

# 教育部112年度中小學科學教育計畫專案

## 期末報告大綱

計畫編號：1-1

計畫名稱：發展融入多重表徵的5E 探究式科學素養導向教材之研究  
(第三年/三年期)

主持人：張英琦

執行單位：南投縣延和國中

### 壹、計畫目的及內容：

本計畫研究目的在於實務社群內教師共同發展科學素養導向教材並進行教學，進而培養學生具備科學素養。延續前兩年計畫，新年度計畫除發展更多理化科單元教材，並將教材推廣到更多班級上課外，也將邀請生物科教師加入社群，擴展到發展生物科教材。透過三年期的計畫，發展本校七年級~九年級四個學期共四套的科學素養導向教材，同時建置各教材所需的教具和各項器材。

本計畫多重表徵的融入乃基於發展「符號運用與溝通表徵」之核心素養，培養學生使用諸如文字、力圖、表格、關係圖、實物或數學表徵等進行溝通表達與推論之能力。而5E 探究式教學策略的採用，讓教師在發展教材以及進行探究教學活動的過程中更有階段性可以依循，進而能夠將掌握的具體核心素養融入教學；5E 更能讓學生有足夠的時間互動，與同儕一起經歷科學探究的過程，進而培養學生科學探究能力以及「人際關係與團隊合作」之核心素養。

基於上述研究背景與研究目的，本計畫新年度具體目標如下：

- 1、組織校內自然領域教師實務社群，並將前期計畫發展之溫度與熱、力與壓力兩單元教材，推廣到全校八年級各班級進行教學。
- 2、以九年級力矩與轉動單元為例，發展融入多重表徵之5E 探究式科學素養導向教材，並選取至少2個班級授課。
- 3、以七年級生殖單元為例，發展融入多重表徵之5E 探究式科學素養導向教

材，並選取至少2個班級授課。

4、建置七下~九上四個學期各一套5E探究式科學素養導向教材與對應之教具。

5、讓參與計畫的學生擔任關主，辦理校內大型科學闖關活動，藉此活絡校內  
自然科教學活動

6、辦理校內研習，分享並推廣計畫研究成果。

## 貳、研究方法及步驟：

### 一、研究方法

本計畫組成教師實務社群發展教材，並進一步將所發展之教材推廣到全校各個班級授課用。藉此不僅提升校內教師素養導向教材的發展與教學能力，也進而提升學生的科學素養。

為了解社群老師在計畫執行過程中的收穫及給予未來計畫繼續執行的建議，本計畫請參與社群的每位老師分別針對社群運作、教材發展、教學實施，及辦理科學闖關等四項活動，寫下自己的心得與反思。再者，在學生接受完課程教學後，請其完成反思心得問卷，瞭解學生對以本計畫發展之教材單元學習科學概念的感受、想法。

### 二、研究步驟

本計畫研究執行步驟如下：

1、組織教師實務社群

2、共同發展科學素養導向教材-力矩與轉動、植物的有性生殖

3、透過社群會議討論教材授課流程與注意事項

4、將前年度發展之教材推廣到全年級授課-溫度與熱、力與壓力

5、請授課教師與參與學生提出心得與反思

6、依據教師與學生心得與反思、授課後社群檢討會議，提出研究建議，並  
最後撰寫計畫結案報告

參、目前研究成果：

### 一、組織教師實務社群

本計畫於校內組織自然領域教師實務社群，主要成員6人，包含3位理化科教師、2位生物科教師，以及設備組組長(歷史科)；另於推廣教材時，另2位理化科教師參與使用本計畫發展之教材授課。

表3-1：

#### 教師實務社群

|      |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 姓名   | 張 0 琦            | 李 0 雯 | 李 0 賢 | 廖 0 慧 | 鍾 0 橋 | 許 0 凱 | 林 0 偉 | 劉 0 政 |
| 職稱   | 導師               | 導師    | 體育組長  | 導師    | 導師    | 設備組長  | 教務主任  | 專任    |
| 任教科目 | 理化               | 理化    | 理化    | 生物    | 生物    | 歷史    | 理化    | 理化    |
| 備註   | 主要社群人員/教材發展與教材授課 |       |       |       |       |       | 教材授課  |       |

社群成立後總計招開15次社群會議，如表3-2。社群會議討論內容聚焦在教材發展、教材授課，以及辦理科學闖關活動等。

表3-2：

#### 社群會議

| 社群會議   | 會議日期   | 討論主題                   |
|--------|--------|------------------------|
| 第1次會議  | 09月14日 | 第三年計畫說明與工作內容分配         |
| 第2次會議  | 10月05日 | 力矩與轉動教材發展討論            |
| 第3次會議  | 10月12日 | 力矩與轉動教材發展討論            |
| 第4次會議  | 10月17日 | 文獻分享：5E、多重表徵、科學素養      |
| 第5次會議  | 11月07日 | 力矩與轉動教材授課討論            |
| 第6次會議  | 12月05日 | 溫度與熱教材討論(教材說明、流程、器材準備) |
| 第7次會議  | 12月12日 | 溫度與熱教學討論(教學分享、後續活動討論)  |
| 第8次會議  | 12月26日 | 生物教材發展與討論(生殖單元)        |
| 第9次會議  | 02月20日 | 生物教材發展與討論(生殖單元)        |
| 第10次會議 | 03月04日 | 生殖單元教學討論(授課流程、器材準備等)   |
| 第11次會議 | 03月08日 | 生殖單元教學討論(教學分享、後續活動討論)  |
| 第12次會議 | 04月23日 | 科學闖關活動辦理討論             |
| 第13次會議 | 04月30日 | 如何將發展之活動融入彈性課程         |
| 第14次會議 | 05月24日 | 科學闖關活動辦理討論             |
| 第15次會議 | 05月28日 | 力與壓力教材討論(教材說明、流程、器材準備) |



新年度計畫說明



教材發展討論



教材發展討論



教材發展討論



計畫活動融入彈性課程討論



教材授課討論



科學闖關討論



科學闖關討論(跨領域)



## 二、推廣第二年期計畫發展之教材-溫度與熱單元

溫度與熱教材於第二年期計畫發展，總計四個單元共17個活動。本年度計畫將此單元教材推廣到八年級7個班級中的6個班級授課，如表3-3所示。

表3-3

溫度與熱單元推廣班級

| 班級   | 802   | 803   | 804   | 805   | 806   | 807   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 人數   | 24    | 26    | 24    | 24    | 16    | 28    |
| 授課教師 | 張 0 琦 | 李 0 賢 | 李 0 雯 | 李 0 賢 | 李 0 雯 | 林 0 偉 |

以下以 5-2 熱量與比熱中的活動一、探討影響水溫的因素為例進行說明，該活動之活動內容與活動目標、5E、多重表徵等之對照表如表 3-4 所示。

表 3-4：

5-2 熱量與比熱之活動一與 5E、多重表徵對照表

| 活動內容       | 活動內容                                | 5E  | 多重表徵                              |
|------------|-------------------------------------|-----|-----------------------------------|
| 前言、<br>任務一 | 以生活中的例子詢問同學那些因素會影響水溫的上升？並討論如何設計實驗探討 | 參與  | 文字表徵                              |
| 任務二、       | 實驗一：探討加熱時間與水溫變化的關係                  | 探究  | 圖片表徵、文字表徵<br>實物操作表徵<br>表格表徵、關係圖表徵 |
| 任務三、       | 實驗一討論<br>老師統整                       | 解釋  | 表格表徵、關係圖表徵<br>文字表徵、數學表徵           |
| 小試身手       | 所學的概念應用到新情境中                        | 精緻化 | 文字表徵、表格表徵<br>關係圖表徵、數學表徵           |

首先，如圖 3-1，在前言與任務一中以生活中的經驗連結學生的舊知識與接下來要發展的概念，屬於 5E 階段中的參與階段，使用的表徵為文字表徵。接著，如圖 3-2 所示，藉由實驗一探討加熱時間與水溫變化的關係，並將實驗結果記錄在表格(圖 3-3)，進而描繪出關係圖(圖 3-4)。此為 5E 階段中的探究階段，使用的表徵包含圖片表徵、實物操作表徵、文字表徵、表格表徵、關係圖表徵。

如圖 3-5、圖 3-6，給予學生討論與統整的機會，不僅讓學生互相發表想法，教師也在此階段引導學生產生正確的科學陳述。此為 5E 中的解釋階段，使用的表徵包括表格表徵、關係圖表徵、文字表徵、數學表徵。最後在小試身手的部分則是 5E 中的精緻化階段，如圖 3-7、圖 3-8，此階段不僅給予學生應用所學新概念的機遇，也給予學生練習多重表徵的機會；使用到的表徵包含文字表徵、表格表徵、關係圖表徵、數學表徵。

前言：生活中我們常需要將水加熱讓水溫升高，例如單純地想喝溫水，或想要泡奶粉、泡茶、泡咖啡等。那同學知道那些因素會影響水溫的上升嗎？

|      |      |
|------|------|
| 小組討論 | 老師講解 |
|------|------|

一、接下來我們想要探討加熱時間與水溫度變化的關係，該怎麼設計我們的實驗呢？

|       |       |
|-------|-------|
| 小組討論  | 老師講解  |
| 操作變因： | 操作變因： |
| 控制變因： | 控制變因： |
| 應變變因： | 應變變因： |

圖 3-1：溫度與熱教材範例 1

## 二、實驗一：探討加熱時間與水溫變化的關係

1. 用 250 毫升的燒杯裝 100 克的水，利用溫度計測得水的初溫  $T_0$ 。
2. 將燒杯放置陶瓷纖維網上加熱，每隔 1 分鐘紀錄水溫( $T$ )，同時算出水每分鐘上升的溫度( $T-T_0$ )，完成表格一。

(注意溫度計懸在水中，不可碰觸到燒杯底部)

3. 取另一個相同的燒杯，改加入相同初溫( $T_0$ )的水 200 克，重複步驟 2 及 3，完成表格二。



圖 3-2：溫度與熱教材範例 2

表格一：水 100 克，初溫  $T_0 = \underline{\hspace{1cm}}^{\circ}\text{C}$ 。

| 加熱時間                                   | 1 分 | 2 分 | 3 分 | 4 分 | 5 分 | 6 分 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 水溫( $T$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ )       |     |     |     |     |     |     |
| 上升溫度( $T-T_0$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ ) |     |     |     |     |     |     |

表格二：水 200 克，初溫  $T_0 = \underline{\hspace{1cm}}^{\circ}\text{C}$ 。

| 加熱時間                                   | 1 分 | 2 分 | 3 分 | 4 分 | 5 分 | 6 分 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 水溫( $T$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ )       |     |     |     |     |     |     |
| 上升溫度( $T-T_0$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ ) |     |     |     |     |     |     |

圖 3-3：溫度與熱教材範例 3

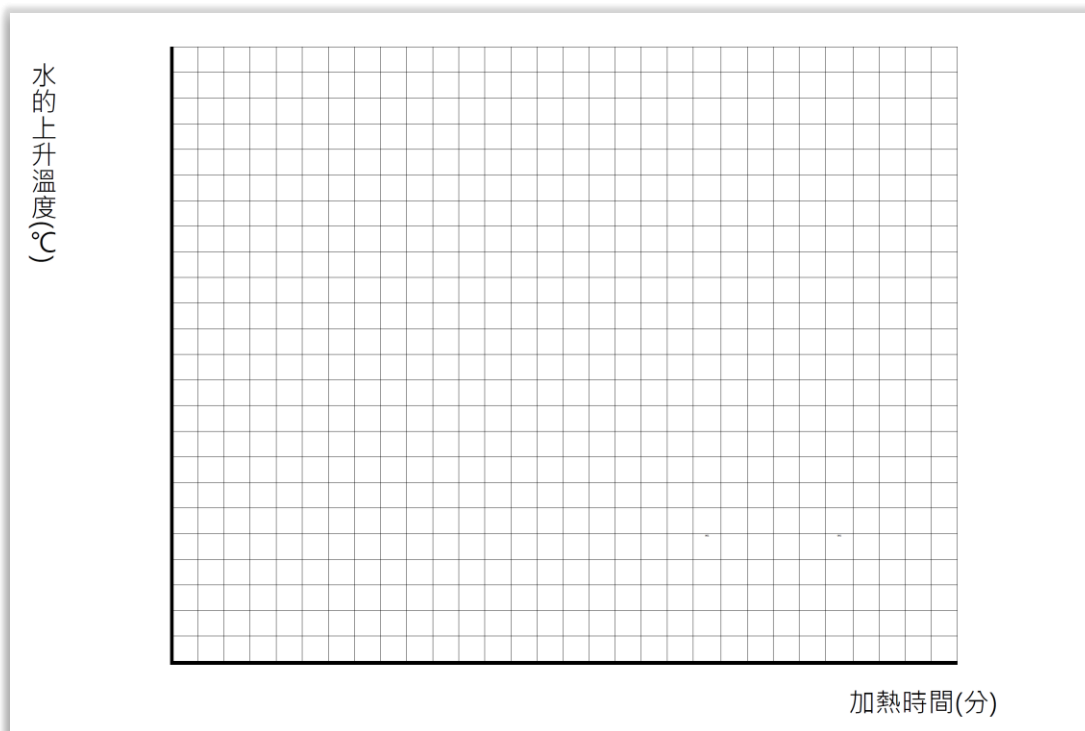


圖 3-4：溫度與熱教材範例 4

三、實驗一討論：依據表格一、表格二，以及關係圖，進行下列討論

(一)看表一、二中的數據及關係圖，你有發現當水的質量一定時，加熱時間和上升的溫度有甚麼關係嗎？

|      |      |
|------|------|
| 小組討論 | 老師講解 |
|------|------|

統整：

- 1、加熱同質量的水，加熱時間越長，水的溫度越\_\_\_\_\_。
- 2、水的質量一定時，「水的上升溫度—時間」關係圖為\_\_\_\_\_，加熱時間與水的溫度變化成\_\_\_\_\_比。

### 圖 3-5：溫度與熱教材範例 5

(二)依據上述關係圖，請判斷 100 克及 200 克的水上升溫度相同時，200 克水需要的時間約是 100 克水的\_\_\_\_\_倍。

小組討論

老師講解

統整：

- 1、上升溫度相同時，200 克水需要的時間約是 100 克水的\_\_\_\_\_倍
- 2、上升溫度相同時，水的質量越大，加熱時間會越\_\_\_\_\_，且加熱時間與水的質量成\_\_\_\_\_比。
- 3、酒精燈作為熱源提供了熱量讓水溫上升。熱量的單位定為\_\_\_\_\_（\_\_\_\_\_）。
- 4、科學家定義「使 1 公克的水溫度上升 1℃所需的熱量稱為 1 卡」。
- 5、1000 卡等於 1 千卡，千卡又稱為\_\_\_\_\_。

### 圖 3-6：溫度與熱教材範例 6

小試身手：

01.右圖為加熱 100 公克水的上升溫度對加熱時間的關係圖，若以相同條件，分別加熱 50 公克及 200 公克的水，請畫出 50 公克、200 公克的關係圖，並說明原因。

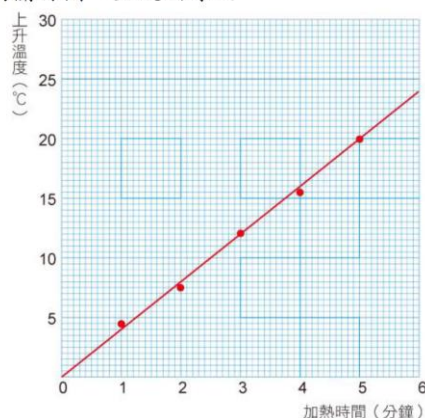
原因說明：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

