

第一章 生命世界的奧秘

1.地球形成的歷程：

(1) 太空中的【小岩塊】撞擊 → (2) 形成【岩漿海】 → (3) 冷卻形成【固態】的地表 → (4) 濃厚的【雲層】與【暴雨】 → (5) 匯聚成【海洋】及【陸地】。

2.地球大氣的演變：

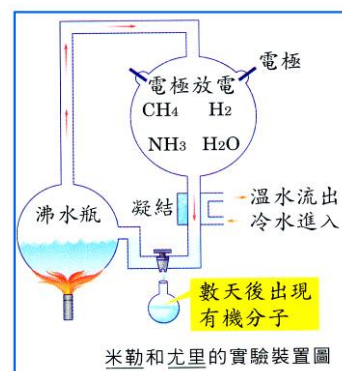
階段	主要成分	備註
原始大氣	主要為【氫氣】、【氦氣】、【氨氣】、【甲烷】、硫化氫等較輕的氣體。	在【地球引力】不足的情況下，較輕的氣體容易散逸至太空中。
早期大氣	主要為【水蒸氣】、【二氧化碳】、【氫氣】。	地表【火山】活動噴發。
現今大氣	主要為【氮氣】、【氧氣】。	具有【葉綠素】的生物出現，使得大氣中的【氧氣】含量增加。

3.地球大氣層的功能：

- 甲、調節【氣候】，維持地表的溫度。
- 乙、提供生物【呼吸】及綠色植物行【光合】作用所需的氣體。
- 丙、臭氧層能減少【紫外線】對地球生物的過度照射。
- 丁、阻擋來自太空的碎粒直接撞擊地球，可以保護地球避免受到【隕石】的撞擊。

4.米勒實驗——生命起源的探討：

- 甲、1953年，科學家【米勒】和【尤里】經由電極放電，模擬地球最初形成時期，太陽【輻射線】和【閃電】，在強大能量作用下，將原始大氣成功地合成一些能構成生命的基本物質。
- 乙、科學家推論：這些簡單的有機物質溶於高溫的【海水】中，經由聚積作用，合成較複雜的聚合物。
- 丙、地球上第一個生命，應該是在『海洋』中形成的。



5.生物的生命現象：

生命現象	定義	實例
營養 (代謝)	生物體內各種化學反應，通稱為代謝。 包含【同化】作用與【異化】作用。 物質的【合成】稱為同化作用。 物質的【分解】稱為異化作用。	合成：數百個【葡萄糖】合成一個蛋白質。 分解：葡萄糖在【粒線體】內分解產生能量。
生長	個體的長大或是體積的增加。 指細胞【數目】增加，而非細胞變大。	受精卵發育成為新個體。 人體身高、體重的增加。
運動	個體位置的移動，即稱為運動。 【植物】沒有明顯的運動。	動物的追逐、奔跑、遷移。
感應	生物對環境的改變所產生的反應， 稱為感應。	植物莖的向光性、根的向地性。 動物的趨光性、神經的反射。
生殖	生物個體數目增加，需經過生殖作用。 包含；【有性】生殖及【無性】生殖。	無性生殖：秋海棠葉的落地生根、萬年青的扦插繁殖。 有性生殖：透過精卵結合，即為有性生殖。

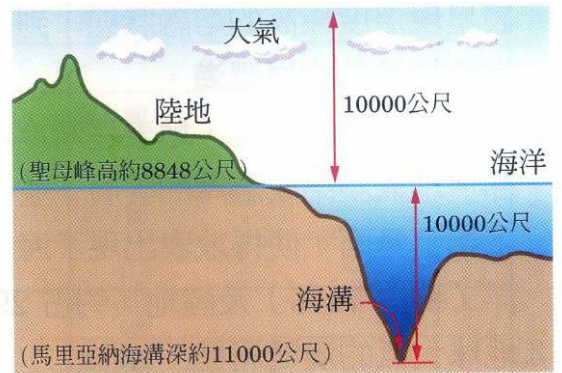
6. 生物賴以依存的四大要素：

生命要素	重要性及影響
陽光	<p>【太陽】是地球上熱量的來源。</p> <p>太陽使地球表面溫暖、明亮、適合動物生活。</p> <p>太陽提供綠色植物行【光合】作用所需的能量。</p> <p>【深海】魚類雖然生活在沒有陽光的環境，但是食物來源，仍是來自於陽光的能量。</p> <p>有些生物生活在海底火山附近，是以來自於地球內部湧出的物質維生。</p>
空氣	<p>氧氣：提供動物和植物的【呼吸】作用，產生能量。</p> <p>二氧化碳：提供綠色植物(生產者)行【光合】作用，製造養分。</p> <p>氮氣：含量最多且穩定為組成生物體的重要元素之一； 生物體無法直接利用；但是經由【閃電】及某些微生物(如：【根瘤菌】)產生【固氮】作用，將氮氣轉變為氮肥， 經由植物的【根】部吸收。</p>
水	<p>水佔生物體內成份的【70】%。</p> <p>生物體內行【消化】、【排泄】、或【光合】作用等代謝作用必需的物質。</p> <p>水可藉著【溶解】及【擴散】的功能，生物體內養分及廢物的運送及吸收。</p>
養分	<p>【醣類】、【蛋白質】、【脂質】等供應熱量，提供生物維持生命的基本物質。</p> <p>礦物質、維生素、水能調節細胞的【生理】機能及【代謝】作用。</p>

7. 生物圈的範圍及限制：

甲、生物圈的範圍：

- (1) 大約包含海平面上下各約【10000】公尺。
- (2) 包含：低層【大氣】、水域、部分【地殼】表面。
- (3) 雖然生物圈範圍廣大，但是大部分生物喜歡生活在【溫暖】有【水】的環境。
- (4) 生物圈的範圍約【10】公里，地球半徑約【6000】公里；生物圈的範圍約佔地球半徑的【 $\frac{1}{300}$ 】。

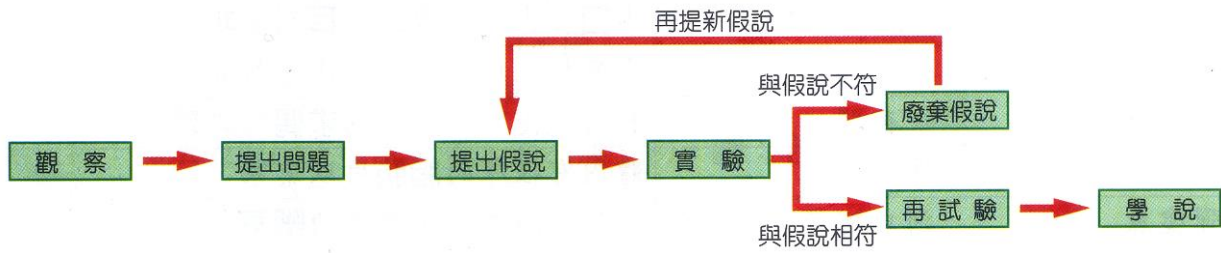


- (5) 如果地球比喻成蘋果，則生物圈的範圍相當於是蘋果的【果皮】。

乙、生物圈的限制：

- (1) 高山上因【氣壓】低、【氣溫】低、【空氣】稀薄，限制生物生存的條件，但是 7000 公尺以上的高空，依然有鳥類的飛翔；10000 公尺的高空上，依然有【細菌】的存在。
- (2) 海平面【200 公尺】以下的深處因缺乏【陽光】，無法使綠色植物行【光合】作用。
- (3) 10,000 公尺深的海溝，因【壓力】大，【溫度】低，僅能容許特定的生物生存。
- (4) 台灣平地能見到生長於溫暖氣候的【闊葉】植物；高山地區多為適合寒冷氣候的【針葉】植物；再往高處，便只有抗【強風】及耐【低溫】的矮樹叢(【灌木】)和草原。
- (5) 【熱帶雨林】中有蟒蛇、紅毛猩猩、巨嘴鳥；非洲【草原】有獅子、羚羊；【極地】有企鵝、北極熊。
- (6) 海洋、河流及河口棲息的生物也不同，生活在海洋中的生物，大部分不能適應河川或湖泊的環境，河口沼澤地區的招潮蟹也較少出現在淡水湖泊中。

8.科學方法的步驟：



- (1) 【觀察】→提出問題→參考文獻資料→提出【假說】→進行【實驗】→分析實驗結果→提出結論。
- (2) 科學方法的第一個步驟是【觀察】。
- (3) 科學方法最重要的步驟是設計可行的【實驗】。
- (4) 完整的實驗結果需設計【實驗】組與【對照】組作為比較的依據。

第二章 細胞的發現與生物的組成

1. 細胞學說：

甲、細胞發現：

- (1) 科學家：英國科學家【虎克】。
- (2) 觀察對象：【軟木塞】薄片。
- (3) 觀察結果：許多蜂窩狀的小格子，稱之為【細胞】。
- (4) 觀察構造：【死】細胞的【細胞壁】。

