

生物篇

1 顯微鏡的使用	2	12 人體的感覺作用	7
2 動、植物細胞的觀察	3	13 光對植物生長的影響	7
3 水滴中的生命世界	3	14 呼吸作用的觀察	8
4 食物中醣類的測定	4	15 探討植物的營養器官繁殖	8
5 影響酵素作用的因素	4	16 蛋的觀察	8
6 光合作用的探討	5	17 花的觀察	9
7 觀察植物體內水分運輸的構造	6	18 檢索表	9
8 探測人體的心音和脈搏	6	19 蕨類植物的觀察	9
9 觀察血液的流動	6	20 捉放法	10
10 膝跳反射	7	21 樣區採樣法	10
11 反應時間的測定	7	22 探討植物與水土保持的關係	10

理化篇

1 密度測量	11	18 製造肥皂	20
2 混合物的分離	11	19 力的平衡與合成	20
3 濾紙色層分析法	12	20 探討影響摩擦力的因素	21
4 氧氣的製備及性質	12	21 觀察液壓的特性	21
5 彈簧波的傳播	12	22 阿基米德原理	22
6 透鏡的成像觀察	13	23 單擺的擺動週期	22
7 色光與顏色的關係	14	24 認識速度與加速度	23
8 溫度計的原理	14	25 槓桿原理	23
9 熱量與物質溫度變化的關係	15	26 滑輪的工作原理	24
10 認識元素	16	27 歐姆定律	24
11 質量守恆定律	16	28 鋅銅電池	24
12 金屬對氧的活性	17	29 電解水及硫酸銅溶液	25
13 探討電解質的性質	17	30 電鍍	26
14 什麼物質會與大理岩反應？	18	31 磁場	26
15 酸鹼中和反應	19	32 電流的磁效應	27
16 溫度與反應速率	19	33 感應電流	28
17 有機物和無機物	20		

生物篇

1 顯微鏡的使用

1. 複式顯微鏡與解剖顯微鏡：

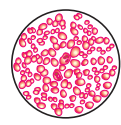
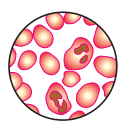
複式顯微鏡	
構造	功能
目鏡、物鏡	放大欲觀察的玻片標本
旋轉盤	上附物鏡，可調換不同物鏡
光圈	調整入光量，以獲得適當光線
光源	提供觀察所需的光線，有燈泡或反光鏡兩種
粗調節輪	使載物臺上升或下降
細調節輪	微調物鏡與標本間的距離以找到清楚的影像
觀察的物體	1. 須作成薄而透光的玻片標本 2. 適合觀察肉眼看不到的構造 例 口腔皮膜細胞、草履蟲等
放大倍率	較大
影像	上下顛倒、左右相反：P→d



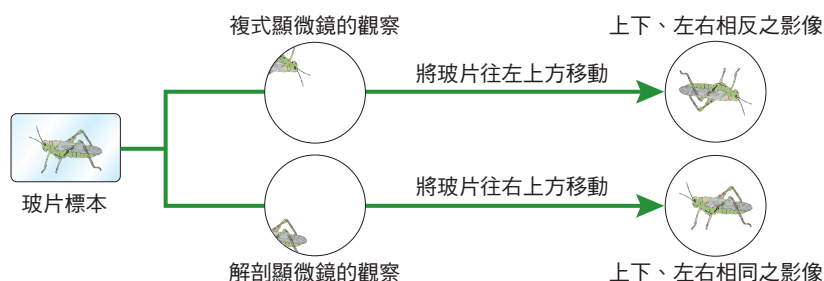
解剖顯微鏡	
構造	功能
目鏡、物鏡	放大欲觀察的實物或玻片標本
倍率調節輪	旋轉以調節物鏡倍率大小
眼焦調整器	讓兩眼的焦距一致，使兩眼均能清楚觀察
眼距調整器	調整目鏡距離，使雙眼可同時觀察，以看到立體的影像
調節輪	調節物鏡與標本間的距離，找到清楚的影像
觀察的物體	可觀察 立體 的構造，適合觀察肉眼看得到但不清楚的構造 例 果蠅的複眼、花的子房等
放大倍率	較小
影像	方向與實物相同：P→P



2. 低倍率鏡與高倍率鏡的比較：

比較 類別	鏡頭長度		視野		細胞			
	目鏡	物鏡	範圍	亮度	大小	數目		
低倍率鏡	長	短	廣	亮	小	多	低倍率鏡下的影像	高倍率鏡下的影像
高倍率鏡	短	長	窄	暗	大	少		

3. 顯微鏡的成像與校正：



4. 使用複式顯微鏡時的注意事項：

- (1)顯微鏡放大倍率＝目鏡的倍率×物鏡的倍率。
- (2)低倍率觀察時，先用粗調節輪尋找目標物，再用細調節輪調整焦距。
- (3)高倍率觀察時，只能用細調節輪調整焦距。
- (4)兩眼應同時張開觀察。
- (5)發現顯微鏡的鏡頭不乾淨時，應用拭鏡紙擦拭。

5. 製作玻片標本時，應注意下列事項：

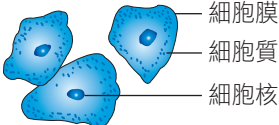
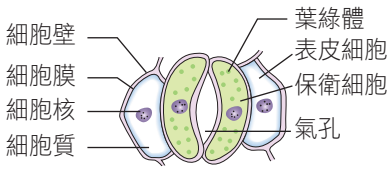
- (1)加水：使光線容易透過便於觀察。
- (2)加亞甲藍液：將細胞核染成深藍色，使其明顯易觀察。
- (3)應以45度角輕輕蓋上蓋玻片，若仍有氣泡產生，可以用鉛筆尖輕敲蓋玻片，趕出氣泡。

2 動、植物細胞的觀察

1. 觀察植物葉片之下表皮，在顯微鏡下可發現兩種細胞：

- (1)表皮細胞：無色，不含葉綠體，數量較多，排列緊密。
- (2)保衛細胞：綠色，含有葉綠體，形狀呈半月形，兩兩成對出現。

2. 不同細胞的觀察與比較：

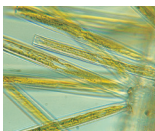
項目 比較	動物細胞	植物細胞	
	口腔黏膜細胞	鴨跖草表皮細胞	鴨跖草保衛細胞
形狀	不規則扁平狀	長方形扁平狀	半月形，成對出現
圖示			
功能	保護作用	保護作用	1.控制氣孔大小 2.可行光合作用
細胞膜	有	有(但因為緊貼細胞壁，所以不易觀察)	
細胞壁	無	有(所有植物細胞都有細胞壁)	
葉綠體	無	無	有

3 水滴中的生命世界

1. 水中小生物的特徵：

- (1)部分具有動物的特徵：常可見其具有運動現象，如變形蟲。
- (2)部分具有植物的特徵：常可見細胞質中具有葉綠體，能行光合作用，如矽藻。

2. 池水中常見的小生物：

項目 分類	種類	分類	特徵
單細胞 生物	變形蟲 	原生生物界 原生動物	伸出偽足運動。
	草履蟲 	原生生物界 原生動物	體表纖毛為其運動構造。
	眼 蟲 	原生生物界 原生動物	1. 體前端有鞭毛。 2. 光照時可行光合作用，似植物；黑暗時會攝食，似動物。
	新月藻 	原生生物界 藻類	1. 綠藻類。 2. 細胞內有葉綠體，可行光合作用。
	矽 藻 	原生生物界 藻類	1. 金黃藻類。 2. 細胞壁有花紋。
多細胞 生物	孑 孓 	節肢動物門 昆蟲	蚊子的幼蟲。

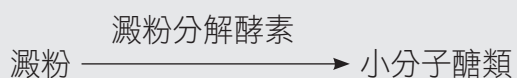
Q 4 食物中醣類的測定

1. 實驗室中可利用化學試劑來測定醣類的存在：

測定的養分	測定試劑	是否需要加熱	顏色變化
澱粉液 (澄清無色或白色)	碘液 (黃褐色)	不需要	黃褐色→藍黑色或紫紅色 (無澱粉) (有澱粉)
葡萄糖液 (澄清無色)	本氏液 (淺藍色)	需隔水加熱	淺藍色→綠色→黃色→橙色→紅色 (含糖濃度：低 → 高)

Q 5 影響酵素作用的因素

- 目的：藉由本氏液的顏色變化，了解唾液中澱粉酵素的作用及其受溫度的影響。
- 原理：唾液中含有酵素可以分解澱粉，因此麵包、米飯等含有澱粉的食物，在口腔內咀嚼久了就會有甜味。反應式如下：



3. 過程、結果及推論：

組別 比較	沸水中唾液 + 澱粉液	溫水中唾液 + 澱粉液	冰水中唾液 + 澱粉液
過程	將各試管置於溫水中作用 15~20 分鐘(使唾液中酵素的作用達到最佳活性) ↓ 加入本氏液，放入沸水中隔水加熱(檢測澱粉有無轉變成其他物質) ↓ 觀察顏色變化		
結果	不變色，淡藍色	紅色	稍微變色
推論	高溫破壞唾液中酵素的活性，澱粉沒有轉變成其他物質	唾液中 酵素 將澱粉分解成其他物質(小分子醣類)	冰水抑制唾液中酵素的活性，僅部分澱粉分解

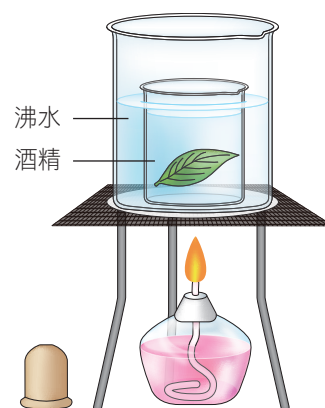
Q 6 光合作用的探討

- 目的：經由澱粉的檢測，了解光合作用需要**光**。
- 原理：光合作用的直接產物為**葡萄糖**，但會轉變為**澱粉**而儲存在葉片等部位，故若檢測葉片某處無澱粉，代表此處無法進行光合作用。
- 過程、結果及推論：

步驟流程	目的
以鋁箔覆蓋部分葉片，置於陽光下兩三天	鋁箔覆蓋的部分隔絕陽光
↓	↓
葉片在沸水中加熱數分鐘	軟化葉片角質層
↓	↓
葉片在酒精中隔水加熱	溶解葉綠素，方便觀察顏色變化
↓	↓
葉片放入熱水中漂洗	洗去酒精及葉綠素
↓	↓
加入碘液	檢測葉片中有無澱粉

