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

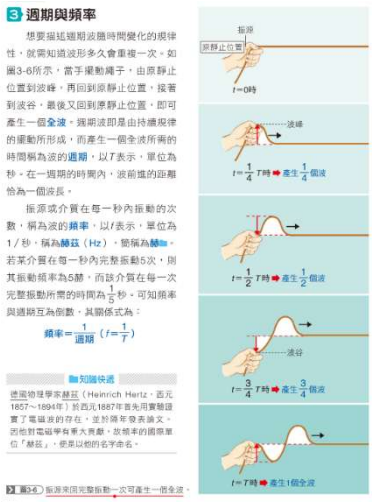
題目名稱：彈力無限-探討不同因素對彈簧波速的影響

一、摘要

本研究旨在探討不同因素如何影響波速，從文獻中我們了解到彈簧波速的公式，為了驗證與近一步了解不同因素與彈簧之關係，我們設計了幾項實驗，並發現波長、節拍和震幅，對波速都有一定影響程度，從實驗結果中，能統整出以下幾點，波長越大的彈簧，波速越慢，節拍越快的彈簧，波速越慢，震幅越小的彈簧，波速越快，經由三個 R 平方值都達到高度相關驗證，而得知這幾項實驗結果，或許未來對 S 波和 P 波的地震因素，也更有可能預知規模大小等。

二、探究題目與動機

我的床墊實在是太硬了，所以媽媽就幫我換了一個新的床墊。因為新床墊很舒服，我們就很好奇裡面有什麼東西。在上網查詢過後，發現床墊裡面有彈簧，覺得很有趣，於是我開始注意到彈簧在我們生活的重要性。我將這個問題分享給了我的組員，他們對於彈簧也非常有興趣，，當我們上網搜尋「彈簧」這件事，發現生活中的應用還包括：玩具內的彈簧讓玩具可以動、醫療設備中，如血壓計和醫療床的調整機構，能影響到病患的舒適度、洗衣機也靠著彈簧的減震讓設備穩定。我們查找資料後才發現，原來彈簧不是指關於虎克定律，而是包括在人們的生活之中。我們在八上康軒版自然課本最後發現了一個公式v=λ/T=1/T×λ=f×λ，這個公式的意思就是{波速=波長/週期=1/週期×波長=頻率×波長} 我們將會在這個研究中運用這個公式。



3 週期與頻率

想要描述週期波隨時間變化的規律性，就需知道波形多久會重複一次。如圖3-6所示，當手擺動繩子，由原靜止位置到波峰，再回到原靜止位置，接著到波谷，最後又回到原靜止位置，即可產生一個全波。週期波即是由持續規律的擺動所形成，而產生一個全波所需的時間稱為波的週期，以T表示，單位為秒。在一週期的時間內，波前進的距離恰為一個波長。

振源或介質在每一秒內振動的次數，稱為波的頻率，以f表示，單位為1／秒，稱為赫茲（Hz），簡稱為赫。若某介質在每一秒內完整振動5次，則其振動頻率為5赫，而該介質在每一次完整振動所需的時間為$\frac{1}{5}$秒。可知頻率與週期互為倒數，其關係式為：

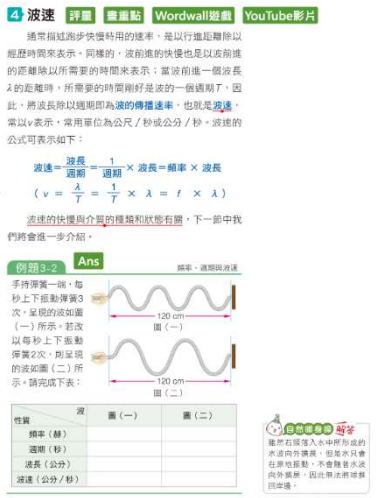
$$頻率=\frac{1}{週期}\quad(f=\frac{1}{T})$$

知識快遞

德國物理學家赫茲（Heinrich Hertz，西元1857～1894年）於西元1887年首先用實驗證實了電磁波的存在，並於隔年發表論文，因他對電磁學有重大貢獻，故頻率的國際單位「赫茲」，便是以他的名字命名。

