中五生物練習卷：遺傳、性聯遺傳與減數分裂

中五　生物　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 22 題

甲部　遺傳學基本概念與孟德爾定律

答案須用完整句子，涉及比例時須寫出基因型。

1. 區分基因（gene）與等位基因（allele），並各舉一例。

答案：基因是染色體上一段控制某一性狀的 DNA；等位基因是同一基因的不同版本，位於一對同源染色體的相同座位。例：控制豌豆莖高的基因有高莖等位基因 T 與矮莖等位基因 t。（4 分：基因定義 1 分；等位基因定義 1 分；同源染色體座位 1 分；例子 1 分）

2. 解釋同源染色體、純合子與雜合子的意思。

答案：同源染色體是大小與形狀相同、一條來自父方一條來自母方、帶相同基因座位的一對染色體。純合子的兩個等位基因相同（TT 或 tt）；雜合子的兩個等位基因不同（Tt）。（4 分：同源定義 2 分；純合子 1 分；雜合子 1 分）

3. 孟德爾分離定律如何解釋 F1 全部為高莖，而 F2 出現 3 高莖 : 1 矮莖？

答案：親本為 TT × tt，F1 全為 Tt，T 對 t 完全顯性，故全部高莖。F1 減數分裂時同源染色體分離，T 與 t 分別進入不同配子，配子中 T 與 t 各佔一半。隨機受精後基因型比例為 1 TT : 2 Tt : 1 tt，即 3 高莖 : 1 矮莖。（5 分：F1 基因型 1 分；顯性解釋 1 分；配子比例 1 分；基因型比例 1 分；表型比例 1 分）

4. 說明測交如何確定一株高莖豌豆的基因型，並寫出兩個可能的後代結果。

答案：把待測高莖植株與矮莖純合子 tt 雜交。若後代全部為高莖，待測植株為 TT；若後代高莖與矮莖約為 1 : 1，則待測植株為 Tt。因 tt 只產生 t 配子，後代表型直接反映待測植株產生的配子種類。（5 分：方法 1 分；結果 TT 1 分；結果 Tt 1 分；理由 2 分）

乙部　單基因雜交與測交計算

T 代表高莖、t 代表矮莖，T 對 t 完全顯性。

5. Tt × Tt 雜交，寫出後代的基因型比例與表型比例。

答案：兩親本各產生一半 T、一半 t 的配子；後代基因型比例為 1 TT : 2 Tt : 1 tt，表型比例為 3 高莖 : 1 矮莖。（4 分：配子 1 分；基因型比例 2 分；表型比例 1 分）

6. 上述雜交共產生 400 株後代，期望的矮莖數目是多少？

答案：矮莖必須為 tt，概率為 1/4；期望數目 = 400 × 1/4 = 100 株（高莖期望 300 株）。（4 分：概率 1 分；算式 1 分；數值 1 分；單位 1 分）

7. Tt × tt 測交，寫出後代比例，並求 400 株後代中的矮莖期望數目。

答案：tt 只產生 t 配子，故後代為 1 Tt : 1 tt，即 1 高莖 : 1 矮莖；矮莖概率為 1/2，期望數目 = 400 × 1/2 = 200 株。（4 分：比例 1 分；概率 1 分；算式與數值 1 分；單位 1 分）

8. 兩株高莖豌豆雜交，400 株後代中有 100 株矮莖。推斷兩親本的基因型並解釋。

答案：矮莖後代為 tt，每個 t 分別來自兩個親本，故兩親本皆帶 t；兩者表型為高莖，故基因型皆為 Tt。期望矮莖 = 400 × 1/4 = 100 株，與觀察數目相符。（4 分：推斷 Tt × Tt 1 分；理由 1 分；期望值 1 分；結論 1 分）

丙部　X 連鎖性聯遺傳

紅綠色盲由 X 染色體上的隱性等位基因 b 引起；正常等位基因為 B，Y 染色體不帶此基因。

9. 攜帶者母親（X^B X^b）與正常父親（X^B Y）的兒子患色盲的概率是多少？

答案：兒子從母親取得 X、從父親取得 Y；母親的兩個 X 中有一個為 X^b，故概率為 1/2，即 50 %。（4 分：兒子染色體來源 1 分；母親配子比例 1 分；概率 1 分；百分數 1 分）

10. 同一婚配下，女兒患色盲的概率及成為攜帶者的概率各是多少？

答案：女兒必從父親取得 X^B，故至少有一個正常等位基因，患色盲概率為 0.0 %。女兒從母親取得 X^b 的概率為 1/2，故 50 % 為攜帶者 X^B X^b。（5 分：父親提供 X^B 1 分；色盲概率與解釋 2 分；攜帶者 1 分；百分數 1 分）

11. 同一婚配下，若這對夫婦有兩個兒子，兩人皆非色盲的概率及至少一人色盲的概率各是多少？

答案：每個兒子正常的概率為 1/2；兩人皆正常的概率 = $(1/2)^2 = 1/4$，即 25 %。至少一人色盲的概率 = 1 − 1/4 = 3/4，即 75 %。（4 分：單個概率 1 分；乘積 1 分；至少一個 1 分；百分數 1 分）