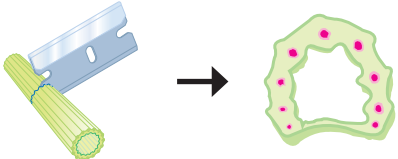
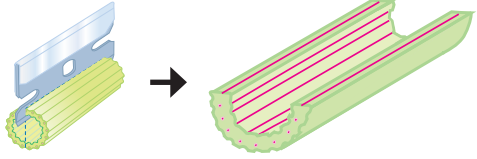
操作 比較	包鋁箔的部分	沒有包鋁箔的部分
結果	不變色、呈黃褐色	由黃褐色變成藍黑色
推論	沒有澱粉合成	有澱粉合成，證明光合作用需要光

註 葉綠素可溶於酒精，但酒精易燃須隔水加熱，如右圖。



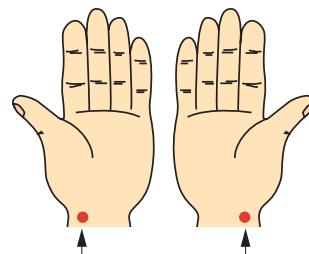
Q 7 觀察植物體內水分運輸的構造

- 目的：藉由觀察紅色溶液在植物體內的上升情形，了解植物的水分運輸構造及運輸過程。
- 過程、結果及推論：

	步驟流程		目的	
過程	將紅色溶液加到容器中		紅色溶液有利於觀察水分的運輸情形	
	↓		↓	
	在水中切取一段芹菜葉柄		避免木質部內有氣泡產生，阻斷水分運輸	
	↓		↓	
	將切好的芹菜葉柄插入容器中		讓芹菜吸收紅色溶液	
	↓		↓	
	將芹菜葉柄橫切及縱切		觀察紅色溶液在葉柄中的分布情形	
結果	葉柄橫切		葉柄縱切	
				
推論	1. 木質部的功能為輸送水分，而水分運輸方向由下往上。 2. 葉片和葉柄呈紅色的部位為木質部。			

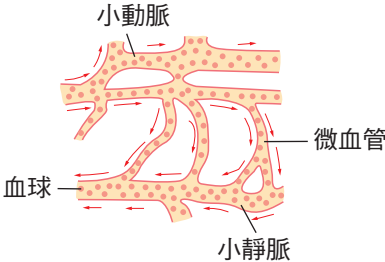
Q 8 探測人體的心音和脈搏

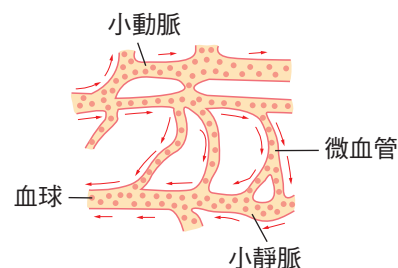
- 目的：藉由探測人體的心音和脈搏，了解心臟搏動的情形。
- 心臟搏動時聽到「撲一通」的聲音，稱為**心音**，心音可使用聽診器聽到。
- 脈搏：動脈管壁隨心搏擴張及復原的交替變動。心臟收縮時，大量血液流入動脈，動脈產生彈性擴張；當心臟舒張時，動脈又恢復原狀。脈搏可由拇指下方手腕處的**動脈**測得，如右圖箭號所指處。
- 脈搏數＝心搏數**。
- 運動時，心搏加快，脈搏也加快，可以加速氧氣、養分的運輸以及二氧化碳、廢物的排除。休息後，又會恢復平常恆定值。



Q 9 觀察血液的流動

- 目的：藉由觀察魚尾鰭內血球的流動，了解血液在血管中流動的情形，並區分不同的血管。
- 過程、結果及推論：

過 程	在夾鏈袋中裝水(不超過$\frac{1}{3}$)，將小魚裝入後，扣緊袋口 (裝水的夾鏈袋可減少小魚掙扎) ↓ 在低倍率物鏡下觀察魚尾鰭內的血管及血球流動的情形 (魚尾鰭較薄，光線容易透過，較易觀察)	結 果	
推 論	1. 血管內流動的顆粒是血球，主要是紅血球。 2. 血液流動的方向：小動脈→微血管→小靜脈。		



Q 10 膝跳反射

1. 膝跳反射說明：若腿部肌肉太過緊張，會導致膝跳反射不發生。

受器 → 感覺神經 → 反射中樞 → 運動神經 → 動器

肌腱

脊神經

脊髓

脊神經

腿部肌肉

Q 11 反應時間的測定

1. 反應時間：從受器接受刺激→動器表現反應，整個過程所需的時間。
2. 眼睛看到尺落下，用手接住尺：

刺激 → 受器 → 感覺神經 → 反應中樞 → 脊髓 → 運動神經 → 動器 → 反應

眼內

腦神經

大腦

脊神經

手部肌肉

3. 每個人神經細胞長度與細胞間的連結均不相同，所以測出來的反應時間也有差異。
4. 練習數次後，反應時間可以縮短。

Q 12 人體的感覺作用

1. 將右手放入A盆(水溫35℃)，左手放入C盆(水溫15℃)，3分鐘後雙手同時放入B盆(水溫25℃)中，則右手覺得冷，左手覺得熱，這是因為**感覺疲勞**造成的。
2. 注視某物體一段時間後移開視線，短時間內仍會看到該物體的影像，這種影像稱為**後像**，分為**正片後像**和**負片後像**兩種。

比較 類別	形狀	顏色	產生原因	舉例
正片後像	與原物相同	與原物相同	視覺暫留	電影和卡通的播放、仙女棒和煙火的火花
負片後像	與原物相同	與原物不同，為互補色 紅 ↔ 青 黃 ↔ 藍 綠 ↔ 洋紅 白 ↔ 黑	視覺暫留 視覺疲勞	

Q 13 光對植物生長的影響

1. 目的：藉由觀察苜蓿幼苗生長方向，了解光對植物生長的影響。
2. 結果及推論：

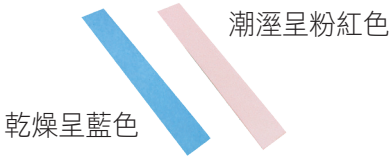
比較 組別	光源在上	無光源	光源在側面
控制變因	植物種類、種植容器、棉花量、含水量、環境溫度		
結果	直立向上	朝上歪斜	朝向側面
推論	植物莖朝向光源生長；植物照光生長得較好		

Q 14 呼吸作用的觀察

1. 人體呼出的氣體：

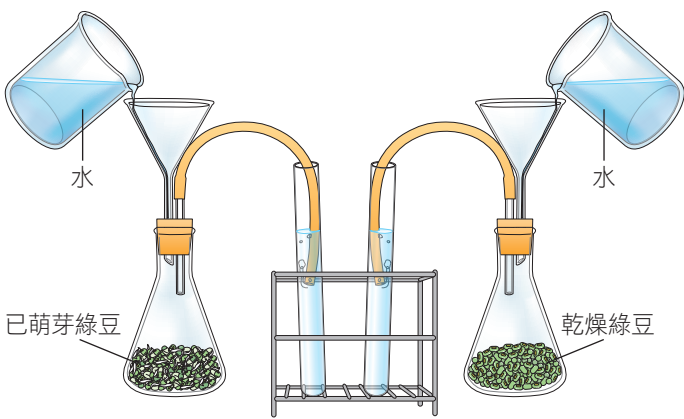
項目	比較	呼氣前	呼氣後	推 論
氯化亞鈷試紙的顏色		藍色	粉紅色	有水蒸氣
澄清石灰水的變化		澄清	白色混濁	有二氧化碳

註 乾燥氯化亞鈷試紙是藍色的，遇到水後會變成粉紅色，如右圖。



2. 植物呼出的氣體：

- (1)由漏斗加水到錐形瓶內，是為了要將錐形瓶內的氣體擠入試管中。
- (2)已萌芽的綠豆呼吸作用較旺盛，所產生的氣體可以試管中的澄清石灰水變混濁，可知氣體中含有二氧化碳。
- (3)此實驗無法檢驗植物呼出的氣體中，是否含有水分。



Q 15 探討植物的營養器官繁殖

1. 目的：了解不同植物是如何利用營養器官繁殖，並探討植物的營養器官是否都能進行無性繁殖？
2. 結果：

植物種類	比較	以莖繁殖	以葉繁殖
空心菜		長出新根、新芽	無法繁殖
落地生根		長出新根、新芽	長出新根、新芽

Q 16 蛋的觀察

1. 目的：藉由觀察鳥類的蛋，了解蛋各部位的構造。
2. 結果：

構造	比較	產生處	功 能	圖 示
小白點		卵 巢	卵細胞的細胞核，將來發育成新個體。	
卵 黃			卵細胞的細胞質，提供胚胎發育所需養分。	
繫 帶		輸卵管	固定卵細胞位置	
蛋 白			提供胚胎發育所需養分	
氣 室			氣體交換	
蛋 殼			保護	

