中六生物練習卷：遺傳、DNA 與進化

中六（S6）　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：孟德爾遺傳與卡方檢定（第 1 – 4 題）

全部題目均須作答；計算題須列出算式、代入步驟及單位。

1. 豌豆的莖高由一對等位基因控制，高莖（T）對矮莖（t）顯性。兩株高莖豌豆互相雜交，兩親本基因型同為 Tt，共產生 400 株後代，其中高莖 300 株、矮莖 100 株。(a) 寫出此雜交後代理論上的基因型比例。(b) 以 400 株為基數，計算高莖與矮莖的理論數目。(c) 在全部高莖後代中，純合高莖（TT）所佔的比例是多少？(d) 若只得到 40 株後代，高莖數目是否必然為 30 株？解釋你的答案。

2. 豌豆種子的形狀（圓 R 對皺 r 顯性）與子葉顏色（黃 Y 對綠 y 顯性）由兩對位於不同染色體上的 等位基因控制。兩株基因型均為 RrYy 的植株雜交，共產生 1600 粒種子。(a) 寫出子二代四種表現型的理論比例。(b) 計算四種表現型各自的理論數目。(c) 計算重組型（圓皺與皺綠）合計所佔的比例及數目。(d) 為甚麼兩對基因位於不同對染色體，是得出 9 : 3 : 3 : 1 的必要條件？

3. 一隻黑色雄鼠與一隻棕色雌鼠交配。毛色由一對等位基因控制，黑色（B）對棕色（b）顯性。該次交配共產生 160 隻後代，其中黑色 80 隻、棕色 80 隻。(a) 推斷雄鼠與雌鼠的基因型，並解釋你的推理。(b) 這種交配設計在遺傳學上稱為甚麼？它的作用是甚麼？(c) 若雄鼠的基因型其實是 BB，後代會出現怎樣的表現型及數目？(d) 寫出 (a) 中各基因型後代的理論數目。

4. 園藝學家把兩株開粉紅花的植物雜交，遺傳假說預期後代紅 : 粉紅 : 白 = 1 : 2 : 1。實際觀察共 720 株：紅 190 株、粉紅 355 株、白 175 株。(a) 按 1 : 2 : 1 計算三個表現型的期望數目。(b) 計算卡方值（取二位小數）。(c) 自由度是多少？在 5% 顯著水平下臨界值為 5.99，應否拒絕此遺傳假說？(d) 若結論是不拒絕假說，這是否證明假說正確？解釋。

乙部：族羣遺傳、DNA 與蛋白質合成（第 5 – 8 題）

提示：卡方自由度為 2 時，5% 顯著水平的臨界值為 5.99；哈地－溫伯格平衡下隱性純合子頻率為 q^2。

5. 某隱性遺傳病在一個大型族羣中的發病率為每 10,000 人 1 人。假設該族羣符合哈地－溫伯格平衡（隨機交配、無突變、無遷移、無自然選擇）。(a) 求隱性等位基因頻率 q 及顯性等位基因頻率 p。(b) 求帶因者（雜合子）的頻率，以百分比表示。(c) 在 50,000 人的族羣中，估計帶因者人數。(d) 為甚麼帶因者人數遠多於患者？這對隱性遺傳病的防治有甚麼意義？

6. 一段雙股 DNA 分子長 3000 個鹼基對。化學分析顯示腺嘌呤（A）佔全部鹼基的 28%。(a) 求胸腺嘧啶（T）、鳥嘌呤（G）、胞嘧啶（C）各佔全部鹼基的百分比。(b) 計算此 DNA 分子中 G 的實際數目。(c) 若其中一股的 A 佔該股鹼基的 20%，另一股的 A 佔該股鹼基的多少？(d) 只根據鹼基組成比例，能否判斷此 DNA 來自人類還是細菌？解釋。

7. 梅塞爾森與斯塔爾把大腸桿菌先在含重氮（15N）的培養基中培養多代，再轉移到只含 14N 的培養基， 細菌每 20 分鐘繁殖一代。 (a) 第 1 代、第 2 代、第 3 代時，DNA 分子總數及其中雜合（15N/14N）分子的數目各是多少？ (b) 第 3 代時，雜合分子佔全部 DNA 分子的百分比是多少？ (c) 實驗結果支持哪一種複製模式？試以第 1 代的結果說明。 (d) 若 DNA 採用保守式複製，第 1 代應觀察到甚麼結果？

8. 一段 mRNA 長 300 個核苷酸（不計多腺苷酸尾巴），其 3′ 端含一個終止密碼子，其餘為編碼序列。 (a) 此 mRNA 含有多少個密碼子？ (b) 可翻譯成多少個氨基酸？ (c) 若在編碼區中間插入一個核苷酸，翻譯產物通常會怎樣？為甚麼？ (d) 若模板股上有一個鹼基由 T 變成 C，mRNA 上的鹼基會怎樣改變？這是否一定導致氨基酸改變？

丙部：顯微測量、血型、演化與生態調查（第 9 – 12 題）

答案數值取三位有效數字；概率須同時以分數及小數表示。

9. 學生用光學顯微鏡觀察葉的橫切面。某細胞的長度在目鏡測微尺上佔 45 小格， 而在該總放大倍數下每小格代表 20 µm。 (a) 求該細胞的實際長度（µm）。 (b) 該細胞在顯微照片上長 45 mm，求照片相對實物的放大率。 (c) 學生把物鏡由 10× 換成 40×，目鏡仍為 10×。求更換前後的總放大率，並說明視野直徑如何改變。 (d) 計算視野面積縮小的倍數。

10. 人類 ABO 血型由 IA、IB、i 三個等位基因控制，IA 與 IB 為共顯性，i 為隱性。 一名 AB 型男子與一名 O 型女子結婚。 (a) 寫出兩人及可能出現的子代基因型。 (b) 求子代四種血型（A、B、AB、O）的比例。 (c) 他們計劃生三個孩子，求至少有一個孩子為 B 型的概率。 (d) 若該男子實為 A 型（基因型 IAi），與同一名女子所生子女的血型比例會是怎樣？

11. 某島上蜥蜴族羣的體色由一對等位基因控制，深色（D）對淺色（d）顯性。 1970 年深色等位基因 D 的頻率為 0.35；2010 年再調查，D 的頻率升至 0.62。 (a) 求 1970 年與 2010 年淺色等位基因 d 的頻率。 (b) 計算 D 的頻率在這 40 年間的相對變化百分比（取三位有效數字）。 (c) 若族羣大小維持 2,000 隻，並符合哈地－溫伯格平衡，求 2010 年淺色個體的數目。 (d) 提出一個能解釋此變化的選擇壓力，並說明它如何改變表現型的頻率。

12. 生態學家在一個面積 0.25 km² 的樣區用標記重捕法估算蝸牛數目。第一次捕捉 120 隻， 全部標記後放回；一星期後再捕捉 150 隻，其中 18 隻帶有標記。 (a) 估算樣區內蝸牛的總數。 (b) 計算族羣密度（隻 km⁻²）。 (c) 列出兩個會令此估算偏高的因素。 (d) 若第二次捕捉的 150 隻中有 30 隻帶標記，估算值會變成多少？這可能代表甚麼？