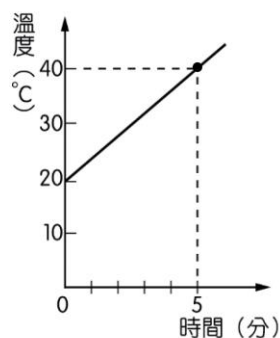
\_\_\_\_\_



### 圖 3-7：溫度與熱教材範例 7

02.易成以穩定的熱源，加熱燒杯中 100 公克的水測得水溫與時間的關係如圖中直線。試回答下列問題：

- (1) 此關係圖橫坐標和縱坐標分別代表哪個物理量？  
\_\_\_\_\_
- (2) 如何和此關係圖判斷 100 公克水的初溫？初溫又是多少呢？  
\_\_\_\_\_
- (3) 圖中黑點代表的意義是甚麼？  
\_\_\_\_\_
- (4) 這杯水加熱 5 分鐘，水溫上升了多少℃？如何知道？  
\_\_\_\_\_
- (5) 此穩定的熱源每分鐘提供多少卡的熱量給予 100 公克的水？  
\_\_\_\_\_

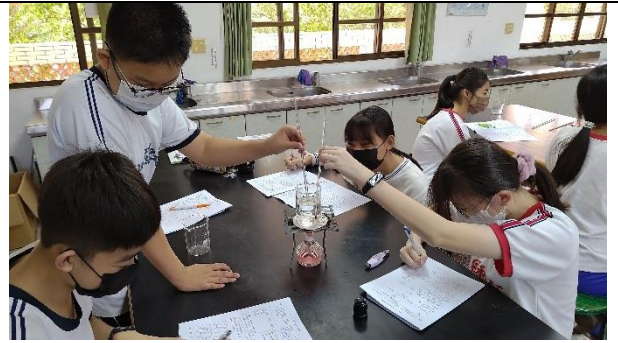


### 圖 3-8：溫度與熱教材範例 8





溫度與熱上課-1



溫度與熱上課-2



溫度與熱上課-3



溫度與熱上課-4



溫度與熱上課-5



溫度與熱上課-6

02. 當以穩定的熱源，加熱燒杯中100公克的水則溫度與時間的關係如圖中虛線，試回答下列問題：

(1) 此圖係溫度與時間的關係圖，分別代表哪個物理量？  
時間、溫度

(2) 如何從此圖判斷100公克水的初溫？初溫又是多少呢？  
20°C 初溫=時間為0的時間溫度: 20°C

(3) 圖中虛線代表的意義是甚麼？  
加熱5分鐘溫度上升40°C

(4) 這杯水加熱5分鐘，溫度上升了多少°C？如何知道？  
20°C 末溫 - 初溫 40 - 20 = 20°C

(5) 此穩定的熱源每分鐘提供多少卡的熱量給予100公克的水？  
5分鐘 100X1X20 = 2000 卡  
每分鐘 2000 ÷ 5 = 400

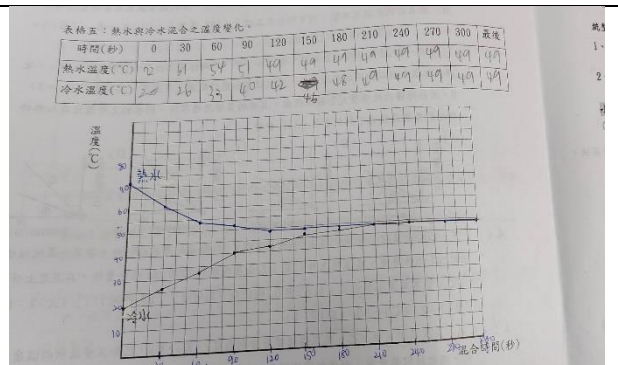
03. 圖為電熱器A加熱2升水，及電熱器B加熱3升水之加熱時間及溫度變化圖，則：

(1) 在條件和材料都相同，2L 加熱速度較快。

(2) 2升的水及3升的水，在加熱10分鐘後，溫度相同。

(3) 開始加熱10分鐘後，2升的水從電熱器A得到20000卡的熱；

溫度與熱活動單-1



溫度與熱活動單-2

### 三、推廣第一年期計畫發展之教材-力與壓力單元

溫度與熱教材於第一年期計畫發展，總計四個單元共16個活動。本年度計畫將此教材推廣到八年級所有班級授課，如表3-5所示。

表3-5

力與壓力推廣班級

| 班級   | 801 | 802 | 803 | 804 | 805 | 806 | 807 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 人數   | 19  | 24  | 26  | 24  | 24  | 16  | 28  |
| 授課教師 | 劉 政 | 張 琦 | 李 賢 | 李 雯 | 李 賢 | 李 雯 | 林 偉 |

以下以單元三摩擦力之活動一動靜知多少(1)為例進行說明，該活動之活動內容與活動目標、5E、多重表徵等之對照表如表 3-6 所示。

表 3-6：

單元三活動一之活動內容與活動目標、5E、多重表徵對照表

| 活動內容 | 活動目標                      | 5E       | 多重表徵   |
|------|---------------------------|----------|--|
| 前言   | 引起動機                      | 參與       | 文字表徵、圖片表徵<br>實物操作表徵                            |
| 任務一  | 探討摩擦力的存在                  | 探究<br>解釋 | 實物操作表徵、力圖表徵<br>文字表徵、數學表徵                       |
| 任務二  | 探討靜摩擦力與<br>最大靜摩擦力         | 探究<br>解釋 | 實物操作表徵、圖片表徵<br>表格表徵、力圖表徵<br>文字表徵、數學表徵<br>關係圖表徵 |
| 任務三  |                           | 探究<br>解釋 | 實物操作表徵、圖片表徵<br>表格表徵、力圖表徵<br>文字表徵               |
| 任務四  | 探討不同接觸面性質對<br>最大靜摩擦力之影響   | 探究<br>解釋 | 實物操作表徵、圖片表徵<br>表格表徵、力圖表徵<br>文字表徵               |
| 統整   | 針對任務一~任務四進行<br>較完整的解釋     | 解釋       | 文字表徵   |
| 小試身手 | 將任務一~任務四所學的<br>概念應用到新情境中。 | 精緻化      | 文字表徵、圖片表徵<br>關係圖表徵                             |

首先，如圖 3-9 所示，以兩本書交疊造成巨大的摩擦力活動作為前言，以引起學生的參與動機。在 5E 探究式策略中屬於參與階段，應用到的表徵除了文字描述、圖片展示外，也讓學生們自己動作操作，使用到實物操作表徵。

前言：將兩本書本交疊在一起，兩個人各站一邊拉著書本，試著將書本拉開，容易嗎？ 為甚麼？



圖 3-9：單元三之前言

緊接著，如圖 3-10 與 3-11 所示，任務一與任務二以文字和圖片說明任務內容(文字與圖片表徵)，分別讓學生使用彈簧以及彈簧秤緩慢拉木塊直到木塊滑動，並觀察彈簧的變化以及彈簧秤的讀數變化(實物操作表徵)，此外亦要求學生將彈簧秤上的讀數記錄在表格中(表格表徵)，並依照操作結果以及表格中的數據，畫出木塊所受的力圖(力圖表徵)，且進一步以文字說明(文字表徵)並列出拉力  $F$  和摩擦力  $f$  間的大小關係(數學表徵)。接著再於任務三(如圖 3-12)畫出木塊由靜止到移動瞬間，外力  $F$  和摩擦力  $f$  的關係圖(關係圖表徵)，並於任務四(如圖 3-13)進行討論與歸納。其中任務一和任務二之活動目標在於探討摩擦力的存在，並培養學生靜摩擦力與最大靜摩擦力的概念，為 5E 探究策略中的探究階段；而任務三~任務四則是 5E 中的解釋階段。最後，如圖 3-14，小試身手則是讓學生可以應用先前所學的概念，為 5E 中的精緻化階段。

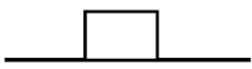
### 活動一、靜摩擦力與最大靜摩擦力

**任務一**、將有掛勾的木塊置於桌上，以彈簧緩緩拉動，仔細觀察，直到木塊滑動。

(重力以  $W$ 、桌面支撐力以  $N$ 、彈簧拉力以  $F$  為符號)



問題 1、剛開始拉木塊而木塊尚未移動時，是什麼原因讓木塊靜止，不是有施力拉它嗎？

| 木塊之力圖   | 文字說明(簡述) | 受力之數學關係 |
|---|----------|---------|
| 剛開始拉，木塊尚未移動時<br> |          |         |

統整：

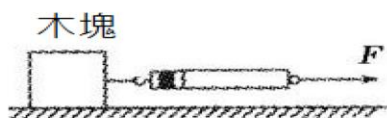
1、當施一個拉力要使木塊滑動時，木塊和桌子之間有一個力量會抵抗木塊的運動，這便是

\_\_\_\_\_。

2、\_\_\_\_\_為存在於兩物體的接觸面，阻止物體運動的力。

圖 3-10：單元三活動一之任務一

**任務二**、以有讀數的彈簧秤重複任務一，緩緩拉動木塊，直到木塊移動。並記下木塊滑動前的彈簧秤讀數 3 組(差距大一些)，以及木塊滑動瞬間的讀數。



|         | 1(靜止) | 2(靜止) | 3(靜止) | 4(移動瞬間) |
|---------|-------|-------|-------|---------|
| 拉力 $F$  |       |       |       |         |
| 摩擦力 $f$ |       |       |       |         |

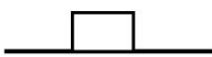
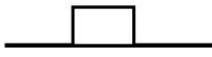
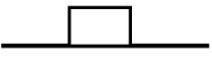
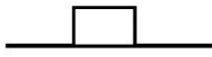
|                      |   |   |  |   |
|----------------------|---|---|--|---|
| 木塊之力圖<br>(水平方向)      |  |  |  |  |
| 文字說明<br>(簡述)         |   |   |  |   |
| $F$ 與 $f$ 間<br>之數學關係 |   |   |  |   |

圖 3-11：單元三活動一之任務二



任務三、請畫出「物體由靜止到移動瞬間」，外力  $F$  和摩擦力  $f$  之間的關係圖。

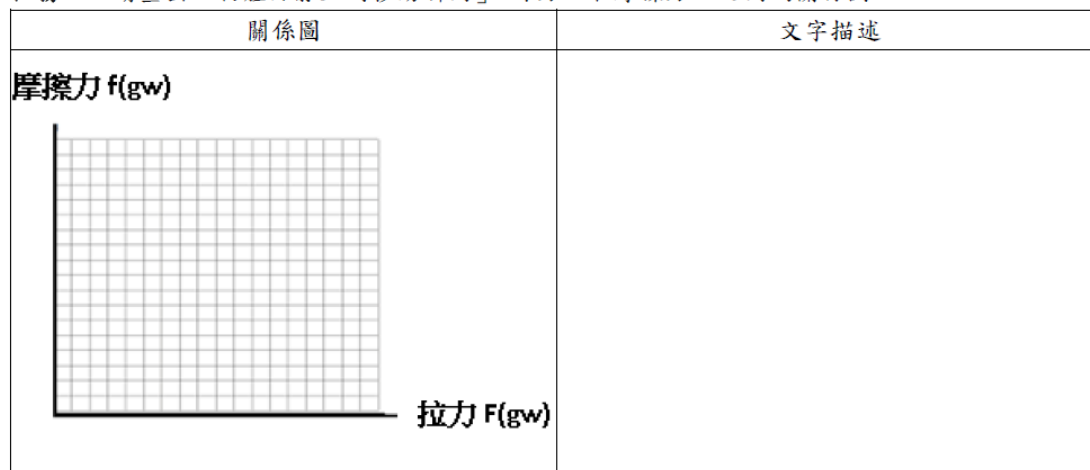


圖 3-12：單元三活動一之任務三

任務四、滑動那一瞬間的讀數對於摩擦力有何意義(或相關)

| 小組討論 | 老師講解 |
|------|------|
|      |      |

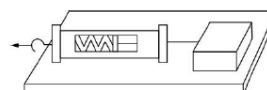
統整：

- 當物體還是靜止時的摩擦力稱為「\_\_\_\_\_」。
- 在木塊尚未移動前，施力越大，靜摩擦力越\_\_\_\_\_，且靜摩擦力大小\_\_\_\_\_施力大小。
- 物體在靜止時的靜摩擦力，其大小會隨外力增加而變大，而靜摩擦力的變大並不是無限的，而是有一個最大值，稱為「\_\_\_\_\_」。
- 當施力大於最大靜摩擦力的時候，合力不再為零，此時便可以將木塊拉動。

圖 3-13：單元三活動一之任務四

小試身手：

- 附圖是小華利用彈簧秤求最大靜摩擦力的實驗裝置。木塊重量為 200 公克重，置放在水平木板上。試回答下列問題：



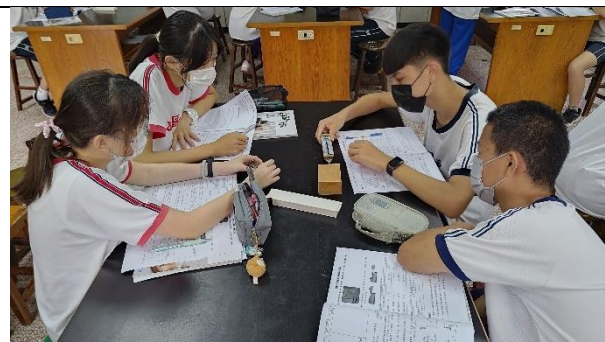
- 當一個物體在另一個物體表面上滑動，或有開始滑動之傾向，在接觸面之間，常有一種阻止運動之力，此力稱為：(A)摩擦力 (B)向心力 (C)萬有引力 (D)大氣壓力。答：\_\_\_\_\_。
- 若右邊為向東，則有一物體向左前進時與地板的摩擦力方向應為：(A)向東 (B)向西 (C)向南 (D)向北。答：\_\_\_\_\_。
- 未施力前木塊呈靜止，此時摩擦力為幾公克重？(A) 0 gw (B) 20 gw (C) 100 gw (D) 120 gw。答：\_\_\_\_\_。
- 當彈簧指示 20 公克重，木塊仍靜止在木板上，此時摩擦力為幾公克重？(A) 0 gw (B) 20 gw (C) 100 gw (D) 120 gw。答：\_\_\_\_\_。
- 繼續拉木塊，當木塊開始運動的瞬間，彈簧秤的讀數為 120 公克重，則其最大靜摩擦力為幾公克重？(A) 0 gw (B) 20 gw (C) 100 gw (D) 120 gw。答：\_\_\_\_\_。
- 若在木塊上加 100 公克重的物體時，則施力至少需幾公克重以上方能再將木塊拉動？(A) 100 gw (B) 120 gw (C) 180 gw (D) 200 gw。答：\_\_\_\_\_。

圖 3-14：單元三活動一之小試身手(1)





摩擦力-1



摩擦力-2



摩擦力-3



摩擦力-4



水壓探討-1



水壓探討-2



水壓探討-3



水壓探討-4

#### 四、發展第三套教材-力矩與轉動單元

本年度計畫新發展教材-力矩與轉動單元，總計 8 個單元 9 個活動，如附件一所示。教材發展之初，選取兩個九年級班級進行教學，如表 3-7 所示。此兩個班級為計畫主持人任教班級，該兩個班級在其八年級時已接受本計畫發展之”溫度與熱”、”力與壓力”兩單元教材授課。

表3-7：

力矩與轉動授課班級

|      |       |       |
|------|-------|-------|
| 班級   | 904   | 905   |
| 人數   | 30    | 29    |
| 授課教師 | 張 0 琦 | 張 0 琦 |

以下以單元五-活動一：不同類型槓桿探討為例進行說明，該活動之活動內容與活動目標、5E、多重表徵等之對照表如表 3-8 所示。

表 3-8：

單元五活動一之活動內容與活動目標、5E、多重表徵對照表

| 活動內容 | 活動目標                     | 5E       | 多重表徵                           |
|------|--------------------------|----------|--------------------------------|
| 前言   | 引起動機                     | 參與       | 文字表徵、圖示表徵、<br>實物操作表徵           |
| 任務一  | 探討施力臂與抗力臂的<br>變化影響施力大小   |          |                                |
| 任務二  | 探討不同類型槓桿使用<br>時的特性       | 探究       | 文字表徵、<br>圖示表徵、實物操作表徵           |
| 任務三  | 探討不同類型槓桿使用<br>時的特性       | 解釋       | 力圖表徵、數學表徵<br>文字表徵              |
| 任務四  | 探討生活中槓桿應用工<br>具的使用情形     | 探究<br>解釋 | 力圖表徵、數學表徵<br>文字表徵              |
| 小試身手 | 將任務一~任務四所學的<br>概念應用到新情境中 | 精緻化      | 表格表徵、圖示表徵<br>力圖表徵、數學表徵<br>文字表徵 |