Q 17 花的觀察

1. 目的：觀察花的構造，了解開花植物的生殖器官。

2. 結果：

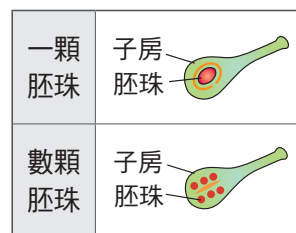
(1)花粉粒的外形和紋路等形態，會因植物種類的不同而有差異。

(2)有些植物花的子房內只有一顆**胚珠**，受精後只可發育成一顆種子。

例 梅子、櫻桃等。

(3)有些植物花的子房內有**數顆胚珠**，受精後可發育成數顆種子。

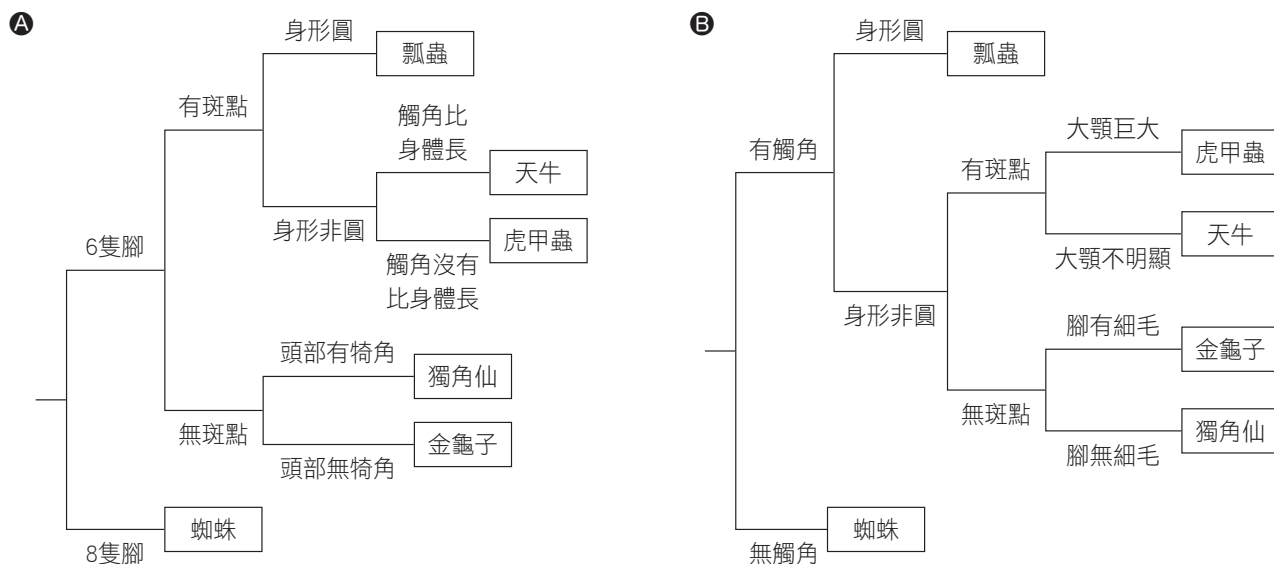
例 番茄、花生等。



Q 18 檢索表

1. 利用生物的特徵將生物分類後製成的檢索工具，有助於分類和鑑定生物。

2. 用不同的特徵作為分類標準，分類的結果不一定相同，如下圖A、圖B。



Q 19 蕨類植物的觀察

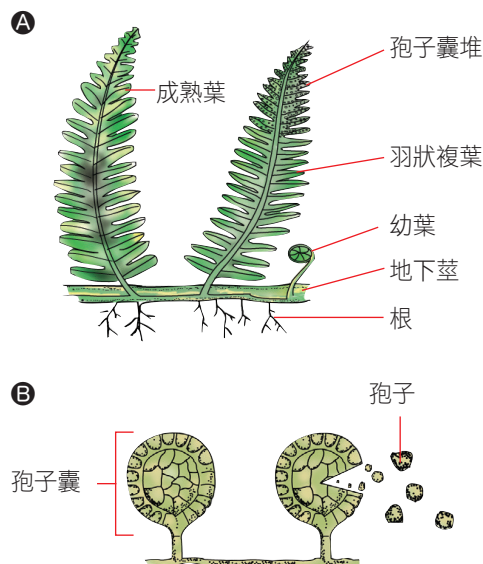
1. 目的：觀察生活周遭常見的蕨類，了解蕨類植物的外形、構造和孢子囊的形狀。

2. 結果：

(1)莖常埋於地下，稱為**地下莖**。莖向下長出根，向上長出葉。葉多呈**羽狀複葉**，剛長出的幼葉呈**捲曲狀**，如右圖A。

(2)成熟葉背面有**孢子囊堆**，孢子囊堆是由**孢子囊**聚集而成，不同種類的蕨類植物，其孢子囊的形狀可能有所差異。

(3)孢子囊乾燥破裂時，會將內部微小的孢子彈射出來，如右圖B，孢子彈出後隨風飄散，遇適合環境便萌芽生長。



Q 20 捉放法

1. **捉放法**是科學家最常用來估算族群內生物個體數目的方法之一。
2. 適用對象：**動物**族群。
3. 步驟：從族群內捕捉定量的生物個體並標上記號→將有記號的個體釋回族群→再捕捉一定量的生物個體數→根據捕捉個體中有記號的個體所占的比例，計算出整個族群內的生物個體數。
4. 原理：捉出的有記號的個體總數所占的比例＝有做記號的個體總數所占的比例。

$$\frac{\text{捉出的有記號的個體總數}}{\text{捉出的個體數目}} = \frac{\text{有做記號的個體總數}}{\text{族群中所有個體的估計總數}}$$

5. 計算出的族群大小是一個**估算值**，不是準確值。可藉由**增加標記的個體數**、**增加捉出的個體數**和**多次實驗求平均值**等方式來減少誤差。

Q 21 樣區採樣法

1. 適用對象：植物族群。
2. 步驟：先計算出小單位面積中的植物平均數量，再推算總面積中的植物個體總數。
3. 公式：

$$\frac{\text{單位面積中的植物個體數}}{\text{單位面積}} = \frac{\text{環境總面積中的植物個體總數}}{\text{環境總面積}}$$

Q 22 探討植物與水土保持的關係

1. 植物的根能夠抓住土壤，有助於水土保持。
2. 不同盆栽種植密度與流出水的比較：

項目 \ 種植密度	密集種植	稀疏種植	無種植
流出的水量	最少	介於兩者之間	最多
混濁程度	最清澈	介於兩者之間	最混濁

理化篇

Q 1 密度測量

1. 目的：利用**天平**與**量筒**測量固體或液體的密度。

2. 步驟：

(1) 固體密度測量：利用已**歸零**的天平測量固體的質量，並以**排水法**求出固體的體積。

$$\text{密度} = \frac{\text{質量}}{\text{體積}}, D = \frac{M}{V}$$

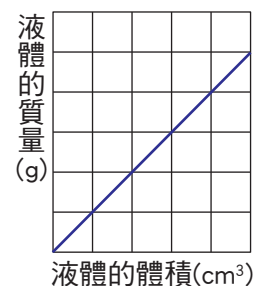
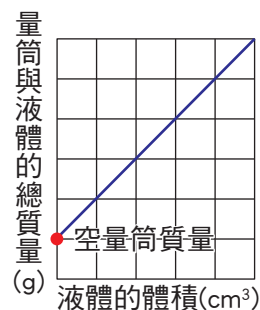
(2) 液體密度測量：

① 將空量筒置於已歸零的天平上，測量**空量筒質量**($M_{\text{筒}}$)。

② 加入 10 mL 的液體，測量**量筒與液體的總質量**($M_{\text{總}}$)，重複加液體數次並分別測量質量。

③ 以**液體的質量**($M_{\text{液}}$)為縱坐標，**液體的體積**($V_{\text{液}}$)為橫坐標，將步驟②的結果標示在坐標圖上，即可得到一條**通過原點的斜直線**，此斜直線的斜率(質量÷體積)即為**液體的密度**($D_{\text{液}}$)。

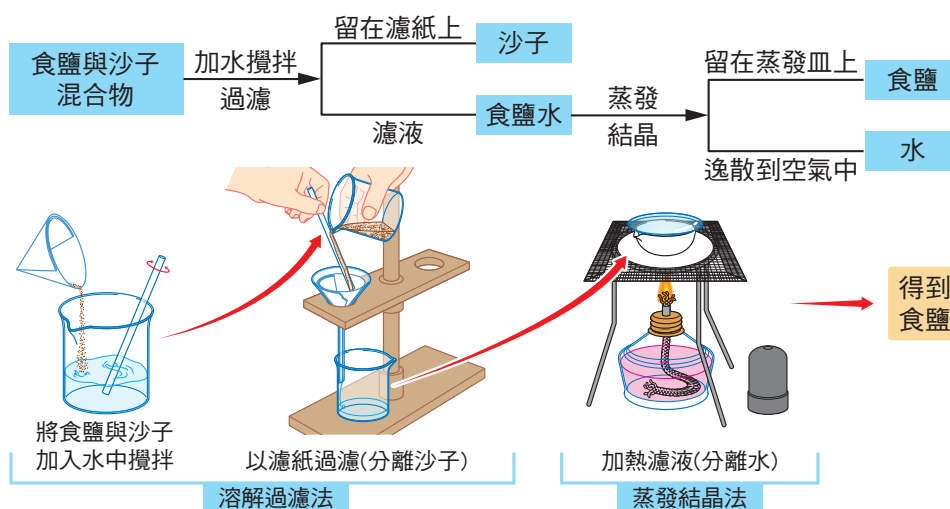
註 液體的質量($M_{\text{液}}$) = 量筒與液體的總質量($M_{\text{總}}$) - 空量筒質量($M_{\text{筒}}$)



Q 2 混合物的分離

1. 目的：分離食鹽與沙子的混合物。

2. 步驟：

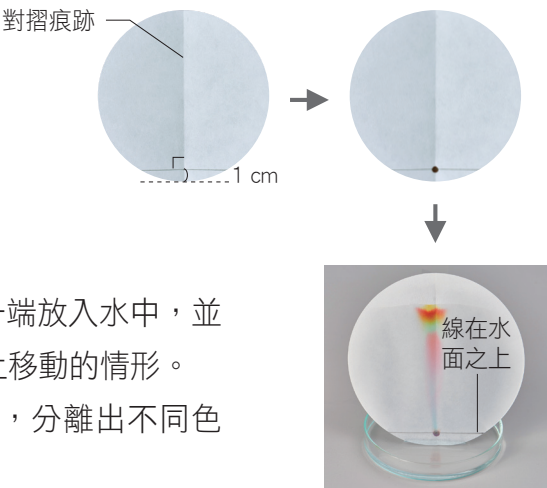


3. 原理：

溶解過濾法	蒸發結晶法
(1) 溶解：利用物質對水的溶解難易度不同，不溶解的物質會沉澱在水中。 (2) 過濾：利用物質的顆粒大小不同。 顆粒大於濾紙孔徑的物質留在濾紙上； 顆粒小於濾紙孔徑的物質則會通過濾紙，得到濾液。	利用物質的沸點不同： 沸點高的物質留在蒸發皿上； 沸點低的物質則變為氣態，逸散到空氣中。

3 濾紙色層分析法

1. 目的：分離不同色素組成的混合物。
2. 步驟：
 - (1)將濾紙對摺後，沿摺線由濾紙底部向上約1 cm處，以鉛筆畫一條與摺線垂直的直線，在摺線與鉛筆所畫直線交點處以水性彩色筆輕點2次。
 - (2)在培養皿加入高約0.5 cm的水後，將濾紙有顏色的一端放入水中，並利用物品在背後支撐濾紙。觀察彩色筆色素在濾紙上移動的情形。
3. 結果：濾紙色層分析法可將看起來是一種顏色的色彩，分離出不同色素，表示該顏料為混合物。

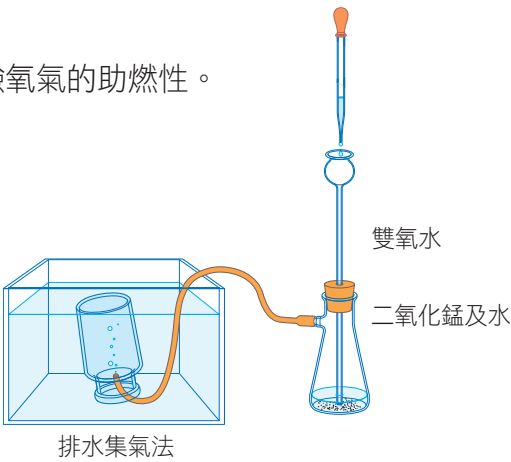


4 氧氣的製備及性質

1. 目的：利用雙氧水經由二氧化錳催化分解產生氧氣，並檢驗氧氣的助燃性。
2. 步驟：
 - (1)如右圖裝置，將二氧化錳與水置於錐形瓶內，再逐滴加入雙氧水。反應產生的氣體一開始先不要收集，經過一段時間後，再利用排水集氣法收集氧氣。

