

高三生物试题

本试卷共 8 页，20 题，全卷满分 100 分，考试用时 75 分钟。

一、单项选择题：本题共 15 题，1~10 小题，每题 2 分；11~15 小题，每题 4 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项最符合题目要求。

- 花生油是从花生种子中提取的。下列相关叙述错误的是
 - 花生根系吸收 N、P 元素用于脂肪的合成
 - 脂肪氧化分解可为花生种子萌发提供能量
 - 花生油含不饱和脂肪酸，熔点较低，不易凝固
 - 摄入过量的花生油会增加脂肪肝等健康风险
- 适度运动是一种健康的生活方式。下列相关叙述正确的是
 - 运动过程中血糖含量相对稳定
 - 运动过程中产生大量乳酸使内环境 pH 明显下降
 - 机体调控跑步运动的低级中枢位于小脑
 - 运动过程中大量排汗，抗利尿激素分泌减少
- 某种病毒包膜上的蛋白 A 与宿主细胞膜上的受体结合，介导发生膜融合，使病毒进入细胞内。下列相关叙述错误的是
 - 包膜上的蛋白 A 在核糖体上合成
 - 膜融合体现了生物膜具有流动性
 - 可在光学显微镜下观察到病毒侵染宿主细胞的过程
 - 经脂溶剂处理的病毒对宿主细胞的感染性会降低
- 下列高中生物学实验的部分操作，错误的是

选项	实验名称	实验操作
A	酵母菌纯培养	每次划线前接种环都需要灼烧
B	探究抗生素对细菌的选择作用	培养基平板涂菌后，放入含抗生素的纸片
C	DNA 片段的扩增及电泳鉴定	接通电源后，看到指示剂前沿迁移至凝胶边缘时，停止电泳
D	DNA 的粗提取与鉴定	洋葱研磨液的上清液加入冷酒精后，经离心从上清液中提取 DNA

- 苦味受体 T2R2 蛋白是机体感知苦味的关键物质。研究发现，猪獾 T2R2 基因的 cDNA 序列与犬、猫、牛、小鼠的相似性分别为 91.4%、90.6%、84.4%、72.1%。下列推测合理的是
 - T2R2 基因序列相似性为研究生物进化提供了最直接的证据
 - T2R2 基因序列的改变可能导致生物对苦味的感知不同
 - 从 T2R2 基因序列相似性推测，猪獾与猫的亲缘关系最近
 - 猪獾与小鼠的 T2R2 基因序列相似性最低，说明二者的演化历程完全不同

6. 虎的体色一般是黄底的，S 基因编码的 S 蛋白是褐黑色素合成的必要蛋白，自然界中偶尔会出现因 S 基因发生突变而表现为白底的白虎，相关信息如图所示，下列相关叙述错误的是

突变位点附近编码3个氨基酸的碱基序列	突变	突变后的碱基序列
模板链 5'---CTT GGC AAT---3'		5'---CTT GGC AAT---3'
3'---GAA CCG TTA---5'		3'---GAA CUG TTA---5'
部分密码子及对应的氨基酸		
GGC: 甘氨酸	CCG: 脯氨酸	GCC: 丙氨酸
GAC: 天冬氨酸	CUG: 亮氨酸	GUC: 缬氨酸

- A. S 基因发生突变，为虎进化提供了原材料
 B. 突变后区域对应的 mRNA 序列为 5'---GAA CUG UUA---3'
 C. 突变位点对应氨基酸的变化是丙氨酸→缬氨酸
 D. S 蛋白因氨基酸序列不同导致结构改变进而丧失功能
7. 黑水虻是一种资源型昆虫，幼虫可产生抗生素，能利用厨余垃圾中的有机废物生长发育成蛹，蛹用于生产生物柴油和动物饲料，下列相关叙述错误的是
- A. 黑水虻幼虫产生抗生素有利于其在垃圾堆等恶劣环境中生存
 B. 黑水虻幼虫属于消费者，其生长发育的能量来源于厨余垃圾
 C. 对黑水虻的利用实现了物质和能量的多层次利用
 D. 对黑水虻的利用遵循生态工程的整体原理
8. PSMA 是部分癌细胞高表达的膜蛋白，CD28 是 T 细胞表面受体，双特异性抗体 PSMA—CD28 同时结合 PSMA 与 CD28 后，激活 T 细胞杀灭癌细胞，如图 1 所示。图 2 为双特异性抗体的制备过程部分示意图，下列分析正确的是



