中四生物练习卷：细胞结构与显微镜放大率、酵素动力学与抑制、扩散渗透与水势、光合作用与呼吸作用、DNA 与孟德尔遗传、能量流与种群估算

年级：中四 | 科目：生物 | 时限：75 分钟 | 总分：100 分 | 题数：24 | 答案版

甲部：细胞、显微镜与放大率（18 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
1	使用目镜 ×10、物镜 ×40 观察细胞，照片上某细胞长 8.0 mm。(a) 求总放大率。(b) 求该细胞实际长度（以 mm 及 μm 表示）。(c) 若视野直径为 1.8 mm，视野内可横跨多少个同类细胞？	(a) 总放大率 = 10 × 40 = 400 倍。(b) 实际长度 = 8.0 mm ÷ 400 = 0.020 mm = 20.0 μm。(c) 细胞数目 = 1.8 mm ÷ 0.020 mm = 90 个。	5
2	写出下列细胞结构的主要功能各一项：(a) 叶绿体 (b) 线粒体 (c) 核糖体 (d) 细胞壁。	(a) 叶绿体进行光合作用，把光能转化为化学能（葡萄糖）。(b) 线粒体进行需氧呼吸，释放能量合成 ATP。(c) 核糖体是蛋白质合成的场所。(d) 细胞壁提供支持、维持细胞形状及防止过度吸水胀破（植物细胞由纤维素组成）。	4
3	某光学显微镜的分辨率为 200 nm，电子显微镜为 0.2 nm。(a) 电子显微镜的分辨率比光学显微镜高多少倍？(b) 直径 20 nm 的核糖体可否用光学显微镜清楚分辨？解释。(c) 电子显微镜观察的标本必须是死的，原因为何？	(a) 倍数 = 200 nm ÷ 0.2 nm = 1000 倍。(b) 不可以。20 nm 小于光学显微镜分辨率极限 200 nm，两个相邻点无法分辨，只会看到模糊影像。(c) 电子束须在高真空下运行，活标本的水分会蒸发，细胞死亡；故标本须经脱水及固定（或以重金属染色）。	5
4	两个立方体细胞的边长分别为 10 μm 及 30 μm。(a) 分别求两者的表面积与体积比（μm⁻¹）。(b) 求两者之比。(c) 为何小细胞的物质交换效率较高？	(a) 边长 a 的立方体 SA/V = 6a² ÷ a³ = 6/a，故 10 μm 细胞为 0.6 μm⁻¹，30 μm 细胞为 0.2 μm⁻¹。(b) 比值 = 0.6 ÷ 0.2 = 3.0。(c) 小细胞每单位体积有较大的表面积，扩散距离亦较短，物质进出细胞的速度相对代谢需求较快，故交换效率较高。	4

乙部：酵素与代谢（17 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
5	某实验量度酵素反应放出的气体体积：0 分钟 0 cm³、1 分钟 5.0 cm³、2 分钟 14.0 cm³、4 分钟 25.0 cm³。(a) 求首 2 分钟的平均反应速率。(b) 求第 2 至 4 分钟的平均速率，并解释为何速率下降。(c) 若要测定最大反应速率（Vmax），应怎样做？	(a) 速率 = 14.0 cm³ ÷ 2.0 min = 7.0 cm³/min。(b) 速率 = (25.0 − 14.0) ÷ 2.0 = 5.5 cm³/min；受质被消耗、浓度下降，酵素活性位逐渐饱和/受质减少，故速率下降。(c) 不断增加受质浓度，直至反应速率不再上升（平台），该速率即 Vmax。	4
6	某酵素的反应速率：20 °C 为 2.4、30 °C 为 4.8、40 °C 为 5.8、60 °C 为 0.2 cm³/min。(a) 求 20 °C	(a) Q10 = 4.8 ÷ 2.4 = 2.0。(b) Q10 = 5.8 ÷ 4.8 = 1.21，已低于 2，因高温开始破坏酵素。(c) 60 °C 超过最适温度，酵素的肽链及三维结构被破坏（变	5

