中六生物練習卷：孟德爾遺傳與概率、DNA 結構與半保留複製、轉錄與翻譯、基因突變與遺傳病、哈迪—溫伯格定律、重組 DNA 與 PCR、生態系統能量流動與碳循環、族群動態與生物多樣性（100 分）

年級：中六 ｜ 科目：生物 ｜ 時限：75 分鐘 ｜ 總分：100 分 ｜ 題數：24 ｜ 題目版

A 部：孟德爾遺傳與概率（17 分）

每題 4–5 分，須寫出配子類型及比例。

#	題目	分數
1	豌豆的種子形狀（R 圓粒 > r 皺粒）與子葉顏色（Y 黃 > y 綠）獨立遺傳。兩株 RrYy 雜交，共結出 240 粒種子。求四種表現型（圓黃、圓綠、皺黃、皺綠）的期望數目。	4
2	把上述 240 粒種子分類，實際觀察值為 圓黃 140、圓綠 42、皺黃 44、皺綠 14。用卡方檢定 $\chi^2 = \Sigma(O-E)^2/E$ 計算 χ^2 值，並判斷是否否定 9:3:3:1（自由度 3、$p = 0.05$ 的臨界值為 7.82）。	4
3	一株 RrYy 與隱性純合株 rryy 測交，得 160 株後代。求四種表現型的期望數目及比例。	4
4	人類 ABO 血型由 IA、IB、i 三個等位基因決定。父母基因型為 IAi（A 型）與 IBi（B 型）。(a) 列出子女可能的基因型、血型及概率；(b) 若他們有 4 名子女，4 人全部為 O 型的概率是多少？	5

B 部：DNA 結構、複製與蛋白質合成（17 分）

每題 4–5 分，鹼基數目及氫鍵數目須列出計算式。

#	題目	分數
5	一段雙螺旋 DNA 長 1200 個鹼基對，其中腺嘌呤（A）佔全部鹼基的 30%。求 A、T、G、C 的數目，並計算整段 DNA 的氫鍵總數（A—T 之間 2 條、G—C 之間 3 條）。	4
6	某多肽由 250 個氨基酸組成。(a) 編碼該多肽的 mRNA 最少有多少個鹼基（包括終止密碼子）？(b) 對應的 DNA 模板股最少有多少個鹼基？	4
7	DNA 以半保留方式複製。一個 DNA 分子連續複製 3 次。求 (a) 產生的 DNA 分子總數；(b) 含親代（原有）DNA 鏈的分子數；(c) 新合成的 DNA 鏈總數。	4
8	描述 DNA 複製的三個主要步驟，解釋為何複製需要 RNA 引物，並說明可用哪一種實驗證明複製是半保留的。	5

C 部：基因突變、遺傳病與哈迪—溫伯格定律（17 分）

每題 4–5 分，基因頻率須以 q 及 p 表示。

#	題目	分數
9	某隱性遺傳病在族群中的發病率為 1/10,000，假設族群處於哈迪—溫伯格平衡。求隱性等位基因頻率 q、顯性等位基因頻率 p，以及帶因者（heterozygote）的頻率。	4

10	在一個 1000 人的族群中，有 40 人患某隱性病。假設族群處於哈迪—溫伯格平衡，求 q、p 及帶因者人數。	4
11	某病為 X 連鎖隱性遺傳。母親是帶因者（X^A X^a），父親正常（X^A Y）。求 (a) 兒子患病的概率；(b) 女兒患病的概率；(c) 每一名子女整體患病的概率。	4
12	(a) 解釋為何男性 X 連鎖隱性病的發病率通常高於女性。(b) 以 q = 0.01 為例，比較帶因者數目與患者數目，並據此解釋為何近親通婚會增加隱性病的風險。	5

D 部：重組 DNA、PCR 與生物工程（17 分）

每題 4–5 分，答案須包括所用酶及步驟。

#	題目	分數
13	一個質體（plasmid）長 4000 bp，插入一段 800 bp 的人類 cDNA 後形成重組質體。求重組質體的大小，並說明如何用凝膠電泳分辨重組與非重組質體。	4
14	聚合酶連鎖反應（PCR）由 1 個 DNA 模板分子開始，經過 30 個循環。求擴增後的 DNA 分子數目。	4
15	大腸桿菌在適溫下每 0.5 小時分裂一次。由 1 個細胞開始，培養 4 小時。求 (a) 細胞數目；(b) 若每個細胞可生產 5000 個胰島素分子，總產量為多少？	4
16	說明利用細菌生產人類胰島素的四個主要步驟，並解釋為何要使用 cDNA 而非人類基因組 DNA。	5

E 部：生態系統能量流動與碳循環（16 分）

每題 4 分，能量單位用 $\mathbf{kJ\ m^{-2}\ yr^{-1}}$。

#	題目	分數
17	某生態系統的生產者每年每平方米固定 250000 kJ 能量。假設相鄰營養級之間的能量傳遞效率為 10%。求初級、次級及三級消費者每年每平方米可得的能量。	4
18	某生態系統每年吸收 20000 kJ 光能，總初級生產量（GPP）為 2000 kJ，生產者的呼吸作用消耗 1200 kJ。求 (a) 光合作用效率；(b) 淨初級生產量（NPP）。	4
19	若某三級消費者每年需要 50 kJ 能量，且能量傳遞效率為 10%，求生產者最少要固定多少能量？並解釋其餘能量的去向。	4
20	說明碳循環中光合作用、呼吸作用、分解作用及燃燒化石燃料各自的角色，並據能量流動解釋為何食物鏈通常只有 4 至 5 級。	4

F 部：族群動態與生物多樣性（16 分）

每題 4 分，須列出公式及假設。

#	題目	分數
21	用標記重捕法估算族群大小：先捕捉 40 隻蝸牛，標記後放回；一週後再捕 36 隻，其中 12 隻帶標記。用林肯指數 N = (M×C)/R 估算族群大小。	4

22	用樣方調查草地植物：隨機放置 50 個面積 0.5 m^2 的樣方，平均每樣方有 4.2 株目標植物。求 (a) 族群密度（株 m^{-2}）；(b) 面積 2000 m^2 的整片草地上的估計總數。	4
23	某族群一年內由 1200 隻增至 1560 隻，假設無遷入遷出。求 (a) 族群增長率（%）；(b) 人均增長率 r；(c) 按 $t = \ln 2 / r$ 估算倍增時間（取 2 位小數）。	4
24	(a) 列出生物多樣性的三個層次並各舉一例。(b) 說明為何生物多樣性較高的生態系統對環境改變的抵抗力較強（舉兩個理由）。	4