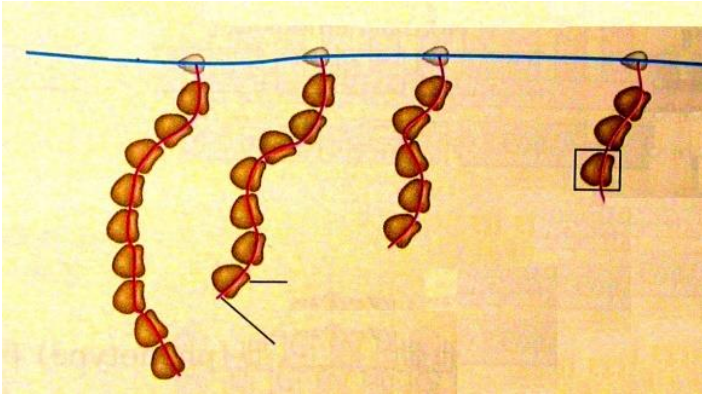


105 年度全國科學班試辦聯合學科資格考生物科試卷

主題 1：細胞與遺傳 10%

一、基因的表現 5 %

(一) 下圖為細菌進行轉錄和轉譯的情形，圖中構造包括：DNA、mRNA、RNA 合成酵素、核糖體。請標示出 RNA 的 3'、5' 位置。【1 分】



(二) 「密碼子」與「胺基酸」的對應關係如下表，根據此表的資料，回答下列各題：

第一鹼基	第二鹼基				第三鹼基
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	終止密碼子	終止密碼子	A
	Leu	Ser	終止密碼子	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

1. 若有一細菌的 mRNA，自「起始密碼子」開始計算，其第 100~115 個核苷酸序列，依序為 AUCGAUAUGUAGGAGA，則該 mRNA 的「起始密碼子」是什麼？【1 分】
2. 按 5'→3' 的方向，寫出轉錄該段 mRNA 序列 (AUCGAUAUGUAGGAGA 的 DNA 鑄模 (模板) 序列。【1 分】
3. 由上述第 100~115 個核苷酸序列所對應轉譯出來的胺基酸序列是什麼？【1 分】
4. 承 1. 題，此 mRNA 經轉譯作用生成的蛋白質，最多含有幾個胺基酸？【1 分】

二、基因的互換 5%

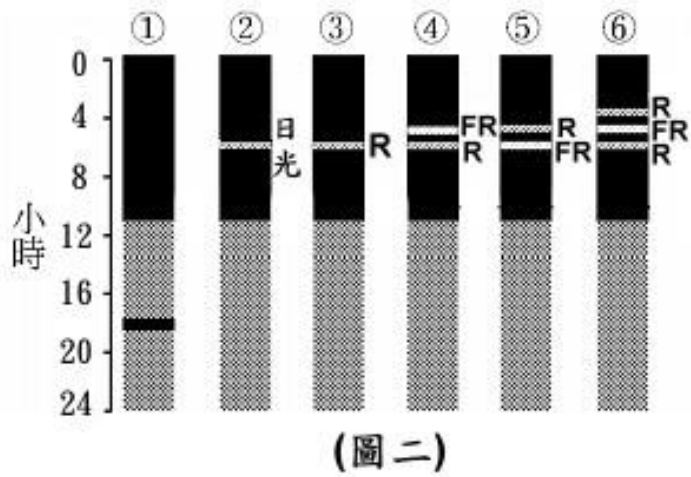
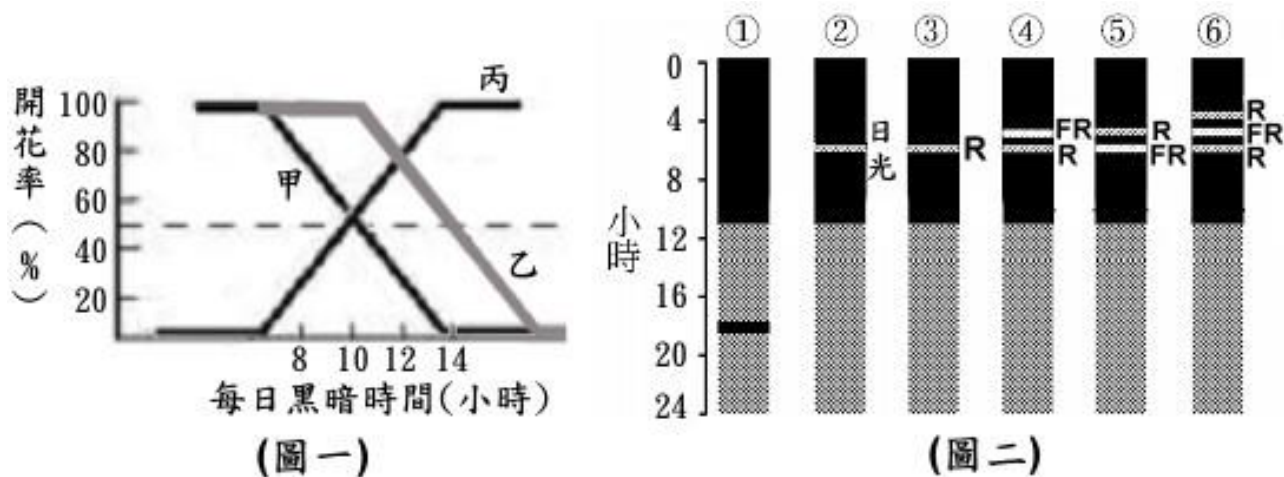
果蠅決定翅膀長度與體色的基因在同一條染色體上，其中長翅(A)對短翅(a)為顯性，灰身(B)對黑身(b)為顯性，基因型為AaBb的親代果蠅經試交後，所產生子代的表型長翅黑身：長翅灰身：短翅黑身：短翅灰身的比例為38：12：12：38，回答下列問題：

