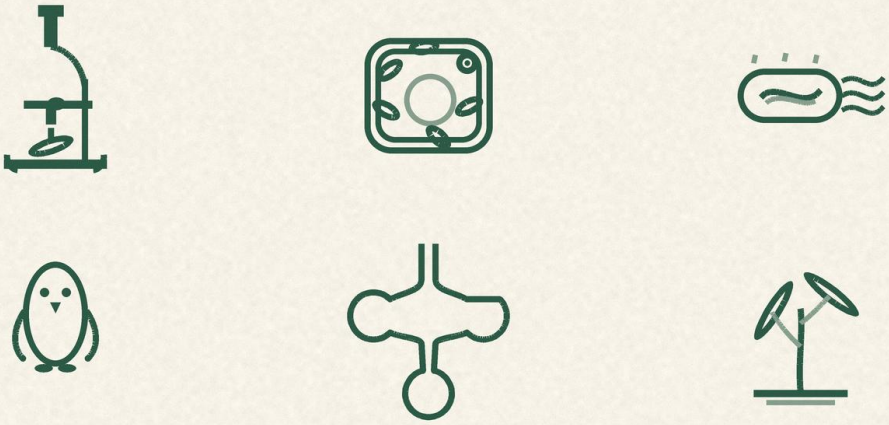
校本教研 · 真题研究

湖 南 卷

生物学试题研究

2021—2026

六年真题　逐题精解　思维分层



长沙市东雅中学高中生物教研组　汇编

二〇二六年十一月

湖南卷生物学试题研究

2021—2026

六年真题　逐题精解　思维分层

本　册　编　委

周伟、李建军、吴多、杨检、王瑞瑄

吴冰洁、扶涛、王春雨、项博、曹珊珊

长沙市东雅中学高中生物教研组　汇编

二〇二六年十一月

前 言

湖南卷自 2021 年实施新高考以来，生物学试题在情境创设、能力立意与思维层级上逐年演进。为便于一线教师把握命题脉络，我们以 2021—2026 年六份湖南卷生物学试题为对象，逐题作了分析：先梳理全卷的结构与考点，再逐题解析答案与思路，最后归纳可迁移的教学建议。

本书体例统一为三部分：一是试卷总体分析，含分值结构、双向细目表、命题特点与 SOLO 层次分布；二是试题精解，逐题给出参考答案、考查目标、试题分析、试题亮点与 SOLO 判定；三是教学与复习备考建议。六年合观，既可横向比较同一年份的考点覆盖，也可纵向看到同一考点在不同年份考查方式的变化。

编写中力求做到三点：答案以官方答案为准，凡不同版本答案存有分歧之处，均经独立推演后说明取舍理由；分析落到“为什么这样设问、错在哪里”，不作空泛褒扬；SOLO 层次的判定给出依据，便于教师据此设计分层训练。各年试卷的题型、分值随政策调整略有不同，书中如实保留原貌，未作强行统一。

本书可供高中生物学教师备课、命题研究与高三复习参考，也可作为学生研读真题的辅助读物。限于编者水平，疏漏之处恳请同行指正。

编　者

2026 年 11 月

目　录

C O N T E N T S

前言.....i

2021 年湖南卷生物学试题分析.....1

一、试卷总体分析.....2
二、试题精解.....5
三、教学与复习备考建议.....27

2022 年湖南卷生物学试题分析.....29

一、试卷总体分析.....30
二、试题精解.....33
三、教学与复习备考建议.....59

2023 年湖南卷生物学试题分析.....61

一、试卷总体分析.....62
二、试题精解.....65
三、教学与复习备考建议.....90

2024 年湖南卷生物学试题分析.....92

一、试卷总体分析.....93
二、试题精解.....96
三、教学与复习备考建议.....118

2025 年湖南卷生物学试题分析.....120

一、试卷总体分析.....121
二、试题精解.....124
三、教学与复习备考建议.....144

2026 年湖南卷生物学试题分析.....146

一、试卷总体分析.....147
二、试题精解.....150
三、教学与复习备考建议.....173

编后记.....174

第一章

2021 年湖南卷生物学试题分析

长沙市东雅中学生物工作室团队

本章要目

- 一、试卷总体分析
- 二、试题精解
- 三、教学与复习备考建议

2021

一、试卷总体分析

（一）试卷结构与分值分布

本卷满分 100 分，考试时间 75 分钟，全卷共 22 小题，分为选择题与非选择题两部分。其中选择题 16 小题共 40 分，非选择题 6 小题共 60 分，第 21、22 题为选做题，考生从“选修 1：生物技术实践”与“选修 3：现代生物科技专题”中任选一题作答。具体结构如下：

部分	题型	题号	题量	分值/题	小计
一	单项选择题	第 1~12 题	12	2 分	24 分
二	不定项选择题	第 13~16 题	4	4 分	16 分
三	非选择题（必做）	第 17~20 题	4	12 分	48 分
三	非选择题（选做）	第 21、22 题	任选 1 题	12 分	12 分
合计	—	第 1~22 题	21 题计分	—	100 分

注：不定项选择题全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错得 0 分；第 21、22 题分值相同、难度等值。

（二）考点分布（双向细目表）

从必备知识、关键能力与思维层次三个维度对 22 道试题逐题定位，可以清晰看出本卷“覆盖主干、突出重点、素养立意”的命题格局：

题号	分值	模块	主要考点	关键能力与素养	SOLO
1	2	分子与细胞	原核细胞与真核细胞的结构差异；原核生物的代谢类型	结构与功能观；概念辨析	多点
2	2	分子与细胞	教材基础实验的试剂、染色顺序与操作规范	科学探究；实践应用	关联
3	2	分子与细胞	渗透作用与质壁分离；溶液渗透压的比较	稳态与平衡观	多点
4	2	生物与环境	种群数量动态模型；环境容纳量；负反馈调节	模型分析；稳态与平衡观	关联
5	2	分子与细胞	蛋白质磷酸化与去磷酸化；细胞信号传递	结构与功能观；信息观	关联
6	2	稳态与调节	免疫器官（法氏囊）；B 细胞来源；疫苗的使用时机	结构与功能观；推理能力	关联
7	2	分子与细胞	光反应与暗反应；光合速率的影响因素	物质与能量观	关联
8	2	生物的进化	物种的概念；人工选择与变异；基因频率	进化与适应观	多点
9	2	细胞的生命历程	原癌基因的功能；癌细胞的特征；累积风险曲线	图表分析；稳态与平衡观	关联
10	2	遗传的基本规律	伴性遗传；系谱分析；基因型与基因频率推断	分析与推理	关联
11	2	稳态与调节	动作电位与离子通道；电压钳实验；通道阻断剂	信息观；实验推理	关联
12	2	分子与细胞	细胞呼吸原理在农业生产与贮藏中的应用	物质与能量观；实践应用	多点
13	4	遗传的分子基础	转录与翻译；基因表达效率的差异；三类 RNA	信息观；分析与综合	关联
14	4	植物激素调节	独脚金内酯；嫁接实验；激素的运输与敏感性	科学探究；实验推理	拓展

题号	分值	模块	主要考点	关键能力与素养	SOLO
15	4	稳态与调节	胆固醇代谢；LDL 受体；PCSK9 基因突变	稳态与平衡观；推理能力	关联
16	4	生物与环境	群落结构；生态系统破碎化；生物多样性保护	系统观；社会责任	关联
17	12	遗传的基本规律	双隐性突变体的遗传机制；配子结合方式；自由组合定律验证	综合应用；学科表达	拓展
18	12	分子与细胞	叶绿体结构；光反应；电子受体与膜完整性的关系	物质与能量观；结构与功能观	拓展
19	12	稳态与调节	生长激素—IGF-1 轴；反馈调节；实验方案设计	信息观；科学探究	拓展
20	12	生物与环境	样方法；种群密度计算；种间关系；群落演替预测	数据分析；稳态与平衡观	关联
21	12	生物技术与工程	纤维素酶组分；选择培养基；灭菌与活菌计数；酶活力比较	科学实践；学科表达	拓展
22	12	生物技术与工程	基因工程；体细胞核移植；胚胎干细胞；单克隆抗体	结构与功能观；方案设计	拓展

注：第 21、22 题为选做题，分值按任选一题计。

（三）命题特点

1. 无情境不命题，情境类型分布均衡

全卷 22 题中，生产生活情境 10 个、科研实验情境 10 个、纯知识情境仅 2 个（第 1、12 题）。从情境的熟悉程度看，简单熟悉情境 4 个（第 1、2、3、7 题），简单陌生情境 11 个，复杂陌生情境 7 个且全部落在非选择题。这种“选择题轻情境、非选择题重情境”的梯度设计，使试题既能保证起点平稳，又能在高阶思维处形成有效区分。

2. 素养立意，生命观念全面覆盖

五类生命观念在本卷中均有落点：第 5、6、13、18、22 题指向结构与功能观，第 7、12、18、19 题指向物质与能量观，第 3、4、9、15、20 题指向稳态与平衡观，第 5、11、13、19 题指向信息观，第 16、17、20 题指向系统观与进化观。观念不是标签，而是解题时用于组织事实、作出判断的思维工具。

3. 强化信息获取与学科表达

第 4、5、9、10、11、13、14 题以及第 17~22 题均配有图示或表格，考生须完成“文字—图表—模型”的多重转换；第 17~22 题中每题都有 1~2 个空要求用完整的生物学语句表述判断依据或实验思路，单纯“填词”已难以得分。

4. 突出科学探究与实践能力

第 2 题考查实验操作规范，第 13、14 题以实验数据与嫁接试验为证据链，第 18 题要求依据放氧量数据反推膜结构与功能的关系，第 19、21 题要求设计或补全实验方案，第 22

题要求写出鉴定思路，科学探究由“识记步骤”走向“设计与评价”。

5. 难度梯度合理，选做模块等值

选择题以主干概念的准确辨析为主，难度平缓；非选择题在真实科研情境中层层设问，第 17 题（2）、第 18 题（3）、第 19 题（2）等小问思维含量高。第 21、22 题分别对应选择性必修 3 的两个模块，均为 12 分，能力要求相当，保证了选考的公平性。

（四）SOLO 分类视角下的试题思维层次分布

SOLO 分类理论依据学生作答时所表现出的思维结构复杂程度，将学习结果分为五个水平：前结构（答非所问或缺乏相关理解）、单点结构（凭单一信息作答）、多点结构（运用多个孤立信息点但未整合）、关联结构（把多个信息点整合为有机整体）、拓展抽象结构（超越情境作出抽象概括或迁移）。据此对本卷 22 题逐题定级，统计如下：

SOLO 层次	主要思维特征	题号	题量	分值	占比
前结构层次	缺乏对试题情境的正确理解	无	0	0 分	0%
单点结构层次	仅凭单一信息点即可作答	无	0	0 分	0%
多点结构层次	调用多个孤立知识点逐点判断，点间无整合	1、3、8、12	4	8 分	8%
关联结构层次	将多个信息点整合为整体，能解释因果关系	2、4、5、6、7、9、10、11、13、15、16、20	12	40 分	40%
拓展抽象结构	在陌生情境中抽象概括、设计方案并迁移	14、17、18、19、21、22	6	52 分	52%
合计	—	第 1~22 题	22	100 分	100%

注：第 21、22 题为选做题，分值按任选一题折算，故拓展抽象结构实际计 52 分。

统计显示：本卷没有前结构与单点结构层次的试题，起点不低；多点结构层次 4 题（8 分）集中在概念的准确辨析；关联结构层次 12 题（40 分）构成全卷主体，要求考生在图表、数据与概念之间建立联系；拓展抽象结构层次 6 题（52 分）全部是非选择题，其中第 17、18、19、22 题分别要求推断遗传机制、解释实验数据、评价实验方案、设计鉴定思路。这一分布与“服务选才”的功能定位一致：靠记忆只能拿到约 8 分，能否整合与迁移决定了 60 分以上的得分区间。

二、试题精解

1 **关于下列微生物的叙述，正确的是（　　）**

A．蓝藻细胞内含有叶绿体，能进行光合作用

B．酵母菌有细胞壁和核糖体，属于单细胞原核生物

C．破伤风杆菌细胞内不含线粒体，只能进行无氧呼吸

D．支原体属于原核生物，细胞内含有染色质和核糖体

参考答案　C

考查目标　本题以蓝藻、酵母菌、破伤风杆菌、支原体四类微生物为对象，考查原核细胞与真核细胞在结构上的差异以及原核生物的代谢类型，要求学生在新颖的材料中调用“细胞是生命活动的基本单位”这一大概念作出判断，落实结构与功能观。

试题分析　选项 A。蓝藻属原核生物，细胞内没有叶绿体，但含有藻蓝素和叶绿素，能进行光合作用。故 A 错误。

选项 B。酵母菌是单细胞真核生物（真菌），有细胞壁和核糖体，但不能因此判定为原核生物。故 B 错误。

选项 C。破伤风杆菌为原核生物，细胞内不含线粒体；且其为严格厌氧菌，只能进行无氧呼吸。故 C 正确。

选项 D。支原体虽属原核生物，但没有细胞壁，拟核 DNA 裸露，不与蛋白质结合成染色质。故 D 错误。综上，答案选 C。

试题亮点　四个选项分别指向“原核—真核”“自养—异养”“需氧—厌氧”三组对比，“名称熟悉、结构陌生”，能有效规避死记硬背，考查概念的迁移运用。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应四种微生物的结构与代谢特征，学生逐项调用单一知识点即可判断，各选项之间不需要建立联系。

2 **以下生物学实验的部分操作过程，正确的是（　　）**

选项	实验名称	实验操作
A	检测生物组织中的还原糖	在待测液中先加 NaOH 溶液，再加 $CuSO_4$ 溶液
B	观察细胞中 DNA 和 RNA 的分布	先加甲基绿染色，再加吡罗红染色
C	观察细胞中的线粒体	先用盐酸水解，再用健那绿染色
D	探究酵母菌种群数量变化	先将盖玻片放在计数室上，再在盖玻片边缘滴加培养液

参考答案　D

考查目标　以教材四个基础实验的操作步骤为情境，考查试剂的选择与使用、染色的顺序、材料的处理以及显微计数的操作规范，指向科学探究素养中的“方案实施”与“误差控制”。

试题分析　选项 A。检测还原糖用斐林试剂，须将 NaOH 溶液与 $CuSO_4$ 溶液等量混合后一次加入，不能先后加入。故 A 错误。

选项 B。甲基绿与吡罗红应混合后同时染色，分先后加入会因前者占据结合位点而影响显色。故 B 错误。

选项 C。健那绿是专一性染活细胞线粒体的染料，染色前用盐酸水解会杀死细胞并使线粒体结构破坏，无法观察到生活状态。故 C 错误。

选项 D。用抽样检测法调查酵母菌种群数量变化时，应先将盖玻片放在计数室上，再将培养液滴于盖玻片边缘使其自行渗入，最后吸去多余培养液镜检计数。故 D 正确。

试题亮点　以“操作顺序”为唯一变量设置四个陷阱，指向实验规范中最易被忽视却又最影响结果可靠性的环节，体现了对真实实验能力的考查。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：判断每一步是否合理，需把“试剂性质—操作目的—结果可靠性”三者联系起来，仅记住步骤名称不足以作答。

3　质壁分离和质壁分离复原是某些生物细胞响应外界水分变化而发生的渗透调节过程。下列叙述错误的是（　　）

A．施肥过多引起的“烧苗”现象与质壁分离有关

B．质壁分离过程中，细胞膜可局部或全部脱离细胞壁

C．质壁分离复原过程中，细胞的吸水能力逐渐降低

D．1 mol/L NaCl 溶液和 1 mol/L 蔗糖溶液的渗透压大小相等

参考答案　D

考查目标　以植物细胞的渗透调节为主线，考查质壁分离的条件、原生质层的组成、细胞吸水能力的变化以及渗透压的概念，落实稳态与平衡观。

试题分析　选项 A。施肥过多使土壤溶液浓度高于细胞液浓度，根细胞失水发生质壁分离，植株因过度失水而萎蔫甚至死亡，即“烧苗”。故 A 正确。

选项 B。原生质层由细胞膜、液泡膜以及两层膜之间的细胞质构成，其伸缩性大于细胞壁，质壁分离时细胞膜可局部或全部与细胞壁分开。故 B 正确。

选项 C。复原过程中细胞不断吸水，细胞液浓度逐渐降低，与外界溶液的浓度差减小，吸水能力随之降低。故 C 正确。

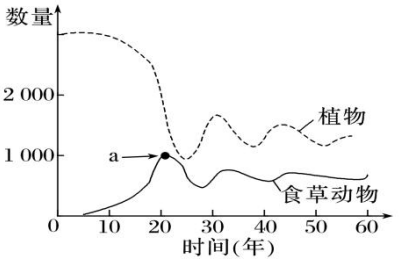
选项 D。渗透压的大小取决于单位体积溶液中溶质微粒的数目。1 mol/L NaCl 溶液可

电离出 Na^+和 Cl^-，微粒数约为同浓度蔗糖溶液的两倍，渗透压更高。故 D 错误，答案选 D。

试题亮点 第 D 项用“浓度相同则渗透压相同”这一常见迷思概念设陷，把“物质的量浓度”与“微粒浓度”的区别推到前台，考查概念的精确性。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应渗透作用的不同侧面，逐项判断即可，彼此之间没有必然的推理链条。

4 **某草原生态系统中植物和食草动物两个种群数量的动态模型如图所示。下列叙述错误的是（　　）**



A．食草动物进入早期，其种群数量增长大致呈“J”型曲线

B．图中点 a 的纵坐标值代表食草动物的环境容纳量

C．该生态系统的相对稳定与植物和食草动物之间的负反馈调节有关

D．过度放牧会降低草原生态系统的抵抗力稳定性

参考答案 B

考查目标 以种群数量动态模型为载体，考查“J”型增长的条件、环境容纳量的内涵、负反馈调节与生态系统稳定性的关系，重点考查模型解读能力。

试题分析 选项 A。食草动物刚进入草原时，空间和食物充足，又缺少天敌制约，种群数量近似“J”型增长。故 A 正确。

选项 B。环境容纳量（K 值）是指环境条件不被破坏时，一定空间所能维持的种群最大数量。图中 a 点是波动峰值，其出现恰恰以植物被过度采食、生境受损为代价，故 K 值应低于 a 点的纵坐标。故 B 错误。

选项 C。食草动物增多引起植物减少，植物减少又反过来使食草动物减少，属典型的负反馈调节，是生态系统自我调节能力的基础。故 C 正确。

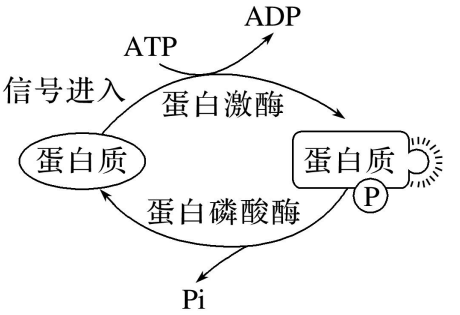
选项 D。过度放牧使生物种类和数量减少、营养结构趋于简单，自我调节能力下降，抵抗力稳定性降低。故 D 正确，答案选 B。

试题亮点 把“K 值”放在波动曲线的峰值处设陷，逼使学生区分“实际达到的最大数量”与“环境所能维持的最大数量”，避免把 K 值当作读图读数。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：需把曲线的形态、波动的成因与 K 值的

定义三者联系起来，才能判断 a 点纵坐标是否等于 K 值。

5 **某些蛋白质在蛋白激酶和蛋白磷酸酶的作用下，可在特定氨基酸位点发生磷酸化和去磷酸化，参与细胞信号传递，如图所示。下列叙述错误的是（　　）**



A．这些蛋白质磷酸化和去磷酸化过程体现了蛋白质结构与功能相适应的观点

B．这些蛋白质特定磷酸化位点的氨基酸缺失，不影响细胞信号传递

C．作为能量“通货”的 ATP 能参与细胞信号传递

D．蛋白质磷酸化和去磷酸化反应受温度的影响

参考答案　B

考查目标　以蛋白质的可逆磷酸化为情境，考查蛋白质空间结构与功能的关系、ATP 的功能以及酶活性的影响因素，同时渗透“信息流”这一生命观念。

试题分析　选项 A。磷酸化与去磷酸化改变了蛋白质的空间结构，进而实现信号的传递与终止，正是结构与功能相适应的体现。故 A 正确。

选项 B。特定磷酸化位点的氨基酸缺失，该位点无法接受磷酸基团，蛋白质便不能发生构象改变，信号传递必然受阻。故 B 错误。

选项 C。磷酸化所需的磷酸基团和能量均由 ATP 提供，ATP 既是能量“通货”，也直接参与了信号传递。故 C 正确。

选项 D。蛋白激酶与蛋白磷酸酶均为酶，其活性受温度影响，故磷酸化与去磷酸化反应受温度影响。故 D 正确，答案选 B。

试题亮点　以“磷酸化—去磷酸化”这一可逆修饰为切口，把“结构决定功能”从静态结论变成动态过程，信息观与结构与功能观在此交汇。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把“ATP 供能—构象改变—信号传递”串成一条因果链，孤立记忆“ATP 是直接能源物质”不足以判断 C 项。

6 **鸡尾部的法氏囊是 B 淋巴细胞的发生场所。传染性法氏囊病病毒（IBDV）感染雏鸡后，可导致法氏囊严重萎缩。下列叙述错误的是（　　）**

A．法氏囊是鸡的免疫器官

B．传染性法氏囊病可能导致雏鸡出现免疫功能衰退

C．将孵出当日的雏鸡摘除法氏囊后，会影响该雏鸡 B 淋巴细胞的产生

D．雏鸡感染 IBDV 发病后，注射 IBDV 灭活疫苗能阻止其法氏囊萎缩

参考答案　D

考查目标　以禽类特有的中枢免疫器官为情境，考查免疫器官的功能、B 淋巴细胞的来源以及疫苗的作用时机，考查将题干信息迁移到免疫学原理的能力。

试题分析　选项 A。由题干“法氏囊是 B 淋巴细胞的发生场所”可知，法氏囊是鸟类的中枢免疫器官，功能上相当于人的骨髓。故 A 正确。

选项 B。法氏囊萎缩使 B 淋巴细胞产生减少，而 B 细胞主要参与体液免疫，故雏鸡的体液免疫功能会衰退。故 B 正确。

选项 C。孵出当日摘除法氏囊，B 淋巴细胞失去发生场所，其产生必然受影响。故 C 正确。

选项 D。灭活疫苗的本质是抗原，须在感染前接种才能激发特异性免疫、产生记忆细胞；发病后接种来不及产生保护性抗体，更不能阻止已经发生的法氏囊萎缩。故 D 错误，答案选 D。

试题亮点　把“疫苗是抗原”这一基础知识放进“发病后还能不能接种”的真实决策情境中，区分了免疫预防与免疫治疗，直击概念误用。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：判断 D 项须把“疫苗的本质—免疫应答的时相—器官病变的进程”三者联系起来，属于跨知识点的整合判断。

7　**绿色植物的光合作用是在叶绿体内进行的一系列能量和物质转化过程。下列叙述错误的是（　　）**

A．弱光条件下植物没有 O_2 的释放，说明未进行光合作用

B．在暗反应阶段，CO_2 不能直接被还原

C．在禾谷类作物开花期剪掉部分花穗，叶片的光合速率会暂时下降

D．合理密植和增施有机肥能提高农作物的光合作用强度

参考答案　A

考查目标　围绕光合作用的过程与调控，考查光反应与暗反应的衔接、光合速率与呼吸速率的相对大小、源库关系对光合的反馈调节以及生产措施的原理。

试题分析　选项 A。弱光条件下光合速率可能小于或等于呼吸速率，光反应产生的 O_2 被呼吸作用全部消耗，表现上没有 O_2 释放，但光合作用仍在进行。故 A 错误。

选项 B。CO_2 性质不活泼，须先与 C_5 结合生成两个 C_3，C_3 再接受 ATP 释放的能量并被[H]

还原，故 CO_2 不能直接被还原。故 B 正确。

选项 C。剪掉部分花穗使光合产物输出受阻，产物在叶片中积累，反馈抑制光合作用，光合速率暂时下降。故 C 正确。

选项 D。合理密植可充分利用光能；增施有机肥经微生物分解既释放矿质元素又补充 CO_2，二者均能提高光合作用强度。故 D 正确，答案选 A。

试题亮点　第 A 项以“没有 O_2 释放”这一可观测现象反推生理过程，考查“净光合”与“真光合”的区分；第 C 项把“源—库”关系引入中学视野，体现命题的前沿意识。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：A 项须比较光合与呼吸的相对强度，C 项须建立“产物输出—产物积累—速率变化”的因果链，均需整合多个信息点。

8　金鱼系野生鲫鱼经长期人工选育而成，是中国古代劳动人民智慧的结晶。现有形态多样、品种繁多的金鱼品系。自然状态下，金鱼能与野生鲫鱼杂交产生可育后代。下列叙述错误的是（　　）

A．金鱼与野生鲫鱼属于同一物种

B．人工选择使鲫鱼发生变异，产生多种形态

C．鲫鱼进化成金鱼的过程中，有基因频率的改变

D．人类的喜好影响了金鱼的进化方向

参考答案　B

考查目标　以金鱼的选育史为情境，考查物种的判定标准、变异与选择的关系、生物进化的实质以及人工选择的作用，落实进化与适应观。

试题分析　选项 A。自然状态下能杂交并产生可育后代，说明二者不存在生殖隔离，属同一物种。故 A 正确。

选项 B。变异是不定向的，本就存在；人工选择只能积累人类喜好的变异、淘汰不喜好的变异，起的是选择作用而非诱发变异。故 B 错误。

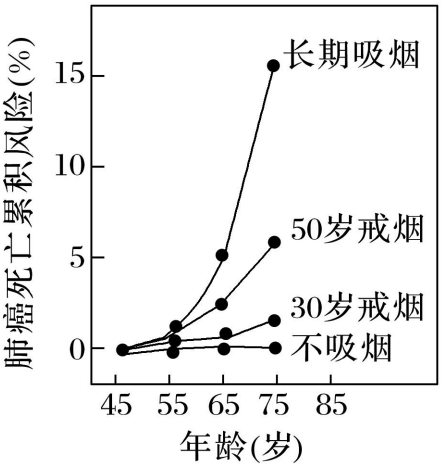
选项 C。生物进化的实质是种群基因频率的定向改变，鲫鱼演化为金鱼的过程中基因频率必然发生改变。故 C 正确。

选项 D。人类的喜好通过人工选择得以实现，决定了哪些性状被保留，从而影响进化的方向。故 D 正确，答案选 B。

试题亮点　“选择”与“变异”的因果倒置是高频错误，本题以我国传统选育成果为载体，把这一辨析放进文化情境，兼具育人与甄别的双重功能。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应物种、变异、进化实质与选择方向四个知识点，逐点判断即可完成，点间无必然联系。

9 **某国家男性中不同人群肺癌死亡累积风险如图所示。下列叙述错误的是（　　）**



A．长期吸烟的男性人群中，年龄越大，肺癌死亡累积风险越高

B．烟草中含有多种化学致癌因子，不吸烟或越早戒烟，肺癌死亡累积风险越低

C．肺部细胞中原癌基因执行生理功能时，细胞生长和分裂失控

D．肺部细胞癌变后，癌细胞彼此之间黏着性降低，易在体内分散和转移

参考答案　C

考查目标　以流行病学曲线为证据，考查致癌因子的作用、原癌基因的正常功能、癌细胞的特征，以及依据数据作出健康决策的社会责任。

试题分析　选项 A。曲线随年龄单调上升，长期吸烟人群的累积风险最高。故 A 正确。

选项 B。三条曲线的高低次序与吸烟状态一致，戒烟越早，曲线越早向不吸烟人群靠拢。故 B 正确。

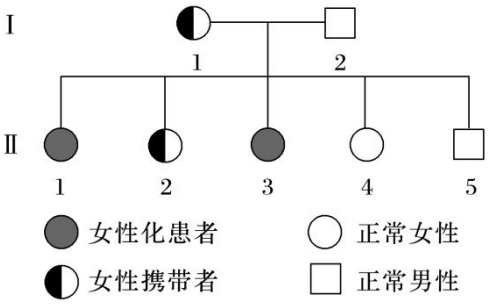
选项 C。原癌基因在正常生理状态下负责调节细胞周期、控制细胞生长和分裂的进程，其功能正常时细胞并不会失控；只有发生突变或表达异常后才可能导致失控。故 C 错误。

选项 D。癌变后细胞膜上的糖蛋白等物质减少，细胞间黏着性显著降低，容易在体内分散和转移。故 D 正确，答案选 C。

试题亮点　用真实世界的风险曲线替代文字叙述，把“致癌因子—基因突变—细胞癌变”的机理与“戒烟越早越好”的行为建议打通，实现了知识、能力与价值观的统一。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：A、B 两项须读图比较曲线，C、D 两项须调用癌变机理，四者共同支撑“吸烟—突变—癌变”的完整逻辑。

10 **有些人的性染色体组成为 XY，其外貌与正常女性一样，但无生育能力，原因是其 X 染色体上有一个隐性致病基因 a，而 Y 染色体上没有相应的等位基因。某女性化患者的家系图谱如图所示。下列叙述错误的是（　　）**



A．Ⅱ-1 的基因型为 X^aY

B．Ⅱ-2 与正常男性婚后所生后代的患病概率为 1/4

C．Ⅰ-1 的致病基因来自其父亲或母亲

D．人群中基因 a 的频率将会越来越低

参考答案　C

考查目标　以罕见的性反转家系为情境，考查伴性遗传的基因型推断、概率计算与基因频率的变化趋势，考查在陌生遗传现象中运用分离定律推理的能力。

试题分析　选项 A。Ⅱ-1 为女性化患者，性染色体组成为 XY 且 X 上带 a，故基因型为 X^aY。故 A 正确。

选项 B。Ⅱ-2 表型正常，其父Ⅰ-2 为 X^AY，故Ⅱ-2 必为 X^AX^a；与正常男性 X^AY 婚配，后代中 X^aY 占 1/4。故 B 正确。

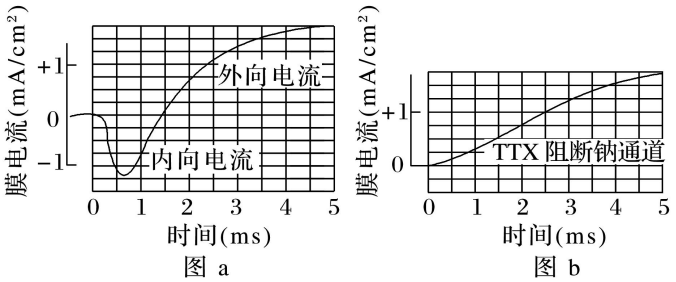
选项 C。Ⅰ-1 为 X^AX^a，若致病基因来自父亲，则父亲应为 X^aY，而 X^aY 个体即为无生育能力的女性化患者，不可能成为父亲。故其致病基因只能来自母亲。故 C 错误。

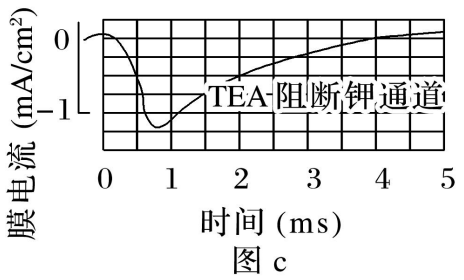
选项 D。X^aY 个体无生育能力，a 基因不能通过患者传递下去，故人群中 a 的基因频率将越来越低。故 D 正确，答案选 C。

试题亮点　“患者不育”这一条件同时决定了基因的来源与频率的走向，一个信息点贯穿两问，考查学生在受限条件下排除不可能情形的推理能力。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：须把“表现型—基因型—可育性—基因传递”连成一体，特别是 C 项要用“父亲若为患者则不育”反证，属多步整合推理。

11 **研究人员利用电压钳技术改变枪乌贼神经纤维膜电位，记录离子进出细胞引发的膜电流变化，结果如图所示，图 a 为对照组，图 b 和图 c 分别为通道阻断剂 TTX、TEA 处理组。下列叙述正确的是（　　）**





A．TEA 处理后，只有内向电流存在

B．外向电流由 Na^+通道所介导

C．TTX 处理后，外向电流消失

D．内向电流结束后，神经纤维膜内 Na^+浓度高于膜外

参考答案　A

考查目标　以电压钳实验为情境，考查动作电位过程中 Na^+、K^+的跨膜流动、通道阻断剂的作用位点以及离子分布的维持机制，重点考查实验对照与证据推理。

试题分析　选项 A。TEA 处理后外向电流被阻断，图中只剩内向电流。故 A 正确。

选项 B。TEA 是 K^+通道的阻断剂，它使外向电流消失，说明外向电流由 K^+通道介导，而非 Na^+通道。故 B 错误。

选项 C。TTX 是 Na^+通道的阻断剂，处理后被阻断的是内向电流，外向电流依然存在。故 C 错误。

选项 D。动作电位过程中 Na^+内流只是少量、短暂的，膜内 Na^+浓度始终低于膜外，其浓度差依靠钠钾泵持续维持。故 D 错误。

试题亮点　两种阻断剂互为对照，构成“去除某成分—观察剩余现象”的经典实验逻辑，把“读图”变成了“由结果反推机制”的推理训练。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：须把三种处理下的电流成分与两种离子的流向逐一对应，再由“消失的成分”反推“介导的通道”，属多点整合。

12 **下列有关细胞呼吸原理应用的叙述，错误的是（　　）**

A．南方稻区早稻浸种后催芽过程中，常用 40 ℃左右温水淋种并时常翻种，可以为种子的呼吸作用提供水分、适宜的温度和氧气

B．农作物种子入库贮藏时，在无氧和低温条件下呼吸速率降低，贮藏寿命显著延长

C．油料作物种子播种时宜浅播，原因是萌发时呼吸作用需要大量氧气

D．柑橘在塑料袋中密封保存，可以减少水分散失、降低呼吸速率，起到保鲜作用

参考答案　B

考查目标　以四项农业生产与贮藏措施为情境，考查温度、水分、O_2浓度对细胞呼吸的影响，以及无氧呼吸的产物对贮藏的不利作用，落实物质与能量观。

试题分析　选项 A。温水淋种提供水分与适宜温度，翻种可改善通气、及时排出 CO_2，三者均有利于种子呼吸。故 A 正确。

选项 B。种子在无氧条件下进行无氧呼吸，产生的酒精会使种子中毒、活力下降；生产上应选择低氧（而非无氧）和零上低温条件贮藏。故 B 错误。

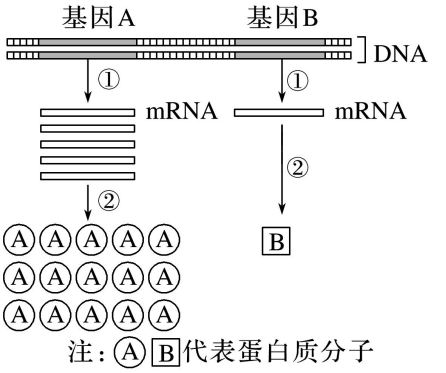
选项 C。油料作物种子富含脂肪，脂肪中 C、H 比例高、O 比例低，氧化分解时耗氧更多，故宜浅播以保证 O_2供应。故 C 正确。

选项 D。密封可减少水分散失并降低 O_2浓度，从而降低呼吸速率、减少有机物消耗，达到保鲜目的。故 D 正确，答案选 B。

试题亮点　“无氧”与“低氧”一字之差，却对应截然不同的生理后果，本题把这一细节放在真实的贮藏决策中考查，凸显了原理应用的严谨性。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应四项独立的生产措施，逐项判断其原理是否成立即可，彼此之间不需整合。

13 **细胞内不同基因的表达效率存在差异，如图所示。下列叙述正确的是（　　）**



A．细胞能在转录和翻译水平上调控基因表达，图中基因 A 的表达效率高于基因 B

B．真核生物核基因表达的①和②过程分别发生在细胞核和细胞质中

C．人的 mRNA、rRNA 和 tRNA 都是以 DNA 为模板进行转录的产物

D．②过程中，rRNA 中含有与 mRNA 上密码子互补配对的反密码子

参考答案 ABC

考查目标 以基因表达效率的差异为情境，考查转录与翻译的场所、产物及调控层次，以及三类 RNA 的来源与功能，落实信息观。

试题分析 选项 A。图中基因 A 对应的 mRNA 与蛋白质分子数均多于基因 B，说明表达效率更高，且差异可出现在转录与翻译两个层次。故 A 正确。

选项 B。真核细胞的核基因在细胞核内转录，mRNA 进入细胞质后与核糖体结合完成翻译。故 B 正确。

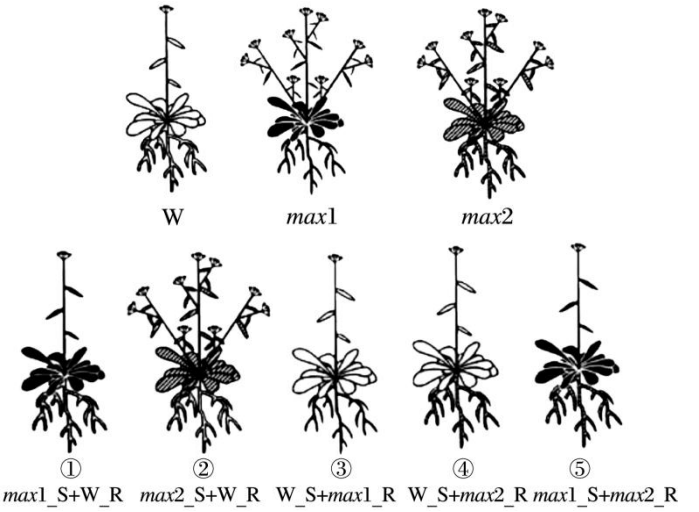
选项 C。mRNA、rRNA、tRNA 均由 DNA 的一条链为模板转录而来，只是加工方式与功能不同。故 C 正确。

选项 D。反密码子位于 tRNA 上，rRNA 是核糖体的组成成分，不含反密码子。故 D 错误，答案选 ABC。

试题亮点 把“表达效率”这一以往停留在大学教材的概念图示化，要求学生从分子数量的差异反推调控层次，体现了从“是什么”到“为什么多”的思维进阶。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：A 项须比较两类分子的数量并抽象出“调控层次”，B、C、D 三项须在“DNA—RNA—蛋白质”的信息流中定位各组分，属整合性判断。

14 **独脚金内酯（SL）是近年来新发现的一类植物激素。SL 合成受阻或 SL 不敏感突变体都会出现顶端优势缺失。现有拟南芥 SL 突变体 1（max1）和 SL 突变体 2（max2），其生长素水平正常，但植株缺失顶端优势，与野生型（W）形成明显区别；在幼苗期进行嫁接试验，培养后植株形态如图所示。据此分析，下列叙述正确的是（　　）**



注：R 代表根，S 代表地上部分，“＋”代表嫁接。

①W_R＋max1_S、③max1_R＋W_S、④max2_R＋W_S、⑤max2_R＋max1_S 均表现顶端优势，②W_R＋max2_S 不表现顶端优势。

A．SL 不能在产生部位发挥调控作用

B．max1 不能合成 SL，但对 SL 敏感

C．max2 对 SL 不敏感，但根能产生 SL

D．推测 max2_S＋max1_R 表现顶端优势缺失

参考答案　BCD

考查目标　以新发现的植物激素与嫁接试验为情境，考查激素的产生部位、运输方向与靶细胞敏感性，重点考查以共生植株的表现型为证据进行归因的能力。

试题分析　选项 A。W 自身以及③④中 W 的地上部分均表现顶端优势，说明 SL 可以在产生部位（地上部分）直接发挥调控作用。故 A 错误。

选项 B。max1 单独生长时无顶端优势，但其地上部分与 W 的根嫁接（①）后恢复顶端优势，说明 max1 自身不能合成 SL，却能接受并响应外源 SL。故 B 正确。

选项 C。max2 的地上部分与 W 的根嫁接（②）后仍无顶端优势，说明 max2 对 SL 不敏感；而⑤中 max2 的根使 max1 的地上部分恢复顶端优势，说明 max2 的根能产生 SL。故 C 正确。

选项 D。max2 的地上部分对 SL 不敏感，即使 max1 的根能提供 SL 也无法响应，故 max2_S＋max1_R 表现顶端优势缺失。故 D 正确，答案选 BCD。

试题亮点 用“换根”“换冠”的组合试验把“合成能力”与“响应能力”两个变量彻底解耦，是遗传学与植物生理学通用的归因范式，对科学探究素养的考查极为到位。

SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：题目未给出任何结论，须自行从五组嫁接组合的表现型中抽象出“能否合成”“能否响应”两个维度，再把 D 项作为新情境进行预测迁移。

15 血浆中胆固醇与载脂蛋白 apoB-100 结合形成低密度脂蛋白（LDL），LDL 通过与细胞表面受体结合，将胆固醇运输到细胞内，从而降低血浆中胆固醇含量。PCSK9 基因可以发生多种类型的突变，当突变使 PCSK9 蛋白活性增强时，会增加 LDL 受体在溶酶体中的降解，导致细胞表面 LDL 受体减少。下列叙述错误的是（　　）

A．引起 LDL 受体缺失的基因突变会导致血浆中胆固醇含量升高

B．PCSK9 基因的有些突变可能不影响血浆中 LDL 的正常水平

C．引起 PCSK9 蛋白活性降低的基因突变会导致血浆中胆固醇含量升高

D．编码 apoB-100 的基因失活会导致血浆中胆固醇含量升高

参考答案 C

考查目标 以胆固醇的运输与调控为情境，考查基因突变对蛋白质功能的影响、受体介导的胞吞以及负反馈失衡的后果，落实稳态与平衡观。

试题分析 选项 A。LDL 受体缺失，LDL 不能将胆固醇送入细胞，血浆中胆固醇含量升高。故 A 正确。

选项 B。由于密码子的简并性等原因，某些突变并不改变 PCSK9 蛋白的活性，LDL 受体数量与血浆 LDL 水平可维持正常。故 B 正确。

选项 C。PCSK9 蛋白活性降低，LDL 受体在溶酶体中的降解减少，细胞表面受体增多，摄取胆固醇的能力增强，血浆胆固醇含量应降低而不是升高。故 C 错误。

选项 D。apoB-100 基因失活使 LDL 颗粒形成减少，运入细胞的胆固醇随之减少，血浆胆固醇含量升高。故 D 正确，答案选 C。

试题亮点 题干给出“活性增强→受体减少”的单向信息，要求考生自行补全“活性降低→受体增多”的反向推论，考查信息的双向外推能力，也暗合 PCSK9 抑制剂的药物原理。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把“基因突变—蛋白活性—受体数量—血浆胆固醇”串成一条完整的调控链，正反两个方向都要成立，属多环节整合。

16 **有研究报道，某地区近 40 年内森林脊椎动物种群数量减少了 80.9%。该时段内，农业和城镇建设用地不断增加，挤占和蚕食自然生态空间，致使森林生态系统破碎化程度增加。下列叙述正确的是（　　）**

A．森林群落植物多样性高时，可为动物提供多样的栖息地和食物

B．森林生态系统破碎化有利于生物多样性的形成

C．保护生物多样性，必须禁止一切森林砍伐和野生动物捕获的活动

D．农业和城镇建设需遵循自然、经济、社会相协调的可持续发展理念

参考答案　AD

考查目标　以生境破碎化导致生物多样性下降的真实数据为情境，考查群落的空间结构、栖息地丧失的生态后果、保护生物多样性的科学态度，落实系统观与社会责任。

试题分析　选项 A。植物多样性高时形成复杂的垂直与水平结构，为动物提供多样的食物条件和栖息空间。故 A 正确。

选项 B。破碎化使栖息地面积缩小、斑块隔离，种群间基因交流受阻、近交衰退加剧，不利于生物多样性的形成与维持。故 B 错误。

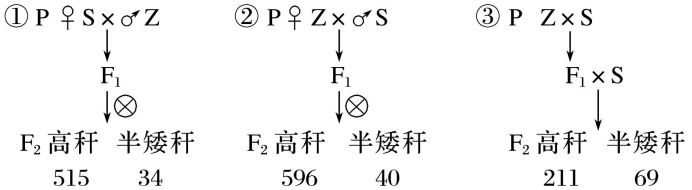
选项 C。保护生物多样性强调合理利用而非绝对禁绝，“禁止一切”既不符合可持续利用原则，也不具备现实可行性。故 C 错误。

选项 D。农业和城镇建设须兼顾当代与后代的需要，遵循自然、经济、社会相协调的可持续发展理念。故 D 正确，答案选 AD。

试题亮点 题干给出“40 年减少 80.9%”的触目数据，四个选项分别指向结构、后果、态度与出路，把生态学知识转化为可讨论的社会议题，避免了空洞的说教。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：需把“群落结构—栖息地质量—种群存续—保护策略”连成整体判断，C 项还须在“保护”与“利用”之间作价值权衡。

17 **油菜是我国重要的油料作物，油菜株高适当的降低对抗倒伏及机械化收割均有重要意义。某研究小组利用纯种高秆甘蓝型油菜 Z，通过诱变培育出一个纯种半矮秆突变体 S。为了阐明半矮秆突变体 S 是由几对基因控制、显隐性等遗传机制，研究人员进行了相关试验，如图所示。**



回答下列问题：

（1）根据 F_2 表现型及数据分析，油菜半矮秆突变体 S 的遗传机制是____，杂交组合①

的 F_1 产生各种类型的配子比例相等，自交时雌雄配子有_____种结合方式，且每种结合方式机率相等。F_1 产生各种类型配子比例相等的细胞遗传学基础是____

（2）将杂交组合①的 F_2 所有高秆植株自交，分别统计单株自交后代的表现型及比例，分为三种类型，全为高秆的记为 F_3-Ⅰ，高秆与半矮秆比例和杂交组合①、②的 F_2 基本一致的记为 F_3-Ⅱ，高秆与半矮秆比例和杂交组合③的 F_2 基本一致的记为 F_3-Ⅲ。产生 F_3-Ⅰ、F_3-Ⅱ、F_3-Ⅲ的高秆植株数量比为____。产生 F_3-Ⅲ的高秆植株基因型为_____（用 A、a；B、b；C、c……表示基因）。用产生 F_3-Ⅲ的高秆植株进行相互杂交试验，能否验证自由组合定律？____

参考答案　（1）由两对位于非同源染色体上的隐性基因控制；16；F_1 减数分裂产生配子时，位于同源染色体上的等位基因分离，位于非同源染色体上的非等位基因自由组合
（2）7∶4∶4；Aabb、aaBb；不能

考查目标 以油菜矮秆突变体的遗传机制探究为情境，综合考查基因的自由组合定律、配子的形成、雌雄配子的随机结合以及杂交实验方案的评价，重点考查数据处理与结论表述能力。

试题分析 （1）F_2 中高秆∶半矮秆≈15∶1，是 9∶3∶3∶1 的变式，说明株高受两对独立遗传的等位基因控制，且只要含有显性基因即表现为高秆、双隐性才表现为半矮秆。由 F_2 比例可推知 F_1 为双杂合子 AaBb，减数分裂时产生 4 种比例相等的配子，雌雄配子随机结合共有 4×4＝16 种结合方式。配子种类与比例相等的细胞遗传学基础在于：减数分裂时同源染色体上的等位基因彼此分离，非同源染色体上的非等位基因自由组合。

（2）F_2 高秆植株的基因型及比例为 1AABB、2AABb、2AaBB、4AaBb、1AAbb、2Aabb、1aaBB、2aaBb，共 15 份。其中 1AABB、2AABb、2AaBB、1AAbb、1aaBB 自交后代全为高秆，占 7 份，即 F_3-Ⅰ；4AaBb 自交后代高秆∶半矮秆≈15∶1，占 4 份，即 F_3-Ⅱ；2Aabb、2aaBb 自交后代均为 3∶1，占 4 份，即 F_3-Ⅲ。故三者数量比为 7∶4∶4。产生 F_3-Ⅲ的高秆植株基因型为 Aabb、aaBb。用二者相互杂交，无论两对基因位于一对还是两对同源染色体上，亲本都只产生两种数量相等的配子，子代均为高秆∶半矮秆＝3∶1，故不能验证自由组合定律。

试题亮点 第（2）问把“15∶1”这一变式反过来用作分类标准，要求考生先穷举 F_2 高秆的 9 种基因型、再按自交后代的分离比归类，是“由比例反推基因型”的高阶训练；末空的“能否验证”则把实验评价引入计算题。

SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：须从 15∶1 这一陌生比例抽象出“双隐性致矮”的遗传模型，再将其迁移到 F_3 的分类与新杂交方案的可行性判断上，超出了对既有结论的直接套用。

18　图 a 为叶绿体的结构示意图，图 b 为叶绿体中某种生物膜的部分结构及光反应过程的简化示意图。回答下列问题：



图 a

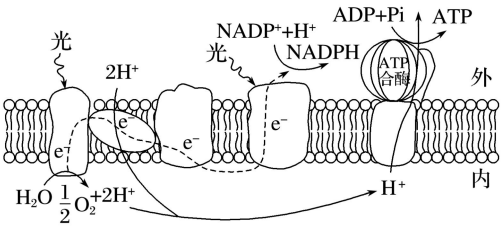


图 b　　注：e^-表示电子

（1）图 b 表示图 a 中的_____结构，膜上发生的光反应过程将水分解成 O_2、H^+和 e^-，光能转化成电能，最终转化为_____和 ATP 中活跃的化学能。若 CO_2浓度降低，暗反应速率减慢，叶绿体中电子受体 $NADP^+$减少，则图 b 中电子传递速率会_____（填“加快”或“减慢”）。

（2）为研究叶绿体的完整性与光反应的关系，研究人员用物理、化学方法制备了 4 种结构完整性不同的叶绿体，在离体条件下进行实验，用 Fecy 或 DCIP 替代 $NADP^+$为电子受体，以相对放氧量表示光反应速率，实验结果如表所示。

实验项目	叶绿体 A	叶绿体 B	叶绿体 C	叶绿体 D
实验一：以 Fecy 为电子受体时的放氧量	100	167.0	425.1	281.3
实验二：以 DCIP 为电子受体时的放氧量	100	106.7	471.1	109.6

注：叶绿体 A 双层膜结构完整；B 双层膜局部受损、类囊体略有损伤；
C 双层膜瓦解、类囊体松散但未断裂；D 所有膜结构解体破裂成颗粒或片段。Fecy 具有亲水性，DCIP 具有亲脂性。

据此分析：①叶绿体 A 和叶绿体 B 的实验结果表明，叶绿体双层膜对以_____（填“Fecy”或“DCIP”）为电子受体的光反应有明显阻碍作用，得出该结论的推理过程是_____。②该实验中，光反应速率最高的是叶绿体 C，表明在无双层膜阻碍、类囊体又松散的条件下，更有利于____，从而提高光反应速率。③以 DCIP 为电子受体进行实验，发现叶绿体 A、B、C 和 D 的 ATP 产生效率的相对值分别为 1、0.66、0.58 和 0.41。结合图 b 对实验结果进行解释____

参考答案　（1）类囊体膜；NADPH；减慢

（2）①Fecy；实验一中叶绿体 B 双层膜局部受损时，以 Fecy 为电子受体的放氧量明显大于双层膜完整时；而实验二中同样条件下以 DCIP 为电子受体的放氧量与双层膜完整

时无明显差异，可推知叶绿体双层膜对以 Fecy 为电子受体的光反应有明显阻碍作用②类囊体上的色素吸收光能、转化光能；③ATP 的合成依赖于水光解产生的电子传递和 H^+顺浓度梯度通过类囊体膜上的 ATP 合酶，叶绿体 A、B、C、D 类囊体膜的受损程度依次增大，故 ATP 的产生效率逐渐降低

考查目标 以离体叶绿体的放氧实验为情境，考查叶绿体的结构、光反应中物质与能量的转化，以及依据对照数据推断膜结构与功能关系的实验分析能力，突出物质与能量观、结构与功能观。

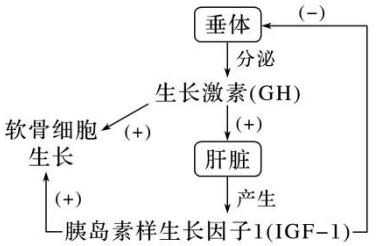
试题分析 （1）光反应发生在类囊体薄膜上，故图 b 表示类囊体膜。光反应中色素吸收的光能经电子的传递，最终储存在 NADPH 和 ATP 中。CO_2浓度降低使暗反应减慢，$NADP^+$的消耗减少、供应不足，电子失去最终受体而在传递链上受阻，电子传递速率减慢。

（2）①比较 A、B 两组：实验一中 B 的放氧量（167.0）远高于 A（100），说明双层膜受损后以 Fecy 为受体的光反应明显增强，即双层膜对 Fecy 的进入构成阻碍；而实验二中 B 的放氧量（106.7）与 A（100）几乎相同，说明双层膜对 DCIP 并无明显阻碍。两者对照即可确认阻碍作用具有受体特异性。②叶绿体 C 双层膜瓦解、类囊体松散，色素更充分地接受光照、吸收与转化光能，故放氧量最高。③ATP 的合成需要类囊体膜两侧的 H^+浓度梯度，而该梯度由电子传递维持；A→D 类囊体膜受损程度递增，H^+梯度难以建立，ATP 合酶的驱动力不足，故 ATP 产生效率依次降低。

试题亮点 用亲水性的 Fecy 与亲脂性的 DCIP 作“分子探针”，巧妙地测出了膜的通透性差异；第③问又引入 ATP 产生效率，使“放氧量”与“ATP 产量”在高膜完整性下出现分离，把结构与功能的关系讲到了分子层面。

SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：题目只提供数据不提供结论，须自行设计“同材料、不同受体”与“同受体、不同完整性”的双重比较，并抽象出“膜的屏障作用具有选择性”这一原理。

19 **生长激素对软骨细胞生长有促进作用，调节过程如图所示。回答下列问题：**



注：下丘脑分泌的激素促进垂体分泌 GH。

（1）根据示意图，可以确定软骨细胞具有_____（填“GH 受体”“IGF-1 受体”或“GH 受体和 IGF-1 受体”）。

（2）研究人员将正常小鼠和 IGF-1 基因缺失小鼠分组饲养后，检测体内 GH 水平。据图预测，IGF-1 基因缺失小鼠体内 GH 水平应_____（填“低于”“等于”或“高于”）正常小鼠，理由是____

（3）研究人员拟以无生长激素受体的小鼠软骨细胞为实验材料，在细胞培养液中添加不同物质分组离体培养，验证生长激素可通过 IGF-1 促进软骨细胞生长。实验设计如表所示，A 组为对照组。

组别	A	B	C	D	E
培养液中添加物质	无	GH	IGF-1	正常小鼠去垂体后的血清	?