图1

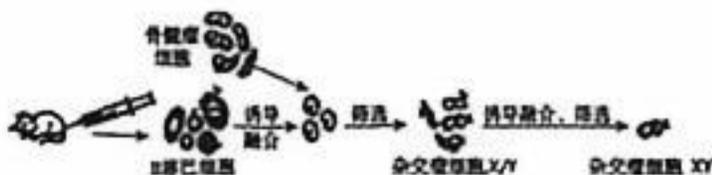
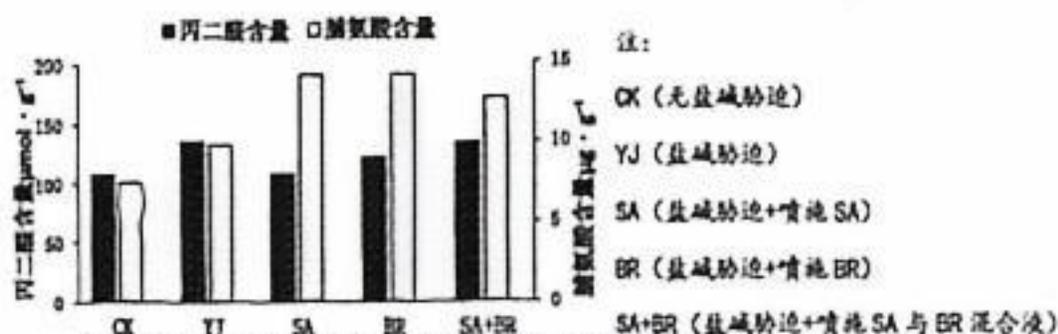


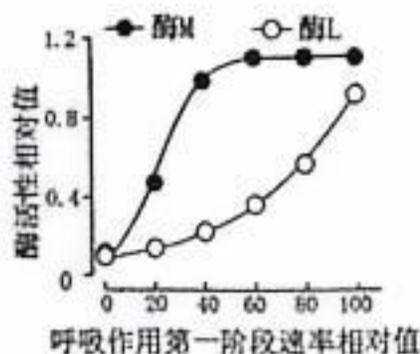
图2

- A. 双特异性抗体结合 T 细胞和癌细胞的区域结构相同
 B. 杂交瘤细胞 XY 产生的双特异性抗体 PSMA—CD28 杀灭癌细胞
 C. 从脾脏中分离出产生抗 PSMA 和抗 CD28 抗体的 B 细胞与骨髓瘤细胞融合
 D. 第二次筛选时需对杂交瘤细胞的培养液进行充分稀释
9. 过程“① \xrightarrow{a} ② \xrightarrow{b} ③”表示人体某些结构或细胞间的信息传递，箭头表示信息传递方向，下列相关叙述正确的是
- A. 若表示血糖调节过程，①为下丘脑，b 为胰高血糖素，③可能为肝细胞
 B. 若表示下丘脑—垂体—甲状腺轴，则②只受到 TRH 的调节
 C. 若表示反射弧，则其中的信息是以局部电流的形式传导的
 D. 若表示眨眼反射的反射弧，切断 a，刺激 b，仍会发生眨眼反射

10. 豆科植物在被病原体入侵时会启动免疫反应。根瘤菌可分泌 Nod 因子作用于豆科植物细胞的 YK3 受体，从而实现与豆科植物共生。下列相关叙述错误的是
- A. 豆科植物和根瘤菌相互依存，互相提供养料
- B. Nod 因子作为化学信息调控根瘤菌和豆科植物关系
- C. 激活 YK3 受体可以使豆科植物启动免疫反应
- D. 该机制使豆科植物接纳有益共生菌，同时抵御有害病原体
11. 科研人员欲探究水杨酸(SA)、油菜素内酯(BR)对菊花盐碱胁迫的影响，进行相关实验，测定部分结果如图，其中，丙二醛含量与细胞膜损伤程度呈正相关，脯氨酸是细胞内重要的渗透调节物质。下列相关叙述错误的是

