

# 生物複習講義 第六章 恆定性

## (一)恆定性：

意義	生物設法使體內環境維持在某一特定範圍的狀態，才能有利於生存。
內容	體內的溫度、養分、水分、鹽分、廢物與氣體維持穩定狀態。
控制	藉由神經系統與內分泌系統的協調機制

## (二)體溫的調節

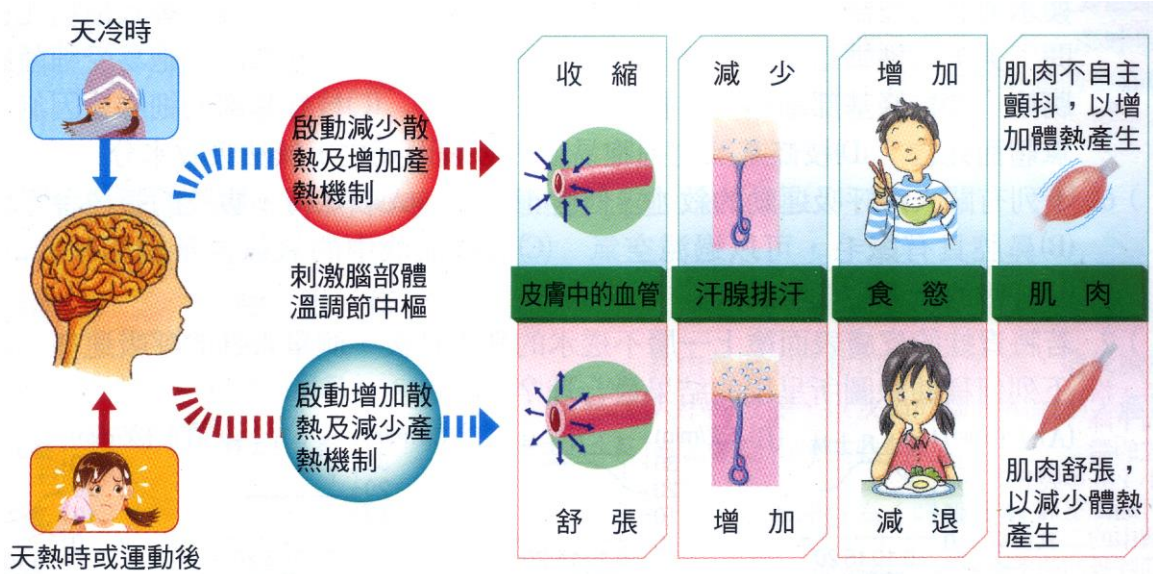
### A、動物的分類：

外溫動物(變溫動物)	內溫動物(恆溫動物)	圖示
魚類、兩生類、爬蟲類	鳥類、哺乳類	
腦幹缺乏體溫調節中樞	腦幹有體溫調節中樞	
體溫隨外界溫度發生明顯的變化	體溫維持在一個較小的範圍內	
冷熱溫差大時→改變棲息地點或休眠	體表有良好的保溫構造 體溫能作適當調節	

### B、體溫的調節：

#### 甲、內溫動物的調節：

狀況	熱量需求	血管	汗腺排汗	甲狀腺與代謝	食慾	肌肉活動
天氣熱 體溫高	增加散熱	擴張 促進體熱發散	排汗增加 促進排熱	分泌量減少 細胞釋放能量減少	食慾減退 減少能量來源	肌肉舒緩 減少體熱產生
天氣冷 體溫低	減少散熱	收縮 減少體熱散失	排汗減少 減少體熱散失	分泌量增加 細胞釋放較多能量	食慾增加 增加能量補充	肌肉不自主顫抖 增加體熱產生



