IGCSE 生物 0610 Paper 4 練習卷：遺傳、DNA 與生物技術（Extended 理論卷・100 分）

答案卷

時限：75 分鐘　總分：100 分　題數：31

第 1 題（16 分）　DNA 結構、基因與蛋白質合成

(a) 兩條互補的多核苷酸鏈以氫鍵相連並盤旋成雙螺旋（1 分）；腺嘌呤與胸腺嘧啶配對、鳥嘌呤與胞嘧啶配對（1 分）；糖—磷酸骨架位於外側，鹼基位於內側（1 分）。（3 分）

(b) 胸腺嘧啶亦佔 22%，即 264 個（1 分）；餘下 672 個鹼基中鳥嘌呤與胞嘧啶各佔一半（1 分）；所以鳥嘌呤有 336 個（1 分）。（3 分）

(c) 基因是 DNA 上一段鹼基序列，決定一條多肽或一種蛋白質（1 分）；等位基因是同一基因的不同版本，位於同源染色體的相同位置（1 分）；等位基因可分為顯性與隱性（1 分）。（3 分）

(d) 三個鹼基組成一個密碼子（1 分）；64 個密碼子中有 61 個編碼 20 種氨基酸，其餘 3 個為終止密碼子（1 分）；密碼子的次序決定氨基酸的排列，因而決定蛋白質的形狀與功能（1 分）。（3 分）

(e) 轉錄在細胞核內進行（1 分）；翻譯在細胞質的核糖體上進行（1 分）。（2 分）

(f) 遺傳密碼具簡併性，突變後的密碼子可能仍編碼同一種氨基酸（1 分）；即使氨基酸被取代，只要不在活性部位，蛋白質仍可正常運作（1 分）。（2 分）

第 2 題（17 分）　單基因雜交與遺傳比例

(a) 親本產生 B 與 b 兩種配子，各佔一半（1 分）；子代基因型為 BB、Bb、bb（1 分）；比例為 1：2：1（1 分）。（3 分）

(b) 基因型比例 1：2：1，其中 BB 與 Bb 都表現顯性（1 分）；顯性表現型合計佔四分之三，即 600 株（1 分）；隱性表現型 bb 佔四分之一，即 200 株（1 分）；所以表現型比例為 3：1（1 分）。（4 分）

(c) 配子為 B、b 與 b、b（1 分）；組合得 Bb 與 bb 各兩個（1 分）；基因型比例為 1：1（1 分）；表現型為一半顯性、一半隱性，比例 1：1（1 分）。（4 分）

(d) 把該植物與隱性純合子（bb）雜交（1 分）；若子代全部表現顯性，親本為 BB（1 分）；若子代約一半表現隱性，親本為 Bb（1 分）。（3 分）

(e) 每名孩子表現隱性的概率為四分之一（1 分）；兩名孩子獨立，概率相乘得十六分之一（1 分）；即 6.25%，約 6.25%（1 分）。（3 分）

第 3 題（17 分）　共顯性、ABO 血型與性聯遺傳

(a) 共顯性時兩個等位基因都完全表現（1 分）；不完全顯性時子代呈中間表現型（1 分）；AB 血型的人同時帶有 A 抗原與 B 抗原，故 I-A 與 I-B 為共顯性（1 分）。（3 分）

(b) 男方配子為 I-A 與 I-B，女方配子為 I-B 與 i（1 分）；子代基因型為 I-A I-B、I-A i、I-B I-B、I-B i 各佔四分之一（1 分）；AB 型 100 人、A 型 100 人（1 分）；B 型合計 200 人，即四分之一加四分之一（1 分）。（4 分）

(c) 紅綠色盲的等位基因位於 X 染色體上（1 分）；男性只有一條 X 染色體，帶有該等位基因即發病（1 分）；女性有兩條 X 染色體，須兩個等位基因皆為隱性才發病（1 分）。（3 分）

(d) 兒子從母親取得 XC 或 Xc 的機會各半（1 分）；所以 260 名兒子中有 130 名色盲（1 分）；女兒從父親取得 XC，故不會色盲（1 分）；女兒有一半為帶因者（XCXc）（1 分）。（4 分）