乙、細胞學說的提出：

- (1) 科學家：【許旺】和【許來登】提出。
- (2) 定義：【細胞】是構成生物體的基本單位。
- (3) 重要內容：
 - (a) 所有生物都是由【細胞】所組成。
 - (b) 細胞是構成生物體【構造】及【機能】最基本單位。
 - (c) 細胞是由原本存在的細胞經由【細胞分裂】所產生。

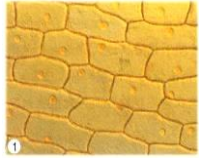
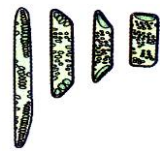
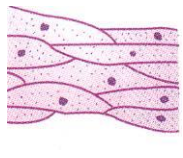


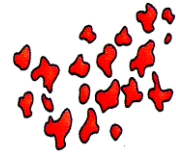
2. 細胞的構造：

構造		功能	動物	植物
原生質	細胞膜	1. 主要成分為脂質，其次為蛋白質及少量的醣類組成。 2. 包圍整個細胞，負責接受訊息。 3. 對於進出細胞的物質具有選擇性，維持細胞內外物質適當濃度的功能，又稱為『細胞的門戶』。	○	○
	細胞質	1. 位於細胞膜和細胞核之間的流動性膠狀物質。 2. 內部分散許多胞器，大多數的胞器有膜包圍，與外界隔離，以進行不同的化學反應。	○	○
	細胞核	1. 多成圓球狀，外有核膜包覆，內部含有遺傳物質 DNA，可以控制細胞的遺傳，以及部分的生理活動。 2. 又稱為細胞的『生命中樞』，若除去細胞核，細胞的代謝會逐漸衰退，終至死亡。	○	○
細胞壁		1. 位於植物細胞細胞膜的外側，由纖維素組成，為動植物判斷的依據。 2. 具有支持、保護的功能，使細胞維持固定的形狀，但無法控制物質的進出。	×	○
葉綠體		1. 為藻類及植物的綠色細胞所特有。 2. 位於細胞質中，內含葉綠素與酵素，能行光合作用，吸收太陽能，合成葡萄糖，並產生氧氣。 3. 植物葉片的表皮細胞、疏導組織、根部細胞不含葉綠體。	×	○
粒線體		1. 位於細胞質內，能進行呼吸作用，分解養分，產生能量，以提供細胞活動所需。 2. 又稱為『細胞的發電廠』。	○	○
液泡		1. 位於細胞質中，含有大量的水分，能儲存養分、廢物及色素，功能類似『細胞的儲藏室』。 2. 植物細胞的體積大、數量少而明顯；動物細胞的體積小，數量多且不明顯。	○	○

3.細胞的化學組成：

物質	特性			
水	<ol style="list-style-type: none"> 1.生物體內含量最多的物質，約佔 70%。 2.可以溶解大部分的物質，以利於體內的代謝及運輸。 3.比熱大，可以穩定身體的體溫。 			
醣類	<ol style="list-style-type: none"> 1.分為單醣、雙醣和'多醣類，又稱為碳水化合物，主要食物來源為五穀根莖類。 2.單醣：包含葡萄糖、果糖和半乳糖。 雙醣：包含蔗糖、麥芽糖、乳糖。 多醣：澱粉、纖維素、肝糖。 3.葡萄糖： 甲、可直接提供給細胞氧化，以獲得能量。 乙、植物可轉變成為澱粉；動物可轉變為肝糖，儲存在肝臟或是肌肉中。 丙、可透過不同的酵素，合成其他的養分。 4.纖維素： 甲、植物細胞壁的主要成分。 乙、人類的體內無法分解纖維素，但可促進腸胃的蠕動。 丙、草食性動物的體內在腸胃內含有可分解纖維素的共生細菌，能幫助草食性動物的消化吸收。 5.每公克的醣類可產生 4 大卡的熱量。 			
蛋白質	<ol style="list-style-type: none"> 1.為生物體內含量最多的有機物質。 2.由 C、H、O、N、S、P 等元素組成，組成不同的胺基酸，再合成功能不同的蛋白質。 3.為構成生物細胞的基本物質，酵素、抗體、激素、血紅蛋白...等皆由蛋白質構成。 4.可形成酵素，參與生物體內的代謝作用。 5.無法直接進入細胞，須分解成胺基酸，才能經細胞膜上的特殊蛋白質進入細胞。 6.每公克的蛋白質可產生 4 大卡的熱量。 			
脂質	<ol style="list-style-type: none"> 1.包含脂肪、油類、膽固醇、和臘；不溶於水，構成細胞膜及細胞內各種胞器的膜的主要成分。 2.能保護內臟器官及保溫。 3.每公克的脂質可產生 9 大卡的熱量。 			
核酸	<ol style="list-style-type: none"> 1.種類眾多，其中 DNA 為去氧核醣核酸，能構成遺傳物質(染色體)，具有基因，能控制生物性狀的表現。 2.核醣核酸是指 RNA，直接控制蛋白質的合成。 			
維生素	1.俗稱維他命，包含脂溶性維生素及水溶性維生素。			
	脂溶性	種類	功能	缺乏時症狀
		維生素 A	和視覺有關	乾眼症、夜盲症
	水溶性	維生素 D	和鈣的吸收有關加強骨骼生長	軟骨症
		維生素 B ₁	長期缺乏感到疲倦、神經炎；重則患腳氣病。	
		維生素 B ₂	缺乏會導致口腔潰爛、口角炎等	
		B ₆ 、B ₁₂ 、葉酸	和造血機能有關	貧血
菸鹼酸		安定神經的作用	神經機能障礙	
維生素 C	缺乏會導致皮下或牙齦出血，重則患壞血病。			
礦物質	種類	功能	缺乏時症狀	
	鈣和磷	構成牙齒和骨骼的主要成分	骨質疏鬆症	
	鐵	構成血紅素的主要成分	貧血	
	碘	甲狀腺素中的重要元素	甲狀腺腫大	

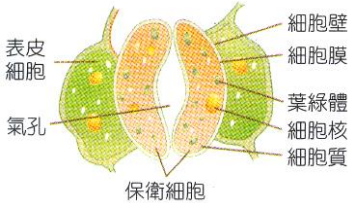

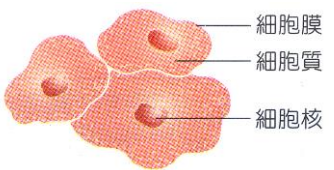
4.細胞的形態及功能

種類	洋蔥表皮細胞	木質部細胞	肌肉細胞	神經細胞	紅血球	血小板
圖形						
形態	排列緊密 扁平狀	管狀且中空	細長	有許多突起	雙凹原盤狀	不規則狀
功能	保護作用	輸送水份	運動	傳遞訊息	運輸氧氣	血液凝結

5.常見的細胞構造比較：

項目	細胞種類	細胞核	細胞質	細胞膜	細胞壁	葉綠體	粒線體	功能
動物	紅血球細胞	【×】	○	○	【×】	【×】	○	輸送氧氣
	口腔皮膜細胞	○	○	○	【×】	【×】	○	保護作用，較疏鬆
植物	表皮細胞	○	○	○	○	【×】	○	保護作用，較緊密
	保衛細胞	○	○	○	○	○	○	控制氣孔，製造養分


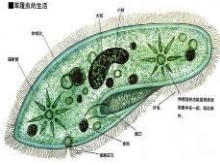
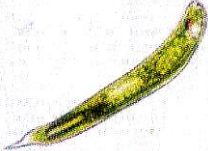

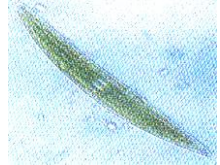
6.動植物細胞的比較：

細胞種類	圖示	細胞壁	葉綠體	形狀	功能
葉的表皮細胞		○	【×】	扁平不規則 較緊密	保護內部構造
葉的保衛細胞		○	○	半月形 兩兩成對	控制氣孔開閉
口腔皮膜細胞		【×】	【×】	扁平不規則 較疏鬆	保護內部構造

7.生物五大界的比較：

種類	原核生物界	原生生物界			菌物界	植物界	動物界
		原生藻	原生菌	原生動物			
細胞膜	○	○	○	○	○	○	
細胞質	○	○	○	○	○	○	
細胞核	【×】	○	○	○	○	○	
細胞壁	○	○	○	×	○	【×】	
葉綠體	【×】	○	【×】	【×】	【×】	○ (綠色細胞)	
粒線體	【×】	○	○	○	○	○	
液泡	【×】	○	○	○	○	○	

8. 單細胞生物：

	變形蟲	草履蟲	眼蟲	矽藻	新月藻
圖示					
運動構造	偽足	纖毛	鞭毛		
細胞壁	無	無	無	有	有
葉綠體	無	無	有	有	有

9. 單細胞與多細胞的區別：

項目	個體的細胞數目	單一細胞的獨立性	細胞間的分工合作	實例
單細胞生物	一個	獨立性【高】，每一個細胞都能獨立維持生命現象	【×】	矽藻、細菌、眼蟲
多細胞生物	兩個以上	獨立性【低】，每一個細胞無法獨立維持生命現象	【√】	珊瑚、海葵、水母、杜鵑...

