中六生物练习卷：孟德尔遗传与概率、DNA 结构与半保留复制、转录与翻译、基因突变与遗传病、哈迪—温伯格定律、重组 DNA 与 PCR、生态系统能量流动与碳循环、族群动态与生物多样性（100 分）

年级：中六 | 科目：生物 | 时限：75 分钟 | 总分：100 分 | 题数：24 | 题目版

A 部：孟德尔遗传与概率（17 分）

每题 4–5 分，须写出配子类型及比例。

#	题目	分数
1	豌豆的种子形状（R 圆粒 > r 皱粒）与子叶颜色（Y 黄 > y 绿）独立遗传。两株 RrYy 杂交，共结出 240 粒种子。求四种表现型（圆黄、圆绿、皱黄、皱绿）的期望数目。	4
2	把上述 240 粒种子分类，实际观察值为 圆黄 140、圆绿 42、皱黄 44、皱绿 14。用卡方检定 $\chi^2 = \Sigma(O-E)^2/E$ 计算 χ^2 值，并判断是否否定 9:3:3:1（自由度 3、$p = 0.05$ 的临界值为 7.82）。	4
3	一株 RrYy 与隐性纯合株 rryy 测交，得 160 株后代。求四种表现型的期望数目及比例。	4
4	人类 ABO 血型由 IA、IB、i 三个等位基因决定。父母基因型为 IAi（A 型）与 IBi（B 型）。(a) 列出子女可能的基因型、血型及概率；(b) 若他们有 4 名子女，4 人全部为 O 型的概率是多少？	5

B 部：DNA 结构、复制与蛋白质合成（17 分）

每题 4–5 分，碱基数目及氢键数目须列出计算式。

#	题目	分数
5	一段双螺旋 DNA 长 1200 个碱基对，其中腺嘌呤（A）占全部碱基的 30%。求 A、T、G、C 的数目，并计算整段 DNA 的氢键总数（A—T 之间 2 条、G—C 之间 3 条）。	4
6	某多肽由 250 个氨基酸组成。(a) 编码该多肽的 mRNA 最少有多少个碱基（包括终止密码子）？(b) 对应的 DNA 模板股最少有多少个碱基？	4
7	DNA 以半保留方式复制。一个 DNA 分子连续复制 3 次。求 (a) 产生的 DNA 分子总数；(b) 含亲代（原有）DNA 链的分子数；(c) 新合成的 DNA 链总数。	4
8	描述 DNA 复制的三个主要步骤，解释为何复制需要 RNA 引物，并说明可用哪一种实验证明复制是半保留的。	5

C 部：基因突变、遗传病与哈迪—温伯格定律（17 分）

每题 4–5 分，基因频率须以 q 及 p 表示。

#	题目	分数
9	某隐性遗传病在族群中的发病率为 1/10,000，假设族群处于哈迪—温伯格平衡。求隐性等位基因频率 q、显性等位基因频率 p，以及带因者（heterozygote）的频率。	4

10	在一个 1000 人的族群中，有 40 人患某隐性病。假设族群处于哈迪—温伯格平衡，求 q、p 及带因者人数。	4
11	某病为 X 连锁隐性遗传。母亲是带因者（X^A X^a），父亲正常（X^A Y）。求 (a) 儿子患病的概率；(b) 女儿患病的概率；(c) 每一名子女整体患病的概率。	4
12	(a) 解释为何男性 X 连锁隐性病的发病率通常高于女性。(b) 以 q = 0.01 为例，比较带因者数目与患者数目，并据此解释为何近亲通婚会增加隐性病的风险。	5

D 部：重组 DNA、PCR 与生物工程（17 分）

每题 4–5 分，答案须包括所用酶及步骤。

#	题目	分数
13	一个质体（plasmid）长 4000 bp，插入一段 800 bp 的人类 cDNA 后形成重组质体。求重组质体的大小，并说明如何用凝胶电泳分辨重组与非重组质体。	4
14	聚合酶连锁反应（PCR）由 1 个 DNA 模板分子开始，经过 30 个循环。求扩增后的 DNA 分子数目。	4
15	大肠杆菌在适温下每 0.5 小时分裂一次。由 1 个细胞开始，培养 4 小时。求 (a) 细胞数目；(b) 若每个细胞可生产 5000 个胰岛素分子，总产量为多少？	4
16	说明利用细菌生产人类胰岛素的四个主要步骤，并解释为何要使用 cDNA 而非人类基因组 DNA。	5

E 部：生态系统能量流动与碳循环（16 分）

每题 4 分，能量单位用 $\mathbf{kJ\ m^{-2}\ yr^{-1}}$。

#	题目	分数
17	某生态系统的生产者每年每平方米固定 250000 kJ 能量。假设相邻营养级之间的能量传递效率为 10%。求初级、次级及三级消费者每年每平方米可得的能量。	4
18	某生态系统每年吸收 20000 kJ 光能，总初级生产量（GPP）为 2000 kJ，生产者的呼吸作用消耗 1200 kJ。求 (a) 光合作用效率；(b) 净初级生产量（NPP）。	4
19	若某三级消费者每年需要 50 kJ 能量，且能量传递效率为 10%，求生产者最少要固定多少能量？并解释其余能量的去向。	4
20	说明碳循环中光合作用、呼吸作用、分解作用及燃烧化石燃料各自的角色，并据能量流动解释为何食物链通常只有 4 至 5 级。	4

F 部：族群动态与生物多样性（16 分）

每题 4 分，须列出公式及假设。

#	题目	分数
21	用标记重捕法估算族群大小：先捕捉 40 只蜗牛，标记后放回；一周后再捕 36 只，其中 12 只带标记。用林肯指数 N = (M×C)/R 估算族群大小。	4

22	用样方调查草地植物：随机放置 50 个面积 0.5 m² 的样方，平均每样方有 4.2 株目标植物。求 (a) 族群密度（株 m⁻²）；(b) 面积 2000 m² 的整片草地上的估计总数。	4
23	某族群一年内由 1200 只增至 1560 只，假设无迁入迁出。求 (a) 族群增长率（%）；(b) 人均增长率 r；(c) 按 t = ln2/r 估算倍增时间（取 2 位小数）。	4
24	(a) 列出生物多样性的三个层次并各举一例。(b) 说明为何生物多样性较高的生态系统对环境改变的抵抗力较强（举两个理由）。	4