1. 基因連鎖在染色體上的情形為何？(1分)
2. 基因的互換率為何？(1分)
3. 請解釋互換率大小所代表的生物學意義為何？(簡答題)(1分)
4. 生殖母細胞聯會時發生基因互換的機率為何？(1分)
5. 若將此基因型為AaBb親代個體進行自交，則子代性狀為短翅黑身的機率為何？(1分)

主題 2：植物學 30%

三、光週期 10%

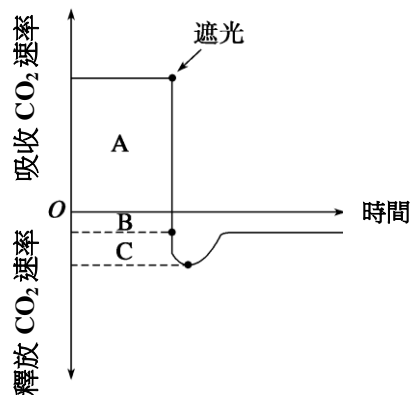
下圖(一)為甲、乙、丙三種不同開花植物的成熟植株於不同光週期處理下之開花狀況示意圖。此外，再將此三種植物於六種不同的光週期下處理，如圖(二)所示(其中①、②之植株整株均有葉片；③、④整株無葉片；⑤、⑥全株各只留一片葉片；圖示中黑色代表黑暗處理，淺灰色代表日照處理)，試回答下列問題：



1. 由圖(一)中所示，請判斷哪幾種植物為長日照植物？(2分；全對才給分)
2. 對甲植物而言，在圖(二)的各種處理中，哪些情況下會開花？(2分；全對才給分)
3. 對乙植物而言，在圖(二)的各種處理中，哪些情況下會開花？(2分；全對才給分)
4. 對丙植物而言，在圖(二)中⑤的光週期處理下，其體內的光敏素主要為哪一種型式？且此種光敏素是否具有生理活性？(各1分)
5. 已知向光性主要是由於植物體內有一種能吸收380~475nm波長色光的蛋白質所感應的，試根據以上推測此蛋白質是否就是光敏素？為什麼？(2分；全對才給分)

四、光合作用與呼吸作用 10%

某研究小組觀測在適當條件下，某植物葉片遮光前吸收 CO₂ 的速率，和遮光(完全黑暗)後釋放 CO₂ 的速率。吸收和釋放 CO₂ 的速率隨時間變化的趨勢圖如下圖所示(吸收或釋放 CO₂ 的速率，是指單位面積葉片在單位時間內吸收或釋放 CO₂ 的量)。請依據此圖回答下列問題：