種類	細胞數目	細胞分工	整體細胞功能	單一細胞功能	單一細胞獨立性	生命現象	種類
單細胞生物	一個	無	簡單	複雜	高	細胞即個體，進行各種生理活動	種類少 細菌、酵母菌、原生動物
多細胞生物	多個	有	複雜	簡單	低	不同細胞精細分工，進行各種生理機能	種類多 各種動物、植物

10. 多細胞生物的組成層次

層次	細胞	組織	器官	系統	個體
意義	不同的機能，需不同形狀的細胞	構造或功能相似的細胞形成組織	不同功能的組織，合成特定形狀的器官	功能相近似的器官，組合成系統	各個不同的系統組合成個體
動物	肌肉細胞 神經細胞 口腔皮膜細胞 紅血球 白煮蛋(雞蛋)	一片皮膚 肌肉、雞肉 牛肉、羊肉 骨骼、血液(結締組織)	血管 雞心 小腸胃、肝 胰島、甲狀腺 睪丸、卵巢	神經系統 消化系統 呼吸系統 內分泌系統 循環系統	五色鳥、 蚯蚓、海葵 水螅、渦蟲 長頸鹿、 螳螂、蝗蟲
植物	保衛細胞 葉肉細胞 表皮細胞	維管束 分生組織 表皮組織	蕃茄、柳丁(果實) 花生、葵花子 扶桑花	缺乏系統	水蘊草 萬年青 朱槿

11. 顯微鏡的功能比較

種類	成像特性	觀察方式	虛實	光源	視覺	倍率	觀察種類
複式顯微鏡	上下顛倒， 左右相反	【兩眼】同時張開 一眼觀察，一眼繪圖	倒立虛像	反光鏡	平面	較大	浮游生物、細胞核 血球、花粉、細胞
解剖顯微鏡	方向與實物 相同	兩眼同時觀察或解剖	正立實像	燈泡	立體	較小	胚珠、孢子囊堆 昆蟲觸角、臟器

12. 複式顯微鏡高倍鏡與低倍鏡

項目	鏡筒長度		視野		細胞		光線調節		細胞移動	調節輪
	目鏡	物鏡	範圍	亮度	大小	數目	光圈	反光鏡		
低倍鏡	長	短	大	亮	小	多	小	平面鏡	慢	先【粗調】，後【細調】
高倍鏡	短	長	小	暗	大	少	大	凹面鏡	快	只用【細調節輪】

13. 物質進出細胞的方式：

運輸物質	粒子	進出方式	消耗能量
氣體分子	氧氣、二氧化碳	藉由【擴散】作用進出細胞	無
水分子	水分子	藉由【滲透】作用進出細胞	無
小分子養分	葡萄糖、胺基酸、脂肪酸	透過細胞膜上【特殊蛋白質】所構成的通道	需要

物質	氧氣	二氧化碳	水分子	礦物質	葡萄糖	胺基酸	蛋白質	澱粉
直接通過細胞膜	○	○	【×】	【×】	【×】	【×】	【×】	【×】
藉由特殊構造通過細胞膜	【×】	【×】	○	○	○	○	【×】	【×】

14. 顯微鏡下觀察生物或無生物的方法：

項目	生物	無生物
依據	有規律且完整的輪廓 原生動物或小動物：有較明顯的活動 藻類或植物：有葉綠體及細胞壁	構造不規則 不會活動

15. 複式顯微鏡與解剖顯微鏡的觀察比較：

比較項目	玻片上寫 bp	物體在玻片的左下方，顯微鏡的成像位置	顯微鏡下看到生物向左下方移動，玻片應如何移動？
複式顯微鏡	dq	右上方	左下方
解剖顯微鏡	bp	左下方	右上方

16. 標本製作：

甲、動物標本製作：

滴亞甲藍液 → 以牙籤輕挑口腔皮膜細胞至載玻片，攤平 → 蓋上蓋玻片。

乙、植物標本製作：

滴水至載玻片 → 剝下薄層表皮細胞至載玻片，攤平 → 滴碘液，染細胞核 → 蓋上蓋玻片。

丙、低倍鏡換高倍鏡：

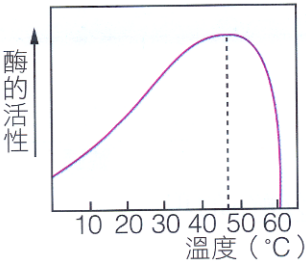
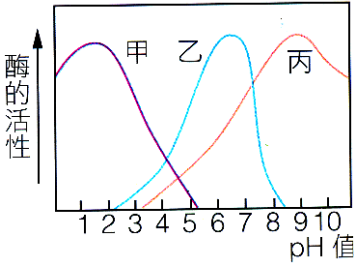
低倍鏡下將目標移至視野中央 → 旋轉旋轉盤，更換鏡頭 → 調整反光鏡至凹面鏡 → 調細調節輪，使影像清晰。

第三章 動植物養分獲得的方式

1. 養分的獲得與輸送：

比較	養分獲得	輸送方式
植物 (自營性)	由【葉綠體】進行【光合】作用合成【葡萄糖】，供植物維持生長與代謝。	綠色細胞的【葉綠體】行光合作用，合成養分，由【韌皮部】送至全身。 根部由土壤吸收得到的【水分】和【礦物質】，由【木質部】運送。
動物 (異營性)	以其他動、植物為食物，經由【消化】作用，分解成為小分子。	【循環】系統將養份帶至細胞，進行【呼吸】作用，產生能量。

2. 影響像素的活性因素：

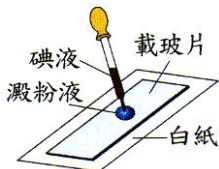

因素	溫度	酸鹼度(PH 值)
條件	每種酵素作用的溫度範圍不相同： 1. 作用範圍內，溫度隨溫度升高而活性增加 2. 作用範圍外： 甲、溫度過低：酵素停止活動。 乙、溫度過高：酵素破壞，失去活性。	每種酵素作用的不同酸鹼度下作用： 酸性環境：胃蛋白酶 中性環境：唾液澱粉酶 鹼性環境：胰液腸液中的酵素
圖示		

3. 人體消化道的酵素與環境比較：

酵素種類	環境溫度	酸鹼環境	分解物質
唾液中酵素	人體體溫(37°C)	中性(PH 約為 7)	澱粉
胃液中酵素	人體體溫(37°C)	酸性(PH < 3)	蛋白質
小腸中的酵素	人體體溫(37°C)	鹼性(PH > 8)	醣類、蛋白質、脂質

【註】：酵素必須同時在適當的溫度及酸鹼度下，才能發會最大的效果，缺少一個條件即無法進行。

4. 澱粉與葡萄糖的檢驗：

指示劑	檢驗物質	最初顏色	反應變化	是否加熱	裝置
碘液	澱粉	黃褐色	黃褐色 → 藍黑色	不需	
本氏液	葡萄糖	淡藍色	綠色 → 黃色 → 橙色 → 紅色 少量糖 中等 很多 非常多	需加熱	

5.葉片的構造：

構造	角質層	表皮	葉肉	葉脈	圖示
說明	由死掉的表皮細胞構成，主要成分為脂質。	分上表皮和下表皮。有氣孔，由保衛細胞控制	由葉肉組織構成，含葉綠體，能行光合作用。	葉片中的維管束 近上表皮為木質部，近下表皮為韌皮部。	<p>角質層 上表皮 木質部 韌皮部 葉脈 (維管束) 下表皮 保衛細胞 氣孔 柵狀組織 海綿組織</p>
功能	1.保護作用 2.防止水分散失 3.反射部分陽光。	1.保護葉肉組織。 2.防止水份散失。	行光合作用，製造養分的主要場所。	木質部輸送水分，韌皮部輸送養分。	

6.植物的光合作用：

	進行場所	能量來源	反應原料	生成物	照光	進行時間	影響因素	反應圖示	
光反應	葉綠體 (葉綠素)	陽光	水 (根部吸收)	氧氣 [氫] 能量	需要	白天	光強度	<p>太陽 水 二氧化碳 葉綠素 光反應 提供能量 酵素 暗反應 氧 葡萄糖 水</p>	
暗反應	葉綠體 (酵素)	光反應貯存的能量	二氧化碳 (氣孔進入)	葡萄糖 水	不需要	白天	溫度		
光反應反應式	水 → 【氧氣】 + 【氫】 + 能量								
暗反應反應式	二氧化碳 + 【氫】 → 【葡萄糖】 + 水								
全反應反應式	二氧化碳 + 水 $\xrightarrow[\text{葉綠體}]{\text{陽光}}$ 葡萄糖 + 氧 + 水								