	至 30 °C 的 Q10。(b) 求 30 °C 至 40 °C 的 Q10。(c) 解释 60 °C 时速率为何几乎为零。	性），活性位变形，受质无法结合，反应几乎停止，且变性不可逆。	
7	胃蛋白酶最适 pH 约 2，胰蛋白酶最适 pH 约 8。(a) 哪一种在胃中作用？(b) 哪一种在小肠中作用？(c) 在 pH 4 时两种酵素的活性如何？(d) 为何极端 pH 会使酵素永久失去活性？	(a) 胃蛋白酶（最适 pH 2，与胃酸的强酸性相符）。(b) 胰蛋白酶（小肠环境近中性至微碱性）。(c) pH 4 时胃蛋白酶活性已明显下降，胰蛋白酶活性亦很低，两者都偏离最适 pH。(d) 过酸或过碱会破坏氢键及离子键，改变蛋白质三维结构，活性位永久变形，属不可逆变性。	4
8	对照实验的反应速率为 6.0 cm³/min，加入某抑制剂后降为 3.0 cm³/min。(a) 求抑制百分率。(b) 再加入大量受质后速率回升至 5.8 cm³/min，这属于哪类抑制？解释。(c) 若加入受质后速率仍维持 3.0 cm³/min，又属于哪类抑制？	(a) 抑制百分率 = (6.0 – 3.0) ÷ 6.0 × 100% = 50.0%。(b) 竞争性抑制：抑制剂与受质竞争活性位，增加受质浓度可排挤抑制剂，速率回升（可逆）。(c) 非竞争性抑制：抑制剂结合在活性位以外的位置，改变活性位形状，增加受质也无法恢复速率。	4

丙部：扩散、渗透与水势（17 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
9	某植物细胞的溶质势 ψs = –800 kPa，压力势 ψp = +300 kPa。(a) 求细胞的水势 ψ。(b) 若把细胞放入水势为 –500 kPa 的溶液，水会有净移动吗？(c) 若放入水势为 –300 kPa 的溶液，水会向哪方向净移动？解释。	(a) ψ = ψs + ψp = –800 + 300 = -500 kPa。(b) 没有净移动，因细胞与溶液的 ψ 都是 –500 kPa，达平衡。(c) 溶液 ψ = –300 kPa 高于细胞的 –500 kPa，水由水势较高（溶液）流向水势较低（细胞），细胞吸水、膨压上升。	4
10	把马铃薯条（每条初始质量 4.00 g）放入不同浓度的蔗糖溶液 30 分钟：0.0 M 后为 4.36 g、0.2 M 后为 4.08 g、0.4 M 后为 3.60 g。(a) 求三者的质量变化百分率。(b) 由 0.2 M 与 0.4 M 的结果内插，估算马铃薯组织的等张浓度（即质量变化为零的浓度）。	(a) 0.0 M：+9.0%；0.2 M：+2.0%；0.4 M：-10.0%。(b) 由 +2.0% 到 –10.0%，零点位置 = 0.2 + 0.2 × [2.0 ÷ (2.0 + 10.0)] = 0.23 M，即约 0.23 M。	5
11	某染料在琼脂中 30 分钟扩散 2.0 mm。假设扩散时间与距离平方成正比，求染料扩散 4.0 cm 所需的时间（以小时表示），并解释实际生物组织中扩散为何不能支持大型生物。	时间 ∝ 距离²，故 t = 30 min × (40 mm ÷ 2.0 mm)² = 12000 min = 200 小时。大型生物若只靠扩散，内部物质到达需时极长（本例 4 cm 便要 200 小时），远超代谢所需，故需循环系统及呼吸系统加速运输。	4
12	(a) 把红血球放入蒸馏水会发生什么事？解释。(b) 把红血球放入 0.9% 氯化钠溶液又会如何？(c) 为何静脉注射用 0.9% 氯化钠溶液而不用纯水？	(a) 蒸馏水水势最高（ψ ≈ 0），水大量渗入红血球，细胞胀大甚至破裂（溶血）。(b) 0.9% 氯化钠与血浆等张，水量净移动为零，细胞保持正常形状。(c) 纯水会令红血球溶血、血浆稀释及电解质失衡，危及生命；0.9% 溶液等张，可维持细胞体积及渗透平衡。	4