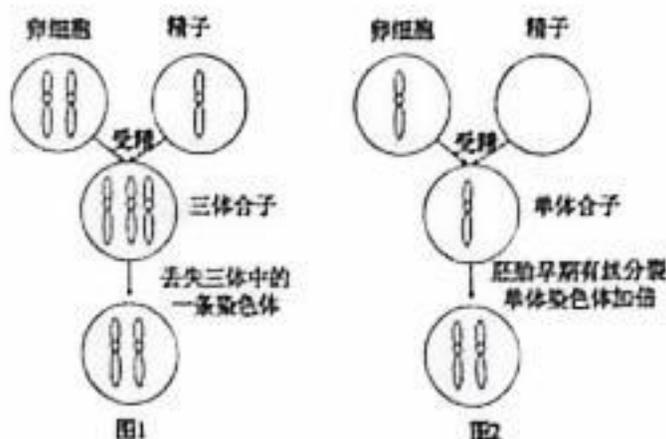


- A. CK 组可以排除环境因素对实验结果的影响
- B. BR 可以提高细胞的渗透调节能力缓解盐碱胁迫
- C. 外源 BR 和 SA 均能缓解盐碱胁迫导致的菊花细胞膜损伤
- D. 生产实践中应优先选择喷施 SA 与 BR 混合液缓解菊花的盐碱胁迫
12. 呼吸作用第一阶段产生的 NADH 需要不断被利用并再生出 NAD⁺ 才能使呼吸作用持续进行。酶 M 和酶 L 均能催化 NAD⁺ 的再生，但酶 M 仅存在于线粒体中，酶 L 仅存在于细胞质基质中。癌细胞在氧气充足的条件下，无氧呼吸也非常活跃。为研究该问题，科研人员用不同浓度的某种药物抑制癌细胞呼吸作用第一阶段，检测相关酶活性，结果如图所示。下列叙述错误的是

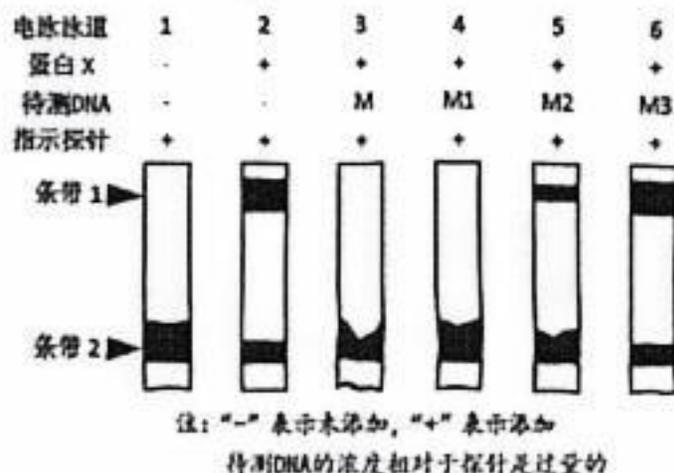


- A. 酶 M 参与有氧呼吸的第三阶段，酶 L 参与无氧呼吸的第二阶段
- B. 呼吸作用第一阶段速率相对值为 100 的组别为该实验的对照组
- C. 呼吸作用第一阶段速率相对值较低时，癌细胞以无氧呼吸为主
- D. 酶 M 活性达到最大值后，癌细胞无氧呼吸迅速增强促进 NAD⁺ 再生

13. 某个体的一对同源染色体均来源于母亲，图 1、图 2 所示的两种机制均可能导致此现象。该个体的母亲这对同源染色体存在两对等位基因 A/a 和 B/b，且基因 A 与 B 位于同一条染色体上。不考虑基因突变，下列推断错误的是