#### 乙、外溫動物的調節：

天氣熱體溫高	熱量需求	生理調節	天氣冷體溫低	熱量需求	生理調節
	降低體溫	躲在蔭涼處		提高體溫 減少耗能	日曬 冬眠

(三)呼吸作用：

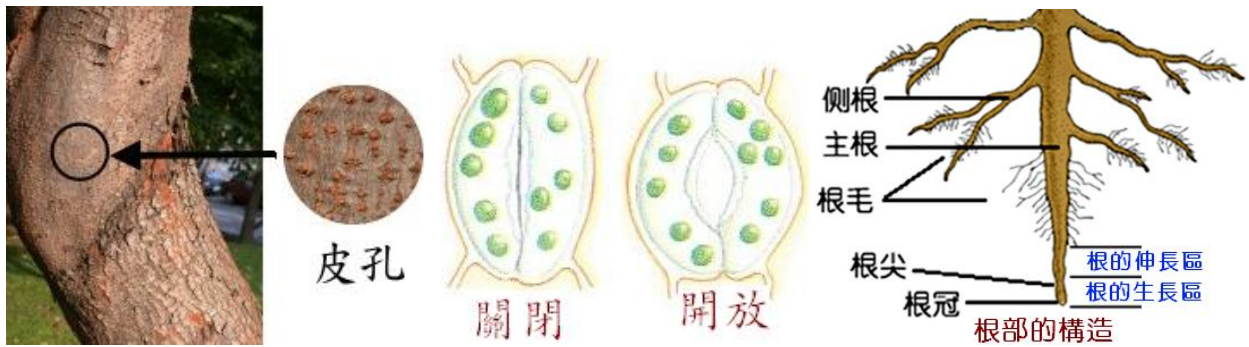
B、生物體內的氣體交換：

甲、生物體內的氧化：

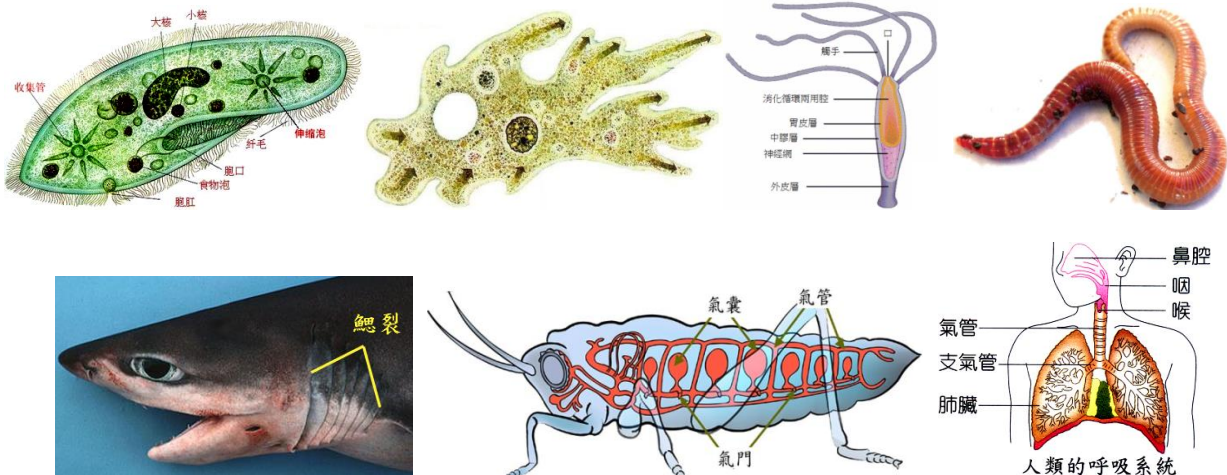
呼吸的定義	1.生物體內將養分分解，並產生能量的過程。 2.需酵素參與反應，且作用緩慢。
呼吸作用的功能	1.提供生物系孢所需的能量，進行各種生理反應及代謝作用。 2.恆溫動物維持身體體溫的主要機制。
能量利用順序	醣類 → 脂質 → 蛋白質
澱粉→葡萄糖	葡萄糖+氧→二氧化碳+水+能量
脂質→脂肪酸	脂質+氧→二氧化碳+水+能量
蛋白質→氨基酸	胺基酸+氧→氨+二氧化碳+水+能量

乙、氣體交換的方式

植物	根部	莖部	葉片
	表皮細胞	由氣孔或皮孔進出	由氣孔進出
根部沒有無角質層；吸收溶於水中的氣體，由木質部運送。 大多數陸生植物的根部若浸水過久，會因缺氧影響呼吸，導致死亡。			



水中小生物	直接進行擴散作用		攝取氧氣，排除二氧化碳		草履蟲、變形蟲
大型動物	水生動物	昆蟲	蚯蚓	兩生類	爬蟲類、鳥類、哺乳類
呼吸構造	鰓	氣管系	皮膚	幼體：鰓 成體：肺	肺部



C、呼吸作用：

意義	細胞分解養分，產生能量，以維持生命的過程。		
通式	葡萄糖+氧→二氧化碳+水+能量		
呼吸構造	單細胞生物	透過細胞膜直接擴散	
	植物	根部	表皮細胞
		莖部	氣孔、皮孔
		葉片	氣孔
	昆蟲	氣管系(氣囊、氣管、氣門)	
	蚯蚓、兩生類	皮膚	
	魚類	鰓	
	兩生類	幼體用鰓呼吸、成體用肺呼吸	
	爬蟲類、鳥類、哺乳類	肺	

D、人的呼吸系統

呼吸器官	鼻→咽→喉→氣管→支氣管→肺	
備註	鼻腔	有一層黏膜，黏膜內的腺細胞會分泌黏液(即鼻涕)，可黏住灰塵和病菌，也能幫助溼潤空氣，藉由鼻腔內纖毛的運動，將黏液所捕捉到的灰塵排出體外。
	氣管	氣管內壁上皮黏膜有纖毛，不停地向喉部擺動，把沾有灰塵和病菌的黏液慢慢向喉部推，最後由咳嗽而排出體外，這就是一般所稱的痰。 氣管黏膜所分泌的黏液有抗體，可抵抗病原體，是呼吸道防禦系統的重要組成。
	肺	肺位於胸腔，是呼吸系統的重要器官，分成左肺和右肺。 肺部無肌肉，由佈滿微血管的肺泡組成，只能隨胸腔的壓力變化而被動脹縮。