实验结果预测及分析：①与 A 组比较，在 B、C 和 D 组中，软骨细胞生长无明显变化的是_____组。②若 E 组培养的软骨细胞较 A 组生长明显加快，结合本实验目的，推测 E 组培养液中添加物质是____

参考答案　**（1）GH 受体和 IGF-1 受体**

（2）高于；IGF-1 基因缺失小鼠不能产生 IGF-1，无法通过负反馈抑制垂体分泌 GH

（3）①B、D；②正常小鼠去垂体后注射过 GH 的血清

▌考查目标　以内分泌调节中的分级调节与反馈调节为背景，考查激素的作用途径、负反馈的推理以及实验方案的补全与结果预测，突出信息观与科学探究素养。

▌试题分析　（1）图中 GH 与 IGF-1 均以软骨细胞为靶细胞，故软骨细胞表面同时具有 GH 受体和 IGF-1 受体。

（2）正常小鼠体内 IGF-1 可反馈抑制垂体分泌 GH，使 GH 维持在适当水平；IGF-1 基因缺失小鼠不能产生 IGF-1，负反馈解除，垂体分泌 GH 增多，故其 GH 水平高于正常小鼠。

（3）实验材料为无 GH 受体的软骨细胞，故 GH 不能直接起作用，只能通过诱导 IGF-1 间接起作用。①B 组只加 GH，细胞无受体而不能响应；D 组加入去垂体后的血清，其中既无 GH 也无肝脏产生的 IGF-1，细胞同样不能生长；C 组直接加入 IGF-1，可促进生长。故无变化的为 B、D 组。②E 组生长明显加快，说明其中含有 IGF-1；要在“去垂体”背景下获得含 IGF-1 的血清，须先给正常小鼠注射 GH 以诱导肝脏产生 IGF-1，再取其血清，故添加物为正常小鼠去垂体后注射过 GH 的血清。

▌试题亮点 第（3）问以“无 GH 受体细胞”封死了 GH 的直接通路，使实验只能在“GH→IGF-1→软骨细胞”这一间接通路上展开；E 组的设置又要求考生自行构造“含 IGF-1 的去垂体血清”，实验设计的严谨性被推到极致。

▌SOLO 分类　层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（2）问须由负反馈原理作反向预测，第（3）问须在受限材料下补全一个此前不存在的实验组，均要求在陌生情境中生成新方案而非复述既有步骤。

20 **某林场有一片约 2 公顷的马尾松与石栎混交次生林，群落内马尾松、石栎两个种群的空间分布均为随机分布。为了解群落演替过程中马尾松和石栎种群密度的变化特征，某研究小组在该混交次生林中选取 5 个固定样方进行观测，每个样方的面积为 0.04 公顷，某一时期的观测结果如表所示。**

树高 X（m）	马尾松（株）					石栎（株）				
	样方 1	样方 2	样方 3	样方 4	样方 5	样方 1	样方 2	样方 3	样方 4	样方 5
X≤5	8	9	7	5	8	46	48	50	47	45
5<X≤10	25	27	30	28	30	30	25	28	26	27
10<X≤15	34	29	30	36	35	2	3	5	4	3
X>15	13	16	14	15	12	3	2	1	2	2
合计	80	81	81	84	85	81	78	84	79	77

注：同一树种的树高与年龄存在一定程度的正相关性；两树种在幼年期时的高度基本一致。

回答下列问题：

（1）调查植物种群密度取样的关键是____；根据表中调查数据计算，马尾松种群密度为____

（2）该群落中，马尾松和石栎之间的种间关系是____。马尾松是喜光的阳生树种，石栎是耐阴树种。根据表中数据和树种的特性预测该次生林数十年后优势树种是____，理由是____

参考答案 **（1）随机取样；2055 株/公顷**

（2）竞争；石栎；石栎幼年个体数量多，大体属于增长型；且石栎耐阴，即使上层被马尾松覆盖也不影响其生长繁殖

考查目标 以混交次生林的样方调查为情境，考查样方法的关键操作、种群密度的计算、种间关系的判定以及依据年龄结构预测群落演替的能力，落实稳态与平衡观。

试题分析 （1）样方法的关键是随机取样，以保证样本对总体的代表性、避免主观因素干扰。马尾松在 5 个样方中的个体数依次为 80、81、81、84、85，平均为 82.2 株；每个样方面积 0.04 公顷，故种群密度为 82.2÷0.04≈2055 株/公顷。

（2）马尾松与石栎生活在同一片林地，争夺光照、水分和无机盐，属竞争关系。由表可知，石栎在 X≤5 m 的幼年个体多达 236 株，占其总数的绝大比例，年龄结构呈典型金字塔形，属增长型种群；而马尾松以 10 m 以上的成年个体为主，幼树稀少，属衰退型。再结合生态习性：石栎耐阴，幼树可在马尾松林冠下正常生长；马尾松喜光，林冠郁闭后自身更新受阻。因此数十年后石栎将取代马尾松成为优势树种。

试题亮点 把“种群密度计算”“年龄结构判断”“生态习性分析”三个证据源汇聚到同一个演替预测上，答案不是读表可得，而是数据与特性共同支撑的推断结论；这也正

是本题在不同资料中出现分歧的原因，须以年龄结构与耐阴特性为准绳加以厘定。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把 5 个样方的数据汇总为密度、把径级结构转译为年龄结构、再把年龄结构与耐阴特性结合，三者缺一不能得出结论。

21 **大熊猫是我国特有的珍稀野生动物，每只成年大熊猫每日进食竹子量可达 12~38 kg。大熊猫可利用竹子中 8%的纤维素和 27%的半纤维素。研究人员从大熊猫粪便和土壤中筛选纤维素分解菌。回答下列问题：**

（1）纤维素酶是一种复合酶，一般认为它至少包括三种组分，即____。为筛选纤维素分解菌，将大熊猫新鲜粪便样品稀释液接种至以_____为唯一碳源的固体培养基上进行培养，该培养基从功能上分类属于_____培养基。

（2）配制的培养基必须进行灭菌处理，目的是____。检测固体培养基灭菌效果的常用方法是____

（3）简要写出测定大熊猫新鲜粪便中纤维素分解菌活菌数的实验思路：____

（4）为高效降解农业秸秆废弃物，研究人员利用从土壤中筛选获得的 3 株纤维素分解菌，在 37 ℃条件下进行玉米秸秆降解实验，结果如表所示。在该条件下纤维素酶活力最高的是菌株____，理由是____

菌株	秸秆总重（g）	秸秆残重（g）	秸秆失重（%）	纤维素降解率（%）
A	2.00	1.51	24.50	16.14
B	2.00	1.53	23.50	14.92
C	2.00	1.42	29.00	23.32

参考答案 **（1）C_1酶、C x 酶和葡萄糖苷酶；纤维素；选择**

（2）杀死培养基中的所有微生物（包括微生物营养体和芽孢、孢子）；不接种培养（或空白培养）

（3）将大熊猫新鲜粪便样液稀释适当倍数后，取 0.1 mL 涂布到若干个平板上（每个稀释度至少涂布三个平板），对菌落数在 30~300 的平板进行计数，据此推算大熊猫新鲜粪便中纤维素分解菌的活菌数

（4）C；接种 C 菌株后秸秆失重最多，纤维素降解率最大

考查目标 以从大熊猫粪便中筛选纤维素分解菌为情境，考查酶的组分、选择培养基的设计、灭菌与无菌技术、活菌计数的方法以及酶活力的比较，综合性指向科学实践与学科表达。

试题分析 （1）纤维素酶是复合酶，至少包括 C_1酶、C x 酶和葡萄糖苷酶，前两者使纤维素分解为纤维二糖，后者将纤维二糖分解为葡萄糖。以纤维素为唯一碳源，只有能产生纤维素酶的微生物才能生长，故该培养基从功能上属选择培养基。

（2）灭菌的目的是杀死培养基中所有微生物及其芽孢、孢子，避免杂菌干扰。检测灭菌效果常用空白培养法：将未接种的培养基在适宜条件下培养一段时间，若无菌落出现则灭菌彻底。

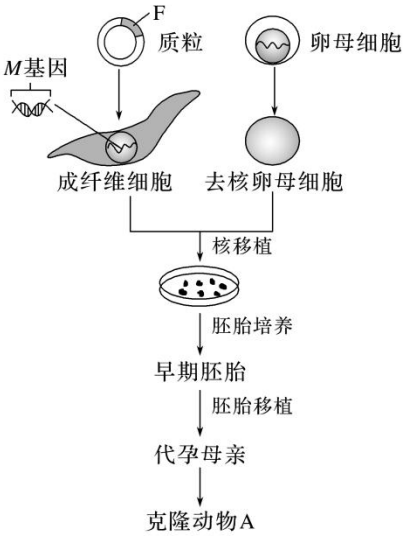
（3）活菌计数采用稀释涂布平板法：梯度稀释后取 0.1 mL 涂布平板，每个稀释度至少 3 个重复，选择菌落数在 30~300 的平板计数，再依稀释倍数推算每克（或每毫升）样品中的活菌数。

（4）酶活力可用单位时间内反应物的减少量或产物的增加量表示。表中 C 菌株使秸秆失重 29.00%、纤维素降解率达 23.32%，均为三株中最高，说明其产生的纤维素酶活力最高。

试题亮点 以大熊猫这一本土珍稀物种的肠道资源为切入点，把“筛选—培养—计数—评价”的完整技术链条压缩进一道题中，第（3）问要求用规范文字表述思路，直接呼应“学科表达”这一关键能力。

SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（3）问须自主组织一套完整的实验思路并按规范表述，第（4）问须把“失重率”“降解率”转译为酶活力，均要求在陌生技术情境中生成答案。

22 **M 基因编码的 M 蛋白在动物 A 的肝细胞中特异性表达。现设计实验，将外源 DNA 片段 F 插入 M 基因的特定位置，再通过核移植、胚胎培养和胚胎移植等技术获得 M 基因失活的转基因克隆动物 A，流程如图所示。回答下列问题：**



（1）在构建含有片段 F 的重组质粒过程中，切割质粒 DNA 的工具酶是____，这类酶能将特定部位的两个核苷酸之间的_____断开。

（2）在无菌、无毒等适宜环境中进行动物 A 成纤维细胞的原代和传代培养时，需要定期更换培养液，目的是____

（3）与胚胎细胞核移植技术相比，体细胞核移植技术的成功率更低，原因是____。从早期胚胎中分离获得的胚胎干细胞，在形态上表现为_____（答出两点即可），功能上具有____

（4）鉴定转基因动物：以免疫小鼠的_____淋巴细胞与骨髓瘤细胞进行融合，筛选融合杂种细胞，制备 M 蛋白的单克隆抗体。简要写出利用此抗体确定克隆动物 A 中 M 基因是否失活的实验思路：____

参考答案　（1）限制性核酸内切酶（限制酶）；磷酸二酯键

（2）清除代谢产物，防止细胞代谢产物积累对细胞自身造成危害，同时给细胞提供足够的营养

（3）动物胚胎细胞分化程度低，恢复其全能性相对容易，动物体细胞分化程度高，恢复其全能性十分困难；细胞体积小、细胞核大、核仁明显；发育的全能性

（4）B；取动物 A 和克隆动物 A 的肝组织细胞，分别提取蛋白质进行抗原—抗体杂交

▌考查目标　以基因敲除结合体细胞克隆的复合流程为情境，综合考查基因工程的工具酶、动物细胞培养、核移植与胚胎干细胞、单克隆抗体的制备与抗原检测，重点考查方案设计与结果判读。

▌试题分析　（1）切割质粒 DNA 用限制性核酸内切酶，它识别特定核苷酸序列并切断两个相邻核苷酸之间的磷酸二酯键。

（2）细胞培养过程中代谢产物会不断积累并对细胞产生毒害，定期更换培养液既可清除代谢产物，又能补充营养物质，维持细胞正常生长。

（3）胚胎细胞分化程度低，恢复全能性相对容易；体细胞分化程度高，恢复全能性十分困难，故体细胞核移植成功率更低。胚胎干细胞在形态上表现为细胞体积小、细胞核大、核仁明显，功能上具有发育的全能性。

（4）制备单克隆抗体时，用 M 蛋白免疫小鼠后取其 B 淋巴细胞与骨髓瘤细胞融合。鉴定 M 基因是否失活，实质是检测 M 蛋白是否存在：分别取动物 A（对照）与克隆动物 A 的肝组织细胞提取蛋白质，进行抗原—抗体杂交，若克隆动物 A 中检测不到 M 蛋白的杂交带，说明 M 基因已失活。

▌试题亮点　“基因失活”这一目的最终要靠蛋白质水平的检测来证实，题目由此把基因工程、细胞工程与免疫学检测串成闭环；第（4）问要求写出完整思路而非填一个名词，是对学科表达能力的高强度检验。

▌SOLO 分类　层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（4）问须自行设计“取材—提蛋白—杂交—判读”的完整方案，并把“基因失活”转换为可观测的蛋白质指标，属跨模块的方案生成与迁移。

三、教学与复习备考建议

1. 由“立足知识”转向“立足素养”

本卷纯知识情境仅 2 题，其余全部包裹在真实情境之中。复习课若仍以“知识点罗列＋配套练习”为基本形态，学生面对陌生情境时将无从下手。建议以“情境—问题—任务”组织单元复习，让学生在解决真实问题的过程中自然调用知识，实现“无情境不教学”。

2. 用好两类情境，构建情境资源库

生产生活情境与科研实验情境各占 10 题，是命题的两大主阵地。教师可按“分子与细胞”“遗传与进化”“稳态与调节”“生物与环境”“生物技术与工程”五个模块，各积累 10~15 个源于生产实践、地方资源与前沿论文的情境素材，并标注其可承载的核心概念与素养目标，形成可复用的校本情境库。

3. 加强学科阅读与表达能力的专项训练

第 17~22 题题题都有 1~2 空要求完整表述，仅靠“背答案”难以得分。日常教学中应坚持“长句作答”训练：要求学生用“因为……所以……”“若……则……”的句式写出判断依据，并对“原因类”“理由类”“思路类”设问分别建立答题模型，做到要素齐全、逻辑连贯、术语准确。

4. 增加设问的思维含量，让思维深度参与

第 17 题（2）、第 18 题（3）、第 19 题（2）等小问共性是“不给结论、只给证据”。教师在日常命题中应减少“是什么”的填空，增加“依据数据说明”“预测结果并说明理由”“评价该方案能否达到目的”一类设问，把课堂从“讲结论”变成“找证据、作推断”。

5. 强化实验设计与科学探究的规范训练

第 2、13、14、18、19、21、22 题构成了一条完整的探究能力链：操作规范→证据解释→变量解耦→方案补全→思路表述。建议每学期安排 2~3 个完整的探究活动，要求学生独立完成“提出问题—作出假设—控制变量—记录数据—得出结论”的全过程，并特别强化对照组设置与单一变量原则的书面表达。

6. 依据 SOLO 层次开展分层训练

本卷多点结构层次仅 8 分、关联与拓展抽象层次合计 92 分，这一分布提示复习不能停留在“多点识记”。建议按 SOLO 层次设计三级练习：A 级（多点）用于概念过关，B 级（关联）用于图表与数据分析，C 级（拓展抽象）用于陌生情境下的方案设计与论证。唯有把训

练重心上移到关联与拓展层次，才能真正对接高考的区分区间。

结语

综观 2021 年湖南卷生物学试题，其“无情境不命题、重证据轻结论、以表达见素养”的取向已经清晰。全卷 22 题中，纯知识情境仅 2 题，其余均以生产生活、科研实验或科学史实为背景；答案或隐含于数据之中，或须由考生自行补全实验与论证，靠“背结论”能拿到的分数不足一成。这既是对“知识立意”的告别，也是对课堂教学的明确邀约：把时间还给真实问题的解决，把训练落在证据的获取与表达上。

这样一份逐题定级、逐空溯源的分析，用意不在于提供可背诵的“答案汇编”，而在于呈现一条可迁移的路径——先辨情境、再找证据、后作推断。教师反复示范，学生反复走过，则情境无论如何翻新，思维结构都可从容应对。

第二章

2022 年湖南卷生物学试题分析

长沙市东雅中学生物工作室团队

本章要目

- 一、试卷总体分析
- 二、试题精解
- 三、教学与复习备考建议

2022

一、试卷总体分析

（一）试卷结构与分值分布

本卷满分 100 分，考试时间 75 分钟。全卷共 22 小题：选择题 16 小题（40 分），其中单项选择题 12 小题、不定项选择题 4 小题；非选择题 6 小题（60 分），其中第 17~20 题为必考题（45 分），第 21、22 题为选考题（各 15 分，考生任选一题作答）。具体结构如下：

部分	题型	题号	题量	分值	小计
一	单项选择题	第 1~12 题	12	每小题 2 分	24 分
二	不定项选择题	第 13~16 题	4	每小题 4 分	16 分
三	非选择题（必考）	第 17~20 题	4	第 17 题 12 分，第 18 题 11 分，第 19 题 13 分，第 20 题 9 分	45 分
三	非选择题（选考）	第 21~22 题	2	任选一题作答，每题 15 分	15 分
合计	—	第 1~22 题	22	—	100 分

注：不定项选择题全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错得 0 分；选考题按考生所做的第一题计分。

（二）考点分布（双向细目表）

题号	题型	分值	模块	主要考点	核心素养	SOLO 层次
1	单选	2	分子与细胞	蛋白质的元素组成；氨基酸与肽键；分泌蛋白的合成与运输；蛋白质营养价值的评价	生命观念	多点结构
2	单选	2	遗传与进化	病毒的结构与生活方式；T2 噬菌体侵染细菌过程中的复制、转录与翻译	生命观念、科学思维	多点结构
3	单选	2	分子与细胞	蛋白质的空间结构与变性；酶的本质与特性；影响酶活性的因素	生命观念、科学思维	多点结构
4	单选	2	稳态与调节	神经调节与体液调节的关系；突触处兴奋的传递；人脑的高级功能	生命观念	多点结构
5	单选	2	分子与细胞	癌细胞的特征；原癌基因与抑癌基因；基因突变的特点	生命观念、社会责任	多点结构
6	单选	2	分子与细胞	有丝分裂各时期的特征与图像识别；分裂期时长的估算；DNA 复制	科学思维、科学探究	关联结构
7	单选	2	稳态与调节、生物技术与工程	水的作用；环境因素对植物生长发育的调节；细胞凋亡；果酒的制作	生命观念	多点结构
8	单选	2	生物与环境	种间关系；能量传递效率与利用率；物理信息；能量流动的特点	生命观念	多点结构

题号	题型	分值	模块	主要考点	核心素养	SOLO 层次
9	单选	2	遗传与进化	基因的连锁与互换；染色体结构变异的类型；配子种类与比例	科学思维	关联结构
10	单选	2	分子与细胞	渗透作用原理；质壁分离与复原；图表数据分析；膜的选择透过性	科学思维、科学探究	多点结构
11	单选	2	稳态与调节	神经—体液—免疫调节网络；激素的分级调节与反馈调节；免疫系统的功能	生命观念、科学思维	关联结构
12	单选	2	遗传与进化	生殖隔离与地理隔离；隔离在物种形成中的作用；基因交流的条件	生命观念	多点结构
13	多选	4	分子与细胞	光合作用的影响因素；光反应与暗反应的联系；光合色素的位置；净光合与总光合	科学思维	关联结构
14	多选	4	遗传与进化	转录与翻译；基因表达的自我调控；原核细胞基因表达的特点	生命观念、科学思维	关联结构
15	多选	4	遗传与进化	基因的自由组合定律；伴性遗传；性状与性别的关联分析	科学思维	关联结构
16	多选	4	稳态与调节	植物激素（JA）的作用；嫁接实验与变量分析；实验结果预测	科学思维、科学探究	关联结构
17	非选择	12	分子与细胞、稳态与调节	种子萌发的条件；光补偿点；光周期对开花的调控；无氧呼吸及其产物	科学思维、科学探究	关联结构
18	非选择	11	稳态与调节	体温调节的过程；体温调定点；对照实验的设计与结论表述	科学思维、科学探究	关联结构
19	非选择	13	遗传与进化	分离定律与连续自交；基因突变与密码子·氨基酸；电泳图谱；显隐性突变的判断	科学思维、科学探究	拓展抽象结构
20	非选择	9	生物与环境	种群密度的调查；种间关系；水体富营养化；外来物种入侵与引种决策	科学思维、社会责任	关联结构
21	非选择	15	生物技术与工程	传统发酵技术；微生物的培养与分离；酶的固定化；发酵条件的优化	科学探究、社会责任	拓展抽象结构
22	非选择	15	生物技术与工程	蛋白质工程的流程；获取目的基因的方法；PCR 的原理；实验设计思路	科学思维、科学探究	拓展抽象结构

注：模块按《普通高中生物学课程标准（2017 年版 2020 年修订）》的课程模块划分。

（三）命题特点

1. 立足主干知识，保持稳定连续

全卷在题型结构、分值配比与难度梯度上与前一年保持了较好的连续性与稳定性：光合作用、遗传的基本规律、生命活动的调节三大主干依然是考查主体，细胞代谢、稳态与调节、遗传与进化、生物与环境、生物技术与工程五个模块的赋分趋于均衡。第 1、5、10、13 题立足教材核心概念，保证了基础性；第 19、21、22 题则在综合度上明显加码，形成了合理的难度梯次。

2. 突出实验探究，彰显学科本质

生物学的许多成果是通过“实验”得来的，实验题自然是各类考试的“重头戏”。本卷实验相关内容占比很高：第 6、10、18 题考查实验观察、方案完善与结果分析，第 16、20、21、22 题以真实科研或生产实验为情境，要求考生分析变量、预测结果、设计思路。如第 16 题以两种茉莉酸突变体的嫁接试验为素材，既要求由结果反推突变体的缺陷类型，又要求预测新的嫁接组合的表达情况；第 19 题第（4）问要求运用假说—演绎法判断突变基因的显隐性并写出完整的推理过程，对科学探究素养作了全方位的检测。

3. 联系生产生活，强调学以致用

试题重视理论联系实际，着力引导考生运用生物学原理解决生产中的“真问题”：第 8 题的稻—蟹共作、第 17 题的稻田直播与水稻繁育、第 20 题的外来物种入侵与防治决策、第 21 题的黄酒酿制与氨基甲酸乙酯（EC）超标治理，均取材于真实的生产实践。第 17 题第（3）问由“灌水覆盖”这一措施反推种子应具备的耐低氧、耐酒精特性；第 21 题第（4）问要求提出降低 EC 含量的工艺思路，使考生真切感受到知识服务于实践的价值。

4. 渗透生态文明，培植社会责任

第 8、12、20 题分别从生态种养、物种形成与生物入侵切入，引导考生认识人类活动对生态环境的影响。第 20 题以入侵生物福寿螺为切入点，要求考生基于两项实验的结果判断其对本土物种与水质的影响，进而就引种做出科学决策，在考查批判性思维的同时，帮助考生形成保护环境、合理开发自然资源的意识。

5. 图文信息密集，突出关键能力

全卷有第 3、6、9、10、11、16、19、20、21、22 题配有示意图、曲线图、电泳图或工艺流程图，第 12、16、18、20 题以表格呈现数据。考生须完成“文字—图表—生物学模型”的多重转换：如第 10 题要由原生质体表面积的动态变化推断细胞内外的浓度关系，第 21 题第（3）问须比较两条曲线的整体差异才能锁定“pH”这一关键因素。试题由此减少了对机械记忆的依赖，突出信息获取与图文转换能力的考查。

（四）SOLO 分类视角下的试题思维层次分布

SOLO 分类理论依据学生在解决问题时所表现出的思维结构复杂程度，将学习结果分为五个水平：前结构（答非所问或缺乏相关理解）、单点结构（凭单一信息作答）、多点结构（运用多个孤立的信息点但未整合）、关联结构（把多个信息点整合为有机整体）、拓展抽象结构（超越情境进行抽象概括、迁移创新）。运用该理论对全卷 22 小题逐题判定，结果如下（选考题按一题计分）：

SOLO 层次	主要思维特征	题号	题量	分值	占比
前结构层次	缺乏对试题情境的正确理解，答非所问	无	0	0 分	0%
单点结构层次	仅凭单一信息点即可作答	无	0	0 分	0%
多点结构层次	需辨认多个相互独立的信息点	1、2、3、4、5、7、8、10、12	9	18 分	18%
关联结构层次	需把多个信息点整合为有机整体	6、9、11、13、14、15、16、17、18、20	10	54 分	54%
拓展抽象结构层次	需抽象概括、迁移创新（方案设计与结论表述）	19、21、22	3	28 分	28%
合计	—	第 1~22 题	22	100 分	100%

注：第 21、22 题为选考题，考生任选一题作答，

故“拓展抽象结构层次”的分值按“第 19 题 13 分＋选考 15 分”计。

由统计可见：本卷没有典型的前结构层次试题，也没有仅凭单一信息点即可作答的单点结构试题，说明试题的思维起点并不低。多点结构层次 9 题（18 分，占 18%），集中在选择题，考查主干概念的准确辨析；关联结构层次 10 题（54 分，占 54%），是本次试卷的主体，多需结合图表、数据与情境进行整合推理；拓展抽象结构层次 3 题（28 分，占 28%），即第 19 题与两道选考题，要求考生在真实研究的约束下完成方案设计与结论表述。整体呈“中间大、两头小”的橄榄型结构，既保证了基础区分，又为高分段考生留出了充分的思维空间。

二、试题精解

1 胶原蛋白是细胞外基质的主要成分之一，其非必需氨基酸含量比蛋清蛋白高。下列叙述正确的是（　　）

A. 胶原蛋白的氮元素主要存在于氨基中

B. 皮肤表面涂抹的胶原蛋白可被直接吸收

C. 胶原蛋白的形成与内质网和高尔基体有关

D. 胶原蛋白比蛋清蛋白的营养价值高

参考答案 C

考查目标 本题以胶原蛋白为情境，考查蛋白质的元素组成、氨基酸与肽键的关系、分泌蛋白的合成与运输、蛋白质营养价值的评价等核心概念，考查学生在新情境中辨析概念、迁移运用知识的能力，落实“生命观念”中的结构与功能观。

试题分析 选项 A。蛋白质中的氮元素主要存在于肽键（—CO—NH—）中，只有少量存在于氨基和侧链基团上，故 A 叙述错误。

选项 B。胶原蛋白是生物大分子，涂抹于皮肤表面不能被直接吸收，须经消化水解为氨基酸或小肽后才能被吸收，故 B 叙述错误。

选项 C。胶原蛋白是细胞外基质的主要成分，属于分泌蛋白，其合成与分泌依次经过核糖体（合成肽链）、内质网（折叠、加工）和高尔基体（进一步修饰、分类与包装），故 C 叙述正确。

选项 D。人体需要从食物中获取必需氨基酸，非必需氨基酸可自身合成；衡量蛋白质营养价值的高低主要取决于必需氨基酸的种类、数量及组成比例。题干只说明胶原蛋白的非必需氨基酸含量高，不能推出其营养价值高，故 D 叙述错误。

综上，答案选 C。

试题亮点 本题以“胶原蛋白”这一生活化素材切入，四个选项分别指向元素组成、大分子的吸收、分泌蛋白的合成与运输、营养价值的评价，覆盖了蛋白质专题的主干概念。D 项以“非必需氨基酸含量高”设置思维陷阱，考查学生能否准确调用“营养价值取决于必需氨基酸”这一判断标准，避免凭生活经验作答。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：A、B、C、D 四项分别对应蛋白质的元素组成、大分子的消化吸收、分泌蛋白的合成与运输、营养价值的评价四个相互独立的知识点，学生逐点回忆、逐项判断即可作答，各选项之间无需建立联系。

2 T2 噬菌体侵染大肠杆菌的过程中，下列哪一项不会发生（　　）

A. 新的噬菌体 DNA 合成

B. 新的噬菌体蛋白质外壳合成

C. 噬菌体在自身 RNA 聚合酶作用下转录出 RNA

D. 合成的噬菌体 RNA 与大肠杆菌的核糖体结合

参考答案 C

考查目标 本题以 T2 噬菌体侵染大肠杆菌为情境，考查病毒的结构与生活方式、噬菌体增殖过程中遗传信息的传递、宿主细胞提供酶·原料·能量等知识，考查学生的信息

获取与逻辑推理能力，落实“生命观念”中的物质与能量观。

试题分析　选项 A。T2 噬菌体的 DNA 进入大肠杆菌后，以自身 DNA 为模板，利用大肠杆菌提供的脱氧核苷酸合成新的噬菌体 DNA，故 A 所述过程会发生。

选项 B。噬菌体以自身 DNA 为模板转录出 mRNA，再利用大肠杆菌的核糖体与氨基酸合成新的蛋白质外壳，故 B 所述过程会发生。

选项 C。T2 噬菌体没有自身的 RNA 聚合酶（也无原料、无能量，表现为“三无”），其转录必须借助大肠杆菌的 RNA 聚合酶，因此“在自身 RNA 聚合酶作用下转录”不会发生，故 C 符合题意。

选项 D。转录生成的噬菌体 mRNA 与大肠杆菌的核糖体结合，进而翻译出噬菌体的蛋白质，故 D 所述过程会发生。

综上，答案选 C。

试题亮点 本题以“不会发生”的逆向设问切入，把病毒增殖拆解为 DNA 复制、转录、翻译三个环节：A、B、D 三项均以“宿主提供原料与核糖体”的正确表述出现，形成方向上的干扰；C 项则直击“噬菌体无酶”这一关键前提，能有效诊断学生是否真正理解“三无”的含义，而非机械记忆侵染过程。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别对应噬菌体 DNA 的复制、蛋白质外壳的合成、转录所需酶的来源、mRNA 与核糖体的结合等相对独立的知识点，学生沿侵染过程逐环节比对即可作答；其中 C 项需调用“病毒无酶”的前提作判断，思维仍属点状辨认。

3　洗涤剂中的碱性蛋白酶受到其他成分的影响而改变构象，部分解折叠后可被正常碱性蛋白酶特异性识别并降解（自溶）失活。此外，加热也能使碱性蛋白酶失活，如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A. 碱性蛋白酶在一定条件下可发生自溶失活

B. 加热导致碱性蛋白酶构象改变是不可逆的

C. 添加酶稳定剂可提高加碱性蛋白酶洗涤剂的去污效果

D. 添加碱性蛋白酶可降低洗涤剂使用量，减少环境污染

参考答案　B

考查目标 本题以洗涤剂中碱性蛋白酶的失活为情境，考查蛋白质的空间结构与变性、

酶的本质与特性、影响酶活性的因素等知识，考查学生从题干与图示中提取信息并进行推理的能力，落实“生命观念”中的结构与功能观。

试题分析　选项 A。题干明确指出“部分解折叠后可被正常碱性蛋白酶特异性识别并降解（自溶）失活”，说明碱性蛋白酶在一定条件下可发生自溶失活，故 A 叙述正确。

选项 B。由图可知，加热使碱性蛋白酶由天然状态变为部分解折叠状态，而部分解折叠的碱性蛋白酶在降温后可恢复为天然状态，说明这种构象改变是可逆的，故 B 叙述错误。

选项 C。碱性蛋白酶受其他成分影响而改变构象、加热也会使其失活，都会降低去污效果；添加酶稳定剂可减少构象改变与失活，从而提高洗涤剂的去污效果，故 C 叙述正确。

选项 D。酶具有高效性，碱性蛋白酶能催化蛋白质水解为多肽和氨基酸，可有效清除汗渍、奶渍、酱油渍等污渍，从而降低洗涤剂的使用量、减少环境污染，故 D 叙述正确。

综上，答案选 B。

试题亮点　本题以洗涤剂加酶这一日常情境考查酶的变性，图示呈现“天然状态—部分解折叠—降解”的路径。B 项要求考生读出“降温可恢复”这一细节，纠正“加热变性必然不可逆”的思维定势；四个选项由分子结构延伸至生产与环保，体现了结构与功能观的应用价值。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：A 项只需提取题干信息，B 项须读图判断构象变化的可逆性，C、D 两项分别调用酶活性的影响因素与酶的高效性，四个选项基本彼此独立，属多点辨认；B 项含少量图文关联，但未形成多要素整合。

4　情绪活动受中枢神经系统释放神经递质调控，常伴随内分泌活动的变化。此外，学习和记忆也与某些神经递质的释放有关。下列叙述错误的是（　　）

A. 剧痛、恐惧时，人表现为警觉性下降，反应迟钝
B. 边听课边做笔记依赖神经元的活动及神经元之间的联系
C. 突触后膜上受体数量的减少常影响神经递质发挥作用
D. 情绪激动、焦虑时，肾上腺素水平升高，心率加速

参考答案　A

考查目标 本题以情绪活动伴随的神经—体液调节为情境，考查神经调节的基本方式、突触处兴奋的传递、人脑的高级功能、肾上腺素的功能等知识，考查学生联系生活实际进行辨析的能力。

试题分析　选项 A。人在剧痛、恐惧等紧急情况下，交感神经兴奋，肾上腺素分泌增多，表现为警觉性提高、反应灵敏、呼吸频率加快、心跳加速，而不是警觉性下降、反应迟钝，故 A 叙述错误。

选项 B。边听课边做笔记是一系列反射活动，需要神经元的活动以及神经元之间通过突

触传递信息，故 B 叙述正确。

选项 C。神经递质须与突触后膜上的特异性受体结合，才能引起突触后膜兴奋或抑制；受体数量减少常影响神经递质发挥作用，故 C 叙述正确。

选项 D。情绪激动、焦虑时大脑皮层兴奋，通过神经—体液调节促使肾上腺分泌较多肾上腺素，使心跳加快、血压升高、反应灵敏，故 D 叙述正确。

综上，答案选 A。

试题亮点　本题把“情绪”这一心理现象还原为神经—体液调节过程：A 项以“警觉性下降、反应迟钝”与真实的生理反应相反设置干扰，考查学生能否把生活经验与教材结论对应起来；B 项则将学习行为纳入反射与突触传递的框架。试题不着痕迹地把稳态与调节观贯穿于日常体验之中。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别对应应激状态下的激素变化、学习活动的神经基础、突触传递的条件、情绪的调节途径，属相互独立的知识点，学生逐项回忆教材结论即可作答。

5　关于癌症，下列叙述错误的是（　　）

A. 成纤维细胞癌变后变成球形，其结构和功能会发生相应改变

B. 癌症发生的频率不是很高，大多数癌症的发生是多个基因突变的累积效应

C. 正常细胞生长和分裂失控变成癌细胞，原因是抑癌基因突变成原癌基因

D. 乐观向上的心态、良好的生活习惯，可降低癌症发生的可能性

参考答案　C

考查目标　本题以癌症为情境，考查癌细胞的特征、细胞癌变的机理（原癌基因与抑癌基因）、基因突变的特点以及生活方式与癌症的关系，考查学生的概念辨析能力，落实“生命观念”与“社会责任”。

试题分析　选项 A。细胞癌变后形态结构会发生改变（如成纤维细胞癌变后变圆、呈球形），细胞膜上的糖蛋白减少、黏着性降低，功能也相应改变，故 A 叙述正确。

选项 B。基因突变具有低频性，且癌症的发生不是单一基因突变的结果，而是多个相关基因突变累积的效应，故癌症发生的频率不高，B 叙述正确。

选项 C。正常细胞的 DNA 上本来就存在原癌基因和抑癌基因：原癌基因表达的蛋白质是细胞正常生长和增殖所必需的，抑癌基因表达的蛋白质能抑制细胞生长增殖或促进细胞凋亡。细胞癌变的实质是原癌基因和抑癌基因发生突变，而不是“抑癌基因突变成原癌基因”，故 C 叙述错误。

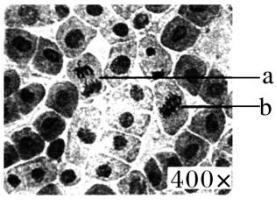
选项 D。乐观的心态可通过神经系统和内分泌系统影响机体功能，良好的生活习惯（如远离辐射、不吸烟等）能降低癌症发生的可能性，故 D 叙述正确。

综上，答案选 C。

试题亮点　本题以“油门—刹车”式的经典比喻为内核，C 项故意把“两类基因各自突变”偷换为“抑癌基因突变成原癌基因”，是学生的高频错误。四个选项由细胞特征、突变特点、癌变机理延伸至健康的生活方式，兼顾概念辨析与社会责任的落实。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别对应癌细胞的特征、癌变的累积效应、原癌基因与抑癌基因的作用、生活方式与癌症风险，彼此独立；学生只要准确记住两类基因的功能即可判断 C 项错误，无需在选项之间建立联系。

6　洋葱根尖细胞染色体数为 8 对，细胞周期约 12 小时。观察洋葱根尖细胞有丝分裂，拍摄照片如图所示。下列分析正确的是（　　）



A. a 为分裂后期细胞，同源染色体发生分离

B. b 为分裂中期细胞，含染色体 16 条，核 DNA 分子 32 个

C. 根据图中中期细胞数的比例，可计算出洋葱根尖细胞分裂中期时长

D. 根尖培养过程中用 DNA 合成抑制剂处理，分裂间期细胞所占比例降低

参考答案　B

考查目标　本题以洋葱根尖细胞有丝分裂的显微照片为情境，考查有丝分裂各时期的染色体行为与数量变化、分裂期时长的估算方法、DNA 合成抑制剂的作用等知识，考查学生的图像识别与数据分析能力。

试题分析　选项 A。图示为有丝分裂，有丝分裂过程中不发生同源染色体的分离（同源染色体分离发生在减数第一次分裂），故 A 分析错误。

选项 B。b 细胞的着丝粒整齐排列在赤道板上，处于有丝分裂中期；洋葱根尖细胞染色体数为 8 对（16 条），中期染色体数目与体细胞相同，但每条染色体含两条姐妹染色单体，核 DNA 已加倍，故含染色体 16 条、核 DNA 分子 32 个，B 分析正确。

选项 C。各时期细胞数占观察细胞总数的比例，与该时期在细胞周期中所占的时长正相关，已知细胞周期时长即可估算各时期时长；但前提是统计足够多的视野以获得足够大的样本。图中仅有一个视野，样本量不足，不能据此准确推算，故 C 分析错误。

选项 D。DNA 合成抑制剂使处于 S 期的细胞停滞于间期，不能进入分裂期，故分裂间期细胞所占比例升高而不是降低，D 分析错误。

综上，答案选 B。

试题亮点　本题以真实的显微照片为信息载体，把“数染色体、数 DNA”的静态识图与“由细胞数比例估算时期时长”的动态分析结合起来。C 项设置的“单一视野”陷阱与教材“随机、足量取样”的要求相呼应，能有效区分学生是否真正理解统计的前提条件。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：判断各选项须把“图像特征—细胞时期—染色体与 DNA 的数量关系—细胞数与时期时长的关系—抑制剂的作用位点”等要素联结成一个整体，在要素之间建立因果与数量联系，超出孤立的知识点辨认。

7　“清明时节雨纷纷，路上行人欲断魂。借问酒家何处有，牧童遥指杏花村。”徜徉古诗意境，思考科学问题。下列观点错误的是（　　）

A. 纷纷细雨能为杏树开花提供必需的水分

B. 杏树开花体现了植物生长发育的季节周期性

C. 花开花落与细胞生长和细胞凋亡相关联

D. “杏花村酒”的酿制，酵母菌只进行无氧呼吸

参考答案　D

考查目标　本题以古诗词为情境，考查水的作用、环境因素对植物生长发育的调节、细胞生长与细胞凋亡、果酒制作的原理等知识，考查学生跨模块调用知识解释生命现象的能力，渗透中华优秀传统文化。

试题分析　选项 A。水是生命活动必不可少的条件，纷纷细雨能为杏树开花提供必需的水分，故 A 观点正确。

选项 B。高等植物的生长发育受光照、温度等环境因素的调节，杏树在特定季节开花，体现了植物生长发育的季节周期性，故 B 观点正确。

选项 C。开花过程伴随细胞体积增大与数目增多（细胞生长与增殖），花落则是受基因控制的细胞编程性死亡，故花开花落与细胞生长和细胞凋亡相关联，C 观点正确。

选项 D。果酒酿制中起主要作用的是酵母菌，其发酵需先在有氧条件下大量繁殖，再在无氧条件下进行酒精发酵，并非“只进行无氧呼吸”，故 D 观点错误。

综上，答案选 D。

试题亮点　本题以诗句为引，把水分、光周期、细胞生命历程与发酵工程四个模块的知识串联在同一情境之中。D 项针对“酵母菌只进行无氧呼吸”这一常见误解设问，提醒学生注意发酵过程中“先有氧繁殖、后无氧产酒”的阶段差异，兼具人文韵味与学科理性。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向水的作用、植物生长发育的季节周期性、细胞生长与凋亡、酵母菌的呼吸方式，属相互独立的知识点，学生逐项判断即可；选项之间不要求建立因果联系。

8 稻-蟹共作是以水稻为主体、适量放养蟹的生态种养模式，常使用灯光诱虫杀虫。水稻为蟹提供遮蔽场所和氧气，蟹能摄食害虫、虫卵和杂草，其粪便可作为水稻的肥料。下列叙述正确的是（　　）

A. 该种养模式提高了营养级间的能量传递效率

B. 采用灯光诱虫杀虫利用了物理信息的传递

C. 硬壳蟹（非蜕壳）摄食软壳蟹（蜕壳）为捕食关系

D. 该种养模式可实现物质和能量的循环利用

参考答案　B

考查目标　本题以稻—蟹共作的生态种养模式为情境，考查生态系统的能量流动、信息传递、种间关系的判定以及生态农业的原理，考查学生的概念辨析与生态学推理能力，落实“稳态与平衡观”。

试题分析　选项 A。能量传递效率是相邻两个营养级同化量的比值，是一个相对稳定的效率。该模式实现的是能量的多级利用，提高了能量的利用率，但不能提高营养级之间的能量传递效率，故 A 叙述错误。

选项 B。生态系统的物理信息包括光、声、温度、湿度、磁力等，灯光诱虫杀虫利用的是光，属于物理信息的传递，故 B 叙述正确。

选项 C。捕食是不同物种之间的一种种间关系；硬壳蟹与软壳蟹是同一种群中个体发育的不同阶段，二者之间的摄食不属于捕食，故 C 叙述错误。

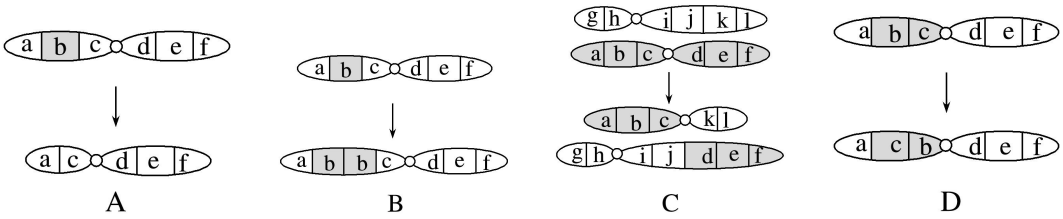
选项 D。生态系统中的能量流动是单向的、逐级递减的，不能循环利用；可以循环利用的是物质，故 D 叙述错误。

综上，答案选 B。

试题亮点　本题以“稻—蟹共作”这一成熟的生态农业模式为载体，四个选项分别指向能量传递效率与利用率的区分、信息的类型、种间关系的判定、能量流动的特点，均为生态学的高频易错点。A、D 两项合起来提醒学生区分“能量利用率”与“能量传递效率”、“能量的单向流动”与“物质的循环利用”。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项各对应一个独立的概念辨析点（传递效率、物理信息、捕食关系、能量流动的特点），学生逐项比对教材表述即可判断，无需在选项之间建立联系。

9 大鼠控制黑眼/红眼的基因和控制黑毛/白化的基因位于同一条染色体上。某个体测交后代表现型及比例为黑眼黑毛：黑眼白化：红眼黑毛：红眼白化=1：1：1：1。该个体最可能发生了下列哪种染色体结构变异（　　）



参考答案　C

考查目标　本题以大鼠两对相对性状的测交结果为情境，考查基因的连锁与交换、染色体结构变异（缺失、重复、倒位、易位）的类型及其对配子种类与比例的影响，考查学生由结果反推原因的科学思维能力。

试题分析　由题意，控制黑眼/红眼与控制黑毛/白化的两对等位基因位于同一条染色体上，属连锁关系。若不发生变异，该个体减数分裂时两对基因随同一条染色体传递，测交后代只能出现两种表现型，且比例为 1∶1。

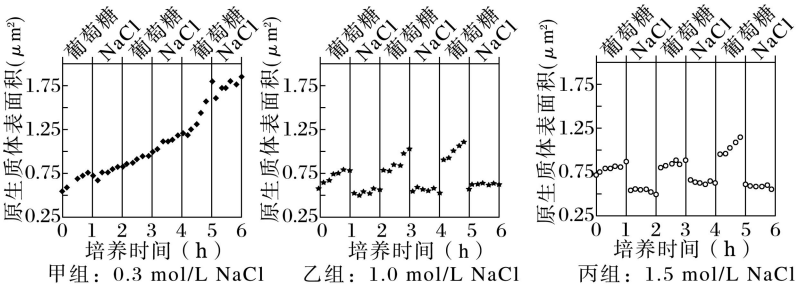
该个体测交后代出现四种表现型且比例为 1∶1∶1∶1，说明它产生了四种比例相等的配子，即两对等位基因已分别位于两对非同源染色体上，能够自由组合。若为同源染色体非姐妹染色单体间的交叉互换，重组型配子的比例通常小于亲本型，不会出现四种配子等比例的情况，故可排除；四种配子等比例出现，说明发生了非同源染色体之间的片段交换，即易位。对照选项图，只有 C 项表示两条非同源染色体之间交换片段，故 C 正确。

选项 A、B、D 分别表示染色体的缺失、重复与倒位，均不改变两对基因“位于同一条染色体上”这一位置关系，测交后代不会出现四种等比例的配子，故均不符合题意。

试题亮点　本题以“测交后代表现型比例”这一结果性信息为切口，要求考生先由 1∶1∶1∶1 反推“四种配子等比例”，再回到“两对基因原本连锁”这一前提上寻找原因。A、B、D 三项分别以缺失、重复、倒位设置干扰，C 项的易位才是使两对基因分处两条非同源染色体的唯一路径，考查了“结果—机制”的双向推理。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：解答须把“两对基因位于同一条染色体—测交后代只有两种表现型”与“四种配子等比例—两对基因位于两对非同源染色体”两组事实关联起来，并结合四种结构变异的图形作出判断，属于多要素的整体推理。

10 原生质体（细胞除细胞壁以外的部分）表面积大小的变化可作为质壁分离实验的检测指标。用葡萄糖基本培养基和 NaCl 溶液交替处理某假单孢菌，其原生质体表面积的测定结果如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A. 甲组 NaCl 处理不能引起细胞发生质壁分离，表明细胞中 NaCl 浓度≥0.3 mol/L

B. 乙、丙组 NaCl 处理皆使细胞质壁分离，处理解除后细胞即可发生质壁分离复原

C. 该菌的正常生长和吸水都可导致原生质体表面积增加

D. 若将该菌先 65℃水浴灭活后，再用 NaCl 溶液处理，原生质体表面积无变化

参考答案　A

考查目标 本题以假单孢菌原生质体表面积的动态变化为情境，考查渗透作用的原理、质壁分离与复原的条件、细胞壁的支持作用以及细胞死活与选择透过性的关系，考查学生的图表分析与推理能力。

试题分析　由图可知，0 时各组的原生质体表面积约为 0.5~0.75 μm²；甲组经 NaCl 溶液处理后表面积持续增大，乙、丙组则略有下降，换回基本培养基后又回升。

选项 A。甲组原生质体表面积增大，说明细胞在吸水，即外界 NaCl 溶液的浓度低于细胞内溶液的浓度，这只能说明细胞内溶液的总浓度大于 0.3 mol/L；细胞内的溶质除 NaCl 外还有糖类、其他无机盐等，不能据此认定细胞内 NaCl 浓度≥0.3 mol/L，故 A 叙述错误。

选项 B。乙、丙组原生质体表面积下降，说明细胞失水、发生了质壁分离；处理解除（换回基本培养基）后表面积回升，即发生质壁分离复原，故 B 叙述正确。

选项 C。该菌正常生长时细胞由小变大，原生质体表面积增大；细胞吸水时原生质体体积增大、表面积也随之增大，故 C 叙述正确。

选项 D。65℃水浴使细胞死亡，原生质层失去选择透过性，不再发生渗透失水，再用 NaCl 溶液处理时原生质体表面积无变化，故 D 叙述正确。

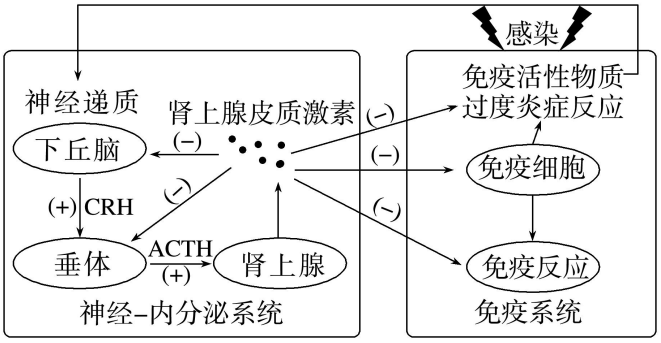
综上，答案选 A。

试题亮点　本题以“原生质体表面积”这一可量化的指标替代显微镜下的形态观察，把质壁分离的定性判断转化为曲线的定量分析。A 项考查“细胞内溶液的总浓度”与“细胞内 NaCl 浓度”的区别，要求考生分辨总渗透压与单一溶质浓度的差异；D 项则把细胞死活

与选择透过性联系起来，两处均指向概念的精确理解。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：A、B、C、D 四项分别对应渗透作用的方向判断、质壁分离与复原、表面积变化的成因、细胞死亡后膜的选择透过性，各选项依托同一条曲线但判断依据彼此独立，属多个知识点的并列辨析。

11 病原体入侵引起机体免疫应答，释放免疫活性物质。过度免疫应答造成机体炎症损伤，机体可通过一系列反应来降低损伤，如图所示。下列叙述错误的是（　　）



(+)促进　(−)抑制
CRH:促肾上腺皮质激素释放激素
ACTH:促肾上腺皮质激素

A. 免疫活性物质可与相应受体结合，从而调节神经-内分泌系统功能

B. 适度使用肾上腺皮质激素可缓解某些病原体引起的过度炎症反应

C. 过度炎症反应引起的免疫抑制会增加机体肿瘤发生风险

D. 图中神经递质与肾上腺皮质激素对下丘脑分泌 CRH 有协同促进作用

参考答案　D

考查目标　本题以神经、内分泌与免疫系统相互作用调节炎症反应的示意图为情境，考查免疫活性物质的作用、激素的分级调节与反馈调节、免疫系统的功能等知识，考查学生的图解分析与逻辑推理能力，落实“稳态与平衡观”。

试题分析　由图可知，免疫活性物质可作用于神经—内分泌系统；下丘脑分泌 CRH 促进垂体分泌 ACTH，ACTH 促进肾上腺分泌肾上腺皮质激素，后者既反馈抑制下丘脑和垂体，又抑制免疫细胞与免疫反应，从而减轻炎症损伤。

选项 A。图中免疫活性物质可与相应受体结合，进而调节神经—内分泌系统的功能，说明三大调节系统之间通过信息分子相互联系，故 A 叙述正确。

选项 B。肾上腺皮质激素能抑制免疫细胞和免疫反应，适度使用可缓解某些病原体引起的过度炎症反应，故 B 叙述正确。

选项 C。免疫系统具有识别和清除突变细胞、防止肿瘤发生的功能；过度炎症反应引起的免疫抑制会削弱这一功能，增加肿瘤发生的风险，故 C 叙述正确。

选项 D。图中神经递质对下丘脑分泌 CRH 的作用标注为“＋”，即促进；肾上腺皮质激素对下丘脑的作用标注为“－”，即抑制。二者作用方向相反，表现为拮抗关系而非协同关系，故 D 叙述错误。

综上，答案选 D。

试题亮点　本题以完整的调节环路图为载体，要求考生沿“免疫活性物质—下丘脑—垂体—肾上腺皮质激素—免疫细胞”的路径读图。D 项直击“＋”与“－”两个符号的含义，把“协同”与“拮抗”的判断落到读图上；试题把神经、体液、免疫三大调节系统统摄于稳态的维持之中，体现了生命观念的整体性。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：各选项均须在“免疫—神经—内分泌”相互作用的整体框架中定位，尤其 D 项须同时读出神经递质的促进作用与肾上腺皮质激素的抑制作用并比较二者方向，属于对多要素关系的整合判断。