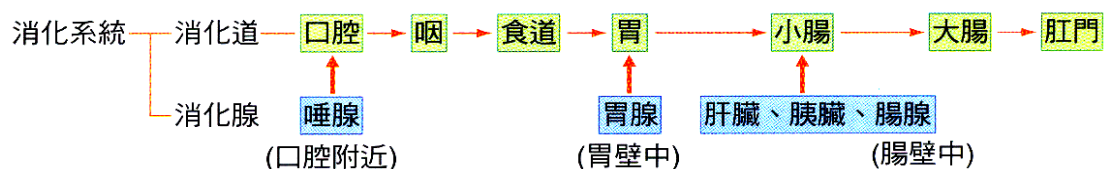
7.植物行光合作用與呼吸作用的比較：

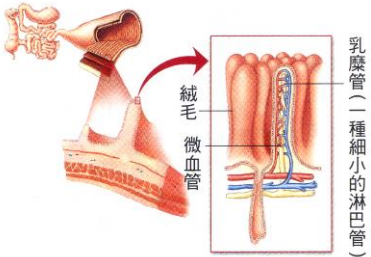
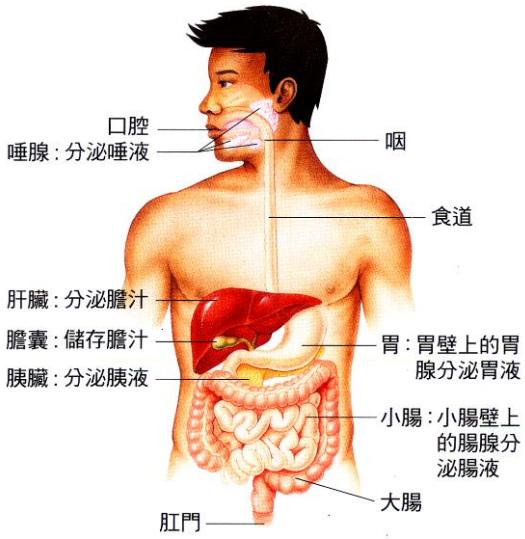
	進行時間	進行部位	能量變化	反應目的
光合作用	白天有光時	綠色細胞的【葉綠體】內	【吸收】太陽能	產生【葡萄糖】，貯存能量
呼吸作用	24小時持續	細胞中的【粒線體】	【釋放】能量	分解養分，產生所需能量

8.動物的攝食與消化構造：

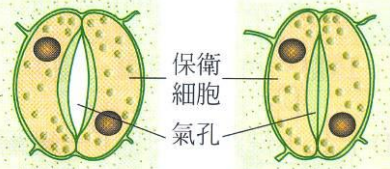
動物種類	攝食方式	消化構造
單細胞動物	直接由細胞攝入	細胞中的【食泡】
水螅、海葵	以【觸手】捕捉獵物	【囊狀】消化道 1個開口，不能消化的食物殘渣由開口排出。
蚯蚓		【管狀】消化道 有【口】和【肛門】兩個開口
鳥類	喙	【管狀】消化道 兩個胃：(1)【嗉囊】：儲存食物； (2)【砂囊】：磨碎消化食物
草食性動物		【管狀】消化道 為分隔4個腔室，吞嚥後儲存在前2個腔室，再反芻至口中咀嚼。

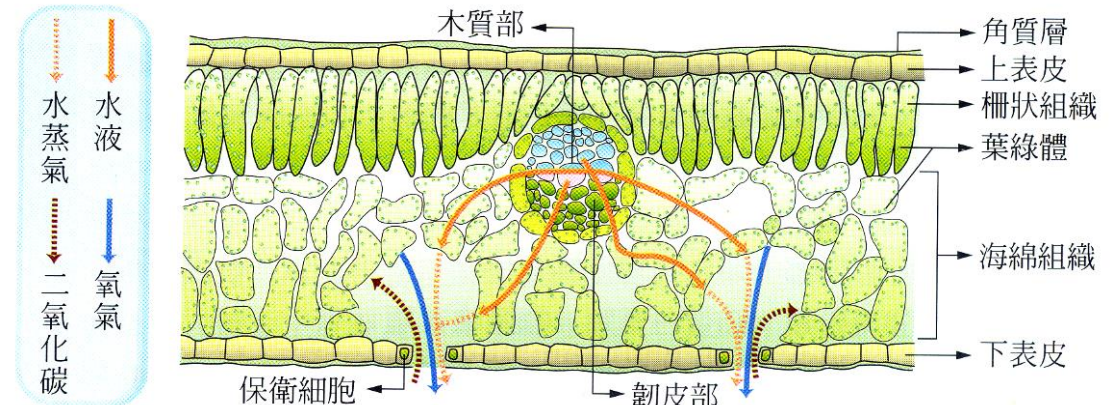
9.人體的消化系統：



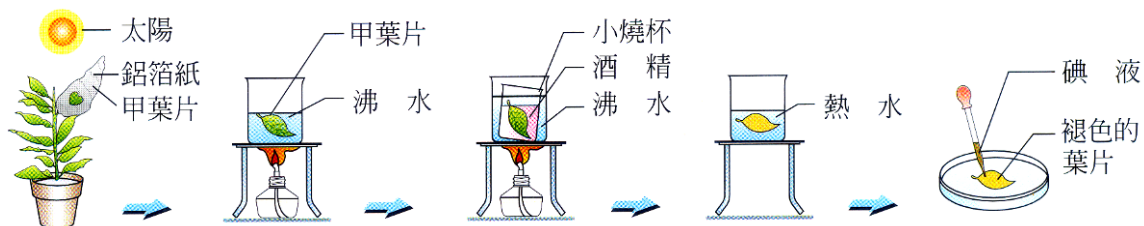
部位		消化管功能		消化腺	
口腔	牙齒	門齒	切斷食物	唾液腺	1. 分泌【 唾液 】，呈中性。 2. 含【 澱粉酶 】 3. 將【 澱粉 】初步分解為【 麥芽糖 】。
		犬齒	撕裂食物		
		臼齒	磨碎食物		
	舌	混合唾液和食物，方便吞嚥			
	咽	控制食物進入食道		無消化腺	
	食道	藉由蠕動將食物推進至胃		無消化腺	
	胃	1. 位於橫膈下方，呈囊狀。 2. 暫時儲存食物。 3. 食物在胃中消化成【 粥狀 】食糜。		胃腺	1. 分泌【 胃液 】，呈酸性。 2. 含【 鹽酸 】及【 胃蛋白酶 】。 3. 鹽酸 ：呈強酸性，能防止食物腐敗、消滅細菌，並幫助胃蛋白酶分解蛋白質。 4. 胃蛋白酶 ：將【 蛋白質 】分解成較小的分子。
小腸	小腸	1. 藉腸壁蠕動，混合食物及消化液，並能推進食物。 2. 食物在小腸前段消化成乳狀。 3. 小腸後段為吸收養分及水分的主要場所。 4. 內壁有絨毛，能增加吸收養分的面積。 5. 絨毛內有微血管及乳糜管。 甲、微血管：吸收水溶性的養分。 乙、乳糜管：吸收脂溶性的養分。		腸腺	1. 分泌腸液，呈鹼性。 2. 含多種酵素，能分解醣類成為葡萄糖，分解蛋白質成為胺基酸。
		 <p>乳糜管（一種細小的淋巴管）</p>			
					
	胰臟	1. 分泌胰液。 2. 由導管注入小腸內作用。		胰腺	1. 分泌胰液，呈【 弱鹼性 】。 2. 含多種酵素，能： 分解醣類成為【 葡萄糖 】， 分解蛋白質成為【 胺基酸 】， 分解脂質成為【 脂肪酸 】。
	肝臟	1. 分泌膽汁，儲存在膽囊。 2. 由導管注入小腸內作用。		肝臟	1. 分泌膽汁，呈鹼性，儲存在膽囊，不含酵素。 2. 中和胃酸，乳化脂質為脂肪球，能幫助脂質的分解。
	大腸	1. 無消化腺，只能吸收剩餘的【 水分 】。 2. 排遺 ：未消化的食物殘渣和【 水 】，及消化道中生活的【 細菌 】混合，形成【 糞便 】，由 肛門 排出。 3. 闌尾 ：大腸的起始端，稱為【 盲腸 】，位於右下腹，有個指狀的突起，食物掉入【 闌尾 】時，可能引發闌尾炎，俗稱【 盲腸炎 】。 4. 人體的消化道不能分解【 纖維素 】，但是纖維素能刺激腸道蠕動，能幫助排便。			


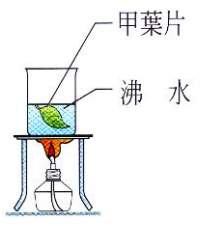

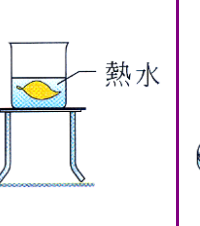
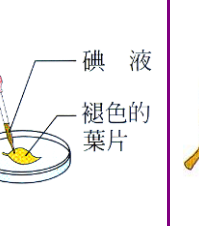
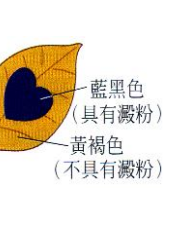
10. 植物的氣孔與保衛細胞：

 <p>行光合作用且水分充足時氣孔張開</p> <p>不行光合作用或水分缺少時氣孔關閉</p>	白天(氣孔張開)	晚上(氣孔關閉)
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 白天有光時，水分進入保衛細胞，體積膨脹時，氣孔張開。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 晚上不行光合作用時，水分流失，保衛細胞萎縮，氣孔關閉。
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 白天蒸散作用旺盛，但若空氣的溼度低，土壤缺水時，即使在白天，氣孔也會關閉。 2. 氣體(氧氣、二氧化碳)經由氣孔進出；水蒸氣只能由氣孔出去，無法由氣孔進入。 	