首先，如圖 3-15、3-16 所示，以長桿挑書包活動作為前言和任務一，引導學生探討施力臂與抗力臂的變化影響施力大小，用以引起學生的參與動機。在 5E 探究式策略中屬於參與階段，應用到的表徵除了文字描述、圖片展示外，也讓學生們自己動作操作，使用到實物操作表徵。

前言：取一個長桿當作槓桿（如掃把、竹竿等），將此槓桿放在肩膀上，並以一手撐住槓桿的一端，防止槓桿掉落。將一重物（如書包等）掛在另一端。試著改變槓桿在肩膀的位置，使手到肩膀的距離改變，感受施力大小的變化。



圖3-15：前言

一、上述三種撐住書包的方式中，哪一種雙手施力較小？哪一種雙手施力較大？為什麼？

| 小隊討論 | 老師統整 |
|------|------|
|      |      |

圖3-16：任務一

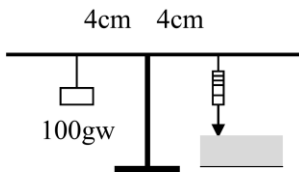
任務二，如圖3-17，以文字和圖示引導學生進行實物操作(文字/圖示/實物表徵)，藉此探討三種不同類型槓桿使用時，省費力或省費時情形。此階段為5E中的探究階段。學生除了將數據紀錄在圖示表徵外，在任務三(圖3-18、圖3-19)須將三種類型槓桿使用時的力圖畫出，並以數學關係和文字描述，說明槓桿使用時的特徵(力圖/數學/文字表徵)。此外，教師亦引導學生歸納三種類型槓桿適用的特色，此為5E階段中的解釋階段。

任務四、如圖3-20，再一次進行5E 中的探究與解釋階段，並利用生活中常見的工具(槓桿應用)，引導學生再一次探討不同類型槓桿應用情形，學生須將給予的每一個工具，畫出力圖，並以數學關係和文字描述，說明工具使用時的特徵(實物/力圖/數學/文字表徵)。

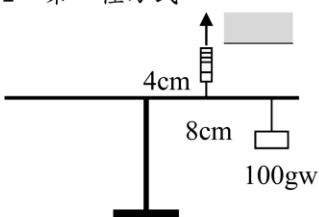
最後，如圖3-21，小試身手則是讓學生可以應用先前所學的概念，為5E 中的精緻化階段。

二、將 100gw 的重物(W)並依下圖三種不同方式掛在槓桿上，並依圖示中的距離以彈簧稱施力(F)使槓桿維持平衡，將讀數記錄下來，並解釋所得結果：

1、第一種方式



2、第二種方式



3、第三種方式

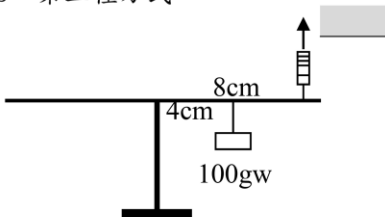



圖3-17：任務二

三、將上述三個平衡的範例之轉軸( $\Delta$ )、施力(F)、施力臂( $R_F$ )、物重(W)、抗力臂( $R_W$ )等資訊畫/標示在下圖寫出施力、施力臂、抗力、抗力臂之間的關係。並解釋為何有些施力大於物重、有些施力小於物重？


圖3-18：任務三-1



1、第一種方式：轉軸在中間。

| 力圖  | 數學關係、特色描述  |
|---|--|
|  | (1) _____ × _____ = _____ × _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力<br>(4) 特色： _____ |
| 例如：   |  |

2、第二種方式：施力點在中間。

| 力圖  | 數學關係、特色描述  |
|---|--|
|  | (1) _____ × _____ = _____ × _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力；亦即 _____。<br>(4) 特色： _____ |
| 例如：   |  |

3、第三種方式：抗力點在中間。



| 力圖  | 數學關係、特色描述  |
|---|--|
|  | (1) _____ × _____ = _____ × _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力；亦即 _____。<br>(4) 特色： _____ |
| 例如：   |  |

圖3-19：任務三-2




四、請同學針對桌面上的數種工具討論，分別有什麼優缺點？(先簡略畫出工具使用時的力圖，即先確認轉軸( $\Delta$ )、施力( $F$ )、施力臂( $R_F$ )、物重( $W$ )、抗力臂( $R_W$ )等資訊)


#### 1、起釘桿

| 力圖  | 數學關係                   | 文字描述                            |
|---|------------------------|---------------------------------|
|  | 施力臂____抗力臂<br>施力____抗力 | 類型：____在中間；<br>特色：____<br>_____ |

#### 2. 瓶蓋起子

| 力圖  | 數學關係                   | 文字描述                   |
|---|------------------------|------------------------|
|  | 施力臂____抗力臂<br>施力____抗力 | 類型：____在中間；<br>特色：____ |

#### 3. 麵包夾

| 力圖  | 數學關係                   | 文字描述                   |
|---|------------------------|------------------------|
|  | 施力臂____抗力臂<br>施力____抗力 | 類型：____在中間；<br>特色：____ |

#### 4. 大型釘書機


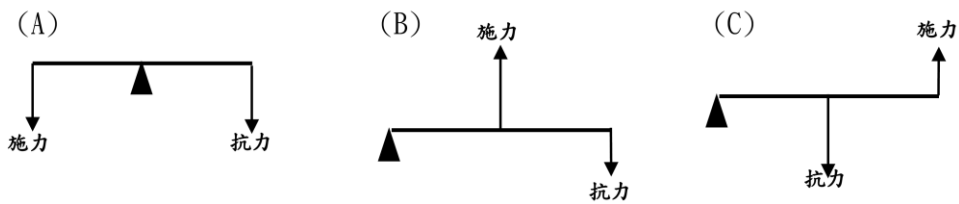
| 力圖  | 數學關係                   | 文字描述                   |
|---|------------------------|------------------------|
|  | 施力臂____抗力臂<br>施力____抗力 | 類型：____在中間；<br>特色：____ |

圖3-20：任務四

#### 小試身手 4：

1、「轉軸在一端的槓桿，當槓桿維持平衡時施力臂小於抗力臂」。這個槓桿在使用時，其受力情形應為下列何項？(槓桿重量可忽略不計)



2、下表為使用某機械將物體抬升時，物重(W)和施力(F)的關係，由此表可推論，該機械使用時的力圖是下列哪一個(不考慮阻力)？

|   | 施力(gw) | 施力臂(cm) | 抗力(gw) | 抗力臂(cm) |
|---|--------|---------|--------|---------|
| 1 | 60     | 20      | 30     | 40      |
| 2 | 120    | 20      | 60     | 40      |

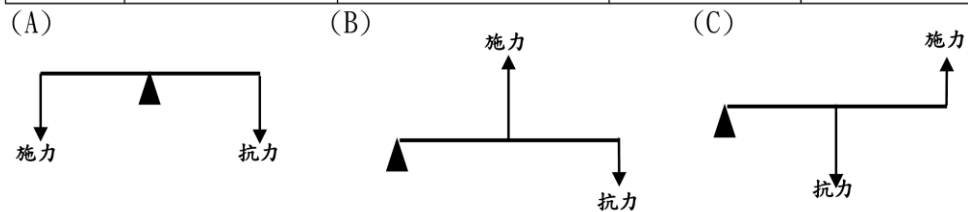
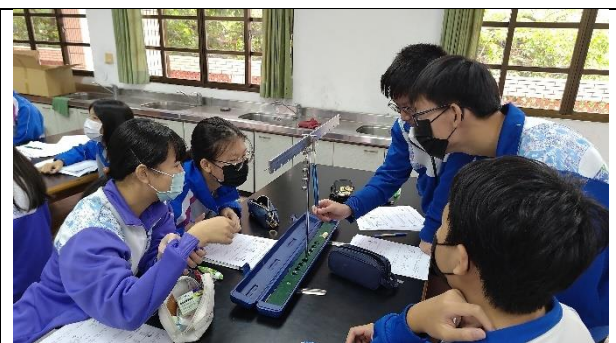


圖3-21：小試身手



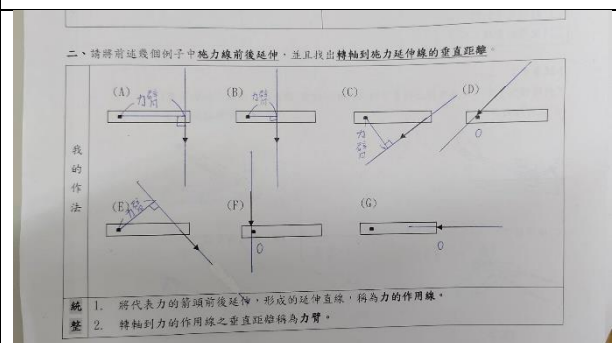
力矩與轉動上課-1



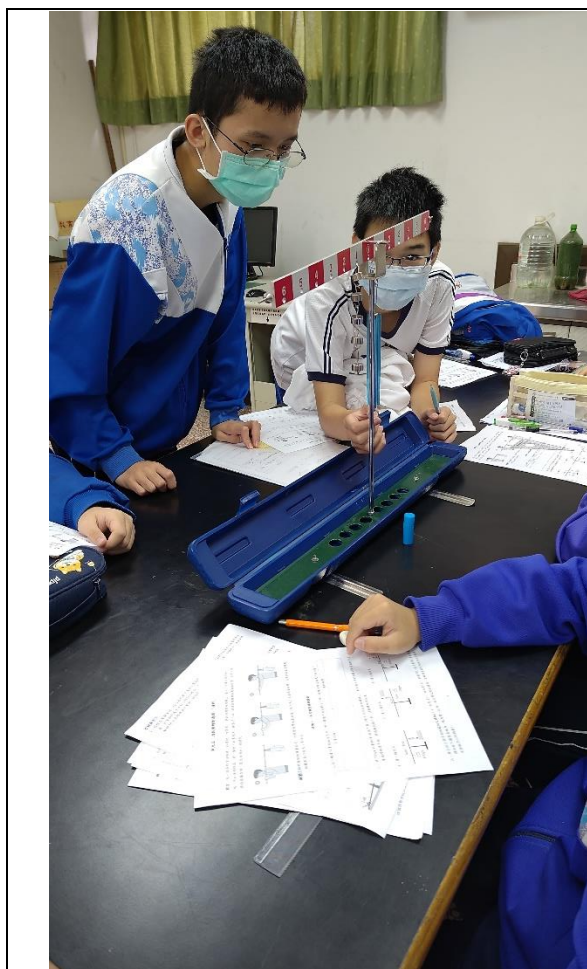
力矩與轉動上課-2



力矩與轉動上課-3



力矩與轉動活動單-11



力矩與轉動上課-4

1、第一種方式：轉軸在中間。

| 力圖  | 數學關係、特色描述   |
|---|---|
|   | (1) 施力 $\times$ 施力臂 = 抗力 $\times$ 抗力臂<br>(2) 施力臂 = 抗力臂<br>(3) 施力 = 抗力<br>(4) 特色：改變施力方向。 |
| 1. 不省力不費力<br>例如：剪刀、樹枝剪、剪布刀。<br>2. 省力費時<br>3. 費力省時 |   |

2、第二種方式：抗力點在中間。

| 力圖                | 數學關係、特色描述  |
|-------------------|--|
|                   | (1) 施力 $\times$ 施力臂 = 抗力 $\times$ 抗力臂<br>(2) 施力臂 > 抗力臂<br>(3) 施力 < 抗力；亦即 省力、費時。<br>(4) 特色：省力、費時。 |
| 例如：拔釘刀、大釘書機、瓶蓋起子。 |  |

3、第三種方式：施力點在中間。

| 力圖               | 數學關係、特色描述  |
|------------------|--|
|                  | (1) 施力 $\times$ 施力臂 = 抗力 $\times$ 抗力臂<br>(2) 施力臂 < 抗力臂<br>(3) 施力 > 抗力；亦即 費力、省時。<br>(4) 特色：費力、省時。 |
| 例如：夾子、筷子、掃把、釣魚竿。 |  |

力矩與轉動活動單-2

2、第二種方式：抗力點在中間。

| 力圖                | 數學關係、特色描述  |
|-------------------|--|
|                   | (1) 施力 $\times$ 施力臂 = 抗力 $\times$ 抗力臂<br>(2) 施力臂 > 抗力臂<br>(3) 施力 < 抗力；亦即 省力、費時。<br>(4) 特色：省力、費時。 |
| 例如：拔釘刀、大釘書機、瓶蓋起子。 |  |

3、第三種方式：施力點在中間。

| 力圖               | 數學關係、特色描述  |
|------------------|--|
|                  | (1) 施力 $\times$ 施力臂 = 抗力 $\times$ 抗力臂<br>(2) 施力臂 < 抗力臂<br>(3) 施力 > 抗力；亦即 費力、省時。<br>(4) 特色：費力、省時。 |
| 例如：夾子、筷子、掃把、釣魚竿。 |  |

力矩與轉動活動單-3

小試身手 3：

如圖片所示，有一個農夫用肩膀扛著鋤頭，且他的手握木柄末端處（木柄重量不計）。若農夫在手對木柄的作用力為  $F_1$ ，肩膀對木柄的作用力為  $F_2$ ，鋤頭的重量為  $W$ ，則：

1、以上圖粗黑線段為木柄（橫桿），以肩膀對木柄的作用力  $F_2$  為施力，以鋤頭的重量  $W$  為抗力，農夫左手施力處為轉軸，畫出「農夫扛鋤頭時，木柄所受的力圖」，並標示出  $\Delta$ （轉軸）、 $F_1$ （施力）、 $R_1$ （施力臂）、 $W$ （抗力）、 $R_2$ （抗力臂）等資訊。

2、依據上面的圖片和力圖，肩膀對木柄的作用力  $F_2$  與鋤頭的重量  $W$  的比例關係為何？

（本題是問肩膀的作用力  $F_2$  和鋤頭重量  $W$  的比例，不是問左手的作用力  $F_1$  和鋤頭重量  $W$  的比例）

答案： $F_2 : W = 8 : 3$

力矩與轉動活動單-4

## 五、發展第四套教材-開花植物的有性生殖單元

在開花植物的有性生殖教材中，共有六個任務，如附件二，分別是：花的構造、花粉的形狀&特色、花粉的傳播媒介、子房內胚珠著生情形、受精作用、吃水果學科學，這六個任務的設計以5E探究教學策略為流程主軸，融合了多元表徵的呈現與轉譯促使學生的學習以學生為中心且不侷限在單一表徵。

開花植物的有性生殖教材選取兩個班級授課，如表3-9所示，授課的兩位教師為首次參與本計畫，也是首次自行設計活動單。

以下是教材設計說明，如表3-10所示，在E1(參與)階段，以引起學生學習的動機與好奇心為目標，使用的表徵有實物、圖片、影片等；E2(探究)階段，延續E1引起的好奇心，利用動手操作或影片、圖片等多元方式來讓孩子探索觀察，藉以得到好奇或疑惑的解答；E3(解釋)階段，先讓孩子分組提出探索觀察的結果，並提醒結果必須以多元的方式呈現，如畫圖、文字說明，列表比較等，如果孩子的探索結果與科學社群雷同，那麼只需要引介專有名稱，但如果孩子探索的結果與科學社群的認知有大差距，必須引導孩子再一次深入探索觀察；E4(精緻化)階段，給予新的情境，這裡通常選擇圖文搭配的會考歷屆試題作為教材內容，讓孩子有機會使用習得概念解決問題，對概念產生信心；E5(評量)階段，形成性評量，讓孩子與教學者能明確評估概念習得情形，這裡也是選用圖文搭配的題目來做為教材。

