中五生物练习卷：细胞周期与有丝分裂、酵素动力学与抑制剂、光合作用与呼吸作用能量效率、孟德尔与性联遗传及血型概率、族群增长与标放再捕、群落多样性、疫苗与群体免疫（100 分）

年级：中五 ｜ 科目：生物 ｜ 时限：75 分钟 ｜ 总分：100 分 ｜ 题数：24 ｜ 答案版

第一部分　细胞周期、有丝分裂与细胞分化（16 分）

全部计算须列出公式、代入数字及单位；百分比一律取一位小数。

#	题目	答案	分数
1	某动物的体细胞周期分为 G1 期 10 小时、S 期 8 小时、G2 期 4 小时及 M 期 2 小时。(a) 求一个完整细胞周期的时数；(b) 计算 M 期占整个周期的百分比（一位小数）；(c) 说明 S 期内发生的主要事件。	(a) 周期 = 10 + 8 + 4 + 2 = 24 小时。(b) M 期占比 = 2 ÷ 24 × 100 = 8.3%。(c) S 期进行 DNA 复制，每条染色体形成两条姊妹染色分体，DNA 含量加倍但染色体数目不变。	4
2	在显微镜下观察 200 个正在分裂的细胞，其中 16 个处于 M 期，M 期估计历时 2 小时。(a) 求 M 期细胞所占比例；(b) 由此估计整个细胞周期的时数；(c) 解释此法可能高估或低估周期长度的原因。	(a) 比例 = 16 ÷ 200 = 0.08（8.0%）。(b) 周期 ≈ 2 ÷ 0.08 = 25.0 小时。(c) M 期细胞体积较圆、较易辨认，容易多计，令比例偏高而周期被低估；若固定时间不足亦可能抽样偏差。	4
3	人类体细胞有 46 条染色体。某细胞刚完成 S 期。(a) 此时细胞有多少条染色体？(b) 有多少条姊妹染色分体？(c) 后期（anaphase）着丝点分裂后，细胞内暂有多少条染色体？(d) 两个子细胞各有多少条染色体？	(a) 仍为 46 条（DNA 已复制但着丝点未分裂）。(b) 每条染色体有 2 条染色分体，共 46 × 2 = 92 条。(c) 着丝点分裂后姊妹染色分体各自成为独立染色体，暂有 92 条。(d) 胞质分裂后每个子细胞得 46 条，与母细胞相同。	4
4	(a) 比较有丝分裂与减数分裂在子细胞数目及染色体数目上的差别；(b) 说明为何皮肤干细胞能不断补充表皮细胞，而神经元一般不能；(c) 举出一项有丝分裂失控可能引致的后果。	(a) 有丝分裂产生 2 个子细胞，染色体数目与母细胞相同（2n→2n）；减数分裂产生 4 个子细胞，染色体数目减半（2n→n）。(b) 干细胞保留分裂能力，可自我更新并分化成表皮细胞；神经元已高度分化，通常退出细胞周期（G0 期）不再分裂。(c) 形成肿瘤／癌细胞，可侵袭邻近组织或经血液转移。	4

第二部分　酵素动力学、米氏方程与抑制剂（18 分）

速率以 μmol min⁻¹ 或 μmol min⁻¹ mg⁻¹ 表示，须写出单位。

#	题目	答案	分数
5	某酶反应在 30 分钟内生成 45 μmol 产物。(a) 求平均反应速率（μmol min⁻¹）；(b) 同一实验在 60 分钟内生成 90 μmol，速率是否相同？解释原因。	(a) 速率 = 45 ÷ 30 = 1.5 μmol min⁻¹。(b) 90 ÷ 60 = 1.5 μmol min⁻¹，与 (a) 相同；因底物充足且酶量固定时，初速率恒定，产物量与时间成正比。若底物耗尽或产物抑制则速率会下降。	5
6	在 pH 5、6、7、8 下测得同一酶的活性（相对单位）分别为 22、48、35、9。(a) 指出最适 pH；(b) 计算 pH	(a) 最适 pH 为 6（活性最高 48 单位）。(b) 48 ÷ 9 = 5.3 倍。(c) 过酸或过碱改变酶蛋白的离子	5