11. 影響光合作用的因素：



步驟	鋁箔包住甲葉片一星期	甲葉片浸入沸水中水煮加熱	以酒精隔水加熱	以熱水漂洗	滴碘液檢驗澱粉	檢驗結果
裝置						
目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 包覆的部份阻擋陽光。 2. 使包覆的部分不能合成葡萄糖。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 破壞細胞壁，軟化葉片。 2. 去除角質層。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 酒精能溶解葉綠素，葉片呈白色。 2. 隔水加熱避免危險。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 除去殘留的酒精及葉綠素。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 碘液原為黃褐色，遇澱粉成藍黑色反應。 2. 包覆的部份未照光，無法行光合作用，因此不能產生葡萄糖，合成澱粉。 	

12. 唾液分解澱粉的檢驗結果：

方法	澱粉液+水	澱粉液+新鮮唾液	澱粉液+唾液(煮沸)	澱粉液+唾液+鹽酸
熱本氏液	無反應	淡藍→綠→黃→橙→紅	無反應	無反應
原因	對照組	唾液分解澱粉產生【麥芽糖】	【高溫】破壞澱粉酶	【酸性】破壞澱粉酶

第四章 生物體內的物質運輸

1. 生物運輸物質的方式：

生物種類	運輸方式	實例
單細胞生物	1. 【擴散】作用 2. 【細胞質】流動：細胞內的物質隨著細胞質流動	草履蟲、變形蟲、眼蟲、細菌。
簡單的多細胞生物		水螅、海葵、昆布、渦蟲
複雜的多細胞生物	植物	藉由【擴散】作用運輸
		藉由【維管束】運輸
	動物	藉由【循環】系統運輸
		藉由【擴散】作用運輸
		藉由【維管束】運輸
		藉由【循環】系統運輸

2. 植物根與莖的比較：

植物種類	根系	特性
單子葉植物	鬚根系	(1) 與土壤接觸的面積大，有利於植物根部的吸收。 (2) 大量植物的鬚根附著在土壤表層，有保護土壤的功能。
雙子葉植物	軸根系	(1) 根部深入地下，增加植物的固著力，可讓地表的水深入地下儲存。 (2) 甘藷、蘿蔔的主根膨大成為塊狀，能儲存大量的養分。

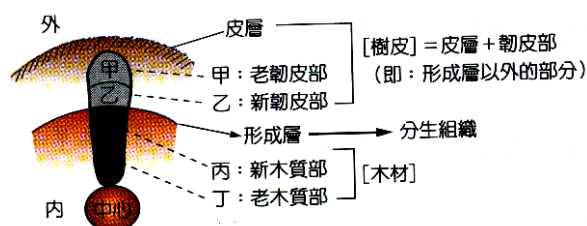
植物種類	莖部的特徵	種類
雙子葉植物	木本植物	莖部堅硬，能持續增高加粗，有明顯的樹幹
	草本植物	莖部柔弱，高度有限，無法逐年加粗
單子葉植物		台灣欒樹、榕樹、樟樹、鳳凰木 芹菜、南美鳶尾菊、彩葉草 水稻、玉米、水仙、百合、蔥

	節	葉、芽	光合作用	氣孔或皮孔	枝條
莖	有節與節間	可長葉子及芽	有光合作用	有氣孔或皮孔	由側芽長出枝條
根	沒有節與節間	不長葉子及芽	不行光合作用	沒有氣孔或皮孔	由周鞘細胞長出支根

3. 植物維管束的構造：

	部位	構造	功能	運輸方向	說明
韌皮部	外層	上下相連通的小細管	(1) 運輸養分 (供給處→需求處)	雙向運輸 (上下皆可)	葉片的葉脈→莖→根 根→莖→葉片
形成層	兩層之間	能不斷分裂的細胞	(1) 向外產生新的韌皮部 (2) 向內產生新的木質部	(1) 木本植物的莖，形成層以外的通稱為樹皮。 (2) 形成層以內累積的木質部，俗稱為木材。	
木質部	內層	上下相連通的小細管	(1) 運輸水分 (2) 運輸溶於水的物質 (礦物質、氧氣)	單向運輸 (由下至上)	根毛→根部(木質部)→莖部(木質部)→葉片(葉脈)

【註 1.】：樹木的構造，由外至內細分為：
樹皮 → 老的韌皮部 → 新的韌皮部 → 形成層
→ 新的木質部 → 老的木質部 → 木材 (材心)。



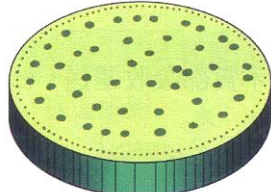
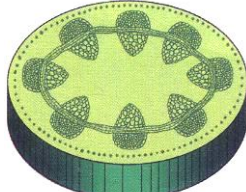
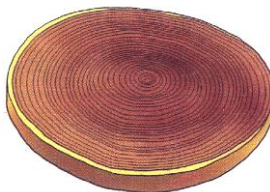
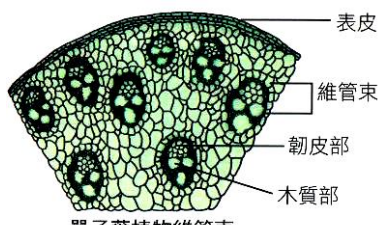
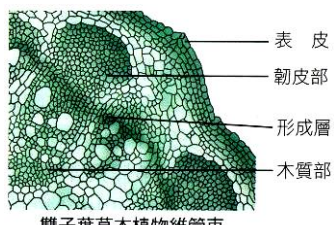
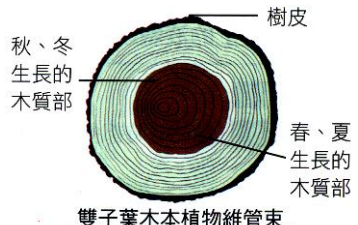
4. 雙子葉植物與單子葉植物的構造比較：

植物種類	子葉數目	花瓣數目	葉脈	根系	維管束	形成層
雙子葉植物	兩枚	4或5的倍數	網狀脈	軸根系	環狀排列	有
單子葉植物	一枚	3或其倍數	平行脈	鬚根系	散生排列	無

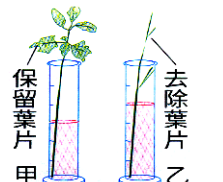
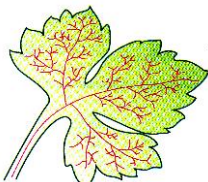
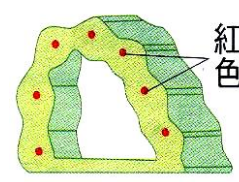
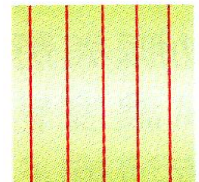
5. 多年生木本植物的年輪構造：

圖示	部位	顏色	季節	生長環境	細胞生長	細胞排列	細胞種類
	甲	較深	秋冬	雨量較少 氣溫較低	生長緩慢 細胞較小	緊密	均為木質部 老化的細胞
	乙	較淺	春夏	雨量較多 氣溫較高	生長快速 細胞較大	疏鬆	

6. 單子葉植物與雙子葉植物的維管束比較：

植物種類	單子葉植物		雙子葉草本植物	雙子葉木本植物
	一年生	多年生	一年生	多年生
排列	散生	散生	環狀	環狀
形成層	無	無	有(不明顯)	有(明顯)
年輪	無	無	無	有
種類	水稻、小麥 玉米、蔥、蒜	竹子 椰子	苜蓿、大理花、咸豐草 芹菜、蒲公英、含羞草	榕樹、朱槿、木棉 相思樹、台灣欒樹
圖示				
放大圖示	 <p>單子葉植物維管束</p>		 <p>雙子葉草本植物維管束</p>	 <p>雙子葉木本植物維管束</p>

7. 植物體內的水分運輸：

	水位變化	葉片	葉柄的橫切面	葉柄的縱切面	葉片背面
觀察結果	甲組液面較低	葉脈成紅色	出現紅點	出現紅色線條	(1) 以膠帶黏貼封住藍色氯化亞鈷試紙。 (2) 結果：試紙呈粉紅色。
					
意義	(1) 證明葉片是水分蒸散作用的主要場所。 (2) 呈紅色的是維管束的木質部，此部分組織能向上輸送水分。 (3) 表示有水分從葉片的背面散失。				

8. 植物水分上升的三個動力：

來源	部位	水分的運輸機制	圖示
根壓	根毛	(1) 土壤中的水分以【滲透】作用的方式進入【根毛】，對根部形成根壓。 (2) 土壤中水多—— <i>滲透作用</i> ——>根部細胞水少	<p>(1)水進入根部 (2)木質部中的水形成水柱 (3)水蒸氣自氣孔排出，形成拉力 (4)木質部中的水受拉力影響上升</p>
毛細現象	維管束	(1) 在木質部運輸時，水藉著內聚力與附著力，形成連續的毛細水柱。 (2) 若細管中有氣泡產生，會阻斷水分的運輸。	
蒸散作用	氣孔	(1) 水經由氣孔散失至大氣中的過程，約佔吸水量的90%以上，為水分上升的主要動力。 (2) 水由葉脈—— <i>形成</i> ——>水蒸氣—— <i>經由</i> ——>氣孔散失 蒸散作用的用途： (1) 幫助植物吸收水分 (2) 幫助植物散熱，調節體內溫度。	
圖示	<p>水 根毛細胞 表皮 根毛 水吸附於管壁 蒸散作用 水蒸氣 氣孔 保衛細胞</p>		