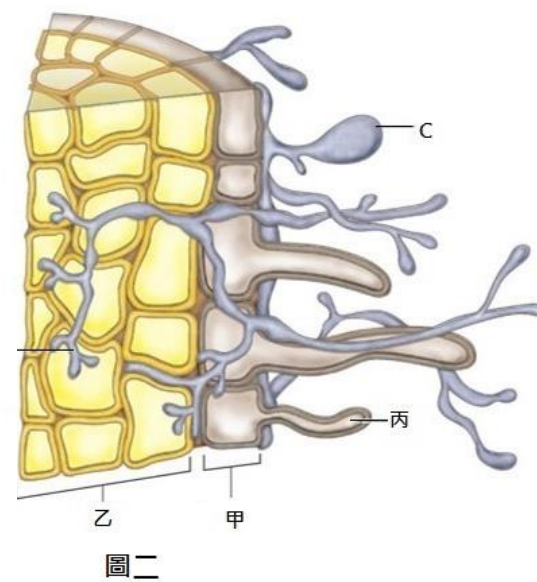
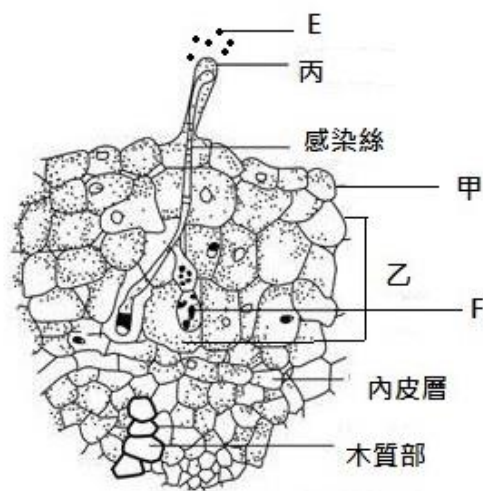
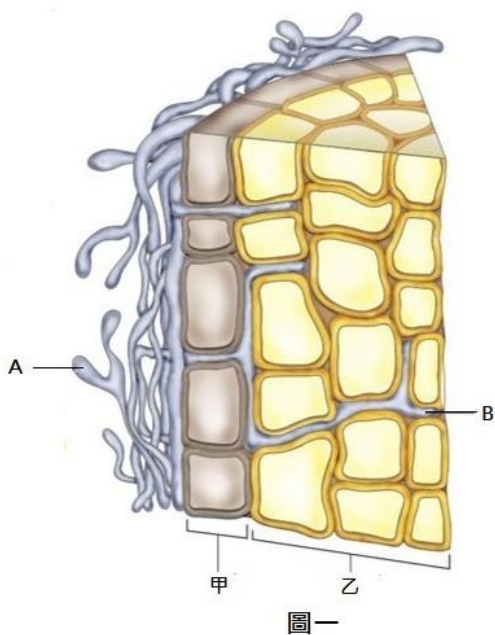


- (1)在光照條件下，圖形 A+B+C 的面積表示什麼？【2分】
 (2)圖形 B 的面積表示什麼？【2分】
 (3)從圖形 C 可推測出該植物存在另一種 (A)吸收 (B)釋放 (C)固定 CO₂ 的途徑【2分】
- 在上述實驗中，若提高溫度、降低光照，則圖形_____ (填“A”或“B”)的面積變小，圖形_____ (填“A”或“B”)

五、菌根與根瘤 10%

植物根部常與其他生物互利共生，以獲得足夠的水分和養分，圖一和圖二分別代表兩種不同的菌根，圖三則為常見於豆科植物根部的根瘤形成過程，其中 A~D 為真菌的菌絲，E 和 F 則是細菌，甲~丙為不同植物細胞，回答下列問題：

- 乙和丙細胞分別代表何種植物細胞?(2分)
- 比較 B 菌絲和 D 菌絲在乙細胞間分布的情形?(簡答題)(2分)
- E 和 F 何者具有固氮作用?(多重選，全對才給分)(2分)
- 下列何者一定是代表一個族群?(A)土壤中的固氮菌(B)土壤中的真菌(C)某種豆科植物根瘤中的類菌體 (D)某種植物菌根中的真菌 (E)與某一真菌形成菌根的所有植物 (多重選，全對才給分)(2分)
- 農業生產上常利用豆科植物與其他作物間作、輪作，以提高土壤肥力，其原理為何?(簡答題)(2分)



主題 3：動物學 30%

六、糖尿病與其研究 10%

現代的台灣社會，人民生活習慣漸轉向多吃高熱量且精緻的食物，身體運動量又減少，肥胖人口逐漸增加，糖尿病患者也愈來愈多。糖尿病是一種代謝疾病，血糖長時間高於標準會有吃多、喝多、尿多及體重下降症狀，如果不進行治療，可能會引發許多併發症。近年來國人糖尿病更有年輕化趨勢，近年已成為國人十大死因之第四名。有關糖尿病的醫學研究與保健也急需有進展，根據以下資料回答相關問題。