圖3-6 振源來回完整振動一次可產生一個全波。

78



4 波速 評量 畫重點 Wordwall遊戲 YouTube影片

通常描述跑步快慢時用的速率，是以行進距離除以經歷時間來表示。同樣的，波前進的快慢也是以波前進的距離除以所需要的時間來表示；當波前進一個波長λ的距離時，所需要的時間剛好是波的一個週期T，因此，將波長除以週期即為波的傳播速率，也就是波速，常以v表示，常用單位為公尺／秒或公分／秒。波速的公式可表示如下：

$$波速=\frac{波長}{週期}=\frac{1}{週期}\times 波長=頻率\times 波長$$

$$(v=\frac{\lambda}{T}=\frac{1}{T}\times\lambda=f\times\lambda)$$

波速的快慢與介質的種類和狀態有關，下一節中我們將會進一步介紹。

例題3-2 Ans

手持彈簧一端，每秒上下振動彈簧3次，呈現的波如圖（一）所示。若改以每秒上下振動彈簧2次，則呈現的波如圖（二）所示。請完成下表：

性質 \ 波	圖（一）	圖（二）
頻率（赫）		
週期（秒）		
波長（公分）		
波速（公分／秒）		

三、探究目的與假設

(一) 研究目的

1. 探討在不同波長下的彈簧對波速的影響
2. 探討在不同節拍下的彈簧對波速的影響
3. 探討在不同震幅下的彈簧對波速的影響

(二) 研究假設

1. 波長越大的彈簧，波速越慢
2. 節拍越快的彈簧，波速越快
3. 震幅越大的彈簧，波速越快

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗設計：

(一) 不同節拍下彈簧波對波速的影響

1. 設定不同節奏 100, 120, 140, 160, 180
2. 將彈簧在桌面拉長，約 170 公分長
3. 兩邊彈簧保持平行
4. 利用電子器材設定節拍器
5. 照著節拍頻率，並甩動一邊的彈簧
6. 到兩次來回後按下計時器
7. 紀錄時間

(二) 探討在不同震幅下的彈簧對波速的影響

1. 設定不同震幅長度 48cm, 24cm 和 12cm
2. 用尺量測出個長度，並標記
3. 節拍器設定節奏 140

4. 將彈簧在桌面上拉長，約 170 公分長
5. 兩邊彈簧平行
6. 依照不同震幅長度來甩動彈簧
7. 同時，當波長兩次來回後按下計時器
8. 紀錄時間

(三) 探討不同波長下的彈簧對波速的影響

1. 設定不同波長 15 圈, 10 圈, 5 圈
2. 將彈簧平放在桌面拉長，約 170 長
3. 兩邊彈簧須保持平行
4. 兩邊彈簧各拉 15 圈,10 圈, 5 圈
5. 設定節拍節奏 140
6. 依照節奏一邊甩動彈簧
7. 當波長兩次來回後按下計時器
8. 紀錄時間