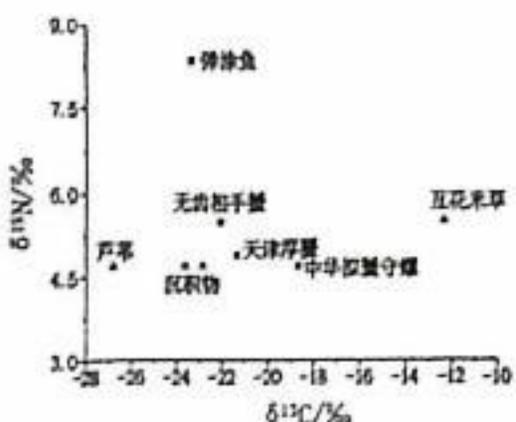


- A. 若母亲减数分裂 I 异常引起该现象，则该个体的基因型可能为 AABb
 B. 若母亲减数分裂 II 异常引起该现象，则该个体的基因型可能为 AABb
 C. 若父亲减数分裂 I 异常引起该现象，则该个体的基因型可能为 AABb
 D. 上述两种机制可降低染色体数目异常对个体发育的影响
14. 为探究 DNA 片段 M 与蛋白 X 结合的位点，研究者获得片段 M 不同位点的突变体 M1、M2 和 M3，用蛋白 X 进行结合试验（结合了蛋白 X 的 DNA 片段电泳时移动速率受到影响），并用带荧光的片段 M 作为指示探针进行检测（指示探针可与待测 DNA 竞争蛋白 X），电泳结果如图所示。据结果分析，下列相关叙述错误的是



- A. 条带 2 显示没有结合蛋白 X 的探针所迁移到的位置
 B. 点样位置位于图中的上方
 C. M1 的突变位点不影响蛋白 X 与 M1 的结合
 D. M3 与蛋白 X 的结合强度比 M2 更大

15. ^{13}C 、 ^{15}N 是稳定性同位素，可用于物质溯源等。生物体的 $\delta^{13}\text{C}/\text{‰}$ 与其食物的相近，可用于揭示摄食来源； ^{15}N 在生态系统能量流动过程中不断富集， $\delta^{15}\text{N}/\text{‰}$ 可用于揭示营养级位置。某湿地高潮滩上大型底栖动物的相关调查结果如图所示，下列分析正确的是



高潮滩底栖动物及其食源的碳、氮同位素

- A. 碳元素和氮元素可沿食物链在沉积物和芦苇间进行传递
- B. 无齿相手蟹和天津厚蟹的食源相近，偏好摄入沉积物
- C. 高潮滩上营养级由高到低为弹涂鱼、无齿相手蟹、互花米草、芦苇
- D. 弹涂鱼和蟹、螺都生活在高潮滩，生态位相同

二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分

16. 原产于美洲热带地区的火龙果是仙人掌科中典型的 CAM 途径植物，具有特殊的 CO_2 固定方式，过程如图 1 所示。我国南方某种植区红壤中的镁常年流失，影响火龙果生长及产量。为解决该问题，研究人员进行相关实验，结果如图 2 所示。回答下列问题：

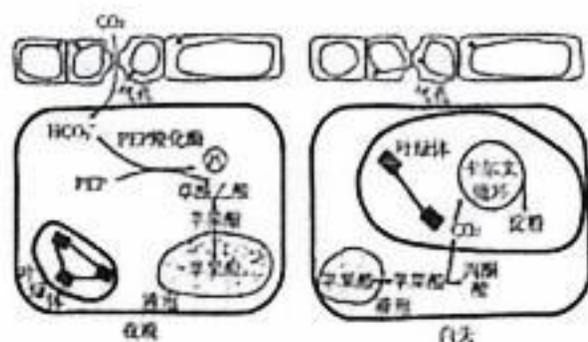


图 1

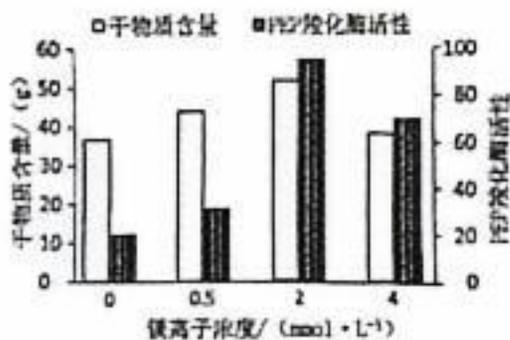
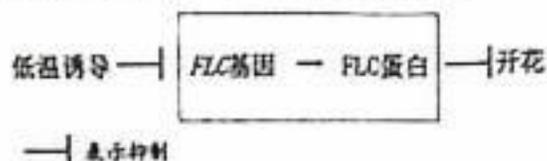