E、呼吸作用與光合作用比較：

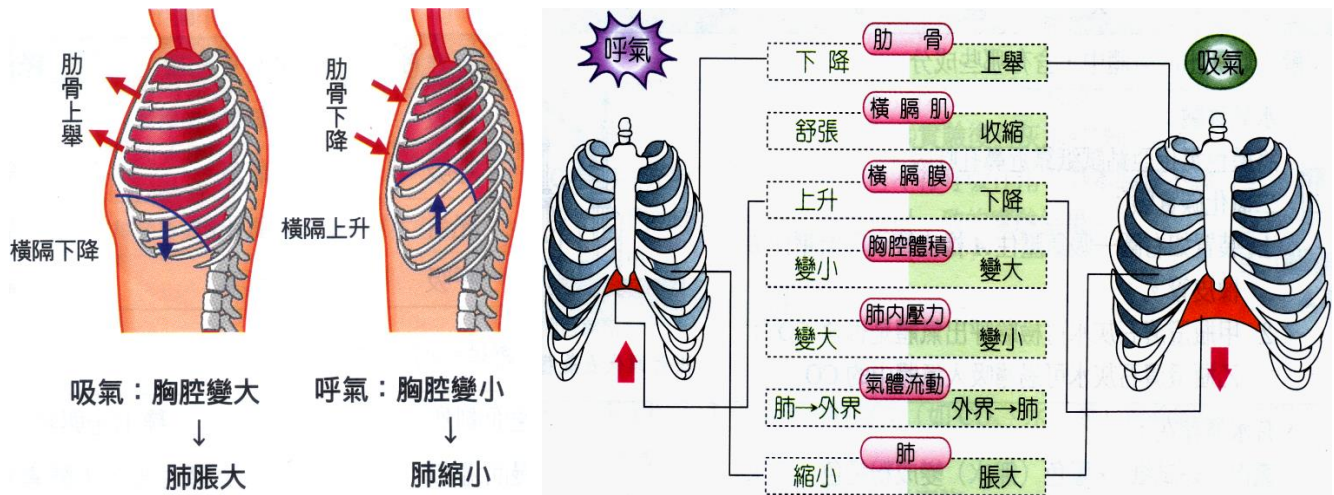
比較	生物	能量轉換	作用部位	能量來源	時間	代謝	目的
呼吸作用	大部分的生物 (含動物、植物)	釋放 能量	細胞內的 粒腺體	化學能 (養分)	全天 (24小時)	分解 作用	分解養分， 產生能量
光合作用	綠色植物、藻類 藍綠藻、眼蟲	吸收 能量	綠色細胞的 葉綠體	光能 (日光)	白天 (有光)	合成 作用	將二氧化碳合成 所需的養分

F、呼吸作用與呼吸運動：

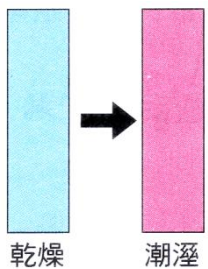
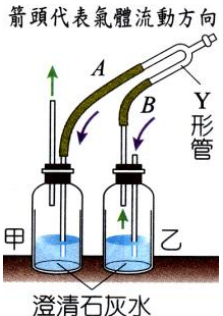
比較	目的	地點	調節方式
呼吸作用	分解養分，產生能量	各細胞內	內分泌激素加速細胞代謝
呼吸運動	交換器體，排除廢物	呼吸器官	腦幹偵測血液中 CO <sub>2</sub> 濃度，調節呼吸

G、呼吸運動：

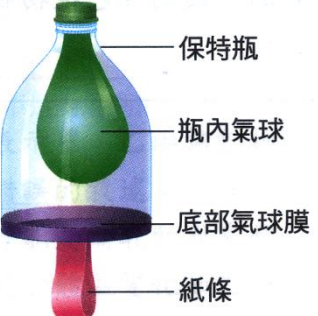
動作	肋骨	橫膈	胸腔	氣體壓力	壓力變化	空氣流動	肺部變化
呼氣	上升	收縮下降 (緊繃)	擴大	壓力變小	氣體壓力小於外界	空氣 流入肺部	肺部脹大
吸氣	下降	舒張上升 (鬆弛)	縮小	壓力變大	氣體壓力大於外界	空氣從 肺部流出	肺部縮小