註 因氧氣不易溶於水，可使用排水集氣法。

 - (2)在所收集的氧氣瓶中放入點燃的線香，觀察線香燃燒情形。
3. 結果：



在氧氣瓶的燃燒情形 (實驗組)	在空氣瓶的燃燒情形 (對照組)
燃燒劇烈，產生火花。	燃燒不劇烈，呈現紅熱狀態。

5 彈簧波的傳播

1. 目的：利用彈簧可產生橫波與縱波的特性，觀察彈簧不同的振動方式所產生的不同波形。
2. 結果：

橫波	波前進的方向與振動方向互相 垂直 。	
縱波	波前進的方向與振動方向互相 平行 。	

6 透鏡的成像觀察

1. 目的：觀察凸、凹透鏡的成像性質。

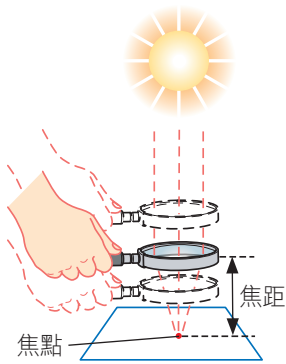
2. 結果：

(1)如右圖，上下移動凸透鏡，使陽光在白紙上形成最亮的點，即為

焦點。焦點至鏡心的距離稱為**焦距**。

註 實驗時若無陽光，可用手電筒從遠處照射取代。

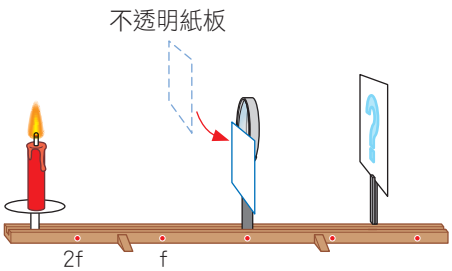
△ 不可注視亮點太久，以免傷害眼睛。



(2)透鏡成像性質：

種類 \ 比較	實物的位置	像的位置	虛像或實像	正立或倒立	與實物比較之大小
凸透鏡	無窮遠(平行光)	鏡後焦點上	實像		一點(焦點)
	2f外	鏡後f與2f間	實像	倒立	縮小
	2f上	鏡後2f上	實像	倒立	相等
	f~2f間	鏡後2f外	實像	倒立	放大
	焦點上	無窮遠處	無法成像		
	f以內	在同側f外	虛像	正立	放大
	①當凸透鏡形成 實像 (物體在焦點外)， 物近鏡，像離鏡，且越來越大 。 ②當凸透鏡形成 虛像 (物體在焦點內)， 物近鏡，像近鏡，且越來越小 ，但成像永遠比原物 大 。				
凹透鏡	無窮遠(平行光)	在同側焦點上	虛像		一點(虛焦點)
	透鏡前任意位置	鏡前焦點和鏡面間	虛像	正立	縮小
	凹透鏡成像時必成 虛像 ， 物近鏡，像近鏡，且越來越大 ，但成像永遠比原物小。				

(3)若以不透明紙板遮住一半透鏡，則成像變暗，位置及大小不變。



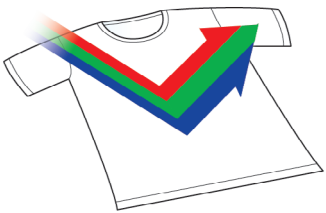
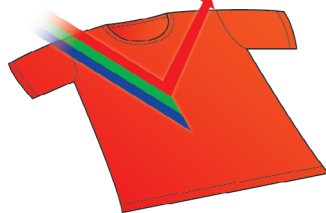
3. 原理：

(1)太陽距離地球很遠，其所發出的光可視為平行光，故光線通過凸透鏡時會聚在鏡後一點(焦點)上，即可用來測量凸透鏡的焦距。

(2)以不透明紙板遮住透鏡時，經過透鏡折射成像的光線減半，故亮度變暗。

7 色光與顏色的關係

- 1. 目的：探討色光對物體顏色的影響。
- 2. 結果：
 - (1)沒有光源時，無法判斷物體的顏色。
 - (2)白色物體反射所有色光，黑色物體吸收所有色光。
 - (3)不透明物體照射色光後會吸收與本身顏色不同的色光，反射與本身顏色相同的色光。

		
幾乎沒有吸收光線，完全反射光線，因此眼睛看到的是白色。	幾乎完全吸收光線，沒有反射光線，因此眼睛看到的是黑色。	吸收綠光及藍光，反射紅光，因此眼睛看到的是紅色。

- (4)在紅光的照射下，白色及紅色的物體呈現紅色；綠色、藍色及黑色的物體呈現黑色，如右圖所示。



8 溫度計的原理

- 1. 目的：由水膨脹和收縮的現象來了解溫度計的原理。
- 2. 結果：
 - (1)利用**水的體積會隨溫度改變而變化**的特性，可作為測量溫度的工具。
 - (2)物質的某些特性也會隨溫度改變而變化，所以也可以利用這些特性來作為測量溫度的依據，例如液晶溫度計是利用**液晶的顏色隨溫度變化**的性質來測量溫度。
 - (3)將錐形瓶**放入冰水**時，細玻璃管中的水位**降低**，表示水遇冷後體積會**縮小**，如下圖A。
 - (4)隔水**加熱錐形瓶**時，細玻璃管中的水位**升高**，表示水受熱後體積會**膨脹**，如下圖B。



9 熱量與物質溫度變化的關係

1. 目的：

探討物質種類、**加熱時間**(熱量多寡)、**物質質量**與**溫度變化**之間的關係。

2. 步驟：

(1)以燒杯盛裝待測物質，置放在陶瓷纖維網上並測量溫度。

(2)點燃酒精燈並開始計時，每隔一分鐘測量溫度一次。

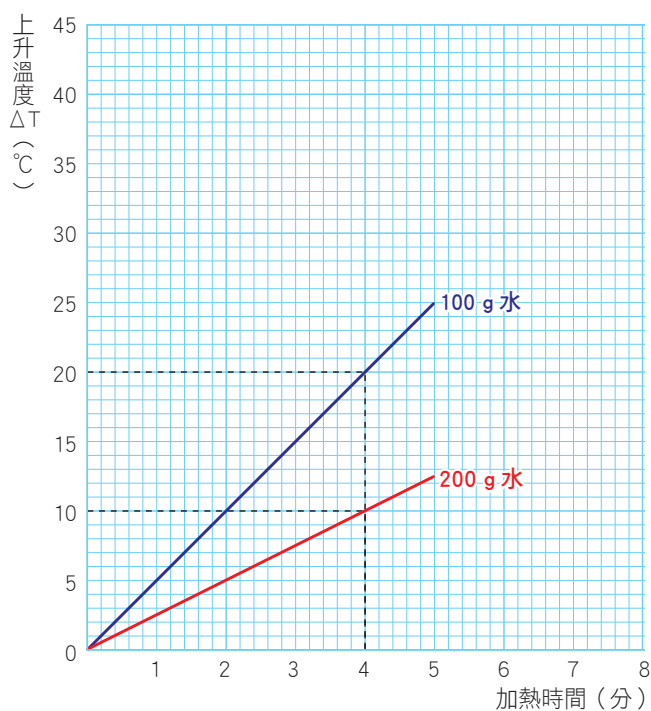
⚠ 溫度計液囊需沒入液面中，但不可接觸燒杯底部。

(3)將上升溫度與加熱時間作圖，可得到一條斜直線。

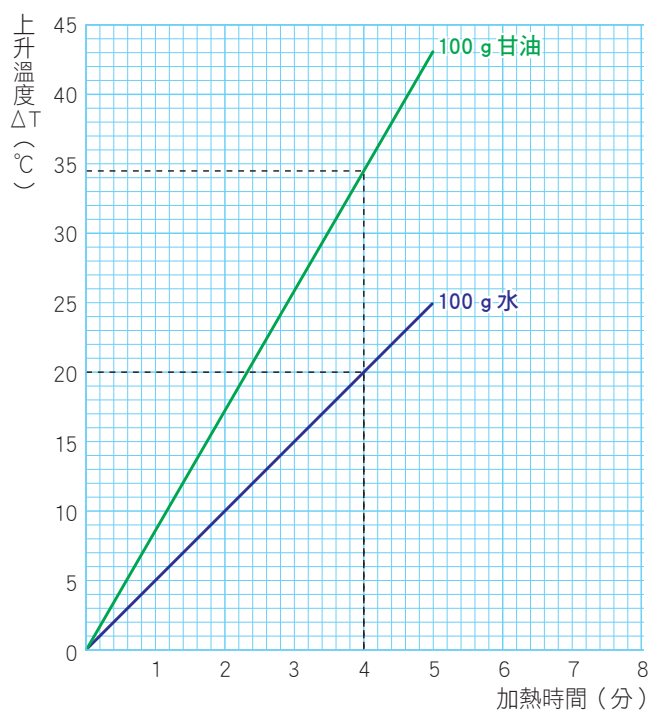
3. 結果：

(1)以一穩定熱源加熱不同質量的水，當**加熱時間相同時**，水的**質量越大**、**溫度變化越小**，如圖A。

(2)以一穩定熱源加熱相同質量的水與甘油，當**加熱時間相同時**，甘油**溫度上升較多**。代表甘油的**比熱比較小**，如圖B。



A 以同一熱源加熱不同質量的水



B 以同一熱源加熱相同質量的水和甘油

4. 原理：

(1) $H = M \times S \times \Delta T$ ，吸收(放出)的熱量 = 質量 × 比熱 × 上升(下降)的溫度差

H：熱量，單位為卡(cal)

M：質量，單位為公克(g)

S：比熱，單位為卡／公克·°C (cal/g·°C)

