中六生物练习卷：遗传与分子生物学、生物工程与生物科技、生态系统与能量流、人体生理与运输、植物生理与光合作用、健康疾病与免疫

中六　生物　|　时限：60 分钟　|　总分：100 分　|　共 24 题

甲部　遗传与分子生物学（18 分）

回答下列各题，须列出计算步骤及单位。

1. 某物种的双链 DNA 有 1200 个碱基对，其中鸟嘌呤（G）占全部碱基的 40%。求 G、C、A、T 各自的碱基数目，并说明你用了哪一条碱基配对规则。

答案：碱基总数 = 1200 × 2 = 2400。G + C = 2400 × 40% = 960，故 G = C = 480。A + T = 2400 − 960 = 1440，故 A = T = 720。规则：G 与 C 以三个氢键配对、A 与 T 以两个氢键配对，故 G = C、A = T。

2. 一段基因的编码区（exon）共 900 个碱基对，若全部用于转译，最多可编码多少个氨基酸？形成的胜肽链有多少个胜肽键？并解释为何要扣减。

答案：密码子数 = 900 ÷ 3 = 300 个。其中一个为终止密码子，不编码氨基酸，故最多 299 个氨基酸；胜肽键数 = 氨基酸数 − 1 = 299。

3. 两个基因独立分配，亲本为 AaBb × AaBb。若产生 1600 个子代，写出四种表现型的预期比例及各自的数目。

答案：AaBb × AaBb 的表现型比例为 9:3:3:1。数目：显／显 = 900；显／隐 = 300；隐／显 = 300；隐／隐 = 100。

4. 上述实验实际观察到的数目与预期不完全相同。指出一个原因，并说明应使用哪一种统计检定去判断差异是否显著，以及其虚无假设。

答案：原因：子代数目有限，受精是随机事件，故出现取样误差（chance deviation）。检定：卡方检定（chi-square goodness-of-fit test），此例自由度 = 4 − 1 = 3。虚无假设：观察数目与 9:3:3:1 的预期数目没有显著差异。若 $p < 0.05$ 则拒绝虚无假设。

乙部　生物工程与生物科技（17 分）

回答下列各题，须列出计算步骤；比率以百分比表示并取一位小数。

5. 以聚合酶链反应（PCR）由 1 个 DNA 分子开始扩增。计算 20 个循环后的 DNA 分子数目；并求要超过 1,000,000 个分子最少需要多少个循环。

答案：每循环倍增，故分子数 = 2^n。20 个循环：2^20 = 1048576 个分子。2^19 = 524288 少于 1,000,000，2^20 = 1048576 超过，故最少需 20 个循环。

6. 一个质体载体长 4000 bp，插入一段 1200 bp 的目标基因后形成重组质体。求重组质体的总长度，以及插入片段占重组质体的百分比。

答案：总长度 = 4000 + 1200 = 5200 bp。插入片段占比 = 1200 ÷ 5200 × 100% = 23.1%。

7. 把 10^{-3} 稀释的细菌液 100 μL 涂布于琼脂平板，培养后数得 120 个菌落。计算原液的细菌浓度（CFU/mL），并写出计算式。

答案：CFU/mL = 菌落数 ÷ 涂布体积 × 稀释倍数 = 120 ÷ 0.1 mL × 1000 = 1200000，即 1.2×10^{6} CFU/mL。

8. 凝胶电泳的标准曲线显示：1000 bp 片段迁移 2.0 cm，100 bp 片段迁移 6.0 cm。估算 300 bp 片段的位置，并解释较小的片段为何移动得较快。

答案：迁移距离与片段大小的对数成反比。以内插法：$d = 2.0 + (6.0 - 2.0) \times (\log 1000 - \log 300) \div (\log 1000 - \log 100) \approx 4.09$ cm，即约 4.09 cm。较小片段受凝胶纤维网的阻力较小，故在相同电压下移动较快、距离较远。

