

臺北市立第一女子高級中學 114 學年度第一次正式教師甄選生物科筆試試題卷

准考證號碼：..... 姓名：.....

※ 注意：請務必於上欄填寫「准考證號碼」及「姓名」

本試卷共分為六個主題，請將各主題答案寫在相應的答案卷上，需依照題目順序並標示題號。

主題一：

一、 內膜系統(endomembrane system)的生理功能與生物學概念：

1. 內膜系統參與或執行哪些細胞的生理功能？(4分)
2. 在高中生物課程中，為何要教授「內膜系統」？「內膜系統」包含了哪些重要的生物學概念？(4分)

二、 中學的生物課程中，常以葡萄糖的異化作用作為有氧呼吸的例子，但其他的有機物質也可經有氧呼吸驅動 ATP 的形成。請大致說明「三酸甘油酯」經有氧呼吸產生 ATP 的生化過程。(6分)

三、 有甲乙丙三位同學，各擬以下研究主題參加科展競賽：

甲生：不同濃度咖啡因對斑馬魚胚胎發育畸形率、死亡率及幼魚行為模式的影響研究

乙生：探討不同濃度綠茶萃取物對人類乳癌細胞株生長、細胞週期及凋亡的影響

丙生：探討入侵紅火蟻(*Solenopsis invicta*)的施放對本土蟻種多樣性的影響

若三人皆有意參加「中小學科展」與「臺灣國際科展」，請分別針對這兩個比賽，各自給三位同學適當的建議。(6分)

主題二：

一、 造成玉米三種隱性突變性狀的相關等位基因 an , br , cf 位於同一條染色體上，而 an^+ , br^+ , cf^+ 則分別為其相對應的正常等位基因。小綠想研究此三基因的連鎖關係，她將二個玉米純品系(P1 和 P2)雜交得到 F1 子代，F1 個體的此三種性狀皆為正常型。將 F1 植株與一個同時具有這三種隱性突變性狀的個體雜交，結果得到的 F2 子代之表現型及其個體數如下：

表現型	完全正常	an	br	cf	an, br	an, cf	br, cf	an, br, cf
個體數	96	363	3	28	22	7	377	104

1. 請寫出小綠使用的二個玉米純品系 P1 與 P2 之基因型。(2分)

答案：

P1：_____ P2：_____

2. 承上題，若計入雙重互換(double crossover)發生的可能性，則下列有關此三基因之間互換率應為多少%？
(請寫出解題過程，並將答案填入下方空格，未寫出過程者，不計分)(6分)

(1) an^+ 和 br^+ 之間為 _____ %

(2) br^+ 和 cf^+ 之間為 _____ %

二、請以鎌刀型血球貧血症為例，分別以古典遺傳學與分子遺傳學的角度，說明如何區分中間型(半顯性)遺傳與等顯性遺傳。(4分)

三、全基因體關聯性分析 (Genome-Wide Association Study, GWAS) 是探索每一個 SNP 與不同表現型 (疾病、癌症或藥物反應等等) 之間是否存有關聯性的一個簡單而有效的方法。GWAS 是怎麼進行的呢？圖一是一個控制組 (Control) 與病例組 (Case) 各 250 人的 GWAS 資料集，GWAS 首先對每一個 SNP 建立列聯表 (Contingency Table)，如圖一(a)(b)，列聯表中大寫字母 A 與 B 分別表示 SNP1 與 SNP2 的主要基因型 (Major Allele)，小寫字母 a 與 b 則分別為 SNP1 與 SNP2 的次要基因型 (Minor Allele)，而列聯表中數字表示對應的人數 (因為人類有兩套染色體，同一個點位在兩個染色體上可能是不同等位基因，在計算列聯表時其中一種做法是以等位基因種類計次，所以列聯表加總會是人數的兩倍)。有了 SNP1 與 SNP2 的列聯表，就可以利用統計方法來檢測每一個 SNP 與疾病的關聯性，在這個極端的例子中，因為 SNP1 的等位基因類型在對照組與病例組間的數量沒有明顯的差異，檢定會得到較大的 P 值 (P-Value)，可依此推論 SNP1 的等位基因類型與疾病有無的關聯性不高。相反地，在 SNP2 中，所有帶有等位基因 B 的人都為正常人，所有帶有等位基因 b 的人都為病人，檢定會獲得極小的 P 值，顯示 SNP2 的等位基因類型與疾病存有極大的關聯性。(改寫自張育銓，陳倩瑜，黃福銘，110/09/07,科學大觀園)

(a)			(b)		
SNP 1	Control	Case	SNP 2	Control	Case
A	250	250	B	500	0
a	250	250	b	0	500