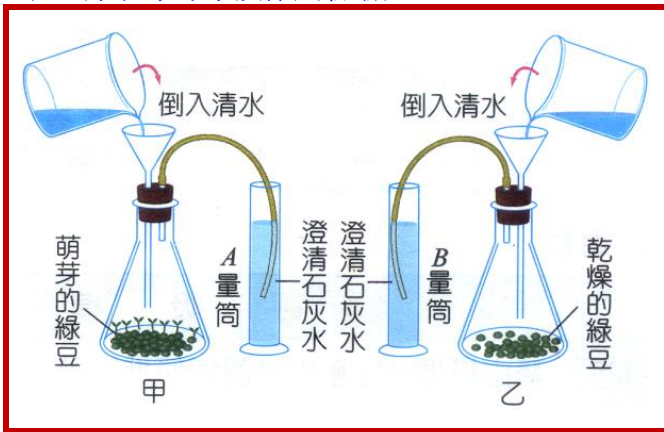
H、呼吸作用的相關實驗：

檢驗氣體成分	水蒸氣的檢驗	二氧化碳的檢驗	
檢驗材料	乾燥的氯化亞鈷試紙 (藍色)	澄清石灰水	
檢驗方法	鼻孔朝著乾燥的氯化亞鈷試紙呼氣	吸氣 口含 Y 形管的末端，吸氣時手壓緊長管的橡皮管(A 管)，吸入短管瓶內的氣體(B 瓶)。	吹氣 呼氣時手壓緊短管的橡皮管(B 管)，將氣體吹入長管的瓶內(A 瓶)。
目的	檢驗呼吸產生的水蒸氣	檢驗空氣中的二氧化碳	檢驗呼吸產生的二氧化碳
檢驗結果	氯化亞鈷試紙成粉紅色  	B 瓶的石灰水呈白色混濁 → 表示空氣中含二氧化碳	A 瓶的石灰水呈白色混濁 → 表示呼出的氣體中含二氧化碳  

I、胸腔模擬實驗：

	<p>寶特瓶口 → 氣管          寶特瓶 → 胸腔          瓶內氣球 → 肺部          氣球膜 → 橫膈膜          瓶內的氣體變化 → 相當於肺部在呼氣吸氣時的變化          紙條向下拉 → 寶特瓶內體積擴大，壓力減小，瓶內的氣體壓力小於瓶外的氣體壓力，氣體流入，氣球被迫脹大，相當於吸氣動作。</p>
---	---

## J、綠豆萌芽時的呼吸作用檢驗



- 1.綠豆萌芽時，呼吸作用特別旺盛，產生大量的二氧化碳。
- 2.本實驗不論照光或在暗室中，結果都相同。
- 3.倒入清水的目的，是將錐形瓶內的氣體排入盛有澄清石灰水的量筒(或試管)中。
- 4.當石灰水呈白色混濁(碳酸鈣白色沉澱)，表示通入的氣體含有二氧化碳。
- 5.圖中，萌芽的綠豆有旺盛的呼吸作用，因此甲瓶的石灰水會變成混濁。

## (四)水分的恆定

水分恆定	動物		植物	
水分來源	食物及飲水		根部吸收水分	
防止水分散失構造	爬蟲類→鱗片、骨板 鳥類、哺乳類→皮膚、角質層		莖、葉→角質層 莖部→樹皮	
水分調節	攝入水分	血液中水分降低時，謝液濃度會升高，腦幹偵測血液濃度，發出口渴訊號。	蒸散作用	根部吸收水分(滲透作用)→莖部運輸水分(毛細現象)→多數由氣孔蒸發水分(蒸散作用)。 夜晚氣孔關閉→減少水分散失。
	排出水分	排尿作用：血液中水分增加，血液濃度降低，腎臟過濾多餘的水分，形成尿液。 藉由排汗、呼吸、排遺中釋出部分的水分。	泌液作用	土壤水分過多且空氣濕度過高時，植物體內的水分無法順利蒸發，於是由葉緣或葉尖泌出多餘的水分。

## (五)排泄作用

甲、含氮廢物：

比較	氨	尿素	尿酸
毒性	最強	其次	最弱
水溶性	最大(最易溶)	其次	最小(最難溶)
排泄需水量	最多	其次	最少
排泄方式	藉由擴散作用，直接排出體外	蛋白質經消化作用分解成胺基酸，在細胞內行呼吸作用，產生氨。 氨在肝臟轉變成尿素， 尿素經循環，在腎臟形成尿液排出。 排尿素的場所：腎臟、皮膚。	尿酸難溶於水，直接隨著糞便混合排出
實例	單細胞生物、魚類	兩生類、哺乳類	昆蟲、鳥類

乙、泌尿系統：

構造	說明	功能
腎臟	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.位於腹腔的背側，左右各一個。</li> <li>2.血液流經腎臟時：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>甲、尿素、鹽分、水分在腎臟過濾形成尿液。</li> <li>乙、有用的物質經過濾後，會再被吸收回血液中。例如：葡萄糖、胺基酸....等物質。</li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.調節血液的濃度。</li> <li>2.形成尿液的場所。</li> </ol>
輸尿管	連接腎臟和膀胱間的通道，左右各一。	將尿液由腎臟疏鬆至膀胱儲存的通道。
膀胱	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.由肌肉組成。</li> <li>2.暫時儲存尿液的裝置。</li> <li>3.一般人當尿液在膀胱累積至一定量時(約 300mL)，由腦幹刺激，發出訊號，引起尿液。</li> </ol>	儲存尿液。
尿道	連接膀胱與外界相接的通道。	將尿液排至體外。

