教育無它，唯愛與榜樣～
追求卓越，永不止息

自然而然，學好自然

吳彥成自然

目次

生物篇

主題一	生物與地球環境	p. 1
主題二	生物體的構造	p. 5
主題三	生物體的生理機能	p. 8
主題四	物種的延續	p. 20
主題五	地表上的生物	p. 29

理化篇

主題一	簡易測量	p. 41
主題二	認識物質	p. 44
主題三	原子、分子與化學反應	p. 46
主題四	反應速率與化學平衡	p. 50
主題五	酸鹼鹽	p. 51
主題六	氧化還原	p. 55
主題七	有機化合物	p. 56
主題八	波動與聲音	p. 59
主題九	光	p. 61
主題十	溫度與熱	p. 64
主題十一	基礎力學	p. 66
主題十二	直線運動	p. 69
主題十三	力與運動	p. 71
主題十四	功與能	p. 72
主題十五	轉動與簡單機械	p. 73
主題十六	電與生活	p. 75
主題十七	電化學	p. 78
主題十八	電與磁	p. 80

地科篇

主題一	地球的構造與組成	p. 84
主題二	板塊構造與運動	p. 86
主題三	地質作用與地表變化	p. 89
主題四	天氣變化	p. 94
主題五	宇宙與日月地相對運動	p. 97
主題六	全球變遷	p. 102

＜生物＞重點整理

主題一 生物與地球的環境

一、生命的起源

1. 生物與無生物：

可表現出生命現象(**生長、生殖、感應、代謝**…等)的個體稱為**生物**，如動物、植物；**無法表現出生命現象**的物體，稱為**無生物**，如礦物、**生物遺骸**。

2. 地球環境的演變與生命的誕生：

地球演變	**約 46 億年**前**地球形成**，為一個岩漿球體	岩漿冷卻，固體外殼形成，火山活動頻繁	繼續冷卻，水氣凝結，海洋形成
大氣演變	**氫氣、氦氣、甲烷、氨氣**	**氮氣、水氣、二氧化碳**	**氮氣、氧氣**
	氫氣、氦氣逐漸逸散	由岩漿、火山活動逸出	氧氣為行光合作用生物釋出

生命起源	紫外線、閃電促成簡單有機物 ⇨	高溫海水中形成複雜有機物 ⇨	**約 38 億年前，原始生命在海洋中形成** ⇨	行光合作用的生物出現 ⇨	行呼吸作用的生物出現

3. **地表最初的生命：**

可能誕生地	**海洋**	維生物質	**岩石中成分或其他物質**(行**異營**生活)
生存的環境	**沒有氧氣**	可能形態	**類似細菌**

二、生物與環境

1. 生態系與生物圈：

(1)生態系：(某棲地所有**生物與環境**條件的合稱)

①生物因子：(依生物對**能量取得方式**與**生態功能**分成三大類)

角色	說明	營養方式
生產者	◇1**利用環境中物質和能量，自行製造養分的生物**，如**綠色植物、藻類等** ◇2**可將環境中的能量帶進生命體供生物使用，是生態系的必要角色**	**自營**
消費者	◇1需要藉由**攝食其他生物以獲得養分的生物** ◇2攝食對象為生產者稱初級消費者、攝食對象為初級消費者稱次級消費者，依此類推，一般將三級消費者以上通稱為高級消費者	**異營**
分解者	◇1**分解生物遺體和排泄物，藉以獲得所需養分的生物** ◇2將構成生物體的各種物質回歸到自然環境中，**維持了物質在生物體與環境間的循環，也是組成生態系的必要角色**	**異營**
※關於「清除者」： 主要以生物的屍體、排泄物、或植物的枯枝落葉為食物來源，**地位與消費者相同** 例：**蛆、禿鷹、馬陸、螞蟻**…等		**異營**

②非生物(環境)因子：

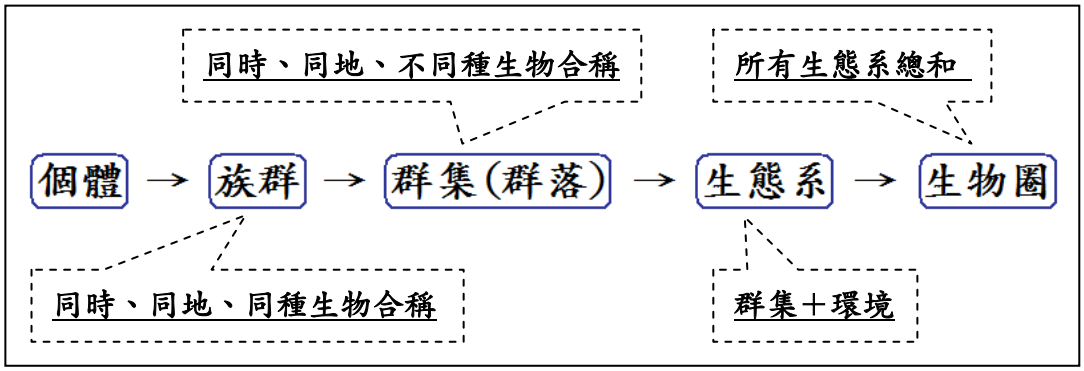
環境中**陽光、空氣、土壤、水…等生物生存所需條件**，屬非生物因子。

(2)生態系的組成層次：

①族群與群集：

族群	同一時期、生活在同一棲地所有同種生物個體的集合	
	族群的負荷量	在**單一區域內所能供養單一物種族群的最大個體數**，稱為該地區對於此物種族群的「**負荷量**」
	族群大小的變動	①**增加因子**：**出生**、**遷入**；**減少因子**：**死亡**、**遷出** ②當族群大小**超過負荷量**： **增加因子 ＜ 減少因子，使族群 減小** 當族群大小**未達負荷量**： **增加因子 ＞ 減少因子，使族群 增大** ③**若族群大小恰好接近環境負荷量時，族群的增加因子和減少因子會約略相等**
	族群大小的估算	①捉放法： $\frac{\text{有作記號的生物總數量}}{\text{估計的生物總數量}} = \frac{\text{捉取到生物中有作記號的數量}}{\text{捉取到的生物數量}}$ ②分區法(樣區法)： 估計的生物總數量 ＝ 選取樣區內生物數量 × 樣區總數
群集(群落)	同一時期、生活在同一棲息地所有族群的集合	
	群集的變動(演替現象)	群集的結構及外貌也會隨著時間與環境變遷而逐漸改變，稱為演替(消長)，演替的目的就是要形成一個穩定的生態系 例：某森林發生大火，後來在被燒掉的林區(原有群集)長出雜草與其他新植株(新的群集)，就是一種演替(消長)的現象

②生態系的組成層次：



(3)地表生態系：

①陸域生態系：(依年雨量區分)

沙漠生態系	年雨量	少於 250 毫米(mm)
	說　明	①雨量稀少且分配不均，水氣蒸發速率遠大於降雨水準、晝夜溫差很大、生物種類較其他生態系少 ②台灣在臨海和雨量稀少的地區會形成沙丘景觀，如恆春半島的風吹砂、雲林的外傘頂洲
	生產者	①仙人掌等耐旱植物 ②雙子葉或較大型單子葉植物
	消費者	能適應乾旱的昆蟲、爬蟲類與哺乳類 例：駱駝、蛇、蜥蜴、跳鼠等

草原生態系	年雨量	介於 250 ～ 750 毫米(mm)之間
	說　明	①多出現在地勢平坦少起伏的地形處，溫帶草原多被用為農地，寒帶與極地草原生物稀少，有些環境會因為火災或強風而形成草原 ②台灣草原分布地區在 3000 公尺以上的高山，主要植物則有玉山箭竹、阿里山龍膽
	生產者	①質地柔軟的單子葉草本植物 ②灌木
	消費者	①藉快速奔跑以躲避掠食的大型草食性動物 例：羚羊、斑馬、野牛和長頸鹿等 ②行動敏捷的肉食性動物 例：獵豹、獅子 ③體型較小、善於躲藏的穴居動物 例：穴兔

森林生態系	年雨量	在 750 毫米(mm)以上
	說　明	①依氣溫與組成樹種差異可再分為闊葉林、落葉林、針葉林，具有涵養水源與土壤、調節氣候等功能；森林生態系的生物種類繁多，是一個複雜而穩定的生態系 ②台灣在海拔兩千公尺以上山區有針葉樹；而墾丁海岸邊有榕樹等闊葉樹
	生產者	①各種大型的樹木 ②樹木的樹幹上常附生蘚苔、蕨類或蘭花等附生植物 ③森林的底層存在許多耐蔭植物，如蘚、苔、蕨類等 ※另外也常有蕈類等真菌界(菌物界)生物(屬於分解者)
	消費者	昆蟲、爬蟲類、鳥類、哺乳類等

②水域生態系：(依鹽度區分)

淡水生態系	溪流(河川)	說明	①屬**流動水域**，**上游**溪(河)水含氧量較下游高，水量小、流速快、**污染低**；**下游**多為農墾區或都會區，**人為汙染嚴重，水中缺氧，常導致生物難以生存** ③有些生物**身體扁平或分泌黏液，附著在石塊表面或下方**以免被沖走，**如渦蟲**；而**魚類的身體常呈流線型、吻部呈勾狀**
		生產者	①兩岸的**枯枝落葉**、岸邊的**蘚苔與蕨類** ②水中的**藻類**植物
		消費者	昆蟲、螺、貝、魚類、蝦、蛙、鳥類及哺乳類
	湖泊(池塘)	說明	**靜止水域**，含氧量較低，水較深，陽光不易到達湖底
		生產者	①水面上層**透光區有浮游性藻類** ②**較淺區域的底層有大型水生植物**
		消費者	體型較大的魚類、蝦或貝類

河口生態系	說明	①**位於河川和海洋的交界地帶，含有大量的營養物質，也易沉積汙染物** ②**鹽度、溫度、水位變化很大**，因此**物種稀少**，但**族群數量大** ③此處**生產者常先被分解者分解成碎屑，再被消費者利用**
	生產者	①**水筆仔**、海茄苳、五梨跤、欖李等**紅樹林植物** ②浮游性藻類
	消費者	**線蟲、沙蠶、蝦、招潮蟹、文蛤、彈塗魚、海岸鳥類**及**候鳥**

海洋生態系	近海區	潮間帶	說明	**滿潮與乾潮間的區域**
			生產者	①浮游藻類 ②石蓴、石花菜、紫菜等**大型藻類**
			消費者	節肢動物、軟體動物、魚類
		淺海區(大陸棚)	說明	**水深小於 200 公尺的近海區域**
			生產者	①浮游藻類 ②昆布等**大型藻類**
			消費者	海葵、軟體動物、魚類
	遠洋區	透光區	說明	**海底深度大於 200 公尺的上層透光區域**
			生產者	浮游藻類
			消費者	魚類、鯨魚、海豚
		深海(黑暗區)	說明	**海底深度大於 200 公尺的不透光區域**
			生產者	**無可行光合作用之生產者**
			消費者	**鮟鱇等以透光區沉落生物遺體為食的動物**

(4)生物圈：(**地表所有生態系的總和**)

生物圈以**海平面為分界，以上、以下各 10000 公尺(10 公里)為其範圍**，其厚度**約占地球半徑的$\frac{1}{300}$，地球和生物圈的比例有如蘋果和果皮**；生物圈是**人類所定義出來**的區域，而**生物圈的大小會隨著生物的發現或滅絕而有所增減**，目前在生物圈中**分佈最廣的生物是細菌**。

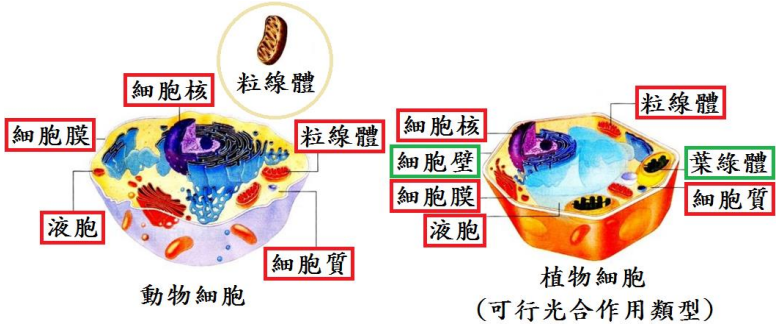
主題二 生物體的構造

一、細胞與顯微鏡

1. 細胞的發現：

1665 年，**虎克**利用顯微鏡觀察軟木塞切片，發現**已死亡植物細胞的細胞壁**，稱之為「細胞」；再由**許旺**和**許來登**提出**生物皆由細胞構成的「細胞學說」**。

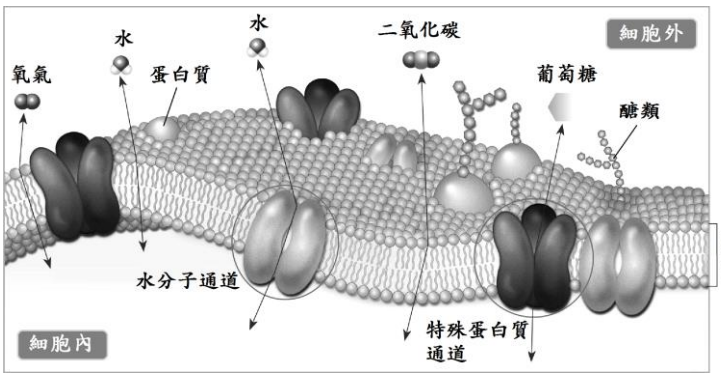
2. 細胞的構造：

構造		位置	說明		
動、植物共同	細胞膜	細胞最外圍的膜狀構造	由**脂質組成，控制細胞內外物質的進出**		
	細胞質	細胞膜和細胞核間的膠狀物質	內含許多**胞器**，可**同時進行各種代謝反應的場所**		
			常見胞器	粒線體	細胞**進行呼吸作用，產生能量**的場所，有「**細胞發電廠**」之稱
				液胞	(1)**儲存養分和廢物**，功能類似儲藏室 (2)**植物的液胞比動物的大許多**
	細胞核	細胞內	(1)由**核膜包覆染色體(質)構成** (2)主控細胞各項機能，為**細胞的生命中樞**		
植物特有	細胞壁	緊貼**細胞膜外**	(1)由**纖維素構成**，能**保護**細胞、**支持**植物體 (2)**無法選控物質進出**細胞		
	葉綠體	**可行光合作用的細胞內**	內**含葉綠素**，可**吸收光能進行光合作用**		
圖示					

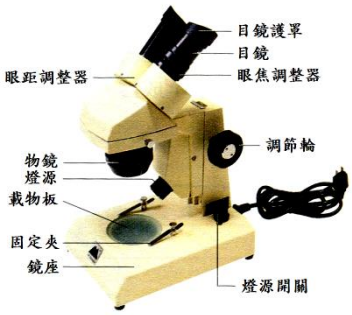
3. 物質進出細胞的方式：

(1)控制物質進出細胞的門戶構造是**細胞膜** 。

(2)物質進出細胞的方式：

方式	進出細胞的物質	特性
擴散作用	**氣體**	氣體分子**直接**通過細胞膜孔隙擴散
膜上蛋白質協助	**葡萄糖、胺基酸、礦物質離子**	細胞膜上的**特殊蛋白質協助**物質進出細胞
滲透作用	**水**	水分子**直接或透過膜上蛋白質通道**的擴散
圖示		

4. 認識顯微鏡：

複式顯微鏡		解剖顯微鏡	
			
構造	功能	構造	功能
目鏡	放大欲觀察的構造	目鏡	放大欲觀察的實物
物鏡		物鏡	
旋轉盤	上附物鏡，可調換不同物鏡	粗調固定器	可使鏡本體上下移動
光圈	可調整入光量，以獲得適當光線	**眼焦調整器**	讓兩眼的焦距一致，避免因視差而使影像不清晰
反光鏡	將收集光線反射，使其通過光圈與載物台上的圓孔	**眼距調整器**	調整目鏡間距，使兩眼可同時觀察以看到立體影像
粗調節輪	使載物台上升或下降，找到清楚的影像	調節輪	用以調節物鏡與標本間的距離，找到清楚的影像
細調節輪			

※**複式顯微鏡的使用**：

(1)**顯微鏡的放大倍率 ＝ 目鏡的倍率 × 物鏡的倍率**

(2)**高倍觀察時，只能用細調節輪調整焦距**

(3)**兩眼應同時張開**，一眼觀察，另一眼準備繪製紀錄觀察到的影像

(4)發現顯微鏡的鏡頭不乾淨時，應以**拭鏡紙**擦拭

(5)**複式顯微鏡高、低倍率比較**：

	鏡頭長度		光線調節		視野		觀測細胞		調節輪
	物鏡	目鏡	光圈	反光鏡	範圍	亮度	大小	數目	
低倍率	短	長	小	平面	大	亮	小	多	先粗再細
高倍率	長	短	大	凹面	小	暗	大	少	僅　細

※複式顯微鏡、解剖顯微鏡與電子顯微鏡的比較：

顯微鏡種類	特色	影像	觀察對象
解剖顯微鏡	光學顯像，放大倍率**最小**	**立體正立像**	**昆蟲構造、胚珠等**
複式顯微鏡	光學顯像，放大倍率**較大**	**平面倒立像**	**細胞、組織切片、花粉粒等**
電子顯微鏡	電子顯像，放大倍率**最大**	立體正立像	**病毒**

二、生物體層次

1. 單細胞生物與多細胞生物：

(1)單細胞生物：

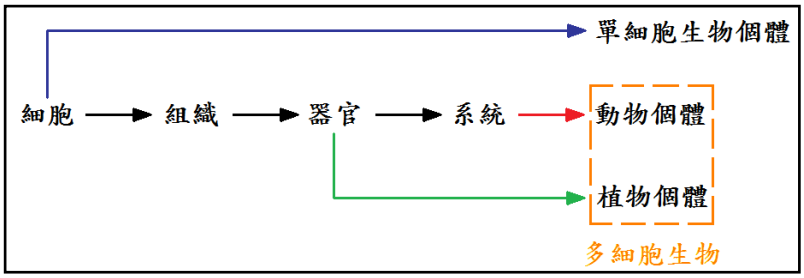
單一個細胞即可表現出所有生命現象的生物，**獨立存活性強，依賴性低，單一細胞功能較多樣，細胞間沒有分工現象**，如草履蟲、變形蟲、眼蟲等。

(2)多細胞生物：

多細胞生物的最大特徵是細胞分工，不同功能的細胞因為**細胞分化**而**外型差異大，無法獨立生活，依賴性強**，如水母、海葵、昆蟲、植物與動物等。

生物種類	單細胞生物	多細胞生物
個體的細胞數目	一個	多個
細胞間的分工合作	**無**	**有**
單一細胞的功能	**多**	**少**
單一細胞的獨立性	高	低
實例	①原核生物界：**細菌、藍綠菌** ②原生生物界：**變形蟲、眼蟲、草履蟲** ③菌物界：**酵母菌**	①原生生物界：**昆布、紫菜** ②菌物界：**黴菌、蕈類** ③**植物界生物** ④**動物界生物**

2. 生物個體的組成層次：



多細胞生物體層次	定義	舉例	
		動物	植物
細胞	構成生物體的基本單位	皮膜細胞 神經細胞 肌肉細胞	表皮細胞 葉肉細胞 保衛細胞
組織	由構造或基能相似的細胞組成	皮膜組織 **肌肉**組織 **血液**組織	**輸導組織(維管束)** **分生組織(生長點)**
器官	由數種不同組織集合起來行使特殊功能的構造	心臟、肺臟 腎臟、胰臟 小腸、**血管** **氣管**、**皮膚**	①**營養器官**： 根、莖、葉 ②**生殖器官**： 花、果實、種子
器官系統	**動物體**內許多功能相似的器官聯合起來形成器官系統	消化系統 呼吸系統 循環系統	**無器官系統層次**
個體	①**系統聯合**形成**動物個體** ②**器官聯合**形成**植物個體**	由消化、呼吸、循環、神經…等系統共同組成人類個體	由根、莖、葉、花、果實、種子等器官組成榕樹個體

主題三 生物體的生理機能

一、營養

1. 六大營養素：

六大營養素	產生的熱量	說明
醣類 **(碳水化合物)**	4 大卡/公克	由碳、氫、氧構成，如葡萄糖化學式為 $C_6H_{12}O_6$；食物來源有**飯**、**麵**、**甘藷**等

蛋白質	4 大卡/公克	可**分解成胺基酸**；食物來源有**奶、蛋、魚、肉、豆類**等
脂質	9 大卡/公克	可**分解成脂肪酸或甘油**；食物來源有**奶油、豬油、花生油**等
維生素	不產生能量	可分脂溶性維生素(如維生素 A、維生素 D)與水溶性維生素，(如維生素 B 群、維生素 C)
礦物質	不產生能量	是人類不可或缺的物質，如鈉與神經傳導有關、鈣可以構成骨骼及牙齒、鐵與造血有關、碘缺乏會甲狀腺腫大
水	不產生能量	水具有**溶解物質**、**運送物質**和**調節體溫**等三大功能

※澱粉與葡萄糖的測定方法：

受測物質	檢測試劑	檢測方式	檢測結果	
澱粉	碘液(黃褐色)	直接滴加	無澱粉	黃褐色(不變色)
			含澱粉	藍黑色
葡萄糖(或麥芽糖)	本氏液(藍色)	須隔水加熱	無糖	藍色(不變色)
			含糖(少→多)	綠 → 黃 → 橙 → 紅

2. 酵素：

酵素				
組成成分	功能	特性	影響活性因素	備註
蛋白質	①為**生物體的催化劑** ②生物**各項消化與代謝反應均須酵素的參與**	①**專一性** ②**可重複利用性**	①**溫度** ②**酸鹼值(pH 值)**	若環境條件適當，酵素**也可在生物體外發生作用**

3. 生物的營養方式：

(1)自營與異營：

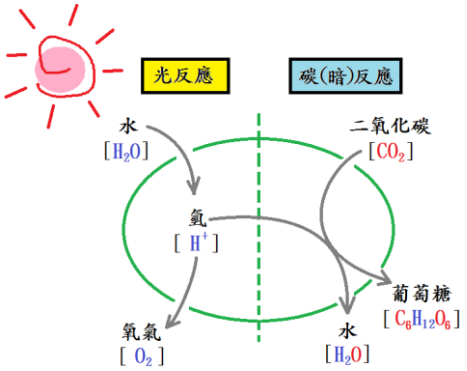
自營	可以自行製造養分的生物稱為**自營生物**。例：行**光合作用**的綠色植物、藻類等
異營	無法自行製造養分而需要依靠攝食其他生物，或是將其他生物的遺體、排泄物等分解利用的稱為**異營生物**。例：各種**動物、腐生細菌、真菌**。

(2)植物的營養：

①植物獲得營養的方式：

營養方式	獲得養分
根部吸收	**水分、礦物質、肥料**
葉(或莖)行光合作用	合成**葡萄糖**
捕蟲運動	補充「**氮**」元素

②光合作用：

反應階段	反應式
階段一：光反應	水 $\xrightarrow[\text{葉綠體(素)}]{\text{光}}$ 氫離子 ＋ 能量 ＋ 氧氣
階段二：碳(暗)反應	氫離子 ＋ 能量 ＋ 二氧化碳 $\xrightarrow[\text{基質酵素}]{}$ 葡萄糖 ＋ 水
總反應	水 ＋ 二氧化碳 $\xrightarrow[\text{葉綠體(素)}]{\text{光}}$ 葡萄糖 ＋ 水 ＋ 氧氣
圖示	
備註	光合作用產生的**葡萄糖除了可直接供植物利用，也可用以合成澱粉、蛋白質、脂質等**儲存

(3)動物的營養：

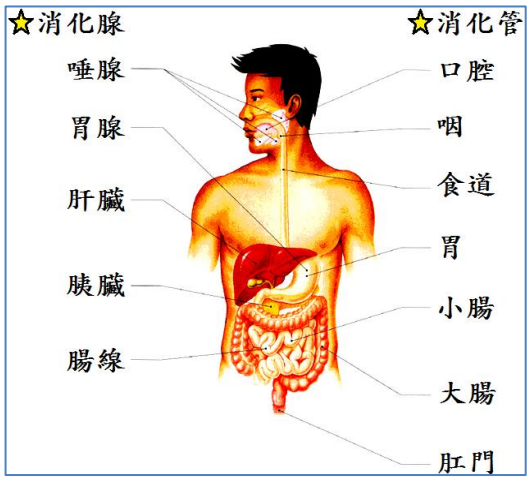
①動物攝取養分的過程包括**攝食、消化、吸收**。

②消化作用：

將食物分解成養分的過程(大分子轉變為小分子)，稱為「消化」。

③人體的消化：

◇1人體的消化系統：



②人體的消化過程：

消化管	消化腺	消化液	可消化物質	可吸收物質
口腔	唾腺	唾液	澱粉	×
咽	×	×	×	×
食道	×	×	×	×
胃	胃腺	胃液	蛋白質	×
小腸	肝臟	膽汁 （不含酵素，儲存於膽囊，注入小腸作用）	乳化脂質	×
	胰臟	胰液 （具脂肪酶、注入小腸作用）	醣類、蛋白質、脂質	×
	腸腺	腸液	醣類、蛋白質	葡萄糖、胺基酸、水分、脂肪酸、甘油…等
大腸	×	×	×	水分
肛門	×	×	×	×

二、運輸

1. 生物如何運輸體內物質：

生物種類		運輸方式	舉例
單細胞生物		①擴散作用	變形蟲、草履蟲、細菌
簡單多細胞生物		②細胞質流動	水螅、海葵、昆布、渦蟲
複雜多細胞生物	植物	藉由維管束運輸	山蘇、銀杏、椰子、榕樹
	動物	藉由循環系統運輸	蚯蚓、節肢動物、脊椎動物

2. 植物體內物質的運輸：

(1)植物維管束內構造：

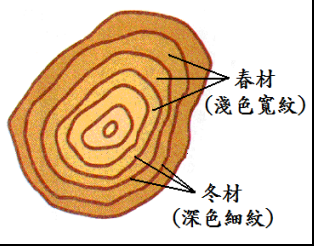
構造	在莖內位置	功能	物質運送方向
韌皮部	維管束外側	輸送光合作用產物	雙向(細胞調控)
形成層	韌皮部與木質部中間	分裂產生新的韌皮部與木質部細胞	×
木質部	維管束內側	輸送水分與礦物質	單向上(蒸散拉力)
備註	雙子葉植物莖內維管束成環狀排列，具有形成層，如芹菜、玫瑰、榕樹、朱槿、荷； 單子葉植物莖內維管束成散生排列，無形成層，如椰子、百合、玉米、稻、竹、甘蔗		

(2)樹皮、木材與年輪：

樹皮與木材	**形成層為分界**，**形成層以內(不含形成層)為木材**；**形成層以外(不含形成層)為樹皮**，具有保護功能。

年輪

別稱	紋路	生長季節	細胞特色	顏色
春材	淺紋	春、夏季	細胞生長快而大	淺
冬材	深紋	秋、冬季	細胞生長慢而小	深



※環狀剝皮對雙子葉植物的影響：

環狀剝皮 —破壞韌皮部→ 根部細胞死亡 —無法吸水→ 全株植物死亡
(向下運輸養分受阻)　(向上運輸水分受阻)

3. 動物體內物質的運輸：

較高等的多細胞動物藉由循環系統進行物質的運輸。

循環方式	開放式循環	閉鎖式循環
特色	**無微血管**	動、脈靜脈間**有微血管**網
血流方式	血液自心臟流到開放式的血管後，便直接流入體腔中	血液只在心臟與血管間流動
物質交換方式	組織浸於血液中，直接進行物質交換	物質在**微血管網處**進行交換
舉例	**節肢動物(蝗蟲、蜘蛛、蝦…等)**	**脊椎動物**(魚、蛙、蛇、鳥、人…等) **環節動物**(蚯蚓、水蛭…等)

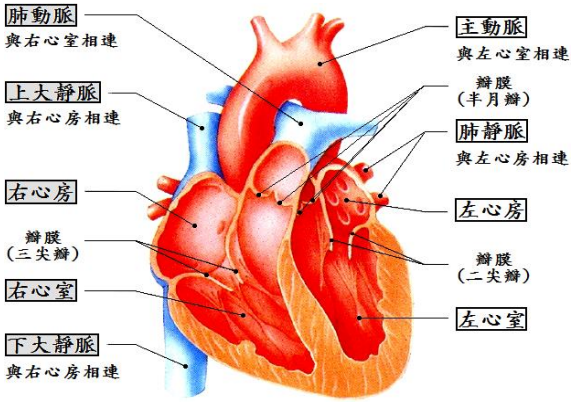
4. 人體的循環系統：

人體的循環系統可分成**血液循環**系統與**淋巴循環**系統。

- 人體的循環系統
  - 血液循環系統
    - 心臟 – 兩心房、兩心室
    - 血管
      - 動脈
      - 靜脈
      - 微血管
    - 血液
      - 血漿
      - 血球
  - 淋巴循環系統
    - 淋巴結
    - 淋巴管
    - 淋巴

(1)心臟：

人體的**心臟由心肌構成**，由中隔與**瓣膜(防止血液逆流)**區分為四個腔室。



心臟部位	連接的血管	所含的血液	血液循環
左心房	**肺靜脈**	充氧血	為肺循環參考終點
左心室	**主動脈**	充氧血	為體循環參考起點
右心房	**上、下大靜脈**	減氧血	為體循環參考終點
右心室	**肺動脈**	減氧血	為肺循環參考起點

(2)血管：

	動脈	微血管	靜脈
血液流動的方向	**將血液帶離心臟**	**介於動脈和靜脈之間**	**將血液帶回心臟**
管壁厚薄	**最厚**	**最薄，只有一層細胞**	**較薄**
管腔大小	**次之**	**約一個紅血球大**	**最大**
管壁彈性	最佳	沒有彈性	較差
血壓	**最大**	**次之**	**最小**
血液流速	**最快**	**最慢**	**次之**
特點	**測量脈搏、血壓的血管**	**發生物質交換的場所**	**打針或抽血的血管**

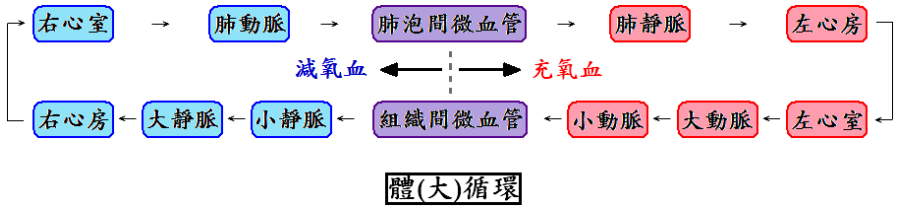
(3)血液：

血液	**血漿** (55%)		①主要成分：**水(占 90%以上)**、**蛋白質**(占 7～8%) ②運輸物質：**養分**（如葡萄糖）、**廢物**（如：尿素、**二氧化碳**）、**抗體**、**激素**(又稱荷爾蒙)
	血球 (45%)	**紅血球** 	①呈**雙凹圓盤狀**，成熟的紅血球**不具細胞核** ②具**血紅素(血液呈紅色)**，**能與氧結合**，**紅血球主要功能就是將氧氣運送至全身**，為**數量最多**的血球
		白血球 	①略呈圓形，**體積為血球中最大，具細胞核** ②**白血球的功能是進行身體的防禦作用(免疫)**，有些**白血球能行變形蟲運動，穿過微血管管壁間隙**進入組織，吞噬病原體，為**數量最少**的血球
		血小板 	①不定型小體，**血球中體積最小，無細胞核** ②**功能在於協助血液凝固**

(4)人體血液循環途徑：

循環名稱	循環類型	循環功能目的
體循環（大循環）	**身體各部分(肺除外)與心臟間的血液循環**	**使血液進行和全身細胞養分、氣體與廢物的交換**
肺循環（小循環）	**肺與心臟間的血液循環**	**使血液在肺中進行氣體的交換**

循環途徑



三、生物感應

1. 植物感應：

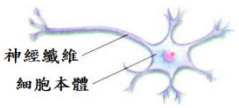
感應類型	感應原理	舉例
向性	**生長激素分布不均**，使**不同部位生長速率不同**，進而**出現偏向生長的現象**	莖的向光性、向觸性；根的向地性、向濕性
傾性（局部反應）	**局部細胞**的**水分含量**不同，造成細胞內液體對細胞壁的壓力(**膨壓**)變化的感應現象，反應**較向性表現快速但也較局部**	觸發運動、捕蟲運動、睡眠運動、氣孔開閉
季節感應（開花現象）	**植物在適當光暗時數交替的條件下才會開花**，利用**人工控制光暗的時間，可調整開花期**	菊花在晝短夜長的環境才會開花(一般在秋季)

