fg.tp.edu.tw/~tfgcoocs/blog/wp-content/uploads/2016/03/9-4%E9%9B%BB%E7%A3%81%E6%84%9F%E6%87%89%E7%8F%BE%E8%B1%A1%E7%9A%84%E6%87%89%E7%94%A8_%E8%AA%B2%E6%9C%AC.pdf