中六生物练习卷（第二份）：孟德尔遗传与概率、基因连锁与遗传图谱、DNA 结构与半保留复制、蛋白质合成与移码突变、PCR 技术与遗传工程、哈代—温伯格定律（100 分）

中六生物 | 100 分 | 75 分鐘

第一题：孟德尔遗传与概率

在豌豆中，高茎等位基因 T 对矮茎等位基因 t 为显性，圆粒 R 对皱粒 r 为显性，两对基因位于不同对染色体上。以下各小题分别作答。

写出 Tt × Tt 自交子代的基因型比例与表现型比例。*(3 分)*

答案：基因型 1 TT : 2 Tt : 1 tt；表现型 高茎 : 矮茎 = 3 : 1。

若上述杂交产生 400 粒种子并全部种植，预期矮茎植株的数目。*(4 分)*

答案：400 × 1/4 = 100 株。

写出 TtRr × ttrr 测交子代四种表现型的比例。*(5 分)*

答案：TtRr : Ttrr : ttRr : ttrr = 1 : 1 : 1 : 1，即高茎圆粒 : 高茎皱粒 : 矮茎圆粒 : 矮茎皱粒 = 1 : 1 : 1 : 1。

TtRr × TtRr 自交产生 480 株，预期高茎圆粒与矮茎皱粒的数目各为多少？*(6 分)*

答案：高茎圆粒 480 × 9/16 = 270 株；矮茎皱粒 480 × 1/16 = 30 株。

第二题：基因连锁与遗传图谱

果蝇的身体颜色基因（A/a）与翅形基因（B/b）位于同一对染色体上。把 AaBb 个体与 aabb 个体测交，得到 800 只后代：AB 368 只、ab 352 只、Ab 40 只、aB 40 只。

指出亲本型（parental）后代的表现型及其数目。*(4 分)*

答案：AB 368 只与 ab 352 只，合共 720 只（90%），数目远多于另外两类，属亲本型。

计算重组率（recombination frequency）。*(4 分)*

答案：重组型 = 40 + 40 = 80 只；80 ÷ 800 × 100% = 10%。

求两基因之间的图距（map distance）。*(4 分)*

答案：重组率 10% 即 10 cM（10 map units）。

若该 AaBb 个体产生 1,000 个配子，预期 AB 配子的数目。*(4 分)*

答案：亲本型配子共占 90%，AB 与 ab 各半即各 45%；1,000 × 45% = 450 个。

第三题：DNA 结构与半保留复制

某双链 DNA 分子共有 1,000 个碱基对，其中腺嘌呤（A）有 600 个。回答以下各题。

求 T、G、C 的数目。*(5 分)*

答案：碱基总数 = 1,000 × 2 = 2,000；T = A = 600；G = C = (2,000 − 1,200) ÷ 2 = 400。

计算 (A + G) : (T + C) 的比值，并说明依据。*(4 分)*

答案：(600 + 400) : (600 + 400) = 1 : 1；因 A 与 T 配对、G 与 C 配对，嘌呤总数必等于嘧啶总数。

此 DNA 复制一次，需多少个游离嘌呤核苷酸？ *(5 分)*

答案：每条旧链作为模板各需 1,000 个嘌呤核苷酸，共 2 × 1,000 = 2,000 个；即每次复制嘌呤总数为 (A + G) × 2 = 2,000 个。

半保留复制 3 次后，DNA 分子总数及含原有旧链的分子数目各为多少？ *(4 分)*

答案：分子总数 = 2^3 = 8 个；其中 2 个分子各保留一条原有旧链（半保留复制）。

第四题：蛋白质合成与移码突变

一条成熟 mRNA 共有 900 个碱基，其中包括 1 个终止密码子。假设翻译由第一个密码子开始。

这条 mRNA 共有多少个密码子？ *(3 分)*

答案：900 ÷ 3 = 300 个密码子。

翻译后可得多少个氨基酸？ *(4 分)*

答案：300 − 1 = 299 个；终止密码子不编码氨基酸，只令翻译终止。

转录出这条 mRNA 的 DNA 模板链（template strand）有多少个碱基？ *(4 分)*

答案：900 个，模板链与 mRNA 等长，以碱基互补方式转录。

若第 200 个密码子之后缺失一个碱基，说明对所得蛋白质的影响。 *(5 分)*

答案：属移码突变（frameshift mutation）：第 200 个密码子之后的阅读框全部移位，之后每个密码子所配对的氨基酸全部改变，通常产生无功能的蛋白质，并可能提早出现终止密码子而使肽链缩短。

第五题：PCR 技术与遗传工程

聚合酶连锁反应（PCR）由 1 个双链 DNA 分子开始，每完成一个循环，目标片段数目加倍。

20 个循环后可得多少个拷贝？ *(4 分)*

答案：2^{20} = 1,048,576 个拷贝。

30 个循环后呢？ *(4 分)*

答案：2^{30} = 1,073,741,824 个拷贝（约 1.07×10^9）。

凝胶电泳分离 200 bp、600 bp、1,800 bp 三个片段，哪一个迁移最远？为什么？ *(4 分)*

答案：200 bp 迁移最远；片段最短，受凝胶网状结构的阻力最小，故移动最快。

一个 6,000 bp 的质体被限制酶切成 4,200 bp 及另一片段，求另一片段长度，并解释 DNA 在电泳中移向哪一极。 *(4 分)*

答案：6,000 − 4,200 = 1,800 bp。DNA 的磷酸基带负电，故在电场中由负极移向正极。

第六题：哈代—温伯格定律

某族群共 1,000 人，其中 90 人表现隐性特征（基因型 aa）。假设族群符合哈代—温伯格平衡，且该基因只有两个等位基因 A 与 a。

求等位基因 a 的频率 q。 *(4 分)*

答案：q^2 = 90 ÷ 1,000 = 0.09，故 q = 0.3。

求等位基因 A 的频率 p。 *(4 分)*

答案：p = 1 − q = 1 − 0.3 = 0.7。

求带因者（Aa）的数目。*（4 分）*

答案：$2pq = 2 \times 0.7 \times 0.3 = 0.42$；$0.42 \times 1{,}000 = 420$ 人。

求表现显性特征的人数，并写出所用的公式。*（4 分）*

答案：$p^2 + 2pq = 0.49 + 0.42 = 0.91$；$0.91 \times 1{,}000 = 910$ 人（亦可 $1{,}000 - 90 = 910$）。