2. 動物的協調作用：

動物藉由**神經系統**和**內分泌系統**作用，協調身體各部分活動應付環境變化。

(1)神經元(神經細胞)：

①構造：

種類	說明	圖示
細胞本體	含細胞核，維持神經元生長與代謝	
神經纖維	細胞本體向外的突起，負責訊息傳遞	

②依**訊息傳導方向**又可分為**感覺神經元**和**運動神經元**：

感覺神經元	負責將**受器**接收到的訊息傳達到**中樞神經**
運動神經元	負責將**中樞神經**發出的命令傳達到動器

(2)受器與動器：

	受器	動器
說明	能幫助動物接受外界**刺激**的構造	能幫助動物產生**反應**的構造
種類	五官	**肌肉** 和 **腺體**

※感覺疲勞：當連續接受刺激時，神經會對原先的刺激反應程度降低。

(3)人體的中樞神經與周圍神經：

中樞神經	腦	大腦	①又稱**意識中樞**，負責**感覺、思考、記憶、運動、語言等意識** ②**分左、右兩半球，左半球控制右半身、右半球控制左半身** ③若**大腦皮層受損**導致各種感覺意識阻斷、無法自由控制行動時，一般稱為「**植物人**」
		小腦	①又稱**平衡中樞**，負責**協調全身肌肉、維持平衡** ②**分為左右兩半球**，一些敏捷的動物，常具有發達的小腦 ③**可藉由訓練使功能更發達**
		腦幹	①又稱**生命中樞**，控制**心跳、呼吸、體溫**，以及**頭部(頸部以上)的反射**，如咳嗽、打噴嚏、眨眼、唾腺分泌、瞳孔縮放…等 ②一般所謂的「**腦死**」，**就是指腦幹壞死**
	脊髓		①呈長管狀，位於背側，腦幹下方 ②負責**腦與軀幹訊息的聯繫**，並**控制軀幹四肢(頸部以下)的反射**
周圍神經	腦神經		①**與腦相連的神經，共有 12 對** ②分布於人體的眼、耳、鼻、顏面，內臟等
	脊神經		①**與脊髓相連的神經，共有 31 對** ②分布於人體的軀幹，四肢和內臟等部位

(4)人體神經系統的協調控制：

①神經傳導途徑：

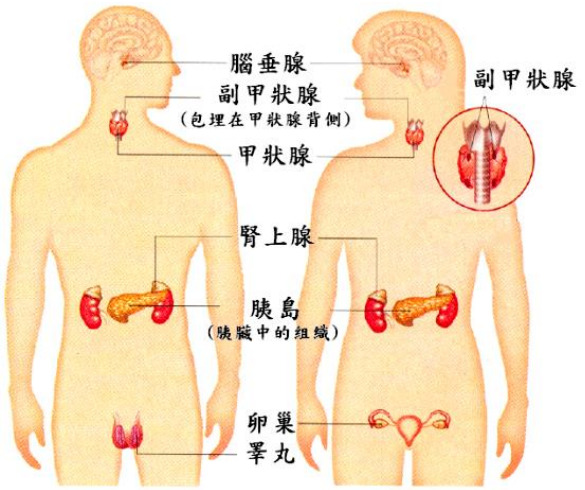
受器接受刺激 → 感覺神經 → 中樞 → 運動神經 → 動器產生反應

②意識作用與反射作用：

	目的	控制中樞
意識作用	經由**大腦控制**意識行為	**大腦**
反射作用	因應強烈刺激，**不經大腦意識**便產生適當反應，可以**爭取時間、節省腦力**	①**頭部的反射中樞**：**腦幹**(**頸部以上**) ②**四肢軀幹的反射中樞**：**脊髓**(**頸部以下**)

③**反應時間**：從**接收刺激**到**產生反應**的時間稱為**反應時間**。

(3)人體內分泌系統與協調控制：

種類	位置	功能	發生異常的情況
腦垂腺	腦下	可分泌多種激素： ①**影響其他內分泌的激素** ②**生長激素**	①生長期生長激素分泌**過多** →**巨人症** ②生長期生長激素分泌**過少** →**侏儒症**
甲狀腺	氣管兩旁	分泌**甲狀腺素**，能夠控制**細胞代謝**	①甲狀腺素分泌**過多** →**代謝旺盛、身體消瘦**，甚至造成**突眼症** ②甲狀腺素分泌**過少** →生長與智力發育受阻，俗稱**呆小症**
副甲狀腺	甲狀腺內	分泌**副甲狀腺素**，**調節血液中的鈣**、**磷**，影響骨骼生長與肌肉收縮	①副甲狀腺素分泌**過多** →**血鈣過高，易導致結石、骨質流失** ②副甲狀腺素分泌**過少** →**血鈣過低，易發生肌肉抽筋**
腎上腺	腎上方	分泌**腎上腺素**，功能包括： ①使**心跳、呼吸加快；腸胃運動減慢；肌肉的血流量增加** ②使肝糖分解，**血糖升高**	**運動、憤怒、或恐懼時分泌量會增加**，使肌肉作強而有力的收縮，以應付緊急情況 ※腎上腺素使血糖升高是**為了應付緊急狀況**
胰島	胰臟	①**分泌胰島素**，使血糖進入細胞被利用，或形成肝糖儲存→**可降低血糖濃度** ②**分泌升糖素**，使肝糖轉變成血糖→**可升高血糖濃度**	①胰島素分泌**過多** →**昏迷休克(血糖過低)** ②胰島素分泌**過少** →**糖尿病** ※若人體感到飢餓且經過一段時間均未進食時，**為維持血糖濃度**，胰島會分泌升糖素使血糖升高
性腺	睪丸(男) 卵巢(女)	**睪丸**能**製造精子**，分泌**雄性激素**；**卵巢**能**排卵**，分泌**雌性激素**	性徵可能發生異常現象
圖示			

3. 動物行為：

行為種類	定義	例子
本能行為	不須學習，**與生俱來**的行為	反射、求偶、趨性、**溝通**、**魚類迴游**、**築巢**、**蜘蛛結網**
學習行為	可藉**學習**而改變的行為	狗接飛盤、說話、使用工具、表演、**鳥類飛行**、**印痕**

4. 恆定性：

(1)血糖濃度的恆定：

原因	現象	調節現象	血糖恆定變化
飽餐後	**血糖過高**	**胰島素分泌增加**	**血糖 → 肝糖（血糖降低）**
		高血糖濃度血液刺激**腦幹** → 產生飽足感	停止進食，抑制血糖升高
肌餓時	**血糖過低**	**升糖素分泌增加**	**肝糖 → 血糖（血糖升高）**
		低濃度血糖血液刺激**腦幹** → 產生飢餓感	進食以提升血糖
運動、緊張時	**需要增高血糖**	**腎上腺素分泌增加**	**肝糖 → 血糖（血糖升高）**

(2)體溫的恆定：

生物種類		環境條件	調節方式		
動物	外溫動物	寒冷低溫	①曬太陽或利用落葉發酵產熱等方式來升高體溫 ②冬(休)眠度過嚴寒		**外(變)溫動物**主要**利用環境的條件來調節體溫（沒有體溫調控中樞）**
		炎熱高溫	躲在洞穴、水中或其他陰涼處來降低體溫		
	內溫動物	寒冷低溫	減少散熱	①**微血管收縮** ②**排汗量減少**	**內(恆)溫動物**透過**體溫調控中樞(腦幹)**，控制不同的生理活動以**調節體溫**
			增加產熱	①**肌肉收縮、顫抖** ②**食慾增加** ③**甲狀腺素增加**	
		炎熱高溫	增加散熱	①**微血管舒張** ②**排汗量增加**	
			減少產熱	①**活動遲緩** ②**食慾減退** ③**甲狀腺素減少**	
植物		寒冷低溫	**落葉**減少蒸散作用以降低散熱		
		炎熱高溫	①**蒸散作用**帶走過多熱量 ②**光亮的葉片也可反射陽光**，減少吸收熱量		

※外(變)溫動物與內 (恆)溫動物：

動物類別	體溫	維持體溫的熱能來源	舉例
外(變)溫動物	會隨環境的溫度而改變	主要從**環境中**獲得熱能	無脊椎動物、魚類、兩生類、爬蟲類
內(恆)溫動物	恆定	藉**呼吸作用**產生熱能	**鳥類**、**哺乳類**

地表上唯二

(3)氣體的恆定：

①呼吸作用與呼吸運動：

呼吸作用	呼吸運動
養分 ＋ O_2 → CO_2 ＋ H_2O ＋ 能量	生物體透過呼吸構造進行氣體交換的過程

②生物體的呼吸構造：

生物種類		呼吸構造	氣體交換方式說明
單細胞生物		細胞本身(無特殊構造)	擴散作用
低等水生生物	水螅		
維管束植物		表皮、氣孔、皮孔	根表皮細胞藉擴散作用交換氣體；氣體進出氣孔(葉)、皮孔(莖)進行氣體交換
動物	蚯蚓	皮膚	氣體可溶於皮膚表面的水分後進行交換
	昆蟲	氣管(系)	體內氣管與體腔中血液進行氣體擴散交換
	魚、蝦、貝類	鰓	血液經鰓內微血管，與水中氣體藉擴散作用交換
	兩生類	幼體—鰓 成體—肺	兩生類成體的肺功能不夠完備，常須仰賴皮膚協助氣體交換，所以要保持濕潤
	爬蟲、鳥類、哺乳類	肺	血液流經肺泡微血管，血液中二氧化碳與肺泡內氧氣以擴散作用進行氣體交換

③人體的呼吸運動：

①成人每分鐘呼吸15～18次

②激烈運動後，血液中因二氧化碳含量增加，刺激腦幹，促使呼吸加快

③人體肺臟由肺泡構成，位於封閉的胸腔中，因不具有肌肉組織，所以由橫膈以及肋骨上的肌肉協助，產生吸氣與呼氣的動作

	吸氣	呼氣
胸骨	上舉	下降
肋骨	上舉	下降
橫膈膜	下降	上升
胸腔	擴大，腔內壓力變小	縮小，腔內壓力變大
結果	肺脹大、空氣流入肺	肺縮小、氣體自肺排出

(4)水分的恆定：

①生物水分的調節：

種類	獲得水分或保水方式	排水方式
植物	Ⅰ.獲水方式：**根部吸水** Ⅱ.保水方式： ①防水散失構造：**角質層**與**樹皮** ②夜間植物將氣孔關閉	Ⅰ.**氣孔蒸散** Ⅱ.**泌液作用**： 植物體內水分難以蒸散時，便會由葉緣或葉尖泌出
動物	Ⅰ.獲水方式：**飲水**、**攝食** Ⅱ.防水散失構造： 爬蟲類的**鱗片**、**骨板**；哺乳類、鳥類的**皮質**及**角質層**；昆蟲的**外骨骼**	Ⅰ.排尿(最主要方式) Ⅱ.呼吸時呼出水氣(次要) Ⅲ.排汗 Ⅳ.排便

②人體水分的調節：

當水分**獲得大於流失**	當水分**流失大於獲得**
血液濃度因而降低	血液濃度升高
當血液流經**腎臟**時，會形成較多尿液排出	刺激**腦幹**，感到**口渴**，減少排尿量

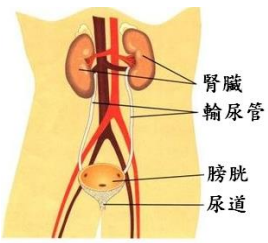
(5)**排泄作用**：**將代謝廢物排除體外的過程稱為「排泄作用」**

①含氮廢物的排泄：

生物	含氮廢物的形式	毒性	排除方式
草履蟲、水螅	**氨**	**最大**	直接**擴散**排除
淡水魚類			透過**鰓**再擴散排除
昆蟲、鳥類	**尿酸**	**最小**	較難溶於水，隨**糞便**排出
哺乳類	**尿素**	**次之**	**先經肝臟**將氨代謝成**尿素**，再由**腎臟**形成**尿液**排除

②人體含氮廢物的排除：

主要藉由**泌尿系統**將含氮廢物排除(**排汗也有排除尿素功能**)

人體的泌尿系統		
器官	說明	圖示
腎臟	①成一對，位於腹腔後側，血液經腎臟時，可將其內**水分**、**鹽分**及**尿素**過濾形成**尿液** ②**腎動脈尿素含量較高**、**腎靜脈尿素含量較低**	
輸尿管	連結腎臟至膀胱的管線，可**輸送尿液**至膀胱	
膀胱	可**儲存尿液**，尿液量達一定時，會引發**尿意**	
尿道	①將尿液排出體外的單一管道 ②男性的尿道除了是泌尿器官，也是生殖器官	

※舉一反三：

人體含氮廢物主要形成尿素，但也存在尿酸，若代謝的**尿酸**過多，易堆積於關節部位，形成**痛風**，所以病患需限制**蛋白質**的攝取。

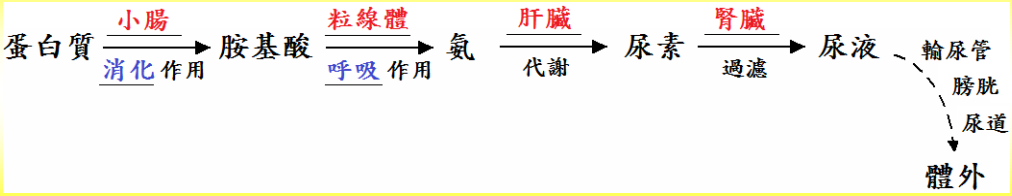
※回憶過去，肝臟的功能忘不了：

Ⅰ. **製造膽汁(幫助脂質乳化)**

Ⅱ. **儲存肝糖(調節血糖濃度)**

Ⅲ. **將氨轉為尿素(降低含氮廢物毒性)**

※人體含氮廢物的產生與排除途徑：



③人體的排泄與排遺：

類別	排除器官	排出的廢物	排出形式
排泄	肺	二氧化碳、水分	二氧化碳氣體、水氣
	皮膚(汗腺)	水份、鹽分、尿素	汗液
	腎	水份、鹽分、尿素	尿液
排遺	肛門	食物殘渣、多餘的礦物質	糞便

※關於排汗：

排汗是除了泌尿系統外，排除含氮廢物的另一種方式，**排汗的引發機制主要是為了體溫調節**，但是**排汗與排尿都與排除含氮廢物、維持水分的恆定有關**。

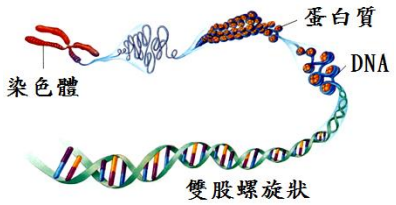
主題四 物種的延續

一、生殖

1. 生殖為生物**新增個體**的現象，依照**是否經由生殖細胞(配子)結合的過程，分為無性生殖(無結合過程)與有性生殖(有結合過程)**。

2. 細胞的分裂：

(1)染色體：

位置	染色體位於**細胞核**中	組成	①長鏈狀的 DNA　②**蛋白質**
示意圖			
同源染色體	外觀型態、大小接近，**兩兩成對的染色體，稱為「同源染色體」**，根據來源分析，一條來自父方，另一條則來自母方		
染色體套數	**單套(N)**	屬於該物種應存在的染色體種類**各具有一條**(一套成套染色體)，稱為單套，**一般單套染色體存在生殖細胞中**	
	雙套(2N)	屬於該物種應存在的染色體種類**各具有一對**(兩套成套染色體)，稱為雙套，**一般的體細胞中具有雙套染色體**	

(2)細胞分裂與減數分裂：

	細胞分裂	減數分裂
複製次數	1 次	1 次
分裂次數	1 次	2 次
子細胞數	2 個	4 個
子細胞染色體數	與母細胞**相同**	為母細胞的**一半**
同源染色體分離現象	**無**	**有**
發生時機	①**個體生長** ②**組織修補** ③**生殖**(**含有性與無性生殖**)	**有性生殖** (**產生配子**)

※細胞週期：

細胞通常生長與分裂交替進行，生長過程稱為生長期，而分裂的過程則稱為分裂期，由此便形成了細胞週期；在細胞週期中，細胞的**生長期占了大部分時間**。

3. 無性生殖與有性生殖：

(1)無性生殖：(**產生新個體皆僅仰賴細胞分裂**)

①常見種類：

種類	說明	舉例
分裂生殖	**單細胞生物**細胞分裂便產生新個體	**變形蟲、草履蟲、細菌**

出芽生殖	體側長出芽體，待成熟後脫離成新個體	**酵母菌、水螅**
孢子繁殖	孢子散播到適當環境萌發成新個體	**黴菌、蘚苔、蕨類、部分藻類**
斷裂生殖	個體斷裂成許多片段，各自長成新個體	**渦蟲、海葵、水綿、顫藻、瓢體蟲**
營養器官繁殖	有些**維管束植物**可利用**根**、**莖**、**葉**等營養器官來長成新的個體	**甘藷、蘿蔔的塊根；馬鈴薯的塊莖；洋蔥的鱗莖；草莓的匍匐莖；玫瑰、甘蔗的扦插法；落地生根的葉**
組織培養法	將植物的組織塊或生長點，置於**培養基(含養分與激素)**，使其發育出新的植株	**蘭花、水仙**

②無性生殖有利於**品種的保存**及**環境適宜時快速繁殖以擴大族群**；但**當環境改變且不利生物生存時，欠缺能適應環境的新個體，易淘汰**。

(2)有性生殖：(**須經受精作用(配子結合)再發育成新個體的生殖方式**)

①體內受精與體外受精：

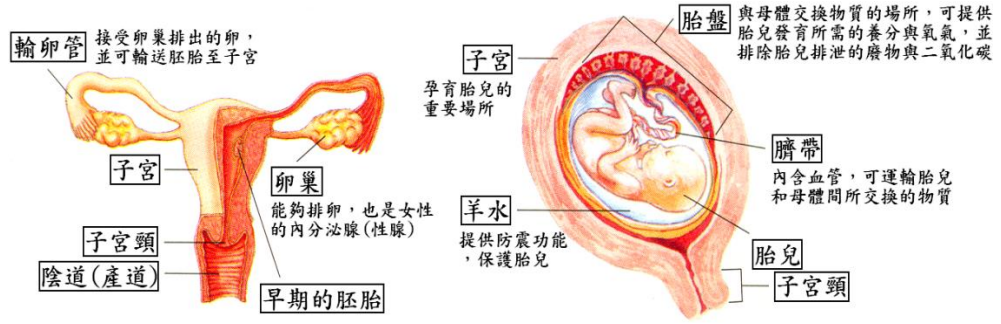
	體外受精	**體內受精**
受精場所	體外(多於水中)	**雌性**體構造內
受精成功率	**低**	**高**
雌體單次產卵數	**多**	**少**
生物種類	**珊瑚、大部分魚類、兩生類**	**種子植物、昆蟲、部份魚類、爬蟲類、鳥類和哺乳類**
備註	國中課程提及的魚類當中，**大肚魚、孔雀魚、鯊魚等為體內受精**	

②動物受精卵的發育方式：

	卵生	**卵胎生**	**胎生**
受精方式	**體內或體外**	**體內**	
卵的大小	**大**		**小**
養分來源	**卵本身**		**母體(經胎盤、臍帶交換)**
發育場所	**母體外**	**母體內**	**母體內(子宮)**
舉例	**體外受精的生物**，如珊瑚、大部份魚類、兩生類等；**體內受精的無脊椎動物**、大部分**爬蟲類、鳥類**和**針鼴、鴨嘴獸**等	教材已刪不討論	大部分**哺乳類**；**唯二例外**：**針鼴**、**鴨嘴獸**

③人類的有性生殖：

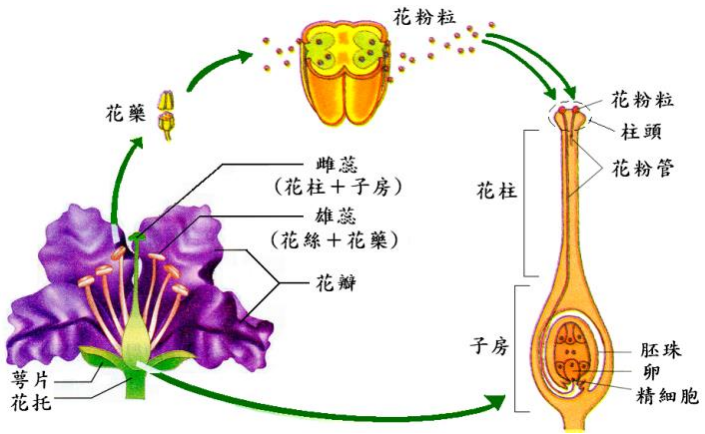
受精位置	受精卵著床與發育場所	胎兒獲得營養方式	羊水功能
輸卵管的上端	子宮	藉胎盤與臍帶與母體交換	防震
圖示說明			



④開花植物的有性生殖：

花的構造	說明
花托	位於花的基部，是花與花柄相接的構造
萼片	位於花的最外側，通常為綠色
花瓣	位於萼片內面，常有鮮豔的顏色或有香味
雄蕊	位於花瓣的內側，通常具條狀的花絲和頂端膨大的花藥；**花藥內有 花粉粒 ，成熟的花粉粒內含 精細胞**
雌蕊	位於花的中央，外形常為瓶狀，底下膨大的部分稱為子房；**子房內有 胚珠 ，胚珠內有 卵**
開花植物的受精與發育	

雄蕊產出的花粉粒可經風力、昆蟲、鳥及人工等媒介協助，傳到雌蕊柱頭上；**沾黏在柱頭上的花粉粒會萌發產生花粉管，將其內精細胞送入胚珠中和卵進行受精作用；卵受精後，胚珠發育成種子，子房發育為果實**，成熟**果實中若僅有一個種子**，如桃子、荔枝、龍眼、芒果等，表示**原本子房內僅有一個胚珠**；而若**果實中有許多種子**，如百香果、木瓜、番石榴、香瓜、火龍果等，**代表原本子房內有多個胚珠**；當種子在適合的環境條件下，會萌芽發育成新個體。



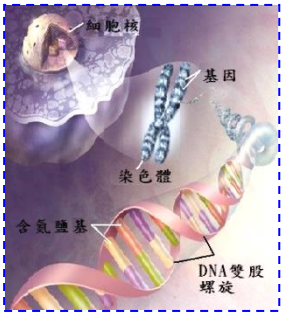
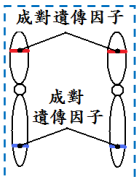
二、遺傳

1. 性狀與遺傳：

生物外表形態和生理結構上的特徵稱為性狀，而生物性狀經生殖傳給子代的現象，稱為遺傳。

2. 遺傳機制：

生殖的過程中，細胞經過遺傳物質的複製與分配，影響生物體的各種性狀。

	說明	圖示
染色體	①染色體位於**細胞核**內，**由 DNA 與蛋白質構成**，每種生物有固定的數目，如人類 46 條，果蠅 8 條 ②**同源染色體**： 兩兩成對，大小、形狀相似的染色體	
DNA	①全名為**去氧核糖核酸**，**雙股螺旋狀**，具有不同配對的含氮鹽基，其排列方式構成控制遺傳的指令 ②**能控制性狀遺傳的 DNA 片段，稱為等位基因(遺傳因子)**	
基因	基因是**控制或影響生物體性狀的基本單位，通常包含成對的等位基因(遺傳因子)**，而成對等位基因（遺傳因子）分別**位於同源染色體的相對應位置上** **※結構由大到小排列：細胞核＞染色體＞DNA＞基因**	 同源染色體

3. 遺傳法則：

法則名稱	內容
顯性法則	**決定性狀的遺傳因子通常成對存在**，並且分為**顯性**與**隱性**，當**顯性與隱性因子同時存在時，只有顯性因子控制的性狀會表現出來**
獨立分離法則	**成對的遺傳因子彼此獨立不混合(分別位於成對的同源染色體上)**，並且在**形成配子時彼此分離(減數分裂的同源染色體分離階段)**
自由組合法則	**對於不同的性狀，可以自由組合**

※基因型與表現型：

基因型	指成對**等位基因組合的型式**，例： TT，Tt，tt
表現型	指受成對基因影響所**表現出的性狀**(顯性或隱性)

4. 遺傳法則的應用：

(1)棋盤格法分析單對基因遺傳：

親代基因型	棋盤格法	子代基因型出現機率	子代表現型出現機率
AA × AA	A A A AA AA A AA AA	AA － 1 Aa － 0 aa － 0	顯性 － 1 隱性 － 0
AA × Aa	A A A AA AA a Aa Aa	AA － 1/2 Aa － 1/2 aa － 0	顯性 － 1 隱性 － 0
AA × aa	A A a Aa Aa a Aa Aa	AA － 0 Aa － 0 aa － 0	顯性 － 1 隱性 － 0
Aa × Aa	A a A AA Aa a Aa aa	AA － 1/4 Aa － 1/2 aa － 1/4	顯性 － 3/4 隱性 － 1/4
Aa × aa	A a a Aa aa a Aa aa	AA － 0 Aa － 1/2 aa － 1/2	顯性 － 1/2 隱性 － 1/2
aa × aa	a a a aa aa a aa aa	AA － 0 Aa － 0 aa － 1	顯性 － 0 隱性 － 1

由棋盤格法分析而來

(2)**單對基因遺傳之必然結果**：

①若**親代之一具有全顯性基因型(AA)，則必無法產出 隱性 性狀的子代**

②若**親代雙方的表現型皆為顯性，卻能夠產出隱性性狀的子代，則親代的基因型組合必為 Aa×Aa**

③若**親代的基因型為組合為 aa×aa，必產出隱性性狀的子代**

4. 人類的遺傳：

(1)單基因與多基因遺傳：

	單基因遺傳	多基因遺傳
說明	**該性狀的表現，僅由一對遺傳因子所決定**	**該性狀的表現，由兩對或兩對以上遺傳因子所決定**；多基因遺傳控制性狀的表現強度，往往由顯性遺傳因子數量決定

舉例	性狀	顯性	隱性	身高、體重、膚色、智商…等
	美人尖	有	無	
	眼皮	雙	單	
	耳垂	分離	緊貼	
	酒渦	有	無	
	捲舌	能	不能	
	拇指	挺直	彎曲	

(2)**人類 ABO 血型的遺傳**：(I^A、I^B對 i 為顯性)　**屬於<u>單基因遺傳</u>**

基因型	I^AI^A	I^Ai	I^BI^B	I^Bi	I^AI^B	ii
表現型	A型		B型		AB型	O型
	顯性					隱性

(3)性別的遺傳：

①人類的性別**由性染色體(第23對染色體)控制**，**男性**的組合形式為XY，**女性**則為XX，也因此**人類性別是受**攜帶X或Y染色體的**精子決定**。

②**生男或生女的機率皆為 <u>1/2</u>**。

5. 突變：**染色體或是構成基因的 DNA 發生改變，稱為「突變」**。

發生位置	**體細胞**	只會影響生物個體性狀的改變，並**不會遺傳給下一代**
	生殖細胞	**有機會**隨著生殖的過程**遺傳給下一代**
影響	①生殖細胞中發生變異的染色體或基因，若隨著生殖作用導致子代出現疾病，這樣的疾病稱為**「遺傳疾病」**，如**白化症、紅綠色盲、血友病、唐氏症**…等 ②**大部分突變對生物個體本身或其後代是有害的**，但有時某些帶有新基因的突變個體，在環境發生變化時卻能夠適應而生存下來，並可能因此形成新的品種 ③突變使後代的變異性增大，有**利於生物的演化**，並使地球的物種多樣化	
發生途徑	**自然突變**	不經人為干擾，自然產生的突變，發生的**機率極低**
	人為誘變	物理方法：X光、紫外線、輻射線 化學方法：亞硝酸鹽、戴奧辛、防腐劑 **可提高發生突變機率**

6. 遺傳諮詢與遺傳疾病：

(1)遺傳諮詢：

①遺傳諮詢是透過個人、家族的病史以及產前的各項檢查，來**判斷新生兒是否有先天性遺傳疾病**，以作為生育的參考，選擇適當的措施

②**高齡產婦**及**近親通婚**較容易造成遺傳疾病與缺失

(2)遺傳疾病：

①**遺傳疾病並不是由細菌、病毒等病原體引起，故無法以藥物根治**。

②**X染色體的遺傳疾病(性聯遺傳)**：

女性兩個X染色體上皆有該等位基因；男性的X染色體上有該等位基因，而Y染色體則沒有影響力，如**紅綠色盲**、**蠶豆症**、**血友病**。

7. 生物技術：

生物技術	說明
DNA 比對	利用 DNA 序列的比對，可以判定親疏關係，也常用於刑事案件中
試管嬰兒	精子與卵子在透過試管完成受精後，移植母體子宮著床、生長；屬於**體外受精**、**胎生**的**有性生殖**，
基因轉殖	取某種生物的基因片段殖入另一種生物細胞，使其展現原基因功能；例：殖入人類胰島素基因的細菌可以製造胰島素
基因改造食品	利用基因被改造生物所製成的食品；例：抗蟲害基因改造的黃豆製品
臍帶血與幹細胞	幹細胞具有發展出特化細胞，組織與器官的潛能，而**臍帶血擁有較多的幹細胞**，出生時若能儲存臍帶血，較利於日後面對醫療的取材
複製生物	用體細胞製造另一個新的個體，**複製生物擁有與原細胞核提供者相同的染色體**，屬於**無性生殖**；例：複製羊桃莉

三、演化

1. 演化現象：

生物體的體型和構造會隨著時間出現逐代改變的現象，稱為「演化」。

2. 演化機制：

達爾文的天擇說	
演化機制順序	說明
(1)**個體差異**	**相同物種** 的 **不同個體**，彼此性狀並不完全相同，對於環境的適應能力也不同
(2)**過度繁殖**	為了物種延續，生物繁殖的數目會比真正存活的後代多，並可能出現物種個體數量過多，導致所需資源不足的現象
(3)**生存競爭**	在生物個體數量過多情況下，為了生存與延續後代，生物間必須競爭**食物**、**生活空間**與**繁殖機會**
(4)**適者生存**	由於每一個體的適應力不盡相同，較能適應環境的個體，在競爭中有較多的優勢而生存下來，並繁衍後代，主導該物種的性狀變化方向，甚至形成新的物種

整理說明

演化進行的原動力

個體差異 ⇨ 過度繁殖 ⇨ 生存競爭 ⇨ 適者生存

↳ 由遺傳變異造成
　↳ 1. 基因重組(有性生殖)
　　2. 突變

↳ 環境選擇

※天擇與人擇：

形式	過程	演化生物
天擇	**先有遺傳變異，再經由 環境 選擇**	自然界生存生物
人擇	**先有遺傳變異，再經由 人類 選擇**	符合人類需求生物

→ 無論天擇或人擇，均先經過 變異 再接受 選擇！

3. 演化證據：

演化證據	說明		
化石(最直接)	定義	保存在地層中，**古代生物的遺骸或遺跡**。	
	類型	**沉積岩中的化石** **※有些古生物化石可作為燃料，稱為「化石燃料」，如石油、天然氣、煤炭(主要是古代蕨類植物化石)**	
		琥珀化石	
		冰凍化石	
	提供資訊	認識古生物	透過化石我們可以認識與了解已經滅絕的生物。 **※標準化石：** **特徵明顯、數量龐大、廣泛分布在某一年代的地層中，成為該岩層的代表性化石，稱為「標準化石」。** 例：**古生代的三葉蟲化石、中生代的恐龍與菊石化石、新生代的哺乳類化石**
		判斷岩層年代	透過化石的分布情形，可以**判斷岩層的相對年代**。
		生物演化過程	透過地層中「**化石系列**」，推斷生物可能的演化過程。 例：科學家在北美洲挖掘到許多馬的化石**推測馬的棲息環境由叢林遷移至草原**
		生物生存環境	藉由生物種的化石來推測當時的環境與氣候。 例：可推斷珊瑚化石發現地，當時應是溫暖清澈的淺海
	活化石	目前地表上存活的某些物種，其身體構造與遠古時代的祖先並沒有太大差別，這樣的生物稱為「**活化石**」。 例：銀杏、鸚鵡螺、鱟、腔棘魚、龍宮貝…等	

存在的可能原因：
①**該物種的環境適應力很強**
②**所棲息的環境變化小**

生物體的內部構造	生物間的比較生「**同源器官**」，也可以做為演化關係的證據。
遺傳基因	比較生物個體間的基因組成，親緣關係越接近的生物，基因相似度越高，故透過將 DNA 上的基因定序而相互比對，可推論生物間的演化關係。

4. 地質年代與生物的演化：

地質年代	指標性生物與說明		
始生代、原生代 **35 ～ 5.4 億年前**	**最早出現的生命可能是與細菌類似的單細胞原核生物**，而以化石證據推斷當時的生物以**細菌**和**藍綠菌**(藍綠藻)為主要		
古生代 **5.4 ～ 2.5 億年前**	初期	**海**	**藻類**和**無脊椎動物**極為繁盛，以**三葉蟲最具代表性**
		陸	除細菌外，尚無其他生物蹤跡
	中期	**海**	開始出現**魚類**
		陸	約 **4 億年前**蕨苔類開始登陸，接著**昆蟲**和**兩生類**登陸 ※推測**兩生類的四肢是由魚類的胸鰭和腹鰭經演化而來**
	後期	發展出淺根高大的植物，如**蕨類**；兩生類演化成**早期爬蟲類**	
中生代 **2.5 ～ 0.65 億年前**	海	有各種**菊石**	
	陸	有高大的**蕨類**和**裸子植物**；動物以**大型爬蟲為主，如恐龍**，而**早期的哺乳類和鳥類也已經出現**，但種類與數量不多 **※約 0.65 億年前恐龍滅絕**	
新生代 **0.65 億年前至今**	**被子植物繁盛**；**鳥類**、**哺乳類大量繁殖**；**現代人的祖先則約 20 萬年前出現**，具有發達的大腦和靈巧的雙手		