12　稻蝗属的三个近缘物种①日本稻蝗、②中华稻蝗台湾亚种和③小翅稻蝗中，①与②、①与③的分布区域有重叠，②与③的分布区域不重叠。为探究它们之间的生殖隔离机制，进行了种间交配实验，结果如表所示。下列叙述错误的是（　　）

交配（♀×♂）	①×②	②×①	①×③	③×①	②×③	③×②
交配率（%）	0	8	16	2	46	18
精子传送率（%）	0	0	0	0	100	100

注：精子传送率是指受精囊中有精子的雌虫占确认交配雌虫的百分比。

A. 实验结果表明近缘物种之间也可进行交配

B. 生殖隔离与物种的分布区域是否重叠无关

C. 隔离是物种形成的必要条件

D. ②和③之间可进行基因交流

参考答案　D

考查目标　本题以稻蝗属三个近缘物种的种间交配实验为情境，考查物种的概念、生殖隔离与地理隔离、隔离在物种形成中的作用、基因交流的条件等知识，考查学生的数据解读与概念辨析能力。

试题分析　选项 A。表中①×②、②×①、①×③、③×①等组合的交配率虽低但不为零，②×③、③×②的交配率分别为 46%和 18%，说明近缘物种之间也可进行交配，故 A 叙述正确。

选项 B。①与②、①与③的分布区域有重叠，②与③的分布区域不重叠，但三组组合均不能进行基因交流，说明生殖隔离的有无与分布区域是否重叠无关，故 B 叙述正确。

选项 C。隔离包括地理隔离和生殖隔离，隔离是物种形成的必要条件，故 C 叙述正确。

选项 D。②与③的分布区域不重叠，二者之间存在地理隔离；二者又是两个不同的物种，存在生殖隔离。表中②×③、③×②的精子传送率虽达 100%，但受精后不能产生可育后代，因此仍不能进行基因交流，故 D 叙述错误。

综上，答案选 D。

试题亮点 本题以“交配率”与“精子传送率”两组数据的对比构成证据链：交配率不为零说明可以交配，精子传送率达 100%说明配子可以相遇，但二者都不能证明可以产生可育后代，D 项的判断正落在“生殖隔离的实质”上。C 项把“隔离”提升为物种形成的必要条件，实现了由具体数据到进化理论的归纳。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别对应近缘物种的交配、生殖隔离与分布区域的关系、隔离与物种形成、基因交流的条件，各点相对独立，学生逐项对照数据与教材表述即可判断；D 项需综合“地理隔离”与“生殖隔离”作判断，含少量关联成分。

13 在夏季晴朗无云的白天，10 时左右某植物光合作用强度达到峰值，12 时左右光合作用强度明显减弱。光合作用强度减弱的原因可能是（　　）

A. 叶片蒸腾作用强，失水过多使气孔部分关闭，进入体内的 CO_2 量减少

B. 光合酶活性降低，呼吸酶不受影响，呼吸释放的 CO_2 量大于光合固定的 CO_2 量

C. 叶绿体内膜上的部分光合色素被光破坏，吸收和传递光能的效率降低

D. 光反应产物积累，产生反馈抑制，叶片转化光能的能力下降

参考答案 AD

考查目标 本题以夏季正午光合作用的“午休”现象为情境，考查影响光合作用的因素（CO_2 浓度、温度、光照）、光反应与暗反应的联系、光合作用与细胞呼吸的关系、光合色素的分布等知识，考查学生的因果推理能力。

试题分析 选项 A。夏季中午气温高、蒸腾作用强，叶片失水过多导致部分气孔关闭，进入叶肉细胞的 CO_2 减少，暗反应减慢，光合作用强度下降，故 A 正确。

选项 B。夏季中午温度过高会使光合酶活性降低，但呼吸酶的最适温度高于光合酶，其活性受影响较小；此时光合作用强度仍大于呼吸作用强度，即光合固定的 CO_2 量仍大于呼吸释放的 CO_2 量，故 B 错误。

选项 C。光合色素分布在叶绿体的类囊体薄膜上，而不在叶绿体内膜上，故 C 错误。

选项 D。气孔部分关闭使 CO_2 供应不足、暗反应减慢，光反应产物（ATP 和 NADPH）因消耗减少而积累，产生反馈抑制，叶片转化光能的能力下降，光合作用强度随之减弱，故 D 正确。

综上，答案选 AD。

试题亮点 本题以“午休”这一经典现象为情境，四个选项分别从气孔限制、酶活性、色素分布、产物反馈四个层面提出假设，要求考生逐条检验。B 项以“呼吸大于光合”混淆净光合与总光合，C 项以“叶绿体内膜”偷换“类囊体薄膜”，均属常见错误表述，能有效甄别概念的精确度。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：各选项均须在“环境条件—气孔开闭—CO_2供应—暗反应速率—光反应产物积累”这一因果链条中定位，B 项还须比较光合与呼吸的相对强弱，属于对多要素关系的整合判断。

14 大肠杆菌核糖体蛋白与 rRNA 分子亲和力较强，二者组装成核糖体。当细胞中缺乏足够的 rRNA 分子时，核糖体蛋白可通过结合到自身 mRNA 分子上的核糖体结合位点而产生翻译抑制。下列叙述错误的是（　　）

A. 一个核糖体蛋白的 mRNA 分子上可相继结合多个核糖体，同时合成多条肽链

B. 细胞中有足够的 rRNA 分子时，核糖体蛋白通常不会结合自身 mRNA 分子

C. 核糖体蛋白对自身 mRNA 翻译的抑制维持了 RNA 和核糖体蛋白数量上的平衡

D. 编码该核糖体蛋白的基因转录完成后，mRNA 才能与核糖体结合进行翻译

参考答案 D

考查目标 本题以大肠杆菌核糖体蛋白的自我调控为情境，考查转录与翻译的过程、基因表达的调控、原核细胞基因表达的特点等知识，考查学生从题干信息中构建调控模型的能力，落实“生命观念”中的稳态与平衡观。

试题分析 选项 A。一个 mRNA 分子上可相继结合多个核糖体（多聚核糖体），同时合成多条相同的肽链，从而提高翻译效率，故 A 叙述正确。

选项 B。细胞中有足够的 rRNA 时，核糖体蛋白优先与 rRNA 结合组装成核糖体，通常不会结合自身 mRNA，故 B 叙述正确。

选项 C。当 rRNA 不足时，核糖体蛋白结合自身 mRNA 而抑制翻译，避免核糖体蛋白的过量合成，从而维持 rRNA 与核糖体蛋白数量上的平衡，故 C 叙述正确。

选项 D。大肠杆菌是原核生物，没有核膜将转录与翻译分隔，转录产生的 mRNA 在转录尚未结束时即可与核糖体结合开始翻译（边转录边翻译），故 D 叙述错误。

综上，答案选 D。

试题亮点 本题以核糖体蛋白的“自我调控”为情境，呈现了负反馈调节在分子水平上的典型实例：rRNA 充足时组装核糖体，rRNA 不足时抑制自身翻译，C 项引导考生从平衡观理解这一机制。D 项把真核细胞“先转录后翻译”的特点套用于原核细胞，直击原核基因表达这一易错点。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：判断 C 项须把“rRNA 供应—核糖体组

装—结合自身 mRNA—翻译抑制—数量平衡”串成一条反馈环路，判断 D 项则须把细胞结构与表达过程联系起来，属于多要素的整体关联。

15 果蝇的红眼对白眼为显性，为伴 X 遗传，灰身与黑身、长翅与截翅各由一对基因控制，显隐性关系及其位于常染色体或 X 染色体上未知。纯合红眼黑身长翅雌果蝇与白眼灰身截翅雄果蝇杂交，F_1相互杂交，F_2中体色与翅型的表现型及比例为灰身长翅：灰身截翅：黑身长翅：黑身截翅=9：3：3：1。F_2表现型中不可能出现（　　）

A. 黑身全为雄性

B. 截翅全为雄性

C. 长翅全为雌性

D. 截翅全为白眼

参考答案　AC

考查目标　本题以果蝇两对相对性状的杂交实验为情境，考查基因的自由组合定律、伴性遗传、性状表现与性别的关联分析，考查学生运用假说—演绎法进行推理的能力。

试题分析　F_2中体色与翅型的表现型之比为 9：3：3：1，说明控制体色与控制翅型的两对基因独立遗传，即分别位于两对非同源染色体上，或一对位于常染色体、一对位于 X 染色体上。

选项 A。若控制黑身的基因位于 X 染色体上，仅考虑体色，亲本为 X^aX^a与 X^AY，F_1为 X^AX^a、X^aY，F_2中灰身：黑身=1：1，与题干不符，故黑身基因只能位于常染色体上；位于常染色体上的基因，其性状表现与性别无关，不可能出现“黑身全为雄性”，故 A 符合题意。

选项 B。若控制截翅的基因位于 X 染色体上，仅考虑翅型，亲本为 X^BX^B与 X^bY，F_2为 X^BX^B、X^BX^b、X^BY、X^bY，截翅（X^bY）全为雄性，可以出现，故 B 不符合题意。

选项 C。若控制翅型的基因位于 X 染色体上，F_2中长翅既有雌性也有雄性（X^BX^B、X^BX^b、X^BY）；若位于常染色体上，长翅同样雌雄均有。故“长翅全为雌性”不可能出现，C 符合题意。

选项 D。若控制截翅的基因位于 X 染色体上，且与红眼/白眼基因连锁，亲本可写为 $X^{BW}X^{BW}$与 $X^{bw}Y$，F_2中截翅个体均为 $X^{bw}Y$，即截翅全为白眼，可以出现，故 D 不符合题意。

综上，答案选 AC。

试题亮点　本题把“9：3：3：1”这一自由组合的经典比例与“性状是否与性别关联”结合起来，要求考生对每一选项先提出基因位置的假说、再写出亲本与子代的基因型、最后与题干比例对照，是假说—演绎法的一次完整演练。A 项的关键在于先用“1：1”排除伴 X，C 项则须认识到只要翅型基因位于 X 染色体，F_2的长翅就必然雌雄皆有。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：每个选项都须在“表现型比例—基因位

置—亲本基因型—子代基因型与表现型”之间往返推理，并把体色、翅型、眼色三个性状的遗传方式联系起来综合判断，属多要素的整体关联。

16 植物受到创伤可诱导植物激素茉莉酸（JA）的合成，JA 在伤害部位或运输到未伤害部位被受体感应而产生蛋白酶抑制剂Ⅱ（PI-Ⅱ），该现象可通过嫁接试验证明。试验涉及突变体 m1 和 m2，其中一个不能合成 JA，但能感应 JA 而产生 PI-Ⅱ；另一个能合成 JA，但对 JA 不敏感。嫁接试验的接穗和砧木叶片中 PI-Ⅱ的 mRNA 相对表达量的检测结果如表所示。



嫁接组合	接穗叶片（砧木未创伤）	接穗叶片（砧木创伤）	砧木叶片（未创伤）	砧木叶片（创伤）
①	++	+++	++	+++
②	-	-	-	-
③	+	+++	-	-
④	-	-	++	+++
⑤	-	-	-	-
⑥	+	+	-	-
⑦	++	+++	++	+++

注：WT 为野生型，m1 为突变体 1，m2 为突变体 2；“/”前为接穗、后为砧木；
表中①~⑦为不同嫁接组合；“+”表示有表达、“-”表示无表达，“+”越多表示表达量越高。

A. m1 不能合成 JA，但能感应 JA 而产生 PI-Ⅱ

B. 嫁接也产生轻微伤害，可导致少量表达 PI-Ⅱ

C. 嫁接类型 m1/m2 叶片创伤，m1 中大量表达 PI-Ⅱ

D. 嫁接类型 m2/m1 叶片创伤，m2 中大量表达 PI-Ⅱ

参考答案 BD

考查目标 本题以两种茉莉酸信号转导突变体的嫁接实验为情境，考查植物激素的生理作用、嫁接实验的设计与变量分析、实验结果的分析与预测，考查学生的实验推理能力，落实“科学探究”素养。

试题分析 第①组（WT/WT）中，砧木叶片未创伤时接穗与砧木叶片已有“++”水平的表达，砧木叶片创伤后升至“+++”，说明嫁接操作本身造成的轻微伤害即可诱导少量 PI-Ⅱ的表达，B 正确。

第④组为 m1 作接穗、WT 作砧木：无论砧木叶片是否创伤，接穗（m1）叶片均检测不到 PI-Ⅱ的 mRNA，而砧木（WT）叶片在创伤后大量表达。这说明 m1 本身具有合成 JA 的能力（能向砧木提供 JA 信号），但不能感应 JA，属于“对 JA 不敏感”的突变体；相应地，m2 属于“不能合成 JA 但能感应 JA”的突变体。故 A 错误。

选项 C。m1/m2 中接穗 m1 对 JA 不敏感、砧木 m2 不能合成 JA，两者均无法形成“JA—受体”的有效信号，故 m1 中不会大量表达 PI-Ⅱ，C 错误。

选项 D。m2/m1 中接穗 m2 能感应 JA 但不能合成 JA，砧木 m1 能合成 JA 但对 JA 不敏感；砧木叶片创伤后，m1 合成的 JA 运输至接穗，m2 感应 JA 而大量表达 PI-Ⅱ，D 正确。

综上，答案选 BD。

试题亮点 本题把“嫁接”这一传统技术与分子水平的激素信号转导结合起来，其核心是“由表及里”的推理：先由第①组读出“嫁接本身即有轻微伤害”，再由第④组反推 m1“能合成而不能感应”，进而确定 m2“能感应而不能合成”，最后据此预测新的嫁接组合。四个选项层层递进，完整呈现了变量分析的全过程。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：解答须把“嫁接组合—JA 的合成与运输—受体感应—PI-Ⅱ的表达部位与强度”联结成一条完整的逻辑链，并由已知组合的结果推断突变体的性质、再迁移到未知组合的预测，属多要素整合推理。

17 将纯净水洗净的河沙倒入洁净的玻璃缸中制成沙床，作为种子萌发和植株生长的基质。某水稻品种在光照强度为 8~10 μmol/（s·m^2）时，固定的 CO_2 量等于呼吸作用释放的 CO_2 量；日照时长短于 12 小时才能开花。将新采收并解除休眠的该水稻种子表面消毒，浸种 1 天后，播种于沙床上。将沙床置于人工气候室中，保湿透气，昼/夜温为 35℃/25℃，光照强度为 2 μmol/（s·m^2），每天光照时长为 14 小时。回答下列问题：

（1）在此条件下，该水稻种子_____（填“能”或“不能”）萌发并成苗（以株高≥2 厘米、至少 1 片绿叶视为成苗），理由是_____。

（2）若将该水稻适龄秧苗栽植于上述沙床上，光照强度为 10 μmol/（s·m^2），其他条件与上述实验相同，该水稻_____（填“能”或“不能”）繁育出新的种子，理由是_____（答出两点即可）。

（3）若该水稻种子用于稻田直播（即将种子直接撒播于农田），为防鸟害、鼠害、减少杂草生长，须灌水覆盖，该种子应具有_____特性。

参考答案 **（1）能　种子萌发形成幼苗的过程中，消耗的能量主要来自种子胚乳中储存**

的有机物，且光照有利于叶片叶绿素的形成

（2）不能　光照强度为 10 μmol/（s·m²）等于光补偿点，每天光照 14 小时，光照时没有有机物的积累，黑暗中细胞呼吸仍消耗有机物，故全天没有有机物积累；且每天光照时长大于 12 小时，植株不能开花

（3）耐低氧、耐受酒精毒害

▌考查目标　本题以水稻种子的萌发与繁育为情境，综合考查种子萌发的条件、光合作用与细胞呼吸的关系（光补偿点）、光周期对植物开花的调控、无氧呼吸及其产物等知识，考查学生提取题干关键信息、进行因果推理与规范表达的能力。

▌试题分析　第（1）题。种子萌发形成幼苗所需的能量主要来自胚乳中储存的有机物，此阶段对光照强度的依赖不强；且光照有利于叶片叶绿素的形成。故在光照强度仅为 2 μmol/（s·m²）时，种子仍能萌发并成苗。

第（2）题。光照强度 10 μmol/（s·m²）恰为该品种的光补偿点，即白天光合作用固定的 CO_2 量与呼吸释放量相等，白天没有有机物的积累，而夜间细胞呼吸仍消耗有机物，一昼夜净积累为负；同时该品种需日照短于 12 小时才能开花，而实验中每天光照 14 小时，植株不能开花。故不能繁育出新的种子。

第（3）题。灌水覆盖后土壤中氧气不足，种子主要进行无氧呼吸供能，其产物酒精会对细胞产生毒害，故用于稻田直播的品种应具备耐低氧、耐受酒精毒害的特性。

▌试题亮点　本题以“沙床育苗—秧苗栽植—稻田直播”的完整生产链条为线索，把种子萌发、光补偿点、光周期、无氧呼吸四个知识点串接在同一情境之中。第（1）题考查“萌发所需能量来自胚乳”这一初高中衔接的知识；第（2）题要求考生同时抓住“净光合为零”与“日照时长大于 12 小时”两个判据，指向生产中“能不能留种”的真问题，突出对信息提取与多点论证能力的考查。

▌SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：第（1）（2）题须把“光照强度—光合与呼吸的相对大小—有机物的净积累—光周期与开花”联结成一条因果链，第（3）题须把“灌水—缺氧—无氧呼吸—酒精毒害”联系起来，属于跨知识点的关联推理。

18　当内外环境变化使体温波动时，皮肤及机体内部的温度感受器将信息传入体温调节中枢，通过产热和散热反应，维持体温相对稳定。回答下列问题：

（1）炎热环境下，机体通过体温调节增加散热。写出皮肤增加散热的两种方式_____。

（2）机体产热和散热达到平衡时的温度即体温调定点，生理状态下人体调定点为 37℃。病原体感染后，机体体温升高并稳定在 38.5℃时，与正常状态相比，调定点_____（填“上移”“下移”或“不变”），机体产热_____。

（3）若下丘脑体温调节中枢损毁，机体体温不能维持稳定。已知药物 A 作用于下丘脑

体温调节中枢调控体温。现获得 A 的结构类似物 M，为探究 M 是否也具有解热作用并通过影响下丘脑体温调节中枢调控体温，将 A、M 分别用生理盐水溶解后，用发热家兔模型进行了以下实验，请完善实验方案并写出实验结论。

分组	处理方式	结果
甲	发热家兔模型+生理盐水	发热
乙	发热家兔模型+A 溶液	退热
丙	发热家兔模型+M 溶液	退热
丁	①_____	发热

②由甲、乙、丙三组实验结果，得出结论_____。

③由甲、乙、丙、丁四组实验结果，得出结论_____。

参考答案　**（1）汗液的蒸发、皮肤中毛细血管舒张**

（2）上移　增加

（3）①损毁下丘脑的发热家兔模型+M 溶液　②M 与药物 A 一样也具有解热作用　③M 与药物 A 一样具有解热作用，并通过影响下丘脑体温调节中枢调控体温

▌考查目标　本题以体温调节与解热药物的探究为情境，考查体温调节的过程（产热与散热的途径）、体温调定点的概念、对照实验的设计与结论的规范表述，考查学生的实验设计与科学思维能力。

▌试题分析 第（1）题。炎热环境下，皮肤中的热觉感受器受刺激后将兴奋传至下丘脑体温调节中枢，通过调节使皮肤中毛细血管舒张、血流量增多，汗液分泌增多、蒸发加快，散热增加。

第（2）题。体温调定点是产热与散热达到平衡时的温度。病原体感染后体温稳定在 38.5℃，说明调定点上移；此时体温维持在新的调定点上，产热量与散热量仍然相等，但因体温高于正常值，二者的绝对量均增加。

第（3）题。①依据单一变量原则，丁组应与丙组形成对照，只改变“下丘脑是否完整”这一变量，故处理为“损毁下丘脑的发热家兔模型+M 溶液”。②甲组为空白对照（发热），乙组（A 溶液）、丙组（M 溶液）均退热，说明 M 与药物 A 一样具有解热作用。③丁组损毁下丘脑后再注射 M 溶液仍发热，说明 M 的解热作用依赖于下丘脑体温调节中枢的完整性，故由四组结果可得：M 与药物 A 一样具有解热作用，且通过影响下丘脑体温调节中枢调控体温。

▌试题亮点　本题以“药物 A 的结构类似物 M 是否解热、是否通过下丘脑起作用”为探究任务，实验设计呈“空白对照—阳性对照—实验组—条件缺失组”的完整梯度。第（3）题的难点不在于结果判断，而在于按“单一变量”补全丁组的处理，并按“由三组到四组”的逻辑层次递进书写结论，对实验结论的规范表述提出了较高要求。

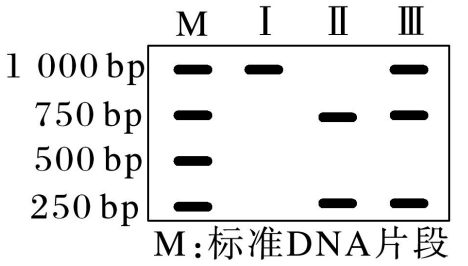
SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：第（2）题须把“调定点—产热量—散热量”三者联系起来判断，第（3）题须在“实验目的—变量控制—组间对照—结论层次”的框架中整体设计并分层归纳，属于多要素的关联推理。

19 中国是传统的水稻种植大国，有一半以上人口以稻米为主食。在培育水稻优良品种的过程中，发现某野生型水稻叶片绿色由基因 C 控制。回答下列问题：

（1）突变型 1 叶片为黄色，由基因 C 突变为 C1 所致，基因 C1 纯合幼苗期致死。突变型 1 连续自交 3 代，F_3成年植株中黄色叶植株占_____。

（2）测序结果表明，突变基因 C1 转录产物编码序列第 727 位碱基改变，由 5′-GAGAG-3′变为 5′-GACAG-3′，导致第_____位氨基酸突变为_____，从基因控制性状的角度解释突变体叶片变黄的机理_____。（部分密码子及对应氨基酸：GAG 谷氨酸；AGA 精氨酸；GAC 天冬氨酸；ACA 苏氨酸；CAG 谷氨酰胺）

（3）由 C 突变为 C1 产生了一个限制酶酶切位点。从突变型 1 叶片细胞中获取控制叶片颜色的基因片段，用限制酶处理后进行电泳（电泳条带表示特定长度的 DNA 片段），其结果为图中的_____（填“Ⅰ”“Ⅱ”或“Ⅲ”）。



（4）突变型 2 叶片为黄色，由基因 C 的另一突变基因 C2 所致。用突变型 2 与突变型 1 杂交，子代中黄色叶植株与绿色叶植株各占 50%。能否确定 C2 是显性突变还是隐性突变？_____（填“能”或“否”），用文字说明理由_____。

参考答案　（1）2/9

（2）243；谷氨酰胺；基因突变影响与色素形成有关酶的合成，导致叶片变黄

（3）Ⅲ

（4）能；若 C2 是隐性突变，则突变型 2 为纯合子（C2C2），与突变型 1（CC1）杂交，子代 CC2 表现为绿色、C1C2 表现为黄色，黄色叶与绿色叶各占 50%，与题意相符；若 C2 是显性突变，则突变型 2 为 C2C，与突变型 1（CC1）杂交，子代中黄色叶∶绿色叶=3∶1，与题意不符

考查目标　本题以水稻叶色突变体的遗传分析为情境，综合考查基因的分离定律与连续自交的概率计算、基因突变与密码子·氨基酸的对应、基因控制性状的途径、限制酶酶切与电泳结果的分析、显隐性突变的判断等知识，考查学生的遗传推理与实验探究能力。

试题分析 第（1）题。C1 纯合幼苗期致死，说明突变型 1 为杂合子（CC1）且黄色为显性。杂合子连续自交并逐代淘汰致死个体（C1C1），第 n 代中杂合子所占比例为 $2/(2^n+1)$；n=3 时为 2/9，即 F_3 成年植株中黄色叶（CC1）占 2/9。

第（2）题。编码序列的第 727 位碱基为第 243 个密码子的第 1 个碱基（727=242×3+1）。碱基替换后，该位点对应的密码子由 GAG（谷氨酸）变为 CAG（谷氨酰胺），故第 243 位氨基酸由谷氨酸突变为谷氨酰胺。叶片变黄与叶绿体中色素的含量变化有关，而色素不是蛋白质，故其机理是：基因突变影响了与色素形成有关酶的合成，通过控制酶的合成来控制代谢过程，进而控制性状。

第（3）题。突变型 1 为杂合子（CC1），限制酶切位点是 C 突变为 C1 后才产生的，即 C1 能被切开而 C 不能。杂合体的两个基因片段中只有一个能被切开，酶切后应出现三条带（未切开的 C 片段、切开后的两个片段），故结果为Ⅲ。

第（4）题。能确定。若 C2 为隐性突变，则突变型 2 为纯合子（C2C2，黄色），与突变型 1（CC1，黄色）杂交，子代为 CC2（绿色）与 C1C2（黄色），黄色∶绿色=1∶1，与题意相符；若 C2 为显性突变，则突变型 2 为 C2C，与 CC1 杂交，子代为 C2C、C2C1（黄色）与 CC、CC1（绿色），黄色∶绿色=3∶1，与题意不符。故 C2 为隐性突变，三个基因的显隐性关系为 C1＞C＞C2。

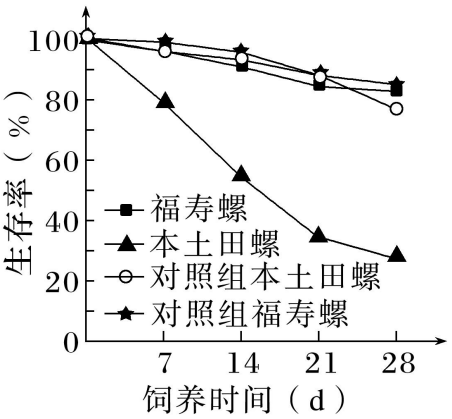
试题亮点 本题以水稻叶色突变为素材，把遗传规律的概率计算、分子水平的“碱基—密码子—氨基酸”转换、电泳图谱的判读与假说—演绎的推理熔于一炉。第（1）题需识别“显性纯合致死”条件下的连续自交模型；第（3）题需由“突变产生酶切位点”推知杂合体酶切后出现三条带；第（4）题则要求把“能否确定”转化为对两种假说的逐一检验并规范表述，是全卷综合性与思维要求最高的题目之一。

SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（4）题要求考生把新情境（复等位基因、显隐性未知）抽象为可检验的假说模型，并自行设计演绎路径、比较预期结果与实验结果；第（1）（3）题也须在陌生情境中迁移数学概率模型与电泳原理，思维层次明显高于一般关联结构。

20 入侵生物福寿螺适应能力强、种群繁殖速度快。为研究福寿螺与本土田螺的种间关系及福寿螺对水质的影响，开展了以下实验：

实验一：在饲养盒中间放置多孔挡板，不允许螺通过，将两种螺分别置于挡板两侧饲养；单独饲养为对照组。结果如图所示。

实验二：在饲养盒中，以新鲜菜叶喂养福寿螺，每天清理菜叶残渣；以清洁自来水为对照组。结果如表所示。



养殖天数（d）	浑浊度（FTU）		总氮（mg/L）		总磷（mg/L）	
	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组
1	10.81	0.58	14.72	7.73	0.44	0.01
3	15.54	0.31	33.16	8.37	1.27	0.01
5	23.12	1.04	72.78	9.04	2.38	0.02
7	34.44	0.46	74.02	9.35	4.12	0.01

注：水体浑浊度高表示其杂质含量高。

回答下列问题：

（1）野外调查本土田螺的种群密度，通常采用的调查方法是_____。

（2）由实验一结果可知，两种螺的种间关系为_____。

（3）由实验二结果可知，福寿螺对水体的影响结果表现为_____。

（4）结合实验一和实验二的结果，下列分析正确的是_____（填序号）。

①福寿螺的入侵会降低本土物种丰富度　②福寿螺对富营养化水体耐受能力低

③福寿螺比本土田螺对环境的适应能力更强　④种群数量达到 K/2 时，是防治福寿螺的最佳时期

（5）福寿螺入侵所带来的危害警示我们，引种时要注意_____（答出两点即可）。

参考答案　**（1）样方法**

（2）竞争

（3）水体富营养化，水质被污染

（4）①③

（5）物种对当地环境的适应性、有无敌害及是否对其他物种形成敌害（并建立外来物种引进的风险评估与跟踪监测机制）

考查目标　本题以福寿螺入侵的探究实验为情境，考查种群密度的调查方法、种间关系的判断、水体富营养化、生物多样性的保护与外来物种的引种决策等知识，考查学生的

图表分析、实验推理与生态决策能力，落实社会责任。

试题分析 第（1）题。本土田螺活动能力弱、活动范围小，调查其种群密度通常采用样方法。

第（2）题。由实验一可知，单独培养时本土田螺与福寿螺的生存率无明显差异；混合培养时本土田螺的生存率明显下降，而福寿螺的生存率基本不变，说明二者争夺共同资源，为竞争关系。

第（3）题。由实验二可知，随养殖天数增加，实验组水体的浑浊度、总氮和总磷含量均显著高于对照组，说明福寿螺的活动使水体富营养化、水质被污染。

第（4）题。福寿螺在竞争中占优势，会使本土田螺等物种数量减少，降低物种丰富度，①正确；福寿螺能适应并加剧水体富营养化，说明其对富营养化水体的耐受能力较强，②错误；由实验一、二可知福寿螺的适应能力比本土田螺强，③正确；防治应在种群数量达到 K/2 之前进行，④错误。故选①③。

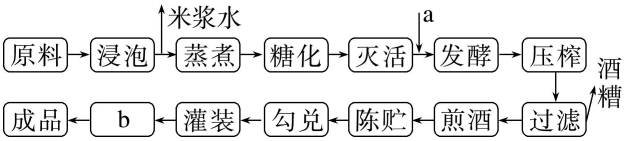
第（5）题。引种前应评估该物种对当地环境的适应性、有无敌害及是否对其他物种形成敌害，并建立风险评估、跟踪监测与综合治理机制。

试题亮点 本题以“实验一（种间关系）—实验二（对水质的影响）—决策（引种警示）”的三段式结构展开，把生态学实验与真实的环境治理决策连接起来。第（4）题以四个判断句考查“竞争优势—物种丰富度—耐受能力—防治时机”的辨析，第（5）题为开放性作答，引导考生从数据走向决策，体现科学思维与社会责任的融合。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：第（2）（3）题须把实验设计与结果数据关联，第（4）题须把两项实验的结论与物种丰富度、环境适应性、防治时机等生态学原理整合起来综合判断，第（5）题则须由具体结论抽象出引种的一般原则，属多要素关联。

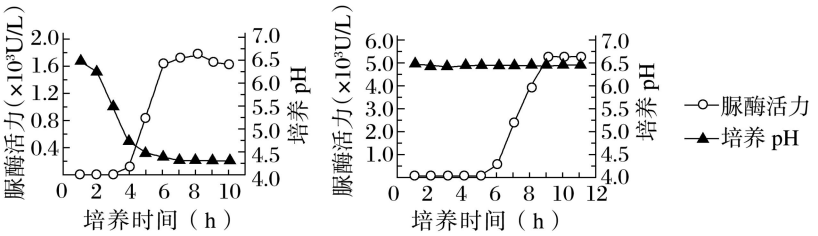
21 黄酒源于中国，与啤酒、葡萄酒并称世界三大发酵酒。发酵酒的酿造过程中除了产生乙醇外，也产生不利于人体健康的氨基甲酸乙酯（EC）。EC 主要由尿素与乙醇反应形成，各国对酒中的 EC 含量有严格的限量标准。回答下列问题：

（1）某黄酒酿制工艺流程如图所示，图中加入的菌种 a 是_____，工艺 b 是_____（填“消毒”或“灭菌”），采用工艺 b 的目的是_____。



（2）以尿素为唯一氮源的培养基中加入_____指示剂，根据颜色变化，可以初步鉴定分解尿素的细菌。尿素分解菌产生的脲酶可用于降解黄酒中的尿素，脲酶固定化后稳定性和利用效率提高，固定化方法有_____（答出两种即可）。

（3）研究人员利用脲酶基因构建基因工程菌 L，在不同条件下分批发酵生产脲酶，结果如图所示。推测_____是决定工程菌 L 高脲酶活力的关键因素，理由是_____。



（4）某公司开发了一种新的黄酒产品，发现 EC 含量超标。简要写出利用微生物降低该黄酒中 EC 含量的思路_____。

参考答案 **（1）酵母菌；灭菌；杀死黄酒中全部微生物（包括芽孢和孢子），防止成品酒变酸或腐败变质**

（2）酚红；化学结合法、物理吸附法

（3）pH；两图中脲酶活力随时间变化的曲线基本一致，说明培养时间不是决定因素；而维持 pH 为 6.5 时酶活力始终高于 pH 由 6.5 降为 4.5 时，说明 pH 为 6.5 有利于酶结构的稳定

（4）方案一：配制选择培养基筛选出能产生 EC 降解酶的细菌，分离纯化得到 EC 降解酶，固定化后加入该黄酒中；方案二：配制选择培养基筛选出能产生脲酶的细菌，分离纯化得到脲酶，固定化后在黄酒发酵环节加入，以降解尿素、减少 EC 的生成

考查目标 本题以黄酒酿制与氨基甲酸乙酯（EC）的控制为情境，考查传统发酵技术、微生物的实验室培养与分离、酶的固定化、发酵条件的优化以及利用微生物解决生产问题的思路，考查学生的实验探究与工程思维，落实社会责任。

试题分析 第（1）题。黄酒酿造利用酵母菌的无氧呼吸产生酒精，故菌种 a 为酵母菌。成品黄酒需灌坛长期贮存，为防止残留微生物在贮存期间繁殖而使酒变酸或腐败，工艺 b 应选择灭菌——杀灭酒中全部微生物（包括芽孢和孢子）。

第（2）题。分解尿素的细菌能产生脲酶，将尿素分解为氨，使培养基的 pH 升高，故在以尿素为唯一氮源的培养基中加入酚红指示剂，可依据颜色变化初步鉴定该类细菌。固定化酶常用化学结合法和物理吸附法。

第（3）题。比较两图可知，不同 pH 条件下脲酶活力随时间变化的趋势基本一致，说明培养时间不是决定因素；而维持 pH 为 6.5 时，酶活力始终高于 pH 由 6.5 降为 4.5 时的酶活力，说明 pH 影响酶的空间结构与稳定性，故 pH 是决定工程菌 L 高脲酶活力的关键因素。

第（4）题。EC 由尿素与乙醇反应生成，可从“降解 EC”与“减少尿素”两条路径设计：一是筛选产生 EC 降解酶的菌株，分离纯化该酶并固定化后加入黄酒中；二是筛选产生

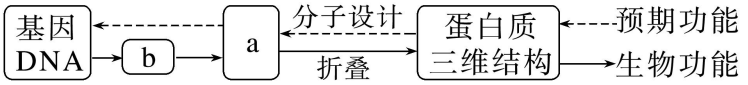
脲酶的菌株，将纯化后的脲酶固定化并在发酵环节加入，从源头减少尿素的积累，从而降低 EC 含量。

试题亮点　本题以黄酒这一地域特色产品为载体，把发酵工程、微生物培养、酶工程三个模块串联起来，末问指向真实的食品安全问题。第（1）题中“消毒”与“灭菌”的选择须结合“长期贮存”的工艺要求判断；第（3）题要求考生跳出单条曲线的变化趋势，通过两图比较发现“pH”这一变量；第（4）题为开放性设计，考查学生将所学技术迁移到新问题上的能力。

SOLO 分类　层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（3）题须在两组曲线的比较中自主确认变量、排除干扰因素并作出因果判断，第（4）题要求考生依据“EC 的生成途径”自行设计两条技术路线，属于超越情境的抽象概括与迁移创新。

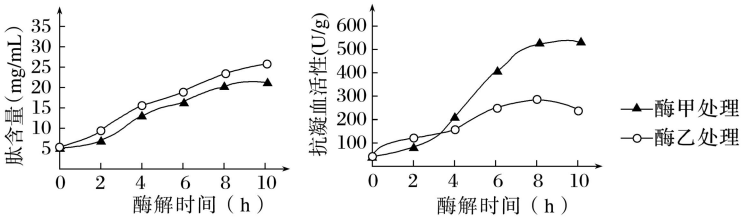
22　水蛭是我国的传统中药材，主要药理成分水蛭素为水蛭蛋白中重要成分之一，具有良好的抗凝血作用。拟通过蛋白质工程改造水蛭素结构，提高其抗凝血活性。回答下列问题：

（1）蛋白质工程流程如图所示，物质 a 是_____，物质 b 是_____。在生产过程中，物质 b 可能不同，合成的蛋白质空间构象却相同，原因是_____。



（2）蛋白质工程是基因工程的延伸，基因工程中获取目的基因的常用方法有_____、_____和利用 PCR 技术扩增。PCR 技术遵循的基本原理是_____。

（3）将提取的水蛭蛋白经甲、乙两种蛋白酶水解后，分析水解产物中的肽含量及其抗凝血活性，结果如图所示。推测两种处理后酶解产物的抗凝血活性差异主要与肽的_____（填“种类”或“含量”）有关，导致其活性不同的原因是_____。



（4）若要比较蛋白质工程改造后的水蛭素、上述水蛭蛋白酶解产物和天然水蛭素的抗凝血活性差异，简要写出实验设计思路_____。

参考答案　**（1）氨基酸序列（多肽链）；mRNA；密码子的简并性（一种氨基酸可能由几个密码子编码）**

（2）从基因文库中获取目的基因；通过 DNA 合成仪用化学方法直接人工合成；DNA 双链

复制

（3）种类；两种酶的作用部位不同、酶解时间不同，使水蛭蛋白的空间结构受到不同程度的破坏，产生的多肽种类不同

（4）取 3 支试管，分别加入等量的蛋白质工程改造后的水蛭素、上述水蛭蛋白酶解产物和天然水蛭素；用注射器取同一种动物（如家兔）的血液，立即将等量血液分别加入 3 支试管中，静置相同时间，比较三支试管中血液凝固所需的时间

▌考查目标 本题以水蛭素的蛋白质工程改造为情境，考查蛋白质工程的流程、基因工程获取目的基因的方法、PCR 的原理、蛋白质结构与功能的关系以及实验设计思路的书写，考查学生的工程思维与实验探究能力。

▌试题分析 第（1）题。蛋白质工程的基本流程为：预期蛋白质功能→设计预期蛋白质结构→推测氨基酸序列→找到并改造相应基因（或人工合成基因）。据图，物质 a 为氨基酸序列（多肽链），物质 b 为 mRNA。由于密码子的简并性（一种氨基酸可能由几个密码子编码），不同的 mRNA 可以翻译出空间构象相同的蛋白质。

第（2）题。基因工程中获取目的基因的常用方法有：从基因文库中获取、通过 DNA 合成仪用化学方法直接人工合成、利用 PCR 技术扩增。PCR 技术遵循的基本原理是 DNA 双链复制。

第（3）题。由图可知，随酶解时间延长，两种酶解产物中肽的含量均上升且差别不大，而抗凝血活性差异明显（酶甲处理后活性较高并趋于稳定，酶乙处理后先升后降），故活性差异主要与肽的种类有关。其原因是两种酶的作用部位与酶解时间不同，使水蛭蛋白的空间结构受到不同程度的破坏，产生的多肽种类不同。

第（4）题。实验设计思路：取 3 支试管，分别加入等量的蛋白质工程改造后的水蛭素、上述水蛭蛋白酶解产物和天然水蛭素；用注射器取同一种动物（如家兔）的血液，立即将等量血液分别加入 3 支试管中，静置相同时间，比较三支试管中血液凝固所需的时间。

▌试题亮点 本题以水蛭素的改造为主线，把蛋白质工程的流程、获取目的基因的方法、结构与功能的关系、实验设计思路的规范书写整合为一体。第（1）题要求考生沿“功能—结构—氨基酸序列—基因”的逆向流程填出 a、b；第（3）题通过“肽含量相近而活性不同”的对比，引导考生从“量”转向“质”的思考；第（4）题则考查“用什么—做什么—看什么”的实验思路书写框架。

▌SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（1）题须把握蛋白质工程“由功能逆推基因”的整体设计思想，第（3）题须在两个自变量（酶的种类、酶解时间）与两类因变量（肽含量、抗凝血活性）之间自主辨析，第（4）题需自选材料、自定观测指标并组织成可操作的方案，属抽象概括与迁移创新。

三、教学与复习备考建议

1. 夯实主干概念，警惕“绝对化”与“想当然”

本卷不少题目（第 1、2、5、8、10、13 题）的失分点并不在知识本身，而在概念的精确度：“能量传递效率”与“能量利用率”、“光合色素分布于类囊体薄膜”与“叶绿体内膜”、“细胞内溶液的总浓度”与“细胞内 NaCl 浓度”，凡此种种，都要求学生作“条件—范围—例外”的三维梳理。教学中还应对“必然”“一定”“只”“都”等绝对化表述保持警觉，训练学生先找限定条件、再下判断的习惯。

2. 强化图表信息的提取与转换训练

第 3、6、9、10、11、16、19、20、21、22 题均须依托图示作答。复习中应有意识地开展“文字—图表—模型”的转换训练，让学生养成“先读图注、再读坐标与单位、后找趋势与拐点、最后回扣设问”的读图习惯，并学会用简洁规范的学科语言表述由数据得出的结论。

3. 重视实验设计与结论表述的规范训练

第 16、18、20、21、22 题集中考查实验探究。教学中应围绕“实验目的—自变量—因变量—无关变量—对照组—结论”的框架反复训练：补全实验方案时紧扣单一变量原则（如第 18 题丁组的设置），书写结论时区分“由哪几组结果可得出哪一层结论”（如第 18 题②③的分层表述），设计思路时按“用什么—做什么—看什么”的顺序落笔（如第 22 题第（4）问）。

4. 加强遗传推理与分子机制的贯通

第 9、15、19 题把遗传规律、连锁与交换、染色体变异、基因突变与中心法则高度整合。复习中应加强“分离定律与自由组合定律的变式”“连续自交与淘汰模型”“碱基—密码子—氨基酸的转换”“电泳图谱的判读”等专题训练，并引导学生理解“显性纯合致死”“复等位基因”“突变产生酶切位点”等拓展性情境的分析路径。

5. 关注生产实践与科研情境，回归教材落点

本卷大量试题取材于生产与科研实际（稻—蟹共作、稻田直播、黄酒酿制、福寿螺入侵、水蛭素改造），但考查的落点仍是教材主干。教学中可适度引入真实素材以激发兴趣，同时训练学生“透过情境看概念”，把陌生情境迅速还原为熟悉模型，避免因情境陌生而失分。

6. 依据 SOLO 层次组织分层训练

可参照本分析的层次判定，按“多点结构—关联结构—拓展抽象结构”设计分层作业：基础层侧重主干概念的辨析，提高层侧重图表推理与多要素整合，拔尖层侧重实验方案设计与结论的规范表述，实现精准训练、因材施教。

第三章

2023 年湖南卷生物学试题分析

长沙市东雅中学生物工作室团队

本章要目

- 一、试卷总体分析
- 二、试题精解
- 三、教学与复习备考建议

2023

一、试卷总体分析

（一）试卷结构与分值分布

本卷满分 100 分，考试时间 75 分钟，分为选择题与非选择题两部分，共 21 小题。其中单项选择题 12 小题共 24 分，多项选择题 4 小题共 16 分，非选择题 5 小题共 60 分。具体结构如下：

部分	题型	题号	题量	分值	小计
一	单项选择题	第 1~12 题	12	每小题 2 分	24 分
二	多项选择题	第 13~16 题	4	每小题 4 分	16 分
三	非选择题	第 17~21 题	5	第 17~19 题各 12 分，第 20 题 11 分，第 21 题 13 分	60 分
合计	—	第 1~21 题	21	—	100 分

注：多项选择题全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错得 0 分。

（二）考点分布（双向细目表）

题号	题型	分值	模块	主要考点	核心素养	SOLO 层次
1	单选	2	分子与细胞	组成细胞的元素与化合物；脱水缩合；基因的选择性表达；脂肪的功能	生命观念	多点结构
2	单选	2	分子与细胞	细胞骨架；核仁与核糖体；线粒体的功能；内质网	生命观念	多点结构
3	单选	2	遗传与进化	基因通过控制酶的合成控制性状；酶活性与代谢；基因频率的人群差异	生命观念、社会责任	关联结构
4	单选	2	生物与环境	信息传递的类型；协同进化；原始合作与互利共生；物种丰富度	生命观念、科学思维	多点结构
5	单选	2	生物技术与工程	食品保存的原理；渗透作用；温度对酶和细胞的影响	科学思维、社会责任	多点结构
6	单选	2	稳态与调节	血钙的激素调节；负反馈；破骨细胞与成骨细胞	生命观念、科学思维	关联结构
7	单选	2	分子与细胞	细胞衰老与凋亡；基因表达的调控；siRNA；柱状图分析	科学探究、科学思维	关联结构
8	单选	2	分子与细胞	蛋白质磷酸化；H_2O_2 的跨膜转运；膜蛋白的功能；基因工程育种	科学思维、社会责任	关联结构
9	单选	2	遗传与进化	伴 X 显性遗传；减数分裂异常；基因突变；染色体变异	科学思维	关联结构
10	单选	2	稳态与调节	激素与神经递质；受体的分布；信号分子的协同	生命观念	多点结构
11	单选	2	稳态与调节	免疫防御；记忆细胞与浆细胞；抗原与抗体；厌氧菌	生命观念、社会责任	关联结构

题号	题型	分值	模块	主要考点	核心素养	SOLO 层次
12	单选	2	遗传与进化	转录与翻译；启动子的功能；非编码 RNA；基因表达调控	科学思维	关联结构
13	多选	4	生物与环境	生态系统的稳定性；生态工程的基本原理；生态足迹与生态承载力	社会责任、生命观念	多点结构
14	多选	4	分子与细胞	主动运输；H^+泵与 NHX 载体；渗透压；实验数据图分析	科学探究、科学思维	关联结构
15	多选	4	遗传与进化	同源染色体的交换；基因的连锁与定位；减数分裂	科学思维、科学探究	关联结构
16	多选	4	稳态与调节	脱落酸与乙烯；基因表达；正负反馈；曲线图分析	科学思维、科学探究	关联结构
17	非选择	12	分子与细胞	光反应与暗反应；C_4途径；酶与 K_m；光呼吸；光合产物的运输	生命观念、科学思维	关联结构
18	非选择	12	稳态与调节	突触传递；正反馈；Ca^{2+}与钙调蛋白；实验数据分析	科学探究、科学思维	拓展抽象
19	非选择	12	遗传与进化、生物技术与工程	常染色体隐性遗传；概率计算；PCR 引物设计；限制酶酶切与片段长度	科学思维、科学探究	拓展抽象
20	非选择	11	生物与环境	种群密度的调查；年龄结构；郁闭度与生态位；种群数量的制约因素；保护措施	生命观念、社会责任	关联结构
21	非选择	13	生物技术与工程	微生物的营养与筛选；抑菌实验；基因工程菌的稳定性；动物细胞培养；实验设计	科学探究、社会责任	拓展抽象

注：必修 1《分子与细胞》24 分，必修 2《遗传与进化》22 分，选择性必修 1《稳态与调节》22 分，选择性必修 2《生物与环境》17 分，选择性必修 3《生物技术与工程》15 分，五个模块覆盖全面、比例均衡。

（三）命题特点

1. 情境真实多样，凸显学科育人价值

全卷情境取材广泛：有帝企鹅孵蛋、油菜花与蜂蝶、食品保存等生活与自然情境，有酗酒与头孢类药物、破伤风防治、遗传病基因检测等健康与医学情境，有盐碱地改良、玉米 C_4 光合、盐胁迫下 Na^+区隔化等农业生产情境，也有“山水林田湖草沙一体化保护”、云南红豆杉保护、根际促生菌与耐药菌感染模型等生态文明与生物技术前沿情境，引导学生在真实问题中运用知识作出解释与判断。

2. 图文信息密集，突出关键能力考查

第 6、7、8、12、14、16、17、18、19、20、21 题均配有示意图、曲线图、柱状图、系谱图或表格，第 15、21 题以数据表格呈现测序与抑菌结果。学生须完成“文字—图表—生物学模型”的多重转换，考查信息获取、图文转换与逻辑推理能力，明显降低了对机械记

忆的依赖。

3. 强化实验探究，重视证据与推理

第 7、8 题以干扰实验、突变体实验的结果图为证据，要求由数据反推基因功能；第 14、16 题要求比较不同处理组的差异并排除干扰因素；第 18 题以四种突变小鼠的活性与 LTP 表现推断磷酸化位点的作用；第 21 题要求选择材料完成感染模型的疗效评价。实验探究由“背步骤”转向“用证据说话”。

4. 概念辨析精细，规避绝对化与想当然

第 9 题 B 项以“减数分裂Ⅱ性染色体未分离”设置思维陷阱，第 10 题 D 项把“受体”暗换为“细胞膜上的受体”，第 13 题 D 项以“仅运用自生原理”作绝对化表述，第 16 题 B 项以“同时”偷换“必需”，第 5 题 C 项以“温度越低越好”违背常识。这些选项均指向概念的适用条件与限定语，考查批判性思维。

5. 难度梯度合理，区分度良好

选择题以主干概念的准确辨析为主，起点不高、落点精准；多项选择题与光合、遗传定位、植物激素调节、种群生态、微生物与基因工程等非选择题综合性强，第 14、15、16、18、19、21 题对中高分段考生具有较好的区分作用。

（四）SOLO 分类视角下的试题思维层次分布

SOLO 分类理论依据学生作答时思维结构的复杂程度，将学习结果分为五个水平：前结构（答非所问或缺乏相关理解）、单点结构（凭单一信息点作答）、多点结构（运用多个孤立信息点但未整合）、关联结构（把多个信息点整合为有机整体）、拓展抽象结构（超越情境进行抽象概括、迁移创新）。据此对全卷 21 题逐题判定，结果如下：

SOLO 层次	主要思维特征	题号	题量	分值	占比
前结构层次	缺乏对试题情境的正确理解	无	0	0 分	0%
单点结构层次	仅凭单一信息点即可作答	无	0	0 分	0%
多点结构层次	需辨认多个相互独立的信息点	1、2、4、5、10、13	6	14 分	14%
关联结构层次	需把多个信息点整合为有机整体	3、6、7、8、9、11、12、14、15、16、17、20	12	49 分	49%
拓展抽象结构层次	需抽象概括、迁移创新（实验设计与综合推理）	18、19、21	3	37 分	37%
合计	—	第 1~21 题	21	100 分	100%

统计表明：本卷没有前结构层次试题，也没有仅凭单一信息点即可作答的单点结构试题，说明全卷起点并不低；多点结构层次 6 题共 14 分，集中在选择题，考查主干概念的准确辨析；关联结构层次 12 题共 49 分，占比接近一半，要求学生把图表信息与多个模块的

知识整合为完整的因果链；拓展抽象结构层次 3 题共 37 分，即第 18、19、21 题，要求学生在陌生情境中设计思路、抽象概括并迁移创新。全卷思维层次重心明显上移，高阶思维试题合计占 86%，这是本卷具有良好区分度的根本原因，也提示复习教学必须从“知识点覆盖”走向“结构化建构”。

二、试题精解

1 南极雌帝企鹅产蛋后，由雄帝企鹅负责孵蛋，孵蛋期间不进食。下列叙述错误的是（　　）

A. 帝企鹅蛋的卵清蛋白中 N 元素的质量分数高于 C 元素

B. 帝企鹅的核酸、多糖和蛋白质合成过程中都有水的产生

C. 帝企鹅蛋孵化过程中有 mRNA 和蛋白质种类的变化

D. 雄帝企鹅孵蛋期间主要靠消耗体内脂肪以供能

参考答案　A

考查目标　本题以帝企鹅的繁殖行为为情境，考查组成细胞的元素与化合物、脱水缩合、基因的选择性表达及脂肪的供能作用，落实“物质与能量观”。

试题分析　选项 A。蛋白质中 C 元素的质量分数约为 50%~55%，N 元素约为 13%~19%，故卵清蛋白中 N 的质量分数低于 C，A 叙述错误。

选项 B。核酸、多糖、蛋白质的合成都经脱水缩合，均产生水，B 叙述正确。

选项 C。孵化过程中细胞不断分裂、分化，基因选择性表达，mRNA 和蛋白质种类均发生变化，C 叙述正确。

选项 D。脂肪是良好的储能物质，雄帝企鹅长期不进食，主要靠消耗脂肪供能，D 叙述正确。

综上，答案选 A。

试题亮点　以真实繁殖行为串联“元素—化合物—代谢—供能”主线，四项彼此独立而落点精准，体现“无情境不命题”的取向。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应元素质量分数、脱水缩合、基因的选择性表达、脂肪的功能，学生逐点回忆比对即可作答，尚无需建立联系。