圖一、GWAS 分析範例

(張育銓，陳倩瑜，黃福銘，110/09/07,科學大觀園)

若某生物專研學生研究的題目為「以全基因組關聯分析技術 (GWAS)分析攝護腺癌相關基因」，以下為其研究結果的 EXCEL 檔案截圖，請問您會建議她以何種科學圖表呈現此結果？

表現器官	基因名稱	基因位於哪一條同源染色體	P
攝護腺	NUCKS1	1	1.1E-08
攝護腺	NCOA4	10	2.3E-147
攝護腺	RP11-554A11.9	11	8.03E-44
攝護腺	POLI	18	3.93E-05
攝護腺	SIPA1L3	19	3.97E-05
攝護腺	GGCX	2	3.43E-21
攝護腺	MLPH	2	6.49E-09
攝護腺	RP4-607J23.2	7	1.05E-10

1. 請畫出此科學圖表。(4分)

2. 請推論以 GWAS 做科展研究的缺點，並提出解決方法。(4分)

主題三：

一、請根據下文出一題適合高三學生程度的多選題。題目以中文命題，並附上出題目標、答案與詳解。(10分)

The first plants to colonize land were most likely closely related to modern day mosses (bryophytes) and are thought to have appeared about 500 million years ago. They were followed by liverworts (also bryophytes) and primitive vascular plants—the pterophytes—from which modern ferns are derived. The lifecycle of bryophytes and pterophytes is characterized by the alternation of generations, like gymnosperms and angiosperms; what sets bryophytes and pterophytes apart from gymnosperms and angiosperms is their reproductive requirement for water. The completion of the bryophyte and pterophyte life cycle requires water because the male gametophyte releases sperm, which must swim—propelled by their flagella—to reach and fertilize the female gamete or egg. After fertilization, the zygote matures and grows into a sporophyte, which in turn will form sporangia or “spore vessels.” In the sporangia, mother cells undergo meiosis and produce the haploid spores. Release of spores in a suitable environment will lead to germination and a new generation of gametophytes. In seed plants, the evolutionary trend led to a dominant sporophyte generation, and at the same time, a systematic reduction in the size of the gametophyte: from a conspicuous structure to a microscopic cluster of cells enclosed in the tissues of the sporophyte.

二、植物氣孔的調節

1. 照射藍光會造成植物的氣孔發生何種變化？請說明其原理和作用機制。(5分)

2. 乾旱逆境下，植物會產生何種激素減少水分散失？此激素對保衛細胞中的鈣離子濃度影響為何？(3分)

3. 承上題，已知在此激素的作用下，保衛細胞的膜電位會產生變化，請說明完整的變化過程。(2分)

主題四：

一、 近期臺灣兩爬類學界有一重大突破，請閱讀以下文章及配合時事新聞，回答下列問題：

Nidirana okinavana (Boettger, 1895) is a small-sized ranid species belonging to the East Asian genus *Nidirana* Dubois, 1992. Previous studies have indicated that this species was exclusively distributed on Ishigaki and Iriomote islands in the southern Ryukyus, as well as two extremely small wetland habitats in central Taiwan. Such a restricted distribution makes it one of the most endangered frog species in both Taiwan and Japan. By using molecular, morphological, and acoustic analyses, our study reveals significant divergence between the Taiwanese and Japanese clades, supporting the recognition of the Taiwanese clade as a distinct species, described herein as *Nidirana shyhuangi* **sp. nov.** Compared to *Nidirana okinavana* sensu stricto from the southern Ryukyus, the *Nidirana shyhuangi* **sp. nov.** is characterized by a significantly smaller and non-overlapping body size, relatively longer forelimbs and hindlimbs, smaller internostril and interorbital distances, with a higher number of cross bands on thigh and shank. Acoustic analyses reveal that the *Nidirana shyhuangi* **sp. nov.** produces calls with a rapid tempo and higher pulse number, with a higher dominant frequency compared to the Japanese clade. Due to the extremely limited distribution of this species to two small sites on Taiwan, and continuing decline in quality of its habitat, we propose that it should be classified as Critically Endangered (CR) under the IUCN criteria. Immediate and comprehensive in situ and ex situ conservation actions are necessary to ensure the sustainable viability of the population.