丁部：光合作用与呼吸作用（16 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数

13	光合作用：6CO2 + 6H2O → C6H12O6 + 6O2（Mr：CO2 = 44.0、O2 = 32.0、C6H12O6 = 180.0）。(a) 制造 1.8 g 葡萄糖需多少摩尔 CO2？(b) 需 CO2 多少克？(c) 同时放出氧气多少克？	(a) n(C6H12O6) = 1.8 ÷ 180.0 = 0.010 mol，摩尔比 6 : 1，故 n(CO2) = 0.060 mol。(b) m(CO2) = 0.060 × 44.0 = 2.64 g。(c) n(O2) = 0.060 mol，m(O2) = 0.060 × 32.0 = 1.92 g。	4
14	某水生植物在递增光强度下每分钟氧气泡数目为：0（黑暗）、3.0、6.0、6.0、6.2（光强度单位 0、10、20、30、40）。(a) 光强度多少时达光饱和？(b) 饱和后什么成为限制因子？(c) 如何用实验证明该因子是二氧化碳？	(a) 光强度 20 单位（之后速率维持约 6.0，不再随光增强而上升）。(b) 二氧化碳浓度（或温度）成为限制因子。(c) 在同一光强度下加入碳酸氢钠增加 CO2 浓度，若气泡速率上升，即证明 CO2 是限制因子；对照组加等量蒸馏水。	4
15	酵母在无氧条件下把葡萄糖发酵：C6H12O6 → 2C2H5OH + 2CO2（Mr：葡萄糖 180.0、乙醇 46.0；室温摩尔体积 24.0 dm³/mol）。(a) 5.4 g 葡萄糖可产生 CO2 多少摩尔？(b) 在室温下该 CO2 的体积是多少 dm³？(c) 同时产生乙醇多少克？	(a) n(葡萄糖) = 5.4 ÷ 180.0 = 0.030 mol，摩尔比 1 : 2，故 n(CO2) = 0.060 mol。(b) V = 0.060 × 24.0 = 1.44 dm³。(c) n(乙醇) = 0.060 mol，m = 0.060 × 46.0 = 2.76 g。	4
16	某动物在 1 小时内消耗氧气 200 cm³、放出二氧化碳 160 cm³。(a) 求呼吸商 RQ。(b) 由 RQ 推断其食物成分。(c) 为何脂肪的 RQ 较碳水化合物低？	(a) RQ = CO2 放出量 ÷ O2 消耗量 = 160 ÷ 200 = 0.80。(b) 碳水化合物 RQ = 1.0，脂肪 RQ ≈ 0.7；0.8 介乎两者之间，表示食物是碳水化合物与脂肪的混合物。(c) 脂肪含氢比例高、含氧比例低，完全氧化每克需较多氧气，故放出 CO2 对消耗 O2 的比例较低（RQ 较小）。	4