丙、水分的調節：

調節中樞	協調系統	水分過少時	水分過多時
腦幹	神經系統 內分泌系統	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.血液濃度會升高，經由腦幹刺激，產生口渴的感覺，於是想喝水。</li> <li>2.釋放激素，調節腎臟的運作，減少排尿。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.血液濃度太低，不再喝水。</li> <li>2.腎臟過濾，增加排尿量，以調節血液濃度。</li> </ol>

丁、陸地生物的防水構造：

種類	植物	動物
適應方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.莖有樹皮，葉的表皮外有角質層或蠟質。</li> <li>2.葉面的蠟質功能：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>(1)提供保護。</li> <li>(2)反射陽光。</li> <li>(3)防止水分散失。</li> </ul> </li> <li>3.氣孔大部分分布在下表皮。</li> <li>4.葉變形或長出附屬構造：                             <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 仙人掌的葉呈針狀。</li> <li>(2) 構樹的葉子上細毛。</li> <li>(3) 冬天時落葉。</li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.表皮的外層特化為角質層，為不透水的構造。</li> <li>2.爬蟲類的表皮有鱗片或骨板。</li> <li>3.昆蟲具有外骨骼。</li> </ol>

戊、植物的水分調節：

狀況	環境缺水時	吸水過多或空氣潮濕時
調節	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.增加根部的水分吸收。</li> <li>2.氣孔關閉，以減少水分散失。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.減少根部的水分吸收。</li> <li>2.氣孔打開，以增加水分的蒸散作用。</li> <li>3.水分來不及排除時，由葉脈的末端(葉緣或葉尖)直接排出，稱為泌液作用或泌溢作用。</li> </ol>

## 【6-1 恆定性】

### (一)恆定性：

- A、 定義：生物體能自動調節【水分】、【體溫】、【血糖】濃度以及【呼吸】等，使體內的環境能保持恆定，以維持生存，稱為生物的恆定性。
- B、 生物體維持恆定的模式：
  - (1) 體內各種的生理機能變化
    - 體內及體外各種【受器】接受刺激
    - 【神經】及【內分泌】系統的協調與支配
    - 控制體內各部位的活動，使生物體內的【水分】、動物的【心搏】、【呼吸】次數、【血糖】濃度，以及【恆溫】動物的體溫，維持在一定的範圍內。
  - (2) 除了【氣體】、【水分】、【血糖】、【體溫】維持恆定外，細胞內外液體的各種營養物質及【離子】，濃度也需要維持在恆定的範圍內，同時整體細胞內外的【酸鹼度】度及【壓力】也必須維持恆定。

## 【6-2 呼吸作用】

### (一)生物的呼吸作用：

- A、 呼吸作用的定義：生物細胞利用【葡萄糖】，將養分氧化分解，產生【水蒸氣】和【二氧化碳】，並釋出【能量】的過程，稱為呼吸作用。
- B、 呼吸作用的簡式：葡萄糖 + 【氧】 → 【二氧化碳 + 水 + 能量】。
- C、 生物的呼吸構造：
  - (1) 植物的呼吸：
    - 甲、植物沒有專行呼吸的器官，植物和外界的氣體交換，是經由葉的【氣孔】、莖的【氣孔】或【皮孔】及根部的【表皮】細胞進行。
    - 乙、大多數【陸生】生植物根部浸水過久，會因缺少【氧氣】使細胞無法進行呼吸作用，導致死亡。
  - (2) 動物的呼吸構造：
    - 甲、水中的【單】細胞動物(例如：草履蟲、變形蟲)或小型動物(例如：【水螅】)，藉由【擴散】作用，直接由水中獲得【氧氣】，並將【二氧化碳】直接排至水中。
    - 乙、多細胞動物或體型較大的動物，必須藉特殊的呼吸器官(構造)來進行呼吸作用。
    - 丙、呼吸器官須具有【溼潤】的表面，且有充分的【血液】供應。
    - 丁、各種動物的呼吸構造舉例如下：
      - (a) 陸生動物多用【肺】呼吸，例如：蛙、龜、鳥類、哺乳類。
      - (b) 水生動物則大多數用【鰓】呼吸，例如：魚、蝌蚪。
      - (c) 蚯蚓可利用溼潤的【皮膚】呼吸。
      - (d) 昆蟲體內有【氣管系】，可藉其【氣孔】與外界相通，以進行氣體交換。