表3-9：

開花植物的有性生殖授課班級

|      |       |       |
|------|-------|-------|
| 班級   | 701   | 704   |
| 人數   | 25    | 30    |
| 授課教師 | 鍾 O 橋 | 廖 O 慧 |

表 3-10：

開花植物的有性生殖活動內容、5E、多重表徵對照表

| 任務別 | 5E 探究教學策略 | 活動內容                                       | 多重表徵        |
|-----|-----------|--|-------------|
| 任務一 | E1 參與     | 引發好奇，為什麼各種植物的花長得不一樣？                       | 實物、圖片       |
|     | E2 探究     | 利用五感比較三種植物花的構造，仔細找出異同處                     | 實物、圖片、文字、表格 |
|     | E3 解釋     | 統整各組發現，連結科學社群的發現                           | 文字、表格       |
| 任務二 | E1 參與     | 引發好奇，預測各種植物的花粉是否長得一樣，花粉一樣不一樣有什麼特殊意義呢？      | 文字          |
|     | E2 探究     | 利用顯微鏡觀察三種植物的花粉                             | 實物          |
|     | E3 解釋     | 畫出花粉、描述它的特殊處、猜測這些特殊處的功能性，並統整各組發現，連結科學社群的發現 | 圖片、文字、表格    |
|     | E4 精緻化    | 判斷實驗結論的對與錯                                 | 文字          |
| 任務三 | E1 參與     | 引發好奇，先猜測花粉傳播媒介                             | 文字          |
|     | E2 探究     | 觀察風媒花、蟲媒花，引導比較差異                           | 圖片、表格、文字    |
|     | E3 解釋     | 推論媒介不同的花，多樣差異，這些差異的意義何在                    | 圖片、文字       |
| 任務四 | E1 參與     | 觀察西瓜與種子                                    | 影片          |
|     | E2 探究     | 利用解剖顯微鏡觀察三種植物胚珠著生情形                        | 實物、圖片、文字、表格 |
|     | E3 解釋     | 統整各組發現，連結科學社群的發現                           | 圖片、文字       |
| 任務五 | E1 參與     | 利用人類的有性生殖，類比開花植物的有性生殖，引發好奇，植物的精卵如何結合？      | 圖片、文字       |
|     | E2 探究     | 觀賞胚珠內受精過程的影片，並利用畫圖和文字說平來表示這個過程             | 影片、圖片、文字    |
|     | E3 解釋     | 統整各組發現，連結科學社群的發現                           | 圖片、文字       |
|     | E4 精緻化    | 能否辨識植物生殖器官內的受精過程                           | 圖片、文字       |
| 任務六 | E1 參與     | 預測或憑經驗畫出水果切開的樣子                            | 圖片、文字       |
|     | E2 探究     | 計數各種水果切開前後果實、種子的數量，推論出子房、胚珠的數量             | 實物、表格       |
|     | E3 解釋     | 統整各組發現，連結科學社群的發現                           | 文字          |
|     | E4 精緻化    | 能判斷其他種植物的果實、種子、子房、胚珠的情形                    | 圖片、文字       |
|     | E5 評量     | 形成性評量，評估學習進程                               | 圖片、文字       |





植物的有性生殖-1



植物的有性生殖-2



植物的有性生殖-3



植物的有性生殖-4



植物的有性生殖-5



植物的有性生殖-6

植物的有性生殖-7

## 植物的有性生殖-8

## 植物的有性生殖-9

[開花植物的有性生殖 8-7]

## 植物的有性生殖-10



## 六、辦理科學闖關活動

本計畫為活化本校自然領域教學、提升教師們科學素養導向教學、培養學生「符號運用與溝通表達」與「人際關係與團隊合作」等核心素養，除發展教材進行教學外；同時也舉辦年度科學闖關活動。

如圖3-22所示，本次科學闖關活動除領域內所有8位教師指導11個理化/生物 關卡外，另科技領域亦提供1個關卡。此外，英文領域在過去幾年來觀看自然領域辦理科學闖關的成效，今年也提出一起參與的想法，總計英文領域7位教師提供了5個英文闖關關卡。總計本次闖關共17個關卡。關卡由八年級學生擔任關主，17個關卡共65位學生關主；而闖關的參與者則是全校七年級學生，總計七個班級，183位學生闖關。

### 南投縣立延和國民中學 112 學年度 趣味科學暨英語日 闖關活動

一、活動目的：融合科學原理與動手做的科學遊戲，培養學生解決問題與表達溝通等關鍵能力；並透過體驗科學的實用與趣味，激發學生自然科學學習動機與信心。

二、活動時間：113 年 06 月 04 日(星期二)下午 13：10~16：30

三、活動方式：由自然科老師指導學生設計 11 個科學闖關活動、科技領域設計 1 個關卡、英文領域設計 5 個關卡，讓全一年級同學分兩梯次進行科學闖關活動，分梯時程如下：

#### 1、第一梯次(18 隊) 13：10 集合，13：25~14：45 闖關

|       |          |          |          |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 班級    | 701      | 702      | 706      | 707      |
| 人數/隊數 | 25 人/5 隊 | 25 人/5 隊 | 16 人/3 隊 | 27 人/5 隊 |

#### 2、第二梯次(18 隊) 14：30 集合，14：50~16：10 闖關

|       |          |          |          |
|-------|----------|----------|----------|
| 班級    | 703      | 704      | 705      |
| 人數/隊數 | 30 人/6 隊 | 30 人/6 隊 | 30 人/6 隊 |

四、注意事項：

圖3-22：科學闖關計畫



闖關活動-1



闖關活動-2



闖關活動-3



闖關活動-4



闖關活動-5



闖關活動-6



闖關活動-7



闖關活動-8

## 肆、目前完成進度

- 一、組織教師實務社群(已完成)
- 二、推廣溫度與熱單元教材至全校八年級授課(已完成)
- 三、推廣力與壓力單元教材至全校八年級授課(進行中)
- 四、發展力矩與轉動單元教材，並選取兩個班級試教(已完成)
- 五、發展生物科-植物的有性生殖單元教材，並選取兩個班級試教(已完成)
- 六、辦理科學闖關活動(與英文領域、科技領域合辦)(已完成)

## 伍、預定完成進度

- 一、繼續完成力與壓力單元授課
- 二、辦理兩場社群精進研習(6/21理化、6/27生物)
- 三、收集並分析教師與學生心得與反思
- 四、完成結案報告

## 陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- 一、參與教師反應依照教材上課，課會上不完
- 二、雖共備，但因新參與教師對於教材的熟悉度與教材精神之認知較低，影響到課程進行的流暢。
- 三、參與教師反應僅靠每週三節正課難以執行此教材



### 單元一：轉動

**前言：**物體的運動除了移動外還有轉動。日常生活中轉動的例子也很多，但怎樣的運動情形可以說是轉動呢？

一、下列幾個例子中，哪些可以說是轉動呢？

| 我的想法  | 小組討論(為什麼?) | 老師講解                                    |
|---|------------|---|
| <input type="checkbox"/> 使用螺絲起子<br><input type="checkbox"/> 玩翹翹板<br><input type="checkbox"/> 打開水龍頭開關<br><input type="checkbox"/> 打開教室的門<br><input type="checkbox"/> 使用釘書機 |            | 轉動：<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____ |

二、請同學回頭想想幾個敘述中，哪些例子可說是有轉動？且其轉軸在哪裡？

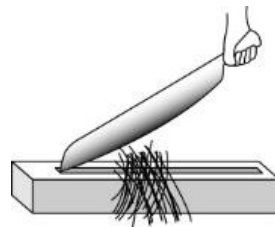
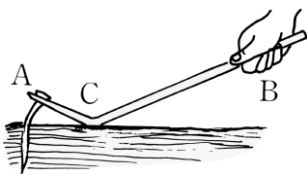
| 我的想法  | 小組討論 | 老師講解                                    |
|---|------|---|
| <input type="checkbox"/> 使用螺絲起子<br><input type="checkbox"/> 玩翹翹板<br><input type="checkbox"/> 打開水龍頭開關<br><input type="checkbox"/> 打開教室的門<br><input type="checkbox"/> 使用釘書機 |      | 轉動：<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____ |

### 小試身手：

下列幾個例子中，哪些有轉動現象？轉軸又在哪裡呢(請在圖上標示出軸的位置)？

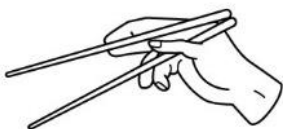
(A)使用起釘桿

(B)使用中藥材鋤刀

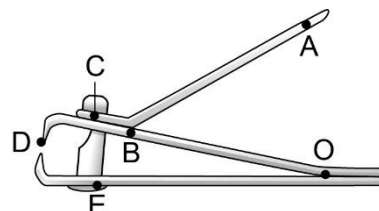


(C)使用筷子

(D)使用指甲剪



筷子

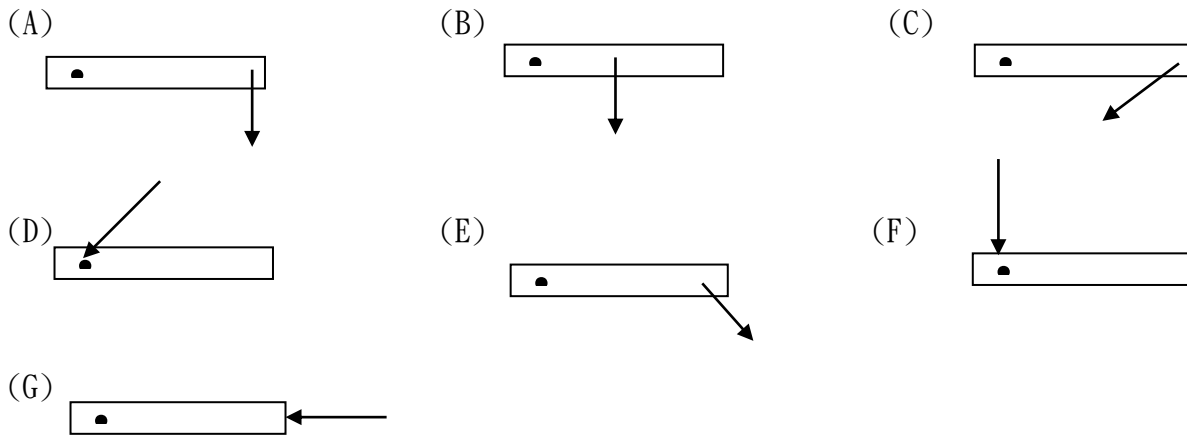


## 單元二：如何使靜止的物體轉動起來

**前言：**開關門是生活中最常見的轉動現象之一，那到底要如何才能使門從靜止開始轉動呢？

又有哪些因素會影響門轉動的難易程度呢？

一、以下列七種不同的方式對門施力（如下圖，圖中黑點●是門軸），哪些施力方式可以使門從靜止開始轉動起來呢？



| 小組討論 | 老師講解 |
|------|------|
|      |      |

二、請將前述幾個例子中施力線前後延伸，並且找出轉軸到施力延伸線的垂直距離。

|      |  |
|------|--|
| 我的作法 | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>(A)<br/></div> <div>(B)<br/></div> <div>(C)<br/></div> <div>(D)<br/></div> </div> |
|      | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>(E)<br/></div> <div>(F)<br/></div> <div>(G)<br/></div> </div>                     |
| 統整   | <ol style="list-style-type: none"> <li>將代表力的箭頭前後延伸，形成的延伸直線，稱為<b>力的作用線</b>。</li> <li>轉軸到力的作用線之垂直距離稱為<b>力臂</b>。</li> </ol>                           |

三、同學有沒有發現，上述幾個例子都有施力，但是將門轉動與不轉動的例子分開，同學有沒有發現什麼差別？

| 小組討論 | 老師講解 |
|------|------|
|      |      |

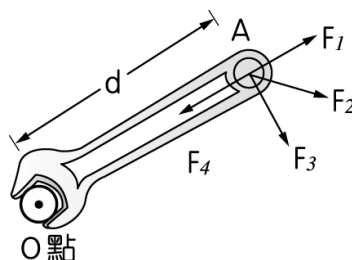
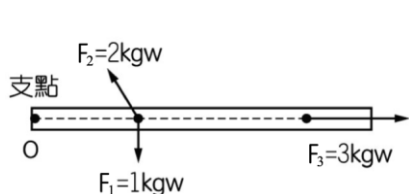
四、所以，我們可以知道如果要使物體從靜止開始轉動，一定要具備哪些物理量呢？

| 小組討論 | 老師講解 |
|------|------|
|      |      |

### 小試身手：

1、木棒一端固定但可自由轉動，受三力  $F_1$ 、 $F_2$  與  $F_3$  的作用如圖。若三力對支點（轉軸）O 的力臂分別為  $d_1$ 、 $d_2$  與  $d_3$ ，則下列大小關係何者正確？

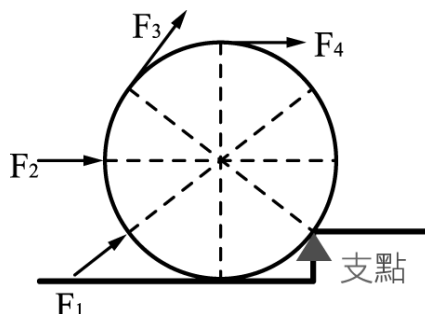
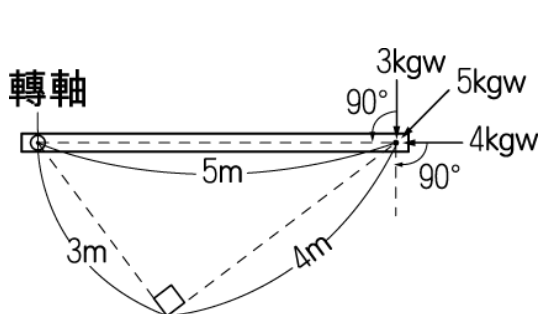
(A)  $d_3 > d_2 > d_1$  (B)  $d_3 > d_2 = d_1$  (C)  $d_1 > d_2 > d_3$  (D)  $d_2 > d_1 > d_3$ 。



2、如圖所示的螺絲扳手，在 A 點施以大小相同，但方向各異的四個力時，哪一個力對 O 點所產生的力臂最長？ (A)  $F_1$  (B)  $F_2$  (C)  $F_3$  (D)  $F_4$ 。

3、如圖為一扇具有轉軸的門之俯瞰圖，這個門同時受到三個力（3 kgw、5 kgw、4 kgw）的作用，此三個作用力的力臂分別為何？

答：3kgw 的力臂為\_\_\_\_\_；4kgw 的力臂為\_\_\_\_\_；5kgw 的力臂為\_\_\_\_\_

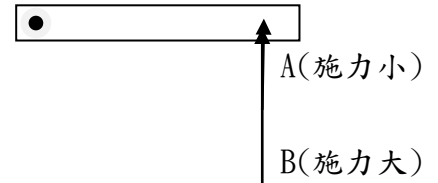


4、將一球推上臺階，分別施以四個力為  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ ，推的過程中只有單純的滾動，如附圖，此四個作用力的力臂分別為何？(請畫出並標示)

### 單元三：力矩改變了轉動狀態！

**前言：**經過上一個單元的探討，同學已經知道要使物體（門）從靜止開始轉動，除了**施力**外還需要**力臂**，那麼施力大小和力臂如何影響物體（門）轉動的效果呢？讓我們一起來探討吧！

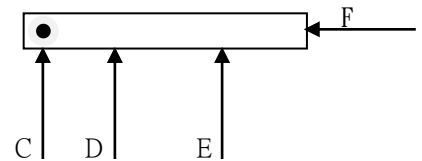
一、在門把上以垂直門把的方向，分別以大小不同的力量推門，則門的轉動情形有沒有差別阿？哪種方式轉動效果較好？(黑點是門軸位置)



| 小組討論                        | 老師講解                        |
|-----------------------------|-----------------------------|
| _____的施力轉動效果較好；<br>原因：_____ | _____的施力轉動效果較好；<br>原因：_____ |