戊部：DNA、遗传与细胞分裂（16 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
17	某 DNA 分子共有 1000 个碱基，其中腺嘌呤 A 有 300 个。(a) 求胸腺嘧啶 T、鸟嘌呤 G、胞嘧啶 C 的数目。(b) 求 A 占全部碱基的百分比。	(a) 碱基互补配对 A = T，故 T = 300 个；G + C = 1000 − 600 = 400，且 G = C = 200 个。(b) A 的百分比 = 300 ÷ 1000 × 100% = 30%。	4
18	人类体细胞有 46 条染色体。(a) 有丝分裂后每个子细胞有多少条？(b) 减数分裂产生的配子有多少条？(c) 受精卵有多少条？(d) 有丝分裂期间 DNA 何时复制？	(a) 46 条（有丝分裂染色体数目不变，维持二倍体）。(b) 23 条（减数分裂减半，单倍体）。(c) 受精卵 = 23 + 23 = 46 条，恢复二倍体。(d) DNA 在分裂间期（S 期）复制，此时染色体数目仍是 46，但每条已有两份 DNA（两条姊妹染色分体）。	4
19	两株基因型 Tt 的豌豆杂交（T 为高茎显性、t 为矮茎隐性）。(a) 写出子代的基因型比。(b) 写出表型比。(c) 若子代共 200 株，预期高茎及矮茎各多少株？	(a) 用棋盘法：TT : Tt : tt = 1 : 2 : 1。(b) 高茎 : 矮茎 = 3 : 1。(c) 高茎 = 200 × 3/4 = 150 株；矮茎 = 200 × 1/4 = 50 株。	4
20	某隐性遗传病由等位基因 a 引起，两名带因者（Aa × Aa）结婚。(a) 每个孩子患病的概率是多少？(b) 两个孩子都患病的概率是多少？(c) 为何带因者（Aa）本身不患病？	(a) Aa × Aa 子代 1 AA : 2 Aa : 1 aa，患病 aa 占 1/4，即 25%。(b) 两名孩子都患病 = 1/4 × 1/4 = 1/16 = 6.25%。(c) a 为隐性，只有一个 a 时显性等位基因 A 仍能制造足够的正常蛋白质，故表型正常，但可把 a 传给下一代。	4

己部：生态系统、能量流与种群（16 分）

回答下列各题，须列出计算步骤、单位及有效数字。

#	题目	答案	分数
21	某生态系统生产者固定能量 50 000 kJ，能量沿食物链每层只传递 10%。(a) 求初级、次级及三级消费者的可用能量。(b) 顶级捕食者所得能量占生产者总能量的百分比是多少？(c) 为何能量逐层递减？	(a) 初级消费者 = 50 000 × 0.1 = 5000 kJ；次级 = 500 kJ；三级 = 50 kJ。(b) 顶级捕食者（第四层）= 5 kJ，占 5 ÷ 50 000 × 100% = 0.01%。(c) 每层生物以呼吸作用消耗大部分能量（以热散失）、部分能量留在排泄物及未食部分，故只有约 10% 传到下一层。	4
22	在 400 m² 的草地随机放置 25 个 1 m² 样方，共数得某植物 75 株。(a) 求该植物的密度（株/m²）。(b) 估算整片草地的植株总数。(c) 为何样方必须随机放置？	(a) 密度 = 75 ÷ 25 = 3.0 株/m²。(b) 总数估算 = 3.0 × 400 = 1200 株。(c) 随机取样可避免主观选择（例如专挑植株多的地方），使样本具代表性，估算才不会偏高或偏低。	4
23	用捕捉–标记–再捕捉法估算蜗牛数目：首次捕捉 40 只并标记，第二次捕捉 50 只，其中有标记的 8 只。(a) 用林肯指数估算种群大小。(b) 列出两个令估算偏高的因素。(c) 为何标记不可影响蜗牛的生存或被再捕机会？	(a) N = (M × C) ÷ R = (40 × 50) ÷ 8 = 250 只。(b) 例如：标记脱落（R 偏细）、标记令蜗牛更易被捕（R 偏大时反而低估，故须说明）、种群有出生死亡或迁入迁出、标记动物分布不均。(c) 若标记影响生存或被捕机会，再捕样本的标记比例便不代表真实比例，估算失准；取样必须假设封闭种群及等机会被捕。	4
24	(a) 写出碳循环中分解者的作用。(b) 为何大气中的二氧化碳含量能长期保持相对稳定？(c) 大量燃烧化石燃料对碳循环有何影响？	(a) 分解者（细菌、真菌）把死亡生物及排泄物中的有机碳分解为二氧化碳，释放回大气，并把矿物养分归还土壤。(b) 光合作用与呼吸作用（含分解作用）大致平衡：光合作用吸收的 CO2 与呼吸、分解放出的 CO2 相若；海洋亦溶解并储存大量 CO2。(c) 燃烧化石燃料把长期封存的碳快速释放为 CO2，打破平衡，令大气 CO2 浓度上升，加剧温室效应。	4