(1) 請參考下表 1，請問以下甲～己哪些人需要就診？(2%)

	甲	乙	丙	丁	戊
空腹血糖值	120	128	120	210	80
平時血糖值	155	245	189	333	104
糖化血色素	5.9	6.7	6.0	6.9	5.2

糖尿病的診斷基準				
狀態	項目	空腹血糖值 (mg/dl)	平時血糖值 (mg/dl)	HbA1c (糖化血色素)
無異常		<110	<140	<5.6
需要多加注意		110~126	140~200	5.6~6.5
需要就診		>126	>220	>6.5

表 1

(2) 高血糖常會導致糖化產物生成，此物質會誘導免疫細胞製造及分泌發炎因子，傷害胰臟分泌胰島素及抑制胰島細胞中胰島素的基因表現，因而加重糖尿病之病症。請問若你要幫家中糖尿病患者買飲料，下表哪一個飲料相對較合適？

(De Revel and Bertrand, 1993; Koschinsky et al., 1997; Wang and Chang, 2010)		
飲料	糖化產物 KU	杯數
雪碧 (Sprite, soda)	4750	10
橘子汁	3600	6
咖啡	8800	4
傳統可口可樂 (soda)	4250	1/2
無糖可口可樂 (soda)	4750	1/2
茶	4050	2

表 2 糖化產物單位 (KU/杯) (一杯約 250 毫升)

(3) 飯後血糖調節與哪些激素有關？(2%)

以不同發酵產物 (紅麴薏仁、紅麴米與紅麴山藥) 餵食糖尿病模式鼠，再檢測其血糖值，實驗期間 8 週。(本研究結果發表於 J Agri Food Chem. (2010) 58: 7634-7640.)。

- (4) 請問糖尿病鼠與餵食紅麴山藥的糖尿病鼠的表現值有無顯著差異？如何判斷？(2%)
- (5) 看到圖 1 你會做出甚麼結論？(3%)

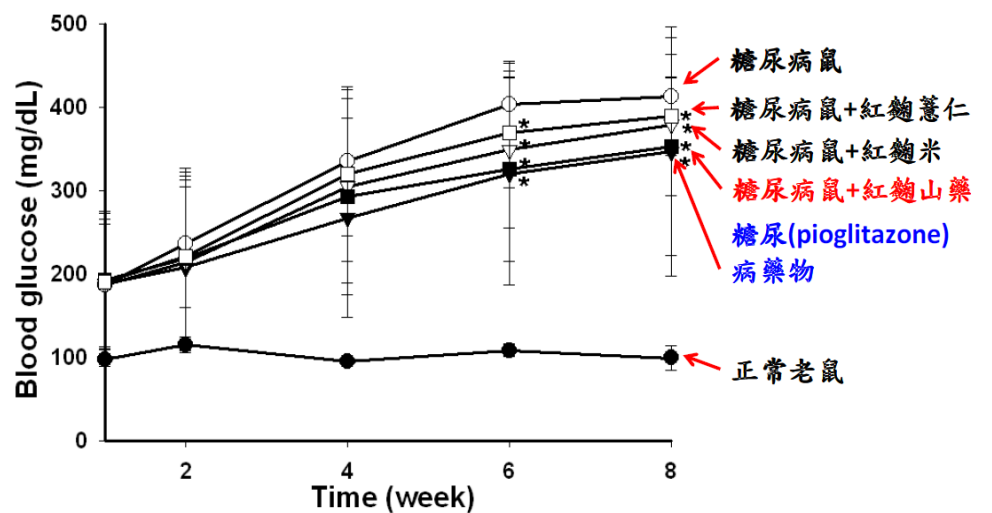
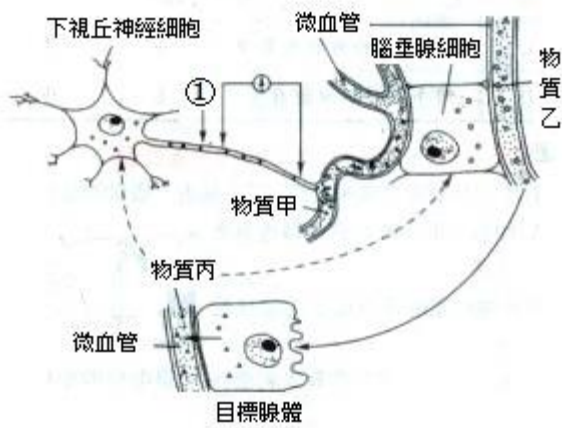