D、「動物的呼吸作用」活動探討

(1) 氯化亞鈷紙的反應：

以鼻孔向乾燥氯化亞鈷試紙呼氣，氯化亞鈷試紙由【藍】色變【粉紅】色，表示人呼出氣體中含有【水蒸氣】。

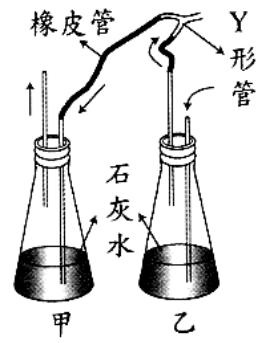
(2) 石灰水的反應：

如圖，吸氣時需緊壓連接【甲】瓶的橡皮管，以免吸入【甲】瓶的石灰水，此時外界的氣體進入【乙】瓶。

→ 藉【乙】瓶石灰水的變色證明【空氣中】的CO<sub>2</sub>。

(3) 呼氣時緊壓連接【乙】瓶橡皮管，此時【甲】瓶石灰水起氣泡且出現【白】色混濁。

→ 可知人體呼吸產生的氣體含有二氧化碳。

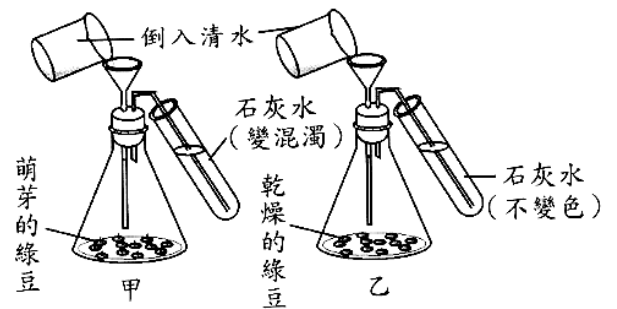


人體呼吸作用實驗

E、「植物的呼吸作用」活動探討：

(1) 如圖，40分鐘後，從漏斗中倒入清水，將瓶內氣體擠入【試管】中，發現【甲】裝置的石灰水變混濁，【乙】裝置的石灰水仍為澄清。

(2) 發芽種子【呼吸】作用旺盛，因此會釋出大量的【二氧化碳】而乾燥的種子呼吸作用較微弱，所以沒有二氧化碳的反應。



植物呼吸作用實驗

F、人體的呼吸運動

(1) 人體進行氣體交換的場所主要在【肺臟】，外界的空氣可經由鼻、咽、喉、氣管、支氣管進到肺，並在此進行氣體交換。

(2) 人體【胸腔】擴大和縮小以完成【吸氣】、【呼氣】的動作，稱為【呼吸】運動。

(3) 完成呼吸運動相關構造的協調如下表：

呼吸運動	橫膈	肋骨	胸腔	肺	結果
吸氣	收縮 下降	上舉	擴大	脹大	外界空氣進入肺中
呼氣	舒張 上升	下降	縮小	收縮	肺內氣體排出體外

(4) 成年人的呼吸運動每分鐘約【15~18】次，激烈運動時，血液中的【二氧化碳】濃度會增加，於是會刺激【腦幹】中的【呼吸】中樞，促使呼吸運動加快，以排除過多的二氧化碳。

(5) 呼吸作用和呼吸運動：

比較	呼吸作用	呼吸運動
定義	生物細胞利用【粒線體】將養份分解，產生【水蒸氣】和【二氧化碳】的過程。	利用【胸腔】擴大縮小，完成呼氣、吸氣的動作。
進行部位	在每個細胞的粒線體內	在肺部進行氣體交換



G、氣體的交換機制：

(1) 肺部的氣體交換：

氧氣由【肺泡】擴散到【微血管】中；二氧化碳由【微血管】擴散到【肺泡】。

(2) 細胞內的氣體交換：

氧氣由【微血管】擴散到【細胞】中；二氧化碳由【細胞】擴散到【微血管】。

H、呼吸作用與光合作用比較：

比較	能量變化	作用部位	作用時間	目的
呼吸作用	釋放能量	細胞內的粒線體	白天和晚上	分解養分，產生能量
光合作用	吸收能量	細胞內的葉綠體	白天有光時	利用光能，合成養分