主題五 地表上的生物

一、生物的分類與命名

1. 生物的分類階層：

分類階層	**界** → **門** → **綱** → **目** → **科** → **屬** → **種** 高階 ⟶ 低階
說明	①**分類階層越高，所包含物種越多；分類階層越低，所包含物種越少** ②**越低階層分成同類的生物，彼此間的親緣關係越近**。 ③**低階層分成同類的生物，其較高階層的分類必相同**，反向則未必成立。 ④**同「種」的生物間能行有性生殖產出具生殖能力的後代**。 例：一般各品種的家犬、家貓，在分類階層上分別屬於同「種」生物，故家犬間或家貓間交配產出的後代仍具有生殖能力；獅、虎同「屬」不同「種」，故公獅和母虎交配生出的獅虎(彪)不具生殖能力。

2. 生物的命名：

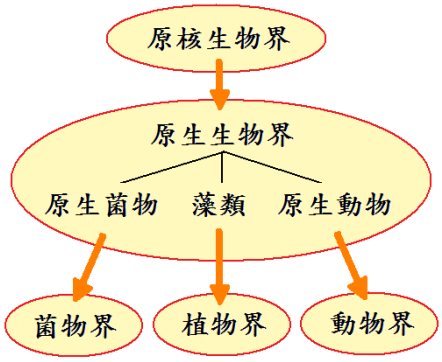
俗名	因各地語言、文化的不同所給予生物的稱謂，稱為生物的「俗名」	
學名	**以林奈提出的二名法為基礎對生物統一的名稱，也是國際對生物的通用稱謂**	
	二名法	由**兩個拉丁文**構成；(以**斜體字**或**加私名號**書寫) Ⅰ. **第一個字為屬名(名詞)，代表該生物的分類關係(生物名稱)**，開頭**第一個字母必須大寫**(其餘字母均小寫)； Ⅱ. **第二個字為種(小)名(形容詞)，形容該生物特徵、產地或其他意義，全部的字母都必須小寫**

※學名與生物分類階層上的關係：

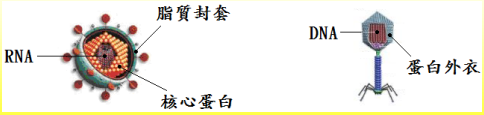
屬名	種(小)名	親緣關係	屬名	種(小)名	親緣關係
相同	相同	同屬同種	**不同**	**相同**	**不同屬不同種**
相同	不同	同屬不同種	不同	不同	不同屬不同種

3. 近代生物分類：

(1)五界分類：(以生物的**細胞構造**和**營養方式**等為依據)



※五界之外 — 病毒：

病毒構造	蛋白質外殼與內部的 DNA(或 RNA)
特性	**寄生在活細胞內才能表現生命現象，介於生物與無生物間的構造，不列於五界之中**
引發疾病	SARS、流感、新流感、禽流感、B 型肝炎、愛滋病…等
圖示	

(2)原核生物界：

①特徵：

◇1地球上最原始、也是構造最簡單的生物，大部分為**單細胞**生物

◇2具有**細胞壁**(成分為肽聚醣)

◇3**除了細胞膜外，細胞內欠缺膜狀構造**(例如核膜、粒線體、葉綠體等)，故遺傳物質分布在特定區域中，並**沒有核膜包覆形成細胞核**

②種類：

原核生物	細菌 藍綠菌

名稱	說明
細菌	①種類繁多，**依形態可分為球菌、桿菌、螺旋菌** ②主要進行**分裂生殖**，**適應環境的能力強**，是**地表分布最廣的生物** ③為自然界中**重要的分解者**，可分解動植物殘骸，有助於物質的循環 ④有些細菌會引起疾病，如**肺炎雙球菌會引發肺炎** ⑤**有些細菌對生物體有益**，如利用乳酸桿菌製做乳酸飲料，有助消化
藍綠菌	①**細胞內具有葉綠素(沒有葉綠體)與其他色素**，可行光合作用 ②因為**可行光合作用**，故**屬於自然界中的生產者** ③分布非常廣泛，只要光線到達的地方，即使高溫溫泉水中也能存在 ④**螺旋藻、念珠藻、顫藻、藍球藻、棋盤藻等均屬藍綠菌**

(3)原生生物界：

①特徵：

①**具有細胞核**，是**真核生物中構造最簡單的一界生物，多為單細胞生物**

②被認為是**由原核生物界演化而來**的

③本界生物推測也**是菌物界、植物界和動物界的演化來源**

②種類：

原生生物界	原生菌物 藻類 原生動物

名稱	說明	舉例
原生菌物	①具**有細胞壁、無葉綠體** ②**異營**，會對外分泌酵素將外界的大分子有機物分解成小分子再行吸收	**黏菌、水黴菌**
藻類	①具**有細胞壁和葉綠體** ②**可行光合作用**，水域中重要的**生產者** ③**有單細胞與多細胞**類型 ④**常具有其他色素**	**團藻、新月藻、單胞藻、石蓴、水綿、昆布、馬尾藻、紫菜、石花菜、矽藻**
原生動物	①**不具細胞壁，也無葉綠體** ②**異營**，從外界攝食，多進行胞內消化 ③常有**偽足**(變形蟲)、**纖毛**(草履蟲)、或**鞭毛**(梨形蟲)構造**協助運動與攝食**	**變形蟲；草履蟲；鐘形蟲；瘧原蟲**
特殊	**眼蟲：兼具藻類(具葉綠體)與原生動物(無細胞壁、可異營等)特徵**	

(4)菌物(真菌)界：

①特徵：

◇1**大多為多細胞**的真核生物(酵母菌為單細胞生物)

◇2**有細胞壁**(成分為幾丁質)、**大多由菌絲構成個體**(酵母菌沒有菌絲)

◇3**不具葉綠體，進行腐生或寄生的營養方式(屬異營)**

◇4**無性生殖的方式多為孢子繁殖**(酵母菌以出芽生殖為主)

◇5本界生物亦為**自然界中重要的分解者**

②種類：

菌物界
- 黴菌
- 酵母菌
- 蕈

名稱	說明
黴菌	◇1具細胞壁的**多細胞**真菌，多生長在**潮濕溫暖**的環境 ◇2**有些黴菌能提煉抗生素**；例：**青黴菌可提煉青黴素，能用以消滅細菌** ◇3部分**黴菌**則**會引起**動、植物疾病；例：**人類的香港腳、植物的黑穗病** ◇4常見的**黑黴菌(麵包黴)，其孢子呈黑色、菌絲為白色**
酵母菌	◇1具細胞壁的**單細胞**真菌，**缺乏菌絲**構造，細胞多呈橢圓形 ◇2可將醣類分解獲得能量： Ⅰ.**氧氣充足時行呼吸作用：葡萄糖＋氧 → 二氧化碳＋水＋能量** Ⅱ.**缺乏氧氣時行發酵作用：葡萄糖 → 酒精＋二氧化碳＋能量** ◇3常用以**焙製麵包**與**釀酒** ◇4**主要的無性生殖方式為出芽生殖**
蕈類	◇1具細胞壁的**多細胞**真菌，外形似傘，**蕈褶處可產生孢子**，常生長在潮濕的腐木或土壤中 ◇2有些可作為**食物**，如**香菇、洋菇、金針菇、竹笙(蓀)、木耳**；有些可當作**藥材**，如**靈芝、冬蟲夏草**；還有些有**劇毒**，如**紅托鵝膏**

(5)植物界：

①特徵：

◇1**皆為多細胞**的真核生物

◇2**有細胞壁**(成分為纖維素)

◇3**部分細胞具有葉綠體，可行光合作用，主要的營養方式為自營**

◇4推斷是**由藻類中的綠藻演化而來**，是**自然界中重要的生產者**

②種類：

- 植物界
  - 無維管束植物
  - 維管束植物
    - 蕨類
    - 種子植物
      - 裸子植物
      - 被子植物(開花植物)
        - 雙子葉植物
        - 單子葉植物

無維管束植物 — 蘚苔植物
①**最早出現在陸地上的植物類型**，體表已**具有角質層**，**不具維管束**，**故無根、莖、葉的分化**，體內**物質的運輸僅靠擴散作用與細胞質的流動**
②蘚苔植物**可分成蘚類(地錢)和苔類(土馬騂)**

維管束植物 — 蕨類	
說明	舉例
①演化上**最早出現維管束的植物類型**，並**開始具有根、莖、葉的分化** ②多具**羽狀複葉**，**成熟葉的背面**常可見由**孢子囊聚集形成的孢子囊堆**，**孢子囊內含大量褐色的孢子**，至於剛長出的**幼葉則呈捲曲狀**(狗尾捲)	**鳥巢蕨(山蘇)** **過溝菜蕨(過貓)** **筆筒樹**

維管束植物 — 種子植物
①**裸子植物**和**被子植物**因為均**可產生種子**來繁殖後代，故合**稱種子植物**
②種子植物是演化上最高等的植物，目前也廣泛分布於地表，主要的原因有： Ⅰ. 精細胞**藉花粉管**進入胚珠與卵**完成受精作用，不需要水**作為媒介 Ⅱ. 乾燥**種子能長期**在不適萌芽環境下**保存**，且**種子內含養分**(子葉或胚乳)可**提供萌芽所需**

裸子植物	說明	舉例
	①葉大都呈針狀，**又稱針葉樹** ②生殖器官為**鱗片組成**的**毬果**，**有雌、雄** ③許多裸子植物的**種子有翅**，可隨**風**散播	**松、杉、柏、紅檜、蘇鐵、銀杏**

被子植物(開花植物)	
①被子植物**會開花**，**又稱為「開花植物」**，一般**花的顏色與氣味能吸引昆蟲協助傳粉** ②被子植物的**種子外有果實包覆**，後代的生存率高	
舉例	
雙子葉植物	**榕樹、芹菜、杜鵑、向日葵、朱槿、玫瑰、睡蓮、鳳凰木、櫻花、常春花**
單子葉植物	**水稻、小麥、竹子、百合、蘭花、玉米、甘蔗、檳榔、椰子、蘆薈**

雙子葉植物與單子葉植物的比較

	根	莖	葉	花	種子
雙子葉植物	軸根系	環狀維管束，具形成層	網狀葉脈	花瓣數為 4、5 或其倍數	兩枚子葉
單子葉植物	鬚根系	散生維管束，無形成層	平行葉脈	花瓣數為 3 或其倍數	一枚子葉

(6)動物界：

①特徵：

◇1**皆為多細胞**的真核生物、可以運動

◇2**沒有細胞壁**

◇3**不具葉綠體，營養方式為異營**（從其他生物體獲得養分）

②種類：

- 動物界
  - 無脊椎動物
    - 刺絲胞動物
    - 扁形動物
    - 軟體動物
    - 環節動物
    - 節肢動物
    - 棘皮動物
  - 脊椎動物
    - 魚類
    - 兩生類
    - 爬蟲類
    - 鳥類
    - 哺乳類

無脊椎動物		
類別	說明	舉例
刺絲胞動物門	◇1**囊狀消化系統(對外只有一個開口)** ◇2**口的周圍有許多觸手，觸手上有刺絲胞，刺絲胞具有毒性**，毒性強度依品種而定，**可用於捕食和防禦**	**水螅；水母；珊瑚；海葵**
扁形動物門	◇1身體扁平柔軟、呈兩側對稱 ◇2屬於**演化上開始具有頭部專化的動物，已具有簡單的腦和神經**，但無呼吸、骨骼、循環等系統 ◇3可行有性或無性生殖、再生能力強	棲息在流動水域、微光時活動的渦蟲；行寄生生活的**中華肝吸蟲、有鉤條蟲、無鉤條蟲**
軟體動物門	◇1**身體柔軟、不分節，多數具有硬殼**保護 ◇2具有**「足」用以運動**，但常因外殼導致行動緩慢 ◇3主要可分為： **斧足綱(雙殼綱)**：具**有斧狀肉足、兩片對合的外殼**，大部分以**濾食**為生(利用入水管與出水管) **腹足綱**：具**厚實的腹足，大部分有螺旋狀外殼** **頭足綱**：視覺較發達，以緊接頭部的腕(腕上有吸盤)捕捉獵物；**部分種類的殼隱藏在背面皮膚下**(如烏賊)，**部分種類外殼完全退化**(如章魚)	斧足綱(雙殼綱)： **文蛤、貽貝、牡蠣、蚵仔、海扇**(閉殼肌可製成干貝) 腹足綱： **螺、蝸牛、蛞蝓、鮑魚、九孔** 頭足綱： **烏賊、章魚、鸚鵡螺**

環節動物門	①身體柔軟、細長而分節，每節外形相似 ②不具附肢，常見體節中器官重複的現象 ③多種體表具有剛毛，可協助以蠕動方式爬行	蚯蚓、水蛭、海蟲
節肢動物門	①身體分節，體節上可能出現有關節的附肢、觸角、口器或翅等構造 ②具幾丁質(甲殼素)的外骨骼，可以保護身體並防止水分散失，但發育過程中須將外骨骼蛻去才可長大 ③動物界中種類最多的一門 ④常見的種類可以分成： **昆蟲綱**：具三對步足、兩對翅(有些僅一對翅或無翅)，是唯一能飛行的無脊椎動物；昆蟲在變為成蟲的過程，通常會發生形態變化，稱為變態，分為完全變態(有蛹期)與不完全變態(無蛹期) **蛛形綱**：具四對步足，可能有能分泌毒液的附肢 **甲殼綱**：具五對步足，第一對常特化成螯足 **唇足綱**：每一環節具一對步足，有毒牙與毒腺 **倍足綱**：每一環節具兩對步足，腐食性，屬於清除者	昆蟲綱： 完全變態類型：蝴蝶、蜜蜂、螢火蟲、蛾、蚊子、蒼蠅 不完全變態類型：蟋蟀、螽蟖、蝗蟲、蟬 蛛形綱：蜘蛛、蠍子、蜱、塵蟎 甲殼綱：蝦、龍蝦、螃蟹 唇足綱：蜈蚣(百足蟲) 倍足綱：馬陸(千足蟲)
棘皮動物門	①體表有棘、具有管足(主要為協助運動之用) ②均為海中生物	海星、海膽、海參、陽燧足、海百合

脊椎動物							
分類名稱		呼吸器官	體溫	生殖方式		特點補充	舉例
魚類	軟骨魚	鰓	外溫	體內受精、卵胎生		軟骨質、無鰾、具有鰓裂、大胸鰭	鯊魚、紅魚
	硬骨魚	鰓	外溫	體外受精、卵生(大部分)		硬骨質、有鰾與鰓蓋	吳郭魚、海馬、彈塗魚、鰻、鮭
				體內受精、卵胎生			大肚魚、孔雀魚
兩生類		幼體：鰓 成體：肺	外溫	體外受精、卵生		皮膚薄而溼潤，雖可協助呼吸(肺功能不完備)，但無法有效防止水分散失，並沒有成功登陸	無尾目：蛙、蟾蜍 有尾目：山椒魚、娃娃魚、蠑螈
爬蟲類		肺	外溫	體內受精	卵生(大部分)	皮膚具有角質層、體表有鱗片或骨板，可防止水分散失，卵始具有卵殼，已能適應陸地生活	烏龜、海龜、鱷、蜥蜴、蛇、壁虎
					卵胎生		某些毒蛇

鳥類	肺	內溫	體內受精、卵生		為適應飛行的特徵： ①前肢特化為翼 ②體表有羽毛 ③骨骼中空、質輕堅硬 ④肺內延伸許多氣囊 ⑤視覺敏銳，具有瞬膜可在飛行時保護眼睛	麻雀、鴿子、老鷹 綠繡眼、黑面琵鷺 、雞、鴨、鴕鳥、 企鵝、燕子、雁
哺乳類	肺	內溫	體內受精	卵生	具乳腺、體表有毛髮	一穴目： 針鼴、鴨嘴獸
				胎生 （大部分）		有袋目：袋鼠、無尾熊 翼手目：蝙蝠 鯨目：鯨、海豚 長鼻目：象 食肉目：犬、貓 奇蹄目：馬、犀牛 偶蹄目：豬、牛、羊 靈長目：猴、人

※原核生物與真核生物：

分類名稱			細胞膜	細胞核	細胞壁	葉綠體
原核生物	原核生物界	細菌	有	無 （無核膜）	有 （肽聚醣）	無
		藍綠菌				沒有葉綠體， 但有葉綠素
真核生物	原生生物界	原生菌物	有	有	部分時期有	無
		藻類			有	有
		原生動物			無	無 （眼蟲例外）
	菌物界 （真菌界）		有	有	有 （幾丁質）	無
	植物界		有	有	有 （纖維素）	有 （以個體為單位，並考慮全部生命週期）
	動物界		有	有	無	無

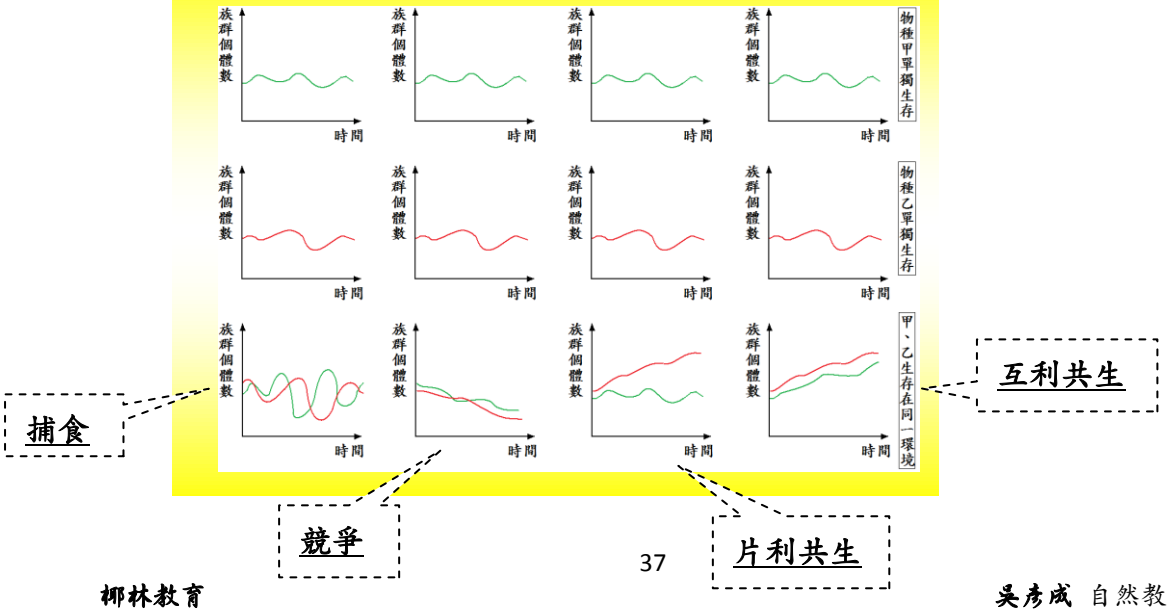
二、生物的多樣性

1. 生物間的交互關係：

不同族群的生物間，彼此可能存在著交互關係。

交互關係		說明	實例
捕食		1. 生物捕捉並攝食其他生物為食的關係（**吃與被吃**） 2. 對捕食者有利，被捕食者有害（**一方利、一方害**） 3. 將**此關係延伸，可形成食物鏈與食物網**	青蛙捕食蚱蜢；蛇捕食青蛙；老鷹捕食蛇；螳螂捕食蟬；鳥類捕食昆蟲；熊捕食魚類
競爭		1. 兩種生物**爭奪相同資源** 2. 對競爭的雙方皆不利（**兩方害**） 3. 資源需求越接近的物種，生物間的競爭就越激烈	白頭翁與綠繡眼競爭相同食物；牛、羊、鹿等草食動物競爭共棲的草地；樹林間植物競爭陽光
共生	**互利共生**	1. 兩種生物**共同生活，互相合作** 2. 對共生的雙方皆有利（**兩方利**）	螞蟻與蚜蟲；小丑魚和海葵；海葵和寄居蟹；石珊瑚和藻類；根瘤菌和豆科植物；稜果榕和榕小蜂
	片利共生	1. 兩種生物**共同生活，單方獲利** 2. 對共生的雙方，一方有利而另一方無害（**一方利、一方無害**）	附生性的蕨類和大樹；鮣魚吸附在鯊魚身上
	寄生	1. **一種生物（寄生生物）依附在另一種生物（宿主）體內或體表以獲得生存所需資源** 2. 對寄生生物有利，被寄生的生物不利（**一方利、一方害**）	寄生蜂的幼蟲寄生於蛾或蝴蝶幼體；菟絲子寄生於其他植物；跳蚤、蝨子寄生在哺乳動物體表；蛔蟲、鉤蟲寄生人體

※不同生物間交互關係的生物數量與時間關係圖：

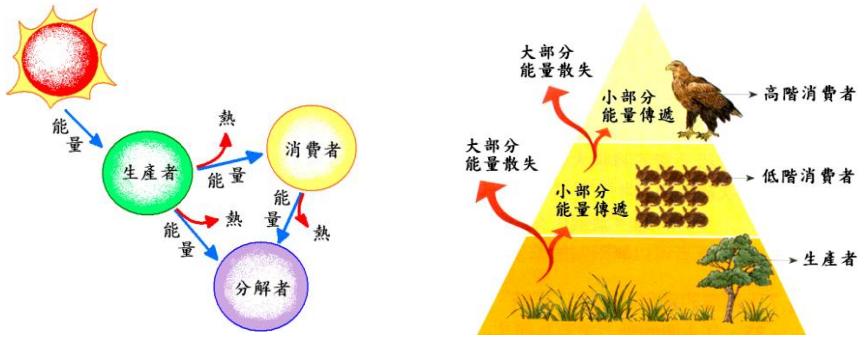


2. 物質流動與能量循環：

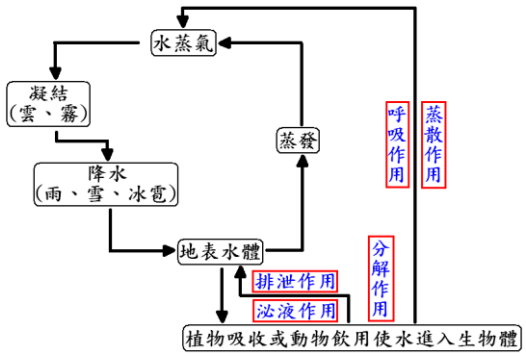
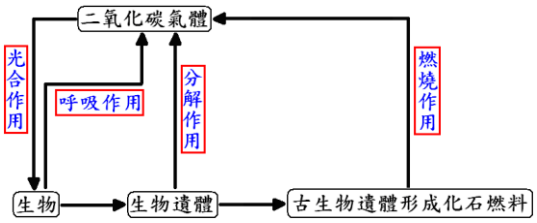
(1)食物鏈與食物網：

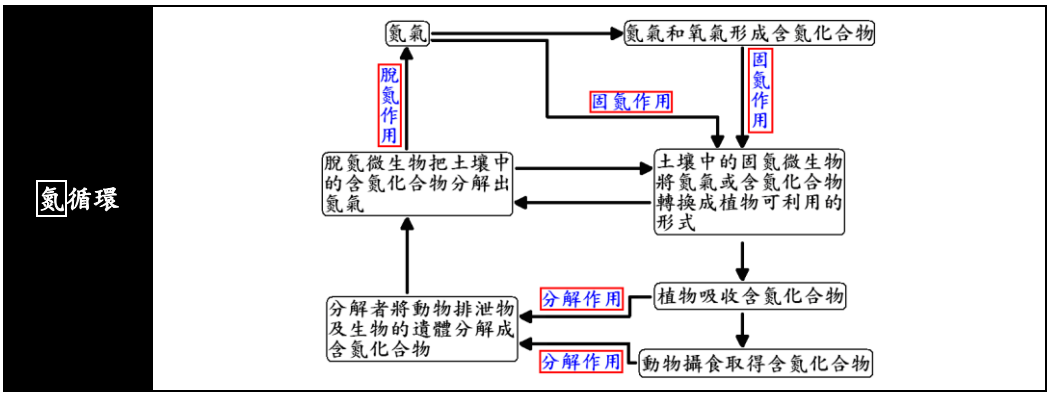
食物鏈	生物界**攝食者與被攝食者間關係的連結**
食物網	各**食物鏈間彼此連結所形成的攝食網路**
相關說明	
生態系中的物種越多，**食物網越複雜**，整體**生態系組成更具有彈性與恢復力**	

(2)能量金字塔(能量塔)：

定義	將生物體所含的總能量，按食物鏈的層級排列，所形成的塔形結構
說明	①生物體內的養分大部份會在代謝過程中消耗，轉成熱能散失。 ②生物能量的轉移(十分之一定律)： 能量沿食物鏈層層轉移流動時，**每一層級僅約有十分之一的能量向上傳遞**。 ③**能量在生物間只能以食物鏈低階層往高階層的單向流動，無法循環。**
圖示	

(3)自然界中物質的循環：

循環物質	循環途徑
水循環	
碳循環	



3. 生物的多樣性：

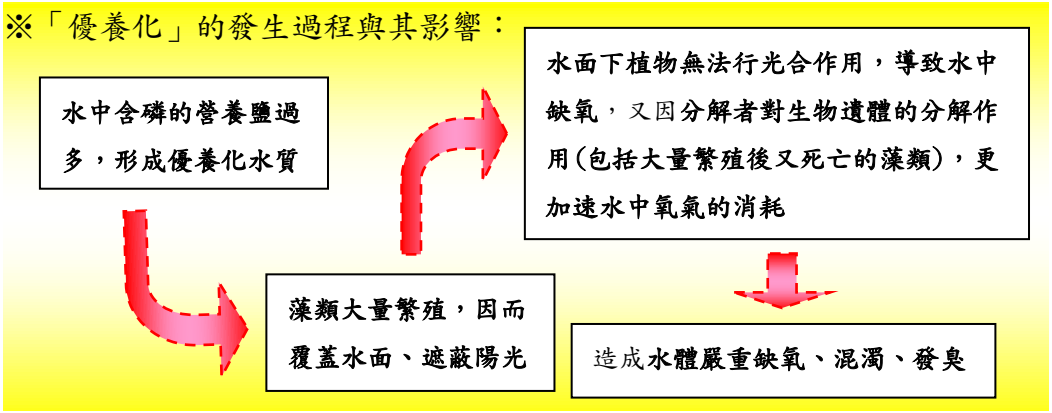
生物多樣性的意義		
同一區域的所有生物，在個體、種類、棲地等各方面存在的差異與豐富性，稱為「**生物的多樣性**」，**可作為保育工作的依據**。		
生物多樣性的層次		
生物多樣性	層次	說明
遺傳多樣性	**基因**（族群內）	**有性生殖**造成同種生物個體間的**基因不會完全相同**，使得**同種生物個體間存在特徵的差異，有助於演化**
物種多樣性	**物種**（群集內）	同**一環境中，有不同種的生物生存**，生態系中生存的**生物種類越多，構成的食物網就越複雜，生態系統就越穩定**
生態系多樣性	**棲息環境**（生態系間）	地球上有**各式各樣的環境，構成各種不同的生態系**，能**供應給各式各樣的生物棲息**
維持生物多樣性的功能		
(1)生物多樣性能**保持生物的適應力與生態系的穩定** (2)自然界中多樣性的生物和環境，是**人類解決食物與生存等問題**的重要資源		
生物多樣性的危機		
棲地的減少與破壞	火災、氣候變遷及人為開發等因素，造成生物棲地的減少與破壞	
外來生物(外來種)引入	(1)生態系統中，有生物從外地遷入並大量繁殖時，可能影響生物間交互關係，使生態失去平衡 例：**福壽螺**、美國**螯蝦** (2)引進農畜產品、進行生物防治、船隻往返各地，均可能帶入外來生物 例：**紅火蟻**	
野生動、植物過度獵捕	(1)人類以野生動、植物作為手工藝品、食材、藥材、或飾品，可能造成生物被過度採獵 例：紅豆杉、犀牛角、魚翅、玳瑁等 (2)利用先進的漁業技術而過度漁獵	

4. 人與環境：

(1)人對環境的汙染：

空氣污染		水污染		固體廢棄物污染	
污染源	影響	污染源	影響	污染源	影響
二氧化碳(CO_2)	**溫室效應**	重金屬	生物中毒	焚燒塑膠	產生戴奧辛
氮和硫的氧化物	**酸雨**	**磷化物**	**優養化**	核廢料	基因突變
氟氯碳化物	**臭氧層變薄**	動物排泄物	土壤變質		

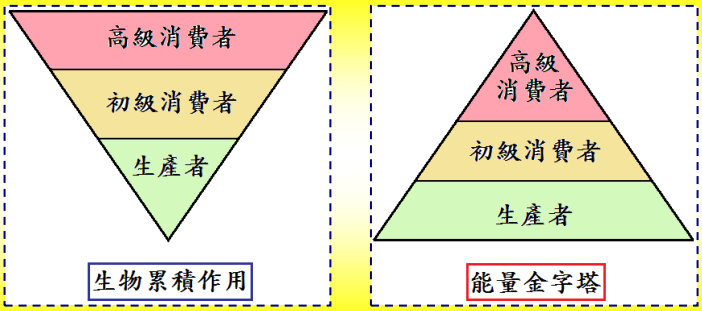
※「優養化」的發生過程與其影響：



(2)**生物累積作用(生物放大作用)**：

生物難以分解的**毒性物質會經由食物鏈逐層累積，消費者體內所含的毒物會隨著層級越高累積越多**，稱為「**生物累積作用**」

※生物累積作用與能量塔：



(3)生態保育：

①目前生態保育觀念主流：「**維護生物多樣性來代替保育單一物種**」。

②台灣有許多生物因棲地被破壞而瀕臨絕種；

例：寬尾鳳蝶、台灣黑熊、黃魚鴞和台灣鮭魚(櫻花鉤吻鮭)等

③台灣保育成果：

◇1原為保育類的**黃山雀**與**藍腹鷴**數量增加

◇2阿里山達娜依谷原住民，以禁獵、封溪等措施保護**台灣鏟頷魚**已有成果

主題一 簡易測量

一、進入實驗室

1. 實驗設計：

變因	影響實驗的因素	**控制變因**	實驗中**固定不變**的因素
		操作變因	實驗中**唯一**操作**改變**的因素（實驗組 VS 對照組）
		應變變因	因操作變因所測得的**結果**

2. 常用器材：

實驗器材	使用要點
酒精燈	①酒精須維持在 1/3～2/3 ②使用火柴或打火機點燃，不可用酒精燈互相點燃 ③使用**燈罩**蓋熄燈火，不可用嘴吹熄 ④酒精打翻或溢出燃燒，使用**濕抹布**蓋熄
試管	①可**直接**加熱，並**傾斜**加熱**管底**（增加受熱面積和以利熱對流） ②加熱時，試管口不可對準他人或自己 ③藥品混合時，管口需塞上軟木塞上下搖晃
燒杯 **蒸發皿**	①至於附三角架之**陶瓷纖維網**上**間接**加熱（使熱量均勻分散） ②傾倒液體時，從尖唇倒出並沿**玻璃棒**緩緩留下(防止液體濺出)
溫度計	①不可拿來攪拌溶液，須使用**玻璃棒**。 ②不可直接在火焰上加熱。
滴管	①吸取液體時，不要將液體吸到橡皮球內。 ②不可倒立使用。
量筒	①只能用來量取液體用，或排水法測體積，不可做其他用途。 ②讀取液面時，需**水平**直視液面**中央**處。

二、基礎測量

1. 測量結果：

數字(測量值)		＋	單位
1 組準確值	1 位估計值	※凡**測量必具誤差**，**數數兒非測量**	
最後一位為測量儀器最小刻度	測量儀器最小刻度的下一位		

減少誤差方法	使用**最小刻度越小**的測量工具越精準
	多次測量**求平均**（誤差過大者，不列入平均值計算）

2. 長度測量：(公制單位：公里$\xrightarrow{\times10}$公引$\xrightarrow{\times10}$公丈$\xrightarrow{\times10}$公尺$\xrightarrow{\times10}$公寸$\xrightarrow{\times10}$公分$\xrightarrow{\times10}$公厘)

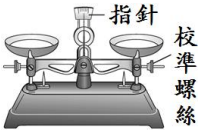
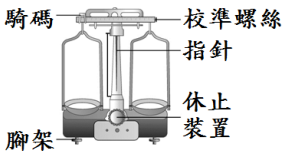
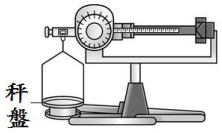
公里(km)	公尺(米)(m)	公分(cm)	公厘/釐(mm)	微米(μm)	奈米(nm)
10^{3}m	1m	10^{-2}m	10^{-3}m	10^{-6}m	10^{-9}m

3. 體積測量：

固體	規則		代入幾何公式	
	不規則	不溶於水	沉體	排水法
			浮體	重錘法
		溶於水	先配成飽和溶液，再用排水法測體積	
液體	使用量筒測體積			
氣體	等於容器體積			
備註	**1 公升＝1 立方公寸＝1000 mL；1 mL＝1c.c.＝1cm^3＝1 公撮**			