圖 1

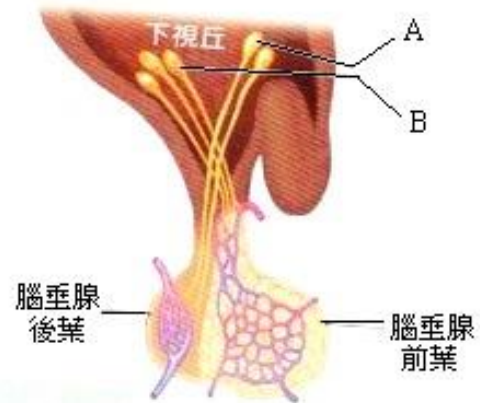
七、下視丘與腦下垂體 10%

下圖(一)表示下視丘神經細胞、腦垂腺細胞、目標腺體及它們分泌的激素之間的關係。請根據下圖(一)、(二)提供的信息，分析並回答下列問題：

1. 若切斷圖(二)A細胞的纖維時，圖(一)中物質甲、乙、丙的分泌功能，何者會受到影響？(1分) 為什麼？(2分)
2. 若圖(一)代表月經週期的調控，則服用避孕藥的正常女性，其物質甲、乙、丙的分泌量變化分別為何？(2分)
3. 若刺激圖(一)中①點，則電流表指針會發生幾次偏轉的情況？(2分)
4. 如果頭部創傷導致患者出現明顯多尿的現象，則可推測圖(二)中何種細胞可能遭受大量破壞？(2分)
5. 圖(一)是藉由何種調控機制來協助體內環境的恆定？(1分)



圖(一)

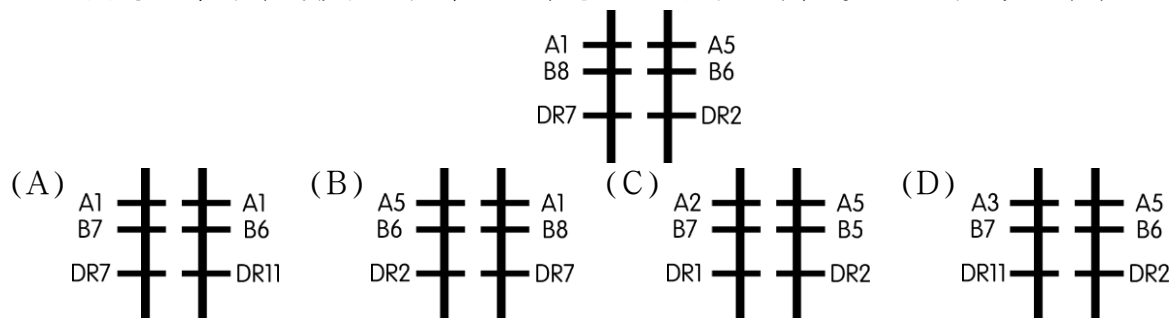


圖(二)

八、MHC分子與排斥作用 10%

主要組織相容複合體(major histocompatibility complex, MHC)是造成排斥外來組織最有關的基因，它是細胞表面上的醣蛋白(glycoprotein)，主要組織相容抗原在人稱作人類白血球抗原(human leukocyte antigen, HLA)，人類白血球抗原(HLA)相符，是骨髓移植成功的關鍵。MHC是由染色體上特定的基因群決定的。例如第六對染色體短臂(6p21.3)有三個基因A、B及DR，人類白血球抗原可分為兩型，第一型為HLA-A、B與C基因座所產生的蛋白產物，表現在有核細胞及血小板的表面；第二型則為HLA-DR、DP與DQ基因座所產生的蛋白產物，表現在單核球、巨噬細胞、樹突細胞與B細胞表面。兩種類型的HLA其基因位置(loci)都有很多的對偶基因，