【補充】：

1. 光合作用：水蒸氣+二氧化碳→葡萄糖+水+氧氣

呼吸作用：葡萄糖+氧→二氧化碳+水+能量

2. 動物的呼吸構造：

動物種類	蚯蚓、青蛙	昆蟲	魚類、蝌蚪	爬蟲類、鳥類、哺乳類
呼吸構造	濕潤的皮膚	氣管系	鰓	肺

3. 昆蟲體內有許多的【氣管系】，連接著【氣囊】，以【氣門】和外界相通。

### 【6-3 體溫的恆定】

(一)體溫的調節：

A、內溫動物：【鳥類】和【哺乳】類的腦部有體溫調節中樞，且體表有良好的【保溫】構造，因此體溫能維持在某個較小的範圍內，這類動物稱為【恆溫】動物或【外溫】動物。

B、外溫動物：【魚類】、【兩生】類和【爬蟲】類等由於腦部缺乏體溫調節中樞，故體溫會隨環境溫度改變而發生明顯的變化，這類動物稱為【變溫】動物或【外溫】動物。

C、外溫動物的體溫調節：

(1) 【日曬】：白天時，蜥蜴、烏龜等趴在岩石上曬太陽，吸收外界熱量，增加體溫。

(2) 【休眠】：環境的溫度過高或過低時，蛙類躲在岩石下或洞穴中，進入休眠狀態，以適應外界環境的變化。

D、體溫的調節：

(1) 恆溫動物主要利用【皮膚】進行體溫調節，其主要方法為：

調節狀況	目的	皮膚微血管	皮膚內血流量	熱量散失	排汗	食慾	甲狀腺素	基礎代謝率	活動
天熱	排除體熱	擴張	增加	增加	大量流汗	減退	分泌量下降，減少細胞活動	下降	活動力減退，減少熱量產生
寒冷	減少體熱散失	收縮	減少	減少	減少流汗	增加	分泌量增加，增加細胞活動	上升	肌肉收縮顫抖，增加產熱

(2) 植物藉【蒸散】作用及【反射】過多陽光，以維持體溫的恆定。

(3) 人類體溫的恆定：

甲、天氣炎熱時：

- (a) 活動力【減退】，以減少熱量的產生。
- (b) 皮膚表面微血管【擴張】，以增加流到皮膚的血流量，加速熱量的散失。
- (c) 排汗【增加】，汗水的蒸發可以排除過多的熱量。

乙、天氣寒冷時：

- (a) 食慾【增加】，以獲得更多的養分，產生能量。
- (b) 皮膚表面微血管【收縮】，減少流到皮膚血液流量，減少熱量散失。
- (c) 肌肉會【收縮】和【顫抖】，以產生更多的熱量。

## 【6-4 水分的恆定】

(一)水分的恆定：

A、植物體內水分的調節

- (1) 植物葉的表皮外大都具有一層光亮的【角質】，防止水分大量自組織中流失；氣孔大都分布於葉的【下】表皮，可以防止水分散失過快。
- (2) 仙人掌的葉退化成【針】狀，以減少水分的散失。
- (3) 植物體內水分的調節機能：

甲、植物從【根】部吸收水分，輸送到【莖】和【葉】，除供利用外，大部分都從【氣孔】蒸散。

乙、夜晚時，多數植物的氣孔【關閉】，以減少【蒸散】作用。

丙、當根部吸水過【多】或空氣【潮濕】，水由氣孔散失速率太慢時，體內過多水分會由【葉片】末端(【葉緣】或【葉尖】)處排出，以維持體內水分的恆定。

B、動物體內水份的調節：

- (1) 昆蟲的【外骨骼】、爬蟲類的【鱗片】和【骨板】、哺乳動物體表的【角質】和【皮膚】等，可以防止水分散失。
- (2) 人的【皮膚】具有防止體內水分流失的功能，因此皮膚嚴重燒傷的人，會因為這層防水構造受到傷害，造成體內水分大量流失。
- (3) 蛙的皮膚【不能】防止水分散失，所以只能生活在【潮濕有水】的地方。
- (4) 動物體內水分的調節機能：

甲、當體內水分缺乏時，【腦幹】偵測出身體內水量的改變，於是產生【口渴】的感覺，而且腎臟排出的尿量【減少】。

乙、當攝取的水分遠超過身體所需時，【口渴】的感覺消失，進入體內的水分造成【血液】的增加，因而使腎臟排出的【尿量】變多，以維持體內水分的恆定。

## 【6-5 血糖的恆定】

### (一) 血糖恆定的調節：

- A、血液中所含的【葡萄糖】稱為血糖。
- B、小腸【絨毛】所吸收的葡萄糖，以及【肝臟】貯存的肝糖轉變成葡萄糖，釋放到【血液】中，為人體內血糖的主要來源。
- C、人體血糖恆定的調節：
  - (1) 進食後，血糖濃度【升高】，胰島素的分泌【增加】；在胰島素的作用下，葡萄糖進入【細胞】內供其利用，或進入肝臟、肌肉等細胞中合成【肝糖】，以利貯存，所以血糖的濃度就能維持恆定。
  - (2) 當人體血糖濃度降至太低時，【胰島素】的分泌便受到抑制。
  - (3) 低血糖的血液經腦部後，身體會感到【飢餓】、發抖、心跳【加速】，並引起【食慾】以補充降低的血糖。
  - (4) 過低的血糖，會促進【升糖素】和【腎上腺素】的分泌，促使肝臟內貯存的【肝糖】轉變成【葡萄糖】，並釋放到血液中，使血糖逐漸上升，恢復恆定。
- D、血糖恆定的重要性
  - (1) 當【胰島素】分泌不足，會影響血糖的恆定。由於葡萄糖無法被細胞正常利用，而造成血糖濃度【升高】，是為【糖尿病】。
  - (2) 若身體的細胞長期處於【高】血糖的狀態，便會造成【眼睛】、【腎臟】、【神經】和【血管】等器官的病變。
  - (3) 人體的血糖濃度，需維持在某一特定範圍內，血糖量過高或過低，對人體都不利。血糖過少時，會發生【昏迷】，甚至死亡。

