附件三

高雄市東光國小114學年度『自然科學』主題研究博覽會作品說明書

班　級: 六　年　五　班

組員姓名: 陳榆彥、陳嘉駿、李侑威

指導老師: 朱恩瑭老師、蘇洳嬌老師

作品名稱:簡單的機械~「滑」出不一樣　　的方便～探討定滑輪和動滑輪的作法

關鍵詞: 簡單的機械 滑輪

編　號: (由教務處統一編號)

題目:簡單的機械~「滑」出不一樣的方便～探討定滑輪和動滑輪的作法

壹、研究動機

滑輪是生活中常見的簡單機械，廣泛應用於升降重物、搬運物品及建築工程中。然而，不同種類的滑輪在使用時，其省力效果與施力方式並不相同。有些滑輪可以改變施力方向，有些則可以減少所需的力量。

我們希望透過實際操作與測量，了解定滑輪、動滑輪以及滑輪組在使用時的力學特性，並比較不同滑輪結構對省力效果的影響。藉由本研究，我們能更清楚理解滑輪的原理，並驗證課本中所學的簡單機械知識是否與實際結果相符。

貳、研究目的:

一、探討槓桿的原理。

二、探討定滑輪的使用方式與功能。

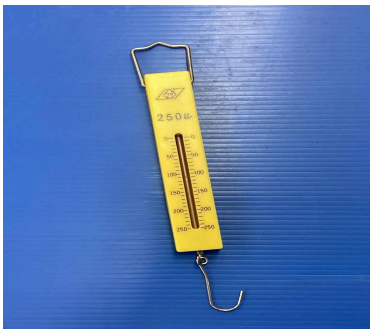
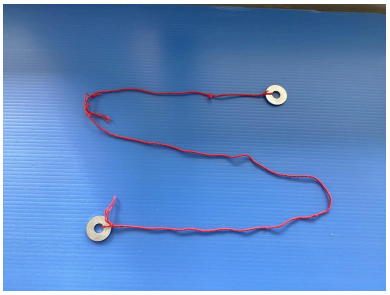
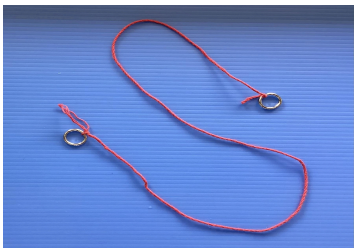
三丶探討動滑輪的使用方式與省力效果。

四、探討定滑輪與動滑輪結合後的效果。

五 、驗證實際測量結果與理論值之差異原因。

參、研究設備及器材:

		
鐵架	47cm的繩子	掛鉤

		
法碼 由左到右分別是10、20、50、100、200g	彈簧秤	單滑輪
		
雙滑輪	69.5cm的繩子	50cm的繩子

肆、研究過程與方法:

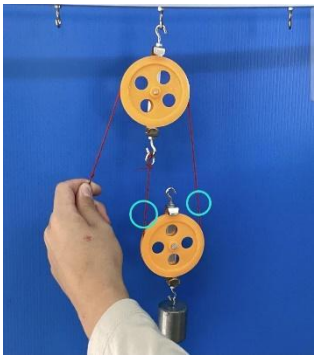
一、機械利益公式

機械利益

理論機械利益=支撐重物的繩段數

實際機械利益 ＝ 重物重量 ÷ 實際施力

範例



二、效率公式

效率

效率 ＝(理論施力 ÷ 實際施力)× 100%

或

效率 ＝(實際機械利益 ÷ 理論機械利益)×100%

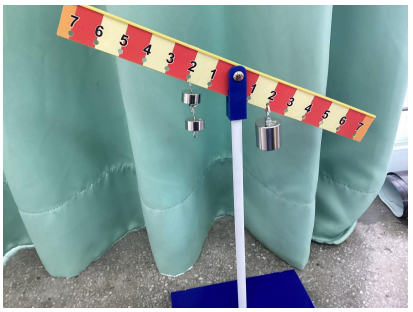
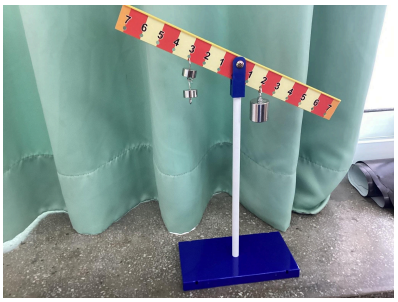
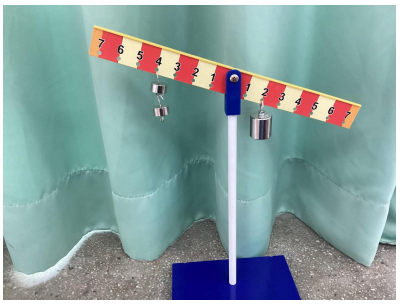
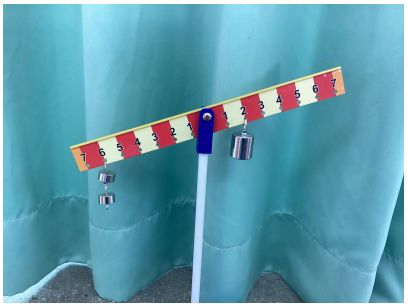
三、實驗過程:

(一)實驗一:探討槓桿的原理(使用槓桿天秤解釋滑輪的原理。)

1.**實驗說明:**

在右側固定第二格放上一個100g的法碼，改變2個20g法碼的位置。

2.實驗步驟:

步驟一	步驟二	步驟三
		
組裝好整個裝置	將2個20g的砝碼一起掛在第一格	將2個20g的砝碼一起掛在第二格
步驟四	步驟五	步驟六
		
將2個20g的砝碼一起掛在第三格	將2個20g的砝碼一起掛在第四格	將2個20g的砝碼一起掛在第五格
步驟七	步驟八	步驟九
		

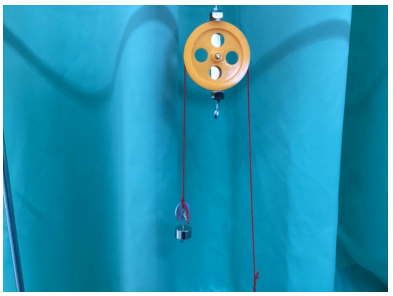
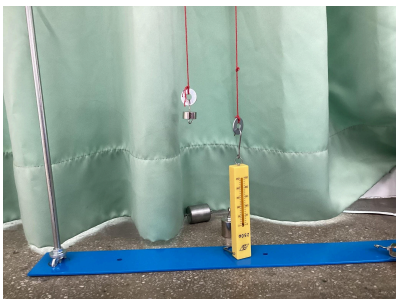
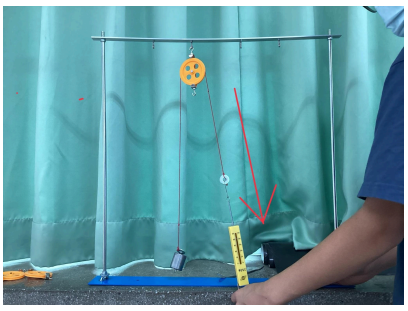
將2個20g的砝碼一起掛在第六格	將2個20g的砝碼一起掛在第七格	得到數據後再經討論出結論。

(二)實驗二:

探討定滑輪的使用方式與功能(使用200g、100g、50g、20g、10g的砝碼做比較。)

1.實驗說明: 做出定滑輪的特色，並觀察其特色是否能達到省力的效果，在下一個實驗中做出動滑輪的特色，並比較兩者何者最能達到省力效果。

2.實驗步驟:

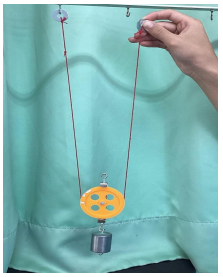
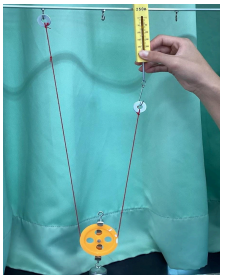
步驟一	步驟二	步驟三
		
掛上滑輪	掛上繩子(75 cm)	掛上不同重量的砝碼
步驟四	步驟五	步驟六
		
掛上彈簧秤	往下拉測量	得到數據後再經討論出結論。

(三)實驗三:

探討動滑輪的使用方式與省力效果(使用定滑輪改變施力方向方便操作，並用200g、100g、50g、20g 、10g的砝碼作比較。)

1.實驗說明: 做出動滑輪的特色，觀察其特色是否能達到省力的效果，並比較兩者何者最能達到省力效果。

2.實驗步驟:

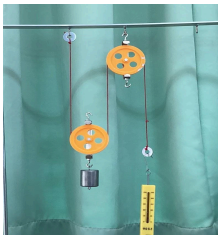
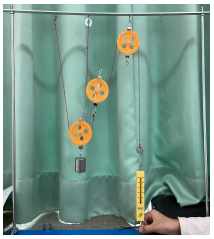
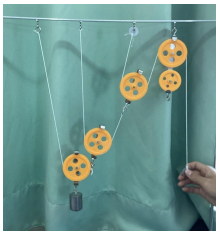
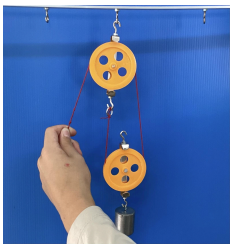
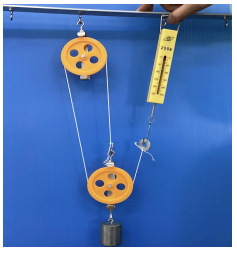
步驟一	步驟二	步驟三	步驟四	步驟五
				
掛上69.5cm的繩子。	在滑輪的下方掛上200g的砝碼。	將其掛在繩子上。	掛上彈簧秤並往上拉做測量。	得到數據後再經討論出結論。

(四)實驗四:

探討定滑輪與動滑輪結合後的效果(統一在不同的組合方式上掛上200g砝碼,再觀察其省力效果。)

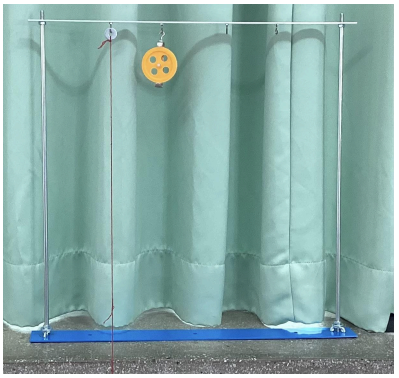
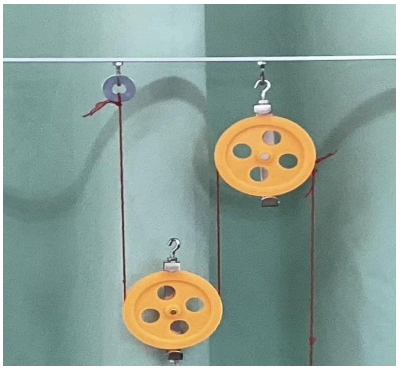
1.實驗說明

在本實驗中,我們將**定滑輪與動滑輪進行結合**,形成滑輪組系統,以探討其對省力效果與施力方式的影響。實驗時,定滑輪固定於鐵架上,主要功能為改變施力方向;動滑輪則與砝碼一同懸掛,負責分擔物體重量。當施力者向下拉動繩子時,定滑輪可使施力方向由向上改為向下,使操作更加便利;同時,動滑輪因為有兩段繩子,因此可以達到省力的效果。依本實驗不同結合的方式,我們以編號1～5表示,每種方式也都統一接200g的砝碼。