丙部　生态系统与能量流（17 分）

回答下列各题；能量以 kJ 表示，并取整数。

9. 某生态系统的生产者一年固定 50000 kJ 能量，相邻营养级的能量传递效率为 10%。计算初级、次级及三级消费者可得能量，并解释其余能量的去向。

答案：初级消费者 = 50000 × 10% = 5000 kJ；次级消费者 = 5000 × 10% = 500 kJ；三级消费者 = 500 × 10% = 50 kJ。其余约 90% 能量以呼吸作用的热能散失，另有部分未被摄食、以及以粪便形式排出（未被同化）。

10. 一个种群由 200 只增至 260 只（一年内，无迁入迁出）。计算其内在增长率 r 及倍增时间，并说明该增长属于哪一种增长模式。

答案：$r = (N_1 - N_0) \div N_0 = (260 - 200) \div 200 = 0.30$（每年）。倍增时间 $t_d = \ln 2 \div r = 0.693 \div 0.30 \approx 2.31$ 年。在资源无限的条件下属指数增长（exponential growth）；实际环境会因资源有限而趋向逻辑斯谛增长。

11. 以标记重捕法估算族群：首次捕捉并标记 40 只，放回后再捕捉 50 只，其中 16 只带有标记。估算族群大小，并列出此方法的两个假设。

答案：Lincoln index：$N = (M \times C) \div R = (40 \times 50) \div 16 = 125$ 只。假设：（1）标记个体在族群中均匀混合，重捕为随机样本；（2）期间没有出生、死亡、迁入或迁出，且标记不影响存活率或被捕获的机会。

12. 某地的先锋群落只有 3 种植物，经演替后顶极群落有 12 种。计算物种数目的增幅（数目及百分比），并举出两项演替期间环境的改变。

答案：增幅 = 12 − 3 = 9 种；百分比 = 9 ÷ 3 × 100% = 300%。环境改变：（1）土壤有机质及养分增加、土层变厚，保水力提高；（2）植物遮蔽增加使地表湿度上升、光照减少，为耐阴物种创造条件；（3）食物链及生境复杂度增加，生态位分化令生物多样性上升。

丁部　人体生理与运输（16 分）

回答下列各题，须列出公式及单位。

13. 某人在静息时心率为 72 次／分钟，每搏输出量为 70 mL。计算其心输出量（以 mL/min 及 L/min 表示），并写出所用公式。

答案：公式：心输出量 = 心率 × 每搏输出量。$72 \times 70 = 5040$ mL/min = 5.04 L/min。

14. 同一人运动时心率升至 140 次／分钟，每搏输出量增至 110 mL。计算运动时的心输出量，以及它为静息时的多少倍。

答案：运动时心输出量 = $140 \times 110 = 15400$ mL/min = 15.4 L/min。倍数 = $15400 \div 5040 = 3.06$ 倍。

15. 某人的肾小球滤过率为 125 mL/min。计算每日产生的滤液量（L/day）；若 99% 的滤液被肾小管重吸收，求每日尿量。

答案：每日滤液 = 125 mL/min × 60 × 24 ÷ 1000 = 180 L/day。尿量 = 180 × (1 − 0.99) = 1.8 L/day。

16. 某人的潮气量为 500 mL，呼吸频率 12 次／分钟，解剖死腔约 150 mL。计算每分钟通气量及肺泡通气量，并解释两者的差异为何重要。

答案：每分钟通气量 = 500 × 12 = 6000 mL/min。肺泡通气量 = (500 − 150) × 12 = 4200 mL/min。差异 = 1800 mL/min（约占 30%），由于死腔气体不参与气体交换，只有肺泡通气量决定实际的氧气吸收与二氧化碳排出。

戊部　植物生理与光合作用（16 分）

回答下列各题，须列出计算步骤及单位。

17. 一片叶在光强 600 μmol m^{-2} s^{-1} 下净固定 18 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}。计算其量子产量，并说明此数值偏低的一项可能原因。

答案：量子产量 = 18 ÷ 600 = 0.03，即约 3%。偏低原因：部分吸收的光能以萤光或热的形式散失；亦有部分光合产物在呼吸作用中被消耗，故净固定量低于总光合量。