	6 的活性是 pH 8 的多少倍（一位小数）；(c) 解释 pH 偏离最适值时活性下降的原因。	键与氢键，令三维结构（活性位）变形甚至变性，底物不能再结合，活性下降。	
7	某酶的 Vmax 为 40 μmol min⁻¹、Km 为 2 mM。(a) 当底物浓度为 6 mM 时，用米氏方程求反应速率；(b) 当底物浓度等于 Km 时，速率是多少？(c) 说明 Km 值的生物学意义。	(a) $v = V_{max}[S] \div (K_m + [S]) = 40 \times 6 \div (2 + 6) = 30.0$ μmol min⁻¹。(b) [S] = Km 时 $v = 40 \times 2 \div (2 \times 2) = 20.0$ μmol min⁻¹，即半数 Vmax。(c) Km 是达到半数 Vmax 所需的底物浓度，反映酶与底物的亲和力；Km 越小亲和力越高。	4
8	比较有竞争性抑制剂与非竞争性抑制剂：在同一底物浓度 6 mM、Vmax 40 μmol min⁻¹、Km 2 mM 下，加入竞争性抑制剂后表观 Km 升至 6.0 mM（Vmax 不变），加入非竞争性抑制剂后 Vmax 降至 20.0 μmol min⁻¹（Km 不变）。(a) 分别计算加抑制剂后在该底物浓度下的速率；(b) 说明为何高底物浓度可克服竞争性抑制。	(a) 竞争性：$v = 40 \times 6 \div (6.0 + 6) = 20.0$ μmol min⁻¹；非竞争性：$v = 20.0 \times 6 \div (2 + 6) = 15.0$ μmol min⁻¹。(b) 竞争性抑制剂与底物争夺同一活性位，提高底物浓度可使底物占据多数活性位，速率可回复至接近 Vmax；非竞争性抑制剂结合于别位（变构位），增加底物不能解除抑制。	4

第三部分　光合作用、呼吸作用与能量效率（16 分）

能量以 kJ 表示，取一位小数；方程式须平衡。

#	题目	答案	分数
9	光合作用总反应式为 $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$。某叶片制造了 0.5 mol 葡萄糖。(a) 需要多少 mol CO_2？(b) 相当于多少克 CO_2？(c) 同时释出多少 mol O_2？	(a) $CO_2 = 6 \times 0.5 = 3.0$ mol。(b) 质量 $= 3.0 \times 44 = 132$ g（同时用去 54 g 水）。(c) $O_2 = 3.0$ mol。	4
10	某水生植物在 0、2、4、6、8 klx 光照下每分钟的氧气泡数目为 0、12、28、40、41。(a) 描述氧气释放量随光照强度的变化；(b) 估计光饱和点；(c) 解释光照强度为 0 时仍有少量气泡可能的原因；(d) 若把溶液改为 0.1% 碳酸氢钠，预测曲线有何变化？	(a) 0–6 klx 间氧气释放量随光照增强而上升，2 klx 时 12 个、4 klx 时 28 个、6 klx 时 40 个，升幅逐渐收窄；6–8 klx 只由 40 升至 41 个。(b) 光饱和点约 6–7 klx，此时再增光亦不能提高光合速率。(c) 0 klx 时光合作用停止，但呼吸作用仍进行而放出 CO_2，少数气泡或来自水中溶解气体逸出；真正的净氧释放为零或负值。(d) 碳酸氢钠提供额外 CO_2，同一光照下曲线整体上移、饱和点后移。	4
11	有氧呼吸完全氧化 1 mol 葡萄糖释放 2870 kJ，可合成 38 个 ATP；每合成 1 mol ATP 需 30.5 kJ。(a) 计算储存于 ATP 的能量；(b) 求能量转换效率（一位小数）；(c) 说明其余能量的去向。	(a) ATP 能量 $= 38 \times 30.5 = 1159$ kJ。(b) 效率 $= 1159 \div 2870 \times 100 = 40.4\%$。(c) 其余 1711 kJ 主要以热形式散失，部分用于维持体温。	4
12	肌肉在缺氧时进行乳酸发酵，1 mol 葡萄糖只产生 2 个 ATP。(a) 计算乳酸发酵的能量效率（一位小数）；(b) 求有氧呼吸效率是乳酸发酵的多少倍（一位小数）；(c) 说明剧烈运动后肌肉仍感酸痛及呼吸急促的原因。	(a) 效率 $= 2 \times 30.5 \div 2870 \times 100 = 2.1\%$。(b) $40.4 \div 2.1 = 19.0$ 倍（或 $38 \div 2 = 19$ 个 ATP）。(c) 乳酸在肌肉积聚引起酸痛，需经血液运往肝脏氧化；同时要偿还氧债，清除乳酸并补充 ATP，故呼吸与心跳仍快。	4