2 关于细胞结构与功能，下列叙述错误的是（　　）

A. 细胞骨架被破坏，将影响细胞运动、分裂和分化等生命活动

B. 核仁含有 DNA、RNA 和蛋白质等组分，与核糖体的形成有关

C. 线粒体内膜含有丰富的酶，是有氧呼吸生成 CO_2 的场所

D. 内质网是一种膜性管道系统，是蛋白质的合成、加工场所和运输通道

参考答案 C

考查目标 本题以结构与功能相适应为立意，考查细胞骨架、核仁、线粒体、内质网的结构与功能，落实“结构与功能观”。

试题分析 选项 A。细胞骨架与细胞运动、分裂、分化及物质运输、信息传递密切相关，被破坏后将影响这些活动，A 叙述正确。

选项 B。核仁含有 DNA、RNA 和蛋白质，与 rRNA 的合成及核糖体的形成有关，B 叙述正确。

选项 C。有氧呼吸第二阶段才生成 CO_2，场所是线粒体基质；线粒体内膜是第三阶段[H]与 O_2 结合生成水的场所，C 叙述错误。

选项 D。内质网是由膜连接而成的网状结构，是蛋白质的合成、加工场所和运输通道，D 叙述正确。

综上，答案选 C。

试题亮点 C 项把“线粒体内膜”“丰富的酶”“生成 CO_2”三个正确片段拼成一个错误命题，典型考查有氧呼吸三阶段的场所，属“基础题里的思维题”。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分别指向细胞骨架、核仁、线粒体、内质网，属并列的点状知识，逐项判断即可。

3 酗酒危害人类健康。乙醇在人体内先转化为乙醛，在乙醛脱氢酶 2（ALDH2）作用下再转化为乙酸，最终转化成 CO_2 和水。头孢类药物能抑制 ALDH2 的活性。ALDH2 基因某突变导致 ALDH2 活性下降或丧失。在高加索人群中该突变的基因频率不足 5%，而东亚人群中高达 30%。下列叙述错误的是（　　）

A. 相对于高加索人群，东亚人群饮酒后面临的风险更高

B. 患者在服用头孢类药物期间应避免摄入含酒精的药物或食物

C. ALDH2 基因突变人群对酒精耐受性下降，表明基因通过蛋白质控制生物性状

D. 饮酒前口服 ALDH2 酶制剂可催化乙醛转化成乙酸，从而预防酒精中毒

参考答案 D

考查目标 本题以酒精代谢与药物相互作用为情境，考查基因控制性状的两条途径、酶的本质与活性、基因频率与人群差异，落实“社会责任”。

试题分析 选项 A。东亚人群中该突变基因频率高达 30%，酶活性下降使乙醛蓄积，

故饮酒风险更高，A 叙述正确。

选项 B。头孢类药物抑制 ALDH2 活性，同样造成乙醛蓄积，故服药期间应避免摄入含酒精的药物或食物，B 叙述正确。

选项 C。突变使酶活性下降，进而影响代谢过程与性状，属“基因通过控制酶的合成来控制代谢过程，进而控制性状”的间接途径，C 叙述正确。

选项 D。ALDH2 的化学本质是蛋白质，口服后会在消化道被蛋白酶水解为氨基酸而失活，无法发挥催化作用，“口服酶制剂”这一途径本身不成立，D 叙述错误。

综上，答案选 D。

试题亮点 把“基因—酶—代谢—性状—基因频率”串成完整逻辑链，D 项以“口服酶制剂”设置生活化陷阱，实考酶的本质与蛋白质的消化。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须将基因突变、酶活性、代谢过程、性状表现及群体基因频率整合为一条因果链，才能判断 A、C；D 项还需跨点联结“酶是蛋白质、口服被消化”。

4 “油菜花开陌野黄，清香扑鼻蜂蝶舞。”菜籽油是主要的食用油之一，秸秆和菜籽饼可作为肥料还田。下列叙述错误的是（　　）

A. 油菜花通过物理、化学信息吸引蜂蝶

B. 蜜蜂、蝴蝶和油菜之间存在协同进化

C. 蜂蝶与油菜的种间关系属于互利共生

D. 秸秆和菜籽饼还田后可提高土壤物种丰富度

参考答案 C

考查目标 本题以油菜田生态系统为情境，考查信息传递、协同进化、种间关系与物种丰富度，落实“生命观念”与“社会责任”。

试题分析 选项 A。花色属物理信息、花香属化学信息，共同吸引蜂蝶传粉，A 叙述正确。

选项 B。蜂蝶取食花蜜、油菜借其传粉，双方在相互影响中不断进化发展，存在协同进化，B 叙述正确。

选项 C。二者相互有利，但并非彼此依赖、分开后不能独立生活（蜂蝶可访其他花、油菜可由其他昆虫传粉），故属原始合作而非互利共生，C 叙述错误。

选项 D。秸秆和菜籽饼为土壤小动物与微生物提供有机物和栖息空间，可提高物种丰富度，D 叙述正确。

综上，答案选 C。

试题亮点　以古诗开篇，把审美体验与生态学概念结合。C 项的区分点在“是否彼此依赖”，一题廓清“原始合作”与“互利共生”的边界。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四项分指信息传递类型、协同进化、种间关系、物种丰富度，逐项判断即可；C 项仅需在两个相近概念间作一次并列比较。

5　食品保存有干制、腌制、低温保存和高温处理等多种方法。下列叙述错误的是（　）

A. 干制降低食品的含水量，使微生物不易生长和繁殖，食品保存时间延长

B. 腌制通过添加食盐、糖等制造高渗环境，从而抑制微生物的生长和繁殖

C. 低温保存可抑制微生物的生命活动，温度越低对食品保存越有利

D. 高温处理可杀死食品中绝大部分微生物，并可破坏食品中的酶类

参考答案　C

考查目标　本题以食品保存方法为情境，考查水分、渗透作用、温度对微生物与酶的影响，考查用原理解释生活现象的能力。

试题分析　选项 A。干制使含水量降低，微生物因缺水而不能正常生长繁殖，A 叙述正确。

选项 B。腌制形成高渗环境，微生物细胞失水而生长受抑制，B 叙述正确。

选项 C。低温可抑制微生物与酶的活性，但并非温度越低越好：过低会使果蔬细胞结冰、膜结构破坏，解冻后易腐烂，一般果蔬宜在零上低温（如 4 ℃左右）保存，C 叙述错误。

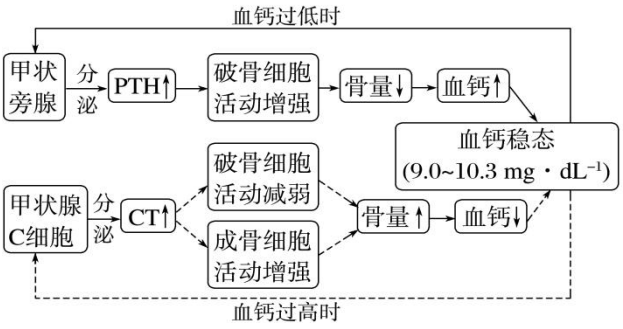
选项 D。高温可杀死绝大部分微生物并使酶变性失活，减少有机物分解，D 叙述正确。

综上，答案选 C。

试题亮点　A、B、D 均可在“细胞中的水”“物质跨膜运输”“酶的特性”中找到依据，C 项以“温度越低越有利”的生活化错觉作陷阱，考查辩证思维。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应干燥、高渗、低温、高温四种保存原理，属并列点状知识；C 项补入“低温冻伤细胞”的常识即可排除。

6 甲状旁腺激素（PTH）和降钙素（CT）可通过调节骨细胞活动以维持血钙稳态，如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A. CT 可促进成骨细胞活动，降低血钙

B. 甲状旁腺功能亢进时，可引起骨质疏松

C. 破骨细胞活动异常增强，将引起 CT 分泌增加

D. 长时间的高血钙可导致甲状旁腺增生

参考答案　D

考查目标　本题以血钙稳态的激素调节为情境，考查 PTH 与 CT 的作用、两类骨细胞的功能及负反馈调节，落实“稳态与平衡观”。

试题分析　选项 A。由图可知，CT 增加使成骨细胞活动增强，骨量增加、血钙下降，A 叙述正确。

选项 B。PTH 促进破骨细胞活动，使骨钙释放入血；功能亢进时 PTH 过多，骨量持续减少，引起骨质疏松，B 叙述正确。

选项 C。破骨细胞活动异常增强使血钙升高，经负反馈作用于甲状腺 C 细胞，使其分泌 CT 增加，C 叙述正确。

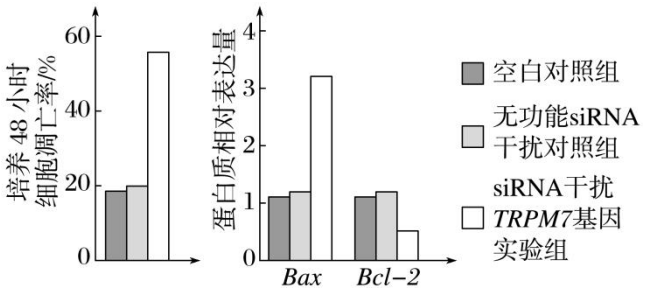
选项 D。长时间高血钙会通过负反馈抑制甲状旁腺的分泌活动，腺体代谢减弱甚至萎缩，不会增生，D 叙述错误。

综上，答案选 D。

试题亮点　以“血钙”把两种拮抗激素、两类骨细胞与负反馈串联起来。D 项反转负反馈方向，考查是否真正理解“结果反过来抑制原因”。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：须读懂 CT 与 PTH 对两类骨细胞的相反作用，再把“血钙变化—激素分泌—负反馈”整合成闭合环路，思维由点状辨认上升为机制联结。

7 基因 Bax 和 Bcl－2 分别促进和抑制细胞凋亡。研究人员利用 siRNA 干扰技术降低 TRPM7 基因表达，研究其对细胞凋亡的影响，结果如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A. 细胞衰老和细胞凋亡都受遗传信息的调控

B. TRPM7 基因可能通过抑制 Bax 基因的表达来抑制细胞凋亡

C. TRPM7 基因可能通过促进 Bcl－2 基因的表达来抑制细胞凋亡

D. 可通过特异性促进癌细胞中 TRPM7 基因的表达来治疗相关癌症

参考答案 D

考查目标 本题以 siRNA 干扰实验为情境，考查细胞衰老与凋亡的调控、基因对性状的控制及实验数据分析，落实“科学探究”与“科学思维”。

试题分析 选项 A。细胞衰老和凋亡都是由基因控制的细胞生命活动，都受遗传信息调控，A 叙述正确。

选项 B。干扰组 TRPM7 表达下降后，Bax 表达升高、凋亡率升高，说明 TRPM7 正常时抑制 Bax 表达从而抑制凋亡，B 叙述正确。

选项 C。干扰组 Bcl－2 表达下降、凋亡率升高，而 Bcl－2 抑制凋亡，说明 TRPM7 正常时促进 Bcl－2 表达从而抑制凋亡，C 叙述正确。

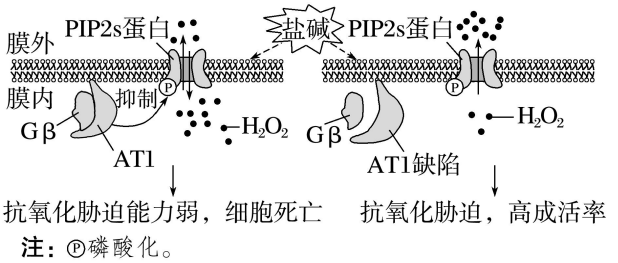
选项 D。既然降低 TRPM7 表达可提高凋亡率，治疗癌症就应抑制而非促进其表达；促进表达会抑制凋亡、助长癌细胞存活，D 叙述错误。

综上，答案选 D。

试题亮点 三幅柱状图构成“干预—分子—表型”的完整证据链，B、C 由表型反推机制，D 把机制转化为治疗策略并反转方向，体现科研思维入题。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把 TRPM7、Bax 与 Bcl－2 的相反变化、凋亡率三者联结成因果链，并结合题干“Bax 促进、Bcl－2 抑制凋亡”的条件推理。

8 盐碱胁迫下植物应激反应产生的 H_2O_2 对细胞有毒害作用。禾本科农作物 AT1 蛋白通过调节细胞膜上 PIP2s 蛋白磷酸化水平，影响 H_2O_2 的跨膜转运，如图所示。下列叙述错误的是（　　）



注：Ⓟ磷酸化。

A. 细胞膜上 PIP2s 蛋白高磷酸化水平是其提高 H_2O_2 外排能力所必需的

B. PIP2s 蛋白磷酸化被抑制，促进 H_2O_2 外排，从而减轻其对细胞的毒害

C. 敲除 AT1 基因或降低其表达可提高禾本科农作物的耐盐碱能力

D. 从特殊物种中发掘逆境胁迫相关基因是改良农作物抗逆性的有效途径

参考答案　B

考查目标　本题以盐碱胁迫下 H_2O_2 的跨膜转运为情境，考查蛋白质磷酸化、膜蛋白功能、跨膜运输及基因工程育种，考查正反向推理能力。

试题分析 选项 A。图中 AT1 缺失时 PIP2s 磷酸化水平高、H_2O_2 外排增强，说明高磷酸化是外排能力提高的必要条件，A 叙述正确。

选项 B。AT1 抑制 PIP2s 磷酸化，磷酸化被抑制时 H_2O_2 外排减少、在细胞内积累而加重毒害，“促进外排、减轻毒害”与图示方向相反，B 叙述错误。

选项 C。敲除 AT1 或降低其表达可解除对 PIP2s 磷酸化的抑制，使外排增强、细胞内 H_2O_2 减少，耐盐碱能力提高，C 叙述正确。

选项 D。从耐盐碱物种中发掘抗逆基因并经基因工程导入栽培品种，是改良抗逆性的有效途径，D 叙述正确。

综上，答案选 B。

试题亮点 以“AT1—PIP2s—H_2O_2”三级关系构机制图，正反两个方向均可设问。B 项强行拼接“抑制磷酸化”与“促进外排”，考查能否坚持依图推理。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：须先厘清 AT1、PIP2s 磷酸化水平与外排三者的正负关系，再迁移到“耐盐碱能力”与“基因工程改良”的判断。

9 某 X 染色体显性遗传病由 SHOX 基因突变所致，某家系中一男性患者与一正常女性婚配后，生育了一个患该病的男孩。究其原因，不可能的是（　　）

A. 父亲的初级精母细胞在减数分裂Ⅰ四分体时期，X 和 Y 染色体片段交换

B. 父亲的次级精母细胞在减数分裂Ⅱ后期，性染色体未分离

C. 母亲的卵细胞形成过程中，SHOX 基因发生了突变

D. 该男孩在胚胎发育早期，有丝分裂时 SHOX 基因发生了突变

参考答案 B

考查目标 本题以伴 X 显性遗传病的异常遗传现象为情境，考查减数分裂过程与异常、染色体片段交换、基因突变，考查逆向推理能力。

试题分析 设致病基因为 A、正常基因为 a。父亲为患者（X^AY），母亲正常（X^aX^a），正常男孩应为 X^aY，不患病。

选项 A。若四分体时期 X 与 Y 染色体片段交换，使 Y 上带有 A 基因，可形成 Y^A 精子，与 X^a 卵结合得到 X^aY^A 的患病男孩，可能。

选项 B。若减Ⅱ后期姐妹染色单体未分离，只形成 X^AX^A 或 YY 的精子：前者与 X^a 卵结合为 $X^AX^aX^a$（性染色体异常且为女孩），后者结合为 X^aYY（男孩但不含 A、不患病），故不可能得到该男孩。

选项 C。若卵细胞形成时 SHOX 基因突变为 A，可形成 X^A 的卵，与 Y 精子结合得到 X^AY 的患病男孩，可能。

选项 D。若胚胎发育早期有丝分裂时发生该突变，部分细胞含 A 基因，也可表现患病，可能。

综上，答案选 B。

试题亮点 不设常规计算而追问“异常结果如何产生”，把染色体行为、突变发生的时间与细胞类型一并纳入考查；B 项须完整推演减Ⅱ不分离的配子及受精结果。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把伴 X 显性的基因型写法、减Ⅰ与减Ⅱ的染色体行为、受精作用与突变时间整合，逐一验证四种可能，呈连锁推理特征。

10 关于激素、神经递质等信号分子，下列叙述错误的是（　　）

A. 一种内分泌器官可分泌多种激素

B. 一种信号分子可由多种细胞合成和分泌

C. 多种信号分子可协同调控同一生理功能

D. 激素发挥作用的前提是识别细胞膜上的受体

参考答案 D

考查目标 本题以信号分子为线索，考查内分泌腺的功能、信号分子的来源与作用特点、激素与受体的关系，落实“生命观念”。

试题分析 选项 A。一种内分泌器官可分泌多种激素，如垂体可分泌生长激素、促甲

状腺激素、促性腺激素等，A 叙述正确。

选项 B。一种信号分子可由多种细胞合成和分泌，如谷氨酸、甘氨酸等氨基酸类神经递质可由多种神经元释放，B 叙述正确。

选项 C。多种信号分子可协同调控同一生理功能，如甲状腺激素与生长激素都能促进生长发育，C 叙述正确。

选项 D。激素须与特异性受体结合才能发挥作用，但受体不一定在细胞膜上：性激素等脂溶性激素的受体在细胞内，“识别细胞膜上的受体”缩小了受体分布范围，D 叙述错误。

综上，答案选 D。

试题亮点　以“信号分子”统摄激素与神经递质，避免碎片化记忆；D 项只改“细胞膜上”四字，却是教材反复强调的易错点，属“小切口、深辨析”。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分指内分泌腺功能、信号分子来源、协同作用、受体分布，属并列概念判断；D 项调取“性激素受体在细胞内”即可排除。

11 某少年意外被锈钉扎出一较深伤口，经查体内无抗破伤风的抗体。医生建议使用破伤风类毒素（抗原）和破伤风抗毒素（抗体）以预防破伤风。下列叙述正确的是（　　）

A. 伤口清理后，须尽快密闭包扎，以防止感染

B. 注射破伤风抗毒素可能出现的过敏反应属于免疫防御

C. 注射破伤风类毒素后激活的记忆细胞能产生抗体

D. 有效注射破伤风抗毒素对人体的保护时间长于注射破伤风类毒素

参考答案　B

考查目标 本题以破伤风防治为情境，考查厌氧菌的代谢特点、免疫系统的防卫功能、体液免疫过程及抗原与抗体的区别，落实“社会责任”。

试题分析　选项 A。破伤风杆菌是严格厌氧菌，深而窄的伤口若密闭包扎会造成缺氧环境，反而利于其繁殖，应清创并保持引流通畅，A 叙述错误。

选项 B。注射破伤风抗毒素（异种血清蛋白）引起的过敏反应，是免疫防御功能异常增强所致，仍属免疫防御，B 叙述正确。

选项 C。记忆细胞不能直接产生抗体，需增殖分化为浆细胞后由浆细胞分泌抗体，C 叙述错误。

选项 D。抗毒素是抗体，入体后很快被降解，保护时间短；类毒素是抗原，可刺激机体产生记忆细胞和抗体，保护时间长，D 叙述错误。

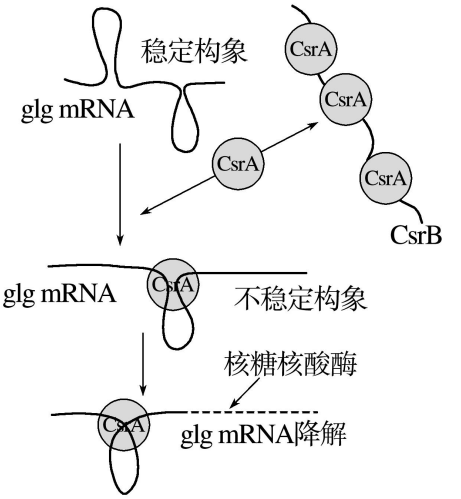
综上，答案选 B。

试题亮点　把“厌氧菌—伤口处理”“抗原—抗体—记忆细胞”“免疫防御—过敏反

应”三组关系压缩于一题；B 项的难点在于过敏反应常被误归为“免疫失调”而否认其防御属性。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须联结破伤风杆菌的厌氧特性、非特异与特异免疫的分工、记忆细胞与浆细胞的功能差异、初次与再次免疫的特点逐项判断。

12 细菌 glg 基因编码的 UDPG 焦磷酸化酶在糖原合成中起关键作用。细菌糖原合成的平衡受到 CsrAB 系统的调节。CsrA 蛋白可以结合 glg mRNA 分子，也可结合非编码 RNA 分子 CsrB，如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A. 细菌 glg 基因转录时，RNA 聚合酶识别和结合 glg 基因的启动子并驱动转录

B. 细菌合成 UDPG 焦磷酸化酶的肽链时，核糖体沿 glg mRNA 从 5′ 端向 3′ 端移动

C. 抑制 CsrB 基因的转录能促进细菌糖原合成

D. CsrA 蛋白都结合到 CsrB 上，有利于细菌糖原合成

参考答案 C

考查目标 本题以细菌糖原合成的转录后调控为情境，考查转录与翻译、启动子的功能及非编码 RNA 的调控，体现“分子与细胞”“遗传与进化”的交叉。

试题分析 选项 A。转录时 RNA 聚合酶识别并结合基因的启动子，驱动转录，A 叙述正确。

选项 B。翻译时核糖体沿 mRNA 的 5′ 端向 3′ 端移动，B 叙述正确。

选项 C。抑制 CsrB 转录使 CsrB 减少，CsrA 更多与 glg mRNA 结合，使其形成不稳定构象而被降解，UDPG 焦磷酸化酶减少，糖原合成受抑制，C 叙述错误。

选项 D。若 CsrA 全部结合到 CsrB 上，则无 CsrA 与 glg mRNA 结合，glg mRNA 不被降解而正常翻译，有利于糖原合成，D 叙述正确。

综上，答案选 C。

试题亮点　以“RNA—RNA 相互作用”这一前沿调控方式命题，CsrA 在两种 RNA 间的“分配”是解题关键；C、D 互为镜像，须真正理解负向关系方能判断。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把转录、翻译与 CsrA、CsrB、glg mRNA 三者的结合关系整合为调控网络，再由网络推断糖原合成的增减。

13 党的二十大报告指出：我们要推进美丽中国建设，坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，统筹产业结构调整、污染治理、生态保护，应对气候变化，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。下列叙述错误的是（　　）

A. 一体化保护有利于提高生态系统的抵抗力稳定性

B. 一体化保护体现了生态系统的整体性和系统性

C. 一体化保护和系统治理有助于协调生态足迹与生态承载力的关系

D. 运用自生原理可以从根本上达到一体化保护和系统治理

参考答案　D

考查目标　本题以“山水林田湖草沙一体化保护”为情境，考查生态系统的稳定性、生态工程的基本原理、生态足迹与生态承载力，落实“社会责任”。

试题分析　选项 A。一体化保护使组分增多、营养结构更复杂，自我调节能力增强，抵抗力稳定性提高，A 叙述正确。

选项 B。一体化保护把山水林田湖草沙视为生命共同体，体现生态系统的整体性和系统性，B 叙述正确。

选项 C。一体化保护和系统治理可提高资源利用效率、减少废物排放，有助于协调生态足迹与生态承载力的关系，C 叙述正确。

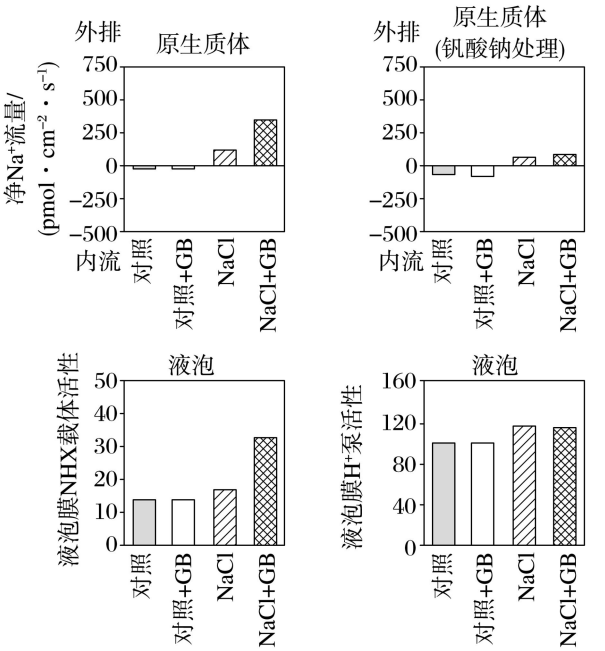
选项 D。生态工程须综合运用自生、循环、协调、整体等原理，仅运用自生原理难以从根本上实现一体化保护和系统治理，“仅……就”过于绝对，D 叙述错误。

综上，答案选 D。

试题亮点　以国家生态战略入题，四项均可在“生态工程的基本原理”中找到落点；D 项的“仅”字是解题关键，提示学生关注限定词。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分指抵抗力稳定性、整体性、生态足迹与承载力、生态工程原理，属并列辨析；D 项识记“须综合运用多种原理”即可排除。

14 盐碱化是农业生产的主要障碍之一。植物可通过质膜 H^+泵把 Na^+排出细胞，也可通过液泡膜 H^+泵和液泡膜 NHX 载体把 Na^+转入液泡内，以维持细胞质基质 Na^+稳态。下图是 NaCl 处理模拟盐胁迫，钒酸钠（质膜 H^+泵的专一抑制剂）和甘氨酸甜菜碱（GB）影响玉米 Na^+的转运和相关载体活性的结果。下列叙述正确的是（　　）



A. 溶质的跨膜转运都会引起细胞膜两侧渗透压的变化

B. GB 可能通过调控质膜 H^+泵活性增强 Na^+外排，从而减少细胞内 Na^+的积累

C. GB 引起盐胁迫下液泡中 Na^+浓度的显著变化，与液泡膜 H^+泵活性有关

D. 盐胁迫下细胞质基质 Na^+排出细胞或转入液泡都能增强植物的耐盐性

参考答案　BD

考查目标　本题以盐胁迫下玉米的 Na^+区隔化为情境，考查主动运输、载体蛋白的功能、渗透压及实验数据分析，考查控制变量与排除干扰的能力。

试题分析　选项 A。溶质跨膜转运不一定引起膜两侧渗透压变化：若两侧溶质等量交换或转运量极小，渗透压几乎不变；变化取决于两侧溶质微粒数之差，“都会”过于绝对，A 叙述错误。

选项 B。由上图，NaCl＋GB 组的 Na^+外排量显著高于 NaCl 组；加入钒酸钠抑制质膜 H^+泵后，GB 的促进效应明显减弱，说明 GB 通过提高质膜 H^+泵活性增强 Na^+外排、减少胞内积累，B 叙述正确。

选项 C。由下图，GB 使液泡膜 NHX 载体活性显著升高，而液泡膜 H^+泵活性几乎不变，故液泡中 Na^+浓度的变化与 NHX 载体有关、与液泡膜 H^+泵无关，C 叙述错误。

选项 D。把 Na^+排出细胞或区隔入液泡，都能降低细胞质基质的 Na^+浓度、减轻离子毒害，D 叙述正确。

综上，答案选 BD。

试题亮点 “四组处理、三类指标”的数据图与专一抑制剂的设计，使因果关系得以确认，是“自变量—因变量—无关变量”控制的真实范例；C 项须在两图中分别读两种载体的活性。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须同时解读两张柱状图，把 GB、钒酸钠两种处理与质膜 H^+泵、液泡膜 H^+泵、NHX 载体三种成分的变化对应起来，再结合“Na^+稳态”的生理意义判断。

15 为精细定位水稻 4 号染色体上的抗虫基因，用纯合抗虫水稻与纯合易感水稻的杂交后代多次自交，得到一系列抗虫或易感水稻单株。对亲本及后代单株 4 号染色体上的多个不连续位点进行测序，部分结果按碱基位点顺序排列如下表。据表推测水稻同源染色体发生了随机互换，下列叙述正确的是（　　）

单株	位点 1	位点 2	位点 3	位点 4	位点 5	位点 6
纯合抗虫水稻亲本	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A
纯合易感水稻亲本	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G
抗虫水稻 1	G/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A
抗虫水稻 2	A/G	A/G	A/G	A/G	A/G	G/G
易感水稻 1	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A

注：A/G 表示同源染色体相同位点，一条 DNA 上为 A—T 碱基对，另一条 DNA 上为 G—C 碱基对。

A. 抗虫水稻 1 的位点 2~3 之间发生过交换

B. 易感水稻 1 的位点 2~3 及 5~6 之间发生过交换

C. 抗虫基因可能与位点 3、4、5 有关

D. 抗虫基因位于位点 2~6 之间

参考答案 ACD

考查目标 本题以分子标记定位抗虫基因为情境，考查减数分裂中同源染色体的交换、基因的连锁与定位，考查由交换断点推断基因位置的能力。

试题分析 先明确判断依据：以亲本为参照，某单株的位点若与抗虫亲本一致记为“抗虫型”，与易感亲本一致记为“易感型”；同源染色体交换会使一条染色体上出现“抗虫型—易感型”的转换，转换处即交换断点。

选项 A。抗虫水稻 1 的位点 1、2 为 G/G（易感型），位点 3~6 为 A/A（抗虫型），说明交换发生在位点 2 与位点 3 之间，A 叙述正确。

选项 B。易感水稻 1 的位点 2~5 为 G/G（易感型）、位点 6 为 A/A（抗虫型），说明交换发生在位点 5 与位点 6 之间；位点 2~3 之间并无类型转换，不能说明此处发生过交换，B 叙述错误。

选项 C。抗虫水稻 1 的位点 1、2 为易感型却仍抗虫，说明基因不在位点 1、2 处；抗虫水稻 2 的位点 3、4、5 为 A/G、位点 6 为 G/G（易感型）却仍抗虫，说明基因不在位点 6 处。可见抗虫基因与位点 3、4、5 有关，C 叙述正确。

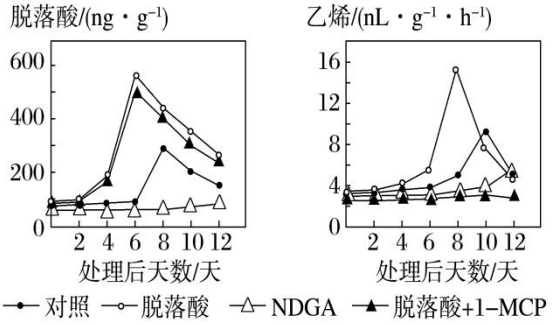
选项 D。综合 A、B 的交换断点（位点 2~3 之间、位点 5~6 之间），可确定抗虫基因位于位点 2 与位点 6 之间，D 叙述正确。

综上，答案选 ACD。

试题亮点　把“测序数据”转化为“遗传图谱”，是遗传定位经典思路在高中试题中的呈现；A、B 考断点识别，C、D 考由断点反推区间，层层递进。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：须把六个位点的碱基组成与两个亲本的标记逐一比对，找出类型转换位置，再由断点推断基因区间，属多信息点的整合与定位。

16　番茄果实发育历时约 53 天达到完熟期，该过程受脱落酸和乙烯的调控，且果实发育过程中种子的脱落酸和乙烯含量达到峰值时间均早于果肉。基因 NCED1 和 ACO1 分别是脱落酸和乙烯合成的关键基因。NDGA 抑制 NCED1 酶活性，1－MCP 抑制乙烯合成。花后 40 天果实经不同处理后果实中脱落酸和乙烯含量的结果如图所示。下列叙述正确的是（　　）



A. 番茄种子的成熟期早于果肉，这种发育模式有利于种群的繁衍

B. 果实发育过程中脱落酸生成时，果实中必需有 NCED1 酶的合成

C. NCED1 酶失活，ACO1 基因的表达可能延迟

D. 脱落酸诱导了乙烯的合成，其诱导效应可被 1－MCP 消除

参考答案　ACD

考查目标　本题以番茄果实成熟中脱落酸与乙烯的相互作用为情境，考查植物激素的合成与作用、基因对代谢的调控及曲线图分析，考查由数据推断激素关系的探究能力。

试题分析　选项 A。种子先于果肉成熟，可保证果实被传播时种子已具萌发能力，有

利于种群繁衍，A 叙述正确。

选项 B。NCED1 酶是脱落酸合成的关键酶，脱落酸的生成必需有其催化作用，但不意味着脱落酸开始生成时果实中才“同时”有该酶的合成——酶可提前合成并存在，B 叙述错误。

选项 C。由右图，用 NDGA 抑制 NCED1 酶后，前 10 天乙烯含量很低，第 10~12 天才略有增加，说明 NCED1 酶失活可使 ACO1 基因的表达（乙烯合成）延迟，C 叙述正确。

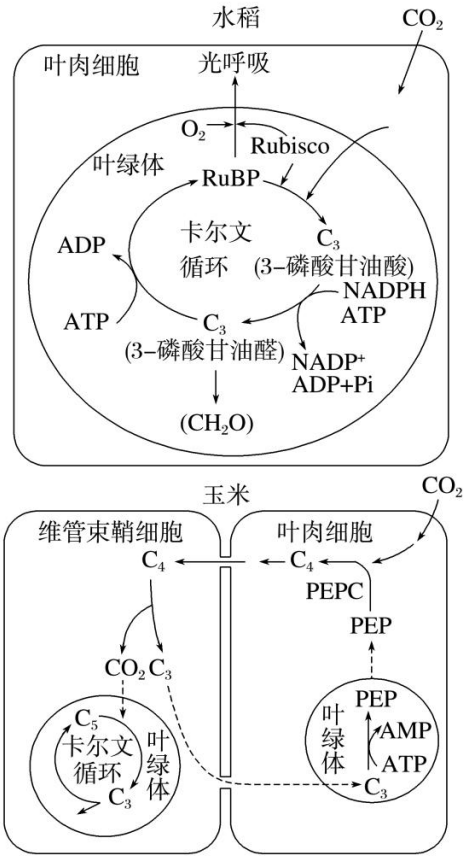
选项 D。脱落酸处理组乙烯含量明显高于对照组，说明脱落酸可诱导乙烯合成；脱落酸＋1－MCP 组乙烯极少，说明该诱导效应可被 1－MCP 消除，D 叙述正确。

综上，答案选 ACD。

试题亮点 以“种子先熟”这一生态适应开篇，深入到激素合成与基因表达的分子层面，再回到数据解读，实现“个体—生理—分子”三级贯通；B 项的“同时”二字与“关键基因”形成张力。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把两条曲线中不同处理组的含量变化、NCED1 与 ACO1 的功能定位、脱落酸与乙烯的先后关系整合，并兼顾“种子先熟”的生态意义。

17 下图是水稻和玉米的光合作用暗反应示意图。卡尔文循环的 Rubisco 酶对 CO_2 的 K_m 为 450 μmol·L^{-1}（K_m 越小，酶对底物的亲和力越大），该酶既可催化 RuBP 与 CO_2 反应，进行卡尔文循环，又可催化 RuBP 与 O_2 反应，进行光呼吸（绿色植物在光照下消耗 O_2 并释放 CO_2 的反应）。该酶的酶促反应方向受 CO_2 和 O_2 相对浓度的影响。与水稻相比，玉米叶肉细胞紧密围绕维管束鞘，其中叶肉细胞叶绿体是水光解的主要场所，维管束鞘细胞的叶绿体主要与 ATP 生成有关。玉米的暗反应先在叶肉细胞中利用 PEPC 酶（PEPC 对 CO_2 的 K_m 为 7 μmol·L^{-1}）催化磷酸烯醇式丙酮酸（PEP）与 CO_2 反应生成 C_4，固定产物 C_4 转运到维管束鞘细胞后释放 CO_2，再进行卡尔文循环。回答下列问题：



（1）玉米的卡尔文循环中第一个光合还原产物是_____（填具体名称），该产物跨叶绿体膜转运到细胞质基质合成_____（填“葡萄糖”“蔗糖”或“淀粉”）后，再通过_____长距离运输到其他组织器官。

（2）在干旱、高光照强度环境下，玉米的光合作用强度_____（填“高于”或“低于”）水稻。从光合作用机制及其调控分析，原因是_____
_____（答出三点即可）。

（3）某研究将蓝细菌的 CO_2 浓缩机制导入水稻，水稻叶绿体中 CO_2 浓度大幅提升，其他

生理代谢不受影响，但在光饱和条件下水稻的光合作用强度无明显变化。其原因可能是_____（答出三点即可）。

参考答案　**（1）3-磷酸甘油醛；蔗糖；筛管（韧皮部或韧皮部的筛管）**

（2）高于。a. 玉米 PEPC 酶对 CO_2 的 K_m 小、亲和力大，可利用低浓度的 CO_2；b. 叶肉细胞光解水释放 O_2，加之 PEPC 酶的“CO_2 泵”作用，维管束鞘细胞内 CO_2/O_2 比值高，Rubisco 的羧化反应大于加氧反应，光呼吸很弱；c. 光合产物能及时从维管束运走

（3）a. 光反应生成的 ATP、NADPH 有限（同化力有限）；b. 暗反应相关酶的活力有限；c. 光合产物输出的速率有限。

考查目标　本题以 C_3 植物与 C_4 植物光合机制差异为情境，考查光反应与暗反应的物质变化、K_m 与酶亲和力的关系、光呼吸的成因、光合产物的运输，以及“限制因素分析”这一核心思维方法。

试题分析　第（1）题。玉米虽以 C_4 途径固定 CO_2，但卡尔文循环与水稻相同：CO_2 固定后先形成 C_3（3-磷酸甘油酸），随即被还原为 3-磷酸甘油醛，故第一个光合还原产物是 3-磷酸甘油醛。该产物在叶绿体内合成淀粉，进入细胞质基质后合成蔗糖，经韧皮部的筛管运输到其他器官。

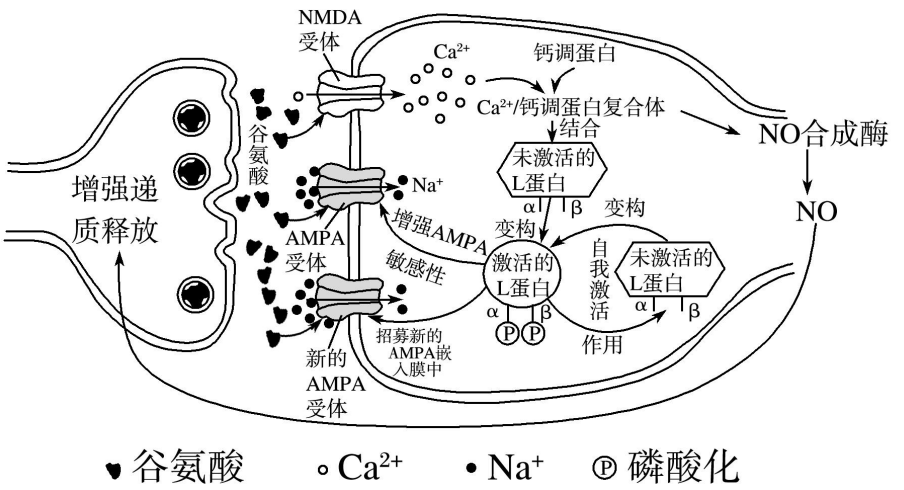
第（2）题。干旱、高光强下气孔部分关闭，胞间 CO_2 浓度下降，水稻 Rubisco 因 K_m 大、亲和力低而固定 CO_2 能力下降，且 O_2/CO_2 比值升高使光呼吸增强；玉米 PEPC 对 CO_2 的 K_m 仅 7 $\mu mol \cdot L^{-1}$，可在低浓度下高效固定 CO_2，并经 C_4 途径在维管束鞘细胞内“浓缩”CO_2、抑制光呼吸；同时玉米能把光合产物及时运出，避免反馈抑制。故玉米光合强度高于水稻。

第（3）题。导入 CO_2 浓缩机制只提高叶绿体内的 CO_2 浓度，光饱和条件下光合速率不再上升，说明限制因素已不在 CO_2 一端，应从“同化力”“酶的催化能力”“产物输出”三处寻找答案：ATP 和 NADPH 有限、暗反应酶活性（数量）有限、产物输出速率有限。此外，蓝细菌为原核生物，其 CO_2 浓缩元件在真核细胞中未必高效运转，亦可作为合理答案。

试题亮点　以“K_m”这一酶学参数为切口，把 C_3 与 C_4 的机制差异、光呼吸、产物运输与限制因素分析熔于一炉；第（3）问尤具开放性，可从酶、能量、运输、结构适配多角度作答。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：须把光反应与暗反应的衔接、K_m 与亲和力、C_4 途径的空间分隔、光呼吸成因、产物运输整合为完整解释，并结合“限制因素”思想作多角度分析；尚未要求自主设计实验或抽象新模型。

18 长时程增强（LTP）是突触前纤维受到高频刺激后，突触传递强度增强且能持续数小时至几天的电现象，与人的长时记忆有关。下图是海马区某侧支 LTP 产生机制示意图，回答下列问题：



（1）依据以上机制示意图，LTP 的发生属于_____（填“正”或“负”）反馈调节。

（2）若阻断 NMDA 受体作用，再高频刺激突触前膜，未诱发 LTP，但出现了突触后膜电现象。据图推断，该电现象与_____内流有关。

（3）为了探讨 L 蛋白的自身磷酸化位点（图中 α 位和 β 位）对 L 蛋白自我激活的影响，研究人员构建了四种突变小鼠甲、乙、丙和丁并开展实验，结果如表。据此分析：

组别	正常小鼠	甲	乙	丙	丁
L 蛋白活性	＋	＋＋＋＋	＋＋＋＋	＋	－
高频刺激后	有 LTP	有 LTP	?	无 LTP	无 LTP

注：“＋”多少表示活性强弱，“－”表示无活性。甲：α 位突变为缬氨酸，该位点不发生自身磷酸化；
乙：α 位突变为天冬氨酸，阻断 Ca^{2+}/钙调蛋白复合体与 L 蛋白结合；
丙：β 位突变为丙氨酸，该位点不发生自身磷酸化；丁：L 蛋白编码基因缺失。

①小鼠乙在高频刺激后_____（填“有”或“无”）LTP 现象，原因是_____
_____。

②α 位的自身磷酸化可能对 L 蛋白活性具有_____作用。

③在甲、乙和丁实验组中，无 L 蛋白 β 位自身磷酸化的组是_____。

参考答案　（1）正

（2）Na^+（钠离子）

（3）①无；小鼠乙的 L 蛋白突变后阻断了 Ca^{2+}/钙调蛋白复合体与 L 蛋白的结合，不能促进 NO 合成酶催化 NO 生成，进而无法形成 LTP　②抑制　③乙、丁。

考查目标　本题以长时程增强这一学习记忆的细胞机制为情境，考查突触的结构与兴

奋传递、反馈调节、离子跨膜运输及实验数据分析，落实“结构与功能观”。

试题分析 第（1）题。图中突触前膜释放谷氨酸后，经一系列信号变化促进 NO 合成酶催化 NO 生成，NO 又反过来促进突触前膜释放更多谷氨酸，这种“结果促进原因”的调节属正反馈。

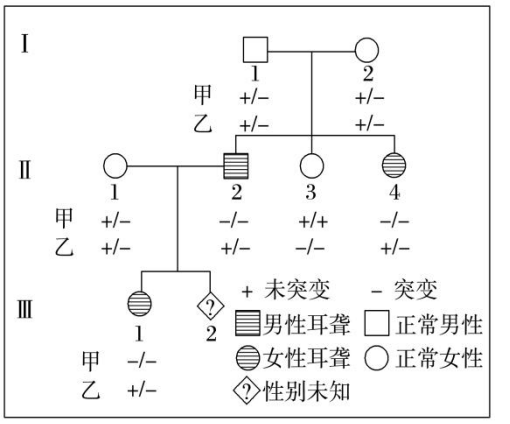
第（2）题。阻断 NMDA 受体后 Ca^{2+}不能内流，无法形成 Ca^{2+}/钙调蛋白复合体，不能激活 NO 的生成，故不产生 LTP；但谷氨酸仍可与 AMPA 受体结合引起 Na^{+}内流，使突触后膜产生电位变化，故该电现象与 Na^{+}内流有关。

第（3）①。乙组虽 L 蛋白活性很高，但 Ca^{2+}/钙调蛋白复合体不能与 L 蛋白结合，无法激活下游的 NO 合成，LTP 的形成链条被切断，故无 LTP。②甲的 α 位不能自身磷酸化，其 L 蛋白活性（＋＋＋＋）明显高于正常小鼠（＋），说明正常情况下 α 位的自身磷酸化对 L 蛋白活性起抑制作用。③丁组 L 蛋白编码基因缺失，无 L 蛋白，自然不能发生 β 位自身磷酸化；乙组因复合体不能与 L 蛋白结合、L 蛋白不能被激活，其 β 位同样不能自身磷酸化，故为乙和丁。

试题亮点 以“记忆的分子机制”命题，学生须在陌生的 LTP 示意图中迅速定位各要素关系；第（3）问以四种突变小鼠构成“位点—功能”对照矩阵，第③问更需在“基因缺失”与“结合受阻”两种机制间作统一判断。

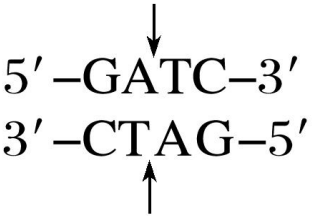
SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：不仅须读懂机制图与表格，还须在“磷酸化位点—蛋白活性—LTP 有无”之间建立模型，并把“无 β 位磷酸化”的结论由“基因缺失”推广到“结合受阻”的不同情形。

19 基因检测是诊断和预防遗传病的有效手段。研究人员采集到一遗传病家系样本，测序后发现此家系甲和乙两个基因存在突变：甲突变可致先天性耳聋；乙基因位于常染色体上，编码产物可将叶酸转化为 N^5－甲基四氢叶酸，乙突变与胎儿神经管缺陷（NTDs）相关；甲和乙位于非同源染色体上。家系患病情况及基因检测结果如图所示。不考虑染色体互换，回答下列问题：



（1）此家系先天性耳聋的遗传方式是_____。Ⅰ－1 和Ⅰ－2 生育一个甲和乙突变基因双纯合体女儿的概率是_____。

（2）此家系中甲基因突变如下图所示：正常基因单链片段 5′－ATTCCAGATC……（293 个碱基）……CCATGCCCAG－3′；突变基因单链片段 5′－ATTCCATATC……（293 个碱基）……CCATGCCCAG－3′。研究人员拟用 PCR 扩增目的基因片段，再用某限制酶（识别序列及切割位点如图）酶切检测甲基因突变情况，设计了一条引物为 5′－GGCATG－3′，另一条引物为_____（写出 6 个碱基即可）。用上述引物扩增出家系成员Ⅱ－1 的目的基因片段后，其酶切产物长度应为_____bp（注：该酶切位点在目的基因片段中唯一）。



（3）女性的乙基因纯合突变会增加胎儿 NTDs 风险。叶酸在人体内不能合成，孕妇服用叶酸补充剂可降低 NTDs 的发生风险。建议从可能妊娠或孕前至少 1 个月开始补充叶酸，一般人群补充有效且安全剂量为 0.4~1.0 mg·d^{-1}，NTDs 生育史女性补充 4 mg·d^{-1}。经基因检测胎儿（Ⅲ－2）的乙基因型为－/－，据此推荐该孕妇（Ⅱ－1）叶酸补充剂量为_____mg·d^{-1}。

参考答案　（1）常染色体隐性遗传；1/32

（2）5′ －ATTCCA－3′ ；310、302、8

（3）0.4~1.0（此区间内任一数值均可）。

考查目标　本题以遗传病的基因检测与叶酸补充为情境，综合考查遗传方式判断、概率计算、PCR 引物设计、限制酶酶切与片段长度推算，以及检测结果对临床建议的指导，落实“科学思维”与“社会责任”。

试题分析 第（1）题。Ⅰ－1 与Ⅰ－2 均正常却生出患病女儿Ⅱ－4，“无中生有为隐性，隐性看女病，女病男正非伴性”，故甲病为常染色体隐性遗传。由检测结果知Ⅰ－1、Ⅰ－2 关于甲、乙两基因均为杂合子（＋/－），故生育一个甲、乙双突变基因纯合体（－/－、－/－）女儿的概率为 1/4×1/4×1/2＝1/32。

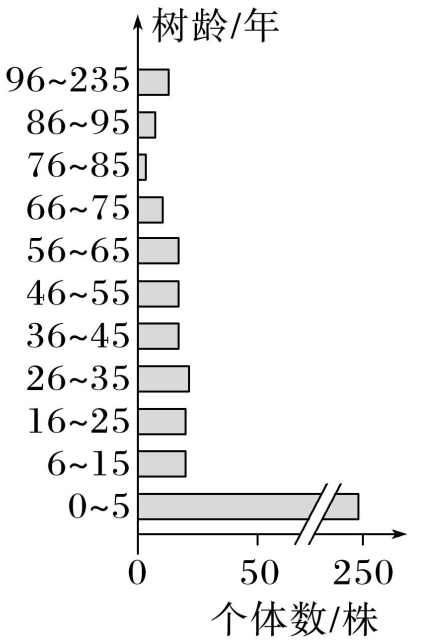
第（2）题。PCR 两条引物分别与模板两条链的 3′ 端互补且方向相对。已知引物 5′ －GGCATG－3′ 与正常基因 3′ 端“CCATGCCCAG”中的“CATGCC”互补，则另一条引物应与互补链 3′ 端相应序列互补；由正常基因 5′ 端“ATTCCA……”可知其互补链 3′ 端为“TAAGGT……”，故另一条引物为 5′ －ATTCCA－3′ 。扩增片段长度为 2＋293＋10＋5＝310 bp。突变使“GATC”位点被破坏：正常基因可被切成 302 bp 和 8 bp，突变基因不被切开、仍为 310 bp；Ⅱ－1 为杂合子，故酶切产物为 310 bp、302 bp、8 bp 三种片段。

第（3）题。胎儿Ⅲ－2 的乙基因型为－/－，即乙基因纯合突变，其母Ⅱ－1 为杂合子（＋/－），但该孕妇本人并无 NTDs 生育史，按题干的分层建议，一般人群补充有效且安全剂量为 0.4~1.0 mg·d^{-1}，故推荐剂量为 0.4~1.0 mg·d^{-1}（区间内任一数值均可）。

试题亮点　以“基因检测—酶切—临床建议”为完整链条，把遗传学知识嵌入出生缺陷防控的真实场景；第（2）问须在两条链间“翻转”着设计引物并据位点存亡推算长度，是高考中少见的分子遗传计算。

SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（2）问要求学生脱离教材原型，自主完成“由序列到引物、由位点到片段长度”的推算；第（3）问须把基因型结果转化为个体化补充建议，均需超越情境迁移应用。

20 濒危植物云南红豆杉（以下称红豆杉）是喜阳喜湿高大乔木，郁闭度对其生长有重要影响。研究人员对某区域无人为干扰生境和人为干扰生境的红豆杉野生种群开展了调查研究。选择性采伐和放牧等人为干扰使部分上层乔木遭破坏，但尚余主要上层乔木，保持原有生境特点。无人为干扰生境下红豆杉野生种群年龄结构的调查结果如图所示。回答下列问题：



（1）调查红豆杉野生种群密度时，样方面积最合适的是 400 m^2，理由是_____。由图可知，无人为干扰生境中红豆杉种群年龄结构类型为_____。

（2）调查发现人为干扰生境中，树龄≤5 年幼苗的比例低于无人为干扰生境，可能的原因是_____。分析表明，人为干扰生境中 6~25 年树龄红豆杉的比例比无人为干扰生境高 11%，可能的原因是_____。选择性采伐与红豆杉生态位重叠度_____（填“高”或“低”）的部分植物，有利于红豆杉野生种群的自然更新。

（3）关于红豆杉种群动态变化及保护的说法，下列叙述正确的是（　　）①选择性采伐和放牧等会改变红豆杉林的群落结构和群落演替速度　②在无人为干扰生境中播撒红豆杉种子将提高 6~25 年树龄植株的比例　③气温、干旱和火灾是影响红豆杉种群密度的非密度制约因素　④气候变湿润后可改变红豆杉的种群结构并增加种群数量　⑤保护红豆杉野生种群最有效的措施是人工繁育

参考答案　**（1）红豆杉高大且濒危（个体大、数量少，需设较大样方以减小误差）；增**

长型

（2）放牧导致小树苗被啃食和踩踏；人为干扰使上层乔木破坏、郁闭度降低，光照增强，有利于6~25年树龄的红豆杉生长；高

（3）①③④。

▌考查目标 本题以濒危植物云南红豆杉的种群调查与保护为情境，考查种群密度的调查方法、年龄结构、郁闭度与生态位、种群数量的制约因素及保护措施，落实“生命观念”与“社会责任”。

▌试题分析 第（1）题。红豆杉是高大乔木且属濒危植物，个体体积大、种群数量少，样方面积过小会因个体数太少而产生较大误差，故采用400 m^2的大样方。图中树龄≤5年的幼龄个体占比最大、老年个体占比很小，年龄结构为增长型。

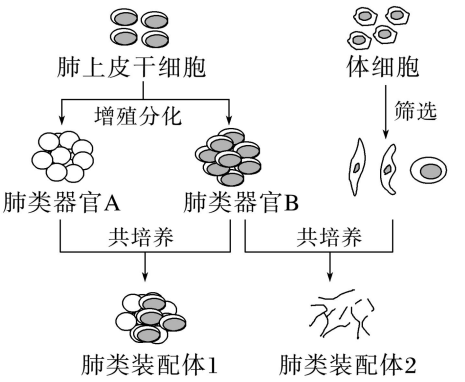
第（2）题。人为干扰生境放牧强度大，幼苗矮小易被牲畜啃食和踩踏，故≤5年幼苗比例下降。选择性采伐使部分上层乔木被破坏，郁闭度降低、林下光照增强，6~25年树龄的红豆杉获得更多阳光，生长加快、存活率提高，故其比例高11%。选择性采伐与红豆杉生态位重叠度高的植物，可减少对阳光、水分和矿质元素的竞争，有利于种群自然更新。