1. 今有一男性白血病患者等待骨髓移植，其第六號染色體如附圖，則最適合的配型為下列何者？1%

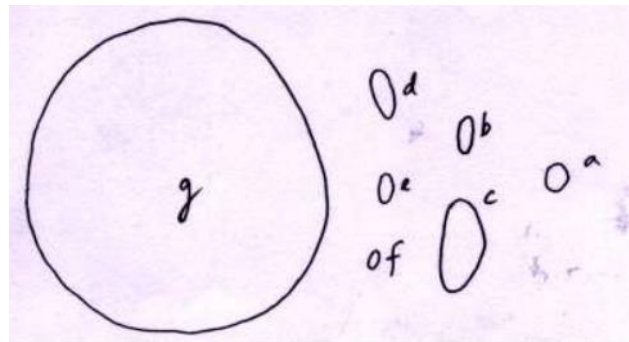


2. 最有可能獲得主要組織相容複合體(MHC)最可能配對成功的器官是來自：(A)父母親(B)兄弟姊妹(C)夫妻(D)沒血緣關係之意外往生的捐贈者 (E)醫療最先進美國的骨髓銀行。1%
3. 關於主要組織相容複合體(MHC)遺傳相關的特性，下列敘述哪些正確？(複選題，全隊才給分) 2%
 - (A) 共顯性(codominant expression)
 - (B) 多基因性(Polygeny)
 - (C) 表現型多形性(polymorphism)
 - (D) 多基因遺傳
 - (E) 複對偶基因遺傳
4. 慈濟醫學院公衛系的蕭正光教授，在「中國人骨髓捐贈資料庫的規模和配對率的關係研究」指出，若華裔骨髓資料庫有十萬人時，預估將有百分之四十五的配對符合率。此配對率較民族單純的日本骨髓資料庫低，而與歐洲及美洲白人的資料庫相近，為什麼台灣HLA配對相符性比同是亞洲的日本低？ 3%
5. 主要組織相容抗原的最大特點是它的多種形態(polymorphism)，不論在種類I或種類II基因位置(loci)都有很多的對偶基因，因此在一族群中，不同的個體表現不同的主要組織相容抗原分子，這樣的基因多型性在演化上有甚麼意義？ 3%

三、生態與演化 30%

九. 島嶼生物地理學 (10%) (建國中學)

MacArthur 及 Wilson 所提出的『島嶼生物地理』模型認為，島嶼上的物種數與島嶼的大小成正比，而與距離大陸的遠近成反比，圖中 g 為大陸，a~f 不同島嶼，回答下列各題。



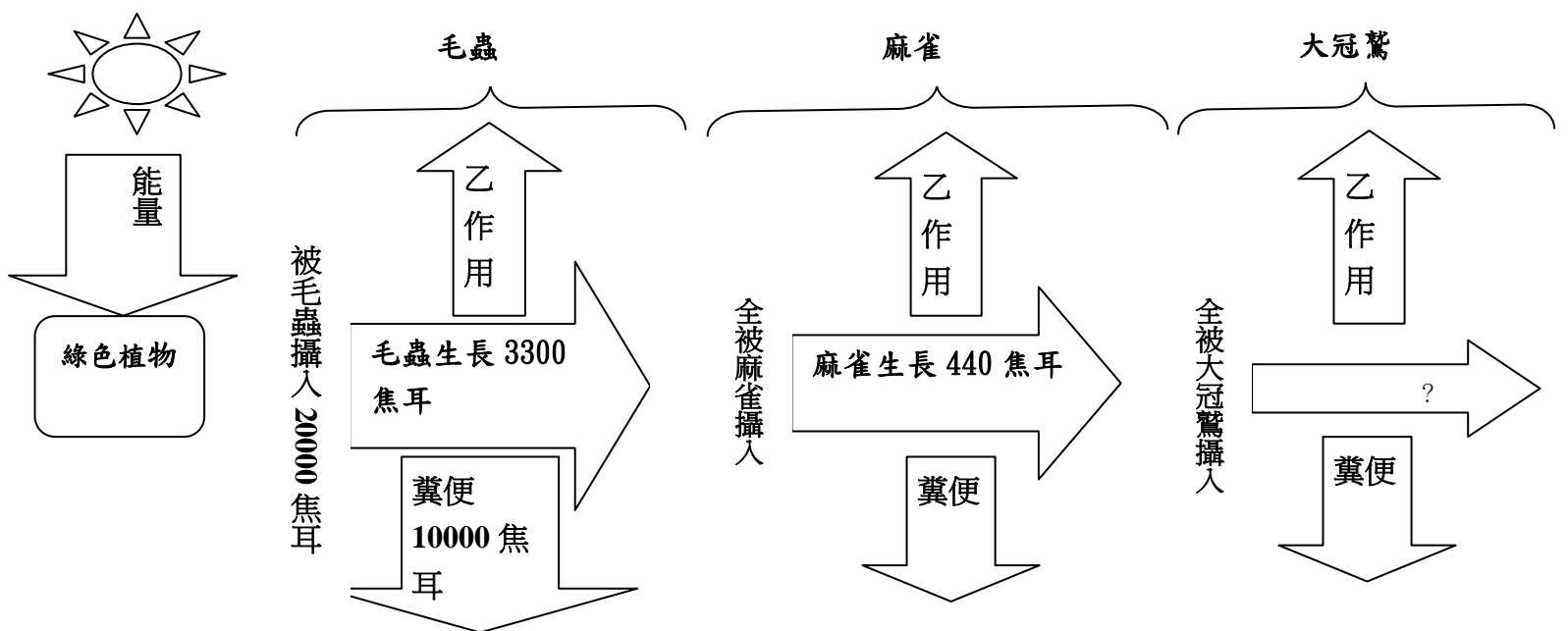
- (1) c 島與 e 島的物種多樣性何者較高？ (2 分)
- (2) 哪個島的物種多樣性可能最低？ (2 分)
- (3) 在不考慮 c 島狀況下，哪個島應會有最多特有物種？ (2 分)
- (4) 哪個島最可能有肉食性動物？ (2 分)
- (5) 假設有一種植物從 g 遷徙至 e 島，此時 e 島上此種植物族群的等位基因頻率會與 g 地的變化很大，此種現象稱為甚麼？(2 分)