第四部分　孟德尔遗传、性联遗传与血型概率（18 分）

概率以分数及百分比同时表示；基因型须用标准符号。

#	题目	答案	分数
13	两只杂合黑色小鼠（Aa × Aa）交配，黑色为显性。(a) 写出亲本产生的配子；(b) 用棋盘法求子代基因型比例；(c) 求子代表型比例；(d) 若产生 200 只子代，预期黑色约多少只？	(a) 每只亲本产生 A 与 a 两种配子，各占一半。(b) 子代基因型 AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1。(c) 表型 黑 : 白 = 3 : 1。(d) 黑色 = 200 × 3/4 = 150 只（白色约 50 只）。	5
14	豌豆的 A/a 控制种子形状、B/b 控制颜色，两对基因位于不同染色体。AaBb × aabb 测交，产生 160 粒种子。(a) 写出四个配子类型；(b) 求子代表型比例；(c) 每种表型预期多少粒？(d) 若两对基因位于同一染色体，结果会怎样？	(a) 来自 AaBb 的配子为 AB、Ab、aB、ab，各占 1/4。(b) 表型比 1 : 1 : 1 : 1。(c) 每种 = 160 × 1/4 = 40 粒。(d) 会出现连锁，亲本型（AB、ab）远多于重组型，比例偏离 1:1:1:1，重组频率由两基因间的距离决定。	5
15	色盲是 X 染色体隐性遗传。一名带基因但表现正常的母亲（X^C X）与正常父亲（X Y）结婚。(a) 写出可能的子代基因型及比例；(b) 儿子患色盲的概率；(c) 女儿患色盲的概率；(d) 为何男性患者远多于女性？	(a) 子代：X^C X（带基因女）、X X（正常女）、X^C Y（色盲男）、X Y（正常男），比例 1 : 1 : 1 : 1。(b) 儿子中 1/2（50%）色盲。(c) 女儿全部正常，其中 1/2 为带基因者，患色盲概率 0。(d) 男性只有一条 X，一个隐性等位基因即致病；女性需两条 X 同时带病基因（父必为患者、母为带基因或患者）才会发病，故较罕见。	4
16	父母血型分别为 A 型（I^A i）与 B 型（I^B i）。(a) 写出子代可能血型及比例；(b) 两名子女皆为 O 型的概率；(c) 若该夫妇有 4 名子女，期望有多少名为 AB 型？(d) 说明为何 O 型父母不可能生出 AB 型子女。	(a) 子代 I^A I^B（AB）、I^A i（A）、I^B i（B）、i i（O），比例 1 : 1 : 1 : 1，即各 25%。(b) 每名子女 O 型概率 1/4，两人皆 O 型 = 0.25 × 0.25 = 0.0625（6.25%）。(c) AB 型概率 1/4，4 名子女期望 1 名。(d) O 型父母基因型必为 i i，只能传 i，子代不可能带 I^A 或 I^B，故只能是 O 型。	4

第五部分　族群增长、标放再捕与群落多样性（16 分）

族群估计须列公式；指数只取整数。

#	题目	答案	分数
17	某草原生产者固定 20,000 kJ m^{-2} yr^{-1} 能量，每一营养级只有 10% 能量传递至下一级。(a) 求初级、次级、三级消费者的能量；(b) 说明其余 90% 的去向；(c) 为何食物链一般只有 4–5 级？	(a) 初级消费者 = 20,000 × 10% = 2,000 kJ；次级 = 2,000 × 10% = 200 kJ；三级 = 200 × 10% = 20 kJ m^{-2} yr^{-1}。(b) 其余 90% 用于呼吸作用（以热散失）、形成排泄物与未消化的残骸，进入分解者。(c) 能量每级只剩约十分之一，到第四、五级已不足以养活可繁殖的族群，故链不会太长。	4
18	某族群年初有 100 只，年内出生 20 只、死亡 8 只、迁入 4 只、迁出 2 只。(a) 求净增长数目；(b) 求增长率（%）；(c) 求年底族群数目；(d) 若环境资源固定，长期会出现什么增长模式？	(a) 净增长 = 20 − 8 + 4 − 2 = 14 只。(b) 增长率 = 14 ÷ 100 × 100 = 14.0%。(c) 年底 = 100 + 14 = 114 只。(d) 资源、食物与空间有限，族群最终呈 S 型（逻辑斯谛）增长，接近环境承载量后趋于稳定，并受疾病、捕食与竞争调节。	4
19	用标放再捕法估算蜗牛数目：首次捕捉并标记 80 只放回，待其均匀混合后再捕 100 只，其中 8 只带标记。(a) 用公式估算族群大小；	(a) N ≈ (M × C) ÷ R = (80 × 100) ÷ 8 = 1,000 只。(b) 标记动物较易再被捕（如变慢、颜色显眼）、标记脱落令 R 偏细；两者都令估算偏高。(c) 若标记影响活动	4