18. 一株植物在 5 小时内因蒸腾失水 45 g，叶面积为 0.03 m^2。计算蒸腾速率（g/h 及 g m^{-2} h^{-1}），并指出两种影响蒸腾速率的环境因素。

答案：蒸腾速率 = 45 g ÷ 5 h = 9 g/h；每单位叶面积 = 9 ÷ 0.03 = 300 g m^{-2} h^{-1}。环境因素：相对湿度（越低越快）、风速（越大越快）、温度（越高越快）、光照（气孔张开）。

19. 在光强 200、400、800 μmol m^{-2} s^{-1} 下，测得净光合速率为 8、15、16 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}。描述速率随光强的变化，并解释在较高光强时的限制因子。

答案：200 至 400 之间速率由 8 升至 15，增幅明显，显示光强为限制因子；400 至 800 之间只由 15 升至 16（约 +7%），趋向光饱和，此时二氧化碳浓度、温度或叶绿素含量成为限制因子。

20. 若把树干的树皮环状剥去（环剥），环剥位置以上的叶片糖分累积，以下的根部最终枯死。解释此现象，并指出所涉及的运输组织。

答案：树皮中的韧皮部负责把光合作用产生的蔗糖由源（叶）向积（根、果实）作双向运输。环剥切断韧皮部，蔗糖无法向下运到根部，故在环剥位置上方累积；根部缺乏糖分供应，呼吸作用受阻而枯死。木质部位于树皮内侧，负责运送水和矿物质，环剥初期未必受影响。

己部　健康、疾病与免疫（16 分）

回答下列各题，须列出计算步骤；百分比取一位小数。

21. 某传染病的基础传染数 R_0 = 5。计算群体免疫阈值，并解释其意义。

答案：阈值 = 1 − 1/R_0 = 1 − 1/5 = 0.80，即 80%。意义：当社群中有 80% 以上的人具免疫力，每个感染者平均只会传染少于一人，疫情便会消退。

22. 某疫苗接种率为 85%，疫苗有效率为 90%。计算社群中实际具免疫力的比例，并判断对 R_0 = 5 的疾病是否足以形成群体免疫。

答案：实际受保护比例 = 疫苗覆盖率 × 有效率 = 0.85 × 0.90 = 0.765，即 76%。群体免疫阈值为 80%，76% 低于阈值，故不足。有效传染数 $R_{eff} = R_0 \times (1 - 0.765) = 5 \times 0.235 = 1.175 > 1$，疫情仍会扩大。

23. 一病人体内有 10^9 个细菌，抗药突变的自然频率为 10^{-6}。计算治疗前已存在的抗药菌数目，并解释为何必须完成整个抗生素疗程。

答案：抗药菌数目 = $10^9 \times 10^{-6} = 10^3 = 1000$ 个。抗生素杀死大部分敏感菌，但抗药菌存活并大量繁殖，形成抗药族群；若中途停药，残存的抗药菌会在无竞争下迅速增生，并可能把抗药基因透过质体传给其他细菌。因此必须完成疗程以彻底清除，减少抗药性筛选。

24. 解释疫苗如何令人体产生免疫记忆，并比较主动免疫与被动免疫（注射抗体）的优缺点。

答案：疫苗含抗原（减毒或灭活病原体、其蛋白质或多糖），由抗原呈递细胞呈递给辅助 T 细胞，再活化针对该抗原的 B 细胞及细胞毒性 T 细胞；B 细胞分化为浆细胞分泌抗体，部分分化为记忆 B 细胞及记忆 T 细胞。再次感染时记忆细胞可迅速大量增殖，产生更快更强的抗体反应。主动免疫：需数周才生效，但记忆持久，可长期甚至终身保护。被动免疫：抗体即时提供保护，适合紧急情况，但没有记忆细胞，保护只维持数周至数月。

TutorZone 中六生物练习卷｜题目与文章为原创，并非任何学校或出版社的教材。