第（3）题。①正确，人类活动会改变群落结构及演替的方向和速度；②错误，播撒种子提高的是0~5年幼龄植株的比例；③正确，气温、干旱、火灾的作用强度与种群密度无关，属非密度制约因素；④正确，红豆杉喜湿，气候变湿润可改善生存条件、增加种群数量；⑤错误，最有效的措施是就地保护（建立自然保护区），人工繁育只是辅助手段。综上选①③④。

▌试题亮点 以真实的濒危植物保护研究为背景，把种群密度调查、年龄结构、生态位、密度制约与非密度制约因素、保护措施串成完整研究过程；第（2）问两个“原因”分置于两种生境的比较中，避免笼统作答。

▌SOLO分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把样方法的选择依据、年龄结构判读、郁闭度与光照的关系、生态位重叠与竞争、两类制约因素、保护措施围绕“人为干扰如何影响种群”这一主线整合。

21 某些植物根际促生菌具有生物固氮、分解淀粉和抑制病原菌等作用。回答下列问题：



（1）若从植物根际土壤中筛选分解淀粉的固氮细菌，培养基的主要营养物质包括水和_____。

（2）现从植物根际土壤中筛选出一株解淀粉芽孢杆菌 H，其产生的抗菌肽抑菌效果见表。据表推测该抗菌肽对_____的抑制效果较好，若要确定其有抑菌效果的最低浓度，需在_____ μg·mL^{-1}浓度区间进一步实验。

测试菌	55.20	27.60	13.80	6.90	3.45	1.73	0.86
金黄色葡萄球菌	－	－	－	－	－	＋	＋
枯草芽孢杆菌	－	－	－	－	－	＋	＋
禾谷镰孢菌	－	＋	＋	＋	＋	＋	＋
假丝酵母	－	＋	＋	＋	＋	＋	＋

注：表中抗菌肽浓度单位为 μg·mL^{-1}；“＋”表示长菌，“－”表示未长菌。

（3）研究人员利用解淀粉芽孢杆菌 H 的淀粉酶编码基因 M 构建高效表达质粒载体，转入大肠杆菌成功构建基因工程菌 A。在利用 A 菌株发酵生产淀粉酶 M 过程中，传代多次后，生产条件未变，但某子代菌株不再产生淀粉酶 M。分析可能的原因是_____（答出两点即可）。

（4）研究人员通过肺上皮干细胞诱导生成肺类器官，可自组装或与成熟细胞组装成肺类装配体，如图所示。肺类装配体培养需要满足适宜的营养、温度、渗透压、pH 以及_____（答出两点）等基本条件。肺类装配体形成过程中是否运用了动物细胞融合技术_____（填“是”或“否”）。

（5）耐甲氧西林金黄色葡萄球菌（MRSA）是一种耐药菌，严重危害人类健康。科研人员拟用 MRSA 感染肺类装配体建立感染模型，来探究解淀粉芽孢杆菌 H 抗菌肽是否对 MRSA 引起的肺炎有治疗潜力。以下实验材料中必备的是_____。①金黄色葡萄球菌感染的肺类装配体　②MRSA 感染的肺类装配体　③解淀粉芽孢杆菌 H 抗菌肽　④生理盐水　⑤青霉

素（抗金黄色葡萄球菌的药物）　⑥万古霉素（抗 MRSA 的药物）

参考答案　**（1）无机盐、淀粉**

（2）金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌；1.73~3.45

（3）①淀粉酶编码基因 M 发生突变；②质粒丢失；③启动子、复制原点、核糖体结合位点等关键元件突变或被修饰，导致基因 M 不能表达

（4）无菌、无毒的环境，适宜的气体环境（95%空气和 5%CO_2）；否

（5）②③④⑥。

▌考查目标　本题以植物根际促生菌的开发与利用为情境，综合考查微生物的营养与筛选、抑菌实验的数据分析、基因工程菌的稳定性、动物细胞培养的条件及实验方案设计，落实“科学探究”与“社会责任”。

▌试题分析　第（1）题。根际促生菌能固氮，可直接利用空气中的 N_2，故不必另加氮源；要筛选分解淀粉的细菌，须以淀粉为唯一碳源，淀粉同时兼作鉴别指标（水解圈），故主要营养物质为水、无机盐和淀粉。

第（2）题。表中在 3.45~55.20 μg·mL^{-1}范围内，金黄色葡萄球菌和枯草芽孢杆菌均不能生长，说明该抗菌肽对二者抑制效果较好；而禾谷镰孢菌、假丝酵母在 13.80 μg·mL^{-1}时已能生长，抑菌效果差。因 1.73 μg·mL^{-1}时两种目标菌均能生长，故确定最低抑菌浓度应在 1.73~3.45 μg·mL^{-1}之间设置浓度梯度进一步实验。

第（3）题。传代多次后不再产生淀粉酶 M，可从“基因—载体—表达元件”三个层面分析：基因 M 发生突变，编码的酶失活或不产生；重组质粒在传代中丢失，子代不再带有目的基因；质粒上的启动子、复制原点、核糖体结合位点等关键元件突变或被修饰，使基因 M 不能正常转录、翻译。

第（4）题。动物细胞培养需满足营养、温度、渗透压、pH 以及无菌无毒的环境和适宜的气体环境（95%空气和 5%CO_2）等条件。肺类装配体由肺类器官自组装或与成熟细胞组装而成，依赖细胞的分裂与分化，并未运用动物细胞融合技术。

第（5）题。要探究抗菌肽对 MRSA 所致肺炎的治疗潜力，须有 MRSA 感染的肺类装配体作模型（②）、抗菌肽作实验药物（③）、万古霉素作阳性对照（⑥），还须设生理盐水空白对照（④）；①的病原菌不符，⑤针对金黄色葡萄球菌而非 MRSA。故必备的是②③④⑥。

▌试题亮点　以“一株菌”贯穿始终：从土壤筛选、体外抑菌评价，到基因工程改造与发酵生产，再延伸到肺类装配体这一前沿模型，构成完整科研链条；第（3）问开放度大，第（5）问强调阳性对照与空白对照缺一不可。

▌SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（3）（5）问均无固定答案路径，学生须在“工程菌不稳定”与“实验设计完备性”两类陌生问题中自主提出假设、组织证据并给出方案。

三、教学与复习备考建议

1. 夯实核心概念，关注概念边界

本卷第 4 题的“原始合作与互利共生”、第 10 题的“受体分布”、第 11 题的“记忆细胞与浆细胞”、第 13 题的“生态工程原理”、第 16 题的“酶的存在与酶的合成”，失分点多不在“不知道”，而在“分不清”。复习中应为每个核心概念建立“内涵—外延—适用条件—常见错误表述”四要素卡片，特别关注“都”“一定”“仅”“同时”等限定语。

2. 强化图文转换与证据推理

本卷第 6、7、8、12、14、16、17、18、19、20、21 题均须依据图表作答。复习中应开展“文字—图表—模型”的转换训练：先读图注与坐标，再找变量间的正负关系，后回到设问检验结论。可让学生为教材中的机制图“反向命题”，自行设计干扰项，这一过程能显著提升读图的敏感度。

3. 加强实验设计与对照思想

第 18 题以四种突变小鼠构建“位点—功能”对照矩阵，第 21 题要求选择材料并明确阳性对照与空白对照，第 14 题以专一抑制剂确认因果关系。教学中应围绕“目的—自变量—因变量—无关变量—对照组—结论”的框架反复训练，让学生体会“专一抑制剂”“突变体”“基因敲除”三类材料在因果推断中的独特价值。

4. 重视遗传推理与分子证据的结合

第 9 题由异常子代反推减数分裂的染色体行为，第 15 题由测序数据定位基因区间，第 19 题由序列设计引物并推算酶切片段长度，共同指向“遗传学由整体水平走向分子水平”的趋势。复习中应把“两大遗传定律”“减数分裂的染色体行为”“PCR 与酶切”“电泳条带”打通为一个专题。

5. 关注稳态调节中的模型建构

第 6 题的激素拮抗与负反馈、第 11 题的初次与再次免疫、第 16 题的激素间诱导、第 18 题的突触传递与正反馈，都要求学生在头脑中建立“刺激—感受—调节—效应—反馈”的闭环模型。建议以“血糖”“体温”“水盐”“血钙”四条主线梳理调节模型，并补充正反馈的典型实例，避免形成“调节即负反馈”的思维定势。

6. 依据 SOLO 层次实施分层训练

本卷多点结构层次仅占 14%，关联结构与拓展抽象结构层次合计占 86%，思维重心明显

上移。可参照本分析的 SOLO 判定，按“多点—关联—拓展抽象”组织分层作业：基础层侧重概念辨析，提高层侧重图表推理与多因素整合，拔尖层侧重实验设计与开放性作答，做到精准训练、因材施教。

第四章

2024 年湖南卷生物学试题分析

长沙市东雅中学生物工作室团队

本章要目

- 一、试卷总体分析
- 二、试题精解
- 三、教学与复习备考建议

2024

一、试卷总体分析

（一）试卷结构与分值分布

本卷满分 100 分，考试时间 75 分钟，共 21 小题，分为单项选择题、多项选择题与非选择题三个部分，主客观题分值比约为 2∶3，具体结构如下：

部分	题号	题量	分值	赋分方式与主要考查内容	难度
一 单项选择题	第 1～12 题	12	24	每题 2 分，四选一。覆盖细胞结构与代谢、遗传与变异、稳态与调节、生物与环境、生物技术与工程五个模块，以教材主干概念的准确辨析为主	易—中
二 多项选择题	第 13～16 题	4	16	每题 4 分，全对得 4 分、选对但不全得 2 分、有选错得 0 分。分别指向群落与生态系统、渗透调节、双脱氧测序、呼吸运动的调节	中—难
三 非选择题	第 17～21 题	5	60	第 17、18、19 题各 12 分，第 20 题 11 分，第 21 题 13 分。以长空作答考查实验方案设计、遗传推理、数据解释与文字表述	中—难
合计	—	21	100	客观题 40 分、主观题 60 分；选择题与非选择题的分值比约 2∶3	—

注：多项选择题全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错得 0 分；非选择题按评分细则分点赋分。

（二）模块分布与考点细目

从模块归属看，本卷对选择性必修 1《稳态与调节》的考查权重最高，选择性必修 3《生物技术与工程》次之，必修 1、必修 2 主要以选择题形式作基础性覆盖，体现出“必修打底、选修分层”的命题取向。五个模块的分值分布如下：

所属模块	对应题号	题数	分值	占比
必修 1 分子与细胞	第 1、4、8、10、17 题	5	20	20%
必修 2 遗传与进化	第 7、18 题	2	14	14%
选择性必修 1 稳态与调节	第 2、9、11、12、14、16、19 题	7	28	28%
选择性必修 2 生物与环境	第 3、13、20 题	3	17	17%
选择性必修 3 生物技术与工程	第 5、6、15、21 题	4	21	21%
合计	—	21	100	100%

进一步按题统计核心考点、能力层级与预估难度，可得到全卷的双向细目表。表中“能力层级”依《中国高考评价体系》的关键能力群划分，“难度”为基于考点复杂度、情境陌生度与设问开放度的综合预估。

题号	分值	核心考点（所属模块）	能力层级	难度
1	2	细胞膜的结构与功能（必修 1）：脂质种类、膜组成	理解与辨析	易

题号	分值	核心考点（所属模块）	能力层级	难度
2	2	免疫调节（选必 1）：APC 种类、免疫过强与损伤	理解与辨析	易
3	2	生态系统与生态工程（选必 2）：湿地功能、协调原理	理解与迁移	中
4	2	细胞衰老（必修 1）：端粒与自由基学说、衰老特征	理解与辨析	易
5	2	基因工程（选必 3）：限制酶作用条件与酶切失败归因	问题解决	中
6	2	微生物培养（选必 3）：无菌操作、平板划线、倒置	实验评价	中
7	2	生物进化（必修 2）：突变的不定向性、协同进化	理解与迁移	中
8	2	细胞中的水（必修 1）：结合水/自由水与细胞质流动	实验探究	易
9	2	体液调节（选必 1）：分级与反馈调节、自身免疫病	分析与推理	中
10	2	细胞代谢与表达调控（必修 1）：糖脂转化、转录调控	图文推理	较难
11	2	植物激素（选必 1）：ABA、渗透胁迫、表达负反馈	图表综合	较难
12	2	神经调节（选必 1）：静息电位、动作电位与阈电位	模型推理	较难
13	4	群落与生态系统（选必 2）：丰富度、正反馈、稳定性	综合辨析	较难
14	4	渗透调节（选必 1）：渗透压与溶质含量、水盐平衡	曲线推理	中
15	4	基因工程（选必 3）：双脱氧测序、电泳图谱判读	信息转换	难
16	4	呼吸运动调节（选必 1）：CO_2、O_2、H^+的作用	图表综合	难
17	12	光合作用（必修 1）：光暗反应、叶绿素合成、PCR	实验设计	中
18	12	伴性遗传（必修 2）：伴 X 遗传、串联基因与调控序列	建模推理	难
19	12	血糖调节（选必 1）：胰岛素分泌、肠促胰岛素、用药	信息推理	中
20	11	生态系统（选必 2、3）：分解者、能量流动、生态足迹	数据分析	中
21	13	育种技术（选必 3）：体细胞杂交、单倍体、基因工程	综合设计	较难

（三）命题特点

1. 依标据本，基础性考查贯穿全卷

全卷有相当比例的选项直接取材于教材原文表述，如第 1 题“磷脂双分子层构成生物膜的基本支架”、第 4 题“衰老细胞呼吸速率减慢”、第 8 题“以叶绿体的运动作为细胞质流动的标志”、第 9 题“甲状腺激素能提高神经系统的兴奋性”。命题并不追求知识的偏难怪，而是把教材结论置于新的提问角度下，考查学生是否真正读懂、记准。这一取向提示复习必须回到教材，把概念的边界与限定条件讲透。

2. 情境真实，贴近生产生活与生命健康

湿地生态、肺纤维化、耐药菌的噬菌体治疗、非酒精性脂肪性肝病、退耕还林、缢蛏养殖、不同施肥方式对土壤肥力的影响、百合多途径育种……全卷情境几乎全部来自真实的科研报告、生产实践与医疗案例，没有一个是为考查知识而虚构的“伪情境”。学生在读题时需要先完成“情境理解”，再从情境中抽象出生物学问题，这正是核心素养测评的基本路径。

3. 图文并重，突出信息获取与转换

第 6、10、11、12、13、14、15、16、18、20、21 题共 11 题配有示意图、曲线图、柱形图、电泳图谱或流程图，第 18 题另附数据表。图形类型之丰富为本卷显著特点：操作示意图要求评价规范性，曲线图要求读出趋势与拐点，柱形图要求比较组间差异，电泳图谱要求完成“条带—碱基—序列”的转换。学生须在“文字—图表—生物学模型”之间反复转换，单纯记忆型作答的空间被大幅压缩。

4. 强化实验探究，注重设计与评价

第 6 题直接以八幅操作图考查实验规范，第 8 题考查变量控制与观测指标的选择，第 17（3）题要求写出“确定突变位点”的关键步骤，第 20 题要求基于施肥试验的数据解释产量差异，第 21 题要求写出“提高基因 L 表达量”的育种思路。这些设问共同指向实验设计、变量控制、结果解释与方案评价等高阶能力，且多以长空作答呈现，对文字表述的准确性提出较高要求。

5. 稳中求新，难度梯度合理

选择题前段以概念辨析为主，难度平缓；第 10～16 题随情境复杂度上升，逐步加大推理跨度；非选择题按“17 题中等、19 题中等、20 题中等偏上、21 题较难、18 题最难”的顺序排列，形成清晰的梯度。第 18 题以“L、M 基因串联＋共用调控序列”为背景，把伴性遗传的分析推进到分子水平，是全卷的压轴与区分点。

（四）SOLO 分类视角下的试题思维层次分布

SOLO 分类理论依据学生回答问题时所表现出的思维结构复杂程度，将学习结果划分为五个水平：前结构（答非所问或缺乏相关理解）、单点结构（凭单一信息作答）、多点结构（调用多个孤立信息点但未予整合）、关联结构（把多个信息点联结为有内在逻辑的整体）、拓展抽象结构（超越情境抽象概括并迁移到新问题）。据此对本卷 21 题逐题判定，结果如下：

SOLO 层次	对应题号	题数	分值	分值占比
前结构层次	—	0	0	0
单点结构层次	—	0	0	0
多点结构层次	1、2、3、4、5、6、8、9	8	16	16%
关联结构层次	7、10～17、19、20	11	59	59%
拓展抽象结构层次	18、21	2	25	25%
合计	—	21	100	100%

由统计可见：本卷不设前结构与单点结构层次的试题，全卷起点较高；多点结构层次 8 题 16 分，集中在选择题前段，以教材主干概念的准确辨析为主，属于“记得准、辨得清”

即可得分的部分；关联结构层次 11 题 59 分，占比近六成，是全卷的主体，集中在图表分析、机制推理与非选择题的因果解释上，考查学生能否把分散的信息点组织成一条自洽的逻辑链；拓展抽象结构层次 2 题 25 分，落在第 18、21 题，要求学生面对陌生的分子机制与育种任务自主建模、自主设计，是高分段的真正分水岭。整体呈“中间大、两头小”的纺锤形，符合选择性考试“以关联结构为主体、以拓展抽象结构作区分”的能力立意。

值得注意的是，非选择题中即使是最难的 18 题，其第（1）问仍属多点结构水平，第（2）（3）问才跃升到拓展抽象水平。这种“入口低、落点高”的设问结构，保证了不同层次的学生都能进入情境、都有话可说，也使试题具备了良好的区分功能。

二、试题精解

1 细胞膜上的脂类具有重要的生物学功能。下列叙述错误的是（　　）

A. 耐极端低温细菌的膜脂富含饱和脂肪酸

B. 胆固醇可以影响动物细胞膜的流动性

C. 糖脂可以参与细胞表面识别

D. 磷脂是构成细胞膜的重要成分

参考答案　A

考查目标　以细胞膜的脂质成分为落点，考查脂质的种类与功能、细胞膜的组成，考查“结构与功能相适应”的生命观念。

试题分析　选项 A。饱和脂肪酸不含双键、熔点高、易凝固；不饱和脂肪酸熔点低，低温下仍能维持膜的流动性。耐极端低温细菌需在低温下保持膜的流动性，其膜脂应富含不饱和脂肪酸，A 说反，错误。

选项 B。胆固醇嵌在磷脂分子之间，低温时可防止脂质分子紧密排列而“冻结”，高温时可限制其过度运动，从而双向调节膜的流动性，正确。

选项 C。细胞膜外表面的糖类可与脂质结合成糖脂、与蛋白质结合成糖蛋白，二者都参与细胞识别与信息传递，正确。

选项 D。磷脂分子的疏水尾部相对、亲水头部朝外，形成磷脂双分子层，构成生物膜的基本支架，正确。综上，答案选 A。

试题亮点　把“饱和与不饱和”这一分子层面的差异与“低温适应”这一生态层面的需求对应起来，要求学生由功能需求反推分子结构。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向脂肪酸饱和度、胆固醇、糖脂、磷脂四个并列知识点，逐点回忆即可判断。

2 抗原呈递细胞（APC）可以通过某类受体识别入侵病原体的独特结构而诱发炎症和免疫反应。下列叙述错误的是（　　）

A. APC 的细胞膜上存在该类受体

B. 该类受体也可以在溶酶体膜上

C. 诱发炎症和免疫反应过强可能会引起组织损伤

D. APC 包括巨噬细胞、树突状细胞和浆细胞等

参考答案 D

考查目标 考查免疫系统的组成、抗原呈递细胞的种类与功能、免疫反应过强的后果，考查结构与功能观。

试题分析 选项 A。APC 正是通过细胞表面的受体识别病原体的抗原，该受体必然存在于细胞膜上，正确。

选项 B。APC 吞噬病原体后形成吞噬泡，吞噬泡与溶酶体融合，病原体在溶酶体内被降解，该受体随之进入溶酶体膜，正确。

选项 C。免疫反应过强时，免疫系统可能攻击自身正常结构，引起组织损伤（如过敏反应、自身免疫病），正确。

选项 D。APC 包括巨噬细胞、树突状细胞和 B 细胞；浆细胞是 B 细胞受抗原刺激后分化产生的效应细胞，只能分泌抗体，不再具有摄取、加工和呈递抗原的能力，不属于 APC，错误。综上，答案选 D。

试题亮点 以“受体在细胞内的位置变化”设问，把“识别—吞噬—加工—呈递”串成动态链条，B 项正是其中间环节；D 项用“浆细胞”这一高频易错点甄别学生是否真正明晰 APC 的范畴。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应受体的分布、位置变化、免疫过强的后果、APC 的种类，彼此并列，逐项调用知识即可判断。

3 湿地是一种独特的生态系统，是绿水青山的重要组成部分。下列叙述错误的是（　）

A. 在城市地区建设人工湿地可改善生态环境

B. 移除湖泊中富营养化沉积物有利于生态系统的恢复

C. 移栽适应当地环境的植物遵循了生态工程的协调原理

D. 气温和害虫对湿地某植物种群的作用强度与该种群的密度有关

参考答案 D

考查目标　考查生态系统的功能、生态工程的原理、种群数量的制约因素，落实生态文明观念。

试题分析　选项 A。湿地具有蓄洪防旱、净化水质、调节气候、提供栖息地等功能，城市中建设人工湿地可改善局部生态环境，正确。

选项 B。富营养化沉积物蓄积大量氮、磷，是内源污染的主要来源；移除沉积物可切断内源释放、改善水质，有利于生物多样性保护和生态系统恢复，正确。

选项 C。移栽的植物须适应当地气候、土壤才能存活，体现了生物与环境的协调与适应，遵循协调原理，正确。

选项 D。气温属气候因素，作用强度不随密度变化，是非密度制约因素；害虫作为天敌，作用强度随密度升高而增大，是密度制约因素。D 项将二者混为一谈，错误。综上，答案选 D。

试题亮点　把生态工程原理嵌入具体治理措施：B 项指向“内源污染治理”的真实路径，D 项抓住“密度制约”与“非密度制约”这组最易混淆的概念设陷。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分别指向湿地功能、富营养化治理、生态工程原理、种群制约因素，属并列知识点，逐一比对教材结论即可。

4　部分肺纤维化患者的肺泡上皮细胞容易受损衰老。下列叙述错误的是（　　）

A. 患者肺泡上皮细胞染色体端粒可能异常缩短

B. 患者肺泡上皮细胞可能出现 DNA 损伤积累

C. 患者肺泡上皮细胞线粒体功能可能增强

D. 患者肺泡上皮细胞中自由基可能增加

参考答案　C

考查目标　考查细胞衰老的端粒学说与自由基学说、衰老细胞的主要特征，考查运用学说解释实际生理现象的能力。

试题分析　选项 A。端粒学说认为端粒随分裂次数增加而缩短，缩短到一定程度后端粒内侧正常基因的 DNA 序列受损，细胞活动渐趋异常而衰老，正确。

选项 B。端粒缩短引起端粒内侧 DNA 序列损伤并不断积累，最终导致细胞衰老，正确。

选项 C。衰老细胞的典型特征是呼吸速率减慢、新陈代谢减慢、多种酶活性降低，线粒体功能应减弱而非增强，错误。

选项 D。自由基学说认为代谢产生的自由基会攻击各类生物分子而引起细胞衰老，患者细胞易衰老，自由基可能增加，正确。综上，答案选 C。

试题亮点　把两种衰老学说与“线粒体功能”这一具体特征并列，C 项以“增强”与

衰老细胞的代谢特征正面对撞；四项均用“可能”一词，提示从可能性而非必然性作判断。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：A、D 对应两种学说，B 是端粒学说的推论，C 是衰老细胞的代谢特征，均为并列的陈述性知识。

5 某同学将质粒 DNA 进行限制酶酶切时，发现 DNA 完全没有被酶切，分析可能的原因并提出解决方法。下列叙述错误的是（　　）

A. 限制酶失活，更换新的限制酶

B. 酶切条件不合适，调整反应条件如温度和酶的用量等

C. 质粒 DNA 突变导致酶识别位点缺失，更换正常质粒 DNA

D. 酶切位点被甲基化修饰，换用对 DNA 甲基化不敏感的限制酶

参考答案 B

考查目标 以“酶切失败”这一实验室常见故障为情境，考查限制酶的作用特点与影响酶切效果的因素，考查故障归因与问题解决能力。

试题分析 选项 A。限制酶反复冻融、未处于规定缓冲体系或已过有效期时会失活，表现为 DNA 完全不被切割，更换新酶即可，归因与对策对应，正确。

选项 B。影响酶切的条件主要是温度、pH 和离子强度，调整温度、pH 可恢复酶活性；而酶用量属于酶的浓度而非反应条件，一定范围内加大酶量恰是提高酶切效率的常用手段。B 项把酶用量混入“反应条件”，归因与对策均不成立，错误。

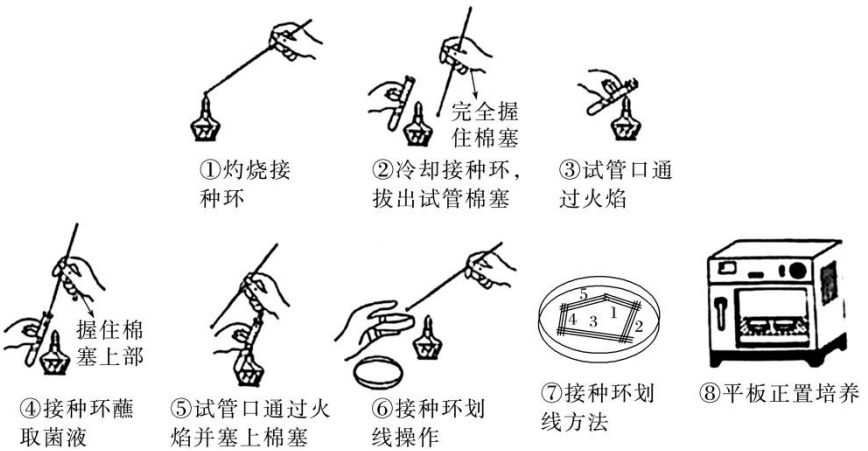
选项 C。质粒传代中可能发生碱基替换而丢失识别序列，酶“无处可切”，应更换含正常位点的质粒，正确。

选项 D。识别序列被甲基化修饰后，敏感型限制酶无法结合，换用不敏感的同工酶或从甲基化缺陷型菌株中提取质粒即可，正确。综上，答案选 B。

试题亮点 以“故障诊断—归因—对策”的逻辑链设计四项，分别指向酶本身、反应条件、底物位点、修饰状态四类原因，考查有条理的原因排查，这正是实验误差分析能力的核心。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应四种独立的失败原因，学生只需判断归因与对策是否匹配，属并列关系的逐项辨认。

6 微生物平板划线和培养的具体操作如图所示，下列操作正确的是（　　）



A. ①②⑤⑥　　B. ③④⑥⑦

C. ①②⑦⑧　　D. ①③④⑤

参考答案 D

考查目标 以平板划线与培养的操作图为情境，考查无菌操作技术、接种环的灼烧、棉塞的持取、划线方法与培养条件，考查实验操作的规范性与评价能力。

试题分析 逐图判断：①灼烧接种环，每次划线前灭菌，正确；②冷却接种环、拔出试管棉塞，图中完全握住棉塞，手会接触棉塞下部造成污染，应握上部，错误；③试管口通过火焰，形成局部无菌区，正确；④接种环蘸取菌液，握住棉塞上部，正确；⑤试管口通过火焰并塞上棉塞，正确；⑥接种环划线操作，图中将皿盖完全打开，应只在火焰旁打开一条缝隙，错误；⑦接种环划线方法，图中第 5 次划线首尾与第 1 次相连，无法得到单菌落，错误；⑧平板正置培养，应倒置以防冷凝水滴落污染培养基，错误。

综上，①③④⑤正确，答案选 D。

试题亮点 八幅操作图两两成对，构成“正确—错误”的镜像对照：棉塞握持部位、皿盖开缝大小、划线是否首尾相连、平板正置与倒置。任何一处细节记忆模糊都会导致选项混淆。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：八幅图对应八个并列的操作要点，逐一判断后组合成选项，各要点之间无逻辑依赖。

7 我国科学家成功用噬菌体治疗方法治愈了耐药性细菌引起的顽固性尿路感染。下列叙述错误的是（　　）

A. 运用噬菌体治疗时，噬菌体特异性侵染病原菌

B. 宿主菌经噬菌体侵染后，基因定向突变的几率变大

C. 噬菌体和细菌在自然界长期的生存斗争中协同进化

D. 噬菌体繁殖消耗宿主菌的核苷酸、氨基酸和能量等

参考答案 B

考查目标 以我国科学家的临床成果立意，考查病毒的增殖、基因突变的特点与协同进化，考查信息的迁移运用与批判性思维。

试题分析 选项 A。噬菌体通过识别宿主细胞表面的特异性受体侵染细菌，宿主范围严格，用于治疗时可特异性裂解病原菌而不伤及人体细胞，正确。

选项 B。基因突变具有不定向性和随机性，任何因素只能提高突变频率，不能使突变朝确定方向发生，“定向突变”本身即与突变的不定向性矛盾，错误。

选项 C。噬菌体与细菌存在寄生关系，长期相互选择中细菌演化出抗性、噬菌体演化出新的侵染方式，二者协同进化，正确。

选项 D。噬菌体没有独立代谢系统，增殖所需的核苷酸、氨基酸、核糖体和能量均由宿主菌提供，正确。综上，答案选 B。

试题亮点 以耐药菌治理的新思路立意，用“定向突变”这一表述型陷阱把科学前沿与“突变的不定向性”对撞，可有效甄别学生是否真正理解“突变无方向、选择有方向”。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：需把“宿主特异性—侵染增殖—原料与能量来源—协同进化”串成寄生关系的逻辑链，再用突变的不定向性否定 B 项的因果表述。

8 以黑藻为材料探究影响细胞质流动速率的因素，实验结果表明新叶、老叶不同区域的细胞质流动速率不同，且新叶比老叶每个对应区域的细胞质流动速率都高。下列叙述错误的是（　　）

A. 该实验的自变量包括黑藻叶龄及同一叶片的不同区域

B. 细胞内结合水与自由水的比值越高，细胞质流动速率越快

C. 材料的新鲜程度、适宜的温度和光照强度是实验成功的关键

D. 细胞质中叶绿体的运动速率可作为细胞质流动速率的指标

参考答案 B

考查目标 考查细胞中水的存在形式及其与代谢的关系、显微观察实验的变量控制与指标选择，考查实验探究能力。

试题分析 选项 A。由实验目的可知，“叶龄”与“叶片不同区域”为自变量，细胞质流动速率为因变量，正确。

选项 B。自由水是良好溶剂，参与物质运输与化学反应；自由水比例越大、结合水与自由水的比值越低，代谢越旺盛、流动越快。新叶比老叶流动快，正是因其代谢旺盛、比值更低。B 项把关系说反，错误。

选项 C。只有选用新鲜叶片并在适宜温度、光照下观察，细胞质流动才明显；叶片萎蔫或温度过低时流动几乎停滞，正确。

选项 D。细胞质基质无色透明难以直接观察，而叶绿体有颜色可追踪，故以其运动作为细胞质流动的标志，正确。综上，答案选 B。

试题亮点 把“自由水与结合水的比值决定代谢强度”嵌入具体实验：新叶流动快这一结果本身即是“比值低、代谢旺”的证据；D 项考查“以可见结构指示不可见过程”的实验思想。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分别指向变量的确定、水的存在形式、实验条件的控制、观测指标的选择，均为并列的操作性知识。

9 一名甲状腺疾病患者某抗体检测呈阳性，该抗体可与促甲状腺激素（TSH）竞争 TSH 受体，阻断受体功能。下列叙述错误的是（　　）

A. 该患者可能有怕冷、反应迟钝等症状

B. 该抗体的靶细胞位于垂体上

C. 该患者 TSH 分泌增多

D. 该患者免疫自稳能力异常

参考答案 B

考查目标 以自身抗体阻断 TSH 受体为情境，考查甲状腺激素的功能、分级调节与反馈调节、免疫失调，考查机制推理能力。

试题分析 选项 A。受体被阻断后甲状腺激素分泌减少，而甲状腺激素能促进代谢、提高神经系统兴奋性，故出现怕冷、反应迟钝等甲减症状，正确。

选项 B。TSH 由垂体分泌，靶细胞是甲状腺细胞；该抗体竞争的是甲状腺细胞膜上的 TSH 受体，故靶细胞是甲状腺细胞而非垂体细胞，错误。

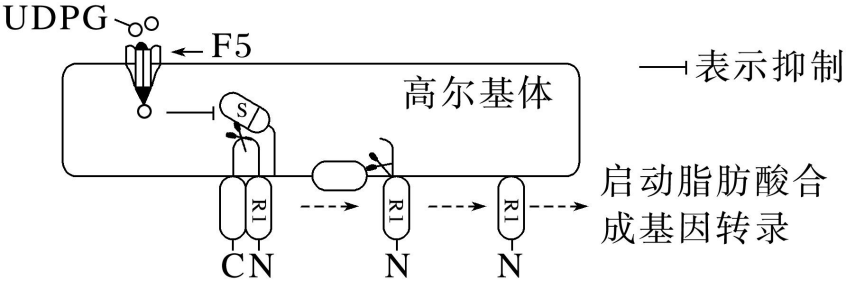
选项 C。甲状腺激素减少后对下丘脑和垂体的负反馈减弱，垂体分泌的 TSH 增多，正确。

选项 D。该抗体针对自身正常受体蛋白发生免疫反应，属自身免疫病，与免疫自稳功能异常有关，正确。综上，答案选 B。

试题亮点 把“激素—受体—反馈”的调节链与免疫失调整合于一体：抗体阻断受体是因，甲状腺激素减少是果，TSH 升高是反馈的结果，三环相扣；B 项直击“靶器官”这一高频错误。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四项分别对应激素功能、靶细胞、负反馈、免疫自稳，均为并列的结论性知识。

10 非酒精性脂肪性肝病是以肝细胞的脂肪变性和异常贮积为病理特征的慢性肝病。葡萄糖在肝脏中以糖原和甘油三酯两种方式储存。蛋白 R1 在高尔基体膜上先后经 S1 和 S2 蛋白水解酶酶切后被激活，进而启动脂肪酸合成基因（核基因）的转录。糖原合成的中间代谢产物 UDPG 能够通过膜转运蛋白 F5 进入高尔基体内，抑制 S1 蛋白水解酶的活性，调控机制如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A. 体内多余的葡萄糖在肝细胞中优先转化为糖原，糖原饱和后转向脂肪酸合成

B. 敲除 F5 蛋白的编码基因会增加非酒精性脂肪肝的发生率

C. 降低高尔基体内 UDPG 量或 S2 蛋白失活会诱发非酒精性脂肪性肝病

D. 激活后的 R1 通过核孔进入细胞核，启动脂肪酸合成基因的转录

参考答案 C

考查目标 以非酒精性脂肪性肝病的分子机制为情境，考查糖类与脂质的转化、细胞器功能、物质跨膜运输与基因表达调控，考查因果推理能力。

试题分析 先厘清图中的因果链：糖原合成旺盛时 UDPG 增多，经 F5 进入高尔基体抑制 S1；S1 被抑制则 R1 不能完成第一步酶切，脂肪酸合成基因的转录受阻。反之，UDPG 减少或 F5 缺失时抑制解除，R1 依次被 S1、S2 酶切而激活，入核启动脂肪酸合成。

选项 A。糖原合成过程产生的 UDPG 会抑制脂肪酸合成，故葡萄糖优先合成糖原；待糖原饱和、UDPG 减少，抑制解除，多余的葡萄糖才转向脂肪酸合成，正确。

选项 B。敲除 F5 基因后 UDPG 无法进入高尔基体，对 S1 的抑制解除，R1 被激活、脂肪酸合成增强，脂肪异常贮积，脂肪肝发生率升高，正确。

选项 C。降低高尔基体内 UDPG 量确可使 S1 解除抑制、脂肪酸合成增强而诱发脂肪肝，此半句成立；但 S2 失活会使 R1 无法完成第二步酶切而不能被激活，脂肪酸合成反而减弱，不会诱发脂肪肝。C 项把两条方向相反的支路强行并列，错误。

选项 D。R1 是蛋白质，激活后经核孔进入细胞核，启动脂肪酸合成基因的转录，正确。综上，答案选 C。

试题亮点 以“UDPG—F5—S1—R1—S2—脂肪酸合成基因”构成完整的分子调控模型，实质是糖原合成对脂肪酸合成的底物竞争与反馈抑制；C 项要求把两条支路分别推演到底，是“一因多果、方向相反”的典型陷阱。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须先把图中要素连成因果链，再用这条链分别推演四种扰动下的结果，属多要素的整体关联。

11 脱落酸（ABA）是植物响应逆境胁迫的信号分子，NaCl 和 PEG6000（PEG6000 不能进入细胞）皆可引起渗透胁迫。图 a 为某水稻种子在不同处理下基因 R 的相对表达量变化，图 b 为该基因的突变体和野生型种子在不同处理下 7 天时的萌发率。研究还发现无论在正常还是逆境下，基因 R 的突变体种子中 ABA 含量皆高于野生型。下列叙述错误的是（　　）

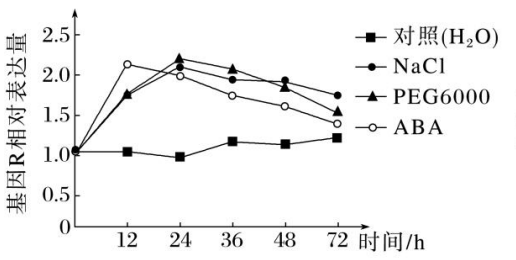


图 a

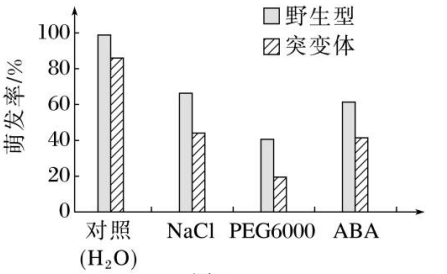


图 b

A. NaCl、PEG6000 和 ABA 对种子萌发的调节机制相同

B. 渗透胁迫下种子中内源 ABA 的含量变化先于基因 R 的表达变化

C. 基因 R 突变体种子中 ABA 含量升高可延长种子贮藏寿命

D. 基因 R 突变可能解除了其对 ABA 生物合成的抑制作用

参考答案 A

考查目标 以水稻种子响应渗透胁迫为情境，考查 ABA 的作用、逆境信号传导、基因表达与激素合成之间的负反馈，考查因果次序的判断。

试题分析 合读两条证据：图 a 显示外源 ABA 可使基因 R 的表达量升高，说明 ABA 促进 R 表达；题干又给出突变体 ABA 含量高于野生型，说明功能正常的 R 产物反过来抑制 ABA 合成。二者构成负反馈回路：ABA↑→R 表达↑→抑制 ABA 合成。

选项 A。NaCl 与 PEG6000 先造成渗透胁迫，再由内源 ABA 升高去促进基因 R 表达；外源 ABA 则直接作为信号作用于基因 R 的表达。三者起点不同，“渗透胁迫”与“激素信号”是两条不同层级的通路，机制并不相同，错误。

选项 B。渗透胁迫首先引起内源 ABA 合成增加，ABA 再促进基因 R 表达，故 ABA 含量的变化先于 R 表达的变化，正确。

选项 C。ABA 抑制种子萌发、维持休眠，突变体 ABA 含量高，萌发受抑，贮藏期间不易穗发芽，贮藏寿命延长，正确。

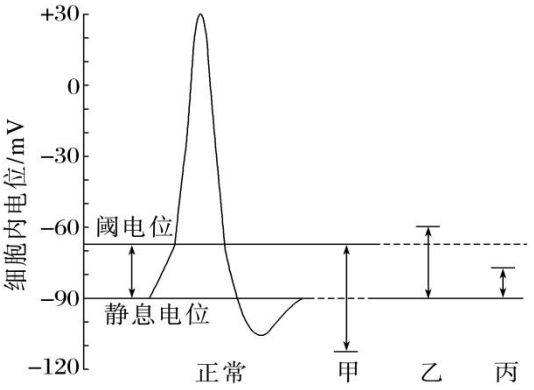
选项 D。突变体 ABA 含量高于野生型，说明正常 R 基因产物抑制 ABA 合成，突变使这一抑制解除，正确。综上，答案选 A。

试题亮点 以“激素—基因—激素”的负反馈回路立意，须在两条曲线与一句文字信

息间反复对照才能拼出完整机制；A 项辨析两条通路的层级差异，B 项考查因果先后，C 项把机制落回种子贮藏的生产问题。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把图 a 曲线、图 b 萌发率与“突变体 ABA 升高”的文字信息联结成负反馈回路，并据此推断因果先后。

12 细胞所处的内环境变化可影响其兴奋性，膜电位达到阈电位（即引发动作电位的临界值）后，才能产生兴奋。如图所示，甲、乙和丙表示不同环境下静息电位或阈电位的变化情况。下列叙述错误的是（　　）



A. 正常环境中细胞的动作电位峰值受膜内外钠离子浓度差影响

B. 环境甲中钾离子浓度低于正常环境

C. 细胞膜电位达到阈电位后，钠离子通道才开放

D. 同一细胞在环境乙中比丙中更难发生兴奋

参考答案 C

考查目标 以不同内环境下的膜电位变化为情境，考查静息电位与动作电位的产生机制、阈电位的含义与兴奋性的判断，考查模型分析与推理能力。

试题分析 选项 A。动作电位的上升支由 Na^+顺浓度梯度内流形成，峰值取决于膜内外 Na^+浓度差：浓度差越大，内流越多，峰值越高，正确。

选项 B。静息电位主要由 K^+外流形成。环境甲的静息电位绝对值增大，说明 K^+外流增多，即膜外 K^+浓度更低、浓度差更大，正确。

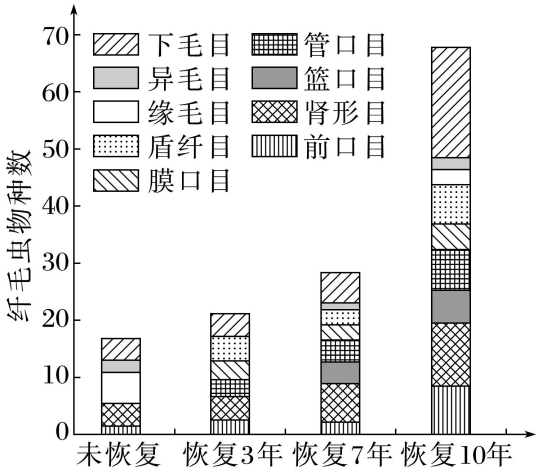
选项 C。Na^+通道属电压门控通道，膜电位去极化到一定程度（阈电位附近）时即大量开放，由此产生的 Na^+内流使膜电位迅速达到并越过阈电位。C 项把“通道开放”置于“达到阈电位”之后，颠倒因果，错误。

选项 D。兴奋能否产生取决于刺激能否使膜电位由静息电位升到阈电位，即取决于二者差值。环境乙的差值大于丙，需更强刺激才能兴奋，故更难发生兴奋，正确。综上，答案选 C。

试题亮点 用“静息电位—阈电位”这对可测坐标把抽象的“兴奋性高低”转化为“差值大小”，使比较有了标尺；C 项针对“钠通道开放与阈电位孰先孰后”这一易混细节设陷。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把“Na^+浓度差—峰值”“K^+浓度差—静息电位”“静息电位与阈电位之差—兴奋性”三组关系联结成统一的膜电位模型。

13 土壤中纤毛虫的动态变化可反映生态环境的变化。某地实施退耕还林后，10 年内不同恢复阶段土壤中纤毛虫物种数情况如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A. 统计土壤中某种纤毛虫的具体数目可采用目测估计法

B. 退耕还林期间纤毛虫多样性及各目的种类数不断增加

C. 调查期间土壤纤毛虫丰富度的变化是一种正反馈调节

D. 退耕还林提高了纤毛虫的种群密度和生态系统的稳定性

参考答案 ABD

考查目标 以退耕还林后土壤纤毛虫群落的恢复为情境，考查丰富度的调查方法、群落多样性变化、反馈调节类型与生态系统稳定性，考查图表分析与综合辨析能力。

试题分析 选项 A。目测估计法按多度等级估测，只能确定相对数量，不能统计具体数目；统计具体数目须借助显微镜计数（如血细胞计数板），A 错误。

选项 B。由图可知，随恢复年限延长纤毛虫总物种数总体增加，但某些目的种类数出现升降波动，并非“不断增加”，表述绝对化，B 错误。

选项 C。丰富度升高改善土壤环境，环境改善又进一步提高丰富度，结果被不断放大，属正反馈调节，C 正确。

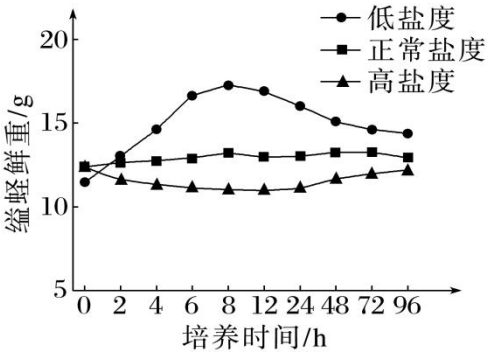
选项 D。退耕还林有利于提高生态系统稳定性，但题干与图中均未提供单位面积个体数的信息，无法得出“提高了种群密度”的结论，D 错误。综上，答案选 ABD。

试题亮点 以恢复生态学的真实监测数据立意，A、B、D 分别指向“方法适用性”“趋

势表述绝对化”“结论超出证据”三类典型失误，尤其D项考查“有什么证据下什么结论”的实证意识。

SOLO分类　层次：关联结构层次。判定依据：判断C、D须把“丰富度—环境改善—反馈类型—稳定性”与图中数据联结，并在“证据是否充分”层面作出评价。

14　缢蛏是我国传统养殖的广盐性贝类之一，自身存在抵抗外界盐度胁迫的渗透调节机制。缢蛏体内游离氨基酸含量随盐度的不同而变化，如图为缢蛏在不同盐度下鲜重随培养时间的变化曲线。下列叙述错误的是（　　）



A. 缢蛏在低盐度条件下先吸水，后失水直至趋于动态平衡

B. 低盐度培养8～48 h，缢蛏通过自我调节以增加组织中的溶质含量

C. 相同盐度下，游离氨基酸含量高的组织渗透压也高

D. 缢蛏组织中游离氨基酸含量的变化与细胞呼吸有关

参考答案　B

考查目标　以缢蛏的渗透调节为情境，考查渗透作用与渗透压、水盐平衡的调节、细胞呼吸与物质转化的关系，考查曲线分析与推理能力。

试题分析　选项A。低盐度下外界溶液浓度低于体内，缢蛏先吸水使鲜重增加；随后通过调节降低体内渗透压，水分外排、鲜重回落，最终趋于动态平衡，正确。

选项B。0～8 h吸水说明组织渗透压高于外界；8 h后鲜重下降，说明缢蛏通过调节“减少”组织中的溶质含量（如分解游离氨基酸），使渗透压降低、水分排出。B项说“增加溶质”，会进一步加重吸水，与曲线相反，错误。

选项C。渗透压取决于单位体积溶液中溶质微粒的数目，游离氨基酸含量高则渗透压高，正确。

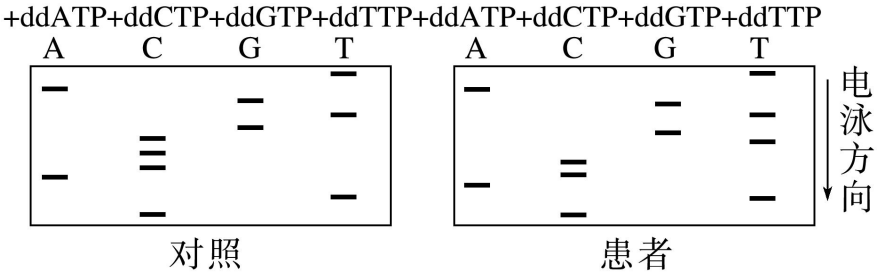
选项D。细胞呼吸的中间产物可转化为氨基酸等非糖物质，氨基酸也可脱氨基后进入呼吸代谢，故其含量变化与细胞呼吸密切相关，正确。综上，答案选B。

试题亮点　以地方特色养殖品种的真实生理数据设题，要求完成“鲜重曲线—水分进出—渗透压—溶质含量”四步互译；B项以“增加/减少”的方向设陷，考查由现象反推调

节方向的能力。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把曲线走势、渗透方向、渗透压与溶质含量的关系及细胞呼吸的代谢联系整合起来，形成对“广盐性”的机制解释。

15 最早的双脱氧测序法是 PCR 反应体系中，分别再加入一种少量的双脱氧核苷三磷酸（ddATP、ddCTP、ddGTP 或 ddTTP），子链延伸时，双脱氧核苷三磷酸也遵循碱基互补配对原则。以加入 ddATP 的体系为例：若配对的为 ddATP，延伸终止；若配对的为脱氧腺苷三磷酸（dATP），继续延伸；PCR 产物变性后电泳检测。通过该方法测序某疾病患者及对照个体的一段序列，结果如图所示。下列叙述正确的是（　　）



A. 上述 PCR 反应体系中只加入一种引物

B. 电泳时产物的片段越小，迁移速率越慢

C. 5′ －CTACCCGTGAT－3′ 为对照个体的一段序列

D. 患者该段序列中某位点的碱基 C 突变为 G

参考答案 AC

考查目标 以双脱氧测序法为情境，考查 PCR 的引物、电泳的分离原理、测序图谱的判读与序列书写，考查信息转换与逻辑推理能力。

试题分析 选项 A。测序模板是待测的单链 DNA，只需在已知的一端序列处结合一种引物、让子链单向延伸，即可得到起始点相同而终点不同的一组片段，正确。

选项 B。电泳时片段越小，在凝胶网络中受到的阻力越小，迁移速率越快，故条带越靠下的片段越短，错误。

选项 C。同一泳道内片段起始点相同，故由长到短对应序列由引物端向外延伸；又因 ddNTP 掺入后链在该碱基处终止，每一泳道只能读出“该位置是此种碱基”。图中电泳方向自上而下为长→短，逐位读出对照个体的序列即 5′ －CTACCCGTGAT－3′ ，正确。

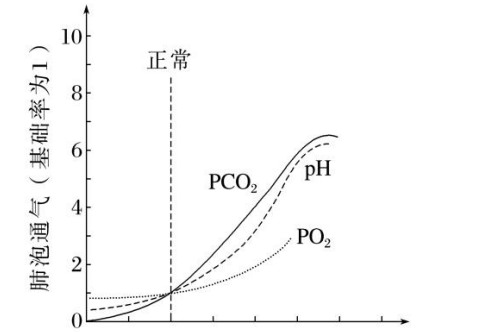
选项 D。以同样方法读出患者序列，与对照相比发生改变的位置上是 C 被 T 取代，而非 C→G，错误。综上，答案选 AC。

试题亮点 以“测序原理—电泳方向—序列书写”三级转换立意；B 项考查迁移率与片段大小的关系，C、D 两项要求完成“条带→末端碱基→序列”的完整翻译，是全卷对信

息转换考查最充分的一题。

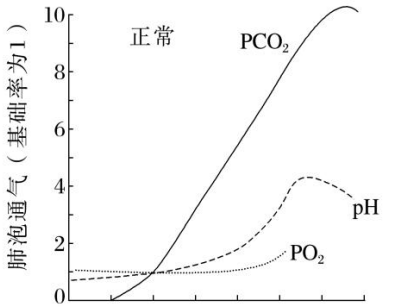
SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把引物设计、ddNTP 终止原理、电泳迁移规律与序列书写方向联结成完整的读图流程，任何一环脱节都无法得出正确序列。

16 为研究 CO_2、O_2 和 H^+ 对呼吸运动的作用（以肺泡通气为检测指标）及其相互影响，进行了相关实验。动脉血中 CO_2 分压（PCO_2）、O_2 分压（PO_2）和 H^+ 浓度三个因素中，一个改变而另两个保持正常时的肺泡通气效应如图 a，一个改变而另两个不加控制时的肺泡通气效应如图 b。下列叙述正确的是（　　）



PCO_2	30	35	40	45	50	55	60	65	mmHg
PO_2	140	120	100	80	60	40	20	0	mmHg
pH	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9	

图 a



PCO_2	30	35	40	45	50	55	60	65	mmHg
PO_2	140	120	100	80	60	40	20	0	mmHg
pH	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9	

图 b

A. 一定范围内，增加 PCO_2、H^+ 浓度和 PO_2 均能增强呼吸运动

B. pH 由 7.4 下降至 7.1 的过程中，PCO_2 逐渐降低

C. PO_2 由 60 mmHg 下降至 40 mmHg 的过程中，PCO_2 和 H^+ 浓度逐渐降低

D. CO_2 作用于相关感受器，通过体液调节对呼吸运动进行调控

参考答案 BC

考查目标 以 CO_2、O_2、H^+ 对肺泡通气的影响为情境，考查体液调节与神经调节的关系、化学感受器的作用，以及“控制变量”与“不控制变量”两种实验设计的差异。

试题分析 选项 A。由图 a 可知，一定范围内升高 PCO_2、升高 H^+ 浓度、降低 PO_2 均使肺泡通气量增大；而“增加 PO_2”方向相反，错误。

选项 B。图 b 中 pH 由 7.4 降至 7.1 时曲线上升幅度明显小于图 a，说明在 H^+ 浓度升高的同时，机体通过降低 PCO_2（加快排出 CO_2 以减轻酸中毒）进行代偿，故 PCO_2 逐渐降低，正确。