1. 請以中文寫出此物種被認定為新種的分類學證據，並對應其不同種定義(species concept)。(3分)
比較所列的種定義對生物群體之間的遺傳差異程度，將其由小到大依序排列。(1分)
2. 以人為方式保護遭受危害的自然棲地及物種有三種常見的策略，請說明 in situ conservation、ex situ conservation、restoration 的差異。(3分)各舉一個可提高生物多樣性的具體方法。(3分)

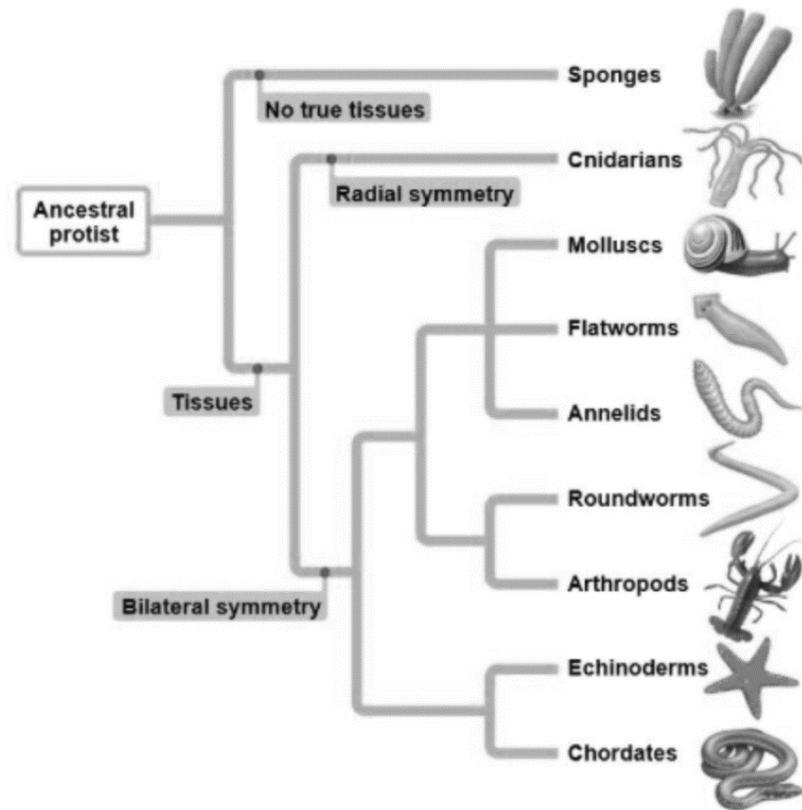
二、 都市生態學(Urban ecology)是研究都市環境中生物體及周圍環境關係的生態研究。

1. 在都市生活中的野生動物常與人類產生衝突，請舉出 5 種常見的都市生態衝突。(2分)
2. 近 10 年來，白鼻心等野生動物逐漸成為適應都市環境的物種，許多團體漸漸透過公民科學家的研究資料了解野生動物在都市生活的議題，為了讓學生活用公民科學家平台。請設計為期 2 周的探究課程，包含課程主題、內容架構、時間規劃、運用平台類型、評量方式。(3分)

三、 分別說明外來種、歸化種、入侵種的定義。(2分)若學生檢到一隻受傷的外來種鳥類來找您，身為老師如何藉由這個情境對學生進行議題融入教育?(3分)

主題五：

一、 下圖為動物界九門的演化樹，請以下表中幾個動物門為例，簡述其消化、循環方式的演變。(2分)



動物門	海綿	刺絲胞	扁形	軟體	環節	節肢	脊索
消化							
循環							

二、 若要觀察各種型態的皮膜組織，常見的永久玻片標本有哪些？請各舉一例？(2分)

三、 人體有哪些生理面向的恆定性要維持？其標準值分別為何？(2分)

四、 由哪些器官流出的血液會注入肝門靜脈？
就上述器官而言，注入肝門靜脈的現象可能具有何種意義？(2分)

五、 請以魚鰓的氣體交換為例，以圖、文解釋逆對流的現象及其意義。(2分)

六、 請以尿液形成作用為範圍，試舉兩例學生常見的迷思概念。(2分)

七、以下為一生物奧林匹亞複試題，請給出最適合的答案並說明答題所需的背景知識與作答邏輯。(2分)

