

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：靜止吧！磁鐵

一、摘要

本研究探討磁阻尼效應，並透過實驗驗證磁鐵在金屬中運動時，渦電流所產生的反向磁場如何影響其擺動行為。實驗設計包括改變磁鐵擺動角度與鋁板間的距離，並測量其擺動次數，以分析磁阻尼效應的強度變化。結果顯示，當磁鐵經過鋁板時，渦電流誘發的磁場會對其運動產生阻力，使擺動次數顯著減少，且當磁鐵與鋁板的距離較近時，阻尼效果更加明顯。研究還進一步改良實驗裝置，以提升數據的準確性與穩定性。這次的研究驗證了電磁感應與渦電流原理，並顯示磁阻尼效應可應用於電磁設備、機械運動、控制能源等利用。

二、探究題目與動機

在日常生活中，電磁爐是常見的加熱設備，其運作原理是透過高頻電流產生變動磁場，使鐵磁性鍋具內部產生渦電流並自行發熱。然而，我們發現渦電流除了能用來加熱，還能產生一種特殊的「阻力」，這讓我們產生興趣：這種由渦電流產生的磁場是否會影響物體的運動？如果影響存在，其效果會受到哪些因素影響呢？

上網查詢資料後，我們了解到這種現象稱為磁阻尼效應，廣泛應用於機械減速裝置、運動器材的阻力調節、磁浮列車系統等領域。因此，我們設計了一系列的實驗，透過磁鐵擺動通過鋁板時的變化，來驗證磁阻尼效應的影響，並探討不同條件（如擺動角度、金屬板距離）對其效果的影響。我們希望透過本研究，深入了解電磁感應與渦電流的特性，並使用日常生活中容易取得的材料制作方便操作的器材了來達成教學用途。

三、探究目的與假設

1. 驗證電磁感應與渦電流的原理證實磁鐵在金屬中運動中產生的渦電流所誘發的反向磁場會對運動施加阻力。
2. 探討磁阻尼效應對擺動的影響 研究不同起始條件下，磁鐵擺通過金屬板時，渦電流產生的磁場如何逐漸減緩擺動速度。
3. 改造實驗裝置以提升操作便利性，並調整初始數據以提高準確性和穩定性。

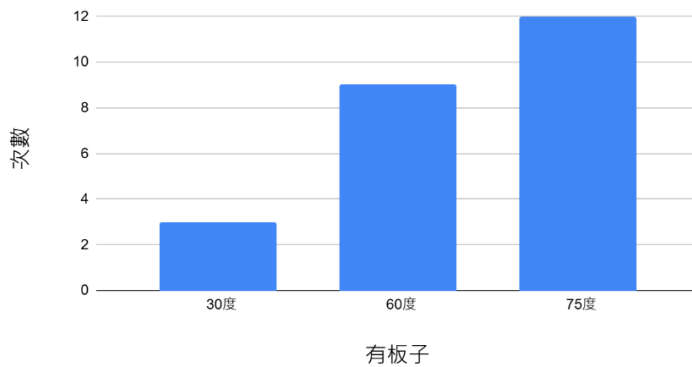
四、探究方法與驗證步驟

實驗一：磁鐵擺動角度

1. 將磁鐵綁上棉線，固定於擺盪支架上擺動。
2. 測量初始擺動角度為 30° 、 60° 、 75° 時，無鋁板的擺盪次數。
3. 測量相同角度下，放置鋁板時的擺盪次數。
4. 比較兩組數據的擺動次數差異。

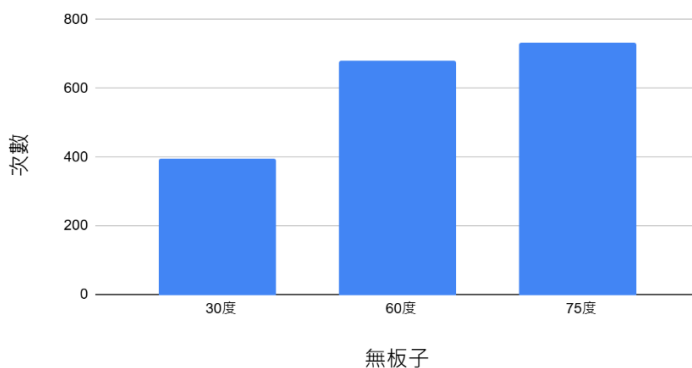
5. 當磁鐵底部有放置鋁板時，將棉線固定於 30 度，擺動次數為 3 次，棉線固定於 60 度，擺動次數為 9 次，棉線固定於 75 度，擺動次數為 12 次，請參考圖(一)
6. 當磁鐵底部沒有放置鋁板時，將棉線固定於 30 度，擺動次數為 396 次，棉線固定於 60 度，擺動次數為 680 次，棉線固定於 75 度，擺動次數為 734 次，請參考圖(二)