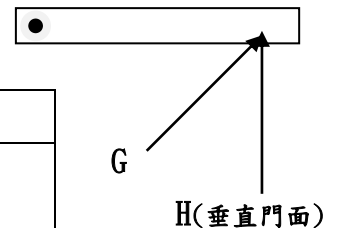
二、分別從 C、D、E、F 四個不同位置（垂直地）用相同的力氣推動門，門的轉動情形有沒有差別阿？哪種方式轉動效果較好？（黑點是門軸位置）

備註：C 施力點在門軸上  
DE 施力點離門軸有不同距離  
F 施力點在門緣上



| 小組討論                        | 老師講解                        |
|-----------------------------|-----------------------------|
| _____的施力轉動效果較好；<br>原因：_____ | _____的施力轉動效果較好；<br>原因：_____ |

三、在門把，以不同角度（不同方向）但大小相同的力推動門，門的轉動情形有沒有差別阿？哪種方式轉動效果較好？



| 小組討論                        | 老師講解                        |
|-----------------------------|-----------------------------|
| _____的施力轉動效果較好；<br>原因：_____ | _____的施力轉動效果較好；<br>原因：_____ |

**統整：**從以上活動可以知到**施力愈大、力臂越長**，門的轉動效果越好。那其實這些都是由同一個觀念下，延伸出來的，我們現在就要來回歸到影響轉動最主要的因素：**力矩**

## 統整：有關力矩

一、什麼是力矩：力矩是影響轉動的主因，由施力大小和力臂長短共同決定。如果力矩大，就容易使門從靜止開始轉動，且力矩是一個向量（有大小和方向）

二、力矩大小為：力矩＝\_\_\_\_\_（單位：\_\_\_\_\_）

1、力就是我們上面活動中的施力大小，施力愈大，力矩愈\_\_\_\_\_，愈容易轉動。

2、力臂（力的作用線到轉軸的垂直距離）越長，力矩也越\_\_\_\_\_，越容易讓門轉動。

3、力的作用線通過轉軸時，力臂為零，所以力矩為\_\_\_\_\_，無法使門轉動。

### 小試身手：

1、如下圖所示，桂華施一 10kgw 的力以不同方向（甲乙丙）推一門，且她的施力點距門軸 0.5m（提示：依序畫出轉軸、力作用線、力臂，再找出各力矩的大小、方向以及力矩合）

(1) 哪些力量可以使門轉動？

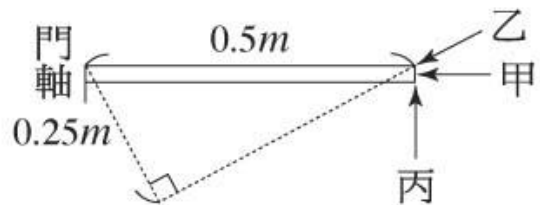
答：\_\_\_\_\_

(2) 哪一個力量產生轉動效果最大？大小為何？

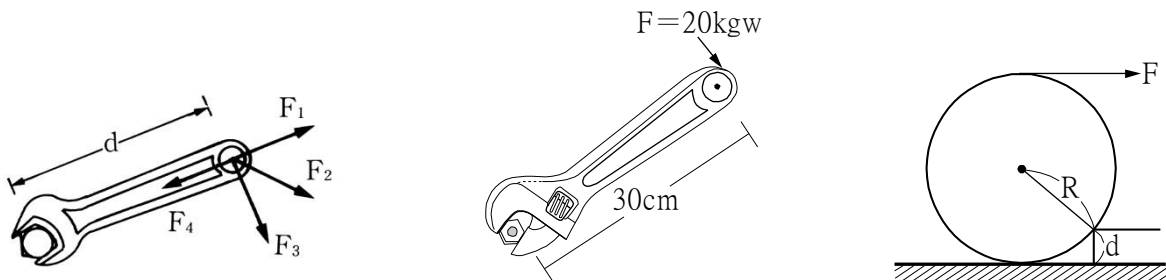
答：\_\_\_\_\_

(3) 同時以甲乙丙施力推門時，門所受到的力矩合為多少？

答：\_\_\_\_\_ kgw · m。



2、如附圖所示，扳手上各力的大小均相同，各力皆單獨施於扳手上，比較各力所產生的力矩，下列敘述何者正確？(A)  $F_1$  所產生的力矩最大 (B)  $F_1$  所產生的力矩等於  $F_1$  與  $d$  的乘積 (C)  $F_4$  所產生的力矩為零 (D)  $F_2$  所產生的力矩大於  $F_3$  所產生的力矩



3、心萍使用扳手將鬆掉的螺絲鎖緊，如附圖所示。心萍施力大小為 20 公斤重，力臂的長度為 30 公分，則產生的力矩大小為多少 kgw · m？ (A) 600 (B) 60 (C) 6 (D) 0.6

4、如附圖，一半徑為  $R$  的圓球，在其頂端施力為  $F$ ，使其滾過高為  $d$  之的台階，則施力造成的力矩為何？ (A)  $F \times 2R$  (B)  $F \times (R+d)$  (C)  $F \times (2R+d)$  (D)  $F \times (2R-d)$



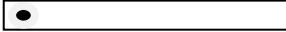
## 單元四：合力矩與槓桿原理

### 活動一、合力矩

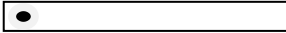
**前言：**在之前的活動同學已經學會力矩，也瞭解到力矩是造成轉動的物理量，其成分包括施力與力臂；也學習到力矩是有方向性的。接下要請同學再思考一些問題，同學很喜歡在下課的時候，站在教室門的內外兩邊，互推，沒錯吧！那～請問：（備註：在門兩側互推是危險的行為唷）

一、有兩個人，分別站在門的兩側，如果：

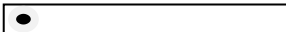
1. 分別推門的正反面，是不是只要力量一樣，就能使原本靜止的門靜止不轉動呢？

| 畫出力圖  | 數學關係 | 老師統整 |
|---|------|------|
|  |      |      |

2. 一個人推門的正面，另一個人推門的反面，且推的位置離門軸一樣遠，施力都垂直門面，他們可以讓原本靜止的門繼續保持靜止嗎？施力誰比較大呢？

| 畫出力圖  | 數學關係 | 老師統整 |
|---|------|------|
|  |      |      |

3. 一個人推門的正面，另一個人推門的反面，離轉軸距離不同，施力都垂直門面，請問，他們可以讓門靜止嗎？誰的施力比較大？

| 畫出力圖  | 數學關係 | 老師統整 |
|---|------|------|
|  |      |      |

4. 如果有一扇旋轉門很重、很難推動，那兩個人要怎麼合作才能順利地把門推開？為什麼？

| 小組討論 | 老師講解 |
|------|------|
|      |      |

**統整：**

- 當物體同時受到數個力矩作用時，如果轉動方向相同，則彼此相加；如果轉動方向相反，則彼此相減，這樣所得到的力矩，稱為**合力矩**
- 如果合力矩等於零，表示使物體順時鐘方向轉動的力矩等於使物體逆時鐘方向的力矩，可使物體不轉動，處於**轉動平衡**的狀態。

## 活動二、槓桿原理




一、如果已經在槓桿左邊掛上砝碼，不過，不想在放手後槓桿發生轉動，該怎麼做？

| 小隊討論 | 老師統整 |
|------|------|
|      |      |

二、請同學依照下表中的資料，以彈簧秤在槓桿右側施力嘗試維持槓桿的水平(位置與砝碼重量依照表格中的數據)，並將彈簧讀數紀錄在下表。

| 實驗<br>次數 | 轉軸左邊          |                  | 轉軸右邊          |                  |
|----------|---------------|------------------|---------------|------------------|
|          | 砝碼重量 $W$ (gw) | 至轉軸距離 $R_W$ (cm) | 施力大小 $F$ (gw) | 至轉軸距離 $R_F$ (cm) |
| 1        | 40            | 4                |               | 4                |
| 2        | 40            | 8                |               | 4                |
| 3        | 80            | 4                |               | 16               |

三、分別完成上述三次槓桿的操作，槓桿維持平衡時的力圖與數學關係

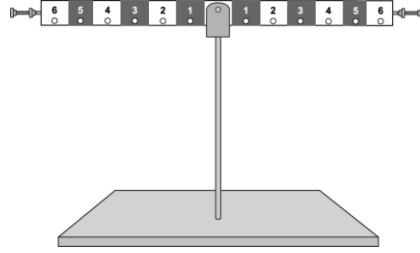
| 力圖   | 數學關係/文字描述 |
|--|-----------|
| 第一次<br> |           |
| 第二次<br> |           |
| 第三次<br> |           |

統整：

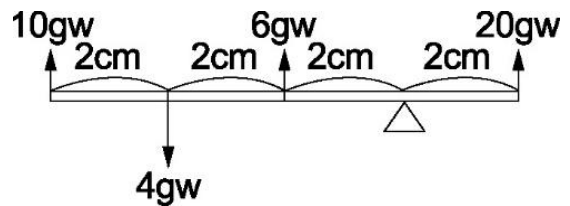
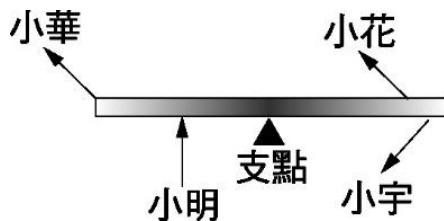
- 1、槓桿平衡時，作用在槓桿上的各力矩總和為零；亦即讓槓桿順時針轉動的力矩大小，等於讓槓桿逆時針轉動的力矩大小。這種現象(關係)稱為槓桿原理。
- 2、若將槓桿一端的作用力稱為「施力」，其力臂為「施力臂」；另一端的作用力則稱為「抗力」，其力臂為「抗力臂」。則槓桿平衡時：**施力 × 施力臂 = 抗力 × 抗力臂**

### 小試身手：

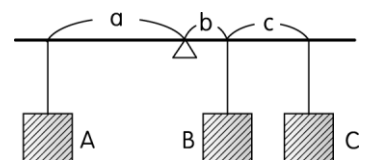
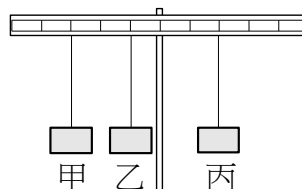
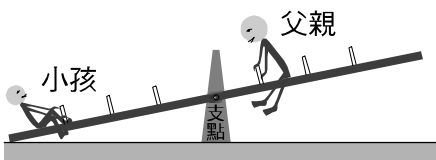
- 1、琳琳在實驗室將一均勻長尺置於支架上製成簡易槓桿，將左、右臂各劃分刻度成六個等距單位長，於每個刻度下方釘入相同小掛勾，再調整使槓桿維持水平靜止狀態，如圖所示，並且準備數個 10 公克砝碼進行實驗，試回答下列問題：



- ( ) (1) 若在左臂刻度 6 掛上 2 個砝碼，下列何種方法無法使槓桿維持平衡？ (A) 在右臂刻度 4 掛上 3 個砝碼 (B) 在右臂刻度 3 掛上 4 個砝碼 (C) 在右臂刻度 2 掛上 6 個砝碼 (D) 在右臂刻度 1 掛上 8 個砝碼。
- ( ) (2) 若在左臂刻度 5 掛上 2 個砝碼、刻度 3 掛上 2 個砝碼，則必須在右臂刻度 4 掛上多少個砝碼才能維持平衡？ (A) 2 個 (B) 3 個 (C) 4 個 (D) 5 個。
- ( ) (3) 若在右臂刻度 5 掛上 4 個砝碼、在左臂刻度 4 掛上 3 個砝碼，必須在左臂刻度 2 掛上多少個砝碼才能使槓桿維持平衡？ (A) 1 個 (B) 2 個 (C) 3 個 (D) 4 個。
- 2、( ) 有四位學生對同一槓桿施力，如附圖所示。試問哪一位學生施力所產生的力矩的方向與其他三人不同？ (A) 小明 (B) 小華 (C) 小花 (D) 小宇

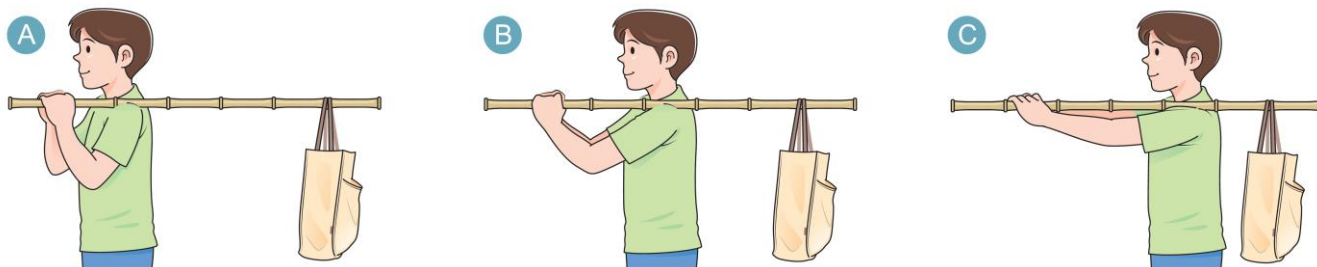


- 3、( ) 如附圖為一木尺受到各力作用，求此木尺所受的合力矩大小為多少？  
(A)  $32 \text{ gw} \cdot \text{cm}$  (B)  $16 \text{ gw} \cdot \text{cm}$  (C)  $32 \text{ gw} \cdot \text{cm}$  (D)  $8 \text{ gw} \cdot \text{cm}$
- 4、( ) 如附圖所示，蹺蹺板左端著地呈靜止，不考慮蹺蹺板的重量，小孩重量  $35 \text{ kgw}$  距支點  $40 \text{ cm}$ ，父親重量  $60 \text{ kgw}$  距支點  $20 \text{ cm}$ 。則下列敘述何者錯誤？ (A) 小孩產生的力矩大於父親產生的力矩 (B) 合力矩  $= 0 \text{ kgw} \cdot \text{cm}$  (C) 父親重力對支點而言，將造成順時鐘方向的力矩 (D) 支點處的支撐力為  $95 \text{ kgw}$  向上
- 5、( ) 有  $2 \text{ kg}$ 、 $6 \text{ kg}$ 、 $10 \text{ kg}$  砝碼各 1 個，今欲使圖中的槓桿達成平衡，則甲、乙、丙分別為多少  $\text{kg}$ ？ (A)  $10$ 、 $6$ 、 $2$  (B)  $10$ 、 $2$ 、 $6$  (C)  $6$ 、 $2$ 、 $10$  (D)  $2$ 、 $6$ 、 $1$
- 7、( ) 有一轉軸在中間的槓桿，掛有質量相等的 A、B、C 三物體，其間之距離如圖所示時，可成平衡狀態，則下列何者正確？  
(A)  $a = b + c$  (B)  $2a = b + c$  (C)  $a = b + 2c$  (D)  $a = 2b + c$ 。



## 單元五 力矩與轉動應用-「槓桿」

**前言：**取一個長桿當作槓桿（如掃把、竹竿等），將此槓桿放在肩膀上，並以一手撐住槓桿的一端，防止槓桿掉落。將一重物（如書包等）掛在另一端。試著改變槓桿在肩膀的位置，使手到肩膀的距離改變，感受施力大小的變化。



**統整：**雖然重物的重量固定，但改變力臂的長短後，施力大小也會跟著改變，這是因為能否舉起物體是由力矩大小來決定。

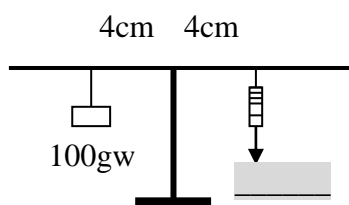
### 活動一、不同類型槓桿探討

一、上述三種撐住書包的方式中，哪一種雙手施力較小？哪一種雙手施力較大？為什麼？

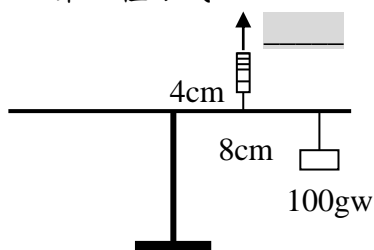
| 小隊討論 | 老師統整 |
|------|------|
|      |      |