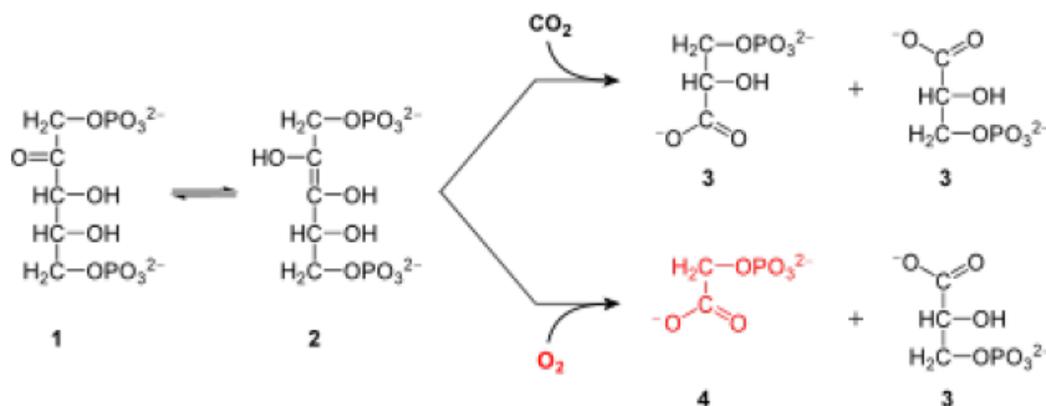
有一實驗室研究出芽酵母菌中組胺酸的合成途徑，找到 9 個 a 交配型的單倍體隱性突變株 (a1~a9)，這些突變株都無法自行合成組胺酸，必須在基本培養基中外加組胺酸才能生長。之後利用交配型轉換技術，將 a1~a9 分別轉換為 α 交配型單倍體的對應突變株 $\alpha 1\sim\alpha 9$ ，a1 和 $\alpha 1$ 除了交配型不同外，其餘基因型皆一樣，a2~a9 和 $\alpha 2\sim\alpha 9$ 也具同樣對應關係。將此二組突變株進行各種組合交配，並對所得之二倍體進行組胺酸合成測試，結果如下表，其中「+」代表可以在缺少組胺酸的培養基生長；「-」代表無法在缺少組胺酸的培養基生長。依照此測試結果，若不考慮基因內互補，可以推定這 9 種突變至少位於幾個不同的基因？

(A) 2 (B) 4 (C) 6 (D) 7 (E) 9

	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9
$\alpha 1$	-	+	+	-	+	+	-	+	+
$\alpha 2$	+	-	+	+	-	+	+	-	+
$\alpha 3$	+	+	-	+	+	+	+	+	-
$\alpha 4$	-	+	+	-	+	+	-	+	+
$\alpha 5$	+	-	+	+	-	+	+	-	+
$\alpha 6$	+	+	+	+	+	-	+	+	+
$\alpha 7$	-	+	+	-	+	+	-	+	+
$\alpha 8$	+	-	+	+	-	+	+	-	+
$\alpha 9$	+	+	-	+	+	+	+	+	-

八、以下為另一生物奧林匹亞複試題，請給出最適合的答案並說明答題所需的背景知識與邏輯。(2分)

核酮糖-1,5-二磷酸羧化酶 (Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase, RuBisCO) 在具有大量 CO_2 環境下，可將核酮糖-1,5-二磷酸 (化合物 1) 催化產生兩個 3-磷酸甘油酸 (3-phosphoglycerate, 化合物 3)。而在氧氣較多的狀況下，則將核酮糖-1,5-二磷酸，裂解成 3-磷酸甘油酸以及 2-磷酸乙醇酸 (2-phosphoglycolate, 下圖化合物 4)。以下有關 RuBisCO 的描述何者正確？