9. 蒸散作用與氣孔的開閉關係

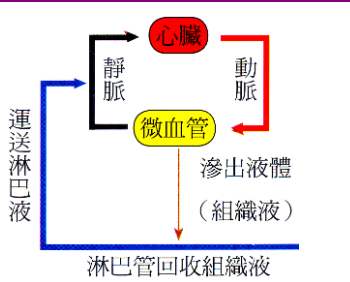
氣孔開放		項目	氣孔關閉	
<p>保衛細胞 水 細胞核 氣孔 葉綠體 水</p>	大多在白天	時間	大多在晚上或缺水時	<p>水 水 水</p>
	水分進入保衛細胞	水分的流向	水分離開保衛細胞	
	保衛細胞膨脹	保衛細胞狀態	保衛細胞萎縮	
	氣孔開放	氣孔狀態	氣孔關閉	
	蒸散作用旺盛	蒸散作用狀態	蒸散作用進行較少	

10. 動物體內的物質循環：

種類	圖示	說明	
開放式循環	<p>背血管 心臟 心孔 血腔</p>	路徑	<p>心臟 → 血管 → 流入 → 體腔、組織細胞間</p> <p>← 擠回</p>
		特性	<p>(1) 血管末端開放，無【微血管】的構造</p> <p>(2) 血液流出血管，血壓較低，循環慢，效率差。</p> <p>(3) 細胞直接與四周的【血液】進行物質交換</p> <p>(4) 實例：【節肢】動物、【軟體】動物</p>
閉鎖式循環	<p>背血管 心臟 微血管 腹血管 微血管</p>	路徑	<p>心臟 → 動脈 → 微血管 → 靜脈</p>
		特性	<p>(1) 血管末端封閉，有微血管的構造</p> <p>(2) 血液不會流出血管，血液不能在組織細胞間交換物質，血壓較高，循環較快，效率較高。</p> <p>(3) 細胞與鄰近的【微血管】進行物質交換</p> <p>(4) 實例：【蚯蚓】、【脊椎】動物</p>

比較項目	循環	微血管	血液流出血管	交換物質	血壓	循環速率	循環效率
開放式循環	開放	無	有	微血管	低	慢	差
閉鎖式循環	封閉	有	無	組織細胞	高	快	高

11. 人類的循環系統：

	組成	功能	
血液循環	(1) 心臟 (2) 血管 (3) 血液	(1) 運送物質 (2) 調節體溫 (3) 防禦疾病	
淋巴循環	(1) 淋巴液 (2) 淋巴管 (3) 淋巴結	(1) 回收血管滲出的液體 (2) 免疫功能：淋巴結過濾淋巴液，並由白血球吞噬細菌。	

12. 心臟的構造與功能：

	右心		左心	
	腔室	(1) 【心房】 在上， 【心室】 在下。 (2) 【靜脈】 連接心房， 【動脈】 連接心室。 (3) 心房：匯集血液進入心臟； 心室：輸送血液離開心臟。 (4) 心臟的養分由 【冠狀】 動脈提供。 左心室→大動脈→冠狀動脈→心臟		
	右心房	右心室	左心房	左心室(較厚實)
連接血管	上大靜脈 下大靜脈	肺動脈 (輸送至肺部血液)	肺靜脈	主動脈 (輸送至全身血液)
舒張	大靜脈→右心房	右心房→右心室	肺靜脈→左心房	左心房→左心室
收縮	右心房→右心室	右心室→肺動脈	左心房→左心室	左心室→主動脈
含氧量	【缺氧】 血		【充氧】 血	
功能	進行 【肺】 循環(進行 【氣體】 交換)		進行 【體】 循環(進行 【養分】 交換)	
瓣膜	防止 【血液】 逆流：(1) 心房與心室間 (2) 心室與動脈間 (3) 較大的靜脈內 防止 【淋巴液】 逆流：(1) 較大的淋巴管內			

13. 血管的種類及功能比較：

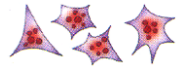
種類	位置	血液流向	管壁厚度	管腔	管壁彈性	血流速度	血壓
動脈	與 【心室】 相連	離開心臟	最厚	其次	最大	最快	最大
靜脈	與 【心房】 相連	流回心臟	其次	最大	其次	其次	最小
微血管	動脈→微血管→靜脈	【物質】 交換	最薄	最小	最小	最慢	其次

14. 血液的組成和性質：

	顏色	成份	功能	圖示
血漿 55 %	淡黃色	水分 其他物質	約佔 90 %，可調節 【體溫】 包含 抗體 、 激素 、 養分 、 廢物(CO₂、尿素)	
血球 45 %	紅色	紅血球	【運輸】 氧氣	
		白血球	【防禦】 疾病	
		血小板	【血液】 凝結	
(1) 血球由 【骨髓】 製造。 (2) 抗體由 【淋巴球】 製造。 (3) 發炎時 白血球 數目增加。				

【註】：人體的血量約佔體重的**【十三分之一】**。

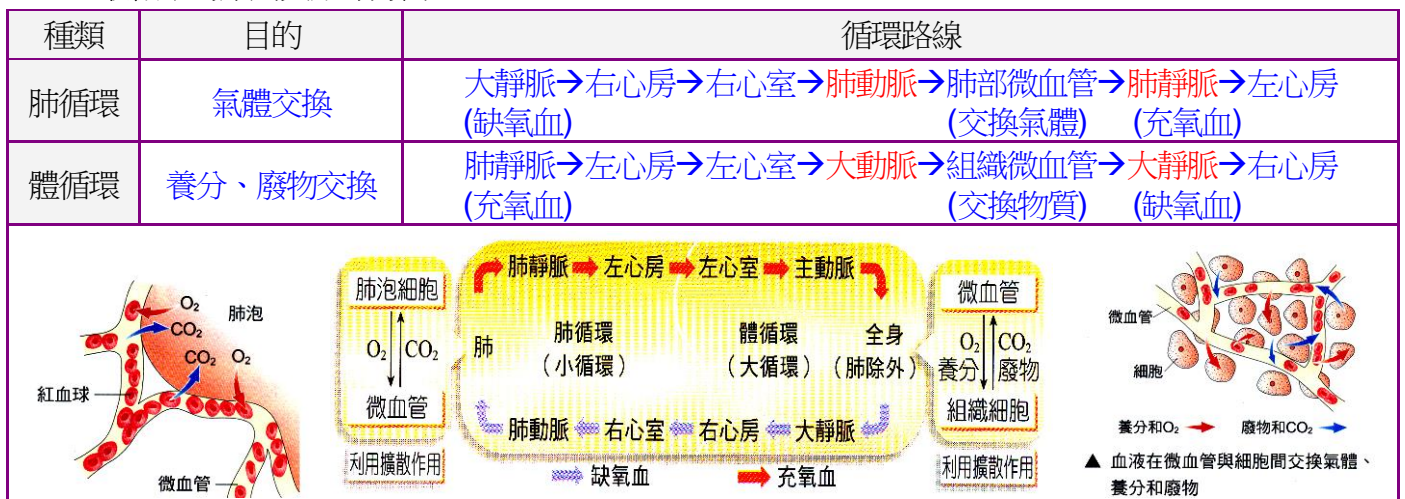
15. 血球的種類與性質：

	形狀	圖示	細胞核	大小	數量	功能	備註
紅血球	雙凹圓盤狀		無	其次	最多	攜帶氧氣	(1) 含血紅素 (2) 缺乏會導致貧血
白血球	圓球顆粒		有	最大	最少	防禦疾病	(1) 可作變形蟲運動 (2) 過多會導致血癌(白血病)
血小板	破裂不規則		無	最小	其次	血液凝結	(1) 含凝血因子 (2) 遺傳基因病變導致血友病