选项 C。PO_2 由 60 mmHg 降至 40 mmHg 时，图 b 曲线上升幅度同样小于图 a，说明在缺氧的同时伴有 PCO_2 降低与 H^+ 浓度降低（pH 升高）的代偿，正确。

选项 D。CO_2 作用于中枢与外周化学感受器，兴奋经传入神经传至脑干呼吸中枢，再经传出神经支配呼吸肌，属神经调节（体液因素通过神经通路起作用），错误。综上，答案选

BC。

试题亮点 核心设计是“图 a（控制变量）与图 b（不控制变量）”的对照：图 a 给出各因素的独立效应，图 b 给出三者相互作用时的综合效应，两条曲线的差异恰恰暴露了机体的代偿性调节。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把图 a 的独立效应、图 b 的综合效应与呼吸运动的神经—体液调节通路联结，通过两图差异推断变量间的相互影响。

17 钾是植物生长发育的必需元素，主要生理功能包括参与酶活性调节、渗透调节以及促进光合产物的运输和转化等。研究表明，缺钾导致某种植物的气孔导度下降，使 CO_2 通过气孔的阻力增大；Rubisco 的羧化酶（催化 CO_2 的固定反应）活性下降，最终导致净光合速率下降。回答下列问题：

（1）从物质和能量转化角度分析，叶绿体的光合作用即在光能驱动下，水分解产生_____；光能转化为电能，再转化为_____中储存的化学能，用于暗反应的过程。

（2）长期缺钾导致该植物的叶绿素含量_____。从叶绿素的合成角度分析，原因是_____（答出两点即可）。

（3）现发现该植物群体中有一植株，在正常供钾条件下，总叶绿素含量正常，但气孔导度等其他光合作用相关指标均与缺钾时相近，推测是 Rubisco 的编码基因发生突变所致。Rubisco 由两个基因（包括 1 个核基因和 1 个叶绿体基因）编码，这两个基因及两端的 DNA 序列已知。拟以该突变体的叶片组织为实验材料，以测序的方式确定突变位点。写出关键实验步骤：①_____；②_____；③_____；④基因测序；⑤_____。

参考答案 （1）O_2 和 H^+；ATP 和 NADPH

（2）减少；缺钾使叶绿素合成相关酶的活性降低，缺钾影响细胞的渗透调节，进而影响细胞对 Mg、N 等元素的吸收，使叶绿素合成的原料不足

（3）①分别提取该组织细胞的细胞核 DNA 和叶绿体 DNA ②根据编码 Rubisco 的两个基因的两端 DNA 序列设计相应引物 ③利用提取的 DNA 和引物分别进行 PCR 扩增并电泳 ⑤将测序结果与已知基因序列进行比较

【评分标准】第（1）题 4 分（每空 2 分，“O_2 和 H^+”“ATP 和 NADPH”须完整，答错不给分）；第（2）题 3 分（“减少”1 分，原因答出“影响酶的活性”“影响原料（Mg、N）的吸收或运输”任一点得 2 分）；第（3）题 5 分（提取 DNA 1 分，设计引物 2 分，PCR 扩增 1 分，序列比对 1 分，五步顺序不作要求）。

考查目标 以“缺钾—气孔导度下降—Rubisco 活性降低—净光合速率下降”为链条，考查光反应与暗反应的物质能量转换、叶绿素合成的条件、PCR 与测序的实验设计。

试题分析 第（1）题。光反应中水在光能驱动下分解为 O_2 和 H^+，H^+ 与 NADP+结合生成 NADPH；能量转换为光能→电能→ATP 和 NADPH 中活跃的化学能，二者用于暗反应中 C_3 的还原。

第（2）题。缺钾时叶绿素含量下降，从合成角度看有两条路径：一是钾参与酶活性调节，缺钾使叶绿素合成相关酶活性降低，合成速率下降；二是钾参与渗透调节，缺钾影响细胞对 Mg、N 的吸收，而 Mg 是叶绿素分子的组成元素、N 是合成叶绿素的必需元素，原料不足则合成减少。

第（3）题。Rubisco 由核基因和叶绿体基因共同编码，要确定突变发生在哪个基因，必须把两种 DNA 分开研究：先分别提取细胞核 DNA 和叶绿体 DNA；再依据已知的两端序列设计特异性引物；然后分别 PCR 扩增并电泳，确认产物是否正确；测序后与已知序列比对，即可定位突变所在的基因与位点。

试题亮点 第（3）问把冷门的“细胞器基因组”与通用的“测序定位突变”结合，要求学生自主搭建“提 DNA—设引物—扩增—测序—比对”的完整技术路线；评分细则对五步分别赋分，体现过程性评价导向。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：第（1）（2）问为多要素的因果串联，第（3）问须把“双基因编码—两种模板—引物特异性—测序比对”组织成自洽的技术路线。

18 色盲可分为红色盲、绿色盲和蓝色盲等。红色盲和绿色盲都为伴 X 染色体隐性遗传，分别由基因 L、M 突变所致；蓝色盲属常染色体显性遗传，由基因 S 突变所致。回答下列问题：

（1）一绿色盲男性与一红色盲女性婚配，其后代可能的表型及比例为_____或_____；其表型正常后代与蓝色盲患者（Ss）婚配，其男性后代可能的表型及比例为_____（不考虑突变和基因重组等因素）。

（2）1 个 L 与 1 个或多个 M 串联在一起，Z 是 L 上游的一段基因间序列，它们在 X 染色体上的相对位置如图 a。为阐明红绿色盲的遗传病因，研究人员将男性红绿色盲患者及对照个体的 DNA 酶切产物与相应探针杂交，酶切产物 Z 的结果如图 b，酶切产物 BL、CL、DL、BM、CM 和 DM 的结果见下表，表中数字表示酶切产物的量。

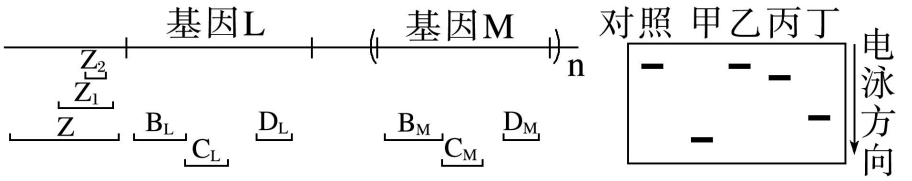


图 a

图 b

组别	BL	CL	DL	BM	CM	DM
对照	15.1	18.1	33.6	45.5	21.3	66.1
甲	0	0	0	21.9	10.9	61.4
乙	15.0	18.5	0	0	0	33.1
丙	15.9	18.0	33.0	45.0	21.0	64.0
丁	16.0	18.5	33.0	45.0	21.0	65.0

①若对照个体在图 a 所示区域的序列组成为“Z＋L＋M＋M”，则患者甲最可能的组成为_____（用 Z、部分 Z，L、部分 L，M、部分 M 表示）。

②对患者丙、丁的酶切产物 Z 测序后，发现缺失 Z1 或 Z2，这两名患者患红绿色盲的原因是_____。

③本研究表明：红绿色盲的遗传病因是_____。

参考答案　**（1）正常女性：红色盲男性＝1∶1；正常女性：绿色盲女性：红色盲男性：红绿色盲男性＝1∶1∶1∶1；红蓝色盲：绿蓝色盲：红色盲：绿色盲＝1∶1∶1∶1**

（2）①部分 Z＋部分 M＋M　②Z 发生突变（缺失 Z1 或 Z2），导致 L、M 基因无法表达

③L、M 基因的共用调控序列发生突变，或 L、M 基因发生基因突变

【评分标准】第（1）题 6 分（第一空 1 分，第二空 2 分，第三空 3 分；第三空答“绿色盲：绿蓝色盲＝1∶1”亦可得 2 分，未写明“男性”者扣分）；第（2）题 6 分（①2 分；②2 分，答出“Z2 缺失导致 L、M 无法正常表达”得 2 分，仅答“Z2 缺失”得 1 分；③2 分，答出“共用调控序列突变”或“L、M 基因突变”任一点即可）。

▌考查目标　以红绿色盲的分子遗传病因为情境，综合考查伴 X 隐性遗传与常染色体显性遗传的规律、基因串联与共用调控序列、酶切图谱与探针杂交结果的分析，考查演绎推理与建模能力。

▌试题分析　第（1）题。绿色盲男性为 X^{Lm}Y，红色盲女性为 X^{lM}X^{lM} 或 X^{lM}X^{lm}。若为前者，后代为 X^{Lm}X^{lM}（正常女性）与 X^{lM}Y（红色盲男性），比例 1∶1；若为后者，则出现正常女性、绿色盲女性、红色盲男性、红绿色盲男性四种，比例 1∶1∶1∶1。无论哪种情况，表型正常的后代必为女性 X^{Lm}X^{lM}，与蓝色盲患者（Ss）婚配，将 S/s 与 L/M 两对基因分别分析再组合，男性后代为红蓝色盲∶绿蓝色盲∶红色盲∶绿色盲＝1∶1∶1∶1。

第（2）①题。对照为“Z＋L＋M＋M”。甲不产生 BL、CL、DL，说明 L 已缺失或结构改

变；甲的 Z 仅出现较短的片段，说明只保留部分 Z；甲仍有 BM、CM、DM 三条 M 片段，但 BM、CM 约为对照的一半而 DM 基本不变，说明含“部分 M＋M”。综合即得“部分 Z＋部分 M＋M”。

第（2）②题。丙、丁的 L、M 片段与对照基本一致，说明 L、M 基因结构完整，但缺失了 Z1 或 Z2；而二者均患红绿色盲，说明 Z 是 L、M 基因共用的调控（启动）序列，其缺失使 L、M 基因无法正常表达。

第（2）③题。综合甲（L 缺失、M 部分重复）、乙（L、M 均缺失）、丙丁（调控序列缺失）三类结果可见，红绿色盲的病因并非单一：既可能是 L、M 基因本身的突变，也可能是二者共用的调控序列突变导致基因不能表达。

试题亮点　把伴性遗传的概率计算推进到“基因簇与共用调控序列”的分子层面，用酶切图谱与杂交的定量数据替代常规系谱图，要求学生从“量的变化”（如某片段为对照的一半）推断“结构的改变”，这正是现代遗传研究的真实思维方式。

SOLO 分类　层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（2）问无现成模型，须把“串联基因—酶切片段—条带量—基因表达”抽象为可迁移的“结构—剂量—功能”模型，再据此统一解释四个个体的结果。

19　葡萄糖进入胰岛 B 细胞后被氧化，增加 ATP 的生成，引起细胞膜上 ATP 敏感性 K^+ 通道关闭，使膜两侧电位差变化，促使 Ca^{2+} 通道开放，Ca^{2+} 内流，刺激胰岛素分泌。进食后，由小肠分泌的肠促胰岛素（GLP-1 和 GIP）依赖于葡萄糖促进胰岛素分泌，称为肠促胰岛素效应。人体内的 GLP-1 和 GIP 易被酶 D 降解，人工研发的类似物功能与 GLP-1 和 GIP 一样，但不易被酶 D 降解。回答下列问题：

（1）胰岛素需要通过_____运输作用于靶细胞。药物甲只能与胰岛 B 细胞膜表面特异性受体结合，作用于 ATP 敏感性 K^+ 通道，促进胰岛素分泌。使用药物甲后，胰岛 B 细胞内_____（填“K^+”“Ca^{2+}”或“K^+和 Ca^{2+}”）浓度增大；过量使用会产生严重不良反应，该不良反应可能是_____。

（2）与正常人比较，患者 A 和 B 的肠促胰岛素效应均减弱，血糖异常升高。使用药物甲后，患者 A 的血糖得到有效控制，而患者 B 血糖无改善，患者 B 可能有_____分泌障碍。

（3）研究发现，与正常人比较，患者 A 的 GLP-1 表达量较低但其受体数量无变化，而 GIP 表达量无变化但其受体数量明显下降。若从①GIP 类似物、②GLP-1 类似物、③酶 D 激活剂中筛选治疗患者 A 的候选新药，首选_____（填序号）。若使用该候选药，发生（1）所述不良反应的风险_____（填“大于”“等于”或“小于”）使用药物甲，理由是_____。

参考答案　（1）体液（血液或血浆）；K^+和 Ca^{2+}；出现低血糖症状

（2）胰岛素（胰岛 B 细胞）

（3）②；小于；GLP-1 类似物促进胰岛素分泌依赖于葡萄糖，当血糖浓度下降时其促进作用随之减弱，不会引起胰岛素持续大量分泌

【评分标准】第（1）题 4 分（“体液”1 分，“K^+和 Ca^{2+}”2 分、只答其一不给分，“低血糖”1 分）；第（2）题 2 分（答“胰岛素”“胰岛 B 细胞”或“胰岛素和肠促胰岛素”均可）；第（3）题 6 分（②2 分，“小于”2 分，理由 2 分，须答出“依赖于葡萄糖”）。

▌考查目标　以胰岛素分泌机制与肠促胰岛素效应为情境，考查激素调节的特点、血糖平衡的调节、K^+通道与 Ca^{2+}信号、药物作用机制与新药筛选，考查信息获取与逻辑推理。

▌试题分析　第（1）题。胰岛素作为激素经体液（血液）运输到全身。药物甲与胰岛 B 细胞膜上的受体结合后作用于 ATP 敏感性 K^+通道，使 K^+通道关闭、K^+外流减少，膜去极化，Ca^{2+}通道开放、Ca^{2+}内流增加，故细胞内 K^+和 Ca^{2+}浓度都增大。过量使用会使胰岛素大量释放，血糖持续下降，出现低血糖症状。

第（2）题。药物甲的作用是“促使胰岛 B 细胞分泌胰岛素”。患者 B 用药后血糖无改善，说明其胰岛 B 细胞本身不能分泌足量胰岛素，即存在胰岛素（胰岛 B 细胞）分泌障碍；患者 A 用药有效，说明其障碍在于肠促胰岛素效应不足，而非胰岛 B 细胞功能缺陷。

第（3）题。患者 A 的 GLP-1 表达量低但受体数量正常，补充 GLP-1 类似物可经受体发挥作用，故选②；其 GIP 受体数量明显下降，用 GIP 类似物效果不佳；酶 D 激活剂会加速 GLP-1 和 GIP 降解，方向相反。由于 GLP-1 类似物促进胰岛素分泌依赖葡萄糖浓度，血糖降低后其作用随之减弱，故低血糖风险小于药物甲。

▌试题亮点　以“机制—诊断—用药”的临床逻辑立意：第（1）问考机制，第（2）问考鉴别诊断（同一药物对两名患者疗效不同，反推障碍部位），第（3）问考基于受体状态的个体化用药，把血糖调节知识转化为解决真实问题的工具。

▌SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：三问均须把“葡萄糖代谢—ATP—K^+/Ca^{2+}通道—胰岛素分泌—肠促胰岛素效应—受体状态”联结成完整调节链，并据此推断不同患者的障碍环节。

20　土壤中的微生物数量与脲酶活性可反映土壤的肥力状况。为研究不同施肥方式对土壤微生物数量和脲酶活性的影响，试验分组如下：不施肥（CK）、有机肥（M）、化肥（NP）、麦秸还田（S）、有机肥＋化肥（M＋NP）、麦秸还田＋化肥（S＋NP），其中，NP 中氮肥为尿素，麦秸未经处理直接还田，结果如图所示。回答下列问题：

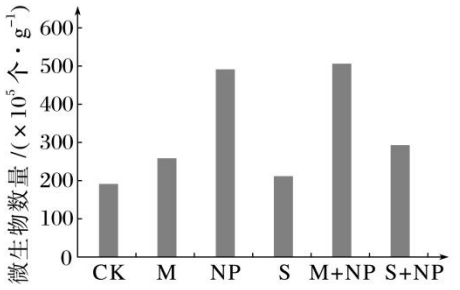


图 a

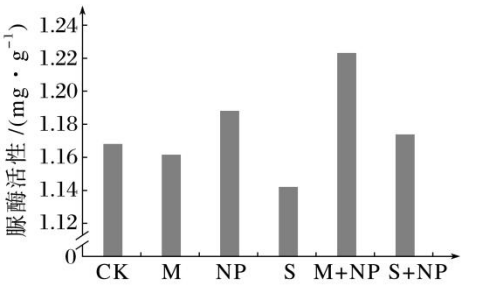


图 b

（1）从生态系统组成成分分析，土壤中的微生物主要属于_____，施用的肥料属于_____。M、NP 和 S 三种施肥方式中，对土壤微生物数量影响最大的是_____。

（2）研究还表明，与 CK 组相比，S 组小麦产量差异不显著。据图 a 分析，其原因是_____；秸秆可用于生产畜禽饲料和食用菌，畜禽粪便和使用过的食用菌培养基用于还田，该利用方式能降低生态足迹的原因是_____。

（3）下列说法错误的是_____（填序号）。①合理施肥可以提高氮的循环效率　②施肥可增加土壤微生物数量和脲酶活性　③为提高土壤肥力，短期内施用有机肥比化肥更有效　④施用有机肥时，松土可促进有氧呼吸

参考答案　**（1）分解者；非生物的物质和能量；NP**

（2）麦秸还田对土壤微生物的数量几乎没有影响，短期内麦秸中的有机物未被充分分解，未能增加土壤养分；实现了物质和能量的多级利用（物质循环利用），提高了能量利用率，减少了资源消耗与废物排放，从而降低生态足迹

（3）②③

【评分标准】第（1）题 4 分（“分解者”1 分，“非生物的物质和能量”2 分，“NP”1 分）；第（2）题 5 分（第一空 2 分：答出“对微生物数量无明显影响”1 分、“有机物未被充分分解或形成的无机盐少”1 分；第二空 3 分：答出物质循环利用、能量多级利用、降低资源消耗中的两点即可）；第（3）题 2 分（全对 2 分，半对 1 分）。

▌考查目标　以不同施肥方式对土壤微生物与脲酶活性的影响为情境，考查生态系统的组成成分、能量流动与物质循环、生态足迹，考查数据分析与社会责任。

▌试题分析 第（1）题。土壤微生物主要将动植物遗体和排遗物中的有机物分解为无机物，属分解者；施用的肥料提供无机盐等物质，属“非生物的物质和能量”。由图 a 可见，与 CK 组相比 NP 组微生物数量增加最显著，故 NP 影响最大。

第（2）题。麦秸未经处理直接还田，短期内难以被微生物分解，既不能明显增加微生

物数量，也不能及时释放无机盐，故对产量影响不显著。秸秆—饲料（食用菌培养基）—粪便—还田这一链条，把原本的“废物”逐级利用，实现物质的多级循环与能量的多级利用，减少资源消耗与废物排放，因而降低生态足迹。

第（3）题。①合理施肥增加微生物数量与脲酶活性，可加快有机氮分解，提高氮的循环效率，正确；②施肥方式不同效果也不同，如 S 组对微生物数量几乎无影响且可降低脲酶活性，“施肥可增加”过于笼统，错误；③短期内化肥（NP）对微生物数量与脲酶活性的提升幅度最大，故短期内化肥比有机肥更有效，错误；④松土增加通气，促进需氧微生物的有氧呼吸，加快有机肥分解，正确。故错误的是②③。

试题亮点 以农业生产的真实试验立意，第（2）问要求把曲线上的“无差异”翻译成“分解不足—养分释放少”的因果链，第（3）问三个判断分别考查“效率”“效果的条件性”“措施的原理”，③以“短期与长期”的差异设陷，避免简单化结论。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：须把“施肥方式—微生物数量—脲酶活性—有机氮分解—产量—生态足迹”联结成完整的生态学因果链，并结合图 a 数据作出解释。

21 百合具有观赏、食用和药用等多种价值，科研人员对其进行了多种育种技术研究。回答下列问题：

（1）体细胞杂交育种。进行不同种百合体细胞杂交前，先用_____去除细胞壁获得原生质体，使原生质体融合，得到杂种细胞后，继续培养，常用_____（填植物激素名称）诱导愈伤组织形成和分化，获得完整的杂种植株。

（2）单倍体育种。常用_____的方法来获得单倍体植株，鉴定百合单倍体植株的方法是_____。

（3）基因工程育种。研究人员从野生百合中获得一个抵抗尖孢镰刀菌侵染的基因 L，该基因及其上游的启动子 pL 和下游的终止子结构如图 a。图 b 是一种 Ti 质粒的结构示意图，其中基因 gus 编码 GUS 酶，GUS 酶活性可反映启动子活性。

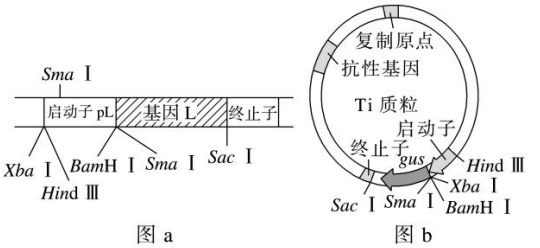


图 a

图 b

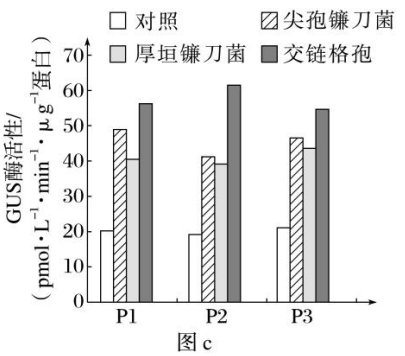


图 c

①研究病原微生物对 L 的启动子 pL 活性的影响。从图 a 所示结构中获取 pL，首先选

用_____酶切，将其与相同限制酶酶切的 Ti 质粒连接，再导入烟草。随机选取 3 组转基因成功的烟草（P1、P2 和 P3）进行病原微生物胁迫，结果如图 c。由此可知：三种病原微生物都能诱导 pL 的活性增强，其中_____的诱导作用最强。

②现发现栽培种百合 B 中也有 L，但其上游的启动子与野生百合不同，且抗病性弱。若要提高该百合中 L 的表达量，培育具有高抗病原微生物能力的百合新品种，简要写出实验思路：_____。

参考答案　**（1）纤维素酶和果胶酶；生长素和细胞分裂素**

（2）花药（花粉）离体培养；用显微镜观察根尖有丝分裂中期细胞中的染色体数目

（3）①HindⅢ和 BamHⅠ；交链格孢　②从野生百合中获取启动子 pL，构建含 pL 与基因 L 的表达载体，导入栽培种百合 B 的细胞，筛选出 pL 高表达的植株，再检测其抗病性

【评分标准】第（1）题 2 分（各 1 分）；第（2）题 2 分；第（3）题 9 分（①3 分：限制酶 2 分、病原微生物 1 分；②6 分：按“获取（改造）启动子—构建载体—转化—鉴定高表达植株—检测抗病性”五个要点赋分）。

▌考查目标　以百合的多种育种技术为情境，综合考查植物体细胞杂交、单倍体育种、基因工程的基本操作程序与限制酶的选择，考查综合设计与方案表述能力。

▌试题分析 第（1）题。植物细胞壁的主要成分是纤维素和果胶，故用纤维素酶和果胶酶去除细胞壁；杂种细胞经脱分化形成愈伤组织、再分化形成植株，需生长素与细胞分裂素的协同诱导，二者比例决定生根还是发芽。

第（2）题。获得单倍体植株最常用的方法是花药（花粉）离体培养；鉴定的核心是“看染色体数目是否减半”，即取根尖分生区细胞，观察有丝分裂中期的染色体数目。

第（3）①题。要切下完整的 pL 并保证方向正确，需在其上游选一种酶、下游选一种酶：上游有 XbaⅠ、HindⅢ，下游紧邻 pL 与基因 L 交界处有 BamHⅠ，而 SmaⅠ在 pL 内部、SacⅠ在基因 L 内部，用它们会破坏目的片段。再对照 Ti 质粒，HindⅢ、BamHⅠ位于 gus 基因两侧且方向合适，故选 HindⅢ和 BamHⅠ。图 c 中交链格孢处理组的 GUS 酶活性最高，诱导作用最强。

第（3）②题。既然百合 B 抗病性弱是因其 L 的启动子弱，思路就是“换启动子”：从野生百合中获取强启动子 pL，与基因 L 构建表达载体，导入百合 B 的细胞，筛选出 pL 高表达的植株，最后接种病原菌检测其抗病性。

▌试题亮点　三种育种技术形成“细胞水平—染色体水平—分子水平”的完整梯度。第（3）①问在“正确插入”与“保留 gus 报告基因”的双重约束下选酶，需同时读两张图、排除两个“陷阱酶”；②问则要求把“抗病性弱”翻译成“启动子弱”，再倒推技术路线。

▌SOLO 分类　层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（3）问须把陌生情境（启动子

活性与抗病性的关系）抽象为“调控序列决定表达量”的一般模型，并据此自主设计从取材到检测的完整路线。

三、教学与复习备考建议

1. 回归教材，把表述的准确性作为第一道防线

本卷大量试题的难点并不在知识本身，而在于对教材表述的准确理解与适用条件的把握：第 1 题的“饱和与不饱和”、第 3 题的“密度制约与非密度制约”、第 4 题的“线粒体功能增强还是减弱”、第 8 题的“结合水与自由水的比值”、第 9 题的“靶细胞是甲状腺还是垂体”、第 14 题的“增加还是减少溶质”，失分点几乎都落在“方向”和“限定词”上。教学中应引导学生对教材结论作“条件化”加工——不仅记住结论，还要追问它成立的前提、适用的对象和反向表述是否成立，并整理成“易混概念对照表”，定期复现。

2. 用“情境—问题—证据—结论”的路径训练图文转换

全卷 11 题配图、1 题附表，图形类型涵盖操作示意图、曲线图、柱形图、电泳图谱与流程示意图。复习中应有意识地开展“三读”训练：一读图注与坐标（明确变量与单位），二读趋势与差异（找拐点、找组间差），三读设问与图的对应关系（设问指向图中的哪一处证据）。特别要训练“由结果反推过程”的能力，如第 16 题由图 b 与图 a 的差异反推代偿性调节、第 20 题由“产量无差异”反推“分解不足”，这类推理是本卷区分度最高的部分。

3. 把实验教学做实，重点训练方案设计与故障分析

第 6 题考操作规范、第 8 题考变量与指标、第 17（3）题考技术路线、第 21（3）②考育种思路，四条线索共同指向“真做实验”的价值。建议把教材中的必做实验按“目的—原理—变量—步骤—结果—结论”六栏重新梳理，并增设两类训练：一是“故障诊断”，如第 5 题的酶切失败，让学生练习从酶、条件、底物、修饰四个维度排查原因；二是“条件改写”，如把“提取核 DNA”改为“提取叶绿体 DNA”，让学生体会步骤随条件而变化，避免背套路。

4. 打通“规律—分子—技术”三层，应对遗传综合题

第 18 题把伴性遗传的概率计算、基因的串联与共用调控序列、酶切图谱的定量分析熔于一炉，第 15 题把测序原理与电泳判读结合，第 19、21 题则把分子机制与个体表型、生产应用相连。复习中不宜把遗传规律、基因表达、基因工程割裂成三个板块，而应以“基因的结构—表达—传递—改造”为主线纵向贯通，即先讲结构、再讲表达与调控、最后讲检测与改造。这条主线立住了，陌生情境题才有落脚点。

5. 用“分级—反馈—协同—拮抗”建构调节模型

稳态与调节模块占 28 分，是本卷权重最高的模块，其考查方式高度统一：给出一个真实的调节异常情境，要求推断某一环节的变化及其后果。教学中应帮助学生建立可迁移的“调节模型”：先确定“信号—受体—靶细胞—效应”，再确定“分级调节”的上下级关系，最后确定“反馈”的方向（正反馈还是负反馈）。第 9 题的自身抗体、第 11 题的激素—基因回路、第 19 题的药物与受体，都可以用同一个模型解释。

6. 依据 SOLO 层次分层设计作业与限时训练

本卷多点结构层次 16 分、关联结构层次 59 分、拓展抽象结构层次 25 分，呈“中间大、两头小”的纺锤形。日常训练可按此比例配题：基础层以多点结构的辨析题为主，重在“准”；提高层以关联结构的图表推理与因果解释为主，重在“通”；拔尖层以拓展抽象结构的实验设计与综合建模为主，重在“创”。长空作答则应分点表述、术语准确，避免“心里明白、笔下失分”。

第五章

2025 年湖南卷生物学试题分析

长沙市东雅中学生物工作室团队

本章要目

- 一、试卷总体分析
- 二、试题精解
- 三、教学与复习备考建议

2025

一、试卷总体分析

（一）试卷结构与分值分布

本卷满分 100 分，考试时间 75 分钟，分为选择题与非选择题两部分，共 21 小题，具体结构如下：

部分	题型	题号	题量	分值	小计
一	单项选择题	第 1~12 题	12	每小题 2 分	24 分
二	多项选择题	第 13~16 题	4	每小题 4 分	16 分
三	非选择题	第 17~21 题	5	第 17、18、20 题各 12 分，第 19 题 11 分，第 21 题 13 分	60 分
合计	—	第 1~21 题	21	—	100 分

注：多项选择题全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错得 0 分。

（二）考点分布（双向细目表）

题号	题型	分值	模块	主要考点	核心素养	SOLO 层次
1	单选	2	稳态与调节	T 细胞的来源与成熟；抗原呈递细胞；辅助性 T 细胞的功能；免疫器官	生命观念	多点结构
2	单选	2	分子与细胞	实验材料与试剂的替代：叶绿体观察、DNA 粗提取、有丝分裂观察、酶活性比较	科学探究	多点结构
3	单选	2	分子与细胞	胞吞的过程与条件；膜的流动性；溶酶体的功能；由信息推断胆固醇代谢	生命观念	多点结构
4	单选	2	分子与细胞	细胞凋亡的实质；线粒体的结构与功能；由实验现象逆推蛋白 V 的作用	科学思维	关联结构
5	单选	2	生物技术与工程	稀释涂布平板法与平板划线法；对照平板的设置；醋酸菌代谢；选择培养基	科学探究	多点结构
6	单选	2	稳态与调节	内环境的酸碱平衡与缓冲对；消化道的归属；无氧呼吸的产物	生命观念	多点结构
7	单选	2	稳态与调节	甲状腺激素的功能；抗利尿激素与醛固酮；自主神经；分级调节	生命观念、科学思维	多点结构
8	单选	2	生物与环境	就地保护；生态位的概念；红外相机调查种群数量；密度制约因素	社会责任	多点结构
9	单选	2	遗传与进化	转录的调控；RNA 聚合酶与启动子；缺失突变体的分析	科学思维	关联结构
10	单选	2	分子与细胞	氨基酸的跨膜运输；细胞骨架；快速与慢速轴突运输；突触小泡的运输方向	科学思维	关联结构
11	单选	2	遗传与进化	噬菌体侵染细菌；逆转录；转录的模板；终止密码子与串联重复的翻译	科学思维	关联结构
12	单选	2	稳态与调节	赤霉素与低温诱导开花；激素的作用特点；嫁接与开花信号的运输	科学思维	关联结构

题号	题型	分值	模块	主要考点	核心素养	SOLO 层次
13	多选	4	生物与环境	能量流动的去向；溶解氧与种群死亡；正反馈调节；生态修复措施	社会责任	多点结构
14	多选	4	遗传与进化	ABO 血型的抗原基础；抗原—抗体反应的特异性；凝集反应的判断	科学思维	关联结构
15	多选	4	分子与细胞	无机盐的作用；离子的跨膜运输；液泡的区隔化；多组对照的数据分析	科学思维	关联结构
16	多选	4	遗传与进化	遗传病的概念与类型；单基因与多基因遗传病；线粒体遗传与阈值效应	生命观念	关联结构
17	非选择	12	分子与细胞	光合作用的场所与过程；限制因子；pH 变化；原始合作与水体净化	科学探究、科学思维	关联结构
18	非选择	12	遗传与进化	分离定律；非编码序列对基因表达的调控；PCR 与电泳；基因型推导	科学思维	关联结构
19	非选择	11	生物与环境	碳循环的形式与范围；同位素标记法；生态工程原理；生态修复的步骤	社会责任	关联结构
20	非选择	12	稳态与调节	条件反射的建立；嗅觉与奖赏/惩罚通路；记忆；实验方案设计与结果预测	科学探究	拓展抽象
21	非选择	13	生物技术与工程	基因表达载体的组成；PCR 引物设计与片段长度；原核表达与分泌；单克隆抗体制备	科学探究	拓展抽象

（三）命题特点

1. 情境真实多元，凸显学科育人价值

全卷以真实的科研、生产与生活情境立意：既有 T 细胞、胞吞、细胞凋亡等基础概念情境，也有对硝基苯酚的生物降解、秸秆资源化与土壤碳循环、嗅觉与脑的高级功能、非洲猪瘟诊断试剂研制等应用与前沿情境；第 13 题以“盲目放生”事件入题，把生态保护的社会责任有机融入学科考查。

2. 图文信息密集，突出关键能力考查

第 10、11、15 题配有示意图或柱状图，第 17、18、19、21 题配有曲线图、遗传图解与电泳图谱、质粒结构图，第 2、12、14、20 题以表格呈现信息。学生须完成“文字—图表—生物学模型”的多重转换，信息获取与加工能力成为得分关键。

3. 加强实验探究，重视对照与证据

第 2、5 题考查实验材料、试剂与方法的评价，第 17 题以“仅有栅藻”“细菌＋通空气”等组构建对照，第 20 题通过六组处理推断条件反射的建立过程，第 21 题以 PCR 引物与片段长度检验实验方案的正确性。对照思想与证据意识贯穿全卷。

4. 强调概念辨析，规避绝对化表述

第 1 题“在骨髓中成熟”、第 6 题“与内环境酸碱度有关”、第 12 题“不需要其他物

质参与”“直接参与代谢”、第 16 题“由获得了双亲的致病遗传物质所致”等，均以绝对化或错置的概念设置干扰，直指概念的准确边界。

5. 难度梯度合理，思维层次分明

选择题以基础概念的辨析为主，难度适中；非选择题的图表分析、遗传推理与实验设计综合性较强。按 SOLO 分类统计，关联结构层次试题占 57%，第 20、21 题达到拓展抽象层次，对高分段考生具有较好的区分度。

（四）SOLO 分类视角下的试题思维层次分布

SOLO 分类理论依据学生在解决问题时所表现出的思维结构复杂程度，将学习结果分为五个水平：前结构（答非所问或缺乏相关理解）、单点结构（凭单一信息点即可作答）、多点结构（需辨认多个相互独立的信息点）、关联结构（需把多个信息点联结为整体结构）、拓展抽象结构（需抽象概括或迁移到新情境）。据此对本卷 21 道试题逐题判定，结果如下：

SOLO 层次	主要思维特征	题号	题量	分值	占比
前结构层次	缺乏对试题情境的正确理解	无	0	0 分	0%
单点结构层次	仅凭单一信息点即可作答	无	0	0 分	0%
多点结构层次	需辨别多个相互独立的信息点	1、2、3、5、6、7、8、13	8	18 分	18%
关联结构层次	需把多个信息点联结为整体结构	4、9、10、11、12、14、15、16、17、18、19	11	57 分	57%
拓展抽象结构层次	需抽象概括或迁移到新情境	20、21	2	25 分	25%
合计	—	第 1~21 题	21	100 分	100%

由统计可见：本卷没有典型的前结构层次与单点结构层次试题，说明试题起点并不低，任何一题都要求学生同时调用两个以上的信息点；多点结构层次试题 8 道（18 分，占 18%），集中于选择题中的概念辨析；关联结构层次试题 11 道（57 分，占 57%），是整卷主体，覆盖光合作用、遗传推理、神经—体液调节、种群与群落等核心内容，要求学生把分散的信息联结成因果链或解释框架；拓展抽象结构层次试题 2 道（25 分，占 25%），即第 20、21 题，前者要求把“气味—通路—情绪—记忆”的模型迁移到新目标，后者要求在“能扩增”与“能判断方向”的双重约束下自主设计方案，均属高阶思维。总体看，本卷思维重心明显后移，“关联—拓展”层次合计占 82%，提示复习应以构建知识间的联系、提升迁移论证能力为主攻方向。

二、试题精解

1 T 细胞是重要的免疫细胞。下列叙述错误的是（　　）

A．T 细胞来自骨髓造血干细胞并在骨髓中成熟

B．树突状细胞可将病毒相关抗原呈递给辅助性 T 细胞

C．辅助性 T 细胞可参与细胞毒性 T 细胞的活化

D．T 细胞可集中分布在淋巴结等免疫器官

参考答案　A

考查目标　本题以 T 细胞的来源、成熟与分布为情境，考查免疫系统的组成以及 T 细胞在特异性免疫中的作用，考查结构与功能观。

试题分析　**选项 A。**T 细胞起源于骨髓中的造血干细胞，但需迁移到胸腺中发育成熟，故 A 叙述错误。

选项 B。树突状细胞属于抗原呈递细胞，能摄取、加工处理病毒相关抗原，并将抗原信息暴露在细胞表面呈递给辅助性 T 细胞，故 B 叙述正确。

选项 C。细胞免疫中，辅助性 T 细胞分泌细胞因子，促进细胞毒性 T 细胞的活化、增殖与分化，故 C 叙述正确。

选项 D。T 细胞属于淋巴细胞，主要分布在淋巴结、脾、扁桃体等免疫器官中，故 D 叙述正确。

综上，答案选 A。

试题亮点　本题以免疫学的核心细胞为线索，四个选项分别指向来源与成熟场所、抗原呈递、细胞免疫中的协助作用与分布部位。“在骨髓中成熟”这一常识性错误直击“造血干细胞—胸腺”的迁移过程，起点低而辨析度高。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别对应 T 细胞的起源、成熟场所、抗原呈递细胞的种类、辅助性 T 细胞的功能与分布等相互独立的知识点，学生逐项调用教材结论即可判断。

2 用替代的实验材料或者试剂开展下列实验，不能达成实验目的的是（　　）

选项	实验内容	替代措施
A	用高倍显微镜观察叶绿体	用“菠菜叶”替代“藓类叶片”
B	DNA 的粗提取与鉴定	用“猪成熟红细胞”替代“猪肝细胞”
C	观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂	用“醋酸洋红液”替代“甲紫溶液”
D	比较过氧化氢在不同条件下的分解	用“过氧化氢酶溶液”替代“肝脏研磨液”

参考答案 B

考查目标 本题以教材四个经典实验的“材料与试剂替代”为情境，考查实验选材的依据与试剂的作用原理，考查科学探究素养中的方案评价能力。

试题分析 **选项 A。**菠菜叶稍带叶肉的下表皮细胞中含较多叶绿体，可替代藓类叶片用于观察叶绿体，A 能达到目的。

选项 B。猪成熟红细胞没有细胞核和众多细胞器，不含 DNA，用其替代猪肝细胞无法提取到 DNA，B 不能达到目的。

选项 C。醋酸洋红液与甲紫（龙胆紫）溶液都是碱性染料，都能使染色体着色，可以替代使用，C 能达到目的。

选项 D。肝脏研磨液中含有过氧化氢酶，可用过氧化氢酶溶液替代，D 能达到目的。

综上，答案选 B。

试题亮点 本题把“替代”作为设问角度，要求学生从“材料是否具备被检测的结构或物质”“试剂是否具有相同的化学性质”两个维度评估方案，避免死记实验步骤；B 项以哺乳动物成熟红细胞无细胞核、无细胞器这一“结构决定功能”的关键事实设置陷阱。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别考查四个实验的选材依据与试剂性质，属于相互独立的操作要点，逐一比对即可作答。

3 蛋白 R 功能缺失与人血液低胆固醇水平相关。蛋白 R 是肝细胞膜上的受体，参与去唾液酸糖蛋白的胞吞和降解，从而调节胆固醇代谢。下列叙述错误的是（　　）

A．去唾液酸糖蛋白的胞吞过程需要消耗能量

B．去唾液酸糖蛋白的胞吞离不开膜脂的流动

C．抑制蛋白 R 合成能增加血液胆固醇含量

D．去唾液酸糖蛋白可以在溶酶体中被降解

参考答案 C

考查目标 本题以肝细胞膜受体介导的胞吞为情境，考查胞吞的过程、条件与去向，以及依据题干信息进行因果推断的能力。

试题分析 **选项 A。**胞吞过程依赖细胞膜的形态变化，需要消耗细胞呼吸释放的能量，A 正确。

选项 B。胞吞时膜发生内陷与融合，依赖膜脂双分子层的流动性，B 正确。

选项 C。题干指出“蛋白 R 功能缺失与人血液低胆固醇水平相关”，抑制蛋白 R 合成相当于使其功能缺失，血液胆固醇含量应降低而非升高，C 错误。

选项 D。胞吞形成的囊泡可与溶酶体融合，溶酶体含多种水解酶，可降解被胞吞的去唾液酸糖蛋白，D 正确。

综上，答案选 C。

试题亮点 本题把“受体—胞吞—溶酶体降解—胆固醇代谢”串成一条完整的物质代谢链，C 项要求在“功能缺失”与“含量变化”之间作反向推理，是典型的“信息—结论”转化训练。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向胞吞的耗能、膜的流动性、溶酶体的功能以及由信息推断代谢变化，知识点相对独立。

4 单一使用干扰素-γ治疗肿瘤效果有限。降低线粒体蛋白 V 合成，不影响癌细胞凋亡，但同时加入干扰素-γ能破坏线粒体膜结构，促进癌细胞凋亡。下列叙述错误的是（　　）

A．癌细胞凋亡是由基因决定的

B．蛋白 V 可能抑制干扰素-γ诱发的癌细胞凋亡

C．线粒体膜结构破坏后，其 DNA 可能会释放

D．抑制蛋白 V 合成会减弱肿瘤治疗的效果

参考答案 D

考查目标 本题以线粒体蛋白 V 影响干扰素-γ治疗肿瘤效果为情境，考查细胞凋亡的实质、线粒体的结构与功能，以及由实验现象作出假设与推断的能力。

试题分析 **选项 A。**细胞凋亡是由基因决定的细胞自动结束生命的过程，癌细胞凋亡同样由基因控制，A 正确。

选项 B。单独降低蛋白 V 合成不影响凋亡，而与干扰素-γ同时作用时凋亡被促进，说明蛋白 V 可能抑制干扰素-γ诱发的凋亡，B 正确。

选项 C。线粒体基质中含有 DNA，线粒体膜结构被破坏后，其中的 DNA 可能释放到细胞质中，C 正确。

选项 D。由上述分析可知，抑制蛋白 V 合成并联合干扰素-γ可增强癌细胞凋亡，即增强而非减弱治疗效果，D 错误。

综上，答案选 D。

试题亮点 题干以“单用无效、联合有效”的对比事实呈现研究结论，要求学生从“降低蛋白 V 合成”这一操作反推蛋白 V 的作用，属于“由结果逆推机制”的高阶思维，并与细胞凋亡、线粒体功能形成知识联结。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：需要把蛋白 V、干扰素-γ、线粒体膜结

构与癌细胞凋亡串成一条因果链，仅凭单一信息点无法判断 D 项正误。

5 采集果园土壤进行微生物分离或计数。下列叙述正确的是（　　）

A．稀释涂布平板法和平板划线法都能用于尿素分解菌的分离和计数

B．完成平板划线后，培养时需增加一个未接种的平板作为对照

C．土壤中分离得到的醋酸菌能在无氧条件下将葡萄糖分解成乙酸

D．用于筛选尿素分解菌的培养基含有蛋白胨、尿素和无机盐等营养物质

参考答案 B

考查目标 本题以果园土壤微生物的分离与计数为情境，考查两种接种方法的用途、对照实验的设置、醋酸菌的代谢特点与选择培养基的设计原理。

试题分析 **选项 A。**平板划线法只能用于分离纯化，不能用于计数；稀释涂布平板法既可分离又可计数，A 错误。

选项 B。增加一个未接种的平板作为对照，可检测培养基灭菌是否彻底、培养过程是否被污染，B 正确。

选项 C。醋酸菌是好氧细菌，只有在有氧条件下才能将葡萄糖分解成乙酸，C 错误。

选项 D。筛选尿素分解菌应以尿素为唯一氮源，培养基中不能加入蛋白胨等含氮有机物，D 错误。

综上，答案选 B。

试题亮点 四个选项覆盖“方法用途—对照设置—微生物代谢—培养基设计”四个关键环节，其中 D 项以“唯一氮源”这一选择培养基的核心设计思想设置辨析点，指向实验方案的严谨性。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别对应接种方法的用途、对照平板的作用、醋酸菌的代谢类型与选择培养基的成分，属相互独立的实验要点。

6 酸碱平衡是维持人体正常生命活动的必要条件之一。下列叙述正确的是（　　）

A．细胞内液的酸碱平衡与无机盐离子无关

B．血浆的酸碱平衡与 HCO_3^-、H_2CO_3 等物质有关

C．胃蛋白酶进入肠道后失活与内环境酸碱度有关

D．肌细胞无氧呼吸分解葡萄糖产生的 CO_2 参与酸碱平衡的调节

参考答案 B

考查目标 本题以稳态与平衡观为统领，考查内环境酸碱平衡的缓冲机制、“消化道是否属于内环境”的判断以及无氧呼吸的产物。

试题分析 **选项 A。**HPO_4^{2-}、$H_2PO_4^-$ 等离子可作为缓冲物质，参与维持细胞内液的酸碱平

衡，A 错误。

选项 B。血浆中存在 HCO_3^-/H_2CO_3、$HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$等缓冲对，其中最重要的是 HCO_3^-/H_2CO_3，B 正确。

选项 C。胃、肠道等消化道腔不属于内环境；胃蛋白酶进入肠道后失活，主要原因是肠道内 pH（约 7.6）与胃内 pH（0.9~1.5）差异较大，把原因归于“内环境酸碱度”不准确，C 错误。

选项 D。人体肌细胞无氧呼吸的产物是乳酸，不产生 CO_2，D 错误。

综上，答案选 B。

试题亮点 本题以缓冲对为核心，同时设置“消化道是否属于内环境”“无氧呼吸是否产生 CO_2”两个常见的概念陷阱，指向概念的准确边界，避免了机械记忆。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别考查无机盐的缓冲作用、缓冲对的组成、内环境的范围与无氧呼吸的产物，属彼此独立的教材要点。

7 机体可通过信息分子协调各组织器官活动。下列叙述正确的是（　　）

A．甲状腺激素能提高神经系统的兴奋性

B．抗利尿激素和醛固酮协同提高血浆中 Na^+含量

C．交感神经兴奋释放神经递质，促进消化腺分泌活动

D．下丘脑释放促肾上腺皮质激素，增强肾上腺分泌功能

参考答案 A

考查目标 本题考查激素的功能、水盐平衡的调节、自主神经的作用以及下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴的分级调节。

试题分析 **选项 A。**甲状腺激素能促进物质代谢与能量转换、促进生长发育、提高神经系统的兴奋性，A 正确。

选项 B。抗利尿激素促进肾小管、集合管对水的重吸收，使血浆中 Na^+浓度降低；醛固酮促进 Na^+的重吸收，使血浆中 Na^+含量升高，二者不是协同关系，B 错误。

选项 C。交感神经兴奋时释放神经递质，抑制胃肠蠕动与消化腺的分泌活动，C 错误。

选项 D。下丘脑释放的是促肾上腺皮质激素释放激素，作用于垂体，由垂体分泌促肾上腺皮质激素再作用于肾上腺，D 错误。

综上，答案选 A。

试题亮点 本题以“信息分子”为主线，把激素、神经递质与分级调节统整在同一题中；B、D 两项分别考查“协同/拮抗”的辨析与分级调节的层级顺序，是典型的“概念链”考查。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向甲状腺激素的功能、两种激素的相互关系、自主神经的作用与分级调节的层级，知识点相互独立。

8　为调查某自然保护区动物资源现状，研究人员利用红外触发相机记录到多种动物，其中豹猫、猪獾在海拔分布上重叠度较高。下列叙述错误的是（　　）

A．建立自然保护区可对豹猫进行最有效保护

B．该保护区的豹猫和猪獾处于相同的生态位

C．红外触发相机能用于调查豹猫的种群数量

D．食物是影响豹猫种群数量变化的密度制约因素

参考答案　B

考查目标　本题以自然保护区动物资源调查为情境，考查就地保护、生态位的概念内涵、种群密度的调查方法与密度制约因素的判断。

试题分析　**选项 A。**建立自然保护区属于就地保护，是对生物多样性最有效的保护措施，A 正确。

选项 B。生态位包括物种所处的空间位置、占用资源的情况以及与其他物种的关系等；海拔分布重叠只说明空间位置相近，不能说明生态位相同，B 错误。

选项 C。红外触发相机可记录动物的活动，依据个体体色、斑纹等特征可统计豹猫的种群数量，C 正确。

选项 D。食物、天敌等生物因素对种群数量的作用强度与该种群的密度相关，属于密度制约因素，D 正确。

综上，答案选 B。

试题亮点　本题以“海拔分布重叠度较高”这一模糊信息设置干扰，B 项要求学生区分“空间位置重叠”与“生态位相同”，指向生态位概念的整体性；同时把红外相机这一现代调查手段引入教材情境。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别考查保护措施的类型、生态位的内涵、种群密度的调查方法与密度制约因素，属独立知识点。

9　基因 W 编码的蛋白 W 能直接抑制核基因 P 和 M 转录起始。P 和 M 可分别提高水稻抗虫性和产量。下列叙述错误的是（　　）

A．蛋白 W 在细胞核中发挥调控功能

B．敲除基因 W 有助于提高水稻抗虫性和产量

C．在基因 P 缺失突变体水稻中，增加基因 W 的表达量能提高其抗虫性

D．蛋白 W 可能通过抑制 RNA 聚合酶识别基因 P 和 M 的启动子而发挥作用

参考答案　C

考查目标　本题以水稻抗虫性和产量的基因调控机制研究为情境，考查转录的过程与调控、基因表达与性状的关系，以及缺失突变体的分析。

试题分析　**选项 A。**核基因的转录发生在细胞核中，蛋白 W 抑制核基因转录起始，故在细胞核中发挥调控作用，A 正确。

选项 B。敲除基因 W 可解除其对 P、M 转录的抑制，使 P、M 表达量增加，从而提高水稻抗虫性和产量，B 正确。

选项 C。基因 P 缺失突变体不能合成蛋白 P，无论基因 W 的表达量如何变化，都无法提高抗虫性，C 错误。

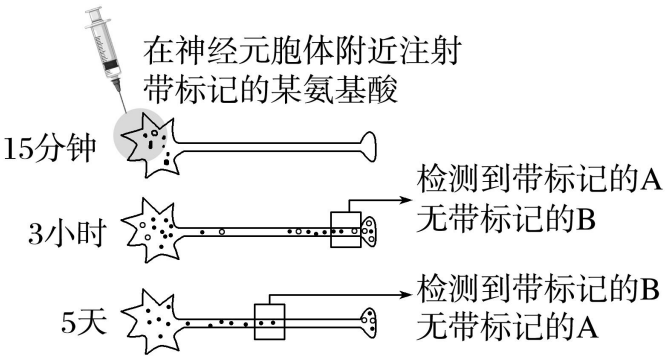
选项 D。转录起始的关键是 RNA 聚合酶识别并结合启动子，蛋白 W 抑制转录起始，很可能是通过抑制这一识别过程实现的，D 正确。

综上，答案选 C。

试题亮点　本题以“抑制转录起始”这一分子机制为起点，C 项设置“缺失突变体”这一极端条件，要求学生检验“上游调控—下游效应”的因果链是否成立，是逻辑自洽性的经典考查。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：需要把转录的场所、启动子与 RNA 聚合酶的识别、基因表达与性状等要素联结起来，才能判断 C 项在缺失突变体背景下不成立。

10　顺向轴突运输分快速轴突运输（主要运输跨膜蛋白 L）和慢速轴突运输（主要运输细胞骨架蛋白）两种，都以移动、停滞反复交替的方式（移动时速度无差异）向轴突末梢运输物质。用带标记的某氨基酸（合成蛋白 A 和 B 所必需）分析蛋白 A 和 B 的轴突运输方式，实验如图。下列叙述正确的是（　　）



A．氨基酸通过自由扩散进入细胞

B．蛋白 A 是一种细胞骨架蛋白

C．轴突运输中，胞体中形成的突触小泡与跨膜蛋白 L 的运输方向不同

D．在单位时间内，运输蛋白 B 时的停滞时间长于蛋白 A

参考答案　D

考查目标 本题以探究顺向轴突运输的方式与特点为情境，考查物质跨膜运输的方式、细胞骨架与细胞器的功能，以及依据实验数据进行比较推理的能力。

试题分析　**选项 A。**氨基酸等小分子有机物跨膜运输需要转运蛋白协助，不能通过自由扩散进入细胞，A 错误。

选项 B。由图可知，注射后 3 h 即检测到带标记的蛋白 A，5 d 才检测到带标记的蛋白 B，说明蛋白 A 以快速轴突运输方式运输，应属于跨膜蛋白 L；细胞骨架蛋白经慢速轴突运输，B 错误。

选项 C。跨膜蛋白 L 向轴突末梢运输；胞体中形成的突触小泡也沿轴突运向末梢的突触前膜，二者方向相同，C 错误。

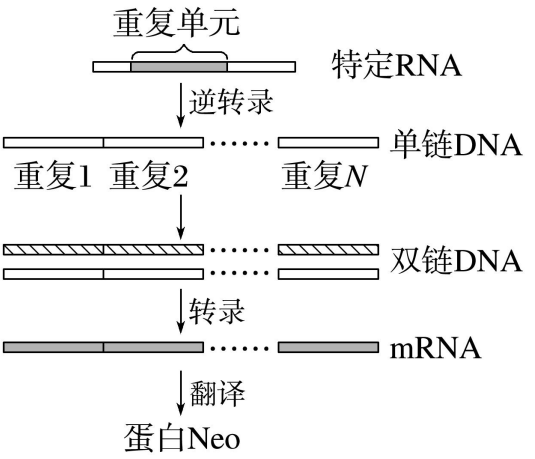
选项 D。两种蛋白都以“移动—停滞”交替的方式运输且移动速度无差异，而蛋白 B 到达末梢的时间明显长于蛋白 A，说明差异主要来自停滞时间，即单位时间内运输蛋白 B 的停滞时间长于蛋白 A，D 正确。