ΔT：溫度變化，單位為°C

(2)比熱：使1公克的物質上升或下降1°C需吸收或放出的**熱量**，稱為該物質的**比熱**。

10 認識元素

1. 目的：測試元素的性質，以了解金屬元素與非金屬元素的分類依據。

2. 結果：

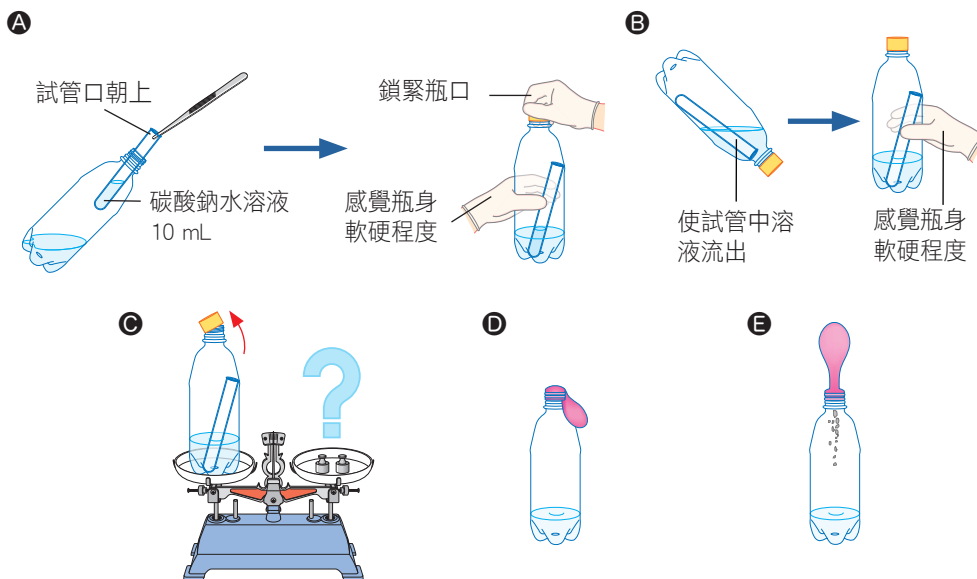
比較 \ 種類	金屬元素	非金屬元素
顏色與外觀	大部分為銀灰色，且具有金屬光澤。	顏色因種類而異，不具金屬光澤。 例 碳為黑色、硫為黃色
延展性	有延展性，不易破碎。	無延展性，受力易破碎。
導電性及導熱性	熱及電的良好導體	熱及電的不良導體 例外：石墨(碳)可以導電

11 質量守恆定律

1. 目的：探討反應物與生成物在化學反應前、後的質量關係。

2. 步驟：

- (1)取氯化鈣水溶液50 mL放入寶特瓶，以試管裝取10 mL碳酸鈉水溶液並將試管放入寶特瓶，如下圖**A**。鎖緊瓶口後秤量寶特瓶與內容物的總質量。傾倒寶特瓶，使試管內的液體與瓶中溶液混合，如下圖**B**，再秤量總質量。鬆開瓶蓋，再秤量寶特瓶與內容物的總質量，如下圖**C**。
- (2)另取一個寶特瓶，置入鹽酸40 mL。再以氣球裝取2 g碎大理岩套在瓶口，如下圖**D**，並秤量總質量。將大理岩倒入寶特瓶中，如下圖**E**，再秤量總質量。鬆開氣球，再秤量質量。



3. 結果：

反應物	碳酸鈉與氯化鈣	大理石與鹽酸
生成物	氯化鈉、碳酸鈣(白色沉澱)	氯化鈣、水、二氧化碳(氣體)
質量變化	反應前後密閉寶特瓶內質量不變，瓶蓋鬆開後仍維持相同質量。	反應前後密閉寶特瓶內質量不變，氣球鬆開後質量減輕。
寶特瓶軟硬程度	反應前後寶特瓶的軟硬程度相同。	反應後，寶特瓶變硬了。

- (1)碳酸鈉與氯化鈣的反應：此反應無氣體生成物，故反應後寶特瓶的軟硬程度相同，且鬆開瓶蓋時質量不變。

(2)大理石與鹽酸的反應：大理石的主要成分為**碳酸鈣**，與鹽酸反應後可生成**氯化鈣**、**水與二氧化碳氣體**。大理石和鹽酸在密閉的容器中反應，反應前、後的總質量不會改變；而鬆開氣球後質量減少，是因為**反應生成的二氧化碳逸散到空氣中**，也因為有氣態物質的生成，反應後密閉的寶特瓶壓起來感覺會變硬。

12 金屬對氧的活性

1. 目的：根據金屬與氧反應的難易程度，探討金屬對氧的活性大小。

2. 步驟：將鎂帶、鋅粉及銅粉分別置於燃燒匙中，以酒精燈加熱。

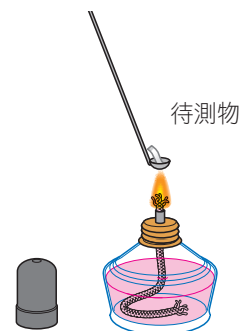
⚠ 鎂帶燃燒時會發出白色強光，不可直視太久避免眼睛受傷。

3. 結果：鎂、鋅和銅三種金屬在空氣中燃燒的難易程度並不相同。

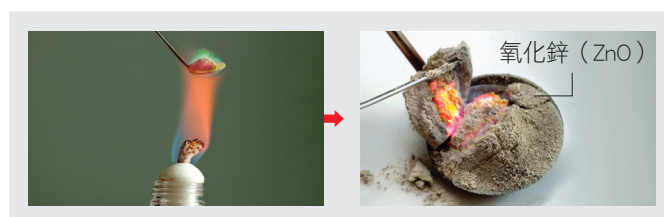
(1)鎂最容易燃燒，燃燒時發出耀眼的白色光芒，產物為白色的氧化鎂。

(2)鋅較不易燃燒，以酒精燈加熱鋅粉生成氧化鋅，但移離火源後即停止燃燒。以針挑開表層，內部的鋅粉與空氣接觸後，又可繼續起火燃燒，由此可知**鋅的氧化物具有保護內部不再被氧化的功能**。