16. 充氧血與缺氧血的比較：

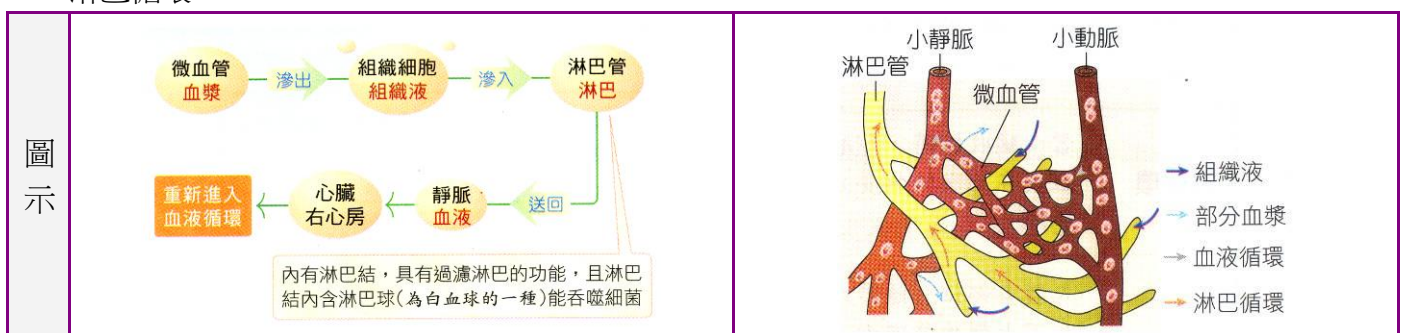
	定義與特性	顏色	位置	原因	說明
充氧血	血紅素和氧氣結合的比例較【高】	鮮紅	左心	(1) 【肺】循環後 (2) 【氧氣】已交換	所有的【動脈】皆為充氧血 (只有【肺動脈】為缺氧血)
缺氧血	血紅素和氧氣結合的比例較【低】	暗紅	右心	(3) 【體】循環後 (4) 【養分】及【廢物】已經換	所有的【靜脈】皆為缺氧血 (只有【肺靜脈】為充氧血)

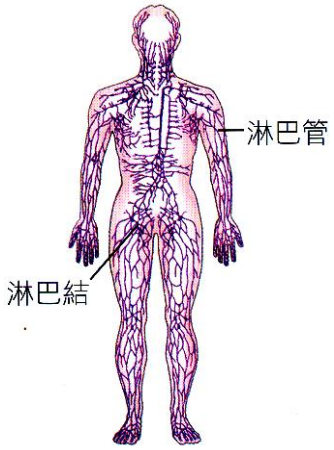
17. 血液循環的原則與路線方向：



循環種類	部位	氧氣濃度	二氧化碳濃度	養分濃度	廢物濃度
肺循環	肺泡	高	低	低	高
	微血管	低	高	高	低
體循環	組織細胞	低	高	低	高
	微血管	高	低	高	低

18. 淋巴循環：

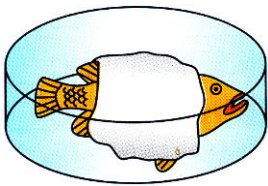
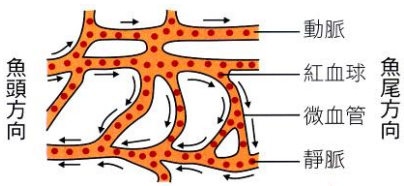


性質	組成：淋巴液、淋巴管、淋巴結	
	(1) 淋巴液：血漿+白血球 微血管 → 組織細胞 → 淋巴管 → 靜脈 (血漿) (組織液) (淋巴液) (血液) (2) 循環過程： (3) 由【微血管】滲出，由【大靜脈】流回循環系統(右心房)。 (4) 淋巴管內有【瓣膜】，能防止【淋巴液】逆流。 (5) 淋巴結中的【淋巴球】(特殊的白血球)，具有過濾【淋巴液】，吞噬【細菌】的能力。 (6) 淋巴液在淋巴管內運送的動力，來自於【肌肉】運動時所產生的壓力。	

19. 人體的免疫系統：

特性	防禦順序	作用方式	參與成分	作用原理
非專一性防禦	第一道防線	皮膜阻隔	皮膚、黏膜、胃酸	將病原體隔離在外
	第二道防線	吞噬作用 發炎反應	非專一性白血球	(1) 白血球吞噬病原體 (2) 發炎反應：受傷部位產生【紅腫熱痛】，增加受傷部位的血流量，促使更多白血球反應。
專一性防禦	第三道防線	(1) 抗體免疫 (2) 細胞免疫 (3) 產生記憶性效應 (疫苗的作用原理)	專一性白血球	(1) 抗體免疫：白血球產生抗體，使病原體失去活性，被白血球破壞。 (2) 細胞免疫：白血球直接破壞被感染細胞，阻隔病原體繼續傳播。 (3) 記憶效應：對曾經入侵的病原體產生記憶效應，當同種病原體在次入侵時，免疫系統的反應會加快。

20. 血液流動的觀察：

圖示	注意事項	觀察結果
	(1) 以【濕綿花】蓋住魚鰓，幫助魚的呼吸，避免死亡。 (2) 滴加【冰水】至棉花，可使小魚安定，便於觀察。 (3) 魚的【尾鰭】較薄，容易觀察。	
實驗結果	(1) 觀察尾鰭中血管中的小顆粒為【紅血球】。 (2) 依紅血球的流動方向，確認【微血管】，則小動脈→微血管→小靜脈。 (3) 以複式顯微鏡觀察，因影像【上下顛倒】，左右相反，因此實際上，魚頭在【右側】，魚尾在【左側】。	

21. 脈搏、心搏與血壓：

項目	說明
心搏	(1) 心臟收縮或舒張交替的搏動，稱為心搏。 (2) 心搏時瓣膜會關閉，當血液逆流衝擊瓣膜時，所產生的聲音，稱為心音。
脈搏	(1) 動脈有彈性，當血液壓出心室，流進動脈時，血管會擴張，因此動脈被撐開而後恢復，因此產生脈搏。
血壓	(1) 心臟壓出血液流到全身各處而產生的壓力。 (2) 通常測量上臂處的動脈壓力。

生物體的協調作用

1. 神經系統與內分泌系統的比較

項目	作用方式	特徵	傳遞方式	速度	時效	範圍
神經系統	神經細胞產生【訊息】	快速連結控制各部位訊息與反應	神經網路傳遞	迅速	短	局部
內分泌系統	內分泌系統產生【激素】	藉激素改變體內的化學環境	血液運輸 (【血漿】輸送)	較慢	長	廣泛

2. 各種動物的感覺器官：


種類	接受部位	特徵	
視覺	眼睛	立體雙眼視覺：兩眼位於面部前方，可產生立體感，並判斷遠近。	 <p>觸覺受器 熱覺受器 冷覺受器 毛髮 痛覺受器 壓覺受器 神經纖維</p> <p>表皮 真皮</p> <p>皮膚的受器分佈</p>
		平面寬廣視野：兩眼位於頭部兩側，視野較廣，但缺乏立體感。	
嗅覺	鼻腔或觸角	(1) 協助動物在同類間傳遞訊息或找尋食物。 (2) 許多哺乳動物藉尿液標示領域。 (3) 雌性昆蟲可發出費洛蒙吸引雄性。	
觸覺	皮膚、觸鬚或刺	(1) 人類皮膚上有觸覺、壓覺、冷、熱、痛覺等不同的受器。 (2) 觸覺受器分布不均勻；手指觸覺的受器比背部多。	
聽覺	耳朵	海豚、鯨魚、蝙蝠能發出【超聲波】，利用【回聲定位】測知四周環境或獵物距離。	
味覺		多數脊椎動物的【舌頭】，昆蟲腿上的【味毛】。	

【註】：昆蟲的觸角有【觸覺】、【嗅覺】、【聽覺】的功能。

3. 神經系統的基本單位——神經元：

名稱	構造	形狀	功能		
細胞本體	細胞核所在的部分	星形	維持神經元的生長和代謝	 <p>細胞本體 細胞核 神經纖維</p>	
神經纖維	細胞本體向外延伸的突起	突起且有許多分支	傳遞訊息的通道		
神經元					
名稱	位置	功能	訊息來源	目的地	訊息種類
感覺神經元	受器和中樞神經間	將受器的訊息傳入腦或脊髓	受器	中樞神經	環境的刺激
運動神經元	中樞神經和動器間	將腦或脊髓的命令傳到動器	中樞神經	動器	中樞命令

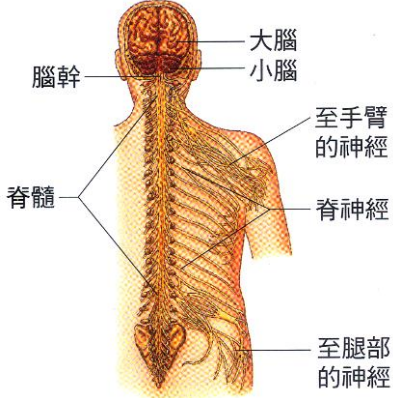
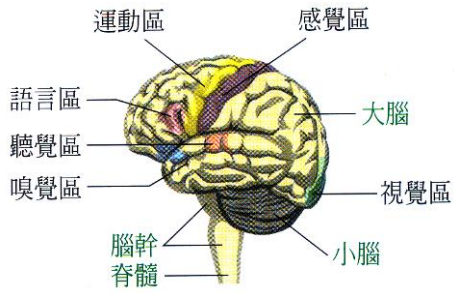
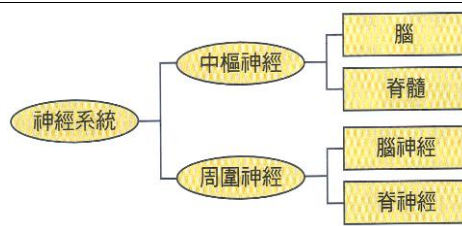
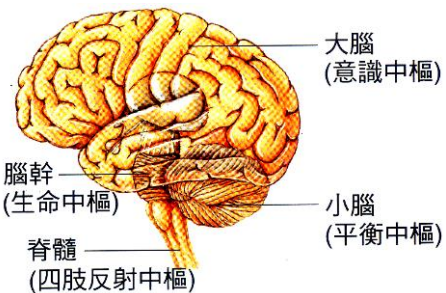
4. 正片後像與負片後像的比較：