二、 實驗過程

一個彈簧放在平行的桌面兩邊拉長，兩邊各拉 10 圈按照不同變因改變， 當波長兩次來回後按下計時器。

…… ：代表彈簧於 A 點到 B 點的距離

圖 1

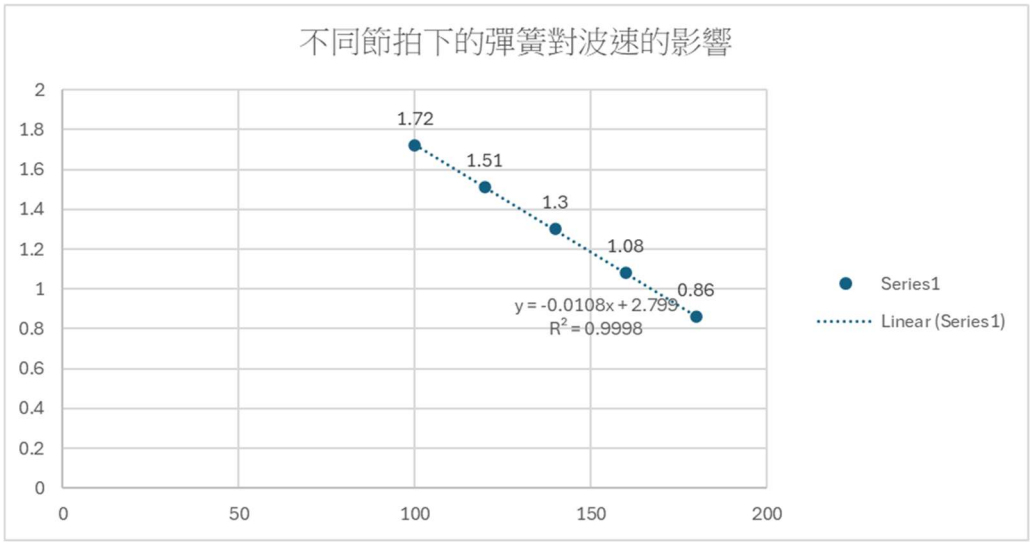
從上圖可以看出有兩人手拉彈簧，在 175cm 的桌面上，其中一邊會甩動，震幅 25cm，而彈簧則會從 A 點往返到 B 點兩趟後，另一人將停止計時，並記錄下波速。

圖二

這是本次實驗中利用的彈簧，內徑為 5.6，外徑為 5.95

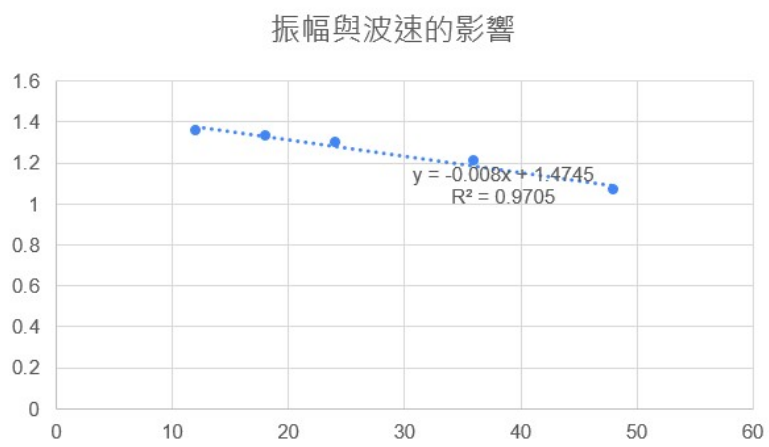
三、實驗結果

實驗一、不同節拍下的彈簧對波速的影響



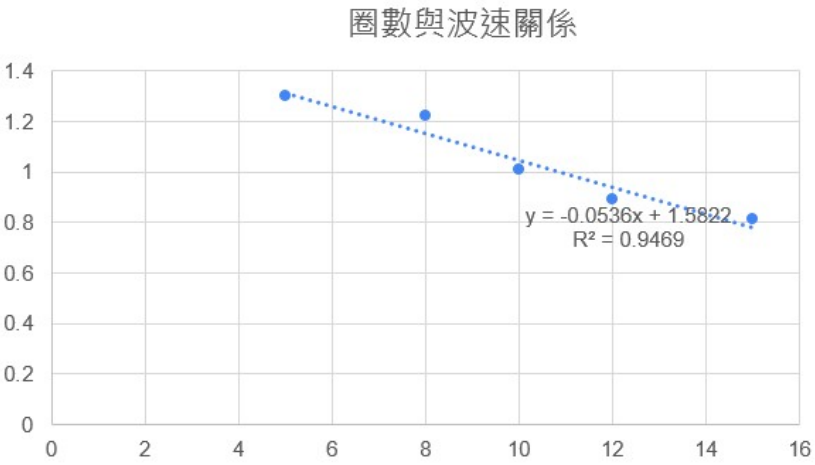
本次實驗利用不同節拍來探討是否影響波速，從上面圖表可以看出，在節拍 100 時，波速為 1.72，而在節拍 180 時，波速為 0.86，有此可知，節拍頻率會影響波速，而當節拍越快時，波速越慢，從這個圖表我們可以得知這組數據的 R 平方為高度相關，0.9998，是介於0.6-0.9 之間，而線性方程式的公式為 y=-0.0108x+2.799。