十、生態效率 (10%) (嘉義高中)

「生態效率」(Ecological efficiency) 或稱「能量傳遞率」，是指能量從一營養階層轉移至另一營養階層的百分比值，學者歐達估計，此值通常在 5-20% 之間，依生物種類而異。例如毛蟲吃葉片約只消化所吸收食物的一半量而已，其餘能量皆隨糞便流失。(如下圖，箭頭代表能量的流向，唯箭頭粗細不代表實際比例)。

一般而言，恆溫動物為了要維持恆定的體溫，其「能量傳遞率」比變溫動物要低很多，雖然動物的體型愈小，食物的需求量應該愈小，但如果換成單位體重，則反而因為小型動物的「單位體重基礎代謝率」(mass-specific MR) 高，愈小的動物單位體重所需要的食物量反而愈多，所以恆溫動物的體型便明顯的有一個下限，因為小到一個程度，牠們幾乎隨時都需要攝食才足以維生。

請回答以下問題：



1. 圖中「乙作用」代表的意義為何？ (2 分)
 - (A) 分解作用，以元素形式回歸自然
 - (B) 呼吸作用，以熱能型式喪失，無法再入食物鏈中循環
 - (C) 脫氮作用，物質再入食物鏈中循環
 - (D) 腐化作用，只能由生產者再加以利用
 - (E) 清除作用，由清除者清除此階層的生物量
2. 請計算圖中由生產者至初級消費者的「能量轉換率」。(2 分) (請列式，答案與列式正確才給分)

3. 假設能量由麻雀傳至大冠鷲的「生態效率」為 10%，請計算圖中食物鏈中有多少能量被轉移至大冠鷲，成為其「生物量」。(2 分) (請列式，答案與列式正確才給分)
4. 若甲、乙兩生態系有著相同能量的生產者，甲生態系主要居住著兔子、山羊、獅子、禿鷹等七種恆溫動物；而乙生態系主要居住著蜥蜴、蛇、蛙、陸龜等七種變溫動物，若不考慮其他生物間的複雜交互作用，則下列比較何者正確？ (2 分)
- (A)次級消費者的總能量：甲 > 乙 (B)所有消費者的總能量：甲 > 乙 (C)營養階層數目的可能最大值：甲 < 乙 (D)生產者的數量：甲 = 乙
5. 假設有兩個球狀體型的恆溫動物，甲半徑為乙半徑的 1/2，則兩者表面積與體積的比值 (S/V) 與單位體重基礎代謝率的比較，何者正確？ (2 分)

選項	S/V	單位體重基礎代謝率
(A)	甲 > 乙	甲 > 乙
(B)	甲 > 乙	甲 < 乙
(C)	甲 < 乙	甲 > 乙
(D)	甲 < 乙	甲 < 乙

十一、演化—「單系群」、「並系群」與「複系群」 10%

演化與分類學理論於二十世紀有了革命性的發展，此發展源自德國昆蟲學者威利·赫尼格的主張。認為分類必須反映親緣關係，而親緣關係只能藉由共祖關係的確認獲致。他認為當我們分析生物間的親緣關係時，可以將有變異的同源特徵分為較為原始的「祖先特徵」以及較為進化的「衍生特徵」，而共同擁有相同的衍生特徵才能當作生物親緣關係接近來自同一祖先的證據。