磁鐵擺動角度(有金屬板)



圖(一)

磁鐵擺動角度(無金屬板)

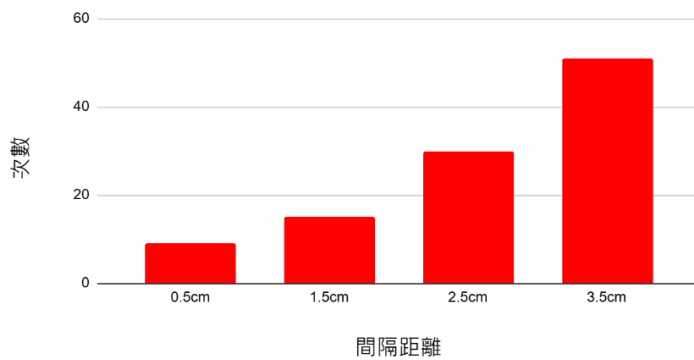


圖(二)

實驗二：磁鐵與金屬板/地面之間的距離

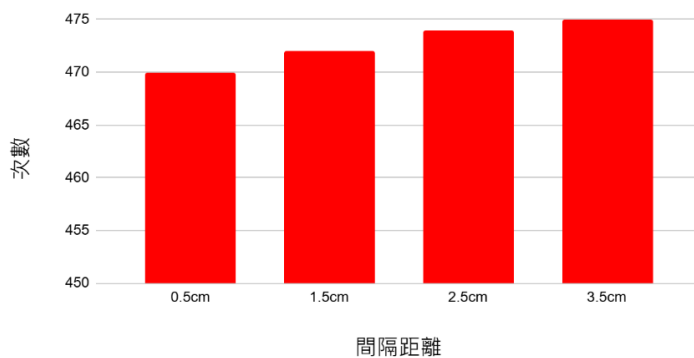
7. 將磁鐵綁上棉線，固定於擺盪支架，架在兩張桌子間。
8. 測量磁鐵與鋁板距離為 0.5、1.5、2.5、3.5 cm 時的擺盪次數。
9. 測量無鋁板時，磁鐵與地面相同距離的擺盪次數（對照組）。
10. 比較兩組數據的擺動次數差異。
11. 當磁鐵底部有放置鋁板時，0.5cm 時擺動次數為 9 次，1.5cm 時擺動次數為 15 次，2.5cm 時擺動次數為 30 次，3.5cm 時擺動次數為 51 次，請參考圖(三)
12. 當磁鐵底部沒有放置鋁板時，0.5cm 時擺動次數為 470 次，1.5cm 時擺動次數為 472 次，2.5cm 時擺動次數為 474 次，3.5cm 時擺動次數為 475 次，請參考圖(四)

磁鐵與金屬板之間的距離



圖(三)

磁鐵與地面之間的距離



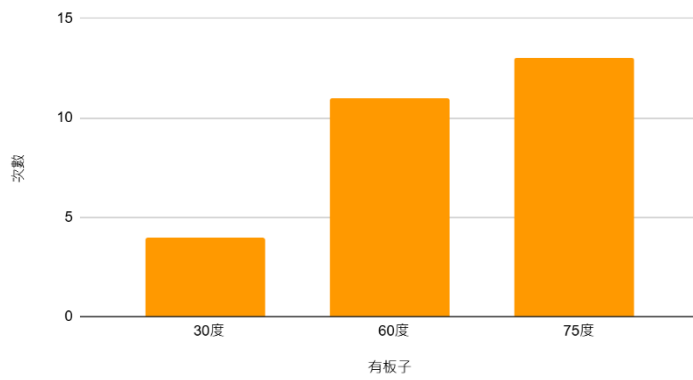
圖(四)