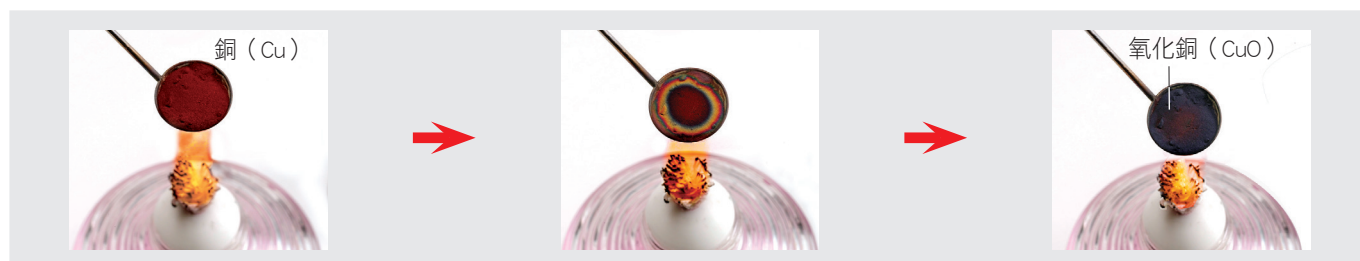
(3)銅不易燃燒，加熱後表面生成一層黑色的氧化銅。



Ⓐ 鎂的氧化反應與產物



Ⓑ 鋅的氧化反應與產物



Ⓒ 銅氧化前、後顏色的變化與產物

13 探討電解質的性質

1. 目的：比較電解質與非電解質的導電情況，了解電解質的性質。

2. 步驟：以右圖的實驗裝置，分別測量固體物質、蒸餾水及各水溶液的導電性，以及水溶液的酸鹼性。

⚠ 更換溶液前需先以蒸餾水沖洗電極。

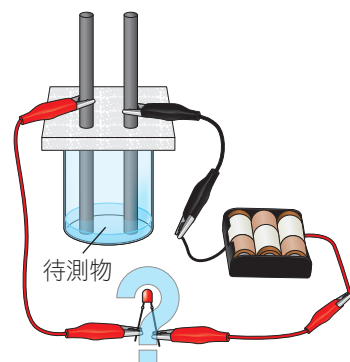
3. 結果：不同的物質若可溶於水中，所形成的水溶液各有不同的性質。

(1)**電解質**：溶於水後，其水溶液可使LED燈發亮或使碳棒周圍產生氣泡的化合物，稱為電解質。

例 鹼性的氫氧化鈉、中性的氯化鈉、酸性的氯化氫和醋酸等。

(2)非電解質：溶於水後，水溶液不能導電的物質，即為非電解質。

例 葡萄糖等。

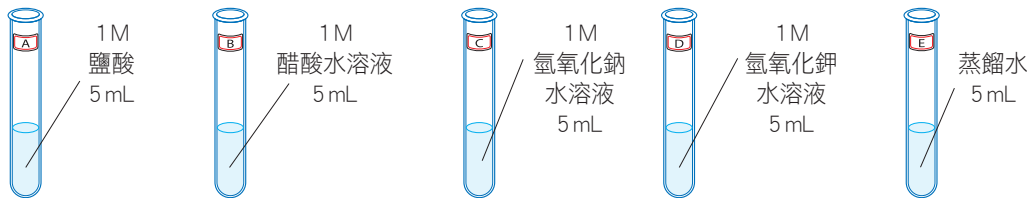


14 什麼物質會與大理岩反應？

1. 目的：找出會與大理岩反應的物質，並歸納出共同特性。

2. 步驟：

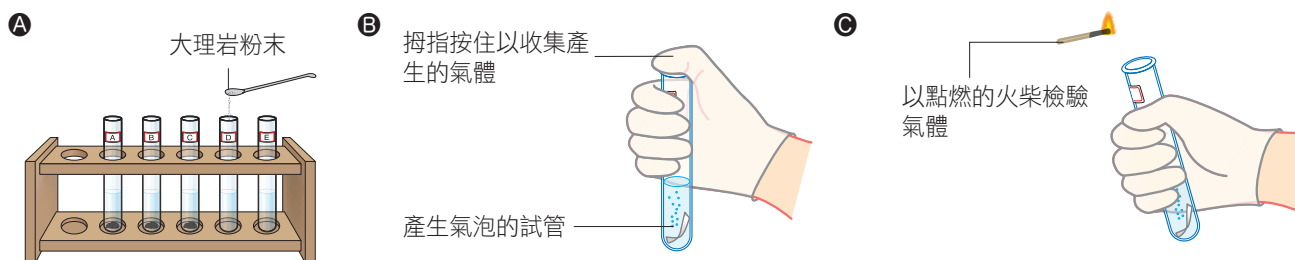
(1)取5支試管，分別配製如下的水溶液：



(2)將1刮勺大理岩粉末分別放入五支試管中，觀察反應情形，如下圖A。

(3)找出產生氣泡的試管，以拇指按住管口收集氣體，如下圖B，再用點燃的火柴插入試管口，如下圖C，觀察管口的反應，如下圖所示。

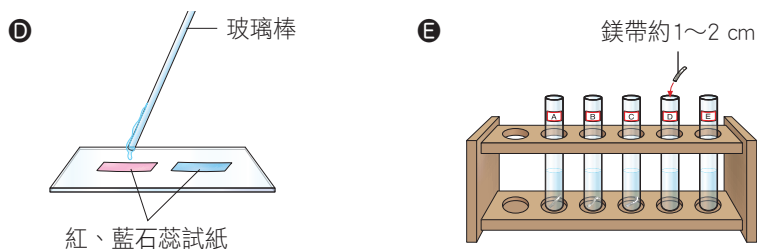
⚠ 以火柴檢驗氣體時，須遠離眼睛避免危險。



(4)重新盛裝液體，分別以玻璃棒沾取試管中的溶液，以石蕊試紙檢測酸鹼性，如下圖D。

⚠ 為避免汙染待測溶液及玻璃棒，玻璃棒使用前後須以蒸餾水沖洗並擦乾。

(5)分別將小段的鎂帶放入五支試管中，觀察鎂帶與溶液的反應情形，如下圖E，並以火柴靠近有氣泡產生的試管管口。

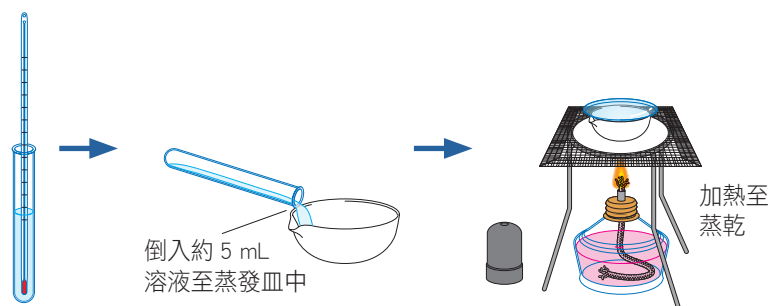


3. 結果：

比較類別	酸性物質	鹼性物質
與酸鹼試紙的反應	(1)使石蕊試紙呈現紅色 (2)使酚酞指示劑呈無色 (3)使廣用試紙呈黃(較不酸)→橙→紅(較酸)色	(1)使石蕊試紙呈現藍色 (2)使酚酞指示劑呈紅色 (3)使廣用試紙呈藍(較不鹼)→靛→紫(較鹼)色
所生成的共同離子	氫離子(H^+)	氫氧根離子(OH^-)
常見化學反應	(1)與 碳酸鹽 類反應產生 二氧化碳 (2)與活性大的 金屬 (例：鎂、鋅)反應產生 氫氣 。氫氣具有可燃性，以點燃的火柴靠近試管時，會產生爆鳴聲。	可以溶解油脂

15 酸鹼中和反應

1. 目的：認識酸性物質與鹼性物質反應為放熱反應，且會產生鹽類，並了解鹽酸與氫氧化鈉的化學反應會改變溶液的pH值。
2. 步驟：將1 M鹽酸5 mL與1 M氫氧化鈉水溶液5 mL混合，測量反應前後的溫度。反應後取出混合溶液5 mL加熱至蒸乾，記錄殘餘物的顏色，如下圖。



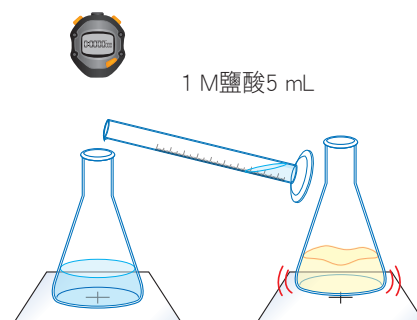
3. 結果：

- (1)鹽酸與氫氧化鈉水溶液混合時會放出熱量，使溶液溫度上升，屬於**放熱反應**。
- (2)鹽酸與氫氧化鈉水溶液反應後所得的溶液，蒸乾後得到的白色固體是氯化鈉。代表**酸鹼中和會產生鹽類**。
- (3)加入氫氧化鈉水溶液的量越多，試管中溶液的氫離子數目減少。當氫氧化鈉解離出的**氫氧根離子數目**與鹽酸解離出的**氫離子數目**相等時，此時達到「酸鹼中和」。

16 溫度與反應速率

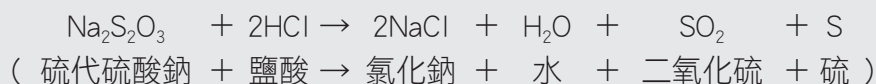
1. 目的：藉由改變硫代硫酸鈉溶液的溫度，觀察溫度對反應速率的影響。
2. 步驟：

- (1)取0.1 M硫代硫酸鈉溶液50 mL加入錐形瓶中，測定溫度。
- (2)將1 M鹽酸5 mL加入錐形瓶中，搖動使其混合均勻，記錄反應所產生的沉澱物恰可把白紙上的十字遮住的時間，如右圖所示。
- (3)另取數個錐形瓶，在不同溫度時重複實驗，記錄沉澱遮住十字的時間。



3. 結果：

- (1)硫代硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)與鹽酸反應會產生黃色的硫沉澱，反應式如下：



- (2)本實驗藉由生成物——硫的沉澱遮住十字所需的時間，測量此實驗的反應速率。
- (3)溫度越高，沉澱物遮住記號的時間越短，表示反應速率越快。

Q 17 有機物和無機物

1. 目的：驗證有機化合物都含有碳。

2. 步驟：

- (1)取白砂糖、麵粉、食鹽各200 mg。
- (2)將小張鋁箔紙及白砂糖200 mg置於蒸發皿中，蓋上漏斗，點燃酒精燈加熱約4~5分鐘，觀察白砂糖的變化。
- (3)依序將麵粉與食鹽置於蒸發皿中，重複以上加熱操作，觀察加熱結果。

3. 結論：

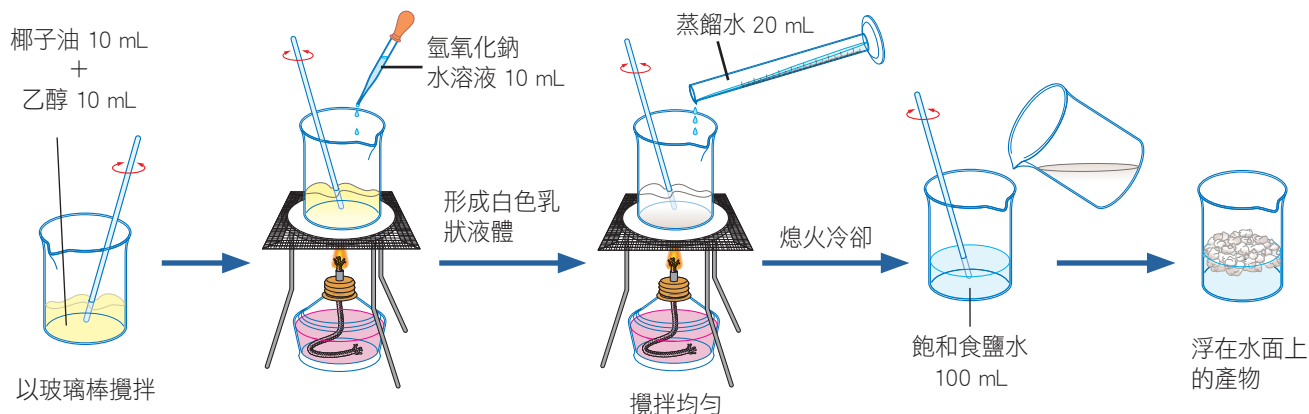
- (1)從甘蔗提煉的白砂糖與來自於小麥的麵粉，屬於有機化合物，加熱後會產生含有碳元素的黑色物質。
- (2)食鹽為無機化合物，加熱後沒有明顯的變化。



Q 18 製造肥皂

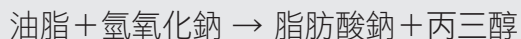
1. 目的：學習製造肥皂的方法，並觀察肥皂的酸鹼性與去汙作用。

2. 步驟：



3. 原理：

(1)油脂與鹼性溶液產生反應，形成脂肪酸鈉(俗稱肥皂)與丙三醇，稱為**皂化反應**，反應如下：



(2)在實驗中加入飽和食鹽水後，肥皂會出現並浮在食鹽水上，此步驟稱為**鹽析**。

(3)肥皂的水溶液呈鹼性，而將肥皂加入裝有油和水的試管中，可使油水均勻混合，由此可知肥皂能除去油污。

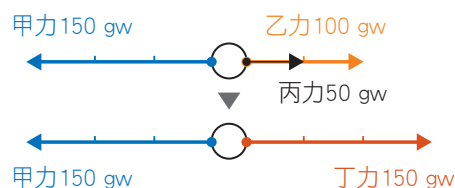
Q 19 力的平衡與合成

1. 目的：找出兩力平衡的條件，並藉由同一直線上三個力之間達成平衡的情形，了解力的合成。

2. 結果：

(1)當兩力同時拉一個物體，使物體保持不動時，表示兩力達成力的平衡，此時兩力必**大小相等**、**方向相反**，而且**沿著同一直線作用**。

(2)將同向的乙、丙兩力相加，改用一个丁力取代，仍可對物體的平衡或移動產生相同的效果，此時稱丁力為乙、丙兩力的**合力**。



Q 20 探討影響摩擦力的因素

1. 目的：探討接觸表面的面積、接觸表面的性質及垂直作用在接觸面上的力是否會影響摩擦力的大小。

2. 步驟：

(1) 探討**接觸面積大小**與摩擦力的關係：改變木塊與桌面的接觸面積，手持彈簧秤並增加拉力，記錄木塊開始移動前瞬間的彈簧秤讀數。

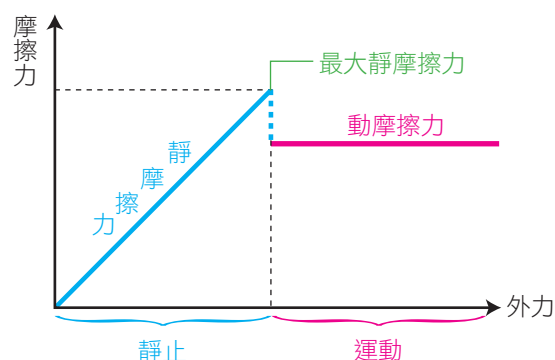
(2) 探討**接觸表面粗糙度**與摩擦力的關係：將木塊面積最大的一面置於砂紙上，手持彈簧秤並增加拉力，記錄木塊開始移動前瞬間的彈簧秤讀數。

(3) 探討**垂直作用在接觸面上的力**與摩擦力的關係：將木塊面積最大的一面置於水平桌面上，在木塊上放置一個500 g的砝碼，手持彈簧秤並增加拉力，記錄木塊開始移動前瞬間的彈簧秤讀數。

3. 結果：

(1) 步驟中記下的彈簧秤讀數，即為物體與接觸面之間最大的摩擦力。

(2) 最大靜摩擦力的大小和**接觸面的材質種類及表面狀況**(包括粗糙及乾燥的程度等)有關，也與垂直作用在接觸面的**作用力**(稱為**正向力**)之大小有關，但與**接觸面積無關**。