综上，答案选 D。

试题亮点　本题以“移动—停滞交替”的运输模型为背景，D 项要求学生在“移动速度无差异”的前提下把时间差异归因于停滞时间，是控制变量思想在数据解释中的运用；B 项则由检测时间的先后反推运输方式。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：需要把运输方式、细胞骨架与跨膜蛋白的归属、突触小泡的去向以及时间数据整合起来，形成对运输过程的整体解释。

11 被噬菌体侵染时，某细菌以一特定 RNA 片段为重复单元，逆转录成串联重复 DNA，再指导合成含多个串联重复肽段的蛋白 Neo，如图所示。该蛋白能抑制细菌生长，从而阻止噬菌体利用细胞资源。下列叙述错误的是（　　）



A．噬菌体侵染细菌时，会将核酸注入细菌内

B．蛋白 Neo 在细菌的核糖体中合成

C．串联重复的双链 DNA 的两条链均可作为模板指导蛋白 Neo 合成

D．串联重复 DNA 中单个重复单元转录产生的 mRNA 无终止密码子

参考答案　C

考查目标　本题以细菌被噬菌体侵染后细胞内发生的分子过程为情境，考查噬菌体侵染细菌的过程、转录的模板、翻译的终止条件，以及由产物逆推 mRNA 结构的能力。

试题分析　**选项 A。**噬菌体识别并吸附在细菌表面后，会将核酸注入细菌内，A 正确。

选项 B。细菌具有核糖体，蛋白质的合成场所是核糖体，B 正确。

选项 C。转录只以双链 DNA 中一条特定的链为模板，不可能两条链同时作为模板指导同一种蛋白的合成，C 错误。

选项 D。若单个重复单元转录出的 mRNA 含终止密码子，翻译将在每个重复单元末端终止，不能得到含多个串联重复肽段的蛋白 Neo；故该 mRNA 无终止密码子，D 正确。

综上，答案选 C。

试题亮点　本题以细菌与噬菌体的“分子博弈”为情境，D 项从“产物是串联重复肽段”逆向推断“mRNA 无终止密码子”，是典型的“结果—机制”逆向推理；C 项则直击“转录以一条链为模板”的基本规范。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：需要把逆转录、转录的模板与方向、翻译的终止等过程串联成完整的信息流，才能解释“串联重复肽段”这一结果。

12 在常温（20 ℃）、长日照条件下栽培某油菜品种，幼苗生长至 4~5 叶时，将部分植株置于低温（5 ℃）处理 6 周后，立即进行嫁接。然后将所有植株常温栽培。不同处理植株茎尖中赤霉素含量（ng • g^{-1}鲜重）及开花情况如表所示。下列叙述正确的是（　　）

低温处理结束后（天）	检测指标	常温处理植株	低温处理植株	常温接穗＋常温砧木	常温接穗＋低温砧木
0	赤霉素	90.2	215.3	/	/
15	赤霉素	126.4	632.0	113.8	582.0
50	开花情况	不开花	开花	不开花	开花

A．除赤霉素外，低温处理诱导油菜开花不需要其他物质参与

B．赤霉素直接参与油菜开花生理代谢反应的浓度需达到某临界值

C．将油菜幼苗的成熟叶片置于低温下，其余部位置于常温，不能诱导开花

D．若外源赤霉素代替低温也能促进油菜开花，则两者诱导开花的代谢途径相同

参考答案　C

考查目标　本题以低温处理与嫁接实验为情境，考查植物激素的作用特点、赤霉素的合成部位与开花诱导、开花信号的运输，以及对照数据的分析。

试题分析　**选项 A。**低温处理植株与低温处理砧木的赤霉素含量均显著升高并开花，说明赤霉素参与开花诱导；但植物的生长发育是多种激素共同调节的结果，不能得出“不需要其他物质参与”，A 错误。

选项 B。激素是信息分子，通过与受体结合调节代谢，不直接参与代谢反应，“直接参与”的表述错误，B 错误。

选项 C。低温诱导油菜产生赤霉素的感应部位是茎尖、根尖等幼嫩组织，成熟叶片不能感受低温而产生赤霉素，故仅对成熟叶片低温处理不能诱导开花，C 正确。

选项 D。外源赤霉素是直接补充赤霉素；低温则通过影响代谢过程使体内赤霉素含量升高，二者作用途径不同，D 错误。

综上，答案选 C。

试题亮点　本题以“低温—嫁接”的复合实验为情境，表中“常温接穗＋低温砧木”能开花这一结果说明开花信号可由砧木传至接穗；C、D 两项分别指向“感应部位”与“作用途径”，把激素调节的“部位—信号—效应”链条完整呈现。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：需要把表格中四组处理的赤霉素数据、嫁接后的开花表现与“激素—信号—效应”的机制关联起来，方能判断 C、D 两项。

13 某人擅自在一湖泊中“放生”大量鲶鱼。短期内鲶鱼大量死亡，导致水质恶化，造成生态资源损失，此人被判承担相关责任。下列叙述正确的是（　　）

A．鲶鱼同化的能量可用于自身生长发育繁殖

B．鲶鱼死亡的原因可能是水体中氧气不足

C．鲶鱼死亡与水质恶化间存在负反馈调节

D．移除死鱼有助于缩短该湖泊恢复原状的时间

参考答案　ABD

考查目标　本题以“放生”大量鲶鱼对生态环境的影响为情境，考查生态系统能量流动的去向、影响种群数量变化的非生物因素、反馈调节的类型与生态修复措施。

试题分析　**选项 A。**同化量＝呼吸作用以热能形式散失的能量＋用于生长、发育和繁殖的能量，A 正确。

选项 B。“放生”大量鲶鱼使水体中溶解氧被快速消耗，排泄物被分解时也大量耗氧，鲶鱼可能因缺氧死亡，B 正确。

选项 C。鲶鱼死亡使水质恶化，水质恶化又导致更多鲶鱼死亡，二者之间是正反馈调节，C 错误。

选项 D。移除死鱼可减少分解者耗氧和有害物质的产生，避免水质进一步恶化，有助于缩短湖泊恢复原状的时间，D 正确。

综上，答案选 ABD。

试题亮点　本题以真实的“盲目放生”事件为载体，把能量流动、种群数量变化、反馈调节与生态保护的社会责任整合于一题，C 项以“正反馈/负反馈”的辨析为核心，具有鲜明的育人导向。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向能量流动的去向、非生物因素的影响、反馈调节的类型与生态修复措施，知识点相对独立，需逐项判断。

14　红细胞凝集的本质是抗原—抗体反应。ABO 血型分型依据如表。A 和 B 抗原都在 H 抗原的基础上形成，基因 H 决定 H 抗原的形成，基因 H 缺失者血清中有抗 A、抗 B 和抗 H 抗体。下列叙述错误的是（　　）

血型	红细胞膜上的抗原	血清中的抗体
A	A	抗 B
B	B	抗 A
AB	A 和 B	抗 A、抗 B 均无
O	A、B 均无	抗 A、抗 B

A．A 和 B 抗原都是红细胞的分子标签

B．若按 ABO 血型分型依据，基因 H 缺失者的血型属于 O 型

C．O 型血的血液与 A 型血的血清混合，会发生红细胞凝集

D．基因 H 缺失者的血液与基因 H 正常的 O 型血液混合，不会发生红细胞凝集

参考答案　CD

考查目标　本题基于 ABO 血型分型依据与抗原—抗体反应的特异性来判断凝集情况，考查逻辑推理、获取信息和运用原理解决实际问题的能力。

试题分析　**选项 A。**A、B 抗原分布于红细胞膜上，是红细胞的特异性分子标签，A 正确。

选项 B。A、B 抗原的合成依赖 H 抗原，基因 H 缺失者无 H 抗原，红细胞膜上也无 A、B 抗原，按 ABO 分型依据属于 O 型，B 正确。

选项 C。O 型血红细胞膜上无 A、B 抗原，A 型血清中只含抗 B 抗体，二者混合不发生抗原—抗体反应，即不发生凝集，C 错误。

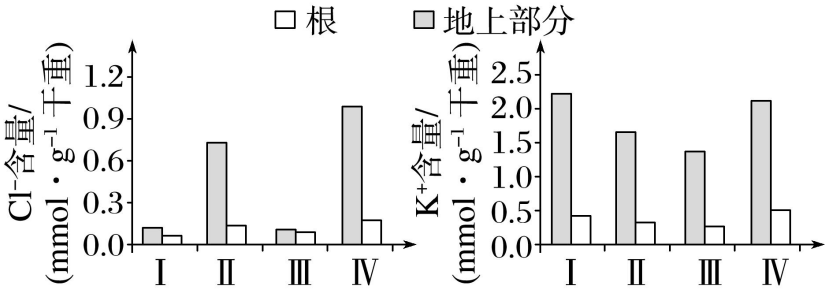
选项 D。基因 H 缺失者血清中含抗 H 抗体，而基因 H 正常的 O 型血红细胞膜上有 H 抗原，两者混合后抗 H 抗体与 H 抗原结合，会发生凝集，D 错误。

综上，答案选 CD。

试题亮点　本题以“H 抗原”这一上游抗原为隐含条件，把血型判断从“记结论”推进到“推机制”：基因 H 缺失者表型似 O 型，血清中却含抗 H 抗体，D 项由此构成高阶辨析点。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：需要把抗原的合成顺序（H→A/B）、分型依据与凝集反应的对应关系联结起来，才能判断 C、D 两项的正误。

15　Cl^- 属于植物的微量元素。分别用渗透压相同、Na^+或 Cl^-物质的量浓度也相同的三种溶液处理某荒漠植物（不考虑溶液中其他离子的影响）。5 天后，与对照组（Ⅰ）相比，Ⅱ和Ⅲ组光合速率降低，而Ⅳ组无显著差异；各组植株的地上部分和根中 Cl^-、K^+含量如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A．过量的 Cl^-可能储存于液泡中，以避免高浓度 Cl^-对细胞的毒害

B．溶液中 Cl^-浓度越高，该植物向地上部分转运的 K^+量越多

C．Na^+抑制该植物组织中K^+的积累，有利于维持Na^+、K^+的平衡

D．K^+从根转运到地上部分的组织细胞中需要消耗能量

参考答案　BC

考查目标　本题以逆境下植物适应机制的实验探究为情境，考查无机盐的生理作用、离子的跨膜运输方式、液泡的区隔化功能，以及多组对照实验的数据分析。

试题分析　**选项A。**Ⅱ、Ⅳ组地上部分Cl^-含量远高于对照组，说明过量的Cl^-可被区隔化储存于液泡中，以降低细胞质中Cl^-浓度、避免毒害，A正确。

选项B。Ⅱ、Ⅳ组溶液中Cl^-浓度均高于Ⅰ组，但其地上部分K^+含量低于Ⅰ组，说明Cl^-浓度升高并未使K^+向地上部分转运增多，B错误。

选项C。Ⅱ、Ⅲ组Na^+浓度较高时，植物组织中K^+含量明显降低，说明Na^+阻碍了K^+的吸收与转运，不利于维持Na^+、K^+的平衡，C错误。

选项D。各组地上部分K^+含量均高于根，K^+逆浓度梯度跨膜运输进入地上部分细胞，属于主动运输，需要消耗能量，D正确。

综上，答案选BC。

试题亮点　本题以“渗透压相同、离子浓度也相同”的三种溶液构建严格对照，把“Na^+胁迫”与“Cl^-胁迫”分离考查；B、C两项均需通过组间比较否定“浓度越高—转运越多”的线性推断，突出证据意识。

SOLO分类　层次：关联结构层次。判定依据：需要把柱状图的组间差异、离子的跨膜运输方式与液泡的区隔化功能关联起来，逐项作出证据支撑的判断。

16　已知甲、乙家系的耳聋分别由基因E、F突变导致；丙家系耳聋由线粒体基因G突变为g所致，部分个体携带基因g但听力正常。下列叙述错误的是（　　）

A．听觉相关基因在人的DNA上本来就存在

B．遗传病是由获得了双亲的致病遗传物质所致

C．含基因g的线粒体积累到一定程度才会导致耳聋

D．甲、乙家系的耳聋是多基因遗传病

参考答案　BD

考查目标　本题以三个家系耳聋的致病原因为情境，考查遗传病的概念与类型、单基因遗传病与多基因遗传病的区别，以及细胞质遗传与阈值效应。

试题分析　**选项A。**听觉相关基因是正常DNA的组成部分，突变才会使其功能异常，A正确。

选项B。遗传病也可由自身遗传物质改变引起；线粒体基因突变一般由母亲传给子代，

并非“获得双亲的致病遗传物质”，B 错误。

选项 C。“部分个体携带基因 g 但听力正常”说明线粒体基因突变存在阈值效应，含 g 的线粒体积累到一定程度才导致耳聋，C 正确。

选项 D。甲、乙家系的耳聋各由一对等位基因（E 或 F）控制，属于单基因遗传病，D 错误。

综上，答案选 BD。

试题亮点 本题以三个家系的耳聋为素材，把细胞质遗传、阈值效应、单基因与多基因遗传病置于同一情境；B 项从“遗传病的来源”这一概念表述切入，纠正“遗传病必来自双亲”的常见误解。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：需要把遗传病的概念、基因的传递方式（核遗传与细胞质遗传）与家系信息关联起来，才能判断 B、D 两项。

17 对硝基苯酚可用于生产某些农药和染料，其化学性质稳定。研究发现，某细菌不能在无氧条件下生长，在适宜条件下能降解和利用对硝基苯酚，并释放 CO_2。在 Burk 无机培养基和光照条件下，培养某栅藻（真核生物）的过程中，对硝基苯酚含量与栅藻光合放氧量的关系如图 a。为进一步分析栅藻与细菌共培养条件下对硝基苯酚（40 mg·L^{-1}）的降解情况，开展了Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组对比实验，结果如图 b。回答下列问题：

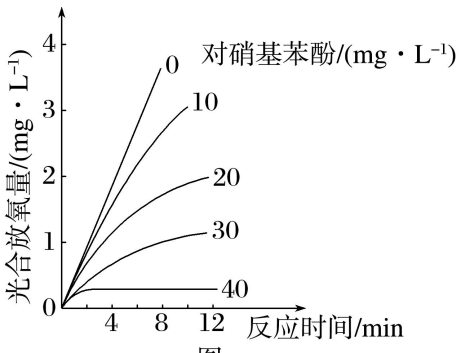


图 a

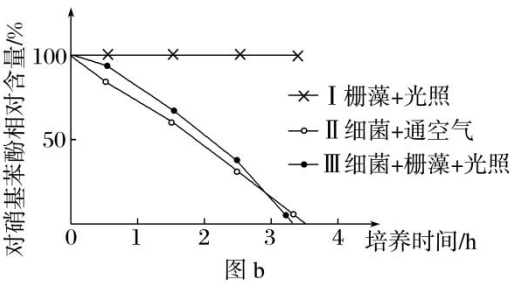


图 b

（1）栅藻的光合放氧反应部位是_____（填细胞器名称）。图 a 结果表明，对硝基苯酚_____栅藻的光合放氧反应。

（2）细菌在利用对硝基苯酚时，限制因子是_____。

（3）若Ⅰ中对硝基苯酚含量为20 mg·L^{-1}，培养10 min后，推测该培养液pH会_____，培养液中对硝基苯酚相对含量_____。

（4）细菌与栅藻通过原始合作，可净化被对硝基苯酚污染的水体，理由是_____。

参考答案　**（1）叶绿体；抑制**

（2）氧气（或空气）

（3）上升；不变

（4）细菌可利用栅藻光合作用产生的氧气生长繁殖，降解对硝基苯酚，减少对硝基苯酚对栅藻光合作用的抑制；细菌产生的CO_2又是栅藻光合作用的原料

▌考查目标　本题以污染水体的生物净化为情境，考查光合作用的场所与基本过程、限制因子的分析、光合作用与培养液pH变化的关系，以及种间关系（原始合作）在生产实践中的应用。

▌试题分析 **第（1）题。**栅藻是真核生物，光合作用（水的光解与放氧）发生在叶绿体中；图a中随对硝基苯酚浓度增大，栅藻的光合放氧量逐渐下降，说明对硝基苯酚抑制栅藻的光合放氧反应。

第（2）题。题干指出该细菌不能在无氧条件下生长；图b中Ⅱ组（细菌＋通空气）对硝基苯酚相对含量明显下降，说明细菌降解和利用对硝基苯酚需要有氧条件，故限制因子是氧气。

第（3）题。对硝基苯酚含量为20 mg·L^{-1}时栅藻的光合放氧量较高，光合作用大量消耗培养液中的CO_2，使培养液pH上升；图b中Ⅰ组（仅栅藻＋光照）对硝基苯酚相对含量基本不变，说明栅藻不能吸收利用对硝基苯酚。

第（4）题。Ⅲ组中栅藻光合放氧为细菌提供有氧环境，细菌降解对硝基苯酚并释放CO_2供栅藻进行光合作用，二者相互有利、分开后仍能独立生活，属于原始合作，故可协同净化被污染的水体。

▌试题亮点　本题以“藻—菌共培养”的复合体系为情境，把光合作用、细胞呼吸、物质循环与种间关系整合在同一实验框架中；第（4）问要求用“双向有利”的两条证据组织答案，指向生态学结构与功能的整体理解。

▌SOLO分类 层次：关联结构层次。判定依据：需要把图a的浓度效应、图b的组间差异、光合作用与pH变化、原始合作的内涵联结成完整的解释链，单点信息不足以作答。

18 未成熟豌豆豆荚的绿色和黄色是一对相对性状，科研人员揭示了该相对性状的部分遗传机制。回答下列问题：

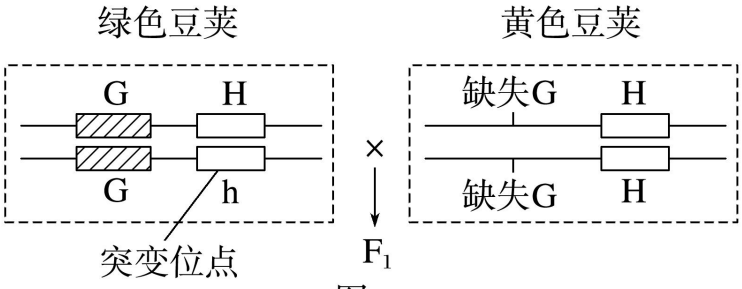


图 a

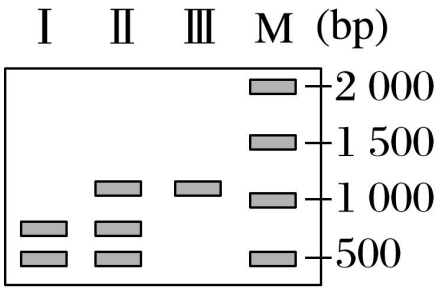


图 b

（1）纯合绿色豆荚植株与纯合黄色豆荚植株杂交，F_1 只有一种表型。F_1 自交得到的 F_2 中，绿色和黄色豆荚植株数量分别为 297 株和 105 株，则显性性状为_____。

（2）进一步分析发现：相对于绿色豆荚植株，黄色豆荚植株中基因 H（编码叶绿素合成酶）的上游缺失非编码序列 G。为探究 G 和下游 H 的关系，研究人员拟将某绿色豆荚植株的基因 H 突变为 h（突变位点如图 a 所示，h 编码的蛋白无功能），然后将获得的 Hh 植株与黄色豆荚植株杂交，思路如图 a：

①为筛选 Hh 植株，根据突变位点两侧序列设计一对引物，提取待测植株的 DNA 进行 PCR。若扩增产物电泳结果全为预测的 1 125 bp，则基因 H 可能未发生突变，或发生了碱基对的_____；若 H 的扩增产物能被酶切为 699 bp 和 426 bp 的片段，而 h 的酶切位点丧失，则图 b 中的_____（填“Ⅰ”“Ⅱ”或“Ⅲ”）对应的是 Hh 植株。

②若图 a 的 F_1 中绿色豆荚：黄色豆荚＝1：1，则 F_1 中黄色豆荚植株的基因型为_____[书写以图 a 中亲本黄色豆荚植株的基因型(ΔG+H)/(ΔG+H)为例，其中“ΔG”表示缺失 G]。据此推测 F_1 中黄色豆荚植株产生的遗传分子机制是_____。

③若图 a 的 F_1 中两种基因型植株的数量无差异，但豆荚全为绿色，则说明_____。

参考答案　（1）绿色豆荚

（2）①替换；Ⅱ

②(ΔG+H)/(G+h)；G 调控下游基因 H 的表达，缺失 G 时基因 H 的表达量下降，而另一条染色体上的 h 不能编码有功能的蛋白，叶绿素合成不足，故豆荚表现为黄色

③G 不调控下游基因 H 的表达

考查目标　本题以非编码序列调控豌豆豆荚颜色的分子遗传机制为情境，考查分离定律、基因突变与 PCR—电泳检测、基因型推导以及基因表达调控的分析，考查科学思维与科学探究素养。

试题分析 **第（1）题。**F_2中绿色：黄色＝297：105≈3：1，符合一对等位基因的分离比，故绿色为显性性状。

第（2）①题。扩增片段全为 1 125 bp，说明碱基对总数未变，可能未发生突变，也可能发生了碱基对的替换；h 的酶切位点丧失，Hh 植株的电泳结果应同时出现 1 125 bp、699 bp、426 bp 三条带，对应图 b 中的Ⅱ。

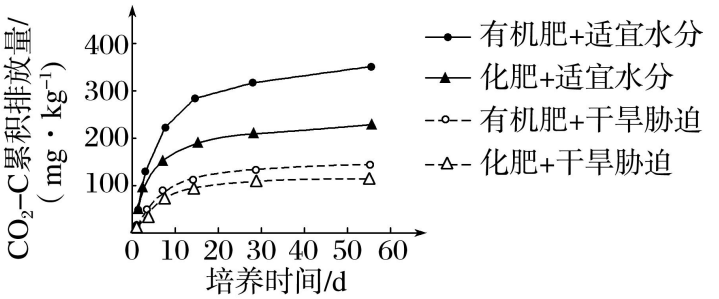
第（2）②题。亲本绿色豆荚为(G＋H)/(G＋H)、黄色豆荚为(ΔG＋H)/(ΔG＋H)，F_1为(G＋H)/(ΔG＋H)与(ΔG＋H)/(G＋h)，其中前者表现为绿色，故黄色豆荚的基因型为(ΔG＋H)/(G＋h)；该植株一条染色体上 G 与 h 连锁，h 不能编码有功能的蛋白，另一条染色体上 H 的上游缺失 G，H 表达量下降，叶绿素合成不足而表现为黄色。

第（2）③题。若两种基因型植株数量无差异而豆荚全为绿色，说明(ΔG＋H)/(G＋h)植株能正常合成叶绿素，即 G 不调控下游基因 H 的表达。

试题亮点　本题以“非编码序列—基因表达—性状”的调控链为核心，把传统遗传题升级为“分子机制＋遗传比例＋实验检测”的综合体；③问以假定结果反向设问，考查学生提出并检验假说的能力，思维层次较高。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：需要把分离定律、基因突变的类型、PCR 产物的酶切图谱与基因表达的调控整合为统一解释，②③两问还要求在“有调控”与“无调控”两种模型间取舍。

19 为探究施肥方式和土壤水分对微生物利用秸秆中碳的影响，采集分别用有机肥和含等量养分的化肥处理的表层土壤，再添加等量玉米秸秆，在适宜水分或干旱胁迫条件下培养。源于秸秆的 CO_2-C（表示 CO_2 中的 C）排放结果如图所示。回答下列问题：



（1）碳在生物群落内部传递的形式是_____。碳循环在生命系统结构层次的_____中完成，体现了全球性。

（2）追踪秸秆中碳的去向可采用_____法。

（3）无论在适宜水分还是干旱胁迫条件下，施用_____（填“化肥”或“有机肥”）更能促进秸秆中有机物的氧化分解。

（4）秸秆用于沼气工程既改善了生态环境，又提高了社会和经济效益，体现了生态工程的_____原理。秸秆还可在沙漠中用于防风固沙，使土壤颗粒和有机物逐渐增多，为_____的形成创造条件，有利于植被形成，逐渐提高生物多样性。

参考答案 **（1）有机物；生物圈**

（2）（放射性）同位素标记

（3）有机肥

（4）整体；微生物群落

考查目标 本题以不同施肥方式与水分条件下秸秆 CO_2-C 排放的差异为情境，考查碳循环的形式与范围、同位素标记法的应用、生态工程的基本原理以及生态修复的一般步骤。

试题分析 **第（1）题。**碳在生物群落内部以含碳有机物（蛋白质、糖类、脂质等）的形式传递；碳循环在全球最大的生态系统——生物圈中完成，体现了物质循环的全球性。

第（2）题。可用 ^{14}C 标记秸秆中的碳，通过检测放射性出现的位置追踪其去向，即（放射性）同位素标记法。

第（3）题。由图可知，无论在适宜水分还是干旱胁迫条件下，有机肥组秸秆的 CO_2-C 累积排放量均高于化肥组，说明施用有机肥更能促进秸秆中有机物的氧化分解。

第（4）题。秸秆沼气工程兼顾生态效益与经济社会效益，体现生态工程的整体原理；秸秆防风固沙使土壤颗粒和有机物逐渐增多，为微生物群落的形成创造了条件，进而有利于植被恢复。

试题亮点 本题以“秸秆资源化”这一碳中和背景下的现实问题为情境，把物质循环、微生物的分解作用与生态工程原理贯通；第（4）问以“固沙—土壤微生物—植被”的恢复序列考查生态修复的整体思路。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：需要把碳循环的形式与范围、同位素示踪的原理、生态工程原理与生态修复步骤联结起来，并结合曲线数据作出判断。

20 气味分子与小鼠嗅细胞膜上特定受体结合，激活嗅细胞，嗅觉神经通路兴奋，产生嗅觉。激活小鼠 LDT 脑区细胞，奖赏神经通路兴奋，可使其愉快；而激活 LHb 脑区细胞，惩罚神经通路兴奋，可使其痛苦。实验小鼠的嗅细胞、LDT 和 LHb 脑区细胞可被特殊光源激活。A 和 C 是两种气味完全不同的物品，小鼠嗅细胞 M、嗅细胞 X 分别识别 A、C 中的气味分子。研究人员通过以下实验探讨脑的某些高级功能，实验如表。回答下列问题：

组别	足部反复电击	嗅细胞 M	LDT	LHb	24 h 后小鼠在两侧的停留时间
对照	—	—	—	—	无差异
Ⅰ	√	√	—	—	较长时间停留在有 C 的一侧
Ⅱ	—	√	—	—	无差异
Ⅲ	—	—	√	—	无差异
Ⅳ	—	√	√	—	较长时间停留在有 A 的一侧
Ⅴ	—	—	—	√	无差异
Ⅵ	—	√	—	√	？

（1）当观测盒中Ⅳ组小鼠接触物品 A 时，产生兴奋的神经通路是_____和_____。该组小鼠在建立条件反射的过程中，条件刺激的靶细胞是_____。

（2）推测Ⅵ组的结果是_____。

（3）Ⅰ组和Ⅳ组小鼠的行为特点存在差异，从脑的高级功能角度分析，这与小鼠脑内储存的_____不同有关。若要实现实验小鼠偏爱物品 C，写出处理措施：_____（不考虑使用任何有气味的物品）。

参考答案 **（1）嗅觉神经通路；奖赏神经通路（两空答案无先后顺序）；嗅细胞 M**
（2）较长时间停留在有 C 的一侧
（3）记忆；在 24 h 内用特殊光源反复同时刺激嗅细胞 X 和 LDT 脑区细胞

考查目标 本题以探究小鼠脑的记忆功能为情境，考查神经调节的基本方式、条件反射的建立过程与脑的高级功能，并从实验方案、现象与结果预测等角度考查理解能力、逻辑推理能力和实验探究能力。

试题分析 **第（1）题。**Ⅳ组用特殊光源同时激活嗅细胞 M 与 LDT 脑区细胞，反复处理后小鼠把气味 A 与愉快感觉关联，形成条件反射；接触物品 A 时，A 中的气味分子激活嗅细胞 M，嗅觉神经通路与奖赏神经通路同时兴奋。条件反射建立时，非条件刺激（LDT 脑区

兴奋带来的愉快）的靶细胞是 LDT 脑区细胞，条件刺激（气味 A）的靶细胞是嗅细胞 M。

第（2）题。Ⅵ组同时激活嗅细胞 M 与 LHb 脑区细胞，使气味 A 与痛苦感觉关联；处理 24 h 后小鼠接触物品 A 即产生逃避反应，故较长时间停留在有 C 的一侧。

第（3）题。Ⅰ组与Ⅳ组分别建立了“气味 A—痛苦”与“气味 A—愉快”两类条件反射并储存为记忆，行为差异源于脑内储存的记忆不同；若要使小鼠偏爱物品 C，应在 24 h 内用特殊光源反复同时刺激嗅细胞 X（识别 C 中的气味分子）与 LDT 脑区细胞。

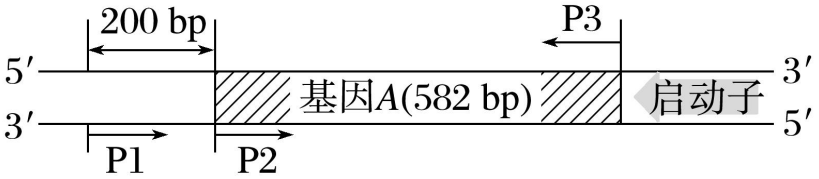
试题亮点 本题以“特定细胞可被特殊光源激活”的光遗传学式技术为情境，把条件反射、神经通路与记忆等脑的高级功能转化为可操作的实验设计；第（3）问要求把方案迁移到新目标（偏爱 C），是实验设计能力的高阶考查。

SOLO 分类 层次：拓展抽象层次。判定依据：第（2）（3）问需依据已有的对照结果抽象出“气味—通路—情绪—记忆”的通用模型，并迁移到未做过的新情境中设计处理措施，超出对具体信息的关联，属拓展抽象结构。

21 非洲猪瘟病毒是一种双链 DNA 病毒，可引起急性猪传染病。基因 A 编码该病毒的主要结构蛋白 A，其在病毒侵入宿主细胞和诱导机体免疫应答过程中发挥重要作用。回答下列问题：

（1）制备特定抗原

①获取基因 A，构建重组质粒（该质粒的部分结构如图所示）。重组质粒的必备元件包括目的基因、限制酶切割位点、标记基因、启动子和_____等；为确定基因 A 已连接到质粒中且插入方向正确，应选用图中的一对引物_____对待测质粒进行 PCR 扩增，预期扩增产物的片段大小为_____bp。



注：P1、P2和P3表示引物。

②将 DNA 测序正确的重组质粒转入大肠杆菌构建重组菌。培养重组菌，诱导蛋白 A 合成。收集重组菌发酵液进行离心，发现上清液中无蛋白 A，可能的原因是_____（答出两点即可）。

（2）制备抗蛋白 A 单克隆抗体

用蛋白 A 对小鼠进行免疫后，将免疫小鼠 B 淋巴细胞与骨髓瘤细胞融合，诱导融合的常用方法有_____（答出一种即可）。选择培养时，对杂交瘤细胞进行克隆化培养和_____，多次筛选获得足够数量的能分泌所需抗体的细胞。体外培养或

利用小鼠大量生产的抗蛋白 A 单克隆抗体，可用于非洲猪瘟的早期诊断。

参考答案　**（1）①终止子（或复制原点）；P1 和 P3；782**
②蛋白 A 在大肠杆菌细胞内合成，缺少分泌到细胞外的信号，不能分泌到细胞外；基因 A 未表达；基因 A 丢失（答出两点即可）
（2）PEG 融合法（或电融合法，或灭活病毒诱导法）；抗体检测

考查目标　本题以制备针对非洲猪瘟病毒主要结构蛋白 A 的单克隆抗体为情境，考查基因工程的基本工具与操作程序、PCR 引物的设计与片段长度计算、原核表达与分泌，以及单克隆抗体制备的流程。

试题分析　**第（1）①题。**基因表达载体的必备元件包括目的基因、限制酶切割位点、标记基因、启动子、终止子和复制原点；要同时检测基因 A“是否插入”与“方向是否正确”，两引物须分别位于插入位点两侧、延伸方向相对，故选 P1 和 P3；扩增片段包含质粒上的 200 bp 片段与基因 A（582 bp），共 782 bp。

第（1）②题。上清液中检测不到蛋白 A，可能的原因有：蛋白 A 在大肠杆菌细胞内合成，缺少分泌到细胞外的信号而不能分泌到细胞外；基因 A 未表达；基因 A 在培养过程中丢失等。

第（2）题。诱导动物细胞融合的常用方法有 PEG 融合法、电融合法和灭活病毒诱导法；选择培养后需对杂交瘤细胞进行克隆化培养和抗体检测，经多次筛选获得足够数量能分泌所需抗体的细胞。

试题亮点　本题以重大动物疫病的诊断试剂研制为情境，把基因工程与细胞工程“串联”成一条完整的技术链；第①问的引物选择须同时满足“能扩增”与“能判断方向”两个约束，是“目的—方案”匹配的典型考查。

SOLO 分类层次：拓展抽象层次。判定依据：第①问必须在“方向相反、跨插入位点”的一般规则之上，结合图示结构抽象出筛选策略；第②问需从表达、分泌、稳定性多个层面提出可能原因，属开放性的拓展抽象思维。

三、教学与复习备考建议

1. 回归教材，厘清概念的适用条件与边界

本卷大量题目（如第 1、3、6、7、8、12 题）的难点不在知识本身，而在概念的准确理解与适用条件。教学中应辨析“T 细胞在胸腺中成熟”“消化道腔不属于内环境”“激素不直接参与代谢”“海拔分布重叠不等于生态位相同”等易混表述，引导学生用“限定条件＋

结论”的方式复述概念，减少绝对化判断带来的失分。

2. 强化图表信息的提取与转换

第 10、11、12、15、17、18、19、20、21 题均须依据图示、表格或电泳图谱作答。复习中应坚持“先读图注、再读坐标与单位、后找变量关系”的读图程序，专门训练柱状图的组间比较、曲线图的起点与拐点、电泳图谱的条带判读，把“图—文—模型”的转换变成常规动作。

3. 突出实验设计与对照思想的训练

第 2、5、17、18、20 题集中考查实验方案的评价与设计。教学中应围绕“目的—自变量—因变量—无关变量—对照—结论”的框架反复演练：如第 20 题需说明“为什么用未接种/未处理的组作对照”，第 17 题需说明“为什么要设置仅有栅藻的Ⅰ组”，使对照意识成为答题的自觉。

4. 加强遗传推理与分子机制的结合

第 18 题把分离定律、基因突变、PCR—电泳与基因表达调控高度整合，第 14、16 题则把血型抗原与遗传病类型的概念推到机制层面。复习中应加强“碱基—密码子—氨基酸”“启动子—非编码序列—表达量”“基因型—表型”三条推理链的专项训练，并让学生习惯用“假设—检验”的方式处理陌生遗传情境。

5. 关注科研与生产情境，落回主干知识

本卷多处引入科研与生产实践情境（对硝基苯酚的生物降解、秸秆资源化、嗅觉与脑功能、非洲猪瘟诊断），但考查的仍是教材主干。教学中可适度引入前沿素材激发兴趣，同时明确要求学生把情境“翻译”为教材语言，避免被陌生名词干扰。

6. 依据 SOLO 层次开展分层训练

可参照本分析的层次判定，按“多点结构—关联结构—拓展抽象结构”组织分层作业：基础层侧重多点结构的辨析题，提高层侧重关联结构的图表推理题，拔高层侧重第 20、21 题一类的方案设计与开放论证题，使不同层次的学生都有明确的能力生长点。

第六章

2026 年湖南卷生物学试题分析

长沙市东雅中学生物工作室团队

本章要目

- 一、试卷总体分析
- 二、试题精解
- 三、教学与复习备考建议

2026

一、试卷总体分析

（一）试卷结构与分值分布

本卷满分 100 分，考试时间 75 分钟，分为选择题与非选择题两部分，共 21 小题，具体结构如下：

部分	题型	题号	题量	分值	小计
一	单项选择题	第 1~12 题	12	每小题 2 分	24 分
二	多项（不定项）选择题	第 13~16 题	4	每小题 4 分	16 分
三	非选择题	第 17~21 题	5	第 17 题 11 分，第 18 题 12 分，第 19 题 12 分，第 20 题 13 分，第 21 题 12 分	60 分
合计	—	第 1~21 题	21	—	100 分

注：多项选择题全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错得 0 分。

（二）考点分布（双向细目表）

题号	题型	分值	模块	主要考点	核心素养	SOLO 层次
1	单选	2	分子与细胞	细胞周期；细胞分化与基因选择性表达；细胞衰老；细胞凋亡	生命观念	多点结构
2	单选	2	分子与细胞、生物技术与工程	分泌蛋白的合成与运输；动物细胞培养中的接触抑制；单克隆抗体的特异性	生命观念、科学思维	多点结构
3	单选	2	遗传与进化	转录的碱基互补配对与方向；基因突变与性状；表观遗传（DNA 甲基化）；复制与转录的原料	科学思维	多点结构
4	单选	2	遗传与进化	伴 X 显性（抗维生素 D 佝偻病）、伴 X 隐性（红绿色盲）遗传特点	生命观念、社会责任	多点结构
5	单选	2	分子与细胞、稳态与调节	低温诱导染色体数目变化；色素与 DNA 的提取；酵母菌细胞呼吸方式；pH 稳态（四个教材实验）	科学探究	多点结构
6	单选	2	生物技术与工程	胚胎细胞全能性；胚胎体外发育与胚胎移植；胚胎融合与细胞融合；染色体组	生命观念、科学思维	多点结构
7	单选	2	生物技术与工程	基因工程原理；外源基因的表达与稳定遗传；启动子的功能	科学思维	多点结构
8	单选	2	分子与细胞	酶的作用机理；温度对酶活性影响实验的对照；底物饱和；pH 对酶活性的影响	科学探究、生命观念	多点结构

题号	题型	分值	模块	主要考点	核心素养	SOLO 层次
9	单选	2	分子与细胞	主动运输的判定；载体蛋白的特性（结合与构象改变）；细胞呼吸供能	生命观念	关联结构
10	单选	2	生物与环境	生态位（宽度、分化）；种间竞争	生命观念、科学思维	多点结构
11	单选	2	稳态与调节、遗传与进化	miRNA 抑制翻译；赤霉素的合成部位及对种子休眠的调控；生产应用	科学思维、社会责任	关联结构
12	单选	2	稳态与调节	激素与受体的作用；血管收缩与血压；实验数据的读取与推理	科学探究、生命观念	关联结构
13	多选	4	生物技术与工程	微生物的分离与培养；培养基成分；选择培养基；稀释涂布平板法计数	科学探究、社会责任	多点结构
14	多选	4	遗传与进化	减数分裂的过程与异常；基因重组；染色体数目变异；染色体复制	科学思维、生命观念	关联结构
15	多选	4	生物与环境	种群密度的调查（样方法及适用对象）；样方面积；人类活动的影响；生物多样性保护	社会责任、科学探究	关联结构
16	多选	4	稳态与调节	动作电位（Na^+、K^+跨膜运输）；大脑皮层的功能；自主神经与躯体运动神经；反射弧	生命观念、科学思维	关联结构
17	非选择	11	分子与细胞、稳态与调节	叶绿素的功能；光反应与暗反应；影响光合作用的因素；ABA 与抗逆育种；跨膜运输与细胞呼吸	生命观念、科学思维、社会责任	关联结构
18	非选择	12	生物与环境	土壤小动物的调查方法；物种丰富度的统计；能量流动的去向；外来物种入侵与生态系统稳定性	生命观念、科学思维	关联结构
19	非选择	12	遗传与进化、生物技术与工程	分离定律；自由组合定律（9∶6∶1 变式）；基因突变与密码子；转录方向；PCR 引物设计；复等位基因	科学思维、科学探究	拓展抽象结构
20	非选择	13	稳态与调节	免疫系统的组成（T 细胞成熟）；过敏反应；实验结果分析；对照实验的设计与结论	科学探究、生命观念	拓展抽象结构
21	非选择	12	生物技术与工程	基因工程的操作程序；限制酶的选择；抗原—抗体特异性结合；实验方案设计与结果分析	科学思维、科学探究、社会责任	拓展抽象结构

（三）命题特点

1. 情境真实多元，凸显学科育人价值

全卷广泛采用真实情境：既有细胞生命历程、实验辨析等基础情境，也有悬浮细胞生

产单克隆抗体、恒河猴嵌合体胚胎、转基因鲤鱼等生物技术情境；既有镉污染生态修复、湿地松入侵、中华虎凤蝶保护等生态文明情境，也有脑脊接口助行、抗β-淀粉样蛋白 CAR-A 细胞治疗阿尔茨海默病等医学前沿情境，引导学生关注科技前沿与国计民生，落实立德树人。

2. 图文信息密集，突出关键能力考查

第 11、12、14、15、16、20、21 题配有示意图或图表，第 5、17、18 题以表格呈现信息。学生须完成“文字—图表—生物学模型”的多重转换，考查信息获取、图文转换与逻辑推理能力，减少了对机械记忆的依赖。

3. 加强实验探究，重视实验设计与对照思想

第 5、8、13 题考查实验原理与操作规范；第 20 题要求学生设计对照实验、第 21 题要求学生在“正确插入+ GFP 示踪”的双重约束下选择限制酶并设计检测方案，体现出对实验方案设计、变量控制与结论表述等高阶能力的考查。

4. 强调概念辨析，规避绝对化表述

第 10 题 D 项“生态位不重叠的两个物种无种间竞争，生态位重叠越大种间竞争越大”、第 4 题、第 15 题 B 项等，均通过“必然”“一定”等绝对化表述设置思维陷阱，考查学生的批判性思维与概念的准确理解。

5. 难度中等偏上，区分度较好

选择题以基础概念的辨析为主，难度适中；非选择题的图表分析、遗传推理与实验设计综合性较强，第 9、12、16、19、20、21 题对高分段考生具有较好的区分作用。

（四）SOLO 分类视角下的试题思维层次分布

SOLO 分类理论依据学生在解决问题时所表现出的思维结构复杂程度，将学习结果分为五个水平：前结构（答非所问或缺乏相关理解）、单点结构（凭单一信息作答）、多点结构（运用多个孤立的信息点但未整合）、关联结构（把多个信息点整合为有机整体）、拓展抽象结构（超越情境进行抽象概括、迁移创新）。运用该理论对全卷 21 题的思维层次进行判

定，结果如下：

SOLO 层次	主要思维特征	题号	题量	分值	占比
前结构层次	缺乏对试题情境的正确理解	无	0	0 分	0%
单点结构层次	仅凭单一信息点即可作答	无	0	0 分	0%
多点结构层次	需辨认多个相互独立的信息点	1、2、3、4、5、6、7、8、10、13	10	22 分	22%
关联结构层次	需把多个信息点整合为有机整体	9、11、12、14、15、16、17、18	8	41 分	41%
拓展抽象结构层次	需抽象概括、迁移创新（实验设计等）	19、20、21	3	37 分	37%
合计	—	第 1~21 题	21	100 分	100%

由统计可见：本卷没有典型的前结构层次试题，也没有仅凭单一信息点即可作答的单点结构试题，这说明试题起点并不低；多点结构层次试题 10 道（22 分），主要落在选择题，考查主干概念的准确辨析；关联结构层次试题 8 道（41 分），集中在需要结合图表、情境进行整合推理的题目；拓展抽象结构层次试题 3 道（37 分），即三道综合性最强的非选择题，要求学生在真实研究约束下设计实验、抽象概括并迁移运用。总体而言，全卷思维层次重心明显上移，对高阶思维的要求较高，这也是本卷具有较好区分度的根本原因。

二、试题精解

1　关于细胞的生命历程，下列叙述错误的是（　　）

A. 人的受精卵、早期胚胎细胞和神经元都处于细胞周期中

B. 人的肝细胞中 RNA 聚合酶基因表达，胰岛素基因不表达

C. 毛囊细胞合成黑色素的功能下降是老年人白发产生的直接原因

D. 蝌蚪变态发育过程中，尾的消失是通过细胞凋亡实现的

参考答案　A

考查目标　本题以人体不同细胞的增殖、分化、衰老与凋亡为情境，考查细胞周期的适用对象、基因的选择性表达、细胞衰老的特征及细胞凋亡的实例等核心概念，考查学生对相近概念的准确辨析能力，落实“生命观念”中的结构与功能观、稳态与平衡观。

试题分析　选项 A。细胞周期是指连续分裂的细胞从一次分裂完成时开始，到下一次分裂完成时为止的全过程，只有连续分裂的细胞才具有细胞周期。人的受精卵、早期胚胎细胞具有分裂能力，处于细胞周期中；而神经元是高度分化的细胞，已失去分裂能力，不处于细胞周期中。故 A 叙述错误。

选项 B。RNA 聚合酶是转录所必需的酶，属于几乎所有活细胞都要表达的“管家基因”；

胰岛素基因属于选择性表达的“奢侈基因”，只在胰岛 B 细胞中表达，肝细胞中不表达。故 B 叙述正确。

选项 C。老年人白发的直接原因是毛囊中的黑色素细胞衰老，酪氨酸酶活性降低，合成黑色素的功能下降、黑色素减少。故 C 叙述正确。

选项 D。蝌蚪变态发育过程中尾的消失，是受基因控制的细胞编程性死亡，属于细胞凋亡。故 D 叙述正确。

综上，答案选 A。

试题亮点 本题以“细胞的生命历程”为主线，四个选项分别指向细胞周期、基因的选择性表达、细胞衰老与细胞凋亡，覆盖了细胞生命历程的全部主干概念；四个选项彼此独立、互不牵连，考查学生在相近概念间准确辨析的能力，体现基础性与综合性的统一。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：A、B、C、D 四项分别对应细胞周期、基因选择性表达、细胞衰老、细胞凋亡四个相互独立的知识点，学生只需逐点回忆并判断正误即可作答，思维停留在“多个孤立信息点”的辨认水平，尚不需要在各点之间建立联系。

2 大规模生产治疗性单克隆抗体时，常采用悬浮细胞表达系统。下列叙述错误的是（　　）

A. 该类抗体在细胞中的翻译起始于游离在细胞质基质中的核糖体

B. 该类抗体在细胞的内质网和高尔基体中修饰加工

C. 悬浮细胞在培养过程中出现增殖能力下降的原因是接触抑制

D. 一种治疗性单克隆抗体一般只能与一种抗原结合

参考答案 C

考查目标 本题以工业规模制备治疗性单克隆抗体为情境，考查分泌蛋白的合成与运输、动物细胞培养中接触抑制的适用条件、抗体的特异性等知识，考查学生在新情境中迁移运用基础知识的科学思维能力。

试题分析 选项 A。抗体属于分泌蛋白，其合成起始于细胞质基质中游离的核糖体，合成一段信号肽后，核糖体附着到内质网上继续合成。故 A 叙述正确。

选项 B。分泌蛋白需先在内质网中完成折叠、初步糖基化等加工，再进入高尔基体进行进一步的修饰、加工、分类和包装，才具备生物活性。故 B 叙述正确。

选项 C。接触抑制是贴壁生长的细胞在相互接触时停止分裂的现象，是贴壁细胞的特性。悬浮培养的细胞不贴附于基质、不形成单层，不存在接触抑制；其培养过程中增殖能力下降，主要是营养物质消耗、代谢废物积累等原因造成的。故 C 叙述错误。

选项 D。单克隆抗体由单一 B 细胞克隆产生，只能识别并结合一种抗原（表位），具有高度特异性。故 D 叙述正确。

综上，答案选 C。

试题亮点 本题将“分泌蛋白的合成与运输”“动物细胞培养”等教材基础知识与生物制药前沿工艺相结合，特别是“悬浮细胞”这一限定条件，能有效甄别学生是否真正理解“接触抑制只适用于贴壁细胞”，避免对概念适用条件的机械记忆。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向分泌蛋白的运输路径、细胞器的功能、接触抑制的适用条件、抗体的特异性等点状知识，学生通过逐项比对即可作答；其中 C 项需把“接触抑制”与“悬浮培养”作条件匹配，含少量关联思维。

3 某基因的转录模板链部分序列为 5′-GGCTACATGC-3′。下列叙述正确的是（　　）

A. 若基因碱基序列发生改变，则生物体的性状发生改变

B. 转录产物部分序列为 5′-GCAUGUAGCC-3′

C. DNA 的甲基化修饰不能遗传给后代

D. 该基因复制与转录都需要 4 种游离的脱氧核苷酸

参考答案 B

考查目标 本题以转录模板链序列为素材，考查转录的碱基互补配对与方向、基因突变与性状的关系、表观遗传、DNA 复制与转录的原料差异，考查学生的演绎推理与辨析能力。

试题分析 选项 A。由于密码子的简并性、突变可能发生在非编码区或表现为隐性突变等原因，基因的碱基序列发生改变不一定会导致生物性状改变。故 A 叙述错误。

选项 B。转录时 mRNA 与模板链反向平行、碱基互补配对。模板链为 5′-GGCTACATGC-3′，将其按 3′→5′方向读取为 CGTACATCGG，取互补碱基得 GCAUGTAGCC，再按 5′→3′书写即为 5′-GCAUGUAGCC-3′（RNA 中以 U 代替 T）。故 B 叙述正确。

选项 C。DNA 甲基化属于表观遗传修饰，可以通过减数分裂产生的配子传递给后代，即能够遗传给后代。故 C 叙述错误。

选项 D。DNA 复制需要 4 种游离的脱氧核苷酸，转录需要 4 种游离的核糖核苷酸，二者原料不同。故 D 叙述错误。

综上，答案选 B。

试题亮点 本题以极简的“模板链序列”为起点，四个选项横跨转录、基因突变、表观遗传与中心法则的原料差异；B 项要求准确把握“反向平行+碱基互补”两个要点并完成序列的书写转换，能有效区分学生对转录本质的理解是否到位；D 项则直击“复制与转录原料之辨”这一易混点。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：A、B、C、D 四项分别对应基因突变与性状、转录的碱基配对与方向、表观遗传、复制与转录的原料等相对独立的知识点，学生逐项判断即可；其中 B 项需完成“反向平行+互补配对”的序列书写，带有一定的关联思维成

分。

4 关于人类伴性遗传病的叙述，正确的是（　　）

A. 女性患者与正常男性婚配，子代患病概率为 1/2

B. 抗维生素 D 佝偻病患者中，男性比女性病症严重

C. 女性红绿色盲患者的儿子也是红绿色盲患者

D. 性染色体组成为 XY 的个体表现出女性性征是一种伴性遗传病

参考答案 C

考查目标 本题考查伴 X 染色体显性（抗维生素 D 佝偻病）、伴 X 染色体隐性（红绿色盲）等人类伴性遗传病的遗传规律与实例辨析，考查学生的遗传推理与批判性思维能力，渗透优生优育的社会责任。

试题分析 选项 A。不同类型伴性遗传病（伴 X 显性与伴 X 隐性）子代患病概率的计算方式不同，不能笼统地说“子代患病概率为 1/2”。例如女性红绿色盲患者（X^bX^b）与正常男性（X^BY）婚配，儿子全部患病、女儿全部正常，子代患病概率为 1/2；而女性纯合抗维生素 D 佝偻病患者（X^DX^D）与正常男性婚配，子代全部患病。故 A 叙述错误。

选项 B。抗维生素 D 佝偻病是伴 X 染色体显性遗传病，在人群中女性患者多于男性患者，这是教材与课程标准对这一遗传病的基本结论；B 项以“病症严重程度”作判断，与该知识点的考查落点不符。故命题将 B 项判为错误。（关于该选项的科学性商榷，见“一、试卷总体分析（五）”。）

选项 C。红绿色盲是伴 X 染色体隐性遗传病，女性患者基因型为 X^bX^b，其儿子的 X 染色体只能来自母亲，必然为 X^bY，故一定患红绿色盲。故 C 叙述正确。

选项 D。性染色体组成为 XY 的个体表现出女性性征，成因复杂，例如 5α-还原酶缺乏症（常染色体隐性遗传）也可导致该表现，故不能说一定（即普遍）是伴性遗传病。故 D 叙述错误。

综上，答案选 C。

试题亮点 本题把伴 X 显性与伴 X 隐性两类遗传病的规律、实例与判定依据放在同一题中考查，要求学生在“具体病种—遗传方式—遗传规律”之间准确对号入座；A、D 两项设置“绝对化”与“以偏概全”的思维陷阱，能有效训练学生的严谨推理能力。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向伴 X 显性与伴 X 隐性的不同遗传规律与实例，学生需逐项调用相应知识点作出判断，属于多个独立知识点的并列辨析。

5 关于表中生物学实验的相关叙述，错误的是（　　）

选项	实验名称	相关叙述
A	低温诱导植物细胞染色体数目的变化	低温能抑制洋葱根尖分生区细胞中纺锤体的形成，引起细胞内染色体数目加倍
B	绿叶中色素的提取和 DNA 的粗提取	绿叶中的色素不溶于无水乙醇，DNA 易溶于无水乙醇
C	探究酵母菌细胞呼吸的方式	细胞呼吸产物的产生情况是因变量，温度是无关变量
D	模拟生物体维持 pH 的稳定	可设置 HCO_3^-/H_2CO_3 缓冲液或 $HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$ 缓冲液作为对照组