實驗二、**探討在不同震幅下的彈簧對波速的影響**



我們發現圈數增加導致波速降低，這個現象和波動理論的波速公式 v = λ×f 是一致的。在我們的實驗中，圈數增加意味著波長減小，因此波速下降。這種關係的顯著性（斜率為-0.0536）表明圈數是影響彈簧波波速的重要因素。R 平方值為 0.9705，是高度相關，套用線性方程式，y=-0.008x+1.4745，我們能得出一個結論，振幅越小，波速越快。

實驗三、 探討不同波長下的彈簧對波速的影響



本實驗波長，以 A 點人員和 B 點人員，兩邊 175cm 各拉圈數，如五圈數據，A 點人員拉五圈，B 點人員也拉五圈，按照 140 節拍、振幅 25cm，待彈簧從 A 點到 B 點來回兩趟後，停止計時，從上表中可以看出，當彈簧圈數越少(波長越少)，波速越快，當兩邊各拉 14 圈時，波速為 0.8，而從上圖可以看出，波長會影響波速，而波長越小，波速越快，而這個實驗的 R 平方值為 0.9469，線性方程式為-0.0536+1.5822。

五、結論與生活應用

結論、

這次的實驗讓我們發現，彈簧的波速會受到節拍、振幅和波長的影響，結果顯示節拍越快，波速反而變慢；振幅越大，波速越快，而波長增加會讓波速下降，這與物理公式 $v = f \times \lambda$ 相符。深入研究後發現，一、波長越大的彈簧，波速越慢， 二、節拍越快的彈簧，波速越慢 ，三、震幅越小的彈簧，波速越快

生活應用、

在日常生活中，彈簧也被廣泛運用在，床墊的支撐性、汽車避震器的穩定性、醫療設備的舒適度、玩具和運動器材的彈力、甚至洗衣機的減震機制，還能幫助我們理解地震波的傳播。地震波主要分為 P 波（壓縮波）和 S 波（剪切波），P 波類似於彈簧的壓縮和伸展運動，讓地面沿波的方向進行壓縮和擴張；而 S 波引起地面上下或左右擺動，和彈簧的振幅變化一樣。

未來展望、

根據以上提及地震波 P 波和 S 波，如以實驗延伸並利用更精密儀器測量，實驗原理能與地震波連結，從實驗結果中可以得知，波長越大的彈簧，波速越慢，與地震波 S 波長正相關，而節拍實驗則可以讓節拍器納入地震檢測系統，而振幅結果在更多實驗下，未來或許能與地震檢測能找到更多關聯。

參考資料

“彈簧縱波.” *Phy.tw*, 2025, phy.tw/project/all/item/169-123. Accessed 31 Mar. 2025.

“地震百問-21. 主要的地震波有那些? - 中央氣象署地震測報中心.” *Cwa.gov.tw*, 2018, scweb.cwa.gov.tw/zh-tw/guidance/faqdetail/21. Accessed 31 Mar. 2025.

“Learn Mode 學習吧.” *Learn Mode 學習吧*, 2025, www.learnmode.net/course/343017/content. Accessed 31 Mar. 2025.

“SPSS Statistics Subscription - Classic.” *Ibm.com*, 30 Sept. 2024, www.ibm.com/docs/zh-tw/spss-statistics/saas?topic=model-r-squared-statistics. Accessed 31 Mar. 2025.