12. 若父親患色盲（X^b Y）、母親為攜帶者（X^B X^b），女兒患色盲的概率是多少？並解釋與上題的差異。

答案：女兒必從父親取得 X^b；她從母親取得 X^b 的概率為 1/2，故患色盲概率 = 1/2，即 50 %。上題父親為 X^B Y，女兒必得 X^B，故不可能患病。（5 分：父親配子 1 分；母親配子 1 分；概率 2 分；比較 1 分）

丁部　基因連鎖與重組頻率

以下數據來自一次測交，親本為高莖紅花（雙雜合）與矮莖白花（雙隱性純合）。

13. 後代 1000 株：高莖紅花 420、矮莖白花 430、高莖白花 70、矮莖紅花 80。計算重組頻率。

答案：親本型 = 420 + 430 = 850 株；重組型 = 70 + 80 = 150 株；重組頻率 = 150 ÷ 1000 × 100 % = 15.0 %。（5 分：辨認親本型 1 分；重組型 1 分；算式 2 分；數值與單位 1 分）

14. 由上述重組頻率求兩個基因的圖距，並判斷兩基因是否連鎖。

答案：圖距 = 重組頻率 = 15.0 cM。重組頻率 15.0 % 遠小於 50 %，故兩基因位於同一染色體上並互相連鎖。（5 分：圖距數值 1 分；單位 1 分；與 50 % 比較 1 分；連鎖判斷 1 分；理由 1 分）

15. 解釋重組型後代較少的原因；若兩基因獨立分配，重組型的期望數目是多少？

答案：兩基因位於同一染色體，減數分裂時傾向整體遺傳，保留親本組合；只有同源染色體發生互換才產生重組型，故數目較少。若獨立分配，重組型期望數目 = 1000 × 1/2 = 500 株。（5 分：連鎖解釋 2 分；互換 1 分；期望值概念 1 分；數值 1 分）

戊部　DNA 結構、半保留複製與突變

一個雙股 DNA 片段長 200 個鹼基對，腺嘌呤（A）佔全部鹼基的 30 %。

16. 求鳥嘌呤（G）佔全部鹼基的百分比，以及 A、T、G、C 各自的數目。
答案：鹼基總數 = 200 × 2 = 400 個；A = 120，由互補配對 T = 120；剩餘 160 個由 G 與 C 平分，故 G = 80、C = 80，G 佔 20.0 %。（4 分：鹼基總數 1 分；A 與 T 1 分；G 與 C 1 分；百分比 1 分）

17. 計算整個片段中氫鍵的總數（A 與 T 之間 2 條，G 與 C 之間 3 條）。
答案：A 與 T 配對 120 對，氫鍵 = 120 × 2；G 與 C 配對 80 對，氫鍵 = 80 × 3；總數 = 240 + 240 = 480 條。（4 分：A-T 項 1 分；G-C 項 1 分；加總 1 分；數值 1 分）

18. 其中一股有 200 個核苷酸，這一股內磷酸二酯鍵有多少條？
答案：同一股內每個核苷酸與下一個連接，200 個核苷酸之間有 200 − 1 = 199 條磷酸二酯鍵。（4 分：理解直鏈連接 2 分；減一 1 分；數值 1 分）

19. 若此片段在含標記的培養基中進行 3 輪半保留複製，可得多少個 DNA 分子？其中多少個含原有的鏈？
答案：分子數 = 2^3 = 8 個。半保留複製中每條原有鏈一直保留，分別存在於一個分子內，故有 2 個分子含原有鏈。（4 分：公式 1 分；分子數 1 分；含原有鏈數 1 分；半保留解釋 1 分）

己部　減數分裂與配子變異

人類體細胞有 46 條染色體（23 對）。

20. 人類初級精母細胞完成減數分裂 I 及 II 後，精細胞的染色體數目及 DNA 含量有何變化？
答案：初級精母細胞有 46 條染色體。減數分裂 I 後每個次級精母細胞有 23 條染色體，每條含兩條染色分體；減數分裂 II 後每個精細胞有 23 條染色體，每條為單一染色分體，DNA 含量為初級精母細胞的四分之一。（5 分：I 後數目 2 分；兩條染色分體 1 分；II 後數目 1 分；DNA 含量 1 分）

21. 人類 23 對染色體經獨立分配可產生多少種配子？並解釋互換如何進一步增加變異。
答案：配子種類 = 2^23 = 8,388,608 種。互換時同源染色體的非姊妹染色分體交換片段，把原本連鎖的等位基因重新組合，令配子種類進一步增加。（6 分：公式 2 分；數值 2 分；互換機制 1 分；變異解釋 1 分）

22. 比較一個初級卵母細胞與一個初級精母細胞經減數分裂後的產物。
答案：一個初級卵母細胞只產生一個卵子及三個極體，極體其後退化；一個初級精母細胞產生四個具功能的精子。兩者的產物染色體數目均為 23 條。（6 分：卵子 1 個 1 分；極體 3 個 2 分；精子 4 個 2 分；染色體數目 1 分）