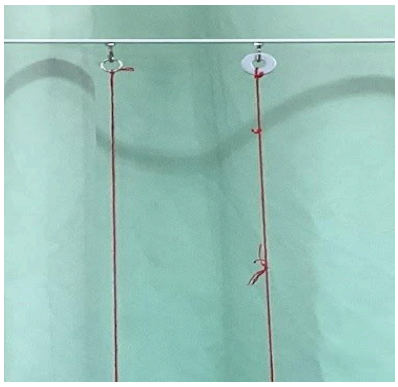
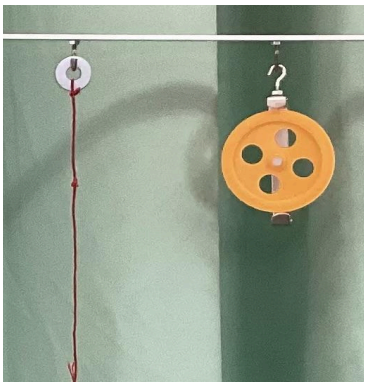
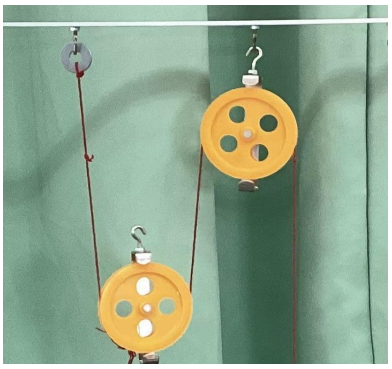
1	2	3	4	5
				

2.實驗步驟

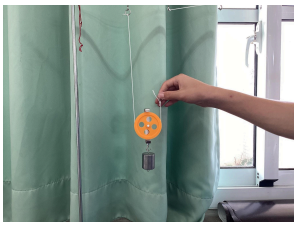
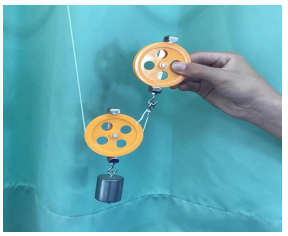
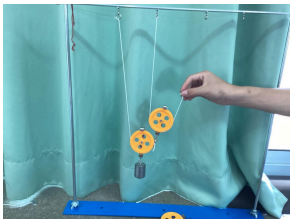
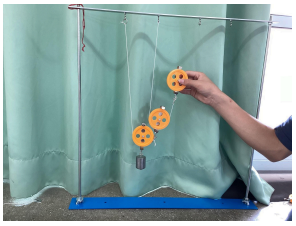
方法一:

步驟一	步驟二	步驟三
		
掛上69.5公分的繩子。	掛上滑輪。	將69.5cm的繩子掛上第二個滑輪並將繩子纏繞在第一個滑輪上。
步驟四	**步驟五**	**步驟六**
		
將第二個滑輪下方掛上200g的砝碼。	在繩子尾端掛上彈簧秤並往下拉測量結果。	論得到數據後再經討論出結論。

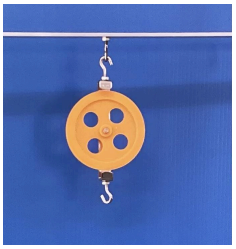
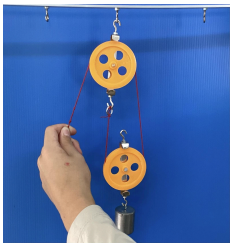
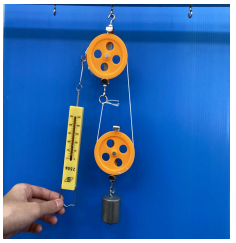
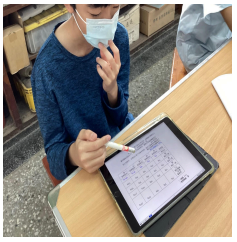
方法二:

步驟一	步驟二	步驟三
		
將50公分和69.5公分的繩子掛在鐵架上。	將滑輪掛在鐵架上。	在69.5cm的繩子掛上一個滑輪。
步驟四	步驟五	步驟六
		
在50cm的繩子上再掛上一個滑輪，並在其下方掛上200g的砝碼。	使用彈簧秤從裝置最右邊的繩子往下拉。	記錄三次數據並計算平均值，得出結果後討論再做出結論。

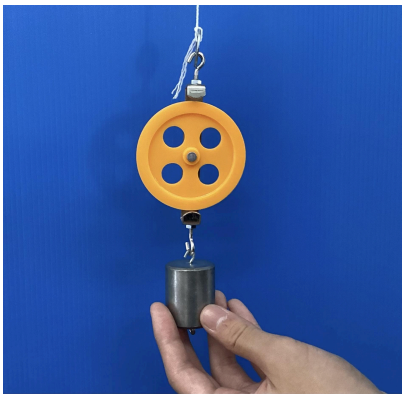
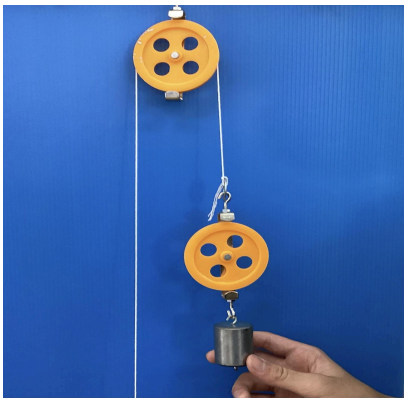
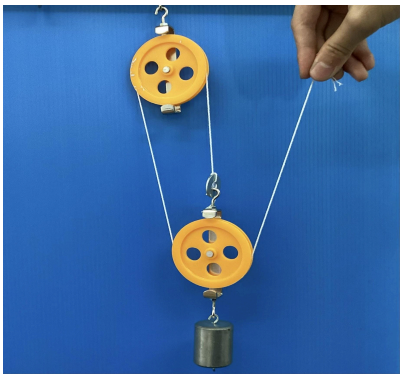
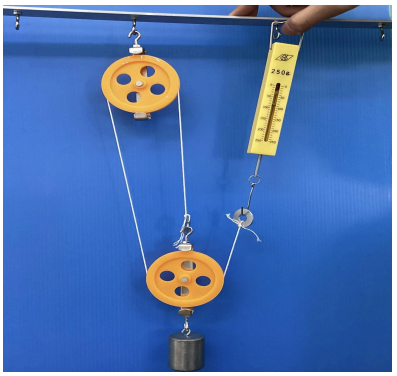
方法三:

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四
			
在鐵架上掛50公分的繩子。	在第一個滑輪下方掛上200g砝碼。	將其掛在繩子上。	在繩子的一端掛上第二個滑輪。
步驟五	步驟六	步驟七	步驟八
			
在第二個滑輪上掛上47cm的繩子。	47cm的繩子另一端掛上第三個滑輪，並在鐵架上掛上69.5cm的繩子再繞上滑輪。	將第四個滑輪掛上鐵架，並纏繞50cm的繩子即完成。	得到數據後再經討論做出結論。

方法四:

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四	步驟五
				
掛上滑輪。	將50cm繩子掛在滑輪上，並纏繞第二個滑輪。	再將繩子繞過第一個滑輪。	將彈簧秤掛在繩子的尾端，並往下拉。	得到數據後再經討論做出結論。

方法五：

步驟一	步驟二	步驟三
		
掛上滑輪。	將69.5cm的繩子掛在第二個滑輪上並將其掛上200g的砝碼。	再將繩子掛在第一個滑輪上。
步驟四	步驟五	步驟六
		
繞過第二個滑輪。	將彈簧秤掛在繩子的尾端，並往上拉。	得到數據後再經討論做出結論。

(五)實驗五：

驗證實際測量結果與理論值之差異原因。

1.實驗說明

在理想狀態下(不考慮摩擦力、滑輪與繩子的重量)，滑輪的施力大小可依支撐繩數計算出理論值。然而在實際操作時，我們測得的數值往往與理論值有所差異。因此，本研究將比較實際測量值與理論值之間的差距，並分析可能造成誤差的原因。

我們將從以下幾個方向進行探討：

(一)摩擦力的影響
滑輪與繩子接觸時會產生摩擦力，使得施力增加，導致實際測量值大於理論值。

(二)滑輪本身重量的影響
動滑輪會隨重物一起被拉起，因此滑輪本身的重量也會成為抗力的一部分，使所需施力增加。

(三)繩子重量與彈性的影響
繩子本身具有重量與些微彈性，可能造成受力分配不平均，影響實驗結果。

(四)安裝方式與角度誤差
若滑輪未完全垂直或繩子未保持平行，可能使力量分配不平均，導致測量值產生偏差。

(五)測量工具與操作誤差
彈簧秤刻度讀取不準、拉動時忽快忽慢，都可能造成測量誤差。

透過以上分析，本研究希望了解實際結果與理論值之間產生差異的原因，並驗證滑輪在真實情況下的運作特性，進一步理解理想模型與實際機械之間的關係。

伍、實驗結果：

一、實驗一：

探討槓桿的原理(使用槓桿天秤解釋滑輪的原理。)

40g砝碼位	天平狀態	判斷結果
第一格	第二格100g端下降	第二格100g端較重
第二格	第二格100g端下降	第二格100g端較重
第三格	第二格100g端下降	第二格100g端較重
第四格	第二格100g端下降	第二格100g端較重
第五格	平衡	一樣重
第六格	第六格40g端下降	第六格40g較重
第七格	第七格40g端下降	第七格40g較重

由實驗結果可知:

1. 施力臂大於抗力臂時，若要保持平衡，施力點的重量就會小於抗力點。
2. 施力臂小於抗力臂時，若要保持平衡，施力點的重量就會大於抗力點。
3. 施力臂與抗力臂等長時，若要保持平衡，施力點的重量會等於抗力點的重量。

二、實驗二:

探討滑輪的使用方式與功能。

砝碼重量(右) 實驗次數(下)	10g	20g	50g	100g	200g
第一次解讀	10g	20g	46g	100g	210g
第二次解讀	10g	20g	48g	99g	195g
第三次解讀	10g	20g	50g	99g	190g
平均值	10g	20g	48g	99.3g	198.3g
理論值	和理論值一樣	和理論值一樣	和理論值一樣	很近理論值一樣	和理論值一樣

- **定滑輪的工能分析**

1. 定滑輪的位置固定不動，只能繞著中心軸旋轉。
2. 定滑輪可改變施力方向，使原本需向上施力的動作，改為向下拉，操作較方便。
3. 定滑輪沒有省力效果，在理想情況下拉力大小約等於物體的重量。
4. 在實際生活中，定滑輪主要用來方便施力與操作，而不是用來減少所需的力量。

三、實驗三:

探討動滑輪的使用方式與省力效果

砝碼重量(右) 實驗次數(下)	10g	20g	50g	100g	200g
第一次解讀	5g	10g	27g	49g	100g
第二次解讀	5g	8g	27g	50g	110g
第三次解讀	5g	9g	28g	49g	97g
平均值	5g	9g	27.3g	49.3g	102.3g
理論值	和理論值一樣	接近理論值	接近理論值	接近理論值	接近理論值