Q 21 觀察液壓的特性

1. 目的：了解影響液壓大小的因素。

2. 步驟：

(1) 將水壓觀測器伸入水箱中，固定水壓觀測器在水中的深度，並朝四面八方任意旋轉，觀察橡皮薄膜的凹陷程度。

(2) 將水壓觀測器移入較深的水中觀察，與步驟(1)橡皮薄膜的凹陷程度比較。

3. 結果：

(1) 在同一深度處，不論旋轉至哪一個方向，兩側橡皮薄膜的凹陷程度都一樣，表示**來自各方向的液壓大小相同**，如圖A。

(2) 距離水面的**深度越深**，凹陷程度會變大，**水壓就越大**，如圖B。

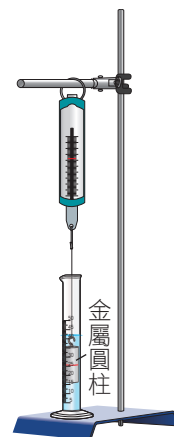


22 阿基米德原理

1. 目的：分析物體在水中所受浮力與其所排開水重量的關係，驗證阿基米德原理。

2. 步驟：

- (1) 實驗裝置如右圖，在放置量筒前先測量金屬圓柱的重量。
- (2) 在量筒中裝入 V_0 毫升的水，調整鐵架高度使金屬圓柱沒入量筒內的水中直至記號處，測量此時金屬圓柱的重量及所排開水的體積，並計算金屬圓柱在水中所減輕的重量，以及所排開水的重量。
- (3) 測量並計算完全沒入水中時，金屬圓柱在水中所減輕的重量，以及所排開水的重量。
- (4) 測量並計算沒入較深水中時，金屬圓柱在水中所減輕的重量，以及所排開水的重量。



3. 結果：

- (1) 物體在液體中**所受的浮力(即減輕的重量)=排開液體的重量**($V_{\text{排}} \times d_{\text{液}}$)。
- (2) 阿基米德原理：物體在液體中所減輕的重量(浮力)，等於該物體所排開液體的重量(即物體在液面下同體積的液體重量)。

23 單擺的擺動週期

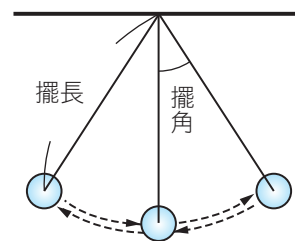
1. 目的：探討單擺的擺角、擺錘質量和擺長，是否會影響擺動週期。

2. 步驟：

變因 步驟	擺長(cm)	擺錘質量(g)	擺角(度)	週期
步驟 1	100	20	10	記錄來回擺動10次所需的時間，計算擺動1次所需的時間。
步驟 2	100	20	5	
步驟 3	100	40	10	
步驟 4	25	20	10	

3. 結果：

- (1) 在擺長(L)和擺錘質量(m)固定、擺角(θ)不大於10度的情況下，**改變擺角的大小，不會影響單擺的週期(T)**。
- (2) 擺長與擺角固定(擺角不大於10度)時，**改變擺錘的質量，不會影響單擺的週期**。
- (3) 擺角與擺錘的質量固定時(擺角不大於10度)，**擺長越長，則單擺擺動的週期就越大**。



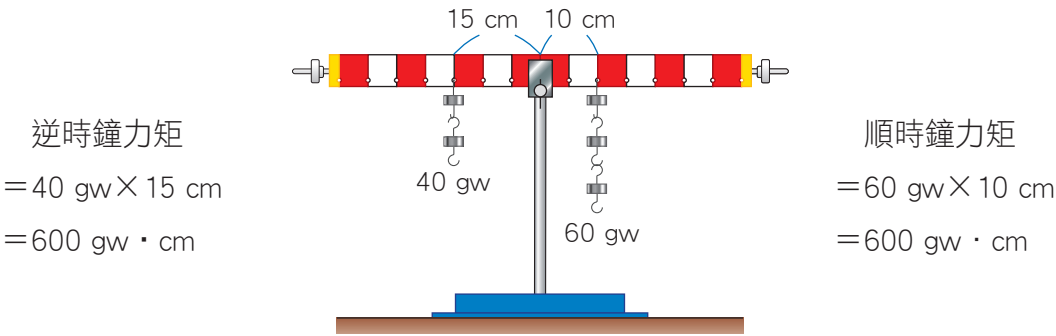
24 認識速度與加速度

1. 目的：利用相機或手機連續拍攝物體的各種運動狀態，藉由連拍影像間距，推測出物體當時的運動狀況。
2. 結果：
- (1)連拍模式下，每兩張照片的時間間隔相同。
 - (2)兩連拍影像間的距離會隨著物體速度的變化而改變，當**速度較快**時，**距離較大**。
 - (3)連拍影像紀錄分析：

情 況	圖 例	運動狀態分析
一點		靜止不動
間隔距離相等		等速度運動
間隔距離成等差數列		等加速度運動
間隔距離無規律		加速度運動

25 槓桿原理

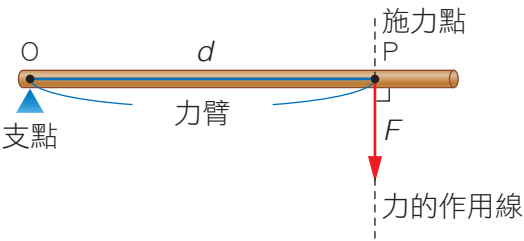
1. 目的：利用各種方式使槓桿維持平衡，以了解槓桿原理。
2. 結果：
- (1)當**順時鐘方向**和**逆時鐘方向**的**力矩相等**時，合力矩為零，槓桿達水平平衡。
 - (2)當槓桿達水平平衡時，施力產生的力矩與抗力產生的力矩兩者恰好相等，即**施力×施力臂=抗力×抗力臂**，稱為**槓桿原理**。



3. 原理：

(1) $L = F \times d$ ，力矩 = 施力 × 力臂

L：力矩，單位為公斤重·公尺(kgw·m)
F：施力，單位為公斤重(kgw)
d：力臂，單位為公尺(m)



(2)力矩：力臂或施力越大時，力矩就越大，則物體越容易轉動。

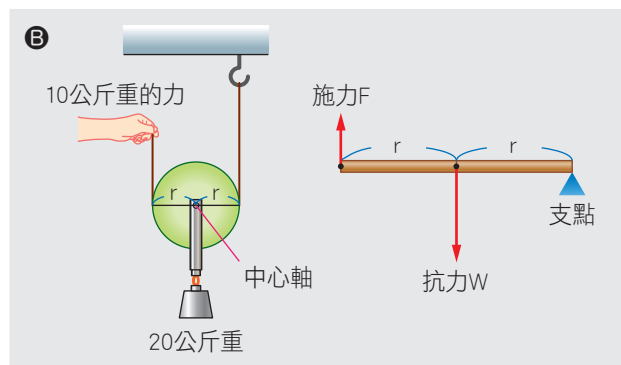
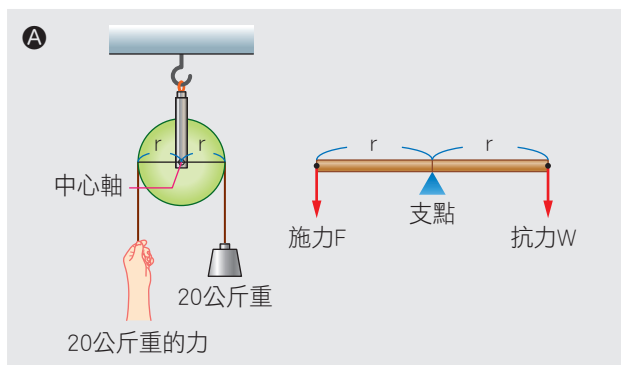
26 滑輪的工作原理

1. 目的：驗證定滑輪可改變施力方向及動滑輪可省力的現象。

2. 結果：

(1)定滑輪：可想像成一個支點在中間的槓桿，施力等於物重($F=W$)，如圖A，同時施力拉下的距離和物體上升的距離相等，故不能省力，但能改變施力方向。

(2)動滑輪：可想像成一個抗力點在中間的槓桿，施力等於物重的一半($F=0.5W$)，如圖B，同時施力拉下的距離等於物體上升的距離的兩倍，雖能省力，但施力的作用距離較長，故較費時。



27 歐姆定律

1. 目的：探討流經導體的電流和電壓之間的關係。

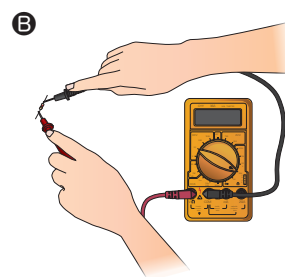
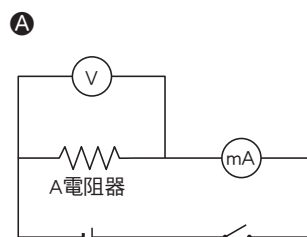
2. 步驟：

(1)電路裝置如右圖A。

(2)改變電源電壓，測量通過電阻器的電流大小。

(3)計算電壓與電流的比值。

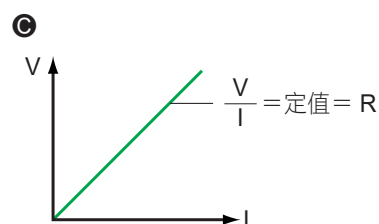
(4)使用三用電表測量電阻器的電阻，如右圖B。



3. 結果：

(1)通過電阻器兩端的電壓與通過電阻器的電流比值為一定值，即**電流與電壓成正比**關係，如右圖C。

(2)使用三用電表測量出的電阻值，和步驟(3)計算出的比值不相同，因為步驟(3)會受電路連接方式影響，導致電流測量值的誤差。



28 鋅銅電池

1. 目的：藉由組裝鋅銅電池，了解電池的組成，並分析放電時的反應變化。

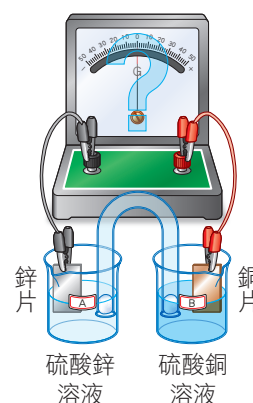
2. 步驟：

(1)取100 mL的燒杯2個，分別貼上A、B標籤，A燒杯加入0.1 M硫酸鋅溶液60 mL，以鋅片當電極；B燒杯加入0.1 M硫酸銅溶液60 mL，以銅片當電極。

(2)用導線連接檢流計和兩燒杯中的電極，觀察檢流計的指針是否發生偏轉。

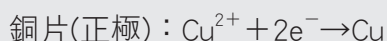
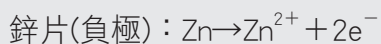
(3)取U形管裝滿1 M硝酸鉀溶液，並將兩管口用棉花塞住，再把U形管橫跨置於兩燒杯中。

(4)用導線連接檢流計和兩燒杯中的電極，觀察檢流計的指針是否發生偏轉。



3. 結果：

- (1)未置入U形管之前，檢流計的讀數為零，代表為斷路；當裝滿硝酸鉀溶液的U形管橫跨兩燒杯時，檢流計指針即偏轉，代表有電流通過。
- (2)由檢流計的偏轉方向可知：鋅銅電池中，電流由銅片流向鋅片，因此銅片為正極，鋅片為負極，而電子是由鋅片經導線流向銅片。
- (3)鋅銅電池正、負兩極的反應可以用下列方程式來表示：