赫尼格還進一步將生物分為「單系群」、「並系群」與「複系群」等三類，分別定義為：

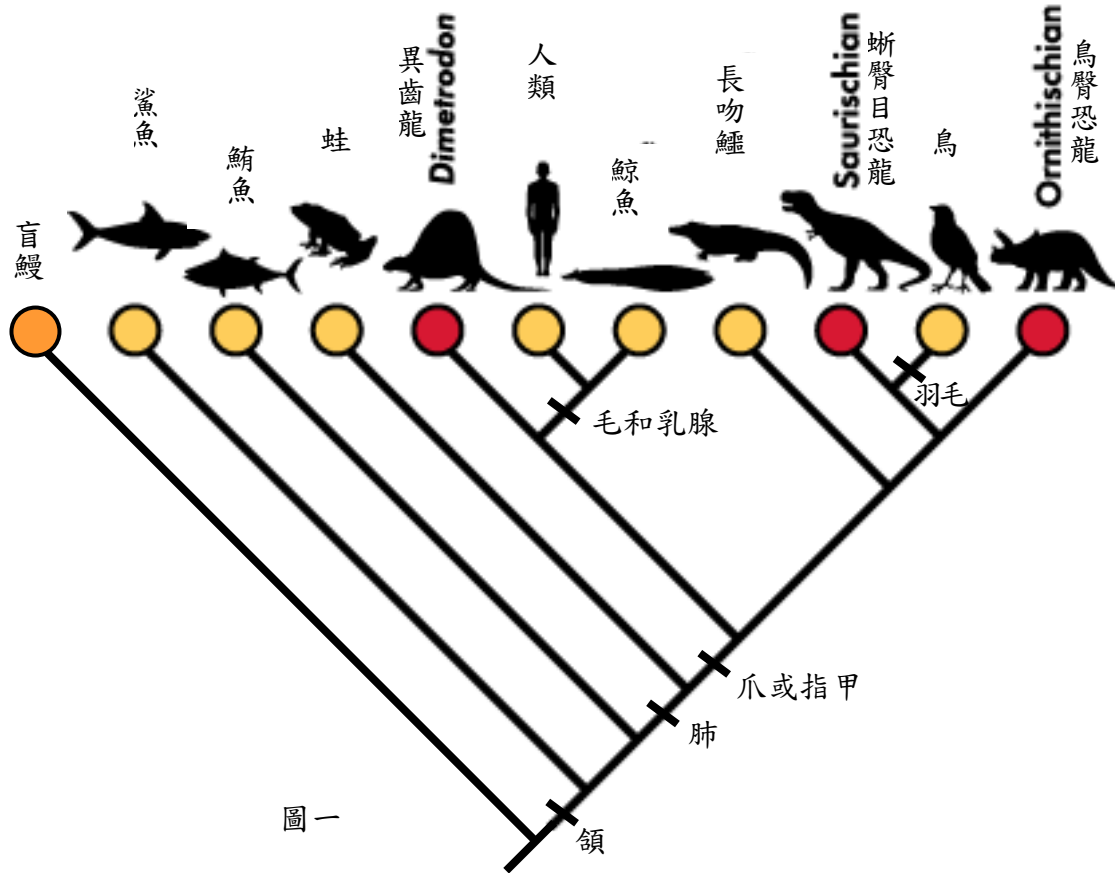
「單系群」：成員演化自相同的祖先，並包含由此一祖先演化出來的所有成員，例如：人類與鯨魚。

「並系群」：成員演化自相同的祖先，但是沒有包含由此一祖先演化出來的所有成員，例如：鳥與鳥臀恐龍。

「複系群」：包含兩個以上，成員不重複之單系群內的部分成員，例如：鯨魚與長吻鱷。

赫尼格指出只有「單系群」才是合理的分類群，「並系群」與「複系群」則否。赫尼格的理論被稱為支序系統學。

圖一便是某學者根據赫尼格理論所作的物種親緣關係圖。根據上文與圖一，回答下列 1~3 題：



圖一

1. 請判斷下列各生物之間的分類關係，應屬於哪一種？（3分）

生物間的關係	生物分類關係
範例： 人類與鯨魚	單系群
人類與異齒龍	
人類與異齒龍與鯨魚	
人類與鳥	

2. 鳥與鯨魚的祖先特徵為何（3分）？鳥的衍生特徵為何？（1分）

3. 請問人類與何者的親緣關係最近（1分）？原因為何？（2分）