(e) 兒子由父親獲得 Y 染色體（1 分）；兒子的 X 染色體全部來自母親（1 分）；因此父親 X 染色體上的等位基因只會傳給女兒（1 分）。（3 分）

第 4 題（16 分）　突變、遺傳變異與自然選擇

(a) 突變是 DNA 鹼基序列的改變（1 分）；電離輻射如 X 射線或紫外線（1 分）；化學誘變劑如煙草焦油或某些藥物（1 分）。（3 分）

(b) 突變改變蛋白質的氨基酸序列，令酶或結構蛋白失去功能（1 分）；隨機改變通常降低生物適應環境的能力（1 分）；隱性等位基因可被正常的顯性等位基因掩蓋，故不立即表現（1 分）。（3 分）

(c) 隨機突變產生抗藥等位基因（1 分）；抗生素殺死沒有抗藥性的個體（1 分）；抗藥個體存活並繁殖，把等位基因傳給後代（1 分）；抗藥等位基因在族群中的頻率逐代上升（1 分）。（4 分）

(d) 抗藥個體有 60 隻（1 分）；無抗藥個體 440 隻，存活 176 隻（1 分）；下一代開始時共有 236 隻（1 分）。（3 分）

(e) 農藥造成強烈的選擇壓力，只有抗藥個體能繁殖（1 分）；抗藥等位基因快速累積，族群以抗藥個體為主（1 分）；應輪替使用不同作用機制的農藥，並配合生物防治（1 分）。（3 分）

第 5 題（17 分）　基因工程與生物技術

(a) 用限制酶切出目標基因（1 分）；以 DNA 連接酶把基因插入質體載體（1 分）；把載體導入細菌等宿主細胞，並篩選成功攝入載體的細胞（1 分）。（3 分）

(b) 氨基酸總數為 51 個（1 分）；細菌可快速大量生產，供應穩定（1 分）；產品純度高、序列與人體完全相同，且避免動物病原體（1 分）；亦不受動物數量與屠宰量限制（1 分）。（4 分）

(c) 含有可被限制酶識別並切開的位置（1 分）；具備標記基因如抗生素抗性基因，便於篩選成功轉化的細胞（1 分）；能自行複製，令目標基因在宿主細胞內大量複製（1 分）。（3 分）

(d) 環狀 DNA 每切一刀增加一個片段，切 3 次得 3 個片段（1 分）；DNA 帶負電荷，在電場中向正極移動（1 分）；片段越短移動越快，越長移動越慢（1 分）；因此不同長度的片段停在凝膠不同位置，形成不同條帶（1 分）。（4 分）

(e) 每個循環把 DNA 數目加倍（1 分）；10 個循環後每個起始分子變成 2 的 10 次方，即 1024 個（1 分）；5 個起始分子合計 5120 個（1 分）。（3 分）

第 6 題（17 分）　選殖、無性生殖與生物倫理

(a) 有性生殖經減數分裂與受精，子代的等位基因組合各不相同（1 分）；無性生殖如營養繁殖或組織培養，子代與親本遺傳上相同（1 分）；無性生殖的變異只來自突變（1 分）。（3 分）

(b) 可在短時間內大量繁殖植株（1 分）；子代保留親本的優良性狀，品質一致（1 分）；亦可培育無病毒植株，不受種子數量或季節限制（1 分）。（3 分）

(c) 細胞數目每次分裂加倍，2 的 6 次方等於 64（1 分）；所以需要 6 次分裂（1 分）；分裂前染色體複製（1 分）；複製後的染色體平均分到兩個子細胞，子細胞的染色體數目與親本相同（1 分）。（4 分）

(d) 幹細胞未分化，可分化成多種細胞類型（1 分）；把幹細胞導入受損組織，可替換死亡或功能失常的細胞（1 分）；胚胎幹細胞須取自早期胚胎，過程會破壞胚胎（1 分）；因此涉及胚胎地位的倫理爭議，需要嚴格監管與知情同意（1 分）。（4 分）

(e) 不同品種帶有不同的抗病等位基因（1 分）；單一品種大面積種植時，一種病害可同時摧毀全部作物（1 分）；遺傳多樣性是育種與自然選擇的材料，能選出抗新品種（1 分）。（3 分）