图 2

- (1) 夜晚火龙果不能将吸收的 CO_2 转化为糖类，原因是_____。结合图 1 信息分析，白天火龙果进行暗反应所需的 CO_2 来自于_____（填写生理过程）。
- (2) 从适应环境的角度分析，火龙果通过 CAM 途径固定 CO_2 意义是_____。
- (3) PEP 羧化酶活性受镁离子浓度影响，其活性可通过测定_____表示。实验结果表明，镁离子浓度较低时，火龙果干物质含量较低，从光反应和暗反应角度分析，原因是_____。根据实验结果，写出一条提高火龙果产量的措施_____。

17. 植物能够感知周围环境，控制和协调自身在合适的时间开花。低温诱导或赤霉素均可通过调控基因表达促进拟南芥开花。回答下列问题：

(1) 上述信息体现了植物生长发育的整体调控，是由_____共同完成的。*FLC*基因是调控开花的关键基因，据图写出低温诱导促进开花的机理：_____。



(2) 植物调控开花的机制尚在研究。科研人员在拟南芥中发现一株晚开花突变体，由野生型的 *FLD* 基因突变产生。

①将突变体与野生型拟南芥进行杂交， F_1 全为野生型，说明突变性状为_____ (填显性或隐性)。将 F_1 自交， F_2 的表型及比例为_____。

②后续研究发现，*FLD* 基因控制合成组蛋白去乙酰化酶，而突变体无法合成该蛋白；突变体的 *FLC* 蛋白含量比野生型高，且 *FLC* 基因处的染色体组蛋白乙酰化水平较高。推测野生型中 *FLD* 基因调控拟南芥开花的机理是_____。

(3) 上述研究过程中，该突变体的科研价值体现在：_____。

18. 开采矿产会严重影响生态系统的土壤和植被，造成重金属污染、水土流失等。科研人员欲研究人工措施对废弃矿山的修复效果，进行相关实验。回答下列问题：

(1) 某废弃矿山经过 10 年的自然恢复，仅存在极少量的一年生草本植物，说明生态系统的_____是有限的。

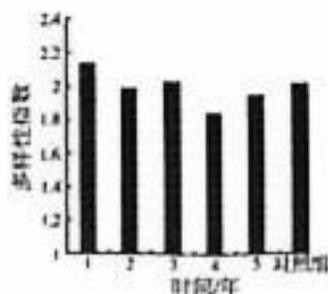
(2) 科研人员在该矿区选取相同条件的甲、乙、丙三块坡面，进行为期 8 年的人工修复，即每年春季均分别采用覆盖客土(SC，矿区周边山体山皮土)、覆盖生态毯(VC，含有草本植物种子的复合防护毯)、覆盖客土加生态毯(SC+VC)三种方式进行植被恢复。在第 8 年夏季调查三块地的相关指标，结果如表所示。

相关指标	处理方式		
	SC	VC	SC+VC
土壤中的磷	20.0	13.8	57.6
土壤有机质	13.5	6.5	19.1
植物种数	10	13	26
新迁入植物种数比例(%)	100	84.6	88.5
生物量(g/m^2)	204	234	363

①生态毯中的植物种子应优先选择本地种子，原因是_____。

②据表可知，处理方式为_____时，新迁入的植物种数最多，从加速演替的角度分析，生态毯的种子有利于植物迁入的原因_____。

(3) 停止人工修复后，进一步跟踪丙地后续 5 年的生物多样性变化，并与未受采矿干扰的草地对照，结果如图所示。据图分析，丙地不需要继续进行人工修复，判断依据是_____。