實驗三:提升操作便利性

制作新的擺盪支架，重複實驗一和實驗二

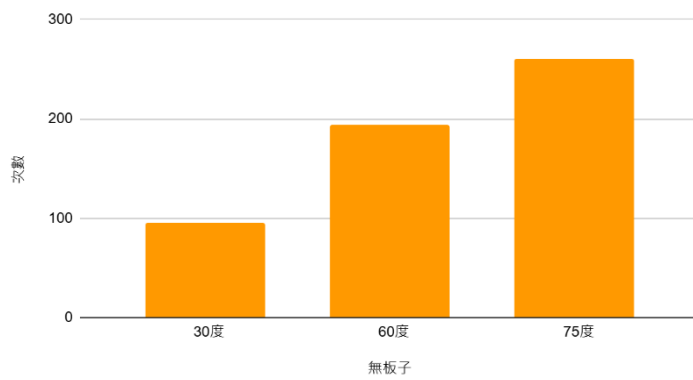
1. 當磁鐵底部有放置鋁板時，將棉線固定於 30 度，擺動次數為 4 次，棉線固定於 60 度，擺動次數為 11 次，棉線固定於 75 度，擺動次數為 13 次，請參考圖(五)
2. 當磁鐵底部沒有放置鋁板時，將棉線固定於 30 度，擺動次數為 96 次，棉線固定於 60 度，擺動次數為 194 次，棉線固定於 75 度，擺動次數為 261 次，請參考圖(六)
3. 當磁鐵底部有放置鋁板時，0.5cm 時擺動次數為 4 次，1.5cm 時擺動次數為 11 次，2.5cm 時擺動次數為 21 次，3.5cm 時擺動次數為 63 次，請參考圖(七)
4. 當磁鐵底部沒有放置鋁板時，0.5cm 時擺動次數為 410 次，1.5cm 時擺動次數為 413 次，2.5cm 時擺動次數為 417 次，3.5cm 時擺動次數為 418 次，請參考圖(八)

磁鐵擺動角度(有金屬板)



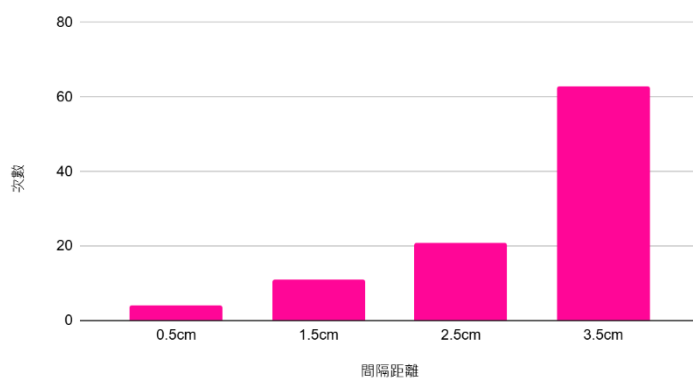
圖(五)

磁鐵擺動角度(無金屬板)



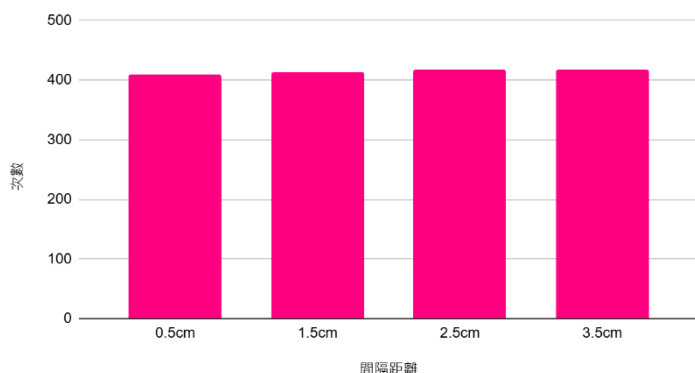
圖(六)

磁鐵與金屬板之間的距離



圖(七)

磁鐵與地面之間的距離



圖(八)

五、結論與生活應用

本研究透過實驗驗證了磁鐵在不同擺動角度及距離下，鋁板能有效減少磁鐵擺動次數的現象，證實了電磁感應與渦電流的原理。我們在實驗中發現，當磁鐵穿過鋁板時，因電流而產生誘發反向磁場，對磁鐵運動產生阻力，顯現出明顯的磁阻尼效應。

數據顯示，當擺動角度較大時，磁鐵的擺動次數在有鋁板的情況下顯著減少，證明了磁阻尼效應隨擺動能量增加而更加顯著。我們還發現，不同高度的距離對磁阻尼效果也有影響，距離較近時阻尼效果更為顯著。透過對比改良前後的實驗裝置，我們發現標準化擺動角度及改進支架設計，有效提升了數據的穩定性與準確性。

我們做的三個實驗成功驗證了磁阻尼效應的基本原理，還展示了利用生活中簡單材料達成科學探究的可能性，為未來在物理教學的應用提供了新的啟發。

參考資料

1. HowStuffWorks (2022) How an induction cooker works
<https://home.howstuffworks.com/induction-cooktops2.htm>
2. Lumen Learning：渦電流與磁阻尼
<https://courses.lumenlearning.com/suny-physics/chapter/23-4-eddy-currents-and-magnetic-damping/>
3. YouTube：電磁爐的科學原理 What is Induction cooking? The science behind eddie currents in induction cooktops.
<https://www.youtube.com/watch?v=KNJ-AReUIyU>
4. 哈佛大學科學演示：渦電流阻尼
<https://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/presentations/eddy-current-damping>