4. 質量的測量：

(1)使用儀器

天平類型	使用說明
上皿天平(等臂)	 ①歸零：空盤時，使指針靜止在中央零刻度 指針偏右：校準螺絲向左旋 指針偏左：校準螺絲向右旋 ②待測物置左盤，砝碼置右盤，到指針在**中央零刻度**或**左右搖擺角度相等** ③**待測物質量＝右盤砝碼克數加總**
懸吊式等臂天平	 ①歸零：空盤時，騎碼左移至零，使指針靜止在中央零刻度 指針偏右：校準螺絲向右旋 指針偏左：校準螺絲向左旋 ②**待測物置左盤**，砝碼置右盤，調整騎碼到平衡 ③**待測物質量＝砝碼克數＋騎碼讀數**(1 刻度 0.1 公克) (若**物置右盤：待測物質量＝砝碼克數－騎碼讀數**) ※**騎碼讀數歸右盤**
三梁天平	 ①歸零： 空盤時，騎碼移至零，調整校準螺絲直到指針靜止在中央零刻度 ②待測物置秤盤，移動騎碼到直到橫梁處於平衡 ③**待測物質量＝所有騎碼讀數加總**(無砝碼) (上：10 克分 10 格，1 刻度 1 公克、中：100 克分 10 格，1 刻度 10 公克、下：1 克分 100 格，1 刻度 0.01 公克)
常用單位	公斤(kg)(＝1000g)　公克(g)(＝1g)　毫克(mg)(＝10^{-3}g)

注意事項	①待側物與砝碼均置於秤盤的**中央**	②**砝碼夾取用砝碼（避免砝碼生鏽）**
	③秤量化學藥品須使用**秤量紙**，歸零步驟為先將**秤量紙放置於空盤後再歸零**	

(2)質量與重量：

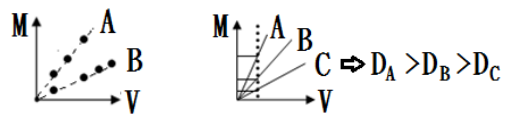
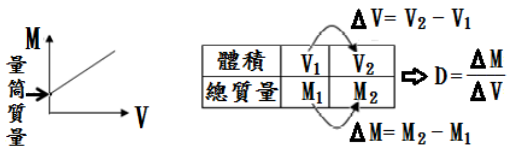
名稱	量值	常用單位	測量工具	補充
質量	不隨地點而變	kg、g	天平	無重力處無法使用天平測得
重量	隨地點改變	kgw、gw	彈簧秤	距離地心越近，量值越大

三、物質的密度：

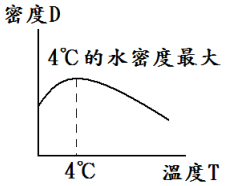
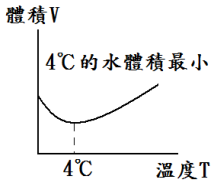
密度(D)

意義	**物體單位體積內所含物質的多寡**	密度(D)、質量(M)和體積(V)的關係		
公式	**密度(D)＝質量(M)／體積(V)**	常用單位	**D 同(同物)**	**V 同(異物)**	**M 同(異物)**
		g/cm^3、kg/m^3	**M、V 成正比**	**D、M 成正比**	**D、V 成反比**

圖表分析

類型	分析說明
質量(M)和體積(V)關係圖 	①**相同物質(密度相同)**，在圖形上分布的點 → 可連成**一條過原點的斜直線** ②多條斜直線(不同密度)**判別密度大小** → **越近質量(M)軸，密度(D)越大**
總質量(量筒＋液體)和體積關係圖(表) 	①**與質量軸的交點為量筒質量** ②$D_{液} = \frac{(總質量－量筒質量)}{液體體積} = \frac{\Delta M}{\Delta V} = \frac{M_2 - M_1}{V_2 - V_1}$

水的密度

密度與溫度關係圖	體積和溫度關係圖	分析				
		溫度	0→4℃	4→100℃	100→4℃	4→0℃
		質量	**不變**	**不變**	**不變**	**不變**
		體積	減小	增加	減小	增加
		密度	增加	減小	增加	減小

物體在液體中的浮沉與密度的關係

浮沉情形	**上浮**	**液面下可隨處靜止**	**下沉**
密度比較	$D_{物} < D_{液}$	$D_{物} = D_{液}$	$D_{物} > D_{液}$

主題二 認識物質

一、認識物質

1. 物質與能量：

物質				能量
占有空間、具有質量				**不占空間、不具質量**，可流動並影響物質表現 例：聲、光、電、熱
物態	固態	液態	氣態	
體積	固定	固定	隨容器改變	
形狀	固定	隨容器改變	隨容器改變	

2. 物質分類：

	純物質		混合物
說明	只含**一種物質單元**，具**一定的組成及特性**，定壓下**有固定熔點、沸點**		**兩種以上純物質**任意比例混合，**沒有一定的性質**，但**各成分仍具有原來物質的特性**
	元素	**化合物**	
	無法以普通化學方法再分解為更簡單的物質	由**兩種或兩種以上元素，以固定比例化合**而成	
舉例	金、銅、白金、水銀、氫氣、氧氣、氬氣	水、冰糖、食鹽、酒精、二氧化碳、葡萄糖	空氣、K 金、酒、糖水、食鹽水、不鏽鋼、鹽酸

混合物的分離			
分離方法	**溶解**	**過濾**	**蒸發結晶、蒸餾、分餾**
原理分析	**溶解度差異**	**顆粒大小差異**	**沸點差異**

3. 物質的性質與物質的變化：

分類		說明	舉例
物質性質	物理	**不改變物質組成，以觀察、測量或其他方法所得到的性質**	顏色、氣味、密度、熔點、沸點、比熱、導電性、導熱性
	化學	物質**進行化學反應時所表現的性質**	可燃性、助燃性、腐蝕性、氧化活性
物質變化	物理	物質本質不發生改變，僅涉及**分子間距離的調整**（**物理變化後並無新物質產生**）	三態轉變、溶質溶解、玻璃破裂、輪胎爆胎、燈泡發光
	化學	物質本質發生改變，**原子重新排列**而產生新的分子（**化學變化後有新物質產生**）	光合作用、氧化還原、電解、酸鹼中和、螢火蟲發光

物質變化與能量轉換				
物理變化	**吸熱（吸能）**	蒸發、融雪	**放熱（放能）**	成雲、降雪、酸鹼的稀釋
化學變化		光合作用、電解		酸鹼中和、生鏽、燃燒

二、水溶液

1. 溶液與濃度：

溶液	組成	定義	特性
	溶劑	溶解其他物質者（水必為溶劑）	①溶質均勻分布（持續動態分布）
	溶質	被溶解的物質（**沉澱物不算溶質**）	② **溶液＝溶質＋溶劑**
溶液濃度		**濃度為溶液的濃淡程度**，以 **溶質佔溶液的比例** 表示	

濃度＝溶質／溶液	重(質)量百分濃度	體積百分濃度	體積莫耳濃度	ppm
溶質使用量值	重量(或質量)	體積	莫耳數	毫克
溶液使用量值	重量(或質量)	體積	體積(公升)	公升

2. 溶解度(S)：(溶液的**飽和條件**)

定義	在定溫、定壓下，**定量溶劑所能溶解物質的最大質量**	
表示法	①**可溶解溶質最大質量／100 公克水**	②**飽和濃度**(使用重(質)量百分濃度)

影響溶解度因素			
溶質	溫度(T)		壓力(P)
固體	**T↑，溶解度↑**	**大部分**	影響不大
	T↑，溶解度↓	**熟石灰(氫氧化鈣)**	
氣體	**T↑，溶解度↓**		**P↑，溶解度↑**

三、認識空氣

1. 空氣的組成：

氣體		特性		用途
氮氣 (N_2)		①約佔 78%≒4/5，**含量最多** ②安定、不可燃不助燃，高溫下活性增大		①填充氮氣保鮮食物 ②液態氮可用於冷凍乾燥
氧氣 (O_2)		①約佔 21%≒1/5，**含量第二多** ②活潑易反應、有助燃性		①提供生物呼吸 ②用於航空、醫療、焊接
惰性氣體	氬氣(Ar)	①安定、活性小 ②不可燃不助燃	**含量第三多**	焊接金時，防止金屬氧化
	氦氣(He)		**第二輕**氣體	取代氫氣充填氣球、飛船
	氖氣(Ne)		通電發紅光	可充入霓虹燈內（發紅光）
變動氣體	二氧化碳 (CO_2)	含量會隨地點、時間不同而不同	①不可燃不助燃 ②微溶於水，呈弱酸性 ③固態稱為乾冰	①可用於滅火 ②高壓溶於糖水，製成汽水 ③用於冷凍或製造舞台煙霧
	水蒸氣(H_2O)		無色	造成天氣變化
	臭氧(O_3)		可吸收紫外線	可用於殺菌

2. 氧氣(O_2)與二氧化碳(CO_2)的製備：

氣體	化學反應式	收集法	檢驗
O_2	$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2$	排水集氣法	①火柴餘燼會復燃 ②鎂帶只會燃燒發出白色強光
CO_2	$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$		①澄清石灰水產生白色沉澱 ②鎂帶可燃燒並產生黑色斑點

注意事項	
①漏斗頸插入水面下，避免氣體噴出	②錐形瓶內有空氣，最初氣體不收集
③氣體產生太快時，將導管移離水面	④收集完氣體的廣口瓶，瓶子需正立

主題三 原子、分子與化學反應

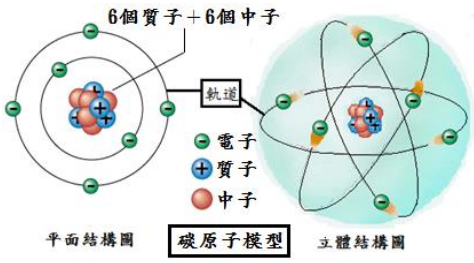
一、原子的世界

1. 原子與分子：

分類	說明	舉例
原子	**物質組成**或**進行化學反應時**的**最小單位**	H、C、N、O、Ar
分子	**表現出物質特性**的最小粒子（**分子由原子所構成**）	N_2、H_2O、CO_2、Ar

2. 原子的結構：

原子結構	原子［原子核［質子（正電）、中子（不帶電）］、電子（負電）］	①單一質子或中子質量約為單一電子質量的 1840 倍 ②**電中性的原子：質子數＝電子數** ③**原子大小決定於電子的活動範圍** ④原子半徑：原子核半徑 ≒ 100000：1

圖示	原子符號的標示	
	$^{A}_{Z}X$	
	說明	
	X	原子的元素符號
	A	**質量數(≒原子量)＝質子數＋中子數**
	Z	**原子序＝質子數＝電子數(電中性原子)**

相關說明	①**原子序(質子數)決定化學性質**，質子數相同，化學性質相同 ②質子數相同，中子數不同(使質量數不同)的原子，稱為**同位素**，如 $^{16}_{8}O$、$^{17}_{8}O$、$^{18}_{8}O$ ③若**電中性原子發生電子的得失，會成為帶有電性的離子**： 失去電子會成為帶正電的正(陽)離子，得到電子會成為帶負電的負(陰)離子

3. 原子理論的演進：

科學家	主張說明
道耳吞	**提出原子說**：(西元 1866) ①物質由原子所構成，原子為最小粒子，不可再分割 ②相同的原子具有相同質量和性質，不同的原子質量和性質不同 ③**不同原子的能以簡單整數比例結合成化合物** ④化學反應是原子間重新排列成另一物質。反應中原子不會消失，也不會產生新原子
湯木生	①**發現電子**(西元 1897) ②提出原子為均勻帶正電的球體，帶負電的電子則分布其中
拉塞福	①提出**原子核帶正電**，**電子在核外環繞**，提出原子模型(西元 1909) ②**發現質子**(西元 1919)
查兌克	**發現中子**(西元 1932)

二、元素週期表

1. 元素：

元素	元素由**單一種原子組成**，不能用一般物理或化學方法加以分解，可分成金屬元素與非金屬元素						
	金屬元素				非金屬元素		
	①大多具有高熔點且常溫下多呈固態 ②新切有光澤，多為**銀白色**（金、銅例外） ③具延展性（**金**最佳） ④電熱的良導體（**銀**最佳、**銅**次之）				①常溫下固、液、氣態皆有 ②不具光澤、沒有一定顏色 ③不具延展性 ④電熱不良導體（但**石墨**可導電）		
常見元素			特性	應用說明		特性	應用說明
	金屬	**金**	**金色**、活性**最小**	飾品、錢幣、抗腐蝕導線	**鋁**	易氧化成緻密氧化鋁，保護內部不被氧化	鋁鎂合金質輕、導熱佳，可做為筆電機殼
	金屬	**銀**	導電熱性最佳	餐具、飾品，硫化物呈黑色	**鐵**	含碳量： 生鐵＞鋼＞熟鐵	不鏽鋼： **鋼、鎳、鉻**合金
	金屬	**銅**	**紅棕色**、導電熱性**次之**	青銅：**銅錫**合金 黃銅：**銅鋅**合金	**汞**	俗稱**水銀**、常溫**液態**	溫度計、氣壓計、水銀電池
	金屬	**鎢**	熔點最高	燈絲、鎢鋼合金（硬度大）	**鈦**	表面氧化後形成保護膜，耐腐蝕	鈦合金(航太材料)、二氧化鈦(底釉)
	非金屬	**矽**	地殼中次多	矽晶圓、玻璃	**氧**	具助燃性、地殼中最多	提供生物呼吸、焊接
	非金屬	**碳**	鑽石和石墨是同素異形體	鑽石硬度高、活性碳可做濾心、也具脫色功能	**硫**	**黃色**固態、俗稱硫黃	製造火藥
					磷	有紅磷、白磷(易自燃，儲存**水中**)	在空氣中都容易燃燒生成磷的氧化物

2. 週期表：

(1)科學家發現元素的性質具有某種規律性，而且隨著原子序增加，呈現性質的重複性或週期性。

(2)將各元素依原子序由小到大、由左至右橫向排成一列，直到相似的元素出現時，再將它排在相似性質的前元素底下，依此方式所排成的表格，稱為「元素週期表」。(**同族元素**通常**有類似化學性質**)

(3)同族元素：

族別	列舉元素	性質
鹼金族 (第 1 族)	鉀(K)、鈉(Na)	①可**與水產生劇烈反應**，產生**氫氣**與**鹼性**物質 ②熔點低，需儲存於**礦物油**中
鹼土族 (第 2 族)	鎂(Mg)、鈣(Ca) 鋇(Ba)	①與硫酸或碳酸反應，產生**白色沉澱** ②氧化物溶於水呈**鹼性**
鹵素 (第 17 族)	氟(F)、氯(Cl) 溴(Br)、碘(I)	①多具**毒性** ②常溫下，氟、氯為氣態，溴為液態，碘為固態
鈍氣 (第 18 族)	氦(He)、氖(Ne) 氬(Ar)	①活性小，化學性質安定，又稱**惰氣、高貴氣體** ②**單原子**狀態存在

三、化學式

分類				寫法	念法			舉例
純物質	元素	金屬		元素符號	元素名稱			金 Au、銀 Ag、銅 Cu、鐵 Fe
		非金屬	單原子	元素符號	元素名稱(氣體加氣)			氦氣 He、氖氣 Ne、氬氣 Ar
			雙原子	以 X_2 表示	元素名稱(氣體加氣)			氧氣 O_2、氮氣 N_2、氯氣 Cl_2
			多原子	以 X_n 表示	元素名稱或特定名稱			臭氧 O_3、硫 S_8、芙 C_{60}
	化合物	分子化合物	非有機	①憑經驗(遇氧化物時，O 放最後) ②配合中文名稱，由後往前書寫				過氧化氫 H_2O_2、二氧化錳 MnO_2、氨 NH_3、鹽酸 HCl
			有機	依 C、H、O 的次序表示	烴類	**烷**	C_nH_{2n+2}	甲烷 CH_4、乙烷 C_2H_6
						烯	C_nH_{2n} (n≧2)	乙烯 C_2H_4
						炔	C_nH_{2n-2} (n≧2)	乙炔 C_2H_2
					醇		$C_nH_{2n+1}OH$	乙醇(酒精)C_2H_5OH
					酸		$C_{n-1}H_{2n-1}COOH$	乙酸(醋酸)CH_3COOH
		離子化合物 正負離子堆積而成		正離子在前、負離子在後，並達成電中性	①AmBn 由後往前念 → B 化 A(若遇酸根，〝化、根〞省略) ②H^+ 與酸根組合稱〝某酸〞 ③以俗稱稱謂			氯化鈉(食鹽) NaCl、氯化銨 NH_4Cl、氫氧化鈉(燒鹼) NaOH、硫酸 H_2SO_4、碳酸鈉(蘇打)Na_2CO_3

常見離子價數表					
	1 價		2 價		3 價
正離子	氫 H^+	**銀 Ag^+**	鎂 Mg^{2+}	**亞鎳 Ni^{2+}**	鋁 Al^{3+}
	鋰 Li^+	**亞銅 Cu^+**	鈣 Ca^{2+}	**亞鐵 Fe^{2+}**	**鐵 Fe^{3+}**
	鈉 Na^+	**亞汞 Hg_2^{2+}**	鋇 Ba^{2+}	**鋅 Zn^{2+}**	**鎳 Ni^{3+}**
	鉀 K^+		**銅 Cu^{2+}**	**汞 Hg^{2+}**	**金 Au^{3+}**
	銨根 NH_4^+		**鉛 Pb^{2+}**	**亞鈷 Co^{2+}**	**鈷 Co^{3+}**
負離子	氯 Cl^-	**醋酸根 CH_3COO^-**	氧 O^{2-}	**鉻酸根 CrO_4^{2-}**	氮 N^{3-}
	溴 Br^-	**過錳酸根 MnO_4^-**	硫 S^{2-}	**二鉻酸根 $Cr_2O_7^{2-}$**	磷 P^{3-}
	碘 I^-	**碳酸氫根 HCO_3^-**	**亞硫酸根 SO_3^{2-}**	**硫代硫酸根 $S_2O_3^{2-}$**	**硼酸根 BO_3^{3-}**
	氫氧根 OH^-	**氯酸根 ClO_3^-**	**硫酸根 SO_4^{2-}**		**磷酸根 PO_4^{3-}**
	硝酸根 NO_3^-	**次氯酸根 ClO^-**	**碳酸根 CO_3^{2-}**		

四、原子量、分子量與莫耳

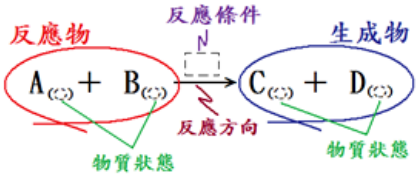
原子量	①以各元素原子質量互相**比較**而訂出，是**質量比的數值，沒有單位** ②以**碳 12** 為標準：$\frac{\text{待測物原子的質量}}{\text{C-12的質量}}=\frac{\text{待測物原子的原子量}}{12}$
分子量	分子中各組成原子的原子量總和，沒有單位
莫耳 (mole)	①科學上用來表示物質所含粒子(原子、分子)數量的單位 ②1 mole＝6×10^{23}個 ③**1 莫耳的某原子(或分子)，其質量公克數恰等於其原子量(或分子量)** ④運算式：$\frac{\text{質量}}{\text{原子量(或分子量)}}=\text{莫耳數}=\frac{\text{粒子個數}}{6\times10^{23}}$

五、化學反應與化學計量

1. 質量守恆定律：

說明							
①**化學反應前後，總質量不變** ②**物理或化學反應(非核反應)**，無論反應是否發生在密閉容器中，**均遵守質量守恆定律**							
比較	反應前後相等的項目			反應前後不一定相等的項目			
分析	總質量	原子種類	原子數目	分子數	莫耳數	係數和	體積

2. 化學反應：

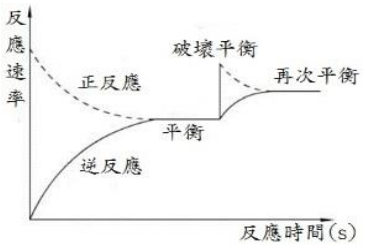
<table>
<tr><th colspan="3">分析</th></tr>
<tr><td colspan="3">①根據道耳吞原子說，化學反應時，反應前後原子的**種類**與**數目**並**沒有改變**，只是原子進行**重新排列（化學反應產生的新物質，其實就是原子重排後的單元展現出新物質特性）**
②物質發生化學反應時，常會伴隨發光、發熱、沉澱或產生氣泡等現象</td></tr>
<tr><td rowspan="3">化學反應式</td><td>圖示</td><td>說明</td></tr>
<tr><td> 
</td><td>①化學反應式為**表達反應事實**的關係式
②物質狀態：
(s)：固態　(l)：液態
(g)：氣態　(aq)：水溶液
③若生成物是氣體，可在該物質後方加「↑」；若生成物沉澱，可在該物質後方加「↓」</td></tr>
<tr><td colspan="2">反應式平衡(平衡係數)</td></tr>
<tr><td colspan="2">①為了使化學反應式能符合「**原子不滅**」和「**質量守恆**」，以最簡整數標示在各物質之前(稱為係數)，使箭號兩邊原子種類和數目相等
②如果係數是 1，可以省略不寫
③平衡後的**係數比**＝反應的**莫耳數比**＝反應的**分子數比**
④當反應的**粒子狀態均為氣態時**，**係數比**＝**體積比**</td></tr>
</table>

主題四 反應速率與化學平衡

一、反應速率

<table>
<tr><th colspan="4">意義</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">①化學反應的快慢程度</td><td colspan="2">②單位時間內反應物的消耗量或生成物的生成量</td></tr>
<tr><td>關係式</td><td>反應速率(R)＝$\frac{\Delta\text{反應物}(\Delta\text{生成物})}{\text{時間}(t)}$　（常以 t^{-1} 表示反應速率）</td></tr>
<tr><th>影響因素</th><th colspan="2">說明</th><th>舉例</th></tr>
<tr><td>物質本性</td><td colspan="2">物質活性大者反應快，活性小者反應慢</td><td>鈉與氧劇烈反應，但鐵氧化緩慢</td></tr>
<tr><td>接觸面積</td><td colspan="2">總表面積越大反應越快（一般顆粒越小面積越大）</td><td>木材削成細條較整塊木頭易燃燒</td></tr>
<tr><td>濃度</td><td colspan="2">反應物濃度越大，反應速率越快</td><td>可燃物純氧中燃燒比空氣中劇烈</td></tr>
<tr><td>溫度</td><td colspan="2">溫度越高，反應速率越快（正向非正比關係）</td><td>食物放入冰箱中較不易腐敗</td></tr>
<tr><td>催化劑</td><td colspan="2">①能改變反應速率
②催化劑本身反應後性質和質量均不變
③不能改變總產量、平衡係數與平衡狀態
④生物體內的稱酶或酵素；工業上稱為觸媒</td><td>二氧化錳催化雙氧水加速分解、哈柏法製氨，以鐵粉當催化劑</td></tr>
</table>

二、化學平衡

可逆反應		正逆兩向可同時進行的反應（向右為正）	表示法	A ＋ B ⇌ C ＋ D
反應平衡	條件	**正反應速率＝逆反應速率**		
	分析	①各物質存量比不一定等於平衡係數比 ②添加催化劑只是同時加速正逆反應速率 ③屬於**動態平衡**，並**非停止**反應 ④影響反應平衡的因素(破壞平衡)： **溫度**、**壓力**、反應物或生成物**濃度**		

平衡移動(平衡變動)

說明	①平衡遭破壞時，正逆反應會在逐漸達到新的平衡，但各條件與舊平衡狀態下不同 ②反應朝向消滅破壞平衡因子方向移動，但**不得超越**此因子影響（勒沙特列原理）			
物理變化	水⇌水蒸氣（密閉容器）		食鹽結晶⇌鈉離子+氯離子（飽和沉澱）	
	破壞平衡	平衡變動	破壞平衡	平衡變動
	非密閉容器	反應向右	加入溶劑(水)	反應向右
化學變化	**濃度**影響	①$2K_2CrO_{4(aq)}$(黃色)＋ $H_2SO_{4(aq)}$ ⇌ $K_2Cr_2O_{7(aq)}$(橘色)＋ $H_2O_{(l)}$ ＋ $K_2SO_{4(aq)}$		
		破壞平衡	平衡變動	破壞平衡	平衡變動
		加入硫酸	反應向右(變橘)	加入氫氧化鈉	反應向左(變黃)
		②$Br_{2(l)}$(紅棕色)＋ $H_2O_{(l)}$ ⇌ $H^+_{(aq)}$ ＋ $Br^-_{(aq)}$(無色)＋ $HBrO_{(aq)}$(無色)		
		破壞平衡	平衡變動	破壞平衡	平衡變動
		加入酸性物	反應向左(變深)	加入鹼性物	反應向右(變淡)
	溫度影響	$N_2O_{4(g)}$(無色)＋ 熱 ⇌ $2NO_{2(g)}$(紅棕)		
		破壞平衡	平衡變動	破壞平衡	平衡變動
		增溫	反應向右(變深)	降溫	反應向左(變淡)
	壓力影響	$CaCO_{3(S)}$ ＋ $2HCl_{(aq)}$ ⇌ $CaCl_{2(aq)}$ ＋ $H_2O_{(l)}$ ＋ $CO_{2(g)}$(氣體)（密閉容器）		
		破壞平衡	平衡變動	破壞平衡	平衡變動
		加壓	反應向左(CO_2減少)	減壓	反應向右(CO_2增加)

主題五 酸鹼鹽

＜理化＞重點整理

一、電解質

定義	**溶於水**中**可導電**的化合物 化合物 ─ 不溶於水：**非電解質** 化合物 ─ 溶於水【水溶液】 ─ 不能導電：**非電解質** 化合物 ─ 溶於水【水溶液】 ─ 能導電：**電解質** ─ **酸**：$HA \rightarrow H^{+} + A^{-}$ 能導電：**電解質** ─ **鹼**：$BOH \rightarrow B^{+} + OH^{-}$ 能導電：**電解質** ─ **鹽**：$BA \rightarrow B^{+} + A^{-}$
性質	①在水中分解成**正負離子** **離子**：原子核外電子轉移而形成帶電的原子或原子團，如 Na^{+}、NH_4^{+}、SO_4^{-2} **離子**：離子與原子的化學性質不同，如 Na 與 Na^{+} ②通電時，正離子往負極移動、負離子往正極移動，兩極**必**發生**化學變化** ③溶液呈**電中性**，正離子所帶**總電量**＝負離子所帶**總電量** ④正、負離子的各自攜帶電量與數量**不一定**相等 ⑤**強電解質幾乎完全解離，導電性強；弱電解質部分解離，導電性弱**

二、酸、鹼、鹽

酸				
特性	①水中解離出 H^{+}	②具酸味、腐蝕性	③與**碳酸鹽**反應產生 $CO_{2(g)}$	
特性	④與**活性大金屬**（氧化電位在氫之前）反應產生 $H_{2(g)}$			
常見酸	種類		特性說明	應用
常見酸	強酸	**硫酸**（H_2SO_4）	①無色油狀、沸點高、化學工業之母 ②強**脫水性**，醣類易成黑色的碳 ③稀釋大量**放熱**（使濃硫酸緩緩加入水中） ④濃硫酸與活性小的**銅**反應產生 $SO_{2(g)}$	電池液、製備其他酸類
常見酸	強酸	**鹽酸**（HCl）	①學名「**氫氯酸**」 ②氯化氫溶於水的水溶液（屬混合物） ③濃鹽酸易揮發與水氣結合形成酸霧 ④檢驗 NH_3（$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl_{(s)}$（白色））	清潔劑、清洗金屬表面
常見酸	強酸	**硝酸**（HNO_3）	①**遇光、受熱**產生紅棕色有毒的 $NO_{2(g)}$，需用棕色瓶裝 ②與銅反應產生 NO_2（**濃硝酸**）或 NO（**稀硝酸**） ③與鹽酸配成王水（$V_{硝酸}$：$V_{鹽酸}$＝3：1）	肥料、炸藥
常見酸	弱酸	**醋酸**（CH_3COOH）	①學名「**乙酸**」，純醋酸俗稱「**冰醋酸**」 ②純醋酸不含水，不游離，呈中性 ③食用醋含 3%～5%醋酸	調味、染料

＜理化＞重點整理

鹼				
特性	①水中解離出 OH^-		②可以溶解油脂	③有澀味、腐蝕性、滑膩感
常見鹼	種類		特性說明	應用
	強鹼	氫氧化鈉 ($NaOH$)	①俗稱「**燒鹼**」或「**苛性鈉**」 ②白色固體，溶於水放熱，具強腐蝕性 ③**易吸收 CO_2、H_2O 而潮解變質**	製造肥皂、清潔劑
		氧化鈣 (CaO)	①俗稱「**生石灰**」或「**石灰**」 ②**氧化鈣(CaO)溶於水可形成 $Ca(OH)_{2(aq)}$**	乾燥劑
		氫氧化鈣 ($Ca(OH)_2$)	①俗稱「**熟石灰**」或「**石灰水**」 ②**溫度愈高溶解度愈小**	檢驗 CO_2
	弱鹼	氫氧化銨 (NH_4OH)	①**氨氣(NH_3)溶於水**所形成**氨水** ②有刺激性臭味，可用來消毒殺菌	清潔劑

鹽				
製備	①酸鹼中和反應的產物		②活性大金屬與酸作用所得	③部分鹽與酸作用可產生另一種鹽類
常見鹽	種類		特性說明	應用
	中性	氯化鈉 ($NaCl$)	①俗稱「**食鹽**」 ②易溶於水，為強電解質	調味
	酸性	硫酸銨 ($(NH_4)_2SO_4$)	①簡稱「硫銨」 ②白色固體，無臭，易溶於水	氮肥
	弱鹼	碳酸鉀 (K_2CO_3)	①俗稱「**草鹼**」(經燃燒後草木灰中的成分) ②白色顆粒，能吸濕，可溶於水	中和土壤酸性
	弱鹼	碳酸鈉 (Na_2CO_3)	①俗稱「**蘇打**」或「**洗滌鹼**」 ②與**酸**作用生成 $CO_{2(g)}$	清潔劑、玻璃
	弱鹼	碳酸氫鈉 ($NaHCO_3$)	①俗稱「**小蘇打**」或「**焙用鹼**」 ②與**酸**作用生成 $CO_{2(g)}$ ③**加熱**分解生成 $CO_{2(g)}$	滅火器、發粉、胃藥
	難溶	硫酸鈣 ($CaSO_4$)	①難溶於水，「**石膏**」主要成分 ②$(CaSO_4)_2 \cdot H_2O$ 稱為「燒(熟)石膏」	石膏像、粉筆
	難溶	碳酸鈣 ($CaCO_3$)	①難溶於水，俗稱「**灰石**」或「**石灰石**」 ②與**酸**作用生成 $CO_{2(g)}$ ③**加熱**分解生成 $CO_{2(g)}$和 CaO	水泥原料、飾品

三、酸鹼濃度

莫耳濃度(體(容)積莫耳濃度)			
定義	每公升溶液中所含溶質莫耳數	運算式	莫耳濃度〔M〕＝ $\frac{\text{溶質莫耳數(n)}}{\text{溶液體積(V)}}$

pH 值

分析

①用來表示水溶液中 H^+ 離子的濃度 → 當〔H^+〕＝10^{-n}，則 pH＝n

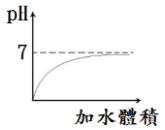
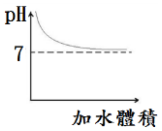
◇1 pH 每**增加 1**，〔H^+〕的濃度**減小 10** 倍

◇2 pH 每**減小 1**，〔H^+〕的濃度**增加 10** 倍

②**25℃下，任何水溶液中，**〔H^+〕×〔OH^-〕＝10^{-14} M^2

酸鹼性	〔M〕	pH	備註
酸性	〔H^+〕＞10^{-7}＞〔OH^-〕	＜ 7	**任何水溶液中都有 H^+和 OH^- 的存在**
中性	〔H^+〕＝10^{-7}＝〔OH^-〕	＝ 7	
鹼性	〔H^+〕＜10^{-7}＜〔OH^-〕	＞ 7	

③

酸稀釋：pH 值漸大，最後**趨近 7**		**鹼稀釋**：PH 值漸小，最後**趨近 7**	

酸鹼指示劑

指示劑	酸性	中性	鹼性
廣用試紙	**紅、橙、黃(偏紅愈酸)**	**綠**	**藍、靛、紫(偏紫愈鹼)**
石蕊試紙	**藍色試紙變紅色**	**不變色**	**紅色試紙變藍色**
酚酞	**無色**	**無色**	**紅色**
酚紅	黃色	橙色	紅色

四、酸鹼中和

定義	酸性溶液和鹼性溶液混合發生的**化學變化**	通式	**酸 ＋ 鹼 → 鹽 ＋ 水**
分析說明	①必為**放熱**反應	離子反應式	H^+＋ OH^-→ H_2O
	②實際參與反應的離子為酸提供的 H^+和鹼提供的 OH^-，反應產生**水**		
	③完全中和（恰好中和）	定義	酸中 H^+的**莫耳數**＝鹼中 OH^-的**莫耳數**
		算式	**〔酸〕×$V_{酸}$×酸中 H^+個數＝〔鹼〕×$V_{鹼}$×鹼中 OH^-個數**
			◇1**完全中和後的水溶液不一定呈中性**（由**生成的鹽類決定**） ◇2滴定操作時，**指示劑滴入待測溶液錐形瓶內**
應用	①可塗氨水或肥皂水來中和**蚊蟲叮咬分泌物**(**蟻酸**) ②農民收割後燃燒稻草，灰燼中含有**草木灰碳酸鉀**(鹼性鹽)，可中和土壤的酸化 ③胃藥的制酸劑為鹼性成分，可中和胃酸		