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

参考答案　B

考查目标　本题以四个教材经典实验为素材，考查低温诱导染色体数目变化、绿叶中色素的提取、DNA 的粗提取、探究酵母菌细胞呼吸的方式、模拟生物体维持 pH 的稳定等实验的原理、试剂作用与变量分析，考查学生的实验原理辨析能力与科学探究素养。

试题分析　选项 A。低温能抑制洋葱根尖分生区细胞中纺锤体的形成，使复制后的染色体不能移向细胞两极，细胞不能正常分裂成两个子细胞，从而引起细胞内染色体数目加倍。故 A 正确。

选项 B。绿叶中的光合色素易溶于无水乙醇等有机溶剂，故用无水乙醇作为提取色素的试剂；DNA 不溶于酒精，实验室用 95%的冷酒精使 DNA 析出，从而完成 DNA 的粗提取。选项 B 中两处叙述均与事实相反，故 B 错误。

选项 C。“探究酵母菌细胞呼吸的方式”中，自变量为氧气的有无，CO_2 和酒精的生成情况是因变量，温度、培养液浓度等为无关变量，应保持相同且适宜。故 C 正确。

选项 D。人体血浆中含有 HCO_3^-/H_2CO_3、$HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$ 等缓冲对，能维持 pH 相对稳定；在“模拟生物体维持 pH 的稳定”实验中，可设置上述缓冲液组作为对照。故 D 正确。

综上，答案选 B。

试题亮点　本题把教材四个基础实验整合在一张表格中，考查学生的横向比较能力；B 选项将“色素溶于无水乙醇”与“DNA 不溶于无水乙醇”两个相互对应的易混点同时呈现，能有效诊断学生是否混淆了两种物质的提取试剂，体现对实验原理的深度考查。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别对应四个实验的原理与变量分析，学生逐一回忆、比对即可作答，属于多个独立知识点的并列辨认，各选项之间无需建立关联。

6 科研人员将 6 个处于 4 细胞期的恒河猴胚胎融合后，成功培育出了二倍体嵌合体猴。下列叙述正确的是（　　）

A. 该融合胚胎在体外发育成嵌合体猴

B. 4 细胞期胚胎细胞具有发育成完整个体的潜能

C. 该嵌合体猴的培育过程运用了动物细胞融合技术

D. 该嵌合体猴的体细胞中含有 12 个染色体组

参考答案 B

考查目标 本题以“二倍体嵌合体猴”这一胚胎工程新成果为情境，考查胚胎细胞的全能性、胚胎的体外发育与胚胎移植、胚胎融合与动物细胞融合的区别、染色体组数目等知识，考查学生的信息获取与辨析能力。

试题分析 选项 A。哺乳动物的早期胚胎在体外培养通常只能发育到桑椹胚或囊胚阶段，要发育成完整个体必须移植到母体子宫内继续发育。故 A 错误。

选项 B。4 细胞期胚胎属于卵裂早期，细胞尚未分化（或分化程度极低），仍具有发育成完整个体的潜能（全能性）。故 B 正确。

选项 C。将多个早期胚胎聚集、融合为一个胚胎，属于胚胎工程技术中的“胚胎融合”，与诱导两个体细胞融合的“动物细胞融合”技术不同。故 C 错误。

选项 D。嵌合体猴由不同来源的胚胎细胞聚集发育而成，但整体仍是二倍体生物，体细胞中只含 2 个染色体组；6 个胚胎来源只造成细胞的遗传背景不同，不会使染色体组叠加为 12 个。故 D 错误。

综上，答案选 B。

试题亮点 本题以我国科研前沿成果为载体，通过“体外发育”“细胞融合”“染色体组”三个易错点，考查学生对胚胎工程核心概念的准确理解，并渗透科学前沿意识与家国情怀。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别考查胚胎体外发育的条件、早期胚胎的全能性、胚胎融合与细胞融合的辨析、染色体组数目等相互独立的知识点，学生逐项判断即可作答。

7 将物种 A 的启动子与物种 B 的生长激素基因编码序列重组，导入到鲤鱼受精卵，获得多条转基因鱼。与对照组相比，转基因鱼生长速率加快。下列叙述错误的是（　　）

A. 来源不同的启动子和基因编码序列可重新组合并表达

B. 不同转基因鱼中重组生长激素基因的表达水平相同

C. 外源基因整合到染色体 DNA 上是其在受体细胞中稳定遗传的关键

D. 调控启动子活性可验证转基因鱼的生长速率与生长激素基因表达水平的关系

参考答案 B

考查目标 本题以跨物种转基因鱼为情境，考查基因工程的原理（外源基因的表达与

稳定遗传）、目的基因表达水平的影响因素、启动子的功能等，考查学生在新情境中进行分析推理的科学思维能力。

试题分析　选项 A。生物界共用一套遗传密码，基因表达的机制具有统一性，来源不同的启动子与编码序列组合后可以正常表达。故 A 正确。

选项 B。外源基因在受体基因组中的整合位点、拷贝数存在个体差异，并受位置效应、表观遗传修饰等影响，不同转基因鱼中重组基因的表达水平一般不相同。故 B 错误。

选项 C。外源基因只有整合到受体细胞的染色体 DNA 上，才能随染色体复制而稳定存在，并随细胞分裂遗传给子代，这是其在受体细胞中稳定遗传的关键。故 C 正确。

选项 D。启动子控制基因的转录，通过人为调控启动子活性改变生长激素基因的表达量，并同步观察鱼的生长速率，可以验证二者的关系。故 D 正确。

综上，答案选 B。

试题亮点　本题以转基因动物的真实育种情境考查基因工程的分子原理，“不同转基因鱼中表达水平是否相同”这一设问，引导学生从“整合位点、拷贝数差异”的角度进行思考，超越机械记忆。

SOLO 分类　层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向跨物种表达、表达水平的差异、外源基因稳定遗传的条件、启动子的功能等独立知识点，逐项辨析即可作答。

8　关于过氧化氢酶的叙述，错误的是（　　）

A. 过氧化氢酶可以降低 H_2O_2 分解反应所需的活化能

B. 若用过氧化氢酶探究温度对酶活性的影响，应设置不加酶的对照组

C. 持续升高 H_2O_2 浓度不一定加快过氧化氢酶的酶促反应速率

D. 过氧化氢酶活性随 pH 降低而降低，随 pH 升高而升高

参考答案　D

考查目标　本题以过氧化氢酶为对象，考查酶的作用机理、探究温度对酶活性的影响时对照组的设置、底物浓度与酶促反应速率的关系、pH 对酶活性的影响等，考查学生的实验探究能力与曲线分析能力。

试题分析　选项 A。酶通过降低化学反应的活化能加快反应速率，过氧化氢酶可降低 H_2O_2 分解所需的活化能。故 A 正确。

选项 B。升高温度本身会促使 H_2O_2 分解，为排除底物自然分解对实验结果的干扰，应设置不加酶的对照组。故 B 正确。

选项 C。在酶量一定时，随底物浓度升高反应速率先增大；当酶被底物饱和后，继续提高 H_2O_2 浓度反应速率不再增大。故 C 正确。

选项 D。每种酶都有各自的最适 pH，在最适 pH 的两侧，酶活性都会随 pH 偏离最适值而下降。因此酶活性与 pH 的关系不是单调的，D 项把它描述为“随 pH 降低而降低、随 pH 升高而升高”的单向变化，与事实不符。故 D 错误。

综上，答案选 D。

试题亮点 本题以最基础的过氧化氢酶为载体，把酶的作用机理、实验对照思想、底物饱和与 pH 对酶活性的双向影响整合于四个选项；D 项直击“酶活性随 pH 变化不是单调的”这一易错点，考查学生对酶特性曲线的真正理解。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别考查酶的作用机理、实验对照的设置、底物饱和效应与 pH 的影响等相对独立的知识点，属于多点辨认。

9 土壤中 $H_2PO_4^-$的浓度通常远低于其在根毛细胞液中的浓度。植物对 $H_2PO_4^-$的吸收主要通过细胞膜上能同时转运 $H_2PO_4^-$和 H^+的载体蛋白，该过程由 H^+的跨膜浓度梯度驱动。下列叙述错误的是（　　）

A. 该载体蛋白转运 H^+时，H^+不需要与载体蛋白结合

B. 该载体蛋白对 $H_2PO_4^-$的运输属于主动运输

C. 抑制细胞呼吸，根毛细胞吸收 $H_2PO_4^-$的速率会降低

D. 该载体蛋白每次转运 $H_2PO_4^-$都会发生自身构象改变

参考答案 A

考查目标 本题以植物根毛细胞协同转运吸收磷酸盐为情境，考查被动运输与主动运输的判定、载体蛋白的特性（与被转运物质的结合及构象改变）、细胞呼吸供能与物质跨膜运输的关系等，考查学生的物质与能量观以及逻辑分析能力。

试题分析 选项 A。该载体蛋白属于同向协同转运载体，转运 H^+和 $H_2PO_4^-$两种离子时，离子必须先与载体蛋白发生特异性结合，才能被转运过膜。故 A 叙述错误。

选项 B。土壤中 $H_2PO_4^-$的浓度远低于根毛细胞液中的浓度，$H_2PO_4^-$是逆浓度梯度进入细胞，且由 H^+的跨膜浓度梯度（电化学势能）驱动，所需能量最终来自细胞呼吸，属于主动运输。故 B 正确。

选项 C。细胞膜上维持 H^+浓度梯度的过程（质子泵）需消耗 ATP，ATP 来自细胞呼吸；抑制细胞呼吸会使 ATP 合成减少、H^+浓度梯度减小，$H_2PO_4^-$的吸收速率随之降低。故 C 正确。

选项 D。载体蛋白在转运物质时，其空间结构（构象）会发生改变，从而把物质运过膜并在另一侧释放。故 D 正确。

综上，答案选 A。

试题亮点 本题把“主动运输”的判定落到“逆浓度梯度+能量来源”这两个本质上，并通过 H^+浓度梯度这一情境考查学生对“能量耦合”的理解；同时暗含“载体蛋白要与被

转运物质结合并发生构象改变”这一结构与功能相适应的观念，实现对生命观念与科学思维的综合考查。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：要判断各项正误，学生必须把“浓度梯度—协同转运—能量来源—细胞呼吸供能—载体蛋白构象改变”等要素联结成一个统一的运输模型，在要素之间建立因果关系，而非彼此独立地辨认，故达到关联结构层次。

10 马达加斯加有 6 种猴面包树，其中 Adansonia za（Az）的生态位最宽，且分布区与其他猴面包树物种重叠。下列叙述正确的是（　　）

A. 猴面包树中 Az 占据优势地位，种群数量最大

B. 与 Az 存在较大生态位重叠的其他物种会被 Az 淘汰

C. 猴面包树种间生态位分化不只是物种间相互作用的结果

D. 生态位不重叠的两个物种无种间竞争，生态位重叠越大种间竞争越大

参考答案 C

考查目标 本题以马达加斯加猴面包树的生态位为情境，考查生态位宽度、生态位分化与种间竞争的关系，考查学生的稳态与平衡观以及批判性思维（识别绝对化表述）。

试题分析 选项 A。生态位宽度反映物种利用资源范围的大小，与种群数量之间没有必然的正相关关系，生态位最宽并不等于种群数量最大。故 A 错误。

选项 B。生态位重叠较大的物种之间竞争通常较激烈，但可通过生态位分化（如利用不同资源、不同取食部位或不同时间）实现共存，不一定被淘汰。故 B 错误。

选项 C。生态位分化不仅由物种间的相互作用（竞争）造成，还受环境（非生物因素）与物种自身遗传特性的影响，因而不只是物种间相互作用的结果。故 C 正确。

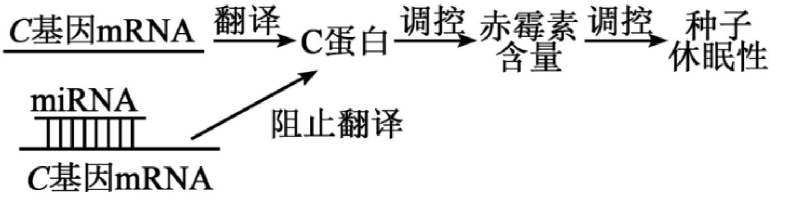
选项 D。生态位不重叠的物种仍可能因争夺水分、空间、光照等共有资源而发生竞争；且资源充足时，生态位重叠较大也不一定表现为剧烈竞争。该选项表述绝对化。故 D 错误。

综上，答案选 C。

试题亮点 本题以真实生态学问题为情境，四个选项分别考查生态位与种群数量的关系、竞争排斥、生态位分化的成因、竞争强度的影响因素；A、B、D 三项均通过“必然”“一定”等绝对化表述设置思维陷阱，重点训练学生的批判性思维。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：各选项分别对应生态位、种间竞争等教材要点，属于多个独立知识点的辨析；其中 C 项需对“生态位分化的成因”作多重归因，略带关联思维成分。

11 某 miRNA 调控水稻种子休眠的机制如图所示。我国科学家发现该 miRNA 缺失突变体水稻的种子中赤霉素含量和穗发芽率均低于野生型。穗发芽指作物在成熟期或收获前，种子在穗上萌发的现象。下列叙述错误的是（　　）



A. C 蛋白抑制赤霉素在种子中积累

B. 赤霉素主要在植物的幼芽、幼根和未成熟种子中合成

C. 生产上应尽量选育抗穗发芽的品种

D. 该 miRNA 与 C 基因的 mRNA 靶向结合促进种子休眠

参考答案　D

考查目标　本题以 miRNA 调控水稻种子休眠为情境，考查转录后水平的基因表达调控（miRNA 抑制翻译）、赤霉素的合成部位及其对种子休眠与萌发的调控、农业生产应用等，考查学生的信息链推理能力以及在生产实践中应用生物学原理的社会责任。

试题分析　由图可知调控链为：C 基因 mRNA→（翻译）→C 蛋白→调控赤霉素含量→调控种子休眠性；同时 miRNA 可与 C 基因的 mRNA 靶向结合，阻止 C 蛋白的翻译。

选项 A。miRNA 缺失突变体中不能抑制 C 蛋白的合成，其种子中赤霉素含量低于野生型，说明 C 蛋白能抑制赤霉素在种子中的积累。故 A 正确。

选项 B。赤霉素主要在植物的幼芽、幼根和未成熟的种子中合成。故 B 正确。

选项 C。穗发芽会降低稻谷的产量和品质，生产上应选育抗穗发芽的品种。故 C 正确。

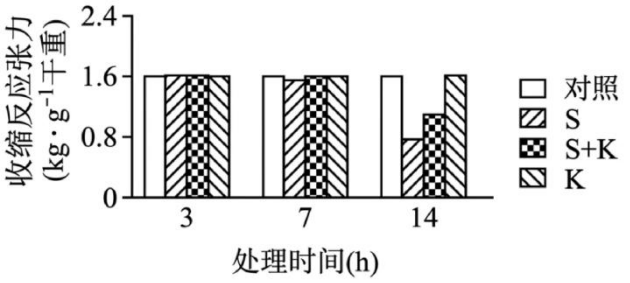
选项 D。该 miRNA 与 C 基因的 mRNA 结合，抑制 C 蛋白的合成；C 蛋白减少后，赤霉素含量升高，种子休眠被打破、穗发芽增多。野生型（含 miRNA）的穗发芽率高于突变体，说明该 miRNA 促进的是种子的萌发（破除休眠），而不是促进休眠。故 D 错误。

综上，答案选 D。

试题亮点　本题以“分子调控—激素—个体性状—农业生产”的完整链条为线索，考查学生沿信息链进行逻辑推理的能力；D 项要求学生在“miRNA 抑制 C 蛋白”与“赤霉素促进萌发”之间完成两次逻辑转换，思维链条较长，具有较好的区分度。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：学生须把 miRNA—C 蛋白—赤霉素—休眠（穗发芽）等要素串成一条完整的因果链，并借助突变体与野生型的对比进行推理，属于对多个要素的整体关联，而非孤立判断。

12 血管对收缩血管物质的反应性低时，易出现血压下降。兴趣小组探究了物质 S 和小肠分泌的激素 K 对兔离体动脉环（ARs）收缩反应的影响，收缩反应检测前需要给各组添加物质 F，结果如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A. F 是一种收缩血管物质

B. 家兔长时间接触物质 S 后可能出现低血压

C. 激素 K 单独使用对离体 ARs 收缩反应张力无明显影响

D. 若增强 S 处理组的激素 K 受体敏感性，则 ARs 收缩反应张力上升

参考答案 D

考查目标 本题以兔离体动脉环（ARs）实验的柱状图为情境，考查激素（配体）与受体的作用特点、血管收缩（舒张）与血压的关系、实验数据的读取与推理等，考查学生的图表分析能力与逻辑推理能力。

试题分析 由图可知，处理 14 h 时：对照组与 K 组的收缩反应张力相近且最高（约 1.6），S 组明显降低（约 0.8），S+K 组介于两者之间（约 1.0）。

选项 A。各组均需加入物质 F 后才能检测到血管的收缩反应张力，说明 F 能引起血管收缩，是一种收缩血管物质。故 A 正确。

选项 B。物质 S 使血管的收缩反应性降低（收缩反应张力下降），血管易舒张，长时间接触 S 可能使血压下降。故 B 正确。

选项 C。单独使用激素 K 的 K 组，其收缩反应张力与对照组相近，说明激素 K 单独使用对 ARs 收缩反应张力无明显影响。故 C 正确。

选项 D。S 处理组只加入了物质 S，并未加入外源的激素 K；激素 K 只有与其受体结合才能发挥作用。在缺乏配体（K）的情况下，仅提高 K 受体的敏感性并不能引起收缩反应张力上升。故 D 错误。

综上，答案选 D。

试题亮点 本题以真实的动物生理实验为情境，考查学生对图表信息的提取能力与对“激素—受体”作用机制的理解；D 项设置“无配体而只提高受体敏感性”的思维陷阱，有

效考查学生是否真正理解“激素发挥作用需要配体与受体结合”这一前提。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：学生需要把柱状图数据、各组的处理条件与“激素—受体结合—血管收缩—血压”的生理机制关联起来，方能判断各选项，属于对多要素的整体关联与推理。

13 科研人员拟筛选耐镉细菌用于生态修复。下列叙述正确的是（　　）

A. 宜从镉污染的土壤或水体中分离耐镉细菌

B. 配制培养基时需添加碳源、氮源和无机盐等营养成分

C. 含氯化镉的培养基可选择耐镉细菌并鉴定其种属

D. 利用稀释涂布平板法计数时，统计的菌落数往往比活菌实际数目多

参考答案 AB

考查目标 本题以筛选耐镉细菌用于生态修复为情境，考查微生物的分离与培养、培养基的营养成分、选择培养基的作用、稀释涂布平板法计数等知识与技能，考查学生的科学探究能力与生态修复的社会责任。

试题分析 选项 A。长期镉污染的环境会自然选择、富集耐镉微生物，从中分离耐镉细菌的效率更高。故 A 正确。

选项 B。培养微生物的培养基一般需含碳源、氮源、无机盐和水等营养成分。故 B 正确。

选项 C。含氯化镉的培养基只能选择性地筛选出耐镉（耐重金属）的细菌，不能用于区分菌种、鉴定微生物的种属。故 C 错误。

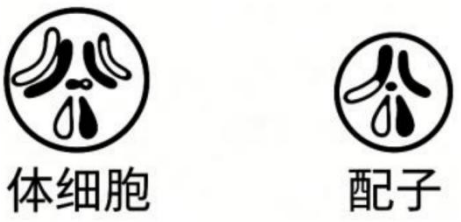
选项 D。稀释涂布平板法计数时，两个或多个菌体连在一起只能形成一个菌落，统计的菌落数往往比活菌实际数目少。故 D 错误。

综上，答案选 AB。

试题亮点 本题以重金属污染治理这一生态需求为背景，把微生物的分离、培养与计数等基础操作技能置于真实情境中考查；C、D 两项分别针对“选择培养基的作用”与“平板计数的误差方向”两个易错点进行甄别。

SOLO 分类 层次：多点结构层次。判定依据：四个选项分别指向取样原则、培养基成分、选择培养基的功能、计数误差等独立的实验操作要点，属于多点辨认，不依赖彼此之间的关联。

14 某黑腹果蝇的体细胞和一个配子的染色体组成见示意图。下列叙述错误的是（　　）



A. 该配子在形成过程中会发生细胞质的不均等分裂

B. 该配子在形成过程中发生了基因重组和染色体变异

C. 该配子异常的原因是减数分裂Ⅱ中染色体未正常分离

D. 果蝇卵原细胞染色体在间期复制后数目为 16 条

参考答案　CD

考查目标　本题以黑腹果蝇异常配子的染色体组成示意图为情境，考查减数分裂的过程与异常（染色体数目变异）、基因重组的来源、卵细胞形成过程中细胞质分裂的特点、染色体复制的实质等，考查学生的图像信息获取与演绎推理能力。

试题分析　由图可知，该配子为卵细胞，且多出一条性染色体；所多出的两条性染色体一条来自父方、一条来自母方，即是一对同源染色体。

选项 A。该配子为卵细胞，卵细胞形成过程中细胞质不均等分裂。故 A 正确。

选项 B。减数第一次分裂中非同源染色体自由组合属于基因重组；配子多出一条染色体属于染色体数目变异。故 B 正确。

选项 C。该配子多出的两条性染色体为一对同源染色体且分别来自父方和母方，说明是减数第一次分裂时同源染色体未正常分离所致。若是减数第二次分裂姐妹染色单体未分离，多出的两条染色体应来自同一亲本（不是一对同源染色体），故 C 错误。

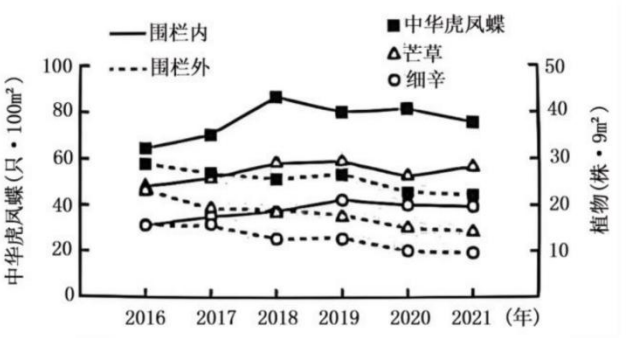
选项 D。卵原细胞在减数第一次分裂前的间期完成 DNA 复制，DNA 分子数目加倍，但着丝粒未分裂，染色体数目不变，仍为 8 条。故 D 错误。

综上，答案选 CD。

试题亮点　本题以“配子染色体组成示意图”为信息载体，通过“多出的两条性染色体来源不同”这一关键信息，把异常配子的成因锁定在减数第一次分裂；D 项则巧妙考查“DNA 复制后染色体数目不变”这一常见误区。图文结合，考查学生的图像解读与推理能力。

SOLO 分类　层次：关联结构层次。判定依据：学生需要把“配子类型（卵细胞）—细胞质分裂方式—基因重组的来源—染色体数目变异的成因—染色体复制后数目不变”等要素关联起来，并结合图中信息进行推断，属于对多要素的整体关联。

15 国家二级保护物种中华虎凤蝶成虫刚出蛹时，翅膀未展开，不能飞行，其主要生境之一是以草本植物细辛（可药用）和芒草为优势种群的高山灌草丛。研究人员建设围栏保护后，中华虎凤蝶、细辛、芒草的数量变化如图所示。下列叙述正确的是（　　）



A. 可采用样方法估算中华虎凤蝶虫卵、蛹及刚出蛹羽化的成虫的密度

B. 与调查细辛和芒草相比，调查该地某灌木的种群密度需缩小样方面积

C. 围栏内外同一物种数量变化趋势不同，体现了人类活动对生态系统的影响

D. 若监测到该地细辛和芒草数量明显降低时，应采取及时补种等保护措施

参考答案　ACD

考查目标　本题以中华虎凤蝶及其生境的保护曲线图为情境，考查种群密度的调查方法及适用对象、样方面积的确定、人类活动对群落（生态系统）的影响、生物多样性的保护措施等，考查学生的科学探究能力与珍稀物种保护的社会责任。

试题分析　选项 A。中华虎凤蝶的虫卵、蛹活动能力极弱，刚出蛹羽化的成虫不能飞行、活动范围小，均适合用样方法估算其密度。故 A 正确。

选项 B。灌木单株体积远大于细辛、芒草等草本植物，调查灌木的种群密度时需要适当扩大样方面积，而不是缩小。故 B 错误。

选项 C。围栏属于人为干预（保护）措施，围栏内外同一种群数量变化趋势明显不同，说明人类活动会影响群落演替的方向和速度。故 C 正确。

选项 D。细辛、芒草是中华虎凤蝶的主要食物和栖息生境，其数量明显降低会威胁蝶类的生存，应及时采取补种等保护措施。故 D 正确。

综上，答案选 ACD。

试题亮点 本题以“国家二级保护物种+围栏保护实验”为情境，把种群密度调查方法的适用对象、样方面积的确定等实验技能与生态保护的社会责任有机结合；B 项通过“灌木与草本”的比较，考查学生是否理解样方面积需随调查对象不同而调整。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：学生需要把曲线图数据、物种间的食物

与栖息关系、人类活动的干预作用、物种保护措施等要素联系起来综合判断，而不是孤立地判断各个信息点。

16 某人颈脊髓损伤，失去行走能力。在安装脑脊接口套件后，该患者恢复了自主行走能力。该套件由三个装置组成，如图所示：装置 1 安装在大脑皮层中央前回，负责采集信号；装置 2 穿戴于体外，负责对装置 1 传来的信息解码并生成控制指令；装置 3 置于体内脊髓区，负责将装置 2 的指令转换并传至控制下肢的脊髓运动中枢。下列叙述错误的是（ ）



A. 装置 1 收到的信号与神经元的 Na^+、K^+跨膜运输有关

B. 装置 2 和大脑皮层一样，具有随意支配下肢运动的能力

C. 装置 3 刺激患者自主神经纤维释放电信号控制下肢肌肉收缩

D. 该套件的应用证明大脑可不经反射弧直接支配下肢肌肉

参考答案　BCD

考查目标　本题以颈脊髓损伤患者借助脑脊接口恢复行走为情境，考查神经冲动的产生（Na^+、K^+的跨膜运输）、大脑皮层躯体运动中枢的功能、自主神经与躯体运动神经的区别、反射弧的完整结构等，考查学生在科技前沿情境中运用基础知识分析问题的能力。

试题分析　选项 A。装置 1 安装在大脑皮层中央前回，采集的是神经元的电信号（动作电位），动作电位的产生与恢复与 Na^+、K^+的跨膜运输密切相关。故 A 正确。

选项 B。随意运动的高级神经中枢是大脑皮层，装置 2 只是对信号进行解码并生成控制指令的体外装置，本身不是神经中枢，不具有随意支配下肢运动的能力。故 B 错误。

选项 C。下肢骨骼肌（属于躯体运动的效应器）受躯体运动神经支配；自主神经（内脏运动神经）主要支配内脏、血管和腺体等，不直接支配下肢骨骼肌的收缩。故 C 错误。

选项 D。该套件的信号最终需传递到脊髓中的运动中枢，再经传出神经到达下肢肌肉（效应器），仍要经过反射弧的传出部分来完成。因此“大脑可不经反射弧直接支配下肢肌肉”的说法不正确。故 D 错误。

综上，答案选 BCD。

试题亮点 本题以脑机接口这一前沿科技为情境，考查神经调节的核心概念（动作电位、神经中枢、神经类型、反射弧）；B、C、D 三项分别针对“中枢功能”“神经类型”“反射弧完整性”设问，引导学生透过新颖情境看到教材中的基本概念，体现“新情境、老知识”的命题思路。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：学生需要把装置的功能与神经调节的组成（中枢、传入/传出神经、效应器）关联起来，用反射弧、神经类型等概念去解释前沿装置的作用，属于对新情境的整体关联分析。

17 为探究脱落酸（ABA）对某品种葡萄抗盐碱（200 mmol/L $NaHCO_3$）胁迫的作用，分别用蒸馏水（T1 组）、$NaHCO_3$（T2 组）、$NaHCO_3$+ABA 合成抑制剂（T3 组）、$NaHCO_3$+ABA（T4 组）处理葡萄幼苗，一段时间后采集叶片测定相关生理指标，结果见表。回答下列问题：

组别指标	T1	T2	T3	T4
叶绿素含量（mg/g 鲜重）	3.8	2.2	1.3	2.9
H_2O_2 含量（μmol·g^{-1} 鲜重）	9.6	20.3	29.5	14.7
净光合速率（μmol·m^{-2}·s^{-1}）	9.8	6.1	4.6	7.9

注：H_2O_2 会引起生物膜发生氧化损伤，膜通透性升高。

（1）叶绿素主要吸收可见光中的_____，光反应产生的 NADPH 在暗反应阶段的作用是_____。

（2）盐碱胁迫下，葡萄幼苗的光合作用速率下降。据表分析，出现该变化的原因是_____。

（3）研究表明植物体内 ABA 含量与抗盐碱能力正相关。拟培育抗盐碱作物新品种，可筛选_____（填序号）。①ABA 合成酶缺失突变体　②ABA 合成酶高活性品种　③ABA 受体低敏感性品种　④ABA 降解酶低活性品种

（4）盐碱胁迫下，葡萄幼苗的细胞将细胞质基质中的 Na^+ 运送到液泡中储存或排出细胞，降低盐碱胁迫伤害。与正常栽培条件相比，葡萄幼苗在一定浓度的盐碱处理下，一段时间后生物量减少，从物质跨膜运输和呼吸作用的关系分析其原因是_____。

参考答案 **（1）红光和蓝紫光；作为还原剂、提供能量**

（2）盐碱胁迫使叶片叶绿素含量降低，吸收光能减少，光反应速率减弱；同时细胞内 H_2O_2 积累，造成生物膜氧化损伤，叶绿体结构受损，净光合速率下降

（3）②④

（4）盐碱胁迫下，细胞需消耗更多能量用于排钠、区隔钠离子，用于细胞生长、有机物合成的能量减少；同时呼吸总消耗增加，有机物积累量下降，最终生物量减少

考查目标　本题以“ABA 与葡萄抗盐碱胁迫”为情境，综合考查叶绿素的功能、光反应与暗反应的联系、影响光合作用的因素（据表分析）、植物激素（ABA）在抗逆中的作用与育种应用、物质跨膜运输与细胞呼吸的关系等，考查学生的数据分析、因果推理与规范表达能力，落实“结构与功能观”“物质与能量观”。

试题分析 第（1）题。叶绿素主要吸收可见光中的红光和蓝紫光；光反应产生的 NADPH 在暗反应中作为还原剂（还原 C_3）并提供能量。

第（2）题。据表，与 T1 组相比，T2 组叶绿素含量降低（3.8→2.2），吸收的光能减少，光反应减弱；同时 H_2O_2 含量升高（9.6→20.3），引起生物膜氧化损伤、叶绿体（类囊体）结构受损，因而光合作用（净光合速率）下降。

第（3）题。因植物体内 ABA 含量与抗盐碱能力正相关，应选择能使体内 ABA 含量升高的品种：②（ABA 合成酶高活性，合成增多）、④（ABA 降解酶低活性，降解减少），故选②④。（①使 ABA 减少，③使 ABA 的作用减弱，均应排除。）

第（4）题。盐碱胁迫下，细胞需通过主动运输把细胞质基质中的 Na^+ 运入液泡或排出细胞，此过程消耗呼吸作用提供的能量；用于排钠（区隔钠离子）的能量和物质增多，用于细胞生长和有机物合成的减少，同时呼吸消耗增加，有机物积累量下降，故一段时间后生物量减少。

试题亮点　本题以“植物抗逆”这一与粮食安全相关的主题为情境，采用“两种胁迫因素、四个处理组”的对照设计，考查学生“由数据到结论”的因果分析能力；第（3）（4）问把激素调节、物质跨膜运输与细胞呼吸有机整合，突出“物质与能量”的学科观念。

SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：学生需要把表格数据与光合作用、植物激素、跨膜运输、细胞呼吸等多个模块的知识联结起来，形成完整的因果解释，属于跨知识点的关联，尚未要求超越情境进行抽象创新。

18 湿地松从原产地北美洲引入南美洲后，表现出较强的入侵能力。为探究其原因，科研人员调查了三种生境中土壤微小动物线虫的类群，结果见表。回答下列问题：

生境类型	入侵时间（年）	线虫种类数（种）	植食性线虫数量（条·100 g^{-1} 干土）	植食性线虫数量所占比例（%）
原生灌草丛	0	26	470	74.7
灌草丛—湿地松	20~30	28	218	68.9
湿地松纯林	65	17	22	38.0

（1）采集和调查土壤线虫类群的常用方法是_____，记录每种生境下各样品中的线虫种类后，统计土壤线虫种类应_____（填“取平均值”“取并集”或“取交集”）。

（2）植食性线虫同化的能量，一部分用于生长、发育和繁殖等生命活动，储存在体内有机物中；另一部分_____。

（3）湿地松引入原生灌草丛后表现出较强入侵能力的原因可能_____（答出两点即可）。

（4）与入侵 20~30 年时相比，入侵 65 年时生态系统的抵抗力稳定性_____，原因是_____。

参考答案 **（1）取样器取样法；取并集**

（2）被自身呼吸作用消耗

（3）危害植物的植食性线虫数量和比例大幅降低，湿地松受取食压力小，生长优势强、新环境没有专门抑制其生长的天敌，资源充足（答出其中两点即可）

（4）降低；物种丰富度降低，生态系统的营养结构变简单，自我调节能力下降

▌考查目标 本题以“湿地松入侵”为情境，考查土壤中小动物类群的调查方法、物种丰富度的统计、能量流动的去向、外来物种入侵与生态系统稳定性等，考查学生的数据分析、因果推理与生态学应用能力，落实“稳态与平衡观”与生态文明观念。

▌试题分析 第（1）题。采集和调查土壤中小动物（线虫）类群的常用方法是取样器取样法。统计某一生境土壤线虫的种类数时，同一生境各样品中的种类应取并集（某种线虫只要在任一样品中出现即计入），以获得该生境的物种名录。

第（2）题。植食性线虫同化的能量，一部分用于生长、发育和繁殖（储存在有机物中）；另一部分通过呼吸作用以热能形式散失。

第（3）题。可能的原因（答出两点即可）：①入侵后植食性线虫的数量和比例大幅降低，湿地松受到的取食压力小；②新环境（入侵地）缺乏专门取食或抑制湿地松的天敌（或病原体）；③湿地松对光照、水分、无机盐等资源的竞争能力强（生长优势强）；④资源充足、生态位空缺等。

第（4）题。与入侵 20~30 年相比，入侵 65 年时物种丰富度降低（线虫种类由 28 种降至 17 种），生态系统的营养结构（食物链、食物网）变简单，自我调节能力下降，故抵抗力稳定性降低。

▌试题亮点 本题以“外来物种入侵及其生态影响”为真实科研情境，通过时间序列数据（0 年、20~30 年、65 年）考查学生对“生物多样性（物种丰富度）—营养结构—稳定性”这一逻辑链的理解；第（3）问为开放性作答，引导学生基于数据提出假设，体现科学思维与生态文明素养。

▌SOLO 分类 层次：关联结构层次。判定依据：学生需要把“取样方法—物种统计—能量去向—入侵成因—稳定性变化”等要素以及表格数据关联起来，形成符合生态学逻辑的解释，属于跨要素的关联结构。

19 株高是影响水稻产量的重要性状，探究株高相关基因的遗传机制对水稻育种有重要意义。回答下列问题：

（1）为阐明纯合品系甲（株高 100 cm）株高由几对基因控制和显隐性等遗传机制，将其与纯合野生品系（株高 140 cm）杂交后，F_1 株高均为 140 cm，F_2 中株高 140 cm 和 100 cm 的数量比约为 3∶1，推测品系甲株高的遗传机制为_____。

（2）品系甲是野生型的某株高基因发生突变所致，其转录产物编码序列的第 796 位突变，野生型及突变型基因转录模板链的部分碱基序列如图所示。

野生型：5′ -TGAAGGTGTC… … CGAGGCCGCC-3′

突变型：5′ -TGAAGGTGTC… … CGAAGCCGCC-3′

①该突变体第_____位氨基酸突变为_____（部分密码子及对应氨基酸：GCU 丙氨酸，CUU 亮氨酸，UUC 苯丙氨酸，UCG 丝氨酸）。

②拟设计 PCR 引物扩增该株高基因片段，以检测其他水稻是否发生该突变，应选择引物_____（填序号）。

Ⅰ．5′ -GGCGGC-3′　　Ⅱ．5′ -GCTTCG-3′

Ⅲ．5′ -GGTGTC-3′　　Ⅳ．5′ -CTGTGG-3′

（3）某纯合品系乙（株高 75 cm）与纯合品系甲（株高 100 cm）杂交后，F_1 株高均为 100 cm，F_2 中株高 100 cm 的 347 株，株高 75 cm 的 114 株，用（2）中的引物和方法检测品系乙的该株高基因：

①若发现与品系甲有相同突变，推测乙的基因型为_____（用 A、a；B、b；C、c……表示基因）。将品系乙与纯合野生品系（株高 140 cm）杂交，其 F_1 表现为株高 140 cm，F_2 中株高 140 cm、100 cm 和 75 cm 三种表型的数量比约为 9∶6∶1，推测所涉及基因的位置关系是_____。

②若发现与品系甲无相同突变，则品系乙形成的原因是_____。

参考答案 **（1）由一对等位基因控制，株高 140 cm 为显性性状、100 cm 为隐性性状**
（2）①266；苯丙氨酸　②Ⅱ和Ⅲ
（3）①aabb；两对等位基因位于两对同源染色体上　②甲乙的突变可能是同一基因不同位点的突变，形成复等位基因，且甲的突变结果对乙为显性

考查目标 本题以水稻株高遗传机制为情境，综合考查基因的分离定律与自由组合定律（含 9∶6∶1 的变式）、基因突变（碱基替换与密码子、氨基酸的对应）、转录与翻译的方向、PCR 引物的设计、复等位基因等，考查学生的遗传推理、信息转换与实验设计能力，是全卷综合性与思维要求最高的试题之一。

试题分析 第（1）题。甲（100 cm，纯合）×野生型（140 cm，纯合）→F_1 全为 140 cm，说明 140 cm 为显性；F_2 中 140 cm∶100 cm≈3∶1，符合一对等位基因的杂合子自交分

离比。故品系甲的株高由一对等位基因控制，140 cm为显性性状、100 cm为隐性性状。

第（2）①题。编码序列的第796位对应第266号密码子的第1个碱基（796＝265×3＋1）。图中突变型转录模板链发生了碱基替换，使相应mRNA上的密码子由CUC（亮氨酸）变为UUC（苯丙氨酸），故该突变体的第266位氨基酸由亮氨酸突变为苯丙氨酸。

第（2）②题。设计PCR引物检测突变时，引物应能与模板链（或互补链）特异性结合、位于突变位点两侧，且延伸方向相对，从而扩增出包含突变位点的片段。图中引物Ⅱ（5′-GCTTCG-3′）可与突变后的模板链互补配对（其结合位置覆盖突变位点），引物Ⅲ（5′-GGTGTC-3′）可与互补链互补配对，二者分居突变位点两侧、方向相对，可扩增出含突变位点的片段，用以检测该突变，故选Ⅱ和Ⅲ；引物Ⅰ、Ⅳ或结合位置不含突变位点（扩增产物无法区分突变型与野生型），或不能与图中序列互补结合，故不选。

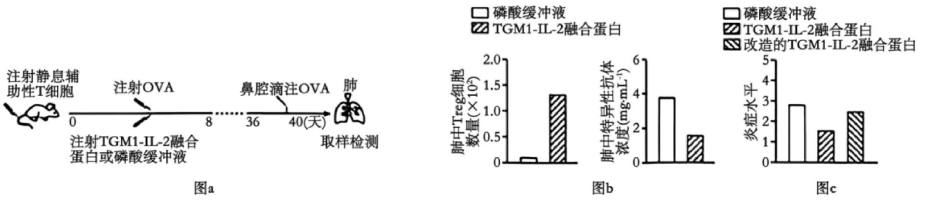
第（3）①题。甲（100 cm）与乙（75 cm）杂交，F_1全为100 cm、F_2约为3∶1，说明甲乙在株高上只差一对基因。若乙与甲有相同的突变，则乙在该基因上也携带突变，且在另一对基因上为隐性纯合，故乙的基因型为aabb。乙（aabb）×野生型（AABB）→F_1为AaBb（140 cm）；F_2中140 cm（A_B_）∶100 cm（A_bb、aaB_）∶75 cm（aabb）≈9∶6∶1，说明两对等位基因分别位于两对同源染色体上（遵循自由组合定律）。

第（3）②题。若乙与甲无相同突变，则乙的矮化是由同一基因不同位点的突变造成的，甲、乙与野生型的该基因互为复等位基因，且甲的突变结果对乙（突变）表现为显性。

试题亮点 本题以“水稻株高”这一与粮食生产密切相关的性状为情境，把分离定律、9∶6∶1的变式、基因突变的分子机制、转录方向、PCR引物设计、复等位基因等高度整合。特别是第（2）①题需要学生完成“碱基—密码子—氨基酸”的多步转换，第（3）①题需要运用“非等位基因独立遗传”进行演绎，综合性极强，能有效区分不同层次的学生。

SOLO分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：学生不仅需要综合运用遗传规律、中心法则、基因工程等多模块知识，还要把新情境（突变位点、引物序列、复等位基因）抽象为可迁移的遗传与分子模型，进行多步演绎推理，思维层次明显高于单点、多点与一般关联结构。

20　调节性 T 细胞（Treg 细胞）是一类免疫抑制型 T 细胞亚群，参与免疫稳态维持。科研人员设计了一种由类转化生长因子-β（TGM1）和白细胞介素-2（IL-2）组成的融合蛋白，利用小鼠模型研究其对 Treg 细胞介导的肺部过敏性炎症抵抗的作用，部分研究过程和结果如图所示。回答下列问题：



注：静息辅助性T细胞可被诱导为Treg细胞；OVA代表卵清蛋白。

（1）体内 Treg 细胞分化成熟的主要场所是_____。鼻腔滴注 OVA 的目的是_____。

（2）为使静息辅助性 T 细胞能特异性识别 OVA，需在该细胞中预先导入_____基因。据图 b 分析，可以得出的结论是_____。

（3）若要证明该研究中融合蛋白构建的必要性，应增加三个实验组，即将体内注射的 TGM1-IL-2 融合蛋白分别替换为_____，其他处理条件不变。

（4）将 TGM1-IL-2 融合蛋白进行改造，使其中的 IL-2 失去向细胞内传递信号的能力，但保留与 Treg 细胞膜上受体结合的能力。结合图 c 分析，设计该实验的目的是证明_____为 TGM1-IL-2 融合蛋白抵抗肺部过敏性炎症的关键因素。

参考答案　**（1）胸腺；诱导小鼠肺部产生过敏性炎症反应**

（2）OVA 特异性 T 细胞受体；TGM1-IL-2 融合蛋白可以促进静息辅助性 T 细胞分化为 Treg 细胞，可以增强 Treg 细胞介导的肺部过敏性炎症抵抗的作用

（3）等量的 TGM1、IL-2、TGM1 和 IL-2

（4）IL-2 向细胞内传递信号的能力

▌考查目标　本题以“TGM1-IL-2 融合蛋白抵抗肺部过敏性炎症”为情境，综合考查免疫系统的组成与 T 细胞的成熟场所、抗原的免疫作用与过敏反应、实验变量控制与对照实验的设计、实验结果的推理与结论表述等，考查学生的实验设计与科学探究能力。

▌试题分析　第（1）题。T 细胞在胸腺中分化、发育成熟，Treg 细胞属于 T 细胞亚群，其分化成熟的主要场所是胸腺。鼻腔滴注 OVA（卵清蛋白）作为抗原，目的是诱导小鼠肺部产生（过敏性）炎症反应。

第（2）题。要使静息辅助性 T 细胞能特异性识别 OVA，需预先在该细胞中导入 OVA 特异性 T 细胞受体（TCR）基因。据图 b，与注射磷酸缓冲液的对照组相比，注射 TGM1-IL-2 融合蛋白组小鼠肺中 Treg 细胞数量明显增多，说明该融合蛋白能促进（静息辅助性）T 细胞分化为 Treg 细胞；结合图 c，该融合蛋白还能增强 Treg 细胞介导的肺部过敏性炎症抵

抗作用。

第（3）题。要证明融合蛋白“构建”的必要性，应设置三个对照：分别注射等量的 TGM1、IL-2，以及 TGM1 与 IL-2（混合物），其他处理条件不变，以排除“单独成分或简单混合”的作用，从而说明只有将二者融合才能发挥作用。

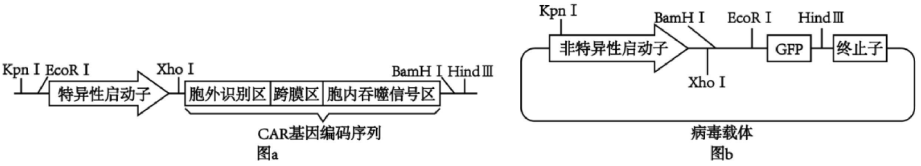
第（4）题。改造后的 IL-2 保留与受体结合的能力，但失去向细胞内传递信号的能力。图 c 显示改造后的融合蛋白抵抗肺部过敏性炎症的效果明显下降。因此该实验的目的是证明 IL-2 向细胞内传递信号的能力是该融合蛋白抵抗肺部过敏性炎症的关键因素。

试题亮点 本题以真实科研过程为背景，把免疫学知识与实验设计高度结合；第（3）（4）问分别从“融合必要性”和“信号传递必要性”两个角度设问，要求学生依据研究目的设计对照、并据结果得出恰当结论，突出对实验探究与科学思维的考查。

SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：第（3）（4）问要求学生依据研究目的自主设计对照实验、并对结果作出抽象概括（证明某一关键因素），需要把免疫学知识、变量控制思想与新情境整合为可迁移的实验方案，属于拓展抽象结构。

21 阿尔茨海默病患者大脑中 β-淀粉样蛋白（Aβ）异常聚集，损伤神经元。为了探索治疗该疾病的新方法，研究人员合成了一种嵌合抗原受体（CAR）基因，使其在星形胶质细胞中特异性表达，形成 CAR-A 细胞，并鉴定了这种细胞特异性识别、吞噬和降解 Aβ 聚集体的能力。回答下列问题：

（1）CAR 基因和病毒载体的部分结构（含限制酶切割位点）分别如图 a、b 所示。



①胞外识别区应选用 Aβ 聚集体的_____（填“抗原”或“抗体”）特定片段编码序列。

②采用特异性启动子的目的是_____。同时，为使该 CAR 基因正确插入病毒载体，并能通过绿色荧光蛋白（GFP）示踪其成功导入星形胶质细胞，应选用的两种限制酶是_____。

（2）为鉴定 CAR-A 细胞能吞噬和降解 Aβ 聚集体，可用含 Aβ 聚集体的培养基培养 CAR-A 细胞，一段时间后更换不含 Aβ 聚集体的培养基继续培养，_____（单选）的 Aβ 聚集体含量。

A. 24 h 检测细胞内　　B. 24 h 检测细胞外　　C. 0 h 和 24 h 检测细胞内　　D. 0 h 和 24 h 检测细胞外

（3）给 6 月龄阿尔茨海默病模型小鼠注射携带 CAR 基因的病毒，3 个月后，大脑 Aβ

聚集体减少，且神经元损伤标志蛋白的相对表达量下降。该实验对照组应注射_____
_____；该实验结论是_____。

参考答案　**（1）①抗体　②使其在星形胶质细胞中特异性表达；Kpn Ⅰ和 BamH Ⅰ**
（2）C
（3）携带空载体（或不携带 CAR 基因、或仅携带 GFP 基因）的等量病毒；在星形胶质细胞中特异性表达 CAR 基因（CAR-A 疗法）能够有效清除阿尔茨海默病模型小鼠大脑中的 Aβ 聚集体，并显著减轻相关的神经元损伤

▌考查目标　本题以“CAR-A 细胞（星形胶质细胞表达嵌合抗原受体）治疗阿尔茨海默病”为情境，综合考查基因工程的操作程序（目的基因的获取、表达载体的构建、限制酶的选择）、抗原—抗体特异性结合的免疫学原理、实验方案的设计与结果分析（吞噬与降解的鉴定、对照组的设置、结论的表述）等，考查学生的工程思维、实验设计能力与社会责任。

▌试题分析　第（1）①题。嵌合抗原受体（CAR）的胞外识别区需要特异性识别并结合 Aβ 聚集体，起“识别抗原”的作用，故应选用针对 Aβ 聚集体的抗体（特定片段）的编码序列。

第（1）②题。采用特异性启动子（星形胶质细胞特异性启动子）的目的是使 CAR 基因（目的基因）在星形胶质细胞中特异性表达。为使 CAR 基因正确插入病毒载体，同时保留 GFP（绿色荧光蛋白）以便示踪，应选用 Kpn Ⅰ和 BamH Ⅰ两种限制酶：用 Kpn Ⅰ与 BamH Ⅰ双酶切载体和含 CAR 基因的片段，可使 CAR 基因（连同其特异性启动子）定向插入到载体启动子的位置，且不破坏下游的 GFP 基因，从而实现“正确插入+GFP 示踪”。

第（2）题。要鉴定 CAR-A 细胞能吞噬并降解 Aβ 聚集体，需先在含 Aβ 聚集体的培养基中培养 CAR-A 细胞（使细胞吞噬 Aβ），再换成不含 Aβ 聚集体的培养基继续培养，然后检测细胞内 Aβ 聚集体的含量：比较 0 h（换液时，细胞内 Aβ 含量较高）与 24 h（继续培养后）的含量，若细胞内 Aβ 含量下降，说明被吞噬进细胞的 Aβ 被降解了。故选 C。

第（3）题。该实验的对照组应注射携带空载体（即不携带 CAR 基因，或仅携带 GFP 基因）的等量病毒，以排除病毒载体本身的作用。实验结论：在星形胶质细胞中特异性表达 CAR 基因（即 CAR-A 疗法）能有效清除阿尔茨海默病模型小鼠大脑中的 Aβ 聚集体，并（显著）减轻相关的神经元损伤。

▌试题亮点　本题以阿尔茨海默病这一重大神经退行性疾病的治疗研究为情境，把基因工程的载体构建、限制酶选择与免疫学（抗原—抗体特异性结合）、细胞功能鉴定、对照实验设计有机整合；特别是第（1）②题“既要正确插入、又要便于示踪”的双重限定，考查学生在真实工程约束下进行方案设计的能力，体现“工程思维”与“造福人类健康”的社会责任。

SOLO 分类 层次：拓展抽象结构层次。判定依据：学生需要把基因工程的操作程序、限制酶的作用特点、抗原—抗体特异性、实验对照与结果推断等整合起来，并在真实研究约束下设计检测方案与对照方案，属于对知识与方法的抽象综合与迁移运用。

三、教学与复习备考建议

1. 夯实概念，关注限定条件

本卷大量题目（如第 1、2、3、5、8、10 题）的难点并不在于知识本身，而在于对概念的准确理解与适用条件的把握。教学中应引导学生辨析“接触抑制只适用于贴壁细胞”“酶活性随 pH 不是单调变化”“DNA 复制后染色体数目不变”等易混点，并训练学生对“必然”“一定”“都”等绝对化表述保持警觉。

2. 强化图表信息转换与数据分析能力

第 11、12、14、15、16、17、18、20、21 题均须依赖图表信息作答。复习中应有意识地开展“文字—图表—模型”的转换训练，让学生养成“先读图注、再读坐标、后找规律、最后回扣设问”的读图习惯，并练习用简洁规范的学科语言表达由数据得出的结论与原因。

3. 加强实验设计与对照思想的训练

第 20、21 题集中考查实验方案的设计。教学中应围绕“实验目的—自变量—因变量—无关变量—对照组—结论”的基本框架，让学生反复练习设计对照实验、规范书写实验结论，特别关注“为证明某一因素的关键作用应如何设置对照”这类设问。

4. 重视遗传综合推理与分子机制的联系

第 19 题把遗传规律、中心法则与基因工程高度整合。复习中应加强“分离定律与自由组合定律及其变式（9∶3∶3∶1 的变形）”“碱基—密码子—氨基酸的转换”“PCR 引物设计”等专题训练，并引导学生理解复等位基因、基因突变位点等拓展性概念。

5. 关注前沿情境，落回教材主干

本卷多处引入科研与医学前沿情境（嵌合体猴、CAR-A 细胞治疗、脑机接口等），但考查的仍是教材主干知识。教学中可适度引入前沿素材激发兴趣，同时引导学生“透过情境看概念”，避免因情境陌生而失分。

编 后 记

本书的编写始于教研组的一次日常研讨：把六年的湖南卷摆在一起，才发现同一考点在不同年份的呈现方式变化之大。于是有了逐题整理、逐年归并的想法，前后历时数月，成书如此。

整理中尽量保留各年原稿的体例与判断，只统一版式与标注方式，使六年内容可以彼此对照阅读。试题均据考后公开的试卷整理；答案解析由编者逐题推演、反复校对，凡不同版本答案存有分歧之处，均在文中说明取舍理由，供读者自行判断。

感谢教研组各位老师在资料收集、答案核对与文字校读中的付出。限于水平，书中疏漏与不当之处，敬请读者指正。

编　者

2026 年 11 月

❖