項目	成因	形狀	顏色	實例	
正片後像	視覺暫留	不變	不變	電視、電影、下雨	 <p>圖卡正面 圖卡背面</p>
負片後像	視覺暫留(形狀) 視覺疲勞(顏色)	不變	互補色： 黑—白 紅—綠、 藍—黃	照片與底片	

5. 不同生物的神經系統比較：

項目	簡單多細胞生物	複雜多細胞生物
組成	較簡單	較複雜
特性	通常【無腦】，或腦部不發達	(1) 神經集中，形成【中樞】。 (2) 腦容量愈【大】，學習行為愈複雜。 (3) 脊椎動物不僅有發達的腦，還有【脊髓】。
實例	水螅、水母、渦蟲	脊椎動物(魚類、兩生類、爬蟲類、鳥類、哺乳類)

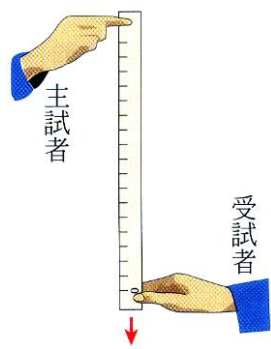
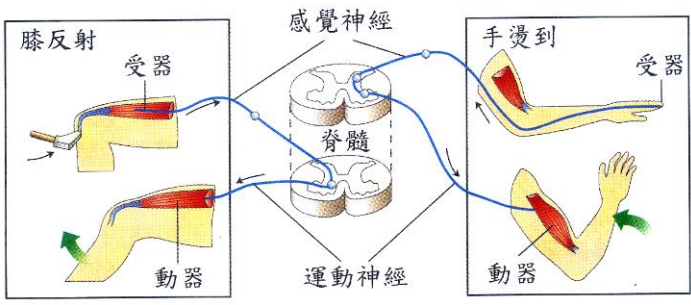
6. 神經系統的分類：

部位		別稱	功能	重要圖示
中樞神經	腦	大腦	<p>意識中樞</p> <p>(1) 分左右兩半球。 (2) 【左腦】控制右半邊活動，【右腦】控制左半邊活動。 (3) 主管感覺、運動、語言、思考、情感等意識行為。 (4) 【大腦】愈發達，學習能力愈強。 (5) 【植物人】的判定是由於【大腦】受損，意識動作無法控制。</p>	 <p>【神經系統的結構】</p>  <p>【腦部的結構及功能】</p>
		小腦	<p>平衡中樞</p> <p>(1) 位於大腦下方，分左右兩半球。 (2) 負責協調全身的【肌肉】活動，維持身體的平衡。 (3) 動作敏捷的動物，【小腦】特別發達。 (4) 可透過特別訓練，促進小腦功能發達。</p>	
		腦幹	<p>生命中樞</p> <p>(1) 負責控制心跳、呼吸、體溫恆定、咳嗽、瞳孔收縮、眨眼睛、吞嚥等反射動作。 (2) 負責【頭部】及【內臟】的反射動作。 (3) 【腦死】的判定，是指【腦幹】受損，導致呼吸、心跳停止。</p>	
	脊髓	反射中樞	<p>(1) 為長管狀，位於身體背側【脊柱】的中央，與【腦幹】相連。 (2) 可將頸部以下受器傳遞的訊息，傳遞至腦部；或將腦部發出的命令傳遞至動器。 (3) 負責頸部以下的【反射】動作。 (4) 緊急狀況時，【四肢、軀幹】的反射動作，直接由【脊髓】發布命令至動器。</p>	 
周圍神經	項目	數量	發出位置	分布位置
	腦神經	12 對	腦	頭部、肩部肌肉、內臟。
	脊神經	31 對	脊髓	軀幹、四肢、內臟

7. 神經傳導路徑：



8. 意識動作與反射動作：

項目	意識動作	反射動作	
定義	【大腦】控制，產生有意識的行為	不經大腦意識，直接由【腦幹】或【脊髓】發布命令，將訊息傳遞至動器，迅速引發反應。	
功能	透過大腦思考，產生有意識的行為	縮短反應時間，避免緊急危害	
反應時間	較緩慢	迅速反應	
控制中樞	【大腦】	【腦幹】	【脊髓】
實例	唱歌、打球、開車	咳嗽、打噴嚏、流口水	膝反射、手碰熱鍋縮手
神經傳導路線	刺激→受器→感覺神經→(脊髓)→【大腦】→(脊髓)→運動神經→動器→反應	刺激→受器→感覺神經→【腦幹】→運動神經→動器→反應 (【頭部以上】反射動作)	刺激→受器→感覺神經→【脊髓】→運動神經→動器→反應 (【頭部以下】反射動作)
圖示			
神經傳導路線	接尺實驗： 眼睛(受器)→感覺神經→【大腦】→脊髓→運動神經→手部肌肉(動器)→接尺(反應) 膝反射： 膝部韌帶(受器)→感覺神經→【脊髓】→運動神經→腿部肌肉(動器)→踢腿(反應) 手碰到熱鍋縮手： 手部皮膚(受器)→感覺神經→【脊髓】→運動神經→手部肌肉(動器)→縮手(反應)	【接尺實驗—反應時間】 【脊髓反射—手燙到、膝反射】	

9. 神經傳導路徑討論：

意識動作	神經傳導路線
只經大腦	看書讀課文： 眼睛(受器)→感覺神經→【大腦】→運動神經→臉部肌肉(動器)→讀課文(反應)
大腦→脊髓	看球揮棒： 眼睛(受器)→感覺神經→【大腦】→脊髓→運動神經→手部肌肉(動器)→揮棒(反應)
脊髓→大腦 →脊髓	腳踩釘子感覺到痛，用手撫摸： 腳底皮膚(受器)→感覺神經→脊髓→【大腦】→脊髓→運動神經→手部肌肉(動器)→撫摸(反應)

10. 人體的內分泌系統：

內分泌腺	位置	分泌物	功能
腦垂腺	大腦的下方正中	生長激素 多種激素	(1) 調節生長，影響【身高】。 (2) 影響其他內分泌腺的分泌 (3) 內分泌腺的【總指揮】
甲狀腺	喉部氣管兩旁	甲狀腺素	(1) 加速細胞【代謝速率】。 (2) 與生長【發育】有關。 (3) 與動物的【變態】有關。
副甲狀腺	有4顆 包埋在甲狀腺內	副甲狀腺素	調節體內【鈣】和【磷】的含量，與血鈣濃度有關。
腎上腺	腎臟上方	腎上腺素	(1) 促使行動顯著加快的激素。 (2) 心跳【加快】、呼吸加快、血壓【增高】、腸胃蠕動【減慢】、儲存在肝臟的肝糖轉變為血糖、肌肉血管擴張、作強有力的收縮。
胰島 (是【消化器官】，也是內分泌器官)	胰臟內	胰島素	促使細胞利用【血糖】，或是血糖進入肝臟或肌肉中，轉變為【肝糖】儲存。
		升糖素	使【肝臟】或【肌肉】細胞內的肝糖轉變為【葡萄糖】，進入血液中。
性腺 (是生殖器官，也是內分泌器官)	男：睪丸	雄性激素	(1) 促進【精子】的成熟發育。 (2) 促進男生【第二】性徵的發育： 聲音低沉、喉結明顯、身材魁梧、肩膀寬厚、鬍鬚顯著、臀部狹小、皮膚粗糙、皮下組織較薄。
	女：卵巢	雌性激素	(1) 促進【卵】的成熟發育。 (2) 促進女生【第二性徵】的發育： 聲音高亢、乳房發達、身材嬌小、肩膀狹窄、無鬍鬚、臀部寬厚、皮膚細膩、皮下組織豐滿。

11. 激素分泌不當時發生的症狀：

腺體	激素種類	分泌不當的症狀
腦垂腺	生長激素	孩童發育時期： (1) 分泌過多→【巨人】症 (2) 分泌過少→【侏儒】症 成年期分泌過多：末端肥大症→手腳肥大、鼻子增大。
甲狀腺	甲狀腺素	分泌不足： 行動【遲緩】、體重【過重】、無精打采、怕冷、昏睡 分泌過多： 流汗、緊張、體重【減輕】、食慾大增、眼球【突出】、焦慮 → 甲狀腺機能亢進。 幼年時分泌不足，生長智力受影響→【呆小】症。
副甲狀腺	副甲狀腺素	分泌過【多】：骨骼脆弱、容易引起骨質疏鬆，骨骼畸形或骨折。 分泌太【少】：血鈣濃度過低、動物會抽搐甚至死亡。
胰島	胰島素 升糖素	血糖濃度由【胰島素】、【升糖素】、【腎上腺素】共同調節。 血糖太低：【升糖素】、【腎上腺素】。 血糖太高：多餘的葡萄糖由尿液排出→【糖尿病】。