主題六 氧化還原

一、氧化還原反應

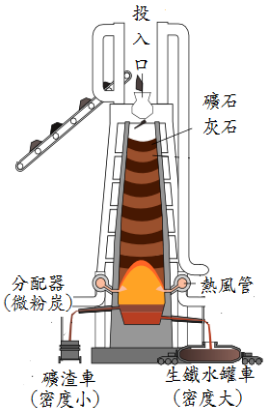
反應類型		氧化	還原
定義	狹義	物質**與氧結合**，生成氧化物的反應	**氧化物失去氧**的反應
	廣義	物質**失去電子**使電價數上升的反應	物質**得到電子**使電價數下降的反應
分析說明		①**活性大的元素**易與氧結合	①**活性小元素的氧化物**易失去氧
		②常用元素**對氧活性比較**： K >Na >Ba >Sr >Ca >Mg >Al >C >Zn >Fe >Pb >H >Cu >Hg >Ag >Pt >Au	
		③氧化、還原反應**必定同時、相伴發生**	
		④**發生氧化反應的物質為還原劑** → 還原劑會**還原他物**(本身氧化)	④**發生還原反應的物質為氧化劑** → 氧化劑會**氧化他物**(本身還原)
生活應用		常見的還原劑	常見的氧化劑
		煤焦、CO、SO_2(還原型**漂白劑**)、**抗氧化劑(維生素 C、E)**、氫氣	氧氣、**次氯酸鈉**(氧化型**漂白劑**)、**過氧化氫**(氧化型**漂白劑**)、氧化銅
		生活中的氧化還原反應	
		光合作用、呼吸作用、金屬鏽蝕、物質燃燒(劇烈的氧化)、金屬的冶煉	

二、元素氧化：(燃燒試驗)

元素	顏色	火燄	氧化物	氧化物溶於水產物		相關特性
鈉(Na)	銀白色	黃色	Na_2O	NaOH	鹼性	**一般金屬元素的氧化物**溶於水，使溶液呈**鹼性**
鎂(Mg)	銀白色	白強光	MgO	$Mg(OH)_2$	鹼性	
鋅(Zn)	銀白色	黃綠色	ZnO	$Zn(OH)_2$	鹼性	
銅(Cu)	紅棕色	不燃燒	CuO	不溶於水	中性	**不溶於水**，溶液呈**中性**
硫(S)	黃色	藍紫色	SO_2	H_2SO_3	酸性	**一般非金屬元素氧化物**溶於水，使溶液呈**酸性**
磷(P)	暗紅色	黃白色	P_4O_{10}	H_3PO_4	酸性	
碳(C)	黑色	金黃色	CO_2	H_2CO_3	酸性	

三、金屬冶煉

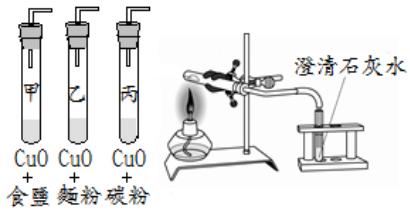
金屬冶煉	大多數金屬以化合物存在，存在混有雜質礦石中，利用還原劑將金屬氧化物中的金屬還原出來，如鋅、鐵、鉛、銅等金屬利可用碳將金屬氧化物還原出來

高爐煉鐵	氧化劑		還原劑	反應式	圖示
	氧化鐵(Fe_2O_3)		煤焦(C)	$2Fe_2O_3+3C \rightarrow 4Fe+3CO_2$	
			一氧化碳(CO)	$Fe_2O_3+3CO \rightarrow 2Fe+3CO_2$	
	熔劑	成分	灰石($CaCO_3$)	$CaCO_3 \xrightarrow{\triangle} CaO+3CO_2$	
			矽土(SiO_2)	$CaO+SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$(熔渣)	
		用途	與雜質形成**熔渣**，**浮於生鐵表面**，**可防止鐵再被氧化**		
鐵的種類	生鐵		熟鐵	鋼	
	①高爐煉得 ②適合**鑄造**		①接近純鐵 ②適合**鍛接**	①**不鏽鋼**：**鋼加入鎳、鉻** ②鎢鋼：鋼加入鎢	
	含碳量：生鐵 ＞ 鋼 ＞ 熟鐵				

主題七 有機化合物

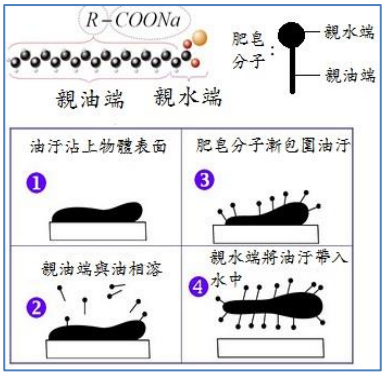
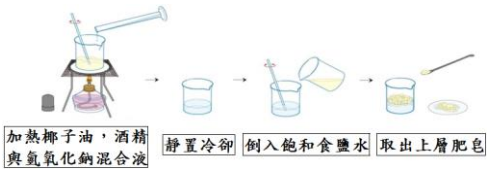
一、有機化合物

定義	**含碳化合物**稱為有機化合物	例外	碳氧化物	碳酸鹽(□CO_3)	氰化物(□CN)
			CO、CO_2	$CaCO_3$、Na_2CO_3 …	KCN、HCN …
特性	①有機化合物**主要元素為碳**，**其次為氫**，也**常含有氧、氮、硫、磷、鹵素**等 ②若有機化合物組成元素相同但排列方式不同(**同分異構物**)，則性質也會不同 例：**甲醚**(CH_3OCH_3)與**乙醇**(C_2H_5OH)分子式皆為 C_2H_6O，但性質差異極大				

檢驗	方法	乾餾		與氧化銅共熱		
	原理	將物質隔絕空氣加熱，使其裂解		CuO 當氧化劑，判斷物質是否含 C、H		
	實驗					
	實驗結果	氣體	可燃	H_2、CH_4、CO	試管	澄清石灰水	氯化亞鈷試紙(藍)
			不可燃	CO_2	甲	澄清	不變色（藍）
		液體	醋酸、焦油(黏性大)		乙	混濁	變成粉紅色
		固體	木炭(黑色可燃)		丙	混濁	不變色（藍）
	備註	開始的**白煙為水蒸氣凝結**		C 氧化成 CO_2、H 氧化成 H_2O		

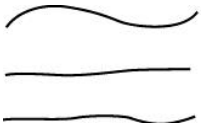
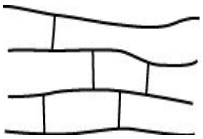
	種類	說明	舉例
常見有機物	烴類	①僅由**碳、氫**元素組成 ②**不易溶於水** ③**燃燒生成 CO_2 和 H_2O** ④ 常溫狀態：氣態 1～4；液態 5～17；固態 18↑ 含碳數目	①烷(C_nH_{2n+2}，n≧1)： ◇1**天然氣**主成分：**甲烷 CH_4** ◇2**液化石油氣**主成分：**丙烷 C_3H_8** ②烯(C_nH_{2n}，n≧2)：乙烯 C_2H_4 ③炔(C_nH_{2n-2}，n≧2)：乙炔 C_2H_2
	醇類	①烴中 H 被 **OH(羥基)**取代 ②通式：$C_nH_{2n+1}OH$，n≧1 ③易溶於水，但**不解離**（**非電解質**） ④**OH(羥基)結構不是 OH^-**（**溶液中性**）	①甲醇(CH_3OH)：俗稱**木精**或**木醇** **(變性酒精為乙醇中加入甲醇)** ②乙醇(C_2H_5OH)：俗稱**酒精** **(70～75%酒精濃度殺菌效果最好)**
	有機酸類	①烴中 H 被 **COOH(羧基)**取代 ②通式：$C_{n-1}H_{2n-1}COOH$，n≧1 ③**碳數少的有機酸可溶於水** （可解離出 H^+，呈**弱酸**，為電解質）	①甲酸($HCOOH$)：俗稱**蟻酸** ②乙酸(CH_3COOH)：俗稱**醋酸** ◇1食用醋含 3～5%的乙酸 ◇2純乙酸(**冰醋酸**)不導電，呈**中性**
	酯類	①**有機酸**和**醇類**反應製得 ②**酯化反應：有機酸＋醇 ⇄ 酯＋水** （加**濃硫酸**作**催化劑**） ③A 酸＋B 醇形成的酯類名為 A 酸 B 酯 ④難溶於水，**密度比水小**，常具**花果香**	①乙酸戊酯具有香蕉氣味 ②戊酸戊酯含有蘋果氣味 ③**油脂是脂肪酸和丙三醇(甘油)所合成的酯類**

二、清潔劑

種類	製程來源		去污原理
肥皂	步驟	說明	碳氫長鏈為**親油端**，帶電原子團為**親水端**，清洗時，**油汙被親油端吸附包覆，再由親水端隨著水流牽引脫離衣物表面**
	皂化	**油脂＋鹼性 $\xrightarrow{\triangle}$ 脂肪酸鹽(肥皂)＋甘油** （加入**酒精協助油脂溶解在鹼性溶液**中）	
	鹽析	倒入飽和食鹽水，將肥皂與甘油分離	
	加工	取出上層肥皂冷卻壓塊，添加香料、顏料	
	圖示		
合成清潔劑	由**石化原料**製成，如洗髮精、洗衣精 （和肥皂分子有組成差異，但**去汙原理和肥皂相同**）		

肥皂與合成清潔劑性質的比較			
種類	溶於水酸鹼性	對動物纖維的洗滌	在硬水中的去汙力
肥皂	**鹼性**	不可用，因鹼性會破壞動物纖維(蛋白質成分)	降低甚至喪失
合成清潔劑	**中性或其他(可依需求有所不同)**	可選擇適當的合成清潔劑(中性)加以洗滌	沒有影響
備註	「**硬水**」**是指水中存在鈣、鎂等金屬離子的水**，**肥皂分子在硬水中**會反應**產生脂肪酸鈣**或**脂肪酸鎂**的**沉澱**，使清潔效果下降		

三、聚合物

定義		由許多單體為連結而成的**巨大分子**，原子數目多(數千至數十萬)，**分子量很大**						
依來源分	種類	**天然聚合物**				**合成聚合物**		
		動物性		植物性		合成纖維	塑膠	合成橡膠
	說明	在生物體內，藉由酵素作用合成				由人工方法將單體進行聚合反應而得		
	舉例 名稱	**蛋白質**	**肝醣**	**澱粉**	**天然橡膠**	**耐綸(尼龍)**	**聚乙烯(PE)**	**聚氯丁二烯**
	舉例 單體	**胺基酸**	**葡萄糖**	**葡萄糖**	異戊二烯	醯胺	**乙烯**	氯丁二烯
依結構分	種類	**鏈狀聚合物**				**網狀聚合物**		
	構造說明			①又稱**熱塑性**聚合物 ②加熱後可重新塑形 ③可回收再利用				①又稱**熱固性**聚合物 ②加熱後不熔化 ③難以回收再利用
	舉例	**聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)、耐綸、保利綸(PS)、保特瓶(PET)**				**輪胎、酚醛樹脂(電木)、合成橡膠、尿素甲醛樹脂、玻璃纖維**		

四、衣料纖維

纖維種類		說明	燃燒測試	舉例
天然	植物纖維	由**纖維素**組成(含 C、H、O)	有紙張燃燒的氣味	麻、棉
	動物纖維	由**蛋白質**組成(含 C、H、O、N、S 等)	有羽毛燃燒的**臭味**	羊毛、蠶絲
人造	**再生纖維(人造絲)**	①**植物纖維**溶解後，再抽絲而得 ②弱酸鹼性中安定、吸水性佳、易漂染	有紙張燃燒的氣味	醋酸纖維、嫘縈
	合成纖維	①**石化原料**經由人工合成 ②不易起皺、易洗快乾，吸水透水性差	纖維末端結成**小球**	耐綸

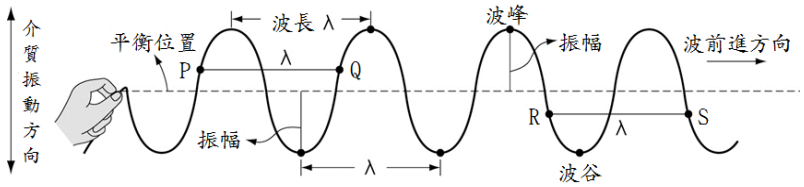
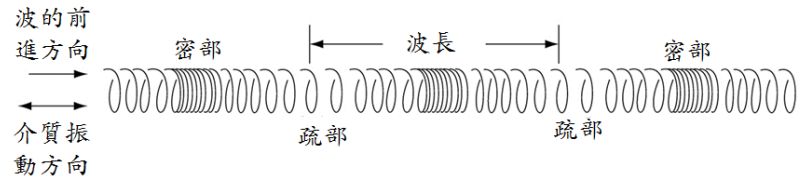
主題八 波動與聲音

一、波的傳播

1. 波：

特性	波是能量傳遞的現象，**只能傳遞能量，不能傳遞介質**			
分類	依據	力學波(機械波)		非力學波(電磁波)
	介質協助傳遞需求	需要		不需要
	介質振動(或場變化)和波行進的方向關係	垂直	平行	垂直(屬橫波)
		橫波(高低波)	縱波(疏密波)	
	舉例	繩波、彈簧波	**聲波**、彈簧波	光波、無線電波

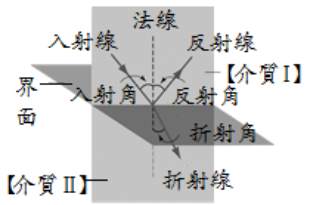
2. 連續週期波的基本性質：

橫波(高低波)					
縱波(疏密波)					
波源	波發生的地方，或介質開始擾動的地方				
平衡點	介質尚未振動的位置				
振幅	介質振動時，偏離平衡點的最大距離，**振幅大小代表能量大小**				
波形	波動傳遞時，介質接連形成的外形輪廓				
波峰	橫波：偏離平衡點的最高位置；縱波：密部的中點				
波谷	橫波：偏離平衡點的最低位置；縱波：疏部的中點				
波長(λ)	波振動一次所走距離(**一個全波的長度**)，等於**相鄰波峰(或相鄰波谷)的間距**				
週期(T)	**一次完整振動所需要的時間**	$T=\frac{經歷時間}{發生次數}$	單位	秒/次、秒(S)	$T\times f=1$
頻率(f)	**單位時間內所做完整振動的次數**	$f=\frac{發生次數}{經歷時間}$		赫茲(Hz)、$\frac{1}{s}$	
波速(V)	波傳遞的快慢	波速$=\frac{傳播距離}{經過時間}$＝波長×頻率＝$\frac{波長}{週期}$		單位	公尺/秒(m/s)、公分/秒(cm/s)
一次振動	①介質經歷**四次振幅**的振動　②波走**一個波長**的距離 ③波經歷一個週期的時間　④**一個**全波的**波形**				

3. **波速快慢只受介質影響**，同類型的波在同介質中，波速為定值。

不同介質中波速快慢比較	
力學波	**固體 ＞ 液體 ＞ 氣體 ＞ 真空(無法傳播)**
電磁波	**真空 ＞ 氣體 ＞ 液體 ＞ 固體**

4. 波的反射與折射：

反射	波遇界面**返回原介質**	折射	波遇界面**穿透至另一介質**
		入射線：入射波行進方向的射線 反射線：反射波行進方向的射線 折射線：折射波行進方向的射線 法線：與介面垂直的直線 界面：不同介質交界（介質Ⅰ和Ⅱ交界）	
反射定律		**折射定律**	
①入射線、反射線、法線，**三線共平面** ②入射角≠0，**入射線和反射線分別位於法線的相異兩側** ③**入射角＝反射角**		①入射線、折射線、法線，**三線共平面** ②入射角≠0，**入射線和折射線分別位於法線的相異兩側** 介質：快→慢；折射線：**偏向**法線；折射角：＜入射角 介質：慢→快；折射線：**偏離**法線；折射角：＞入射角	

反射波與折射波後相對入射波的性質比較							
類型	頻率	週期	波速	波長	振幅	行進方向	與法線夾角
反射波	相同	相同	相同	相同	變小	不同	相同
折射波	相同	相同	不同	不同	變小	不同	不同(≠0 時)

二、聲波

聲波(聲音)				
發生	①**物體快速振動**(人類聞聲條件：20～20000Hz、0dB 以上)　②有**傳聲介質**			
聲速	**只與傳聲介質的種類及狀態有關**，與頻率、振幅等無關（**同介質中，聲速均同**）			
	分析	固態＞液態＞氣態	濕度大＞溼度小	順風＞逆風
		乾燥無風處：V＝331＋0.6T　m/s　(V：聲速、T：溫度(℃))		

聲音三要素				
要素	意義	因素	單位	性質說明
音調	聲音**高低**	**頻率**	赫茲	①頻率越大，音調越高　②20000Hz 以上聲波為超音波
響度	音量**大小**	**振幅**	分貝	①響度越大傳得越遠　②每增 10 分貝，強度增 10 倍
音色	音品**特色**	**波形**		①藉音色可辨發音體　②樂器演奏時，音色無法調整

回聲			
聽出條件	原聲和回聲，需**間隔 0.1 秒以上**，才能使人耳聽出回聲 → 原聲與反射面需間距 17 公尺以上(以聲速 340m/s 計算)		
降低干擾	①裝設隔音板、吸音海綿或尼龍布幔 ②演奏廳採用傾斜天花板和不對稱的牆		
回聲現象	**雷聲隆隆**、空谷回音、**浴室中歌聲宏亮**		
生活應用	①推求音源與反射面間距(d)	②**聲納**、**雷達**	③體內構造或胎兒的檢查
	→ d＝(聲速×時間)/2	→ 均屬於**超音波回聲**	
共振(共鳴)			
定義	**一物體振動所發出的聲音，傳至另一物體並使其產生同頻率振動的現象**		
說明	①兩物體產生共振的條件： ◇1一物體振動發出某頻率而能夠傳遞至另一物體所在之處的聲波 ◇2另一物體具有產生和上述聲波同頻率振動的能力（**任意頻率，只要相等**） ②由於**共振是僅藉聲波便使物體產生振動**，說明聲波可傳遞能量的重要特性		
生活應用	①調音師常使用音叉和樂器的共鳴現象來**調音** ②絃樂器附有**共鳴箱**，箱內空氣可與弦線所發出的聲音產生共鳴，增加響度		

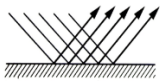
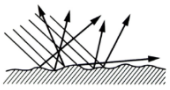
主題九 光

一、光的傳播與光速

傳播性質	說明	
不須介質	①屬於非力學波(電磁波)，遵守反射定律與折射定律 ②光速：真空中(3×10^8m/s)＞氣體＞液體＞透光固體	
直進性	影的形成	光線完全無法到的區域為**本影**；部分到達的區域為**半影**
	針孔成像	①與原物體上下顛倒、左右相反的**實像** ②針孔與光源愈近或針孔與呈像紙屏愈遠，像愈大 ③**針孔愈大，像愈模糊**
可逆性	一條光徑的終點，發出反方向的光，此光可沿原路徑回到原起點	

二、光的反射與面鏡

1. 光的反射：

類型	單向反射		漫反射	
說明		光線平行射至光滑平面後也互相平行反射		光線平行射至粗糙面後不再互相平行反射
	→ 任一條光線**均遵守反射定律**			

2. 成像性質：

影像	性質		眼睛	屏幕
實像	由光線實際匯聚而成的像	**倒立**	可見	可成像
虛像	沒有實際光線匯聚，由光線反向延伸交會所得的像	**正立**	可見	不成像

3. 面鏡成像：

種類	說明		成像性質		應用	
平面鏡	表面平整，進行單向反射，可以清楚見到物體所成的影像		**①正立相等虛像** **②左右相反** **③物距＝像距**	**僅可成虛像**	潛望鏡、萬花筒	
凸面鏡	反射光線**發散**，垂直鏡面光線則延原路徑反射回去		**正立縮小虛像** **（視野較廣）**		汽車後視鏡、彎道反射鏡	
凹面鏡	平行光	反射光聚於焦點	一亮點	**可能成實像**	太陽爐、看診額鏡	
	焦點上	反射光平行主軸射出	永不成像		手電筒、車前燈	
	焦點內	**反射後光線發散**	**①正立放大虛像** ②成像於**鏡後**		化妝鏡、口腔鏡	
	焦點外	**反射後光線會聚**	**①倒立實像** ②成像於**鏡前**		f～2f	像放大
					2f	像相等
					2f 外	像縮小

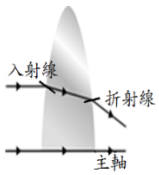
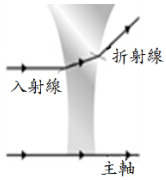
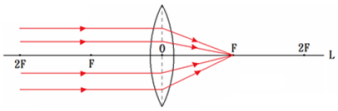
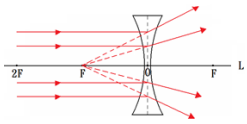
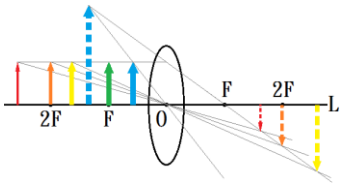
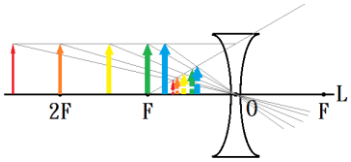
三、光的折射與透鏡

1. 光的折射：

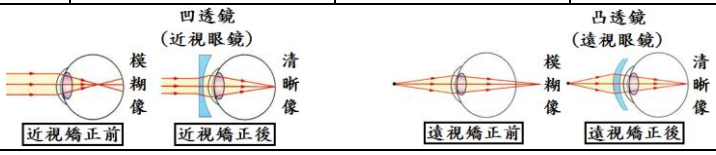
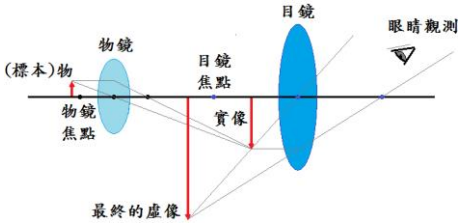
傳播介質	折射線	折射角	應用
快 → 慢	**偏向**法線	＜入射角	人看水中魚的位置、裝水的杯底會比實際淺些
慢 → 快	**偏離**法線	＞入射角	魚看空中鳥的位置比實際**高**些

2. 透鏡成像：

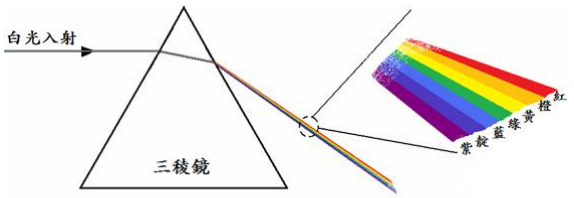
透鏡種類		凸透鏡(匯聚透鏡)						凹透鏡(發散透鏡)	
物體位置		∞	2F 外	2F 上	2F～F	F 上	F 內	∞	鏡前任意位置
成像性質	位置	異側	異側	異側	異側	永不成像	同側	同側	同側
		F 上	F～2F	2F 上	2F 外		物後	F 上	F 內、物前
	正倒		倒立	倒立	倒立		正立		正立
	大小	一點	縮小	相等	放大		放大	一點	縮小
	實虛	實像	實像	實像	實像		虛像	虛像	虛像

圖示	經過透鏡折射路徑		
	無窮遠處入射		
	不同位置物像關係		

四、光學儀器

種類	光學工具	說明			
眼睛	**凸透鏡** **(水晶體)**	①瞳孔進光→似光圈　②視網膜上成像(**倒立**、**縮小**、**實像**)→似底片 ③睫狀肌→調整水晶體曲度來改變焦距			
		視力異常	症狀	原因	矯正
		近視眼	成像在視網膜之前，造成遠物看不清	水晶體焦距過短，眼球徑過長	**配戴凹透鏡**(近視眼鏡)
		遠視眼	成像在視網膜之後，造成近物看不清	水晶體焦距過長，眼球徑過短	**配戴凸透鏡**(遠視眼鏡)
		圖示			
相機	**凸透鏡** **(相機鏡頭)**	位於 2F 外物體的光線透過鏡頭折射在底片上產生**倒立**、**縮小**、**實像**			
複式顯微鏡	**兩組凸透鏡** **(目鏡、物鏡)**	折射	透鏡	物體	物體位置	成像性質
		第一次	物鏡	玻片標本	F～2F	異側倒立**放大實像**
		第二次	目鏡	經物鏡所成實像	F 內	同側正立**放大虛像**
		→ **第二次成像對玻片標本而言為倒立放大虛像**			
		圖示				

五、光與顏色

色散	現象	太陽光(白光)經三稜鏡折射後，因為各色光速率不同，導致折射角不同而分成紅橙黃綠藍靛紫等色光			
	分析	色光	波長	三稜鏡中波速	射出三稜鏡的偏離角度
		紅光	最長	最大	最小
		紫光	最短	最小	最大
		圖示	 白光透過三稜鏡折射，出現「色散」現象		

光與顏色				
光的三原色	物體本身顏色		呈色原理	物體呈色
紅色、綠色、藍色	不透明	白色	反射所照色光	與所照色光相同
		黑色	吸收所照色光	黑色(無色光反射)
		其他顏色	只反射該色光(吸收其他色光)	與可反射色光相同(無色光反射呈黑色)
	透明	無色	透射所照色光	
		其他顏色	只透射該色光(吸收其他色光)	
→ **藉由三原色色光不同亮度比例混合，可組成各種色光**				

主題十 溫度與熱

一、溫度計

1. 溫度計：(測量溫度的工具)

水銀溫度計	酒精溫度計	液晶溫度計	額溫槍、耳溫槍
利用物質**體積**隨溫度**縮脹**的特性		利用液晶隨溫度**變色**而測量溫度	檢測**紅外線輻射**強度
適合測高溫	適合測低溫		

2. 溫標：(溫度上的單位刻度)

常用溫標(1atm 下)	熔點	沸點	換算式(A 溫標和 B 溫標)
攝氏(℃)	0	100	$\frac{\text{A 溫標某溫 - A 的熔點}}{\text{A 的沸點 - A 的熔點}} = \frac{\text{B 溫標某溫 - B 的熔點}}{\text{B 的沸點 - B 的熔點}}$
華氏(℉)	32	212	
絕對溫標(K)	273.15	373.15	→ $C = \frac{5}{9}(F-32)$；$F = \frac{9}{5}C+32$

二、熱與比熱

熱(ΔH)			
熱能	**從高溫流向低溫的能量**	單位	卡(cal)，使 1g 水發生 1℃變化所需的熱為 1 卡
熱量	**流通熱能的多寡**		1 大卡(kcal)＝1000 卡；1 卡＝4.18 焦耳(J)

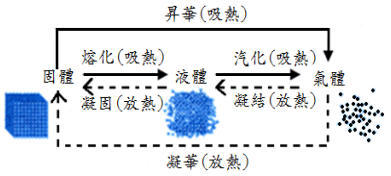
比熱(S)			
定義	使 1 克物質上升 1℃所需的熱量	單位	卡/克-℃(cal/g-℃)
說明	比熱**大**的物質溫度**不易升降**； 比熱小的物質溫度容易升降	水的比熱	$S_{水}$＝1 卡/克-℃ (比大多數物質的比熱大)

熱能流動與溫度變化(ΔT)	
吸熱	熱能流入物體(吸收熱量)，**可能**使物體**溫度上升** (也可能物體溫度不變而發生熔化或汽化現象) → 物體**溫度上升必吸熱**造成
放熱	熱能流出物體(放出熱量)，**可能**使物體**溫度下降** (也可能物體溫度不變而發生凝結或凝固現象) → 物體**溫度下降必放熱**造成

關係式	熱平衡
$\Delta H = m \times S \times \Delta T$ 熱量(cal)＝質量(g)×比熱(cal/g-℃)×溫度變化(℃)	發生熱能流動的物體**彼此溫度均相同**時，稱「**熱平衡**」

分析原則			
	①**高溫物體放熱，低溫物體吸熱**	②**達熱平衡時，所有物體溫度相等**	
	③由於**流動熱能總值不變**	**無熱能散失**	$\Delta H_{放} = \Delta H_{吸}$
		有熱能散失	$\Delta H_{放} = \Delta H_{吸} + H_{散失}$

三、熱對物質的影響

變化類型	熱能造成影響	舉例	
物理變化	物質本質不變、調整粒子自由度	體積脹縮、溫度升降、三態變化(如右圖)	
化學變化	造成原子重新排列，產生新物質	生食煮熟、物質變色(如右)	含水硫酸銅晶體(藍色)＋熱 → 無水硫酸銅粉末(白色)＋水蒸氣 無水硫酸銅粉末(白色)＋水 → 硫酸銅溶液(藍色)＋熱 含水氯化亞鈷(粉紅色)＋熱 → 無水氯化亞鈷(藍色)＋水蒸氣 無水氯化亞鈷(藍色)＋水 → 含水氯化亞鈷(粉紅色)＋熱

熱脹冷縮現象	
熱漲冷縮的**程度比較**	應用
氣體＞液體＞固體	雙金屬片開關、鐵軌銜接處預留空隙、U 型輸油管
→ **4℃的水熱脹冷也脹**(4℃水密度最大，體積最小，升溫或降溫體積皆膨脹)	

四、熱的傳播

方式	傳導	對流	輻射
定義	熱經由物體**接觸**，熱量由高溫傳遞至低溫	熱量藉由**物質流動**來傳播	熱**不需要介質**，直接由熱源發散出去
特性	①固體主傳熱方式 ②金屬導熱性佳 ③氣體熱傳導效果差	氣體、液體主要的傳熱方式：底部體積受熱膨脹密度變小，向上流動，上層密度較大而向下流動	①不易吸、放輻射熱類型：白(淺)色、表面光滑 ②容易吸、放輻射熱類型：深色、表面粗糙
舉例	①炒鍋用金屬的鍋面、木頭的把手 ②蓬鬆棉被、飛機雙層玻璃，均以空氣保熱、隔冷	①煙囪的設計 (壁爐在低、囪口在高處) ②冷氣裝高處，暖爐裝低處 (熱流上升、冷流下降)	①太陽將熱傳至地球 ②夏天穿淡色衣服減少吸收輻射熱 ③瓦斯儲氣槽漆成白色，減少吸熱

保溫瓶及悶燒鍋		
設計原理	儘量阻斷熱傳播途徑，達到保持溫度(延緩溫度變化)的目的	
說明	構造	減少熱傳播方式
	真空夾層的外鍋	**傳導、對流**
	塑膠蓋	**傳導**
	外部顏色淺、內部光滑的鏡面	**輻射**

主題十一 基礎力學

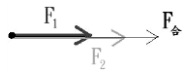
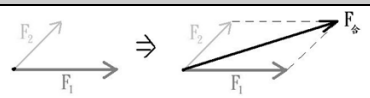
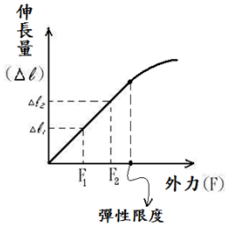
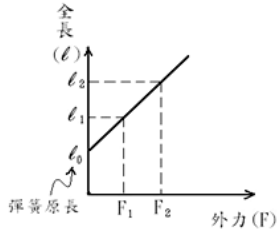
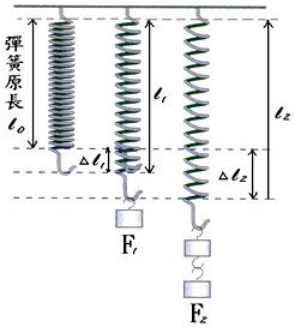
一、力的基本認識

力的效應	使物體產生形變	使物體發生運動狀態改變
	伸長、壓縮、彎曲、扭曲等**外形變化**	改變物體運動的**快慢**、**方向**
力的種類	接觸力	非接觸力(超距力)
	施、受力者需要接觸才能產生力的效應 例：**摩擦力**、**浮力**	施、受力者不需接觸便能產生力的效應 例：**萬有引力**、**靜電力**、**磁力**

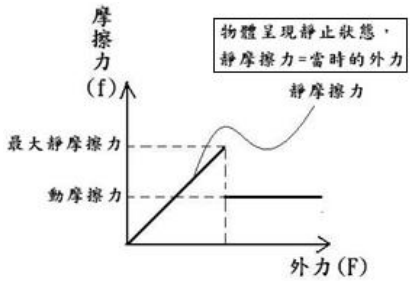
力的單位	重力單位	絕對單位	換算	
	公斤重(kgw)、公克重(gw)	牛頓(N)、達因(dyne)		①1kgw＝9.8N ②1gw ＝980dyne

力的描述	大小(強弱)	方向	作用點	圖示
	以線段長短表示	以箭頭指向表示	以線段的起點位置表示	●⟶

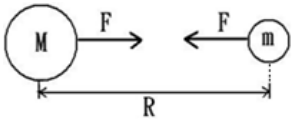
力的合成與分解	
合力	當物體同時受到多個力作用時，所表現的受力效果與僅受某一個力作用時的表現相同，這個力稱為原本多個力的「合力」