## 【6-6 廢物的排除與調節】

### (一) 氮的排泄：

- A、生物體將代謝廢物排出體外的作用，稱為【排泄】作用。
- B、人體的【腎臟】、【肺臟】、皮膚上的【汗腺】，都有排寫的功能。
- C、動物體的【蛋白質】氧化分解時，會產生氮，氮對細胞有【毒性】，需迅速排除。
  - (1) 【單】細胞動物以及【水螅】可以將氮直接排到生活環境的水中。
  - (2) 【昆蟲】和【鳥類】將氮轉變成毒性甚小的【尿酸】，然後混在【糞便】中排出體外。
  - (3) 人類的【肝臟】可將氮轉變成毒性較低的【尿素】，再由【血液】帶到【腎臟】排除。
  - (4) 毒性：【氮】 > 【尿素】 > 【尿酸】。
- D、生物排氮方式的比較：

	生物種類	排洩方法	毒性	需水量
氮	【單】細胞水中生物	直接擴散至體外	強	需大量水，故直接排除至水中
尿素	【哺乳】類	【泌尿】系統形成尿液	稍弱	直接以尿液稀釋
尿酸	【昆蟲】、【鳥類】	混合進入【糞便】	最弱	不易溶於水

E、肝臟的功能：

- (1) 製造【膽汁】 幫助脂質乳化，儲存在【膽囊】內。
- (2) 儲存【肝糖】 調節【血糖】濃度。
- (3) 將氨轉變為【尿素】 【解毒】功能。

(二)人體的泌尿系統：

A、泌尿系統：

- (1) 泌尿器官的排泄作用：【腎臟】、【輸尿管】、【膀胱】和【尿道】，合稱泌尿系統。
- (2) 【腎臟】過濾血液，其中有用的物質會被再吸收回到血液中，其餘則形成溶有【鹽類】和【尿素】等物質的尿液。
- (3) 尿液經過【輸尿管】滴入【膀胱】儲存，累積一定的量會引起尿意，將尿液經由【尿道】排出體外。
- (4) 正常人的尿液中不含【葡萄糖】、【蛋白質】或【血球】，尿毒症患者需洗腎以減少血液中的尿素含量。
- (5) 人體的尿素在【肝臟】中形成，尿液則在【腎臟】中形成。

B、肺與皮膚的排泄作用：

- (1) 肺可排出【水蒸氣】和【二氧化碳】，所以肺是【呼吸】器官也是【排泄】器官。
- (2) 皮膚排【汗】，與【體溫】調節有關，也具有排泄代謝廢物的功能。

### 【補充】

1. 肝臟是人體最大的消化器官 — 分泌【膽汁】。
2. 肝臟是人體最大的血糖庫 — 儲存【肝醣】。
3. 呼吸作用：  
醣類：葡萄糖+氧 二氧化碳+水+能量  
蛋白質：氨基酸+氧 二氧化碳+水+氨+能量  
脂質：脂肪酸+氧 二氧化碳+水+能量  
  
蛋白質 $\xrightarrow{\text{消化作用}}$ 胺基酸 $\xrightarrow{\text{呼吸作用}}$ 氨  
單細胞動物和水螅 $\xrightarrow{\text{排泄作用}}$ 排除至體外  
昆蟲和鳥類 $\rightarrow$ 尿酸 $\rightarrow$ 隨糞便排出  
哺乳類 $\rightarrow$ 尿素 $\rightarrow$ 隨尿液排出
- 4.
5. 排泄器官的代謝廢物：  
肺臟：【水蒸氣】、【二氧化碳】。  
腎臟：【水分】、【尿素】、【鹽分】。  
皮膚汗腺：【水分】、【尿素】、【鹽分】。
6. 泌尿系統的功能：  
腎臟：過濾血液中的廢物，製造【尿液】。  
輸尿管：將尿液輸送至【膀胱】的管道。  
膀胱：袋狀，能暫時儲存【尿液】。  
尿道：將【尿液】排除至體外的管道。
7. 驗尿的功能：  
能判斷是否有【糖尿病】、【腎臟】、泌尿系統疾病、【懷孕】、濫用【藥物】等。
8. 腎臟是人體維持體內恆定的重要器官，若腎臟發生病變時，患者經常會出現嚴重的【水腫】、【蛋白尿】，若無法適時的治療，使得腎臟嚴重失去功能，便會發生【尿毒症】，最後只能【洗腎】治療。