

## 2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：台中市立豐原高級中學柯閔耀
課程領域：
<input checked="" type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input type="checkbox"/> 自然科學探究與實作 <input type="checkbox"/> 數學 <input type="checkbox"/> 其他 (可複選)
一、教案題目
考慮彈簧質量時簡諧運動的週期公式要不要修正?該如何修正?
二、授課時數
8 節課(8*50 分鐘=400 分鐘)
三、教案設計理念與動機
簡諧運動是高中端經常探討的運動，最簡單的例子就是彈簧，而運動週期也是從彈簧推倒而得，但在推導的過程中我們經常會忽略彈簧的質量。事實上，彈簧的質量是必須考量在振盪質量裡邊的。隨著 108 課綱探究與實作課程的實施，我們設計此份相應的實驗，希望學生從實作的過程中發現，理論的推導與實際操作的差異，並發現在公式中必須要考慮彈簧質量的事實，逐步歸納出加入彈簧質量的比例，與新建立的模型，作一個比對。
四、教學目標
一、藉由探究式教學，培養學生科學思考判斷的能力，目標有： (1) 學生能分析問題的原因、設計解決問題的策略 (2) 學生能設計解決問題的實驗步驟，包括操作變因、控制變因等 (3)學生能完成實驗操作、分析結果、適當推理理解課本上忽略很多現實的現象，做一個理想的假設，方便我們對事物的具象了解。 (4)在理想的模式下，適切加入真實無法避免或忽略的數值，讓模式可以更加貼近
二、學生在科學情意層面的目標： (1)培養其細心、耐心的科學態度，正確的科學表達能力。
五、教育對象
高中二年級
六、課程設計 ( 方法與步驟 )
1. 教學大綱
● 第一節~第三節 先求彈力常數 K(包含各別彈簧、兩個串聯與兩個並聯) 學習單一

第一節: (1)複習虎克定律， (2)實作:利用虎克定律求彈簧的彈力常數 K  
 第二節 (1)複習彈簧串聯彈力常數公式， (2)實作:驗證串聯彈簧彈力常數公式  
 第三節 (1)複習彈簧並聯彈力常數公式， (2)實作:驗證並聯彈簧彈力常數公式

- 第四節~第五節 從實作與理論驗證: 彈簧振盪週期  $T \propto \sqrt{\frac{m}{K}}$   
 第四節(1)實作:找出彈簧週期(T)與懸掛質量(m)、與振幅(R)與彈力常數(K)的實驗資料  
 (2)從上述資料畫 m-T、m-R 與 m-K 的函數關係，找出週期(T)與懸掛質量(m)與彈力常數(K)有關  
 第五節(1)從 m-T 與 m-K 的函數，利用線性回歸找出  $T \propto \sqrt{m}$ ;  $T \propto \sqrt{\frac{1}{K}}$   
 (2)用單位上的因次找出週期  $T \propto \sqrt{\frac{m}{K}}$   
 (3)用 SHM 的推導出彈簧振盪週期  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \propto \sqrt{\frac{m}{K}}$  驗證理論與實驗的吻合
- 第六節~第八節 當彈簧質量必須考慮時，彈簧振盪週期必須要修正  
 第六節 (1) 從實作數據中發現彈簧質量必須加入振盪週期的公式中。  
 第七節~第八節(1)考慮彈簧質量有多少比率要考慮到振盪週期公式裡。探究公式的不足，  
 建構更完整的振盪週期公式

**學習單一：先求彈力常數 K(包含各別彈簧、兩個串聯與兩個並聯)**

主題一:求單一彈簧的彈力常數 K

1. 原理:虎克定律  $F=K\Delta X$ ， $K= F/\Delta X$ 。單位 N/m
2. 實作:求彈力常數實驗:

- (1)材料:二條彈簧、拉鍊袋、滴管、量筒、支架、尺
- (2)步驟:取編號 1 的彈簧，下端掛拉鍊袋，每次加入 10 克重的水，直到 100 克重的水，紀錄彈簧長度與水重於表 1。
- (3)依上述(2)的步驟，數據紀錄於表 2。
- (4)將步驟(2)(3)的數據填入 excel 或 Desmos, 求彈簧的彈力常數 K1 與 K2



3. 數據與分析

表 1

水重	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
彈簧長度											
彈簧彈力常數 K1= _____ gw/cm = _____ N/m											

表 2

水重	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
彈簧長度											
彈簧彈力常數 $K_1 =$ _____ $\text{gw/cm} =$ _____ $\text{N/m}$											

#### 4. 結果與討論

- (1)  $K$  越大，表彈簧越硬、粗； $K$  越小，表彈簧越軟、細
- (2) 找出那一段比較符合虎克定律、嘗試解釋上述的原因。
- (3) 彈簧的彈力常數與那些因素有關？

#### 主題二 求串聯與並聯後彈簧彈力常數 $K$

1. 原理: 利用學習單一測得的兩彈簧加以並聯或串聯，並驗證公式

(1). 串聯：

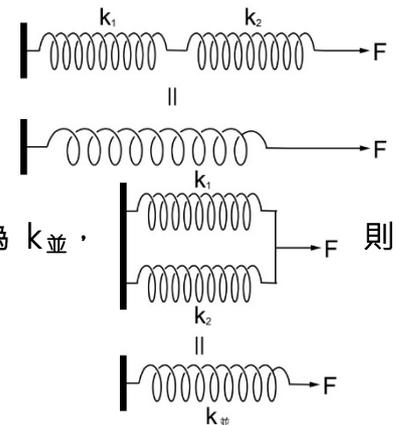
兩彈力係數  $k_1$ 、 $k_2$  的彈簧串聯，其等效彈簧之彈力常數為

$$\frac{1}{k_{\text{串}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \Rightarrow k_{\text{串}} = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