兩力合成	同向力相加	反向力相減	0˚＜夾角＜180˚：畫圖求合力
			
	→ **兩力的合力大小範圍：|兩力差| ≤ 合力大小 ≤ |兩力和|**		
力平衡	**物體所受合力為 0 時，稱為「力平衡」**；達力平衡時，若此物體原本是靜止的，將持續保持靜止，而若物體原本正在運動，則會繼續維持原來的運動(等速度運動)		
	兩力靜力平衡條件	**①大小相等**	**②方向相反**　**③作用在同一物體同一直線上**
力的分解	①構成合力的數個力均稱為該力的「分力」 ②利用力的合成原則倒推，將一個力拆成數個分力，有無限多種拆法 ③為方便分析，通常**以平行和垂直於接觸面方向進行力的分解**		
力的測量			
彈簧	**虎克定律分析**	彈簧在**彈性限度內**受力時，所承受的**外力與伸長量成正比**	
	$\frac{F_1}{F_2}=\frac{\Delta\ell_1}{\Delta\ell_2}$	F_1：外力$_1$；$\Delta\ell_1$：伸長量$_1$ F_2：外力$_2$；$\Delta\ell_2$：伸長量$_2$	伸長量=全長−原長 （$\Delta\ell=\ell-\ell_0$）
	關係圖		
			

二、摩擦力(f)

靜摩擦力	**①物體受力仍靜止不動** **②與外力大小相等**	圖示	
最大靜摩擦力	**①物體恰可運動時** ②靜摩擦力的最大值		
動摩擦力	**①物體運動時所受摩擦力** **②小於最大靜摩擦力的定值**		
影響**最大靜摩擦力**與**動摩擦力**的因素		生活中摩擦力	
接觸面的性質	愈粗糙，摩擦力越大； 愈光滑，摩擦力越小	需要摩擦力	行走、握取或夾取物品
		增加摩擦力	車胎的紋路、釘鞋
接觸面所受垂直正向力	**摩擦力(f)與正向力(N)成正比** $\frac{f_1}{N_1}=\frac{f_2}{N_2}$	減少摩擦力	以滾動代替滑動、流線設計、添加潤滑劑
		→ **摩擦力方向與相對運動趨勢方向相反**	

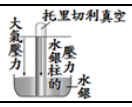
三、萬有引力

定義	牛頓發現提出，凡具**有質量的物體間，都存在彼此互相吸引的力量**			
萬有引力定律	萬有引力大小會與兩物體的**質量乘積成正比，距離平方成反比**			
	公式	$F=\frac{GMm}{R^2}$	G：萬有引力常數 M、m：兩物體的質量 R：兩物體的距離	
	特性	**此力對於互相吸引的兩物體是等大反向的**（作用力與反作用力）		

四、浮力(B)

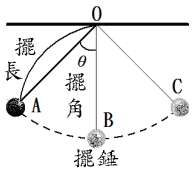
定義	物體因排開流體(液體、氣體)所得到的向上作用力		常用單位	gw、kgw
液中物體浮沉	狀態	**浮體**	**液面下可隨處靜止**	**沉體**
	密度	$D_{物} < D_{液}$	$D_{物} = D_{液}$	$D_{物} > D_{液}$
	液體浮力分析	①B＝**物體在液體中所減輕的重量**＝$W_{物在空氣中} - W_{物在液中}$		
		②B＝**排開的液重**＝$W_{排開液}$($M_{排開液}$)　(**阿基米得原理**) ＝$V_{排開液} \times D_{排開液} = V_{物液面下} \times D_{液}$ (**物體在液面下體積×液體密度**)		
		B＝$W_{物}$　(**靜止**於液面或液中，物體$F_{合}=0$)		B＝$V_{物} \times D_{液} < W_{物}$
應用	①魚利用體內的魚鰾，調整整體的密度，以控制沉浮 ②熱氣球、天燈的氣體浮力大於重量故上飄			

五、壓力(P)

定義	物體在**單位面積上所受垂直作用力**（力的分配）			常用單位	gw/cm^2、kgw/m^2
固體壓力	$P=\frac{F_\perp}{A}$	$F_\perp$：垂直接觸面的作用力	性質	$F_\perp$固定→P、A反比	A固定→P和$F_\perp$正比
		A：接觸面面積		P固定→$F_\perp$和A正比	
液體壓力	分析	靜止液體中，**任一點皆受各方向大小相等的液壓，但恆與接觸面垂直**			
		液中某處壓力＝該處在液面下的垂直深度×液體密度（ P=h×d ）			
	連通管原理	無論容器形狀、大小與粗細，連通管內各容器液面會維持在同一水平面；應用：自來水供應系統、噴泉			
	帕斯卡原理	密閉容器內的液體，任何一處受到壓力時，此壓力會以相同大小傳到容器和液體的其他各處；應用：千斤頂、油壓剎車、液壓起重機			
大氣壓力	分析	大氣壓力來自單位面積上空氣的重量，**沒有固定方向，但恆與接觸面垂直**			
	應用	以吸盤懸掛物體、吸管喝果汁、吸塵器吸取灰塵			
	數值	1大氣壓(1atm)＝76cmHg＝760mmHg＝1033.6gw/cm^2＝1013百帕			
	托里切利實驗	**①水銀柱的壓力＝大氣壓力** ②管子粗細、長短和傾斜角度不影響汞柱垂直高度			

主題十二 直線運動

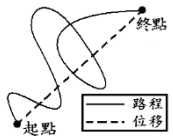
一、時間

單擺(擺)		
週期	擺錘往復擺動一次所經歷的時間（如 A→B→C→B→A 所經時間）	
等時性	**擺長不變**，且**擺角小於 10 度**，擺盪一次所需時間**(週期)是定值** ①擺角＜10°時，**擺的週期與擺角、擺錘質量無關** ②擺動**週期(T)與擺長(ℓ)的平方根成正比**→ $T \propto \sqrt{\ell}$	

太陽日	平均太陽日
觀測太陽在空中連續出現**兩次最大仰角**所間隔時間	考慮一年中每個太陽日，取其**平均值**
→ 無論自然現象或人為設計，計時工具需符合有規律變化的條件	

二、速率與速度

位置描述	①描述物體位置時，要先選定一個參考點 ②說明物體相對於參考點的**方向**和**距離**（**位置描述會因參考點不同而有差異**）

路程(路徑長)	位移(S 或ΔX)	圖示
運動過程的路徑總長度	起終點的位置變化量	
①不具方向性，僅**長度** ②不論方向，**路程≧位移**	①起點與終點的**直線距離** ②具**方向性**與**長度**	

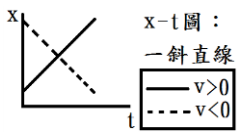
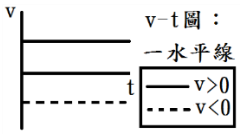
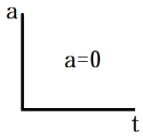
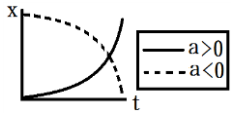
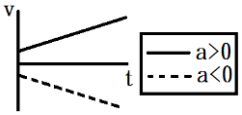
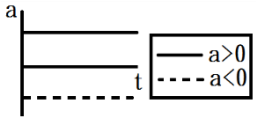
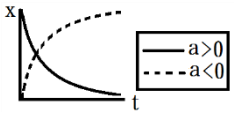
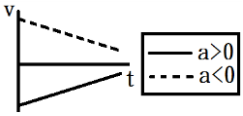
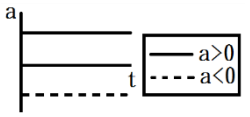
速率	速度
物體運動的快慢程度	物體位置變化的快慢程度

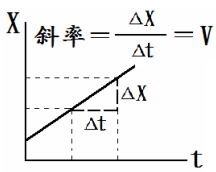
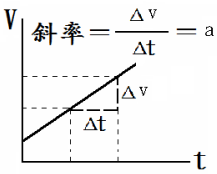
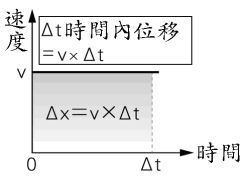
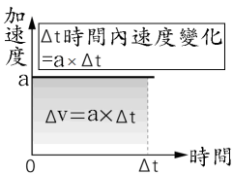
分析	①**速率僅表達快慢，無方向性；速度具方向和大小(快慢)** ②若物體做**無折返的直線運動，其速率和速度的量值相等** ③若不考慮方向，則**速率≧速度**	
平均值與瞬時值	**平均速率**	**平均速度**
	單位時間內經過的路程	單位時間內的位置變化量
	平均速率 ＝ $\frac{路程}{經歷時間}$ （$\bar{V}=\frac{L}{\Delta t}$）	平均速度 ＝ $\frac{位移}{經歷時間}$ （$\bar{v}=\frac{\Delta X(S)}{\Delta t}$）
	瞬時速率	**瞬時速度**
	Δt 極小的平均速率 (**道路速限便是限制瞬時速率**)	Δt 極小的平均速度
等值運動	**等速率運動**	**等速度運動**
	任何時刻的(瞬時)速率皆相同	**任何時刻的(瞬時)速度皆相同**
	①**等速度運動必為不折返的直線運動；等速率運動可為曲線或圓周運動** ②**等速度運動必為等速率運動，反向則未必成立**	

三、 加速度(a)

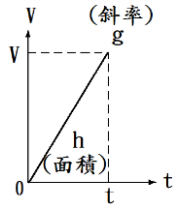
加速度運動	意義	物體的**速度**(包含快慢和方向)**隨時間改變的運動** 可能發生：①快慢的變化；②運動方向的變化；③同時發生快慢和方向上的改變		
	性質	加速度具有**方向性**，其方向就是**速度變化的方向**		
	分析	①速度(v)與加速度(a)**同向**：朝原方向**速度漸增** ②速度(v)與加速度(a)**反向**：朝原方向**速度漸減** ③速度(v)與加速度(a)的**方向垂直**：運動**方向改變**且非直線運動		
加速度(a)	意義	單位時間內的速度變化量，用以表示物體速度變化的快慢程度		
	定義式	加速度 $= \frac{\text{速度變化量}}{\text{時間}}$ （$a=\frac{\Delta V}{\Delta t}$）	單位	m/s^2、cm/s^2，有方向性
	平均加速度	一段時間內，物體平均在每單位時間內的速度變化量		
	瞬時加速度	物體在極短時間內(Δt 極小)的平均加速度，簡稱為**加速度**		
等加速度運動	性質	①在運動過程中，**加速度保持一定**，**瞬時加速度＝平均加速度** ②**等加速度運動不一定是直線運動**，例：拋體運動		
	運算公式	$V=V_0+at$	$V^2=V_0^2+2aS$	V_0：初速度　V：末速度 t：經歷時間　a：加速度 $\bar{V}$：平均速度　S：位移
		$\bar{V}=\frac{(V+V_0)}{2}$	$S=V_0t+\frac{1}{2}at^2=\frac{(V+V_0)}{2}t$	

四、圖形分析

關係圖	x-t 圖	v-t 圖	a-t 圖
等速度運動			
等加速度運動			
			

圖形斜率分析		圖形與 t 軸所圍面積	
			

五、自由落體運動：

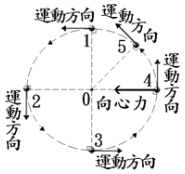
定義	物體**僅受地球引力(重力)作用**(不受其他外力影響)，在空中由**靜止下落**的運動方式			
	→ **初速度為 0，加速度為 g**(一般視為 9.8m/s^2)**的等加速度運動** (**由重力作用造成的重力加速度(g)，在地表附近的物體皆相同，與各自質量無關**)			
運算	公式			v-t 圖
	V=gt	$V^2 = 2gh$	$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{V}{2}t$	
	V：末速度　g：重力加速度　h：落下位移　t：經歷時間			

主題十三 力與運動

一、牛頓三大運動定律

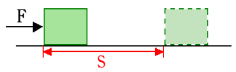
定律	內容	分析
牛頓第一運動定律 **(慣性定律)**	若物體**不受外力**的作用或所受 $F_{合}=0$ 時，**靜者恆靜，動者恆做等速度直線運動**	靜止或等速度運動的物體**可能**不受外力，也**可能**受外力作用但其**合力為零**；反之亦然
牛頓第二運動定律 **(運動定律)**	當物體所受 $F_{合}\neq 0$ 時，會**沿著合力方向產生加速度**，此**加速度大小**和所受**外力的大小成正比**，而和**物體的質量成反比**	物體質量 外力合力 $F_{合}= m\cdot a$ 加速度 牛頓 (N)　公斤 (kg)　公尺/秒^2 (m/s^2)
牛頓第三運動定律 **(作用力與反作用力定律)**	每施一個作用力給物體的同時，物體必給予施力者一個**等大、反向**的反作用力	作用力與反作用力： ①大小**相等**　②方向**相反** ③作用在**同一直線**上 ④**同時發生、同時消失** ⑤**施力者與受力者對調**

二、圓周運動

定義	物體以一固定點為中心繞圓運動，若速率固定則為**等速率圓周運動**		
性質	①圓周運動的**瞬時速度方向為切線方向** ②**物體必受向心力作用(轉向所需)才能作圓周運動**，圓周運動必為**變加速度運動** ③**速率越快**需要承受的**向心力越大**	圖示	
應用	車輛過彎路面外側高內側低可提供向心力、天體以萬有引力為向心力繞行		

主題十四 功與能

一、功(W)和功率(P)

功(W)					
意義	持續施力於一物體，使其沿著受力方向產生一段位移而獲得能量的過程，稱為施力對物體「作功」，而「功」就是物體在過程中所得到的能量				
運算	公式	W＝F×S		單位	焦耳(J)＝牛頓·米(N·m)
	說明	**功＝外力×沿施力平行方向位移**			
性質	①**功沒有方向性**，但**有正、負之分**：				

	F 和 S 方向	物體能量	舉例	重要觀念
正功	**方向相同**	**增加**	**重力對自由落體作功**	**探討某一力作功時，僅以該力與其對應方向的位移分析即可**
負功	**方向相反**	**減少**	**摩擦阻力作功**	
不作功	**方向垂直**	**沒有變化**	**圓周運動的向心力**	

②**F 與 S 任一條件為 0，或兩者皆為 0 時也不作功**

能量	①一般可將具有**作功本領**的物理量**稱為能或能量** ②能量只有大小沒有方向	單位	卡(cal)、焦耳(J) (1 卡＝4.2 焦耳)

功率(P)		
意義	作功的效率(或作功的速率)，以**單位時間內所作的功**表示	
公式	**功率** ＝ **外力所作的功 / 經歷的時間** （ $P=\frac{W(\Delta E)}{t}$ ）	→ **判斷轉移的能量：** $\Delta E=P\times t$
單位	瓦特(瓦，W) ＝ 焦耳/秒(J/s)	→ 1000 瓦特(W)，稱為千瓦(瓩)(kW))

二、力學能：動能(E_k)與位能(U)

力學能		內容	運算式與常用單位	
動能(E_k)		運動中物體具有對外作功的本領，代表物體因運動而具有的能量	$E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 焦耳(J)　公斤(kg)　(公尺/秒)^2 (m/s)^2	m：物體質量 v：物體的速率
位能(U)	**重力位能**	在重力場中物體因位置高低的差異而儲備可作功的能	$U_g=mgh$ 焦耳(J)　公斤(kg)　公尺/秒^2 (m/s^2)　公尺(m)	m：物體質量 g：重力加速度 h：高度差
	彈力位能	①彈性體因為形變而存有可作功的能 ②形變量越大時，儲存的彈力位能也越多		

力學能守恆定律（動能＋位能＝定值）
①動能和位能同屬於力學能，可透過**功能轉換**，將動能轉成位能或位能轉成動能 ②當物體**只受重力或彈力作用**(**一般為不計阻力時**)，整個運動過程中，**力學能保持不變**

三、功能轉換與能量守恆

	內容	舉例
功能轉換	施力對物體作功(力學能作功)的過程，會有能量的轉移成為物體的動能或位能，而物體的動能或位能則可用來對外作功；也就是說，其實**功、能的本質相同，透過適當方式是可以互相轉換的**	①水力發電：利用水的重力位能作功轉成水的動能，水的動能再對發電機作功轉成發電機動能 ②蒸氣火車：利用蒸氣動能對活塞作功轉成活塞動能，活塞動能再對機械作功轉成機械動能
能量守恆	①能量除了力學能外，還有其他形式：熱能、光能、電能、化學能、聲能、核能等，且可以相互轉換 ②能量轉變時，總和是不變的，也就是能量不會無中生有，也不會憑空消失	①日光燈照明：電能→光能 ②烤箱：電能→熱能 ③溜滑梯：重力位能→動能及熱能 ④太陽能汽車：光能→電能→動能
→ **非核反應條件下，能量守恆必成立**，而**力學能守恆則須只受重力或彈力作用時才成立**		

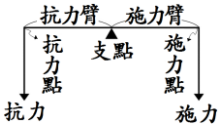
主題十五 轉動與簡單機械

一、轉動與力矩

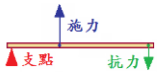
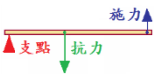
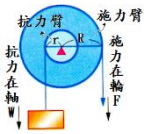
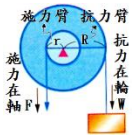
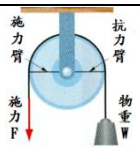
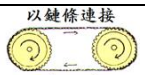
轉動	定義	物體受力後，以一點或一軸線為中心而發生的繞旋運動			
	發生條件	①存在支點　②受力的作用，且力的作用線不能通過支點			
力矩(L)	意義	①用來描述**改變物體轉動趨勢的物理量** ②力矩的大小代表著改變物體轉動效果的程度			
	運算求值	說明	物體轉動效果會受施力(F)大小與力臂(d)長短的乘積影響而變化		
		公式	L＝F×d	常用單位	kgw·m；gw·cm；N·m(不是焦耳)
		→ **力臂(d)**：由**支點到力的作用線之垂直距離**			
	性質	①力矩為具有**方向性**的物理量，**分為「順時針方向」和「逆時針方向」** ②力矩合成：以「**同向相加，反向相減**」的原則即可 ③當施力作用點所在位置固定時： ①力的作用線與槓桿垂直時，力臂最長，轉動效果最大 ②力**的作用線通過支點時，力臂＝0，不產生力矩**			

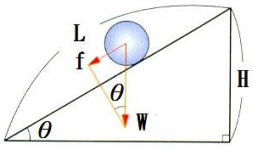
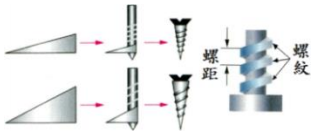
現象分析	合力	合力矩	舉例
靜力平衡	＝0	＝0	各種靜止的物體
僅移動平衡	＝0	≠0	移動狀態不變而改變轉動狀態，如轉動水龍頭開關
僅轉動平衡	≠0	＝0	轉動狀態不變而作加速度運動(移動狀態改變)，如自由落體

二、槓桿原理

定義	當槓桿達到**轉動平衡**時，合力矩＝0，此時**施力力矩恰等於抗力力矩**	圖示	
關係式	**施力×施力臂＝抗力×抗力臂**		

三、簡單機械

意義	利用功能轉換原理，設計製成可以傳遞能量，**幫助人們作功**的簡易裝置				
	使用目的	①**省力(但費時)**	②**省時(但費力)**	③**改變施力的方向(操作方便)**	
		→ **無論是何種機械，<u>均無法達到省功的目地</u>**			
槓桿原理應用種類			分析		舉例
槓桿	**支點在中**		施力臂＞抗力臂	省力(費時)	剪鐵皮剪刀、鉗子、拔釘器
			施力臂＜抗力臂	費力(省時)	剪紙的剪刀、剪髮的剪刀
			施力臂＝抗力臂	僅改變施力方向	天平
	施力在中		施力臂＜抗力臂	費力(省時)	麵包夾、掃把、棒球棒、船槳
	抗力在中		施力臂＞抗力臂	省力(費時)	裁紙刀、釘書機、瓶蓋起子
輪軸	施力在輪		施力臂＞抗力臂 ($R_{輪}$)　($R_{軸}$)	**輪轉一圈軸轉一圈**：省力(費時)	喇叭鎖、水龍頭、汽車方向盤、自行車腳踏板、螺絲起子
	施力在軸		施力臂＜抗力臂 ($R_{軸}$)　($R_{輪}$)	**輪轉一圈軸轉一圈**：費力(省時)	擀麵棍、汽(機)車輪子
滑輪	**定滑輪**		施力臂＝抗力臂 (r)　(r)	僅改變施力方向	窗簾軌道上滑輪、釣魚竿、國旗桿、縫紉機
	動滑輪		施力臂＝2 抗力臂 (2r)　(r)	**省力 $\frac{1}{2}$，費時兩倍** 欲使物體上升 L 需施力拉動 2×L	搬運重物
齒輪	 改變方向	 傳動	**各組成齒輪**在轉動過程中的**轉動輪齒數均相同**		腳踏車、鐘錶

斜面原理應用種類		分析		舉例
斜面		若不考慮摩擦力，只要克服重力沿著**斜面方向的分力 f (下滑力)**即可沿斜面上推	①由相似三角形： $\frac{\text{下滑力 f}}{\text{物重 W}} = \frac{\text{高 H}}{\text{斜邊 L}}$ $\rightarrow f = W \times \left(\frac{H}{L}\right)$ ②θ越小，越省力也越費時	無障礙坡道、楔子(刀、斧)、逃生滑梯
螺旋		①斜面的變形 ②螺紋轉 1 圈，上或下移動 1 個螺距 ③螺紋愈密、螺距愈小 → 愈省力		螺旋起重機、螺絲釘

主題十六 電與生活

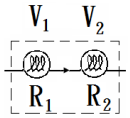
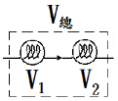
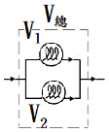
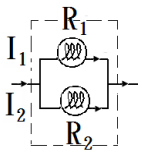
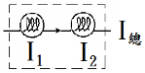
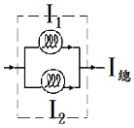
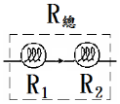
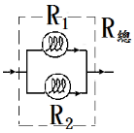
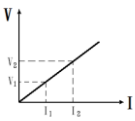
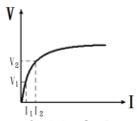
一、電的基本認識

電性	可分為正、負兩種電性，同性相斥，異性相吸			
電荷	具有電性的單元，稱為電荷，可分為正電荷與負電荷			
電量(Q)	定義		電荷量的多寡	
	單位	基本電荷(e)	一個質子或一個電子所帶的電量	$1e = 1.6 \times 10^{-19} C$
		庫侖(C)	6.24×10^{18} 個基本電荷累積成的電量	$1C = 6.24 \times 10^{18} e$
導體	電子可在組成原子間自由移動的物體，如金屬、石墨			
絕緣體	電子無法在組成原子間自由移動的物體，如塑膠、毛皮			

二、靜電感應與起電

靜電感應	一帶電體靠近電中性**導體**時，因為**靜電力**作用，使導體發生**正負電荷暫時分離**的現象（**發生靜電感應的物體仍為電中性**）	
摩擦起電	兩**絕緣體**互相摩擦後，因表面電子發生轉移而使兩物體帶相反電性	
	①**毛**皮帶**正**電，**塑**膠尺帶**負**電	②**玻**棒帶**正**電，**絲**絹帶**負**電
感應起電	以靜電感應原理，使金屬(導體)由電中性轉而帶電的方法	
	①金屬所帶電性與起電棒**相異**	②起電後，起電棒電量**不變**
接觸起電	一個帶電體與原本電中性的金屬接觸，使金屬轉而帶電的方法	
	①金屬所帶電性與起電棒**相同**	②起電後，起電棒電量**減少**

三、基本電路分析

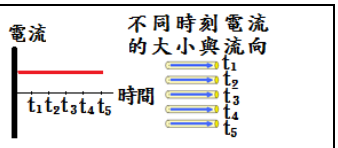
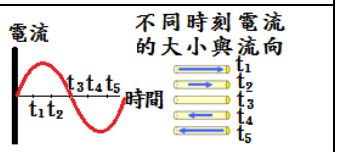
項目	說明	關係式與單位
電壓(V)	①**電位差**，驅使**電子**在導線中流動 ②其值為**單位電量在電路裝置兩端的能量差**(變化)	$V=\frac{\triangle E}{Q}$ → 焦耳(J)，庫侖(C) 伏特 (volt)
電路分析	①**串聯系統總電壓等於系統內各裝置電壓相加**(下左圖)	
	②**並聯系統總電壓與系統內任一路電壓相等**(下右圖)	 $\rightarrow \frac{V_1}{V_2}=\frac{R_1}{R_2}$
	③**串聯電路各裝置電壓與各自電阻成正比分配**(右圖)	
	 $V_{總}=V_1+V_2$　  $V_{總}=V_1=V_2$	
電流(I)	①**電流：正電荷的流動**　(假想) ②**電子流：負電荷的流動**　(實際) ③其值為單位時間內經過導線某一截面的電量	$I=\frac{Q}{t}$ → 庫侖(C)，秒(s) 安培(A)
電路分析	①**串聯系統總電流與任一串連裝置電流相等**(下左圖)	
	②**並聯系統總電流等於系統內各路電流相加**(下右圖)	 $\rightarrow \frac{I_1}{I_2}=\frac{R_2}{R_1}$
	③**並聯電路各分路電流與該路電阻成反比分配**(右圖)	
	 $I_{總}=I_1=I_2$　  $I_{總}=I_1+I_2$	
電阻(R)	①電子在導體中流動時，和組成原子撞擊造成的阻礙 ②**<u>電阻值為裝置兩端電壓與通過電流的比值</u>(如右式)** ③在其他條件固定下，**電阻大小和<u>導線長度成正比</u>、和<u>導線截面積成反比</u>**	$R=\frac{V}{I}$ → 伏特(V)，安培(A) 歐姆(Ω)
電路分析	①**串聯系統總電阻等於系統內各電阻相加**(下左圖)	
	②**並聯電路總電阻等於各分路電阻的倒數相加再倒數**(下右圖)	$R_{串}=R_1+R_2>R_1$或R_2 $R_{並}=\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}=\frac{R_1\times R_2}{R_1+R_2}<R_1$或$R_2$
	③**串聯系統內串聯裝置越多總電阻越大；並聯系統內並聯分路越多總電阻越小**(右圖)	
	 $R_{總}=R_1+R_2$　  $R_{總}=\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}$	→ $R_{串}>R_1$ 或 $R_2>R_{並}$
歐姆定律	內容：**導體的電壓和電流成正比(比值為定值)** → $\frac{V}{I}$ = 定值	 歐姆式電阻　  非歐姆式電阻
	說明：**並非所有導體均遵守歐姆定律**，如發光二極體(LED)，遵守歐姆定律的導體稱歐姆式導體(有固定電阻)，反之，稱為非歐姆式導體	

電表儀器	伏特計(電壓計)		安培計(電流計)
連接方式	與待測電器**並聯**使用	**正極接電源正極、負極接電源負極**	與待測電器**串聯**使用
使用方法	先歸零，再由大至小逐漸改變測量範圍		

四、電流熱效應

電流熱效應		當電流流經電阻，將電能轉換成光能與熱能的現象					
電能	轉換	**流動電子的電能會在經過電源時被補充、在經過導線與電阻時因轉換成其他形式(電流的熱效應)而減少**					
	關係式	$\Delta E = Q \times V = I \times V \times t = I^2 \times R \times t = \frac{V^2}{R} \times t$					
	代號意義	轉移電能(ΔE)	電量(Q)	電壓(V)	電流(I)	電阻(R)	時間(t)
	常用單位	焦耳(J)	庫侖(C)	伏特(V)	安培(A)	歐姆(Ω)	秒(s)
電功率	定義	**①單位時間內，電源提供或電阻(器)消耗的電能** **②電源或電阻(器)在單位時間內所作的功(轉移的電能)**					
	關係式	$P = \frac{\Delta E}{t} = I \times V = I^2 \times R = \frac{V^2}{R} \rightarrow \Delta E = P \times t$					
	代號意義	轉移電能(ΔE)	電功率(P)	電壓(V)	電流(I)	電阻(R)	時間(t)
	常用單位	焦耳(J)	瓦特(W)	伏特(V)	安培(A)	歐姆(Ω)	秒(s)
	性質	①燈泡的電功率愈大，愈耗能、愈亮 ①**串聯**電路上的電阻：**電阻越大者，電功率越大** ②**並聯**電路上的電阻：**電阻越大者，電功率越小** ②總功率求值均以各裝置功率加總可得： 電阻(器)消耗總電功率＝各電阻(器)的消耗電功率總和 ＝ 電源提供總電功率＝各電源提供電功率總和 ③一般電器設計是選用材料控制電阻，可由電器額定標示求出電器的電阻					

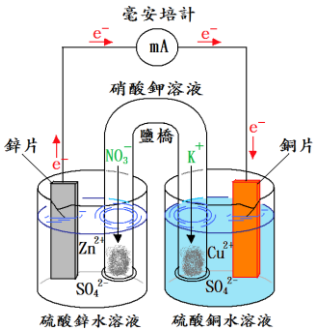
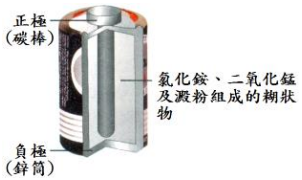
五、電與生活

電流形式			
	直流電(DC)	①不隨時間改變流向的電流形式 ②電源正負極固定，電流流向固定	
	交流電(AC)	①會隨時間改變流向的電流形式 ②電源沒有正負極之分，電流大小與方向會隨著時間作規律性週期變化	
電的傳送			

以高電壓、低電流傳送，若提升電壓成 n 倍，輸送時可降低耗損功率為 $\frac{1}{n^2}$ 倍		
電費計算		①電力公司在用戶端裝設瓦時計(電錶)，以計算每戶用電量 ②以「度」計價。1 度＝1000 瓦× 1 小時的電能＝3.6×10^6J
用電安全	斷路	當電路中的電流無法流通時
	短路	指電器與導線並聯，此時絕大部分電流經該導線流過，而不經過電器
	導線	導線的安全負載電流要大於電路上電器所需要的電流大小
	保險絲	保險絲限定值在小於導線安全負載電流的前提下儘量大

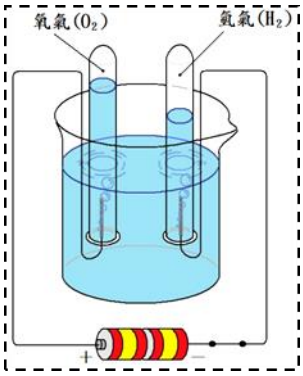
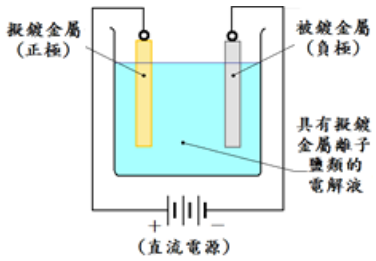
主題十七 電化學

一、常見的電池

<table>
<tr><td rowspan="5">伏打電池</td><td rowspan="5">鋅銅電池</td><td rowspan="2">正極</td><td>活性小金屬</td><td>正極活性小金屬離子得到電子</td><td rowspan="2">①硫酸銅溶液顏色變淡
②兩極總質量減少</td></tr>
<tr><td>銅片(硫酸銅溶液)</td><td>$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (析出)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">負極</td><td>活性大金屬</td><td>負極活性大金屬放出電子</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>鋅片(硫酸鋅溶液)</td><td>$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (溶解)</td></tr>
<tr><td>鹽橋</td><td>電解液選擇
易解離且不與兩極反應的鹽類水溶液
例：硝酸鉀(KNO_3)</td><td>離子移動方向
鹽橋內的負離子移向負極、正離子移向正極
功用
①溝通電路(內電路)
②維持兩極電解液電中性</td></tr>
<tr><td rowspan="6">一次電池</td><td rowspan="3">碳鋅電池</td><td>正極</td><td>二氧化錳
(碳棒導電流)</td><td rowspan="3">①碳鋅電池即為乾電池
②乾電池放電初期電壓約為 1.5V，使用後電壓會逐漸降低，不可充電</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>負極</td><td>鋅殼</td></tr>
<tr><td>電解液</td><td>糊狀氯化銨</td></tr>
<tr><td rowspan="3">鹼性電池</td><td>正極</td><td>二氧化錳</td><td colspan="2" rowspan="3">與乾電池相比，在較大電流時仍可維持電壓，且低溫下亦可使用（-20～54℃）</td></tr>
<tr><td>負極</td><td>鋅粉(鍍鎳合金棒)</td></tr>
<tr><td>電解液</td><td>氫氧化鉀</td></tr>
<tr><td rowspan="4">二次電池</td><td rowspan="4">鉛蓄電池</td><td>正極</td><td>二氧化鉛</td><td colspan="2" rowspan="4">①俗稱電瓶，每槽 2V（一般串聯 3 或 6 槽使用）
②放電與充電：
<table><tr><th>情形</th><th>正負極質量</th><th>硫酸濃度</th><th>硫酸密度</th></tr><tr><td>放電</td><td>均增加</td><td>變小</td><td>變小</td></tr><tr><td>充電</td><td>均減輕</td><td>變大</td><td>變大</td></tr></table>③充電時負極接充電源負極，正極接充電源正極</td></tr>
<tr><td>負極</td><td>鉛</td></tr>
<tr><td>電解液</td><td>稀硫酸溶液</td></tr>
<tr><td colspan="2">$Pb + 2H_2SO_4 + PbO_2 \underset{\text{充電}}{\overset{\text{放電}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4 + 2H_2O$</td></tr>
</table>

鋰電池	正極	鋰金屬氧化物	①重量輕且可達較大的電池電壓約 3.6V，供電時間長且可充電再利用，較無記憶效應 ②廣泛用於手機、數位相機
	負極	碳	
	鹽橋	含鋰離子電解液	