(4) 请结合题干信息分析，除本研究中的相关指标外，还可以调查_____用于检测该矿区生态恢复情况。

19. 图 1 为机体内存在的下丘脑—脾神经通路，为研究该通路对浆细胞形成的影响，科学家开展系列实验。

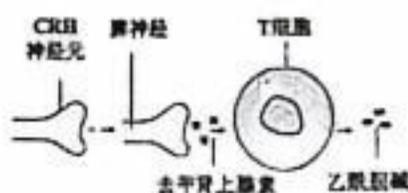


图 1

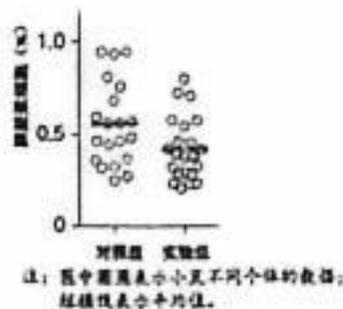


图 2

I. 抑制下丘脑神经元的实验

(1) B 细胞增殖分化为浆细胞，需要两个信号刺激：B 细胞和病原体的直接接触、与_____细胞表面发生改变的特定分子结合，此外，还需要_____的作用。

(2) 通过药物抑制实验组小鼠 CRH 神经元活性，注射相应抗原，统计脾脏浆细胞与总 B 细胞的比值，如图 2 所示，结果表明：抑制 CRH 神经元活性，_____。

II. 激活下丘脑神经元的实验

(3) 先对小鼠进行手术处理，恢复后注射抗原免疫，一段时间后激活 CRH 神经元，检测相关指标，结果如下表所示。

组别	实验处理		去甲肾上腺素 释放量	乙酰胆碱 释放量	脾脏浆细胞 比例
A 组	野生型小鼠+	不激活 CRH 神经元	+	+	+
B 组	野生型小鼠+	激活 CRH 神经元	+++	+++	+++
C 组	野生型小鼠+		+	+	+
D 组	T 细胞缺陷小鼠+		+++	+	+
E 组	b		+	+	+

注：假手术指手术后直接缝合，不切除脾神经；“+”越多，检出量越多。

①比较_____ (填组别) 的实验数据, 可知 CRH 神经元通过脾神经影响浆细胞形成。

②实验结果表明脾神经释放去甲肾上腺素作用于 T 细胞促进浆细胞形成, 则上表中的实验处理是 a: _____ b: _____

20. 免疫介导性坏死性肌病 (IMNM) 是 B 细胞攻击肌肉纤维造成的自身免疫病, 人体绝大多数 B 细胞表面具有 CD19 抗原。科学家用异体 CAR-T 细胞治疗 IMNM, 其过程是: 取健康捐献者 T 细胞, 敲除引起免疫排斥的关键基因, 利用慢病毒载体将其改造成能表达 CD19 抗原受体的 CAR-T 细胞 (如图 1 所示), 经培养后移植到患者体内清除 B 细胞, 以缓解症状。回答下列问题:

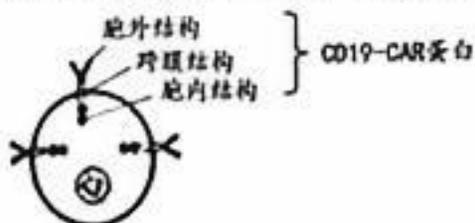


图 1 CAR-T 细胞

(1) 结合题干信息, 推测 CAR-T 细胞的 CD19-CAR 蛋白胞外结构应根据_____结构设计。

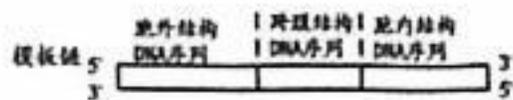


图 2 CD19-CAR 基因

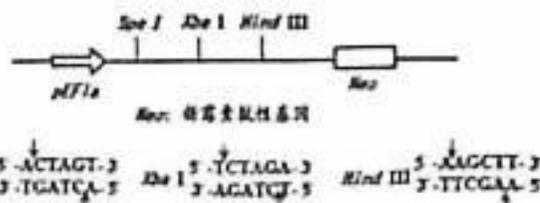


图 3 载体部分结构

(2) 为了能将图 2 所示的 CD19-CAR 基因正确连接至图 3 所示的慢病毒载体上, 扩增 CD19-CAR 基因时, 胞外结构 DNA 序列端应加入_____限制酶识别序列。选择使用核糖体蛋白基因启动子 pEFla 的优势是_____。

(3) 慢病毒能将其携带的基因整合到被感染细胞的染色体上。为筛选出转导成功的细胞, 可在培养 CAR-T 细胞培养基中加入_____。为确定转导成功的 T 细胞 CAR 基因是否转录, 应_____。

(4) 为避免移植体内的 CD19-CAR-T 细胞长期激活导致 B 细胞耗竭, 需要继续改造载体。已知 *vp3* 基因表达可诱导细胞凋亡; *rtTA* 基因表达产物结合四环素后, 能激活 *pTRE* 启动子驱动下游基因表达, 则图 4 的 i、ii、iii 应分别插入_____ (填序号)