- (4)整個電池的化學總反應式： $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

29 電解水及硫酸銅溶液

1. 目的：

- (1)利用電流的化學效應，觀察水分解後的產物。
- (2)使用不同電極電解硫酸銅溶液，觀察並比較其反應情形。

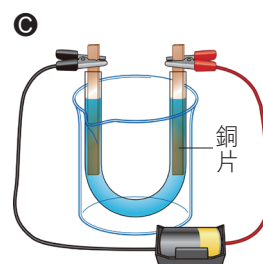
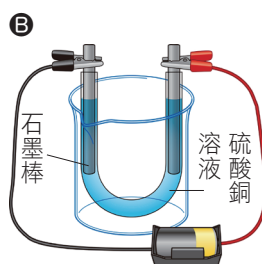
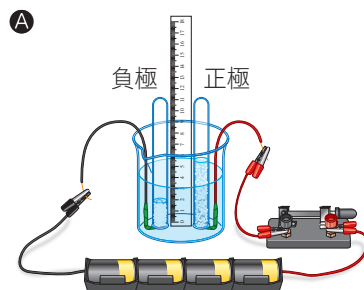
2. 步驟：

(1)電解水：

- ①如右圖A，將蒸餾水放入燒杯中，觀察兩電極反應。
- ②將少量氫氧化鈉放入水中，觀察兩電極反應。
- ③記錄正、負電極兩試管水面下降高度。
- ④以點燃的火柴檢驗正、負極氣體產物。

(2)電解硫酸銅溶液：

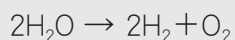
- ①如右圖B，以石墨棒為電極，通電一段時間後，觀察兩電極的反應。
- ②如右圖C，改以銅片為電極，通電一段時間後，觀察兩電極的反應。



3. 結果：

- (1)電解水實驗中，純水極難電解，故通常會加入少量的氫氧化鈉或硫酸等電解質幫助導電。
- (2)電解水時，由試管內液面的高度可知，負極所產生的氫氣體積是正極產生氧氣體積的兩倍。負極產生的氣體以點燃的火柴檢驗，會發出爆鳴聲，試管口出現淡藍色的火焰，此氣體為具可燃性的**氫氣**；正極產生的氣體可使火柴燃燒更旺盛，此氣體為具助燃性的**氧氣**。

(3)電解水的總反應為：



- (4)以石墨棒為電極，電解硫酸銅溶液時，在負極的石墨棒上析出銅，由於**溶液中銅離子的濃度減少，溶液的顏色由藍色而逐漸變淡**；正極產生氣泡，收集此氣體並以線香餘燼檢驗，可知此氣體為具有助燃性的氧氣。
- (5)以銅片為電極，電解硫酸銅溶液時，在負極的銅片上析出銅，而正極的銅片則會釋放電子，形成銅離子溶入溶液中。故**溶液中銅離子的濃度不變**，在實驗中可以觀察到**溶液的顏色不變**。

30 電鍍

1. 目的：了解電解原理的應用。

2. 步驟：

(1)在燒杯中加入硫酸銅溶液約八分滿。

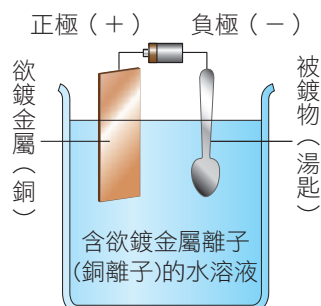
(2)先以導線將銅片接至電池正極；被鍍物接至電池負極。再將銅片與被鍍物放入硫酸銅溶液中。

(3)觀察銅片與被鍍物的變化情形。

3. 結果：

(1)負極的被鍍物表面會鍍上銅，而正極的銅片會逐漸溶解，且溶液中銅離子的濃度不變，因此溶液顏色不變。

(2)電鍍是以欲鍍金屬為正極，被鍍物為負極，並以含欲鍍金屬離子的鹽類水溶液為電鍍液，將金屬鍍在負極的另一材料表面上。



31 磁場

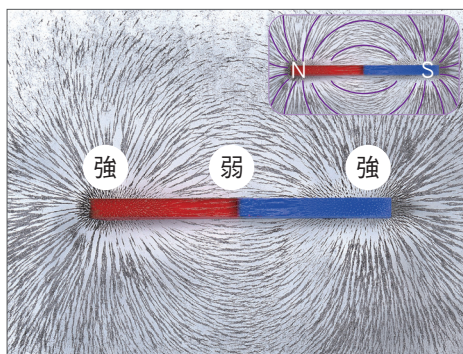
1. 目的：利用鐵粉顯示磁鐵周圍磁場的分布情形。

2. 結果：

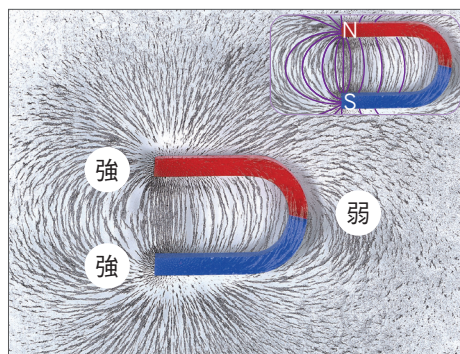
(1)撒在磁鐵周圍的鐵粉，受到磁鐵磁化而具有磁性，每一個鐵粉顆粒就相當於一個小磁針，而鐵粉顆粒串連所形成互不相交的曲線，稱為**磁力線**。

(2)在鐵粉形成的磁力線圖樣中，可以看到在**磁鐵兩極處**，鐵粉呈現的**磁力線最密集**；而離兩極越遠，磁力線也就越疏鬆。藉由觀察磁力線的疏密程度，可判斷該處磁場的強弱。

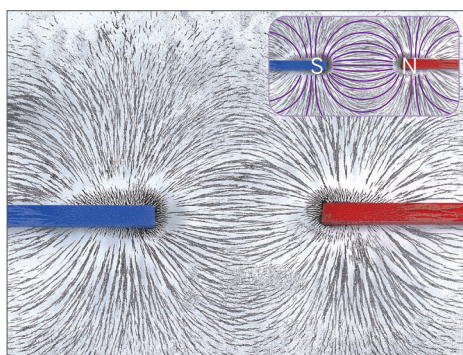
(3)在磁場中的磁針會受到磁力的作用而發生偏轉，所以磁針在磁場中的偏轉情形，可以幫助我們了解磁場的方向。



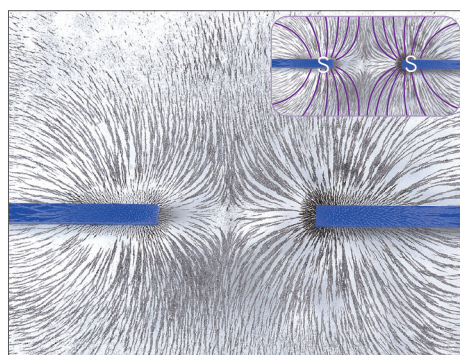
棒形磁鐵



U形磁鐵



兩棒形磁鐵以異名極相對放置



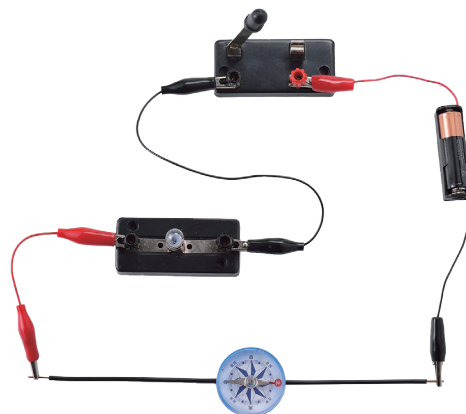
兩棒形磁鐵以同名極相對放置

32 電流的磁效應

1. 目的：觀察通有電流的長直導線周圍磁場的分布情形。

2. 步驟：

- (1) 實驗裝置如右圖。
- (2) 接通開關，觀察流經銅線的電流方向，及磁針N極的偏轉方向和偏轉角度。
- (3) 改把銅線放在羅盤的正上方，記錄電流方向、磁針偏轉方向和角度。
- (4) 將羅盤鉛直提離銅線，逐漸增加距離，觀察磁針的變化。
- (5) 改變流經銅線的電流方向，記錄磁針偏轉方向的變化。
- (6) 增加電源電池串聯的個數，重複步驟並記錄磁針偏轉角度的變化。



3. 結果：

- (1) 經由實驗可知**通有電流的導線周圍會有磁場產生**，其效果與磁鐵的磁場相同，都能使磁針發生偏轉，這種現象稱為**電流的磁效應**。
- (2) 利用鐵粉顯示**磁力線形狀為以導線為圓心的同心圓**。**越接近導線，鐵粉的圖樣越清晰；通過電流越大，鐵粉的圖樣也越清晰**。
- (3) 安培經由實驗發現，通有電流的長直導線，其周圍任意一點所建立的磁場強弱，和導線上的**電流大小成正比**，但和**該點到導線的距離成反比**。
- (4) 以磁針放在銅線四周時，可發現改變流經導線的電流方向時，磁場方向也隨之改變。我們可應用安培右手定則來判斷導線周圍磁場的方向與導線上電流方向的關係：將**右手大拇指**指向直導線的**電流方向**，其餘**四指彎曲**並圍繞直導線旋轉，此時四指所指的方向即為**磁場的方向**，如下圖所示。



應用安培右手定則，判斷長直導線周圍磁場與電流方向的關係。

33 感應電流

1. 目的：觀察封閉線圈內的磁場發生變化時，產生電流的現象。

2. 步驟：

(1)實驗裝置如右圖。

(2)將磁鐵的S極靠近螺旋形線圈一端，使其靜止不動，記錄檢流計指針偏轉方向及角度(或讀數)。

(3)將磁鐵的S極快速放進線圈內，記錄檢流計指針偏轉方向及角度(或讀數)。

(4)磁鐵進入線圈後，使其靜止不動，記錄檢流計指針偏轉方向及角度(或讀數)。

(5)將磁鐵的S極快速從線圈內取出，記錄指針的偏轉方向及角度(或讀數)。

(6)改換磁鐵的N極朝下、磁鐵改以慢速進出線圈、改用不同圈數的線圈，重複上述步驟。

3. 結果：

(1)由以上實驗可以發現：

①螺旋形線圈兩端只連接檢流計時，檢流計的指針不會偏轉，表示沒有電流通過線圈。

②當磁鐵靠近或遠離線圈時，檢流計的指針發生偏轉，表示有電流通過線圈。

③若磁鐵靜止不動，此時檢流計的指針不會偏轉，表示沒有電流通過線圈。

(2)當**磁鐵進出線圈的速率越快**，線圈內產生的**感應電流越大**；**增加線圈的圈數**，亦可使線圈內**感應電流加大**。