二、電解與電鍍

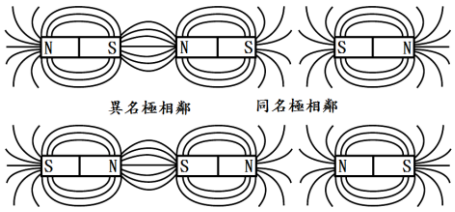
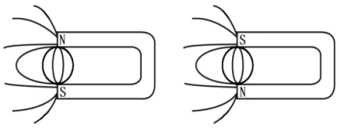
電解水	碳棒電極	①負極產生氫氣(燃燒有爆鳴聲)，正極產生氧氣(助燃性) (負氫正氧) ②試管內水面下降的高度比： **負極：正極＝2：1** **(氫氣與氧氣的體積比為 2：1)** **(氫氣與氧氣的質量比為 1：8)** ③增加電壓、使兩電極距離靠近(不接觸)，均可加快電解速率	
	加入 NaOH		
	可協助導電但不改反應		
電解硫酸銅溶液	碳棒電極(惰性電極)	①兩極化學反應： ◇1**正極**：$2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$(**相當於電解水**) ◇2**負極**：$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (**紅銅析出附著在碳棒上**) ②電解過程中，**銅離子減少、溶液顏色變淡、pH 下降**。	
	銅棒電極	①兩極化學反應： ◇1**正極**：$Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ (**質量減少**) ◇2**負極**：$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$ (**質量增加**) ②電解過程中，**溶液濃度不變**	
電鍍	正極：欲鍍物		銅片鍍鋅：電解液為硫酸鋅 正極：$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ 負極：$Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$ 全反應： Zn(正極) → Zn(負極)
	負極：被鍍物		→ 電解液濃度不變

主題十八 電與磁

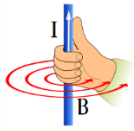
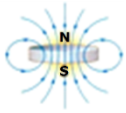
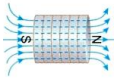
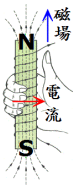
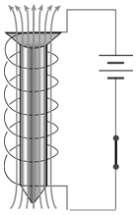
一、磁鐵

性質	①存在 N 極(指北極)和 S 極(指南極) ，**N 極和 S 極必成對出現** ②**同名極相斥，異名極相吸**，此引力或斥力為磁力(超距力) **磁力**： 1. 兩磁極靠得越近，磁力作用越強；離得越遠，磁力作用越弱 2. 磁鐵磁力的效應在兩極最強，中間最弱 ③磁化現象：**靠近磁極端感應出異名極，而遠離磁極端感應出同名極**	
種類	暫時磁鐵(軟磁鐵)	物質易被磁化，磁化後只能暫時保留磁性，如鐵釘
	永久磁鐵(硬磁鐵)	物質難被磁化，但磁化後能長期保留磁性，如鋼釘
備註	磁性物質：可以被磁鐵吸引的物質，包括鐵、鈷、鎳與其合金或化合物	

二、磁場與磁力線

磁場	定義	**磁力影響所及的範圍，稱為「磁場」**
	強度	越接近磁鐵的磁極，強度越強；越遠離磁鐵的磁極，強度越弱
	方向	**磁針 N 極指向，也就是磁針 N 極在該處的受力方向**
磁力線	定義	分布在磁鐵周圍空間代表磁針所受磁力方向的曲線（**假想曲線**）
	性質	①為**封閉的平滑曲線**，任意兩條**磁力線必不相交** ②**越密集，表磁場強度越強；越稀疏，表磁場強度越弱** ③**線上任一點的切線方向即為該點的磁場方向** ④磁力線的方向：**磁鐵外部 N → S，磁鐵內部 S → N**
	常見形式	 
地球磁場	地球表面存在由南向北的磁場。靠近北極端為地磁北極(**磁性為 S**)，靠近南極端為地磁南極(**磁性為 N**)，但與地球自轉軸夾 11^0	

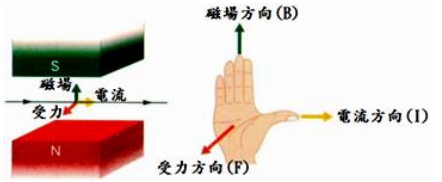
三、電流的磁效應(電生磁)

意義	載流導線在其周圍建立磁場的現象	
形式	內容	圖示
載流導線 — 長直型導線	①產生以導線為圓心的**同心圓**狀磁場 ②磁場方向必與其電流方向互相**垂直** ③電磁場強弱判定（安培定律） ◇1**與導線上電流的大小成正比** ◇2**和導線間的距離(一次方)成反比** ④電磁場方向判定（安培右手定則） 右手：**大拇指指向電流(I)的方向**；**其餘四指彎曲方向磁場(B)的方向**	 
載流導線 — 單匝線圈	①一條直導線彎成圓環狀，通電流後建立的磁場，如同圓盤型磁鐵所產生的磁場 ②磁力線變密，磁場較大	
載流導線 — 螺線管（螺旋形線圈）	①可視為多個單匝圓形線圈串連而成 ②電磁場強弱判定（安培定律） ◇1**與導線上電流的大小成正比** ◇2**和線圈密度成正比** ③電磁場方向判定（安培右手定則） 右手：**大拇指指向磁場(B)的方向**；**其餘四指彎曲方向電流(I)的方向** **大拇指指向**也是將線圈視為圓盤型或圓柱型磁鐵的 N **極所在位置**	  
電磁鐵	螺線管內放入可磁化物質，通入電流時，總磁場將增強	①電流切斷時，磁性也隨之消失 ②增強電磁鐵磁性方法： ◇1增大電流 ◇2增加單位長度內的線圈圈數(線圈密度) ◇3增加螺線管內的可磁化物質數目 ③判斷磁場方向與載流螺線管方式相同	

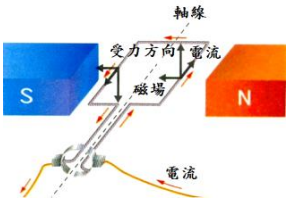
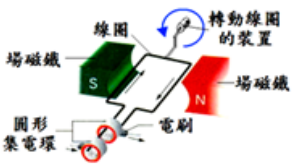
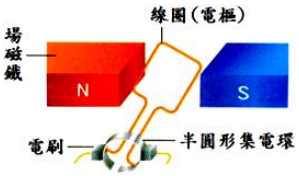
四、電磁感應(磁生電)

意義	未通電的封閉線圈內，因磁場變化而產生電流的現象，稱為「**電磁感應**」，至於產生的電流，則稱為「**感應電流**」	
理論	法拉第定律（判定大小）	冷次定律（判定方向）
內容	**感應電流的大小**會和**線圈內磁場的變化速率成正比**	感應電流所**產生的新磁場方向**，總是會**抗拒原磁場變化的方向**

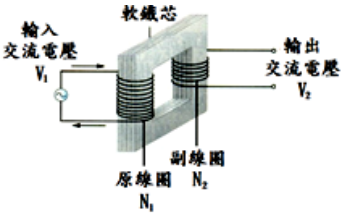
五、電流與磁場的交互作用

意義	如同磁鐵，載流導線在其周圍建立磁場，若將載流導線置入磁鐵建立的磁場中，也可能受到磁力的作用
性質	①**電流方向不完全與磁場方向平行(有垂直分量)，就會受到磁力的作用** ㊀**電流方向與磁場垂直時，所受的磁力最大** ㊁**電流方向與磁場平行時，則不受力** ②導線上**電流的流向**、**磁場方向**、載流導線在磁場中的**受力方向**，任兩者之間都是**互相垂直**的。 ③**移動的電荷在磁場中也會受力偏向**（正(負)電荷移動視為電流(電子流)) ④相鄰平行載流直導線間的磁力交互作用： ㊀相鄰兩**平行載流直導線的電流流向相同時**，彼此**互相吸引** ㊁相鄰兩**平行載流直導線的電流流向相反時**，彼此**互相排斥**
右手開掌定則	 右手大拇指張開與四指垂直 ①右手**大拇指**指向：**電流**方向 ②右手**四指**指向：**磁場**方向 ③右手**掌心**推出的方向：導線**受力**方向

六、電動機(馬達)與發電機

	電動機(馬達)	發電機	
圖示			
	直流電動機(**半圓**集電環)	**交流**發電機(**圓形**集電環)	**直流**發電機(**半圓**集電環)
內容	①利用電流與磁場的交互作用，使線圈轉動 ②以**右手開掌定則**分析線圈轉動 ③線圈匝數越多、電流越大、磁場越強，則線圈轉動越快	①利用電磁感應，使線圈在轉動以產生感應電流 ②可依照**左手開掌定則**判斷線圈上電流的方向 ③電樞轉動愈快或電樞圈數愈多，感應電流愈大	
補充		**左手開掌定則** 	能量轉換 電動機：電能→動能 發電機：動能→電能

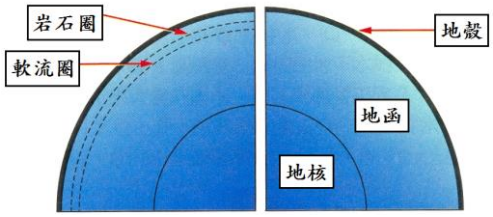
七、變壓器

<table>
<tr><th colspan="3">變壓器原理</th><th>圖示</th></tr>
<tr><td colspan="3">①變壓器是利用<u>電流的磁效應</u>和<u>電磁感應</u>的原理，來改變(提升或下降)電壓的裝置
②變壓器中<u>兩端的電壓(V)會與線圈的圈數(N)成正比關係</u></td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>關係式</td><td>$\frac{V_1}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$</td><td>$V_1$：輸入電壓　N_1：原線圈圈數
V_2：輸出電壓　N_2：副線圈圈數</td></tr>
<tr><td colspan="3">→ 為變壓方便，需使用交流電</td></tr>
</table>

主題一 地球的構造與組成

一、固體地球

1. 地球的分層構造：

構造	密度	厚度	組成	相關說明
地殼（外）	**小**	**最薄**	**岩石**	①可分為大陸地殼與海洋地殼： （詳見下表） ②**氧、矽、鋁、鐵、鈣**為地殼所含前五名的元素 ③地殼岩石的成分多為**矽鋁氧化物**
地函（中）	**中**	**次之**	**岩石**	①地函中岩石主要為**橄欖岩** ②**軟流圈**：由地殼往下，深度約 100km 至 250km 處的**上部地函**，所含**物質具可塑性**，稱「**軟流圈**」
地核（內）	**大**	**最厚**	**金屬**	①組成地核的金屬主要為**鐵、鎳** ②可分液態外核（造成地球磁場）及固態內核
圖示				其他說明： ①地球分層構造是由**地震波**探測得知 ②**岩石圈**： **軟流圈以上部分稱為「岩石圈」，包含一部分地函與所有地殼**

		厚度比較	主要組成	密度比較
	大陸地殼	**厚**（30～35km）	**花崗岩**	**小**
	海洋地殼	**薄**（5～7km）	**玄武岩**	**大**（鐵、鎂較多）

2. 三大岩種：

岩種	成因	重要岩石				分布	
火成岩（最多）	**岩漿冷卻**	**火山岩** **冷卻快**	結晶顆粒	細	**安山岩**	**大屯火山區、蘭嶼、綠島**	
					玄武岩	**澎湖群島、中洋脊、冰島**	
		深成岩 **冷卻慢**		粗	**花崗岩**	**金門、馬祖**	
						組成礦物	**長石、石英、雲母**
變質岩（次多）	**經高溫、高壓（未熔融）而使礦物變質**	**石灰岩變質**			**大理岩**	**太魯閣**	
		頁岩變質			**板岩、片岩**	**中央山脈**	
沉積岩（最少）（最常見）	**沉積物經過壓密、膠結**（部分含有**生物化石**）	顆粒	**大↓小**		**礫岩**	台灣西部丘陵	
					砂岩		
					頁岩		
		生物岩			**石灰岩**	**墾丁、柴山**	

二、水圈與水循環

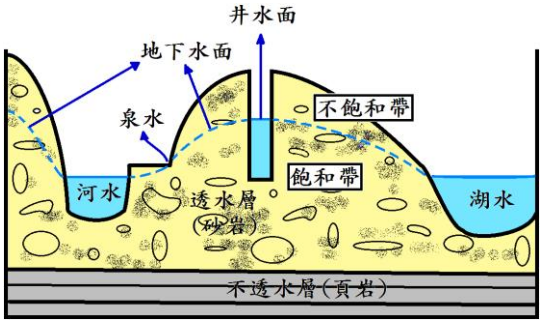
1. 水的分布：

(1)地表水體的分布：

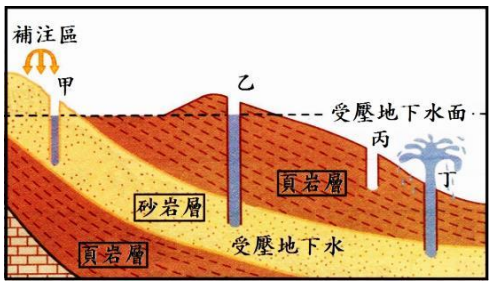
水體	百分率(%)
海水及海冰	**97.5**
冰川	1.74
地下水	**0.75**
河水與湖水	0.0078
大氣中的水氣	0.0022

(2)**地下水：儲存在地下岩層孔隙和沉積物孔隙中的水。**

①地下水體與地下水面：

<table>
<tr><td>地下水體</td><td>**地表水體**受**重力**作用往下滲透，**遇不透水層**時會**向上累積**，形成地下水</td><td rowspan="3"> 
</td></tr>
<tr><td>飽和帶</td><td>地下岩層孔隙全充滿水的區域</td></tr>
<tr><td>不飽和帶</td><td>地下岩層孔隙部分有水、部分無水的區域</td></tr>
<tr><td>透水層</td><td colspan="2">岩層孔隙大、透水性佳，**可儲存地下水的地層**，如**礫岩**、**砂岩**、**石灰岩**等</td></tr>
<tr><td>不透水層</td><td colspan="2">岩層孔隙太小，水無法穿透，**無法儲存地下水的地層**，如**頁岩**、**火成岩**、**變質岩**等</td></tr>
<tr><td>地下水面</td><td colspan="2">**飽和帶和不飽和帶的交界**面為地下水面：
①一般**掘井須至地下水面處才有水**，而井水水面就是該處的地下水面
②地下水面**和井水面、湖水面、河水面相互連通**
③地下水面會**隨地形起伏**
④地下水面在**雨季**時可能**上升**，在**旱季**時可能**下降**</td></tr>
<tr><td>泉水</td><td colspan="2">當**地下水面高於地面**，地下水**自動流出**，稱為**泉水**</td></tr>
<tr><td rowspan="3">地下水的其他說明</td><td>**流動**</td><td>由於**地下水面高度差異**，水體會從**高壓流向低壓**處，而岩層孔隙小，地下水**流動緩慢**(一年僅約數公尺)</td></tr>
<tr><td>**補注**</td><td>主要來自**雨水**的補注</td></tr>
<tr><td>**超抽**</td><td>地下岩層缺少水體支撐，上面岩層向下壓，將岩層壓密，造成**地層下陷**，**影響儲水**、**防洪功能**，甚而引發**地下水鹹化**、**海水倒灌**等現象</td></tr>
</table>

②水井與自流井：



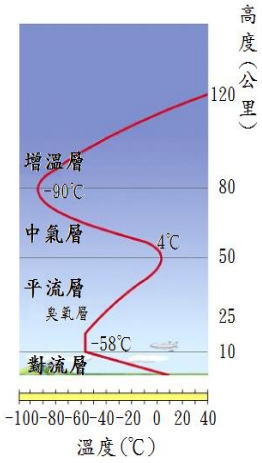
甲：普通水井
乙：受壓水井
丙：枯井
丁：自流井

2. 水循環：

步驟	狀態	能量流動	說明
蒸發	液態水→水氣	**吸熱**	可在任何溫度下進行
凝結	水氣→水滴、冰晶	**放熱**	**成雲而產生天氣現象**
降水	雨、雪、冰雹	**位能→動能**	**分配水資源、改變地貌**
說明	①水循環**沒有起點**，也**沒有終點** ②水以**氣態**、**液態**、**固態**等狀態參與水循環 ③水循環過程可以**平衡地表能量分布**，降低地面高空、高低緯度地區的溫度差異		

三、大氣圈

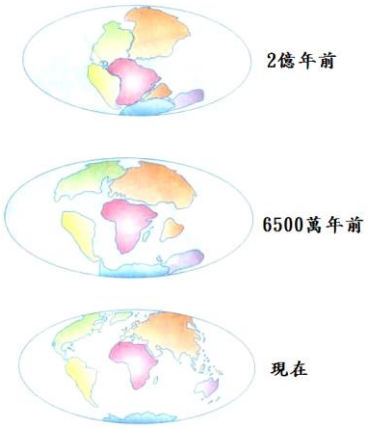
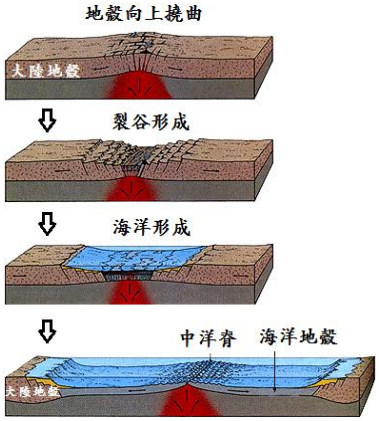
1. 大氣的垂直結構：

高度	分層	溫度變化	特性說明	圖示
↑ 80km	**增溫層** **(熱氣層)**	高度增加 溫度**漸增**	①**游離氣體**影響地表**無線電通訊** ②**人造衛星**、**太空站**飛行於此層 ③**極光**、**流星**現象出現於此層	
50km	**中氣層**	高度增加 溫度**漸減**	**層頂**為整個大氣圈**最低溫處**	
10km	**平流層**	高度增加 溫度**漸增**	①**空氣水平流動**，層底適合**長程客機飛行** ②**離地 20～30km 處為「臭氧層」**，可吸收**紫外線**	
0km	**對流層**	高度增加 溫度**漸減**	①吸收地表紅外線輻射(**溫室效應**)，空氣**對流明顯** ②**富含水氣**，出現各種**天氣現象** ③絕大部分**生物分布**於此層	

主題二 板塊構造與運動

一、板塊學說

1. 大陸漂移學說與海底擴張學說：

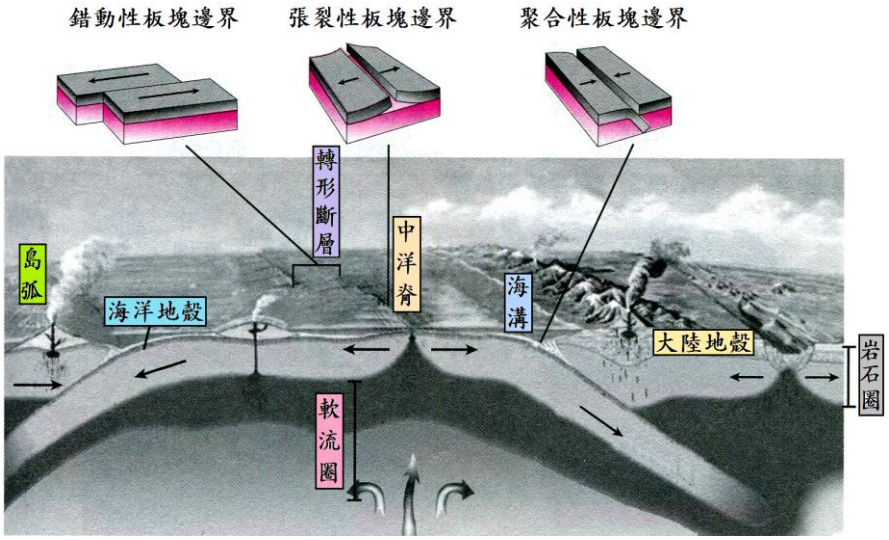
學說	大陸漂移	海底擴張
倡導學者	德國科學家**韋格納**（1912 年）	美國科學家**海斯**（1962 年）
內容	距今**兩億多年前，全球各陸塊聚集在一起**，稱為「**盤古大陸**」，後來逐漸漂移至現在的位置	**岩漿從大西洋中洋脊頂部裂谷湧出，冷卻後形成新的海洋地殼**，並不斷向兩側推移，**使海底逐漸擴張**
證據	①**南美洲東岸與非洲西岸海岸線吻合** ②**各大陸間有相同陸生生物化石分布** ③**古冰川遺跡**	**以中洋脊為中心，海洋地殼年齡呈對稱分布，越遠離中洋脊**的地殼年代**越老舊**，沉積物也越多
疑點缺失	無法解釋大陸漂移的動力來源	①擴張力量尚不足推動大陸地殼 ②海洋地殼不斷增加，但總量未增加，推論有海溝存在，但缺觀測證據
圖示		

2. 認識板塊：

軟流圈	**上部地函**在**地表下約 100～250 公里間**的區域，由於地球內部溫度與壓力的影響，造成**部分熔融，存在大量可塑性物質**，稱「**軟流圈**」
岩石圈	位於**軟流圈之上，厚度約 100 公里**，包含**整個地殼**與**部分上部地函**的區域，構成剛性的「**岩石圈**」，並分裂成**七大塊**與**二十多小塊**的「**板塊**」
板塊學說	①綜合大陸漂移與海底擴張理論並彌補其不足，進而出現板塊構造理論 ②分裂狀**岩石圈為板塊的塊體**，全球**可分七大板塊**與**二十多個小板塊** ③板塊可視為**漂浮於軟流圈之上**，藉軟流圈**地函熱對流帶動**上方**板塊運動** ④**板塊交界帶稱為**「**板塊邊界**」，分成「**張裂性**」、「**聚合性**」及「**錯動性**」三種板塊邊界類型，各種**地質活動常在板塊邊界發生** ⑤板塊邊界是岩石圈破裂處，故**板塊邊界與火山帶、地震帶幾乎一致**，但**與海岸線、國界無關** ⑥**多數大板塊**的地殼部分**包含大陸地殼與海洋地殼** 例外：**太平洋板塊僅有海洋地殼**

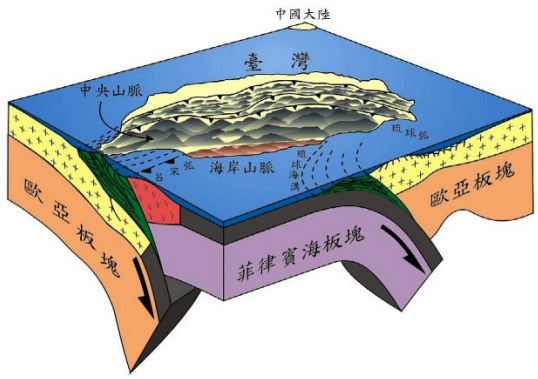
二、板塊邊界類型

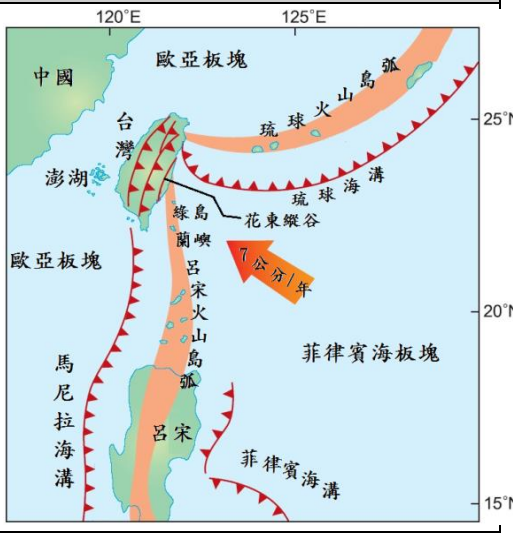
1. 板塊邊界類型：

邊界類型	張裂性	聚合性	錯動性
運動方向	反向遠離	相向靠近 (碰撞或隱沒)	水平錯動
熱對流	向上	向下	
作用力	張力	壓力	剪力
火成岩	玄武岩	①安山岩 ②花崗岩	無
地質特徵	①裂谷 ②中洋脊	①褶皺山脈 ②火山島弧 ③海溝	轉形斷層 (中洋脊處的平移斷層)
地殼消長	新生地殼	舊地殼隱沒	無增、減地殼
地質構造	正斷層	①逆斷層 ②褶皺	平移斷層
地震	淺源地震	淺、中、深源地震 (依隱沒帶深度排列)	淺源地震
變質作用	無	有	
實例	①中洋脊 ②東非裂谷 ③冰島	①喜馬拉雅山(歐亞、印澳) ②台灣(歐亞、菲律賓海) ③南美洲安地斯山脈 (南美洲、納茲卡) ④馬里亞納海溝 (太平洋、菲律賓海)	美國聖安地列斯斷層
圖示			

2. 台灣的板塊構造：

台灣形成	約 600 萬年前，由**歐亞板塊**和**菲律賓海板塊**互相碰撞**推擠形成**	
板塊界線	**花東縱谷**為界線，以**西為歐亞板塊**，以**東為菲律賓海板塊**，為**聚合性板塊邊界**	
板塊構造	台灣**本島**	**歐亞板塊**以南北縱貫**向東**推擠**隱沒至菲律賓海板塊之下**，造山運動產生由**歐亞板塊大陸地殼物質**組成**南北向**的「**中央山脈**」
	東側板塊	①**菲律賓海板塊每年以 7～8 公分的速度朝西北方移動，在琉球海溝隱沒至歐亞板塊之**下 ②**菲律賓海板塊**向**西**推擠的造山運動，產生由**菲律賓海板塊上的沉積物、火山物質及其他一些海洋地殼物質組成**的「**海岸山脈**」 ③**菲律賓海板塊**向**北**隱沒歐亞板塊之下，產生**琉球海溝**；隱沒地殼受高溫、高壓而熔融成為岩漿，再噴發到地表形成**安山岩地質**，如**陽明山、龜山島、琉球島弧**等
	南側板塊	**歐亞板塊向東隱沒到菲律賓海板塊之下**，產生**馬尼拉海溝**；隱沒地殼受高溫、高壓而熔融成為岩漿，再噴發到地表形成**安山岩地質**，如**綠島、蘭嶼、呂宋島弧**等
板塊運動與其影響	①由歐亞板塊、菲律賓海**板塊的擠壓，使台灣島不斷抬升**，也因此**加速了地表的侵蝕作用，中央山脈露出已傾斜彎曲的變質岩**，如大理岩、板岩、片岩等 ②台灣地區的**地震主要發生在隱沒帶上**，故**台灣南北向地震分布，是由西向東震源深度漸增**；而**宜蘭外海的地震分布，則由南向北震源深度漸增**	
圖示		



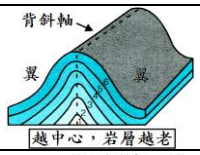
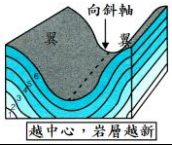
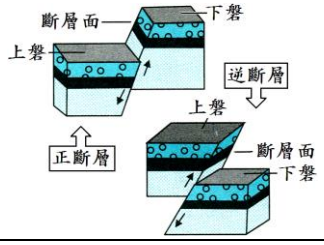
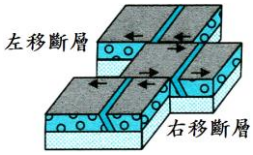
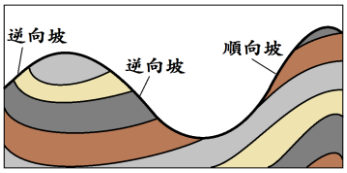


主題三 地質作用與地表變化

一、內營地質作用與外營地質作用

1. 內營力作用：

(1)內營力作用：

作用類型	說明			
火山作用	由地熱或放射性元素衰變，使地下岩石受熱熔融為岩漿，造成火山作用			
造山運動	岩層受到碰撞、擠壓等作用力而形成巨大山脈			
褶皺	地底**深處岩層尚未熔融卻具可塑性**，受壓力或剪力作用使原本**水平地層變化成波動形狀**，稱為「褶皺」	**背斜**	兩翼由背斜軸展向兩側下方	
		向斜	兩翼由向斜軸展向兩側上方	
斷層	岩層在**地溫低而可塑性不足時**，受到強大應力作用**發生斷裂**，**並沿斷裂面滑動**，稱為「斷層」	**正斷層**	受**張力**作用，**上盤**相對**下移**	
		逆斷層	受**壓力**作用，**上盤**相對**上移**	
		平移斷層：**左移斷層**	受**剪力**作用，**對面**岩層**左移**	
		平移斷層：**右移斷層**	受**剪力**作用，**對面**岩層**右移**	
相關地質構造				
順向坡與逆向坡	褶皺岩層因造山運動抬升至地表，經風化侵蝕產生斜坡			
	順向坡	**岩層傾斜**方向**與斜坡同向**		
	逆向坡	**岩層傾斜**方向**與斜坡反向**		
節理	**地表岩石**受張力或壓力**從較為脆弱的構造面破裂**，而**破裂面的岩石沒有相對移動**，稱為「節理」，如**豆腐岩的平行節理、玄武岩的柱狀節理**			

(2)地震：

成因	①**斷層**(最主要)　②火山活動　③核爆		
震源與震央	**震源**	**震央**	震源深度
	地下發生斷層的地方	震源垂直投影到地表的位置	震源到震央的垂直距離
	依震源深度區分類型	淺源地震	＜ 30 公里
		中源地震	30～70 公里
		深源地震	＞ 70 公里

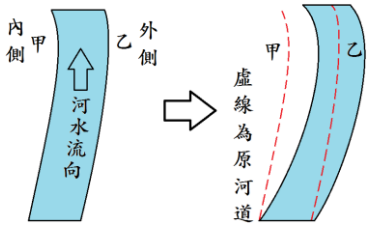
地震強度與地震規模		地震強度(震度)		地震規模		
	意義	震波造成地表的破壞程度		震源釋出能量的多寡		
	單位	級		無		
	數值	0～7 只有整數(共 8 級)		表示到小數第一位		
	測量值	越遠離震央，測得震度越小		各地測量的規模均相同		
	分類	無感地震	有感地震	小地震	中地震	大地震
		0 級	1～7 級	＜5.0	5.0～7.0	＞7.0
台灣的地震						
①台灣位受歐亞板塊和菲律賓海板塊擠壓，造成南北向分布多條逆斷層帶，造成台灣地震頻繁 ②921 大地震，由車籠埔斷層引發，規模 7.3，震央在南投集集，為淺源地震，造成嚴重災情						

2. 外營力作用：

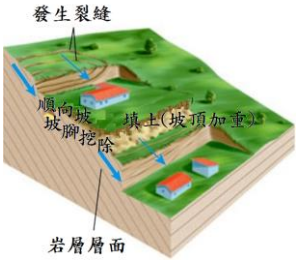
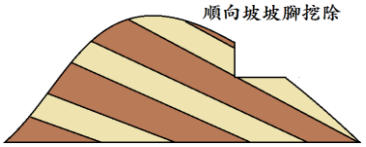
(1)外營力作用：

作用類型	說明					
風化作用	使岩石破碎、疏鬆的過程，岩石顆粒由大顆變小粒，最終成為土壤					
		物理風化			化學風化		
	意義	岩石受力作用而崩解			岩石受化學作用而分解		
	岩石	本質不變			本質改變		
	種類	熱漲冷縮	冰凍作用	生物作用	氧化作用	溶解作用	生物作用
	比較	較快速、發生在寒冷乾燥區域			較緩慢、發生在溫暖潮濕區域		
侵蝕作用	使風化後的岩屑受力離開母岩的過程。					
	侵蝕基準面	最終	海平面	基準面以上以侵蝕作用為主； 基準面以下以沉積作用為主		
		暫時	湖泊、水庫水面			
	差異侵蝕	不同岩石抗風化侵蝕的能力不同，導致受蝕後有不同的外觀， 如抗蝕力砂岩＞頁岩，砂頁互層受蝕後，砂岩凸起、頁岩凹陷				
	流水侵蝕(最主要)	種類	發生地點	主要因素	造成結果	
		向源侵蝕	發源地	土石崩落	河道加長	
		向下侵蝕	上游	水流速快	河道加深，形成 V 型谷	
		側向侵蝕	中下游	水流量大	河道加寬	
	其他營力	風的侵蝕	海浪侵蝕		冰川侵蝕	
	侵蝕地形	風稜石、礫漠	海蝕崖→海蝕洞→海蝕平臺→海階 海蝕崖岬角 → 海拱 → 海蝕柱		U 型谷、擦痕	
搬運作用	①岩屑由原始地點，搬運到另一處的過程 ②因滾動、碰撞或摩擦，顆粒會逐漸變小、變滑，如河流中、下游的鵝卵石					
沉積作用	①當搬運力減弱或消失，岩屑成為沉積物堆積的過程 ②海底是最終沉積處				※淘選度最佳營力：風 淘選度最差營力：冰川	