- **動滑輪工能分析**

1. 動滑輪在使用時會隨著施力方向移動。
2. 無法繞中心軸旋轉，所以較難控制。
3. 動滑輪可以省力，但是不能改變施力方向。

- **綜合上個實驗的理論值分析**

1. 10g的砝碼和理論值一樣，可能是因為太輕，所以導致摩擦力過小。
2. 20g的砝碼很接近理論值，無法和理論值一樣的原因可能是摩擦力的影響，讓施力無法準確的接近理論值。
3. 50g的砝碼很接近理論值，無法和理論值一樣的原因可能是摩擦力的影響，讓施力無法準確的接近理論值。
4. 100g的砝碼很接近理論值，無法和理論值一樣的原因可能是摩擦力的影

響，讓施力無法準確的接近理論值。

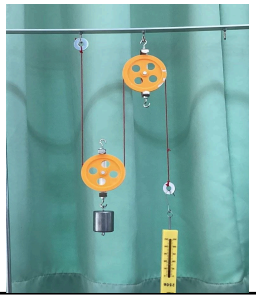
5. 200g的砝碼離理論值的數值有點落差，和理論值的數值有點落差的原因可能是摩擦力太多，讓施力無法準確控制在理論值的重量。

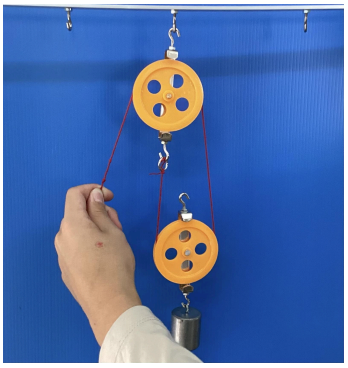
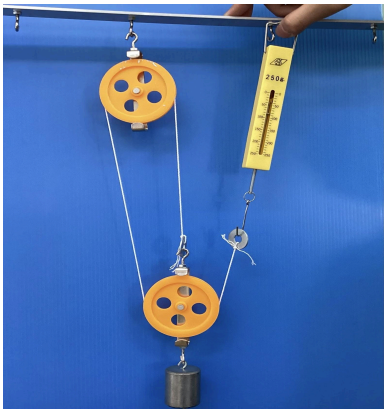
四、實驗四：

探討定滑輪與動滑輪結合後的效果。

組合方式(右) 實驗次數(下)	1	2	3	4	5
第一次量測	95g	53g	24.7g	110g	65g
第二次量測	98g	50g	25g	97g	60g
第三次量測	100g	50g	25g	110g	65g
平均值	97.6g	51g	24.9g	106g	63.3g
理論值	接近理論值	接近理論值	接近理論值	接近理論值	接近理論值

- **不同組合方法之功能分析**

方法一： 	1. 此組合有一個動滑輪和一個定滑輪。 2. 可以省下二分之一的力量和改變施力方向。
方法二： 	1. 此方法有兩個動滑輪和一個定滑輪。 2. 可以省下四分之三的力量和改變施力方向。

方法三： 	1. 此方法有三個動滑輪和一個定滑輪。 2. 可以省下八分之七的力量並且可以改變施力方向。
方法四： 	1. 此組合雖然和方法一相同有一個動滑輪和一個定滑輪，但組合的方式不同。 2. 可以省下二分之一的力量和改變施力方向。
方法五： 	1. 此方法有一個動滑輪和一個定滑輪。 2. 因是要拉動滑輪所以只能省力卻無法改變施力方向。

- **總結**

  由此實驗可知，如果在滑輪裝置中每加入一個動滑輪，就會省去一半的力，而如果最後是拉動動滑輪，不能改變施力方向；如果最後是拉動定滑輪，則可以改變施力方向。因此可以依照自己的需求，選擇不同的滑輪排列方式。然而，實驗結果與理論值很接近，但仍然有些微落差，推測可能與摩擦力、繩子質量與彈性、滑輪組的組裝精度與穩定性、物體質量、測量工具的精準度和實驗環境等因素有關係，於是我們打算在下一個探討這些因素，找出影響之原因。