二、將 100gw 的重物(W)並依下圖三種不同方式掛在槓桿上，並依圖示中的距離以彈簧稱施力(F)使槓桿維持平衡，將讀數記錄下來，並解釋所得結果：

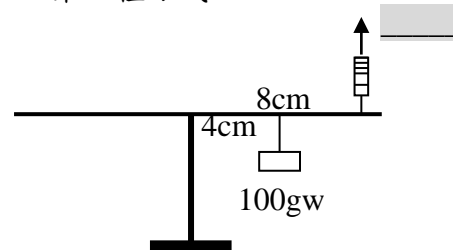
1、第一種方式



2、第二種方式




3、第三種方式




三、將上述三個平衡的範例之轉軸( $\Delta$ )、施力(F)、施力臂( $R_F$ )、物重(W)、抗力臂( $R_W$ )等資訊畫/標示在下圖寫出施力、施力臂、抗力、抗力臂之間的關係。並解釋為何有些施力大於物重、有些施力小於物重？


### 1、第一種方式：轉軸在中間。

| 力圖  | 數學關係、特色描述  |
|---|--|
|  | (1) _____ × _____ = _____ × _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力<br>(4) 特色： _____ |
| 例如：   |  |

### 2、第二種方式：施力點在中間。

| 力圖  | 數學關係、特色描述  |
|---|--|
|  | (1) _____ × _____ = _____ × _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力；亦即 _____。<br>(4) 特色： _____ |
| 例如：   |  |


### 3、第三種方式：抗力點在中間。

| 力圖  | 數學關係、特色描述  |
|---|--|
|  | (1) _____ × _____ = _____ × _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力；亦即 _____。<br>(4) 特色： _____ |
| 例如：   |  |




四、請同學針對桌面上的數種工具討論，分別有什麼優缺點？(先簡略畫出工具使用時的力圖，亦即先確認轉軸( $\Delta$ )、施力( $F$ )、施力臂( $R_F$ )、物重( $W$ )、抗力臂( $R_W$ )等資訊)


#### 1. 起釘桿

| 力圖  | 數學關係                   | 文字描述                            |
|---|------------------------|---------------------------------|
|  | 施力臂____抗力臂<br>施力____抗力 | 類型：____在中間；<br>特色：____<br>_____ |


#### 2. 瓶蓋起子

| 力圖  | 數學關係                   | 文字描述                   |
|---|------------------------|------------------------|
|  | 施力臂____抗力臂<br>施力____抗力 | 類型：____在中間；<br>特色：____ |

#### 3. 麵包夾

| 力圖  | 數學關係                   | 文字描述                   |
|---|------------------------|------------------------|
|  | 施力臂____抗力臂<br>施力____抗力 | 類型：____在中間；<br>特色：____ |

#### 4. 大型釘書機

| 力圖  | 數學關係                   | 文字描述                   |
|---|------------------------|------------------------|
|  | 施力臂____抗力臂<br>施力____抗力 | 類型：____在中間；<br>特色：____ |

### 小試身手 1：

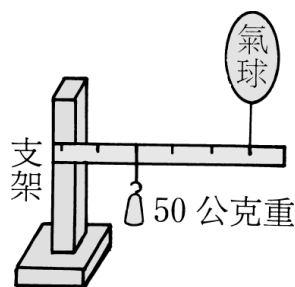
下表為大寶、二寶、小寶等三人操作不同類型槓桿所紀錄的數據，請依表回答下列各題：

|    | 施力 $F$ (gw) | 施力臂 $R_F$ (cm) | 抗力 $W$ (gw) | 抗力臂 $R_W$ (cm) |
|----|-------------|----------------|-------------|----------------|
| 大寶 | 20          | 12             | 60          | 4              |
| 二寶 | 80          | 5              | 40          | 10             |
| 小寶 | 40          | 10             | 40          | 10             |

- 1、大寶使用的是\_\_\_\_\_在中間的槓桿，是屬於\_\_\_\_\_（省力或費力）的槓桿應用。
- 2、二寶使用的是\_\_\_\_\_在中間的槓桿，是屬於\_\_\_\_\_（省力或費力）的槓桿應用。
- 3、小寶使用的是\_\_\_\_\_在中間的槓桿，是屬於\_\_\_\_\_（省力或費力）的槓桿應用。

### 小試身手 2：

如圖為一支架和刻度尺，在距轉軸 40 公分處掛 50 公克的重錘( $W$ )，在 100 公分處懸一氣球，藉由氣球的浮力作為對刻度尺向上的施力( $F$ )，此時刻度尺恰可保持靜止平衡。若不計刻度尺與氣球重量，則：



- 1、請以下方粗黑線段為槓桿，畫出上述支架使用時的力圖。  
並標示出 $\Delta$ （轉軸）、 $F$ (施力)、 $R_F$ (施力臂)、 $W$ (抗力)、 $R_W$ (抗力臂)等資訊。

\_\_\_\_\_

- 2、請依據上述力圖，分別以代號和數學符號回答下列問題：  
（請以  $F$ 、 $R_F$ 、 $W$ 、 $R_W$ 、 $+$ 、 $-$ 、 $\times$ 、 $\div$ 、 $>$ 、 $=$ 、 $<$ 等，不能使用中文字）

(1) 請表示出  $R_F$  和  $R_W$  間的大小關係。

答案：\_\_\_\_\_

(2) 請表示出  $F$  和  $W$  間的大小關係。

答案：\_\_\_\_\_

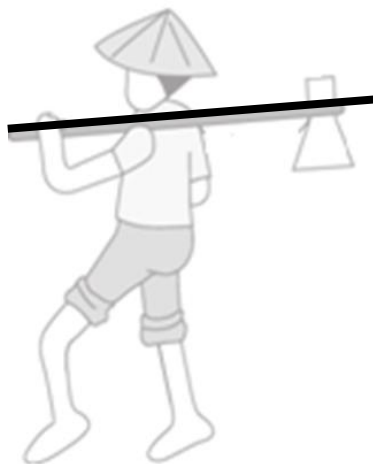
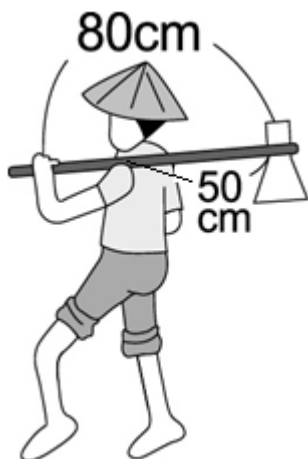
(3) 請用一個符合槓桿原理的數學等式來表示  $F$ 、 $R_F$ 、 $W$ 、 $R_W$  之間的關係。

答案：\_\_\_\_\_

(4) 氣球浮力=\_\_\_\_\_ Kgw

### 小試身手 3：

如圖片所示，有一個農夫用肩膀扛著鋤頭，且他的手握木柄末端處（木柄重量不計），  
若農夫左手對木柄的作用力為 $F_1$ 、肩膀對木柄的作用力為 $F_2$ 、鋤頭的重量為 $W$ 。則：



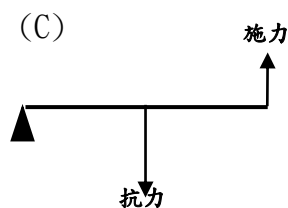
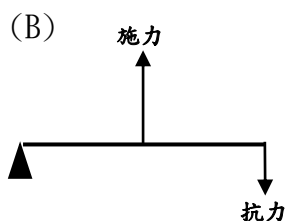
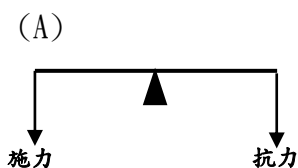
- 1、以上圖粗黑線段為木柄(槓桿)、以肩膀對木柄的作用力  $F_2$  為施力，以鋤頭的重量  $W$  為抗力、農夫左手施力處為轉軸，畫出「農夫扛鋤頭時，木柄所受的力圖」，並標示出 $\Delta$  (轉軸)、 $F_2$ (施力)、 $R_{F_2}$ (施力臂)、 $W$ (抗力)、 $R_W$ (抗力臂)等資訊。
- 2、依據上面的圖片和力圖，肩膀對木柄的作用力  $F_2$  與鋤頭的重量  $W$  的比例關係為何？

(本題是問肩膀的作用力  $F_2$  和鋤頭重量  $W$  的比例，不是問左手的作用力  $F_1$  和鋤頭重量  $W$  的比例)

答案： $F_2 : W =$  \_\_\_\_\_

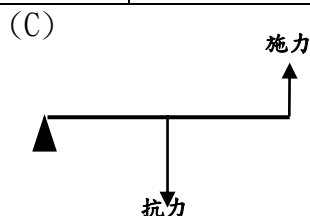
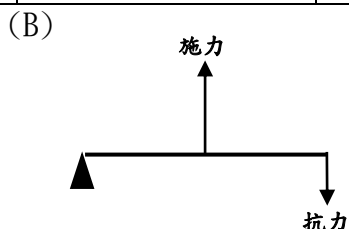
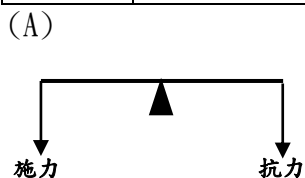
### 小試身手 4：

- 1、「轉軸在一端的槓桿，當槓桿維持平衡時施力臂小於抗力臂」。這個槓桿在使用時，其受力情形應為下列何項？(槓桿重量可忽略不計)



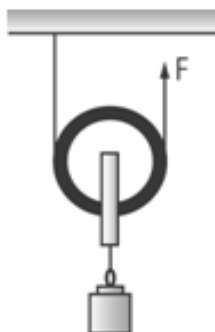
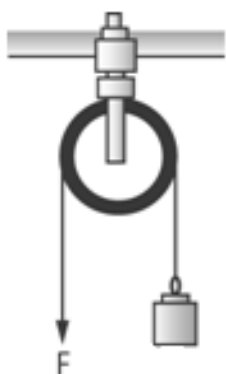
- 2、下表為使用某機械將物體抬升時，物重( $W$ )和施力( $F$ )的關係，由此表可推論，該機械使用時的力圖是下列哪一個(不考慮阻力)？

|   | 施力(gw) | 施力臂(cm) | 抗力(gw) | 抗力臂(cm) |
|---|--------|---------|--------|---------|
| 1 | 60     | 20      | 30     | 40      |
| 2 | 120    | 20      | 60     | 40      |



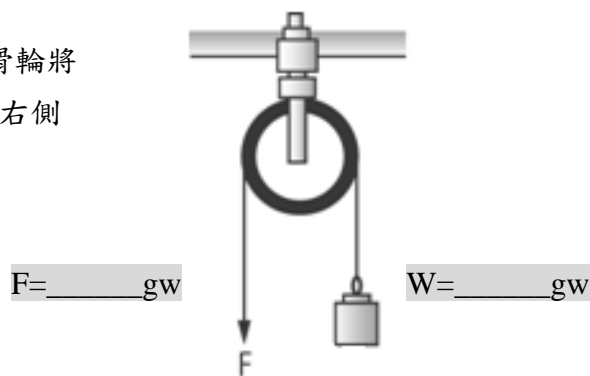
## 單元六 力矩與轉動應用-「滑輪」

**滑輪介紹:**滑輪的輪圈邊緣有凹槽(如同學桌上所示),凹槽上裝有繩子或鋼索,最基本的滑輪可分為**定滑輪(左圖)**和**動滑輪(右圖)**。



一、一個物體(先用彈簧秤測量,重\_\_\_\_\_gw),利用定滑輪將物體拉住(如圖),欲使滑輪不轉動(物體靜止),此時右側應施多大的力量

| 我的預測(我的想法)  | 我的觀察(實驗結果)       |
|---|------------------|
| <input type="checkbox"/> 大於物重<br><input type="checkbox"/> 小於物重<br><input type="checkbox"/> 等於物重 | 彈簧秤讀數<br>= _____ |



二、當利用定滑輪拉住物體平衡時,讓定滑輪不轉動的原因到底是什麼呢?

| 小隊討論(為什麼?) | 老師講解 |
|------------|------|
|            |      |

三、現在讓我們來用力矩的觀念,解釋讓**定滑輪**不轉動的所需要拉力等於物重。

【提示:先畫力圖,並標示出 $\Delta$ (轉軸)、 $F$ (施力)、 $R_F$ (施力臂)、 $W$ (抗力)、 $R_W$ (抗力臂)等資訊。】

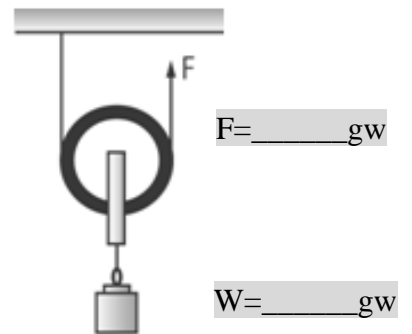
| 力圖 | 數學關係  |
|----|---|
|    | (1) _____ $\times$ _____ = _____ $\times$ _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力; 亦即 _____。<br>(4) 特色: _____ |

四、承一~三，大家覺得定滑輪有什麼優缺點？

| 小隊討論（為什麼？） | 統整 |
|------------|----|
|            |    |

同學應該都已經熟悉定滑輪的原理與應用了吧！現在讓我們嘗試使用另一種滑輪-**動滑輪**，將物體拉到高處。

五、一個物體（先用彈簧秤測量，重\_\_\_\_\_gw），利用動滑輪將物體拉住(如圖)，欲使動滑輪不轉動(物體靜止)，此時右側應施多大的力量



| 我的預測（我的想法）  | 我的觀察（實驗結果）       |
|---|------------------|
| <input type="checkbox"/> 大於物重<br><input type="checkbox"/> 小於物重<br><input type="checkbox"/> 等於物重 | 彈簧秤讀數<br>= _____ |

六、現在讓我們來用力矩的觀念，解釋讓**動滑輪**不轉動的所需拉力與物重的關係。

【提示：先畫力圖，並標示出 $\Delta$ （轉軸）、 $F$ (施力)、 $R_F$ (施力臂)、 $W$ (抗力)、 $R_W$ (抗力臂)等資訊。】

| 力圖 | 數學關係   |
|----|--|
|    | (1) _____ $\times$ _____ = _____ $\times$ _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力；亦即 _____。<br>(4) 特色： _____ |

七、承五~六，大家覺得動滑輪有什麼優缺點？

| 小隊討論（為什麼？） | 統整 |
|------------|----|
|            |    |



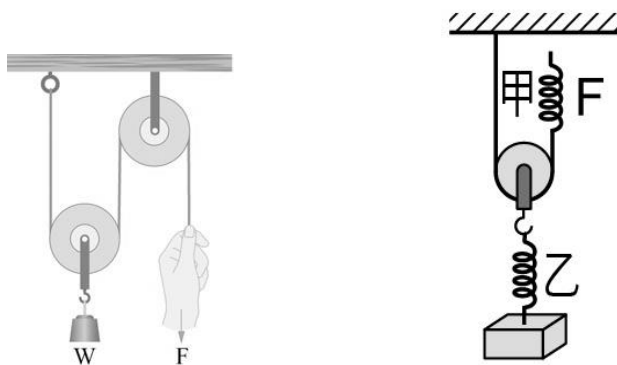
**小試身手：**

- 1、下表為阿牛、小馬、胖貓等三人操作不同槓桿應用機械所紀錄的數據，請問哪一個人使用的是定滑輪，為什麼？哪一個使用的是動滑輪，為什麼？

|    | 施力 $F$ (gw) | 施力臂 $R_F$ (cm) | 抗力 $W$ (gw) | 抗力臂 $R_W$ (cm) |
|----|-------------|----------------|-------------|----------------|
| 阿牛 | 20          | 8              | 40          | 4              |
| 小馬 | 80          | 5              | 40          | 10             |
| 胖貓 | 40          | 6              | 40          | 6              |