	(b) 列举两项令估算偏高的因素；(c) 为何标记不能影响蜗牛的活动或存活？	或存活，带标与无标个体被捕机会不再相同，公式的“混合均匀、等几率被捕”假设失效。	
20	群落 A 的四个物种数量比例为 0.25、0.25、0.25、0.25；群落 B 为 0.7、0.1、0.1、0.1。(a) 用 $D = 1 - \Sigma p^2$ 分别计算两群落的辛普森多样性指数（两位小数）；(b) 哪个群落多样性较高？(c) 若群落 B 的优势种消失，多样性会怎样变化？	(a) A：$\Sigma p^2 = 4 \times 0.25^2 = 0.25$，$D = 1 - 0.25 = 0.75$；B：$\Sigma p^2 = 0.7^2 + 3 \times 0.1^2 = 0.52$，$D = 1 - 0.52 = 0.48$。(b) 群落 A 较高（$0.75 > 0.48$），四个物种均匀分布。(c) B 失去优势种后只剩三个物种各占 1/3，$D = 1 - 3 \times (1/3)^2 = 0.67$，多样性反而上升，但总个体数大减，生态功能未必恢复。	4

第六部分　免疫、疫苗、群体免疫与疾病监测（16 分）

比率一律以每十万人口表示，取一位小数。

#	题目	答案	分数
21	某传染病的基础传染数 $R_0 = 4$。(a) 计算达到群体免疫所需的疫苗覆盖率（%）；(b) 若人口为 {pop:,} 人，需多少人接种？(c) 说明为何实际所需覆盖率通常高于理论值。	(a) 门槛 $= 1 - 1/R_0 = 1 - 1/4 = 0.75$，即 75.0%。(b) 700,000 × 75.0% = 525,000 人。(c) 疫苗保护率非 100%、部分人不能接种（婴儿、免疫抑制者）、人口混合不均、R_0 在密集环境会上升，故需更高覆盖率。	4
22	某人先后两次接触同一抗原，抗体浓度在第二次接触后 3 日内急升至 5 倍，而首次需约 14 日。(a) 分别命名两次反应；(b) 解释第二次反应较快较强的原因；(c) 说明疫苗如何利用此机制；(d) 举出一种不经抗体而杀死病原体的免疫机制。	(a) 首次为初级免疫反应，第二次为次级（记忆）免疫反应。(b) 首次接触后产生记忆 B 及记忆 T 细胞，再次接触时迅速增殖并分化为浆细胞，故抗体量更大、更快、维持更久。(c) 疫苗含无害抗原（减毒、灭活或片段），诱导记忆细胞而不致病，日后真感染时可即时动员。(d) 细胞毒 T 细胞直接杀死受感染细胞；吞噬细胞（巨噬 / 中性粒细胞）吞噬病原体。	4
23	某城市人口 50,000，一年内录得 150 宗新症。(a) 计算发病率（每十万人口，一位小数）；(b) 若明年人口增至 {int(popn*1.2):,} 而发病率不变，预计新症数目；(c) 区分发病率（incidence）与盛行率（prevalence）。	(a) 发病率 = 150 ÷ 50,000 × 100,000 = 300.0 宗 / 十万人。(b) 60,000 × 300.0 ÷ 100,000 = 180 宗。(c) 发病率是一定时间内的新症数目，反映风险与传播速度；盛行率是某时点的全部现存病例，反映疾病负担，受病程长短影响。	4
24	(a) 解释为何抗生素对病毒无效，而对细菌有效；(b) 说明不当使用抗生素如何导致抗药性；(c) 举出两项控制抗药性蔓延的公共卫生措施；(d) 为何完成整个抗生素疗程重要？	(a) 抗生素针对细菌特有结构（细胞壁、细菌核糖体、DNA 回旋酶），人体细胞及病毒无这些目标；病毒无代谢，需用抗病毒药。(b) 不必要或不足量使用会杀死敏感菌而留下带抗药基因的个体，它们大量繁殖并可经质体把基因水平转移给其他细菌。(c) 医生按指引处方、病人不自行购买、农牧业限制使用、院内感染控制与手部卫生。(d) 中途停药会留下最顽强的抗药菌株并复发，且增加传播机会。	4