五、實驗五：

驗證實際測量結果與理論值之差異原因。

(一)理論值的基礎原理

滑輪的理論計算依據來自於理想狀態下的力學原理:

1. 忽略摩擦力
2. 繩子沒有重量
3. 繩子沒有彈性
4. 滑輪本身沒有重量
5. 能量完全守恆

在理想情況下:機械利益＝支撐重物的繩段數

例如:

- 1條繩子支撐 → 理論施力 = 重量
- 2條繩子支撐 → 理論施力 = 重量 ÷ 2
- 3條繩子支撐 → 理論施力 = 重量 ÷ 3

(二)實際測量值與理論值產生差異的原因

1. 摩擦力的影響(最主要原因)

(1) 滑輪軸心與支架之間的摩擦

(2) 繩子與滑輪接觸面的摩擦

(3) 繩子彼此間可能產生的摩擦

- 影響結果: 實際施力會「大於」理論值。

2. 滑輪與繩子的重量

理論計算忽略滑輪與繩子本身的重量, 但實際上:

(1) 動滑輪會跟著重物一起被拉起

(2) 繩子本身也有重量

- 影響結果:需要額外施力來支撐這些重量。

(三)繩子的彈性伸長

拉動時, 繩子會產生微小伸長, 部分施力被「消耗」在拉長繩子上。

- 影響結果:實際測量值偏大。

(四)組裝誤差與角度問題

若滑輪未完全垂直、繩子歪斜:

(1) 力的方向不是完全向上

(2) 產生分力損失

 影響結果:施力增加。

(五)測量工具誤差

彈簧秤可能有:

(1) 刻度誤差

(2) 反應延遲

(3) 繩子與滑輪接觸面的摩擦

(4) 繩子彼此間可能產生的摩擦

(5) 人為讀數誤差

例如,人為讀數誤差,製造一個無法準讀的誤差:



柒、心得:

在本次滑輪主題研究中，我們透過系統性的實驗設計與實際操作，將課本中的抽象概念轉化為具體經驗，對「簡單機械」有了更深入且完整的理解。過去我們僅知道滑輪具有省力或改變施力方向的功能，但經由實驗驗證後，才真正理解不同滑輪結構在力學上的差異與應用條件，例如定滑輪著重於改變施力方向，而動滑輪則透過分散受力來達到省力效果。在研究過程中，我們不僅進行多次測量與數據比較，也嘗試從結果中歸納規律，並與理論公式進行對照。當發現實驗數據與理論值之間存在差異時，我們沒有停留在表面結果，而是進一步分析可能的影響因素，如摩擦力、滑輪與繩子的質量、繩子的彈性以及操作誤差等。這讓我們體會到，科學並非只是套用公式，而是需要透過觀察、驗證與修正，逐步逼近真實情況此外，在合作過程中，我們學習到如何有效分工、溝通與整合意見。當實驗遇到困難時，例如裝置不穩或數據不一致，我們能夠透過討論找出問題並修正方法，提升整體研究品質。這樣的過程不僅增強了我們的實作能力，也培養了解決問題與批判思考的能力。總體而言，這次研究讓我們深刻體會到科學探究的價值，不僅加深了對滑輪原理的理解，也提升了我們分析問題與統整知識的能力，對未來進一步學習自然科學奠定了良好的基礎。

捌、參考資料：

1. https://sciexplore.colife.org.tw/work/2025/A0118
2. 物理科課程-簡單機械 - PASCO台灣
3. 臺灣網路科教館~懶人吃早餐-懸吊繩骨牌驅動機構煎蛋機之研發
4. http://140.122.127.247/thesis/getfileful/2b8b9a5ac168f9148c08f0811676b744/97425/1615550645/