(2). 並聯：

兩彈力係數  $k_1$ 、 $k_2$  的彈簧並聯，其等效彈簧之彈力常數為  $k_{\text{並}}$ ，

$$k_{\text{並}} = k_1 + k_2$$



2. 實作: 求彈力常數實驗:



二個彈簧串聯



二個彈簧並聯

(1)材料:同學習單一的二條彈簧、拉鍊袋、滴管、量筒、支架、尺

(2)步驟:編號 1 與 2 的彈簧串聯, 下端掛拉鍊袋, 每次加入 10 克重的水, 直到 100 克重的水, 紀錄彈簧長度與水重於表 3。

(3) 同上將編號 1 與 2 的彈簧並聯, 下端掛拉鍊袋, 每次加入 10 克重的水, 直到 100 克重的水, 紀錄彈簧長度與水重於表 4。

(4)將步驟(2)(3)的數據填入 excel 或 Desmos, 求彈簧的彈力常數  $k_{串}$  與  $k_{並}$

### 3. 數據與分析

表 3 兩彈簧串聯

水重	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
彈簧長度											
兩彈簧串聯彈力常數 $k_{串} =$ _____ gw/cm = _____ N/m											

表 4 兩彈簧並聯

水重	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
彈簧長度											
兩彈簧並聯彈力常數 $k_{並} =$ _____ gw/cm = _____ N/m											

### 4、結果與討論

- (1) 比較  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_{串}$ 、 $K_{並}$  的大小?
- (2) 串聯的彈簧, 彈力常數變\_\_\_\_\_ ; 並聯的彈簧, 彈力常數變\_\_\_\_\_
- (3) 串聯兩彈簧的彈力常數有和數學關係?
- (4) 並聯兩彈簧的彈力常數有和數學關係?

(5) 理論值與實驗值的誤差

學習單二：考慮彈簧質量會不會影響振盪週期

1. 不考慮彈簧質量  $M$  的震盪週期  $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$  ( $m$ :懸掛物體的質量)
2. 檢查彈簧質量是否會影響振盪週期:
  - (1)材料:已知彈力常數的彈簧一條、拉鍊袋、滴管、量筒、支架、尺
  - (2)步驟:取彈簧，下端掛空的拉鍊袋，每次加入 50 克重的水，直到 300 克重的水，紀錄彈簧週期  $T$  與水重的關係表 1，求此彈簧的彈力常數  $K$ 。
  - (3)比較實驗值與真實值的誤差
  - (4)實驗數據

懸掛物質量(克)	振盪週期(秒)				$T^2$	$K=\frac{4\pi^2m}{T^2}$	與真實值誤差
	第一次	第二次	第三次	平均週期( $T$ )			
50	0.727	0.730	0.724	0.727	0.529	3.73	-9.69%
100	1.019	1.003	1.004	1.009	1.018	3.87	-6.30%
150	1.224	1.224	1.224	1.224	1.498	3.95	-4.36%
200	1.399	1.399	1.399	1.399	1.957	4.03	-2.42%
250	1.557	1.553	1.554	1.555	2.418	4.08	-1.21%
300	1.698	1.687	1.690	1.691	2.859	4.14	+0.24%

3. 結果與分析
  - (1)發現懸掛物體的質量越大，實驗出來的彈力常數與真實值的誤差越小。這表示彈簧的質量可能與振盪週期有關。
  - (2)當懸掛物質量越大，且大於彈簧的質量很多時，就可以把彈簧的質量不計，就是高中端所記憶的週期公式、

學習單三：考慮彈簧質量影響週期的比率  $C$

- 一、考慮彈簧質量  $M$  的震盪週期  $T=2\pi\sqrt{\frac{m+CM}{K}}$  ( $m$ :懸掛物體的質量;理論值  $C=1/3$ )
- 二、求  $C$ :
  - (1)材料:彈簧、拉鍊袋、滴管、量筒、支架、尺
  - (2)步驟:取已知彈力常數( $K$ )與質量( $M$ )的彈簧，下端掛拉鍊袋(0.76 克)，加水到總質量為 1 克，紀錄 10 次彈簧來回時間，求彈簧振盪週期於下表，來回做 3 次求平均值  $T$ 。
  - (3)依序把總質量增加到 2-20 克，重複上述步驟，將資料填入表內空格，並計算  $C$

懸掛物質量 (克)  (彈簧 7.68 克)	振盪平均週期 (T)秒	$T^2$	$M' + m$  $= \frac{KT^2}{4\pi^2}$	有效彈簧質量 $M'$	$C = \frac{M'}{M}$  其中 $M=7.68$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

### 3.結果與分析

(1)當懸掛物質量小於彈簧的質量時，其與理想的週期差異大。

(2)計算出的值與理想的 1/3 有些低估。

### 七、學習評量內容

1. 完成學習單撰寫
2. 書面與口頭分享
3. 老師口試

參考資料 高中各書局物理課本

需註明出處