答：\_\_\_\_\_使用定滑輪，因為\_\_\_\_\_。  
 \_\_\_\_\_使用動滑輪，因為\_\_\_\_\_。

- 2、如附圖所示，以一個動滑輪和一個定滑輪組成的滑輪組，提起重物，假設不考慮滑輪重和摩擦力，下列敘述何者正確？ (A)動滑輪半徑愈大越省力 (B)繞在輪上的繩愈長越省力 (C)定滑輪半徑愈大越省力 (D)施力的大小與滑輪半徑大小無關

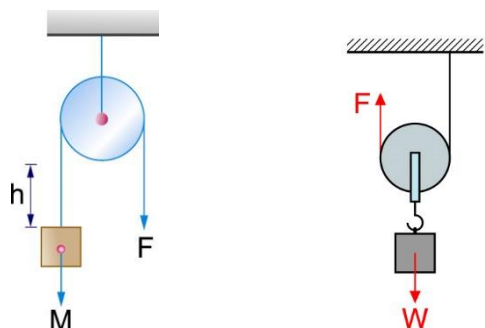


- 3、附圖中是兩個規格相同的彈簧甲、乙和一動滑輪，若質量均忽略不計，福才想要以  $F$  公斤重的力拉甲彈簧，假設乙彈簧伸長量為 6 公分時，則 A 彈簧之伸長量為多少公分？

(A)12 (B)6 (C)4 (D)3

- 4、附圖所示，小禹使用細繩及定滑輪，施一力  $F$  將一重量  $M$  的物體以等速度提升  $h$  的高度。假設沒有阻力與摩擦力，且細繩、定滑輪的質量均忽略，則下列敘述何者正確？

(A)定滑輪是省力的機械 (B)使用定滑輪可改變施力的方向 (C)改用半徑愈大的定滑輪，則會愈省力 (D)施力所作的功小於物體重力位能的增加量



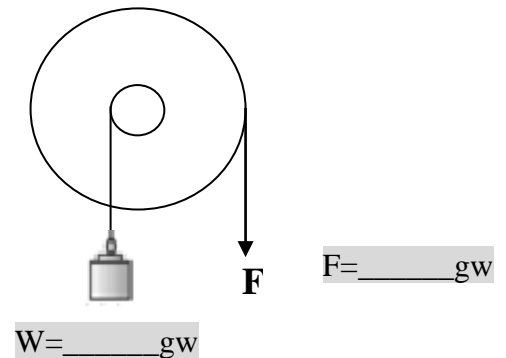
- 5、如附圖所示，在動滑輪下方掛  $W$  公斤重的物體，且施一力  $F$  使動滑輪等速度往上升。假設繩子與動滑輪的質量及各接觸面的摩擦力不計，則在物體上升期間，下列敘述何者正確？(A)本裝置為省時、費力的機械 (B)拉上繩子的長度等於物體上升的距離 (C)至少需施力  $W$  公斤重，才可使物體上升 (D)施力所做的功等於物體所增加的重力位能

## 單元七 力矩與轉動應用-「輪軸」

**前言：**其實在生活中要把物體往上拉動，除了利用定滑輪、動滑輪之外，還有一種常用的機械-輪軸(如桌上器材)。**輪軸：**兩個半徑不等的同心圓，固定在同一個轉軸的軸心上，稱為**輪軸**。其中半徑大者稱為**輪**，半徑小者稱為**軸**。

一、一個物體(先用彈簧稱測量，重\_\_\_\_\_gw)，  
如果要利用輪軸，將物體掛在軸的繩子上，並利用輪上的繩子施力拉住物體，當輪軸不轉動，物體靜止，此時拉力多大？(施力在輪上)

| 我的預測(我的想法)  | 我的觀察(實驗結果)  |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 大於物重<br><input type="checkbox"/> 小於物重<br><input type="checkbox"/> 等於物重 | 彈簧稱讀數_____gw<br><input type="checkbox"/> 省力 <input type="checkbox"/> 費力 |



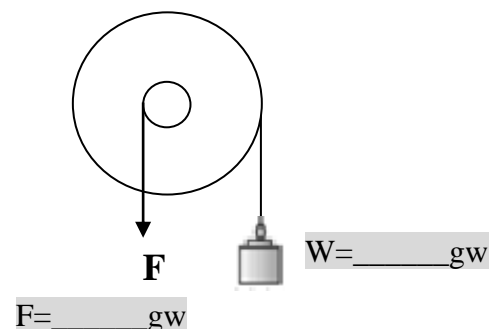
二、現在讓我們來用力矩的觀念，解釋讓滑輪不轉動的所需要拉力與物重的關係。

【提示：先畫力圖，並標示出 $\Delta$ (轉軸)、 $F$ (施力)、 $R_F$ (施力臂)、 $W$ (抗力)、 $R_W$ (抗力臂)等資訊。】

| 力圖(施力在輪上)     | 數學關係(施力在輪上)   |
|---------------|---|
|               | (1) _____ $\times$ _____ = _____ $\times$ _____<br>(2) 施力臂 _____ 抗力臂<br>(3) 施力 _____ 抗力；亦即 _____。<br>(4) 特色： _____。 |
| 生活中的例子： _____ |   |

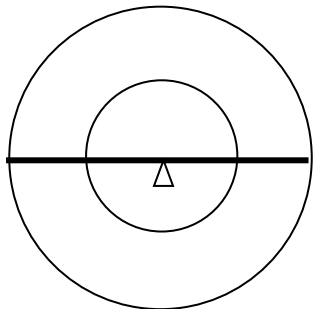
三、一個物體(先用彈簧稱測量，重\_\_\_\_\_gw)，  
如果要利用輪軸，將物體掛在軸的繩子上，並利用輪上的繩子施力拉住物體，當輪軸不轉動，物體靜止，此時拉力多大？

| 我的預測(我的想法)  | 我的觀察(實驗結果)  |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 大於物重<br><input type="checkbox"/> 小於物重<br><input type="checkbox"/> 等於物重 | 彈簧稱讀數_____gw<br><input type="checkbox"/> 省力 <input type="checkbox"/> 費力 |



四、現在讓我們來用力矩的觀念，解釋讓輪軸不轉動的所需要拉力與物重間的關係。

【提示：先畫力圖，並標示出 $\Delta$ （轉軸）、 $F$ （施力）、 $R_F$ （施力臂）、 $W$ （抗力）、 $R_W$ （抗力臂）等資訊。】

| 力圖(施力在軸上)   | 數學關係(施力在軸上)  |
|---|--|
|  | <p>(1) _____ <math>\times</math> _____ = _____ <math>\times</math> _____</p> <p>(2) 施力臂 _____ 抗力臂</p> <p>(3) 施力 _____ 抗力；亦即 _____。</p> <p>(4) 特色： _____。</p> |
| <p>生活中的例子： _____</p>  |  |

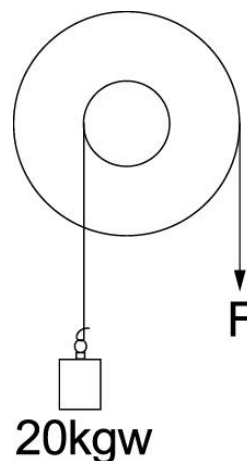
#### 小試身手 1：

附圖為一輪軸，其輪半徑為 20 公分，軸半徑為 5 公分，試回答下列各題：

1、請以下方粗黑線段為槓桿，畫出此輪軸使用時的力圖。

並標示出 $\Delta$ （轉軸）、 $F$ （施力）、 $R_F$ （施力臂）、 $W$ （抗力）、 $R_W$ （抗力臂）等資訊。

\_\_\_\_\_



2、請依據上述力圖，分別以代號和數學符號回答下列問題：

(1) 請表示出  $R_F$  和  $R_W$  間的大小關係。

答案： \_\_\_\_\_

(2) 請表示出  $F$  和  $W$  間的大小關係。

答案： \_\_\_\_\_

(3) 請用一個符合槓桿原理的數學等式來表示  $F$ 、 $R_F$ 、 $W$ 、 $R_W$  之間的關係。

答案： \_\_\_\_\_

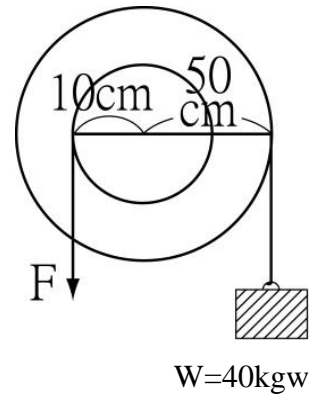
(4) 若無摩擦力，則施力大小  $F$  應為 \_\_\_\_\_ kgw，方能使物體靜止。

### 小試身手 2：

如右圖，使用此輪軸拉住重 20 公斤重的物體，是回答下列各題

1、請以下方粗黑線段為槓桿，畫出此輪軸使用時的力圖。

並標示出 $\Delta$ （轉軸）、 $F$ （施力）、 $R_F$ （施力臂）、 $W$ （抗力）、 $R_W$ （抗力臂）等資訊。



2、請依據上述力圖，分別以代號和數學符號回答下列問題：

(1) 請表示出  $R_F$  和  $R_W$  間的大小關係。 答案：\_\_\_\_\_

(2) 請表示出  $F$  和  $W$  間的大小關係。 答案：\_\_\_\_\_

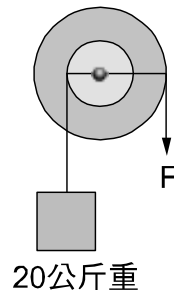
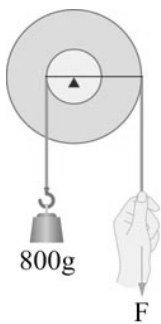
(3) 請用一個符合槓桿原理的數學等式來表示  $F$ 、 $R_F$ 、 $W$ 、 $R_W$  之間的關係。

答案：\_\_\_\_\_

(4) 若無摩擦力，則施力大小  $F$  應為\_\_\_\_\_kgw，方能使物體靜止。

### 小試身手 3：

( ) 1. 如附圖所示，輪直徑為 100 公分，軸直徑為 40 公分，今欲使重 800 克重的物體上升 100 公分，須下拉繩長多少公分？(A)100 (B)150 (C)200 (D)250



( ) 2. 附圖為一輪軸，其輪與軸半徑比為 5：1，物掛於軸且施力  $F$  在輪上，欲將物體等速上拉，下列敘述何者錯誤？

(A)運用此裝置可以省時 (B)施力  $F=4$  kgw (C)施力下拉 10 公分，物體會上升 2 公分 (D)施力讓輪轉一圈，軸也會轉一圈

( ) 3. 下列哪一種輪軸無法省力？ (A)方向盤 (B)水龍頭 (C)擀麵棍 (D)喇叭鎖

( ) 4. 有一輪軸，輪之半徑為軸之半徑的 4 倍，現欲舉起軸上 40 公斤重物，至少須施力多少？ (A)160 公斤重 (B)80 公斤重 (C)40 公斤重 (D)10 公斤重

( ) 5. 收音機的轉鈕和汽車的方向盤，都是利用哪一種簡單機械的原理？ (A)斜面 (B)滑輪 (C)輪軸 (D)螺旋。

( ) 6. 阿翰想使用輪軸裝置舉起物品，他該如何操作才能達到省力的目的？ (A)將物品掛於軸，施力於輪 (B)將物品掛於輪，施力於軸 (C)將物品掛於軸，施力於軸 (D)將物品掛於輪，施力於輪

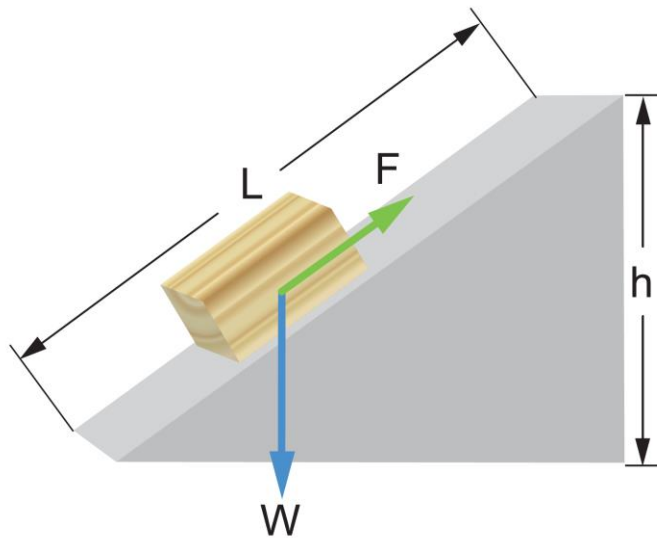


## 單元八 簡單機械-斜面與螺旋

### 一、斜面

貨運工人搬貨物上車時，經常利用板子將貨物推上車，這就是一種省力裝置，稱為斜面。如圖所示，假設斜面長度為  $L$ ，高度為  $h$ ，不考慮物體與斜面間的摩擦力，沿斜面施力  $F$ ，將重量  $W$  的物體等速推至頂端，因施力所作的功 ( $F \times L$ ) 等於物體增加的重力位能 ( $W \times h$ )，故可得到下列關係式：

$$\text{沿斜面施力} = \frac{\text{斜面高}}{\text{斜面長}} \times \text{物體重量}, \text{ 即 } F = \frac{h}{L} \times W$$



### 二、螺旋：

- 1、將斜面圍繞在圓柱上的裝置，稱為螺旋。螺旋是斜面的變形，也是屬於省力的機械，常見的螺旋為螺絲釘。
- 2、螺旋上突出的紋路，稱為螺紋，相鄰兩螺紋之間的垂直距離，稱為螺距。將螺絲釘旋入牆壁時，螺旋轉動一圈，螺紋會沿圓柱方向運動一個螺距，螺絲釘也會沒入牆壁一個螺距的距離。
- 3、相同高度的螺絲釘，相當於斜面高度  $h$  相同，但若螺紋愈密集，需旋轉愈多圈才可完全轉完，表示螺紋軌跡愈長，即斜面愈長，因此，使用螺紋較密的螺絲釘，更為省力但費時。

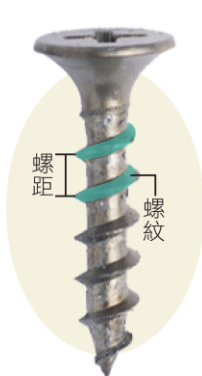


圖 3-29

螺絲釘的螺紋和螺距

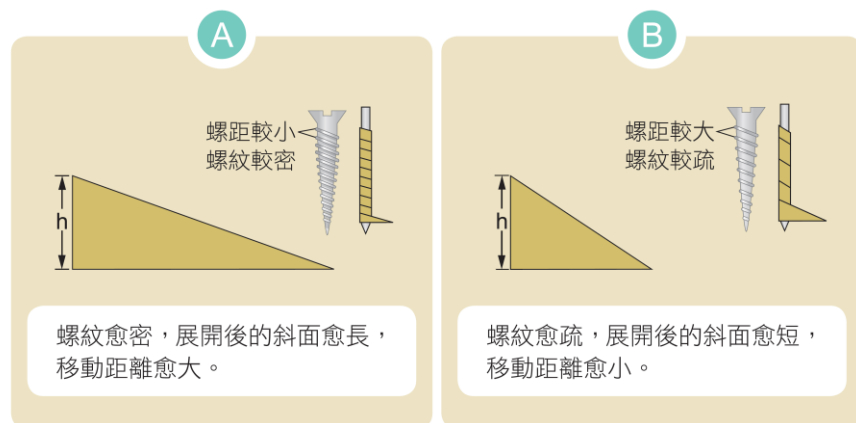
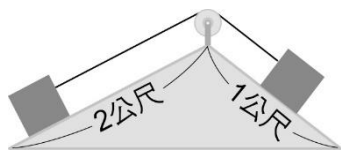


圖 3-30

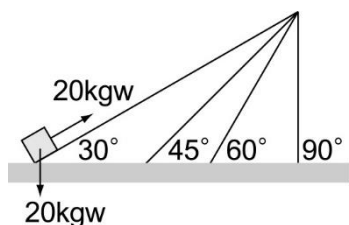
螺絲釘的螺紋不同，所造成的效果也不同。

小試身手：

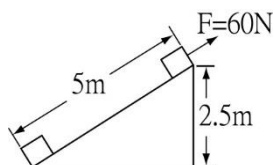
- 1、光滑斜面上放置兩物體，以繩子繞過滑輪相連而呈靜止，若不考慮繩重及摩擦力，下列敘述何者錯誤？