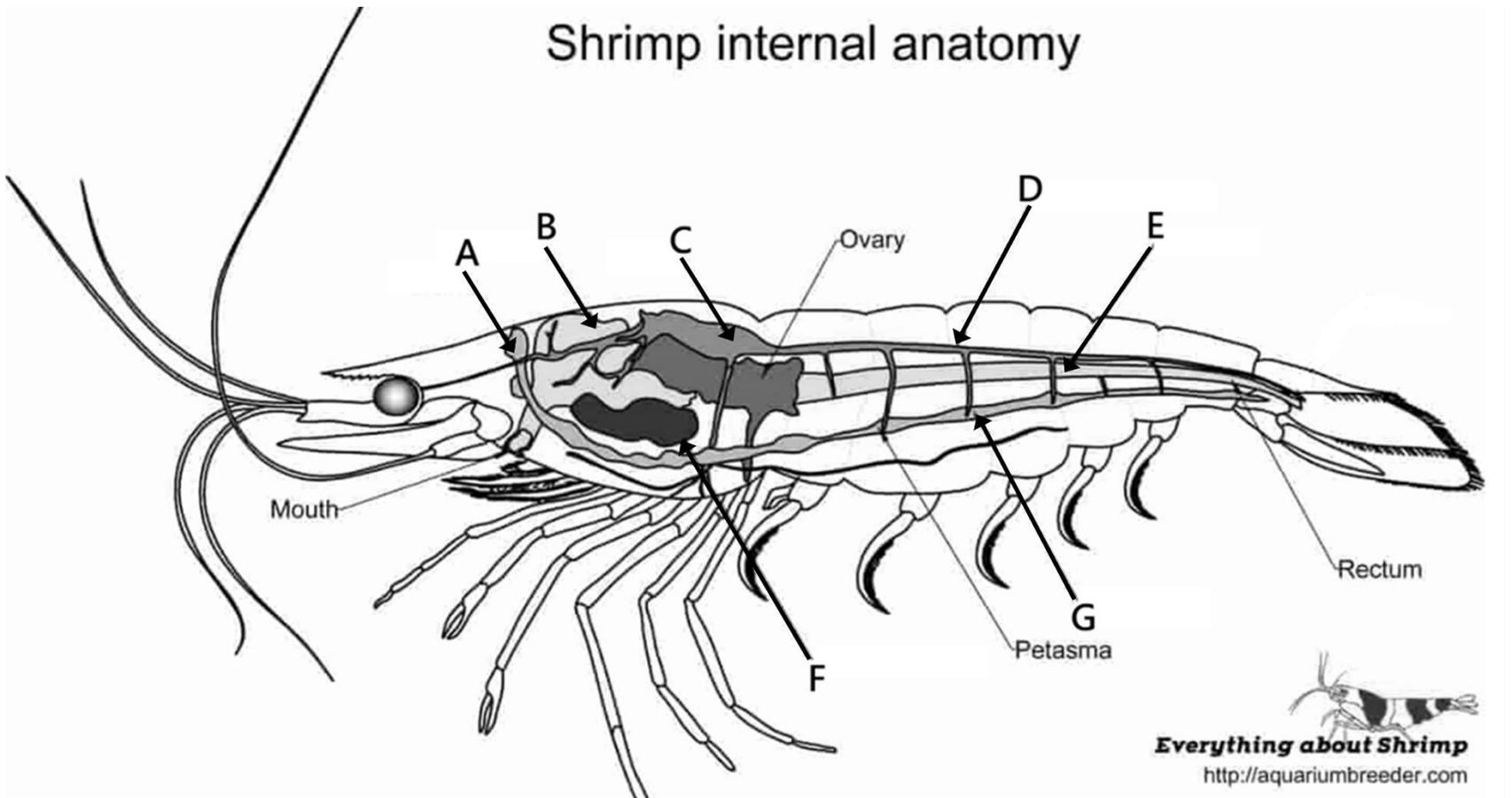
- (A) RuBisCO 是克氏循環(Krebs cycle)中的第一個酵素
 (B) RuBisCO 是碳反應的主要酵素，必須在黑暗中才能固定 CO_2 ，有光照的時候會行加氧反應
 (C) RuBisCO 可能是地球上存量最多的酵素
 (D) 因為大氣中的氧氣含量比 CO_2 多，所以 RuBisCO 平時以生產 2-磷酸乙醇酸機率比較高
 (E) 在較熱的環境下 RuBisCO 固定 CO_2 的效率會比較好

九、請簡介生物奧林匹亞競賽的階段、時程與考題性質。(2分)

若你是本校生物科奧林匹亞的負責教師，會如何規劃選手的培訓？(2分)

主題六：

- 一、 生物科能力競賽選手培訓時常會進行蝦子的外形及內部構造觀察，關於此實驗主題，請回答下列問題：
1. 下圖為蝦子內部構造的示意圖，請填寫 A~G 構造的中文名稱。(4分)
 2. 蝦子解剖完成後，還可取用蝦子的哪些部位製作成水埋玻片以複式顯微鏡觀察？並說明觀察重點。(4分)



- 二、 後天性免疫反應可利用抗原呈現作用辨識抗原片段並專一性地活化 T 細胞，那麼先天性免疫反應的白血球們是如何辨識外來病原體呢？其中一種重要機制是透過模式識別受體 (Pattern Recognition Receptors, PRRs)，請說明其作用方式。(4分)
- 三、 肺水腫是指水分積存於肺部組織內，是心臟衰竭的重要臨床表現，其症狀包括呼吸困難、咳嗽、咳粉紅色泡沫痰等。說明肺水腫發生時對：(1)血氧濃度 (2)心輸出量 (3)心房排鈉肽 (4)腎素 的影響及原因。(4分)
- 四、 人類的視覺受器位於視網膜上的視細胞，分為視桿細胞和視錐細胞兩種。請以視桿細胞為例，說明光線刺激是如何轉變成電訊號並引發視覺。(4分)