(2)曲流、河道平衡與海岸線平衡：

<table>
<tr><td rowspan="4">曲流</td><td rowspan="4"> 
</td><td>地點</td><td>流速</td><td>主要作用</td></tr>
<tr><td>甲(內側)</td><td>較慢</td><td>沉積作用為主</td></tr>
<tr><td>乙(外側)</td><td>較快</td><td>侵蝕作用為主</td></tr>
<tr><td colspan="3">→ 彎流曲度會越來越大</td></tr>
<tr><td>河道平衡</td><td colspan="4">①河道平衡是河道受到河流侵蝕、搬運與沉積作用，將凸起處削平、凹陷處填平，長期作用(需數十萬年)使河道平滑的現象
②若在河道上開採砂石，會加速上游侵蝕導致砂石流失(為填補挖空的河道)，易造成橋墩裸露而有崩塌的風險</td></tr>
<tr><td rowspan="5">海岸線平衡</td><td colspan="4">①海岸線的沉積作用：河流或沿岸流帶來沉積物
②海岸線的侵蝕作用：海浪或沿岸流帶走沉積物</td></tr>
<tr><td>作用比較</td><td>海岸線移動</td><td>陸地面積</td><td>其他說明</td></tr>
<tr><td>沉積＞侵蝕</td><td>向海洋</td><td>增加</td><td>生成海埔新生地</td></tr>
<tr><td>沉積＝侵蝕</td><td>不變</td><td>不變</td><td>海岸線平衡</td></tr>
<tr><td>沉積＜侵蝕</td><td>向陸地</td><td>減少</td><td>興建水庫、攔沙壩後果</td></tr>
</table>

(3)山崩與土石流：

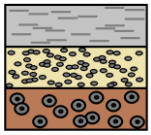
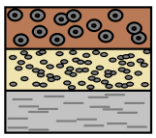
	山崩	土石流
定義	山坡的岩層或土石受重力影響，當下滑力大於摩擦力時發生快速崩落	泥、沙、礫石或巨石等與水混合後，受重力作用岩坡地向下滑動
發生原因	①**雨水**：(**影響最大**) 水會增加岩層重量及減少摩擦力 ②**順向坡** ③**地形陡峭** ④**坡頂負荷過重** ⑤**地震** ⑥**人為因素**：過度開發或移除坡腳	①**大量厚層疏鬆沉積物堆積** ②山坡或河床**坡度為 15～30 度**： 若坡度太陡，土石不易堆積
防治改善	暢通排水設備，強化擋土牆	做好森林保育、水土保持
圖示		

二、台灣常見地形

地形		說明			
火山群	地點	岩漿性質	黏性	火成岩	地形特色
	大屯火山群	不易流動	大	**安山岩**	**圓錐狀火山體**
	澎湖群島	容易流動	小	**玄武岩**	**熔岩台地**
太魯閣峽谷		堅硬緻密大理石受到地殼抬升，加上立霧溪侵蝕作用形成			
大漢溪河階		地殼抬升造成河流向下侵蝕，使舊河床高於新河床			
清水斷崖		斷層線通過堅硬不易受侵蝕的大理石，造成筆直斷崖			
野柳單面山		砂、頁岩互層，差異侵蝕造成砂岩層凸出、頁岩層凹下			
和平溪、立霧溪礫石三角洲		東部河川短促，岩石尚未磨碎就搬運到出海口，形成由粗粒礫石構成的礫石三角洲			
跳石海岸礫灘		海岸山壁岩塊崩落，未經河流搬運直接堆積海邊，受海浪侵蝕			

三、地層紀錄地質事件

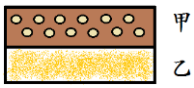
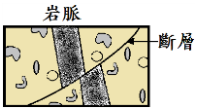
1. 地層記錄地質事件：

地質剖面圖	海平面變化	地質事件
	**逐漸上升** (海升陸降)	氣候暖化，冰川、冰山融化，使海水增多，水位上升，原本陸地變海洋環境，侵蝕基準面上升，所以沉積岩內顆粒漸小
	**逐漸下降** (海降陸升)	地殼抬升或冰河時期，高山積雪不融，使海水減少、水位下降，使原本海洋環境變陸地，侵蝕基準面下降，所以沉積岩內顆粒漸大

岩脈入侵的岩層變化

原本水平沉積岩　⇨　火山活動造成岩漿侵入，噴出地表成熔岩流　⇨　受地表風化侵蝕，留下略凸出的岩脈

2. 判斷地質事件先後次序原理：

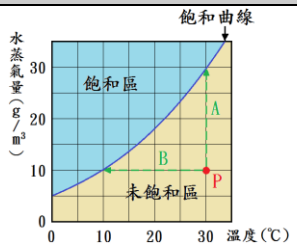
原理	疊置原理	截切原理
內容	**沉積岩未經倒轉，上層岩層比下層新**	**被截切的地質構造必先發生**
圖示說明	 乙岩層在甲岩層下方，故可推論乙岩層年代較早	 斷層將岩脈截切成兩段，故可推論岩脈形成年代較早

主題四 天氣變化

一、天氣的變化

1. 水氣的凝結：

意義	**水氣凝結放熱**是影響**天氣變化的主要能量來源**。

水氣凝結的條件	
水氣飽和	**凝結核**
當空氣達到某溫度條件下**可容納的最大水氣量**時，稱為**飽和**	**凝結核是做為水氣凝結核心的構造**，如**砂粒、塵埃**等，**若無凝結核，即便水氣已飽和也不易凝結**
飽和水氣曲線圖	達到飽和的方式
	(A)**增加水氣量** (B)**降低溫度** →自然界中**以降低溫度較易**達成

相關說明		
相對溼度	算式	**相對濕度** $= \dfrac{\text{實際水氣含量}}{\text{該溫度下的飽和水氣量}} \times 100\%$
	若**相同水氣含量，溫度越高，相對濕度越小**	

2. 雲霧霜露：

現象	成因	組成	出現位置		
雲	飄浮在空中的水氣飽和凝結(水滴)或凝固(冰晶)	**水滴或冰晶**	空中	區別	**高度不同**
霧			地面附近		
霜	水氣飽和凝結或凝固於地面物體上(通常發生於夜晚近清晨)	**冰晶**	地表(＜0℃)	區別	**溫度不同**
露		**水滴**	地表(＞0℃)		

二、大氣的運動

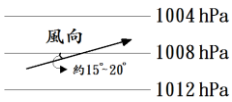
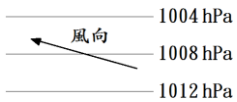
1. 氣壓：

定義	單位面積上空氣柱的重量（**空氣重量產生的壓力**）
單位	百帕(hPa)，一大氣壓＝1013 百帕（1atm＝1013hPa）
等壓線	將**氣壓值相同的點連接起來所得的封閉曲線**
其他說明	
①**高壓中心**或**低壓中心**是**和周圍地區氣壓的相對比較** ②**氣壓大小：地面＞高山＞高空**	

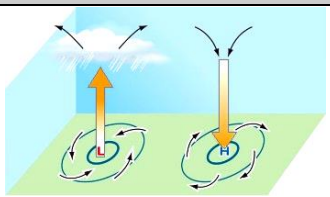
2. 風：

定義	風是指**空氣的水平流動**(空氣垂直流動稱為對流)
流向	相對**高氣壓(或溫度低、密度大)** → 相對**低氣壓(或溫度高、密度小)**
風向	①風向指的是**風的來向** ②**風標箭頭所指的方向即為風向**，如風標指向東北方，即吹東北風
風速	**氣壓差越大**或**等壓線越密集，風速越快**

風的偏向

成因	①**科氏力**(地球自轉) ②**地表摩擦力**	偏向	**北半球向右**	**南半球向左**
		圖示		

『北半球』的高、低氣壓比較

氣壓		高氣壓(H)	低氣壓(L)	圖示
性質	氣流方向	**順時針向外流出**	**逆時針向內流入**	
	中心氣流	**下沉**	**上升**	
	天氣現象	**晴朗**	**陰雨**	

三、氣團、鋒面與天氣預報

1. 氣團：

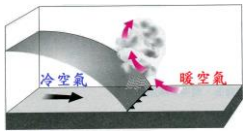
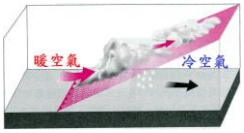
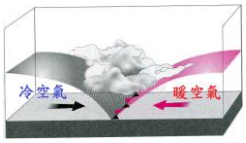
(1)氣團：

定義	空氣停留在相同廣大平坦區域，造成**溫度、濕度與密度等性質相近成為「氣團」**				
性質	**氣團為高氣壓**(**無論冷、暖氣團**皆然)，**易受當地環境影響**，具備當地環境特性				
種類	分類	依發源地區分		依溫度區分	
		大陸氣團	海洋氣團	冷氣團	暖氣團
	說明	空氣乾燥	空氣潮濕	**生成於高緯度**	**生成於低緯度**

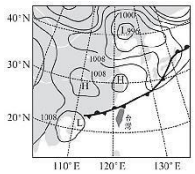
(2)影響台灣的氣團：

氣團源地	**蒙古、西伯利亞**	**太平洋**
氣團種類	**大陸冷氣團**	**海洋暖氣團**
性質	**溫度低、乾燥、密度大**	**溫度高、潮濕、密度小**
影響季節	**冬季(陽光能量較弱，勢力變大)**	**夏季(陽光能量較強，勢力變大)**
季風風向	**東北風(全台)**	**東南風(台灣東部)** **西南風(台灣西部)**
對台影響	強烈冷氣團南下，使各地氣溫驟降，稱為**寒流(寒潮)**	經常為晴朗、炎熱、相對溼度大的天氣，部分地區易產生**雷陣雨**

2. **鋒面**：鋒面為**性質不同氣團的交界面**。

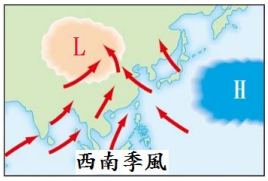
鋒面類型	冷鋒	暖鋒	滯留鋒
表示符號	▼▼▼▼▼ ⇩	●●●●● ⇧	▼●▼●▼
氣團勢力	**冷氣團＞暖氣團**	**冷氣團＜暖氣團**	**冷氣團＝暖氣團**
降雨情形	**鋒後降雨**	**鋒前降雨**	**鋒面附近降雨**
影響季節	**冬季**	**台灣地區沒有**	**春末夏初**
鋒後天氣	①**氣溫降低、風速增強、風向改變** ②雲區出現**陣雨**或**雷雨**	①**氣溫上升、風速增強、風向改變** ②廣闊雲區，**連續降雨**	①**鋒面滯留，連日降雨** ②大片雲系 ③**梅雨**成因
圖示			

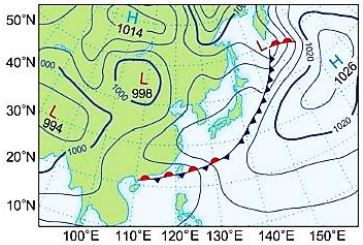
3. 天氣預報：

工具	地面天氣圖		衛星雲圖	
取得	各地**氣象站觀測**		**氣象衛星**觀測	
提供資訊	①**大氣狀態** ②**等壓線**分布 ③**高、低氣壓**位置 ④**鋒面**資訊 ⑤**天氣預測依據**	圖示 	①雲系的濃密度及分布 ②鋒面、颱風的生成與移動	
			可見光雲圖(白天)	**紅外線雲圖(全日)**
			③**雲層厚度**及分布	④**雲頂高度**及分布

四、台灣的天氣系統

1. 季風、梅雨、颱風：

天氣	說明					
季風	主要因為**海陸的比熱不同**，造成會隨著**冬、夏季節不同而改變風向**的季風					
	季節	季風	區域	溫度	濕度	特色
	夏季	**西南**季風	全島	高	**潮濕**	**對流旺盛**，常有**午後雷陣雨**
	冬季	**東北**季風	北部	較低	**潮濕**	北部、東北部及東部**迎風面多雨**
			南部	較高	**乾燥**	**中央山脈阻擋，水氣無法抵達**
	圖示	 夏季		冬季		

梅雨	春末、夏初(5、6 月間)的連續降雨，稱為梅雨		
	成因	滯留鋒面	天氣圖示
	特色	①持續性降雨、挾帶雷陣雨 ②降雨量僅次於颱風時期(全年$\frac{1}{4}$) ③滯留鋒到時，全台皆有降雨機會，但並非每一滯留鋒皆會造成降雨	
	影響	降雨太少可能導致乾旱，降雨太多可能豪雨成災	

颱風	成因		生成條件
	熱帶海洋低氣壓風速增快成為颱風		①足夠的水氣與熱量 ②科氏力夠大(緯度 5°～25°)
	侵襲台灣的颱風發源地		形成時間
	北太平洋西南海域及南海海域		7～9 月(夏、秋雨季)
	結構	熱帶低壓	氣流為逆時針向內旋，使外圍雲層呈圓形漩渦狀
		颱風眼	位於颱風中心，氣壓最低卻有下沉氣流，晴朗天氣
		眼牆	颱風眼周圍，風雨最強，越遠離颱風眼風雨越弱
	移動路徑	沿太平洋邊緣向北移動，進入台灣海峽後常引進西南氣流(降下豪雨)	
	消滅因素	①登陸(水氣減少、地面摩擦) ②移向高緯度(水氣熱能不足)	
	對台影響	①主要水資源補充來源，但也易造成洪水、土石流等災情 ②迎風面雨勢大，背風面常出現焚風現象	

2. 台灣的雨量分布：

	來源			影響
北部	①梅雨 ②颱風 ③東北季風			無明顯乾季、雨季之分，較不易缺水
南部	①梅雨 ②颱風	說明	中央山脈阻隔了東北季風的水氣	夏季為雨季，冬季為乾季，若梅雨和颱風帶來雨水太少，冬季可能有乾旱

主題五 宇宙與日月地相對運動

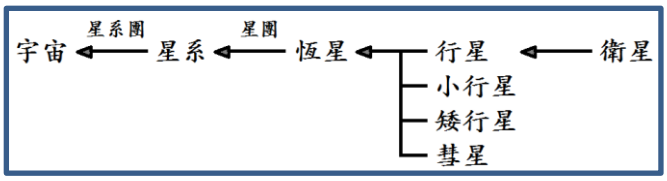
一、認識宇宙

1. 宇宙的歷史與結構：

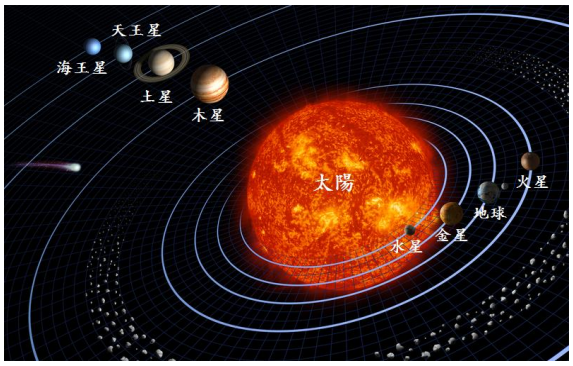
(1)宇宙的歷史：

目前可觀測到宇宙最遠的星系，距離地球有 130 多億光年，故宇宙年齡至少在 130 億年以上，科學家們推論**約在一百多億年前(超過 130 億年前)**，有一個**溫度極高、密度極大、體積極小**的原始火球經由「**大霹靂**」爆炸後，逐漸膨脹與演化成今日宇宙，並且仍**持續膨脹**中。

(2)宇宙的結構：



2. 太陽系：

形成	約 **46 億年前**，由宇宙的氣體、塵埃聚集，形成**會進行核融合反應**而發光發熱的**太陽**；太陽誕生的**同時**，**太陽風**將其周圍氣體、塵埃向外吹送，使**較重的物質分布在靠近太陽的內側**，**較輕的物質則分布在外側**，這些顆粒塵埃互相吸附，形成太陽系的行星		
成員	太陽系成員除太陽外，另外包括繞行太陽運轉的八大行星、小行星、衛星、彗星等天體，這些天體不能自行發光，我們看得到是因為它們反射太陽光的緣故		
八大行星	太陽系八大行星依照**與太陽的距離由近而遠**分別是： 水星 → 金星 → 地球 → 火星 → 木星 → 土星 → 天王星 → 海王星		
	依組成分類	成員	說明
	類地行星	**水星、金星** **地球、火星**	位於**太陽系內圈**，**體積小**、**密度大**，組成以**岩石和金屬**為主，性質與地球類似
	類木行星	**木星、土星** **天王星、海王星**	位於**太陽系外圈**，**體積大**、**密度小**，組成以**氣體和冰**為主，性質與木星類似
圖示		①公轉： **所有行星的公轉都是以逆時針方向運行**，除了水星外，其餘行星公轉軌道都很接近圓形 ②自轉： **太陽**與**大部分行星都以逆時針方向自轉(北極看)**，而**金星**和**天王星**則是**順時針方向**運行	

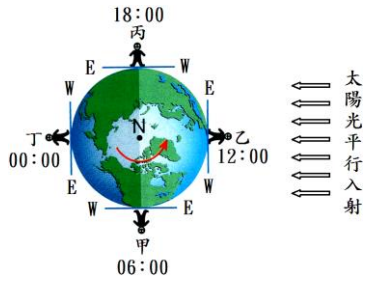
3. 地球的演變：

演變歷程		說明
先	**46 億年前，地球誕生**	誕生**初期**，**氫、氦為大氣主要氣體**，但因質輕易逸散至太空
↓	**隕石撞擊地表，形成岩漿海**	萬有引力作用，**隕石撞擊地表形成岩漿海**，**鐵、鎳**等較重物質**沉入地球內部形成地核**，較輕的**岩石上浮形成地函和地殼**
	地表冷卻，水氣凝結成雲並降雨	地表冷卻、地球縮小，岩漿散出之**水氣、氮氣、二氧化碳**等**成為主要大氣氣體**；地表溫度續降，水氣凝結成雲並**降下大雨**
後	**海洋形成**	**液態水在低窪處形成海洋**，**二氧化碳大量溶入海水**，**氮氣成為大氣主要氣體**，待演化出**大量藻類**，**行光合作用**，**形成以氮、氧為主的大氣**，之後由**紫外線將氧氣轉換成臭氧**，逐漸**形成臭氧層**

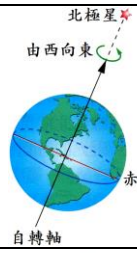
二、日月地的相對運動

1. 地球的晝夜與四季：

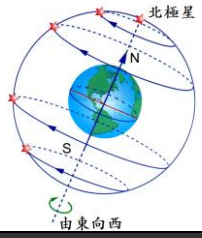
晝夜交替	地球**自轉**所致	四季變化	地球**公轉**，且**自轉軸傾斜**(非垂直)於黃道面所致

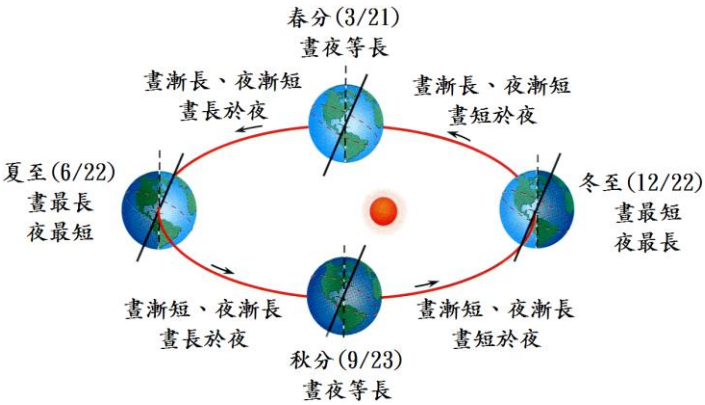


自轉方向
由北極上方觀察為逆時針轉(西向東)



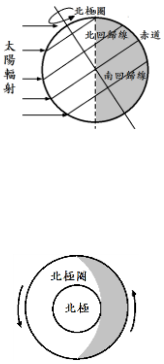
天體觀測
東升西落

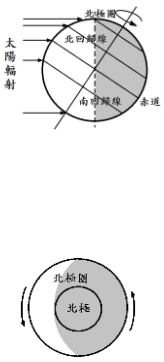


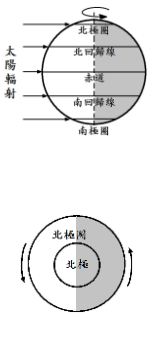


北半球四季中晝夜的長短

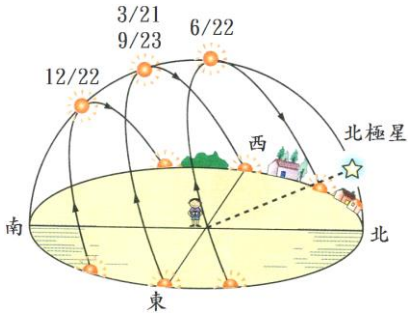
夏至	冬至	春、秋分
晝最長 夜最短 北極圈永晝	晝最短 夜最長 北極圈永夜	全球各地 晝夜等長





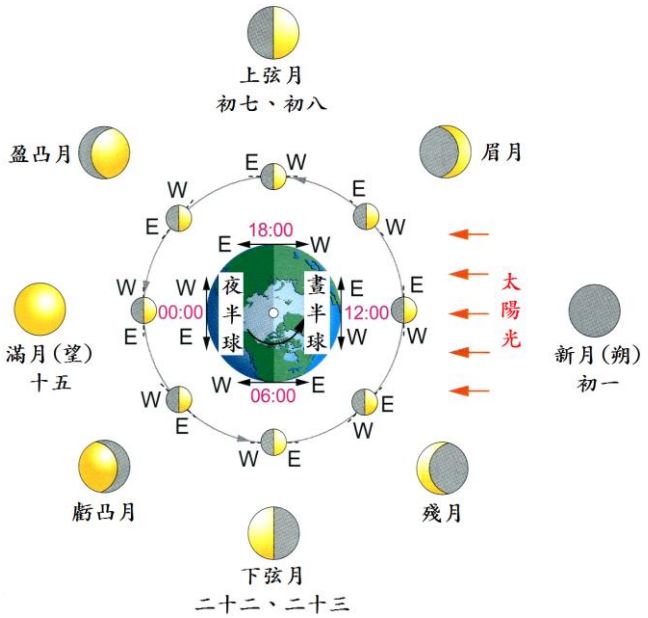


台灣四季的太陽仰角與方位

節氣	春分	夏至	秋分	冬至
日期	3/21	6/22	9/23	12/22
日出	正東	東偏北	正東	東偏南
正午	天頂偏南 23.5°	正天頂	天頂偏南 23.5°	天頂偏南 47°
照射角度	以 66.5° 仰角入射	以 90° 直射地面	以 66.5° 仰角入射	以 43° 仰角入射
日落	正西方	西偏北	正西方	西偏南
圖示				

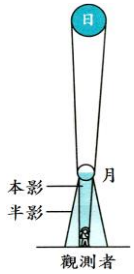
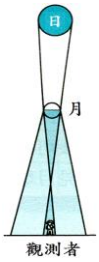
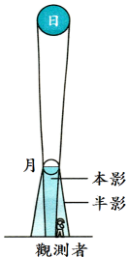
2. 月相週期：

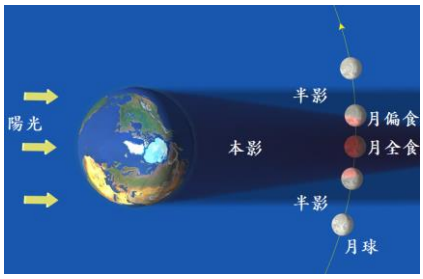
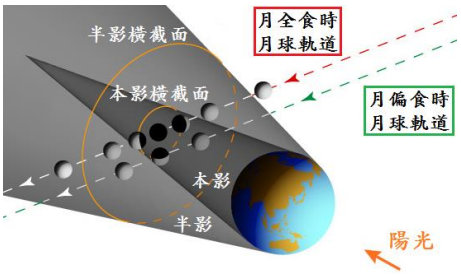
		新月(朔)	上弦月	滿月(望)	下弦月
月相					
農曆		初一	初七、初八	十五	廿二、廿三
時刻	月出	06：00	12：00	18：00	00：00
	中天	12：00	18：00	00：00	06：00
	月沒	18：00	00：00	06：00	12：00
地表觀測		全暗	西亮東暗	全亮	東亮西暗
圖示					

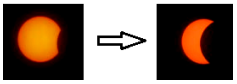
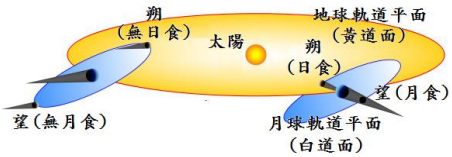


3. 日食與月食：

日食			
類型	日全食	日環食	日偏食
食相			
成因	日食發生時，**月球正在近地點上**，此時**月球視直徑會大於或等於太陽視直徑**	日食發生時，**月球位於遠地點上**，此時**月球視直徑會小於太陽視直徑**	觀測者位於半影區內
現象	**本影區內**觀測者只能看見太陽最外圍的**日冕層**	**本影區再延伸的本影區**內觀測者，可見**環狀太陽**	**半影區**內的觀測者可看見**部分的太陽**

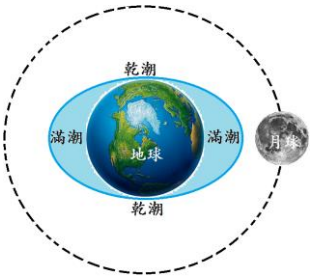
圖示			

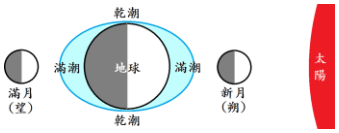
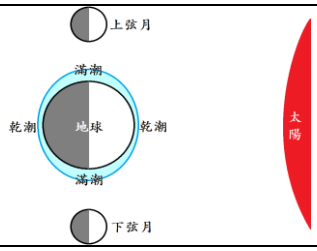
月食			
類型	月全食	月偏食	半影月食
成因	月球**全部進入地球本影區**	月球**部分進入地球本影區**	月球**只從地球半影區通過**
現象	**陽光經地球大氣的折射、散射到達月球表面**，使觀測者**可見到暗紅色的滿月**	觀測者可看見部分月面	觀測者**無法僅憑肉眼看出**半影月食，需藉由望遠鏡或攝影觀測
圖示	 		

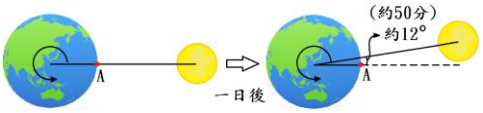
日食與月食的比較				
	發生時間	時段	**相對位置**	食相先後(**圖為在北半球向南觀測**)
日食	**朔(初一)白天**	較短	**月在日、地之間**	依月球公轉方向，**從太陽西方先食缺** 
月食	**望(十五)晚上**	較長	**地在日、月之間**	依月球公轉方向，**從月球東方先食缺**
備註	**白道面與黃道面並無重合(存約 5°夾角)，故並非每次朔、望月時都會發生日、月食**			

4. 潮汐現象：

認識潮汐	潮汐為**海水受到月球與太陽引力的作用**，產生**週期性漲退升降的流動現象**		
滿潮(高潮)	海水漲到最高(水位為滿潮線)	乾潮(低潮)	海水退到最低(水位為乾潮線)
潮差	滿潮線與乾潮線的水位高度差	潮間帶	潮差導致陸地露出的部分
漲朝	海水由乾潮線升至滿潮線過程	退潮	海水由滿潮線降至乾潮線過程

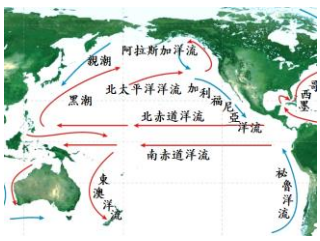
	說明	圖示
成因分析	由於**月球或太陽引力的作用(月球引力約為太陽引力的 2 倍)**，在地球與天體連線的近端引力最大，海水高漲，而遠端引力最小、離心力較大，把海水甩出，也使海水高漲；另外，垂直於地球與天體連線方向的海水水位則最低	

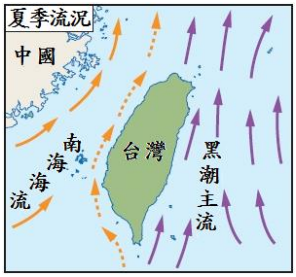
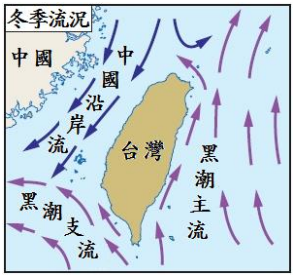
大潮與小潮		大潮	小潮
	時間	農曆初一或十五	農曆初七或廿二
	月相	**新月(朔)或滿月(望)**	**上弦月或下弦月**
	引潮力分析	**日、月引潮力加成**，合力最大	**日、月引潮力減消**，合力最小
			
	潮水位	**潮差最大(滿潮最高、乾潮最低)**	**潮差最小(滿潮最低 、乾潮最高)**

潮汐週期	①**每日約有 2 次滿潮、2 次乾潮** ②**月球公轉影響，每日約晚 50 分升起**，故每日**潮汐週期約延遲 50 分**	
其他說明	①**觀察潮間帶生物**時機在**近乾潮之前(水位最低)**，開始漲潮後較不適合 ②**漲潮**時因為潮間帶食物豐富，會吸引魚群覓食，為**適合釣魚**的時機 ③**滿潮前後**，因海水為最高，**適合吃水深的船舶出入港口**(可避免擱淺)	

主題六 全球變遷

一、洋流系統

洋流(海流)			
定義	**洋流(海流)是指海水的流動**		
成因	大量**海水受風吹而流動**		
分類	**暖流**	由**低緯度流向高緯度**的洋流，水溫比周圍海域高	
	寒流	由**高緯度流向低緯度**的洋流，水溫比周圍海域低	
說明	洋流系統可**調節地球能量分布**，**影響當地氣候、生物遷徙**以及**海洋污染的擴散**		

台灣附近的洋流(海流)		
季節	夏季	冬季
季風	**西南季風**(西部)、**東南季風**(東部)	**東北季風**
洋流 (海流)	**東側(暖流)：黑潮** **西側(暖流)：南海海流、黑潮支流**	**東側(暖流)：黑潮** **西側(寒流)：中國沿岸流**
相關說明	①受西南季風影響帶來的黑潮與南海海流，因為水溫高，造成台灣**沿海地區濕度大、溫度高** ②台灣**夏季時**，四周均為暖流，故**南北部溫差小**	①**東北季風使中國沿岸流流入台灣海峽** ②冬季北部受中國沿岸流影響，而恆春仍受黑潮支流影響，故**冬季時南北溫差大** ③**冬季黑潮支流流至澎湖附近與中國沿岸流會合轉向**；**烏魚**喜好 20℃～22℃的海域，故每年**冬至前後十天左右**，順中國沿岸流南下，**至澎湖附近海域產卵**
圖示		

二、聖嬰現象

1. 聖嬰現象：

①南美祕魯一帶到了每年**聖誕節前後**，海上**東風減弱**，**海底湧升流也變弱**，使海水中**營養鹽減少、水溫上升**，導致**浮游生物減少、漁獲量跟著下降**，**影響可達 2 至 3 個月**，稱為「**聖嬰現象**」。

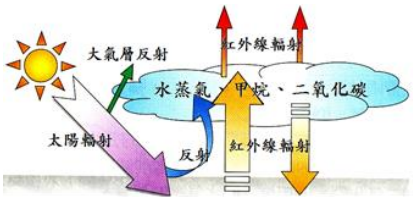
②科學家們發現**每隔 2～7 年**，東太平洋**海水升溫會特別顯著**，足以影響全球氣候，將該年度稱為「**聖嬰年**」。

2. 正常年與聖嬰年比較：

	正常年	聖嬰年
海水表面溫度	**太平洋西側較聖嬰年高**	**太平洋東側較正常年高**
氣壓	東側高	西側高
風向	**東風**	**東風減弱，有時轉為西風**
洋流	向西流	向東流
海水高度	西側較高	東側較高
氣候	**東太平洋乾燥少雨** **西太平洋潮濕多雨**	**東太平洋潮濕多雨** **西太平洋乾燥少雨**

三、溫室效應與臭氧層破洞

1. 溫室效應：

溫室效應	①當**地表**吸收了太陽輻射的能量之後，會再**以紅外線**形式向外**輻射能量** ②**水氣(主要)、二氧化碳、甲烷**等**溫室氣體**，會**吸收地表紅外線輻射**，將這些能量留在地表，使地球的平均溫度上升，稱為「**溫室效應**」	圖示 
影響	①全球暖化，冰川融化，**海平面上升，淹沒低窪陸地** ②蒸發旺盛、**水循環加速，異常極端天氣易造成風災、水災、乾旱** ③部分**生物向高緯度或高海拔遷徙**	
補救措施	①國際簽訂「**京都議定書**」，**限制溫室氣體排放，特別是二氧化碳** ②多植樹、少砍樹，並減少使用化石燃料及食用肉類製品	

2. 臭氧層破洞：

臭氧層破洞	臭氧層位於距地表高度 20～30 公里的平流層內，近年臭氧層的臭氧含量逐漸下降，尤其在**每年十月的南半球**(冬季轉春季，永夜期結束時)，**南極上空的臭氧含量特別稀少，稱「臭氧洞」**
主因	人類使用的**冷媒、噴霧劑、電子元件清潔劑等含有氟氯碳化物(CFCs)**，性質安定、不易分解，當飄升至平流層時，受**紫外線照射會分解出氯原子，氯原子會和臭氧反應使臭氧分解而減少，平均一個氯原子約可造成 10 萬個臭氧分子的分解**，因此氟氯碳化物被認為臭氧層破洞的元凶
影響	少了臭氧層的遮蔽效應，過強的紫外線易對地表生物造成致死的病變
補救措施	國際簽訂「**蒙特婁議定書**」，自 1996 年起**全面禁用氟氯碳化物(CFCs)**