- (A)兩物體重量相同 (B)兩物體在斜面之下滑力相同 (C)繩子受兩物體之拉力相同 (D)定滑輪可改變施力方向
- 2、相同半徑的螺旋螺距越小，則省力程度會有如何變化？
- (A)越低 (B)越高 (C)不變 (D)視螺旋高度而定
- 3、將 20 kgw 物體垂直和沿著不同角度斜面往上推到高度 1 m 處，假設摩擦力可以忽略不計，有關外力和功的敘述何者錯誤？



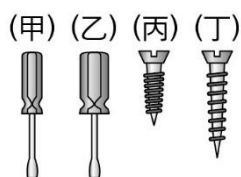
- (A)斜面角度為  $45^\circ$  時，施力為  $10\sqrt{2}$  kgw (B)斜面角度為  $60^\circ$  時，施力為  $10\sqrt{3}$  kgw (C)斜面可以省力 (D)斜面可以省功
- 4、如附圖，物體靜止於斜面底部，以 60 N 之力沿斜面將物體拉了 5 m，則此施力對物體所作的功為多少？(A)300 J (B)150 J (C)不作功 (D)物體之質量未給定，故無法計算



- 5、福財想要將一 30kgw 的重物由斜面底部推至頂端，他需要用多 kgw 的力？(假設不考慮阻力)



- (A)15 (B)7.5 (C)20 (D)25
- 6、阿群到五金行想買一把螺絲起子及螺絲，請建議他買哪一種組合方式，使用起來比較省力？



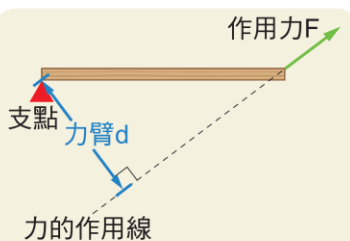
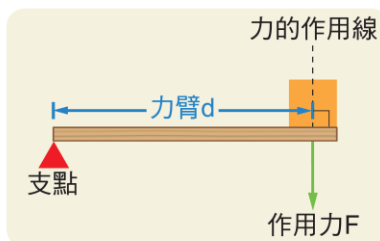
- (A)甲、丙 (B)甲、丁 (C)乙、丙 (D)乙、丁

## 力矩與轉動 & 簡單機械 重點整理：

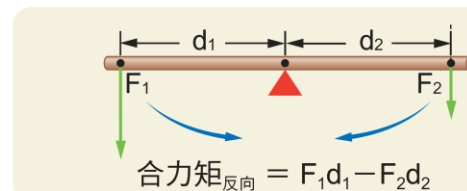
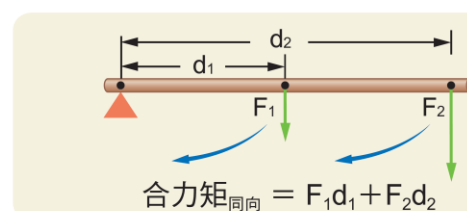
- ① **力矩 (L)**：造成物體轉動的物理量，具有方向性。單位為公斤重·公尺 (kgw·m) 或牛頓·公尺 (N·m)。

$$\text{力矩} = \text{力臂} \times \text{力},$$

$$\text{即 } L = d \times F$$



- ② 物體受到數個力矩作用，稱為合力矩。



## ② 槓桿

| 裝置 | 支點在中間的槓桿             | 抗力點在中間的槓桿         | 施力點在中間的槓桿         |
|----|----------------------|-------------------|-------------------|
| 圖示 |                      |                   |                   |
| 特性 | 施力方向改變；<br>不一定省力或省時。 | 施力方向不變；<br>必省力費時。 | 施力方向不變；<br>必費力省時。 |

## ③ 輪軸與滑輪

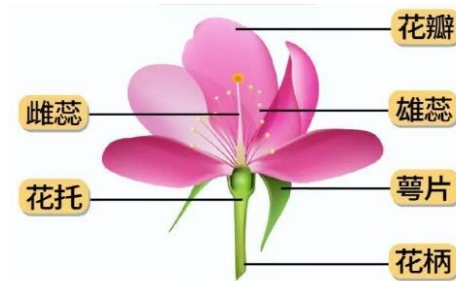
| 裝置   | 輪軸                          |                             | 定滑輪                | 動滑輪                         |
|------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| 圖示   |                             |                             |                    |                             |
| 槓桿類型 |                             |                             |                    |                             |
|      | 支點在中間的槓桿                    | 支點在中間的槓桿                    | 支點在中間的槓桿           | 抗力點在中間的槓桿                   |
| 特性   | $F = \frac{r}{R} W$<br>省力費時 | $F = \frac{R}{r} W$<br>費力省時 | $F = W$<br>不省力也不省時 | $F = \frac{1}{2} W$<br>省力費時 |

## 附件二

### 開花植物的有性生殖

班級：                  座號：                  姓名：

前言：生物的生殖方法有無性生殖與有性生殖兩種方式，而有性生殖中，動物有有性生殖的構造，那麼植物的有性生殖構造是什麼呢？而這些構造又有什麼特色及功能呢？



#### 任務一、花的構造

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| E1 參與：為什麼每種植物的花長得不一樣？ | 因為<br><br><br> |
|-----------------------|----------------|

E2 探究：請同學利用五感來觀察開花植物花朵的構造，過程中請將觀察結果記錄下來。

|       | 朱槿 | 劍蘭 | 百合 |
|-------|----|----|----|
| 花瓣數目  |    |    |    |
| 花瓣顏色  |    |    |    |
| 是否有香味 |    |    |    |
| 雄蕊數目  |    |    |    |
| 雌蕊數目  |    |    |    |
| 萼片數目  |    |    |    |
| 萼片顏色  |    |    |    |

E2 探究：除此之外，我發現……

---

E3(科學社群)解釋：**老師講解**

| 構造名稱 | 功能 |
|------|----|
|      |    |
|      |    |
|      |    |
|      |    |
|      |    |
|      |    |

## 任務二、花粉的形狀 & 特色

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| E1 參與：           | <input type="checkbox"/> 是………___人 |
| 你們覺得花粉是否都長得一樣呢？  | <input type="checkbox"/> 否………___人 |
| 花粉是否一樣，有什麼特殊意義嗎？ |                                   |

下面我們要利用複式顯微鏡觀察開花植物花粉粒的構造，並將觀察結果記錄下來。

|                              | 朱槿     | 劍蘭     | 百合     |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| E1 參與：                       |        |        |        |
| 猜猜花粉在哪裡？肉眼可以觀察到嗎？            |        |        |        |
| E2 探究：找到花粉，觀察花粉的形狀，並畫下花粉粒的形狀 | (畫圖)   | (畫圖)   | (畫圖)   |
| E3 解釋：請用文字描述，你覺得這花粉的特殊之處     | (文字說明) | (文字說明) | (文字說明) |



|                             |        |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|
| E3 解釋：試著推論花粉的特殊處，在生存上的優勢或缺點 | (文字說明) | (文字說明) | (文字說明) |
| E3(科學社群)解釋：<br>老師講解         |        |        |        |

E4(精緻化)：

( ) 小蓋欲在「探索花的構造」實驗中觀察花粉。下列敘述何者錯誤? [94.基測 I] (A) 小蓋可使用複式顯微鏡來觀察 (B)花粉裡面含有卵細胞 (C)花粉取自於雄蕊的花藥 (D)若要再放大觀察，可調整物鏡的倍數。

### 任務三、花粉的傳播媒介

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| E1 參與：<br>你們覺得花粉要如何從雄蕊到雌蕊呢？ |  |
| 統整一下，各組所提出來的花粉傳播的媒介，共有哪些種類？ |  |

E2 探究：觀察參考的圖片，比較風媒花(玉米)與蟲媒花(木槿)的不同，將結果記錄下來。

| 比較項目       | 風媒花(玉米) | 蟲媒花(木槿) |
|------------|---------|---------|
| 花朵的大小      |         |         |
| 花朵的顏色      |         |         |
| 是否有香氣      |         |         |
| 是否有蜜腺      |         |         |
| 花粉的數量(多或少) |         |         |
| 花粉的輕或重     |         |         |
| 花粉是否具黏性    |         |         |

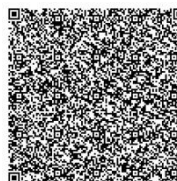
E3 解釋：除此之外，我發現……

---

E3(科學社群)解釋：**老師講解**

#### 任務四、子房內，胚珠著生情形

E1 參與：請掃描 QRcode，觀看影片



(吃無仔西瓜囉)

E2 探究：利用解剖顯微鏡觀察開花植物胚珠著生情形，並將觀察結果畫出來。

|        | 朱槿   | 劍蘭   | 百合   |
|--------|------|------|------|
| 胚珠著生情形 | (畫圖) | (畫圖) | (畫圖) |
|        |      |      |      |

E3 解釋：除此之外，我發現：

---

E3(科學社群)解釋：**老師講解**

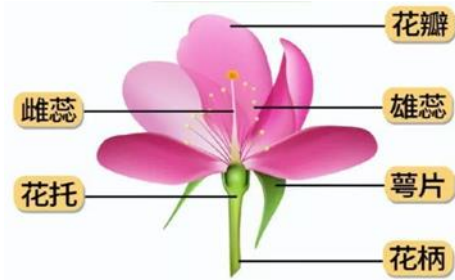
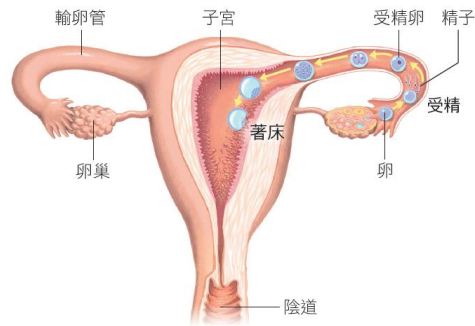
## 任務五、受精作用

E1 參與：

生物行有性生殖時，需要經過受精過程，例如人類的有性生殖，男性的精子可在女性的輸卵管與卵相遇，結合形成受精卵。

那開花植物的有性生殖，花粉內的精細胞和胚珠內的卵細胞，要怎麼結合呢？

請試著畫出它們的移動軌跡或結合方式？



E2 探究：透過「胚珠內卵細胞受精過程」影片觀賞，我發現：

根據影片，請試著畫出精細胞和卵細胞的結合軌跡或結合方式？

(畫圖)

整理一下，「胚珠內卵細胞受精過程」

1. 花粉管是由\_\_\_\_\_萌發產生。
2. 精細胞與卵細胞受精發生在\_\_\_\_\_內。
3. 精、卵細胞受精後，胚珠發育成\_\_\_\_\_，子房膨大發育成\_\_\_\_\_。

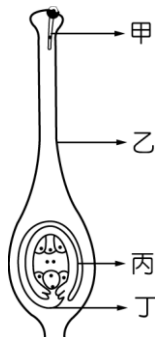
E3(科學社群)解釋：**老師講解**

E4(精緻化)：

( ) 小雨想替盛開的百合花進行人工授粉，則他需將百合花的花粉沾至下列哪一構造？

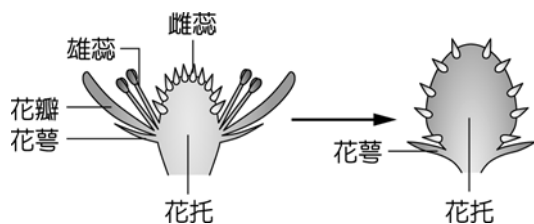
〔110. 會考〕 (A)花藥 (B)花絲 (C)柱頭 (D)子房。

( ) 如圖為植物的生殖構造，圖中何種構造可將精細胞送到胚珠中與卵結合？〔90. 基測Ⅱ〕

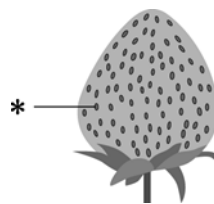


(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁

( ) 圖(一)為草莓花朵構造及其發育的示意圖，已知草莓是由花托處膨大而來，若圖(二)中的\*構造是由草莓的子房發育而成，則此\*構造應稱為下列何者？〔112.會考〕



(圖一)



(圖二)

(A)胚珠 (B)種子 (C)果實 (D)花粉

## 任務六、吃水果，學科學

E1 參與：依照你的經驗，畫出這些水果切開之後的樣子

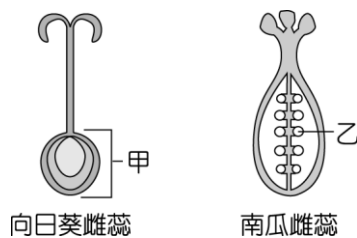
|              | 櫻桃 | 番茄 | 芭樂 | 柳丁 | 桃子 | 葡萄 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|
| 畫出<br>水果內部情況 |    |    |    |    |    |    |

E2 探究：觀察切開的各種水果，將結果記錄下來。

|                   |        | 櫻桃 | 番茄 | 芭樂 | 柳丁 | 桃子 | 葡萄 |
|-------------------|--------|----|----|----|----|----|----|
| 觀察<br>記錄          | 一果實一種子 |    |    |    |    |    |    |
|                   | 一果實多種子 |    |    |    |    |    |    |
| E3 解釋<br>老師<br>講解 | 一子房一胚珠 |    |    |    |    |    |    |
|                   | 一子房多胚珠 |    |    |    |    |    |    |

E4(精緻化)：

( ) 如圖為向日葵植株與南瓜植株的雌蕊構造示意圖，已知向日葵的甲部位可發育成一個帶殼葵瓜子，南瓜的乙構造可發育成一個帶殼南瓜子，有關此兩種帶殼的瓜子為果實或種子之敘述，下列何者正確？〔105. 會考〕



(A)兩者皆為果實 (B)兩者皆為種子 (C)葵瓜子為果實，南瓜子為種子 (D)葵瓜子為種子，南瓜子為果實。

統整：

1. 開花植物的有性生殖構造花主要是由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
2. 開花植物行有性生殖時，須經由花粉傳到柱頭、\_\_\_\_\_長出花粉管、精細胞與卵細胞受精結合、胚珠萌發成\_\_\_\_\_、子房發育成\_\_\_\_\_、種子萌芽形成新個體。
3. 從觀察植物的果實切片中可發現，若果實中只有一顆種子，代表其花朵子房內只有\_\_\_\_個胚珠；反之果實中具有多顆種子，則代表其花朵子房內有\_\_\_\_個胚珠。



## E5(評量)：小試身手

1. ( ) 小丸子參加學校所舉辦的校外植物採集時，看見一朵鮮豔的花朵，如附圖，請問有關花的生殖過程，依序為下列何者？(甲)花粉成熟；(乙)產生種子；(丙)產生花粉管；(丁)精細胞與卵細胞結合；(戊)花粉傳到柱頭。



- (A)甲戊丙丁乙 (B)甲戊丁乙丙 (C)戊甲乙丁丙 (D)甲丁戊乙丙。
2. ( ) 白花雖然沒有紅花鮮豔，但是有些白花比紅花香，請問對植物生殖有何意義？ (A)讓害蟲不敢靠近 (B)引誘昆蟲、動物前來，達到授粉的作用 (C)使受精卵在幽雅的環境裡發育 (D)刺激花粉的成熟。
3. ( ) 如圖為植物的生殖構造，木瓜的果實內有許多的種子，請問木瓜果實的來源及果實內許多種子形成的原因為下列何項？(A)a (B)b (C)c (D)d。

| 選項 | 果實的來源  | 許多種子形成的原因 |
|----|--------|-----------|
| a  | 由一個乙形成 | 乙內含有很多丙   |
| b  | 由一個乙形成 | 乙內只含一個丙   |
| c  | 由一個丙形成 | 乙內含有很多丙   |
| d  | 由多個丙形成 | 乙內只含一個丙   |