① *vp3* 基因 ② *rtTA* 基因 ③ *pTRE* 启动子
说明缓解 B 细胞耗竭的原理: _____。

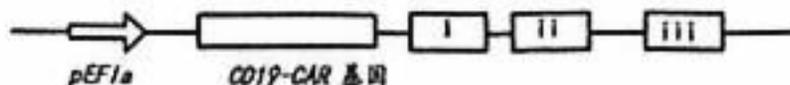


图 4

2025-2026 学年（上）期末高中教学质量检测 高三生物试题参考答案及评分标准

一、单项选择题:本题共 15 题, 1~10 小题, 每题 2 分; 11~15 小题, 每题 4 分, 共 40 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是最符合题目要求的。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	A	A	C	D	B	B	B	D
题号	9	10	11	12	13	14	15	
答案	A	C	D	C	C	D	B	

二、非选择题:本题共 5 小题, 共 60 分

16. (11 分, 除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 缺少光反应产生的 ATP 和 NADPH 苹果酸分解和细胞呼吸

(2) 减少水分散失, 同时保证光合作用的正常进行

(3) 单位时间磷酸的生成量 (或“单位时间草酰乙酸的生成量”或“单位时间 PEP 的消耗量”或“单位时间 HCO_3^- 的消耗量”)

镁离子浓度过低, 导致叶绿素合成不足, 光能吸收不足, 光反应速率下降;
PEP 羧化酶活性低, 苹果酸含量下降, CO_2 供应不足, 暗反应速率下降

注: 叶绿素方向 1 分, PEP 羧化酶方向 1 分

合理增施镁肥 (1 分)

17. (12 分, 除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 基因表达调控、激素调节和环境因素调节

低温诱导会抑制 *FLC* 基因的表达, 减少 *FLC* 蛋白对开花的抑制作用

(2) ①隐性 (1 分) 野生型 (正常开花): 晚开花=3:1

(3) ② *FLD* 基因控制合成组蛋白去乙酰化酶 (1 分), 使 *FLC* 基因处的染色体组蛋白乙酰化水平降低 (1 分), *FLC* 基因表达减少 (1 分), 对开花的抑制减弱/促进开花。

注: 答案需体现出“*FLC* 基因处染色体组蛋白乙酰化水平降低导致 *FLC* 基因表达减少”, 只写染色体组蛋白乙酰化水平降低, 没写 *FLC* 基因处, 中间的 1 分不得; 没点出表达, 写成 *FLC* 蛋白减少, 最后 1 分不得。

(3)发现 *FLD* 基因参与调控开花/用于植物开花的调控机制的研究/发现组蛋白乙酰化水平影响基因表达

注：题干规定“上述过程”“科研方向”，应从植物调控开花机理研究，*FLD* 基因的功能研究，发现表观遗传方向作答。写成应用方向，培养晚开花植株或人为调控开花不给分。

18. (12分，除特殊标注外，每空2分)

(1) 恢复力稳定性/自我调节能力 (1分)

(2) ①本地植物适应本地环境，更有利于矿区生态修复

②SC+VC 种子萌发生长后，吸引昆虫等小动物迁入 (1分)，小动物可帮助植物传播花粉或种子 (1分)，动植物可改善土壤条件 (1分)，促进植物迁入

注：题干规定“从加速演替的角度”，以种子为起点，点出生物间的相互影响，生物和环境(土壤)间的相互影响，实现群落演替，最后落到新植物迁入。

(3) 丙地在停止人工修复后，5年的多样性指数与对照组相近

(4) 微生物群落丰富度/土壤中重金属含量

19. (12分，除特殊标注外，每空2分)

(1) 辅助性 T 细胞 细胞因子 (2) 减少浆细胞形成

(3) ① (A) B、C

②a. 假手术 b. T 细胞缺陷小鼠+脾神经切除

20. (13分，除特殊标注外，每空2分)

(1) CD19 抗原

(2) *Hind* III 不需要添加诱导物(1分)，*pEF1a* 就可以持续驱动 *CAR* 基因的表达 (1分)

(3) 新霉素 (1分) 提取 CD19-CAR-T 细胞的 RNA 分子，经反转录后加入特异性引物进行 PCR 技术检测。

(4) ②③① 四环素与 rtTA 蛋白结合激活 *pTRE* 启动子，使 *vp3* 基因表达诱导 CAR-T 细胞凋亡，从而缓解 B 细胞耗竭

2025-2026 学年（上）期末高中教学质量检测 高三生物试题参考答案及评分标准

一、单项选择题:本题共 15 题, 1~10 小题, 每题 2 分; 11~15 小题, 每题 4 分, 共 40 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是最符合题目要求的。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	A	A	C	D	B	B	B	D
题号	9	10	11	12	13	14	15	
答案	A	C	D	C	C	D	B	

二、非选择题:本题共 5 小题, 共 60 分

16. (11 分, 除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 缺少光反应产生的 ATP 和 NADPH 苹果酸分解和细胞呼吸

(2) 减少水分散失, 同时保证光合作用的正常进行

(3) 单位时间磷酸的生成量 (或“单位时间草酰乙酸的生成量”或“单位时间 PEP 的消耗量”或“单位时间 HCO_3^- 的消耗量”)

镁离子浓度过低, 导致叶绿素合成不足, 光能吸收不足, 光反应速率下降;
PEP 羧化酶活性低, 苹果酸含量下降, CO_2 供应不足, 暗反应速率下降

注: 叶绿素方向 1 分, PEP 羧化酶方向 1 分

合理增施镁肥 (1 分)

17. (12 分, 除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 基因表达调控、激素调节和环境因素调节

低温诱导会抑制 *FLC* 基因的表达, 减少 *FLC* 蛋白对开花的抑制作用

(2) ①隐性 (1 分) 野生型 (正常开花): 晚开花=3:1

(3) ② *FLD* 基因控制合成组蛋白去乙酰化酶 (1 分), 使 *FLC* 基因处的染色体组蛋白乙酰化水平降低 (1 分), *FLC* 基因表达减少 (1 分), 对开花的抑制减弱/促进开花。

注: 答案需体现出“*FLC* 基因处染色体组蛋白乙酰化水平降低导致 *FLC* 基因表达减少”, 只写染色体组蛋白乙酰化水平降低, 没写 *FLC* 基因处, 中间的 1 分不得; 没点出表达, 写成 *FLC* 蛋白减少, 最后 1 分不得。

(3)发现 *FLD* 基因参与调控开花/用于植物开花的调控机制的研究/发现组蛋白乙酰化水平影响基因表达

注：题干规定“上述过程”“科研方向”，应从植物调控开花机理研究，*FLD* 基因的功能研究，发现表观遗传方向作答。写成应用方向，培养晚开花植株或人为调控开花不给分。

18. (12分，除特殊标注外，每空2分)

(1) 恢复力稳定性/自我调节能力 (1分)

(2) ①本地植物适应本地环境，更有利于矿区生态修复

②SC+VC 种子萌发生长后，吸引昆虫等小动物迁入 (1分)，小动物可帮助植物传播花粉或种子 (1分)，动植物可改善土壤条件 (1分)，促进植物迁入

注：题干规定“从加速演替的角度”，以种子为起点，点出生物间的相互影响，生物和环境(土壤)间的相互影响，实现群落演替，最后落到新植物迁入。

(3) 丙地在停止人工修复后，5年的多样性指数与对照组相近

(4) 微生物群落丰富度/土壤中重金属含量

19. (12分，除特殊标注外，每空2分)

(1) 辅助性 T 细胞 细胞因子 (2) 减少浆细胞形成

(3) ① (A) B、C

②a. 假手术 b. T 细胞缺陷小鼠+脾神经切除

20. (13分，除特殊标注外，每空2分)

(1) CD19 抗原

(2) *Hind* III 不需要添加诱导物(1分)，*pEF1a* 就可以持续驱动 *CAR* 基因的表达 (1分)

(3) 新霉素 (1分) 提取 CD19-CAR-T 细胞的 RNA 分子，经反转录后加入特异性引物进行 PCR 技术检测。

(4) ②③① 四环素与 rtTA 蛋白结合激活 *pTRE* 启动子，使 *vp3* 基因表达诱导 CAR-T 细胞凋亡，从而缓解 B 细胞耗竭