2026 北京顺义高三二模

生　　物

本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

本部分共 15 题, 每题 2 分, 共 30 分。在每题列出的四个选项中, 选出最符合题目要求 的一项。

1. 胆固醇不溶于水，作为动物细胞膜的重要成分，可调节膜的流动性和稳定性。基于分子结构的特点推测胆固醇位于细胞膜的（　　）

A. 外表面　　B. 内表面

C. 磷脂双分子层之间　　D. 贯穿磷脂双分子层

2. 研究发现, 同一个体不同类型的脑细胞中溶酶体功能有差异。下列关于溶酶体的描述不合理的是（　　）

A. 差速离心可分离脑细胞中不同大小颗粒的细胞器

B. 不同脑细胞溶酶体功能差异与基因选择性表达有关

C. 不同类型脑细胞中的溶酶体均具有膜结构

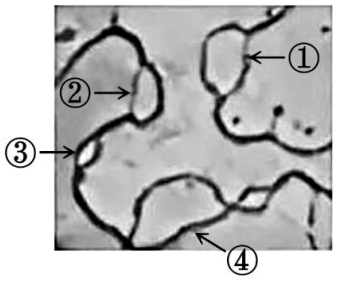
D. 不同类型脑细胞中的溶酶体膜蛋白完全相同

3. 细胞的生命历程与个体发育密切相关。在雄性小鼠胚胎发育过程中，会发生的事件包括 （　　）

① 有丝分裂 ② 减数分裂 ③ 细胞分化 ④ 细胞衰老 ⑤ 细胞凋亡

A. ①③④⑤　　B. ①②③⑤　　C. ②③④⑤　　D. ①②③④

4. 下图是果蝇早期胚胎中正在复制的 DNA，图中箭头所指的泡状结构是 DNA 上正在复制的部分。据图推测合理的是（　　）



A. 每条 DNA 分子的复制始于一个固定起点

B. 该复制特点大大缩短了 DNA 复制的时间

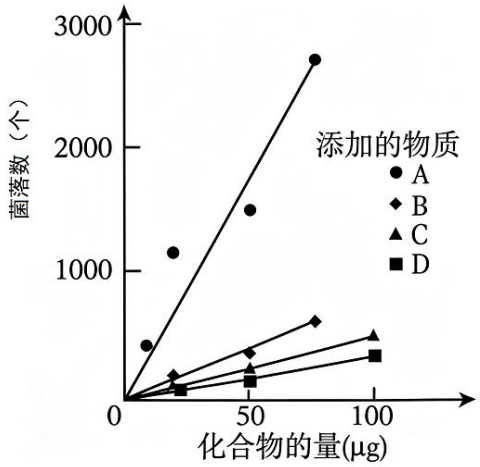
C. ①②③④结构中最先开始复制的是③

D. 泡状结构的 DNA 均处于碱基暴露的解旋状态

5. 研究发现, 肠道菌群代谢产物可抑制组蛋白去乙酰化酶活性, 改变肠上皮细胞染色质构象, 从而影响相关基因的表达, 使基因表达发生可遗传的变化。上述过程属于（　　）

A. 表观遗传　　B. 基因突变　　C. 自然选择　　D. 染色体变异

6. 菌株甲不能合成组氨酸,因此不能在无组氨酸的培养基上繁殖。为检测四种物质 A、B 、 C、D 的诱变效果，将菌株甲分别接种于添加四种物质的无组氨酸培养基上，检测每个平板中的菌落数，统计结果如下图。下列分析不合理的是（　　）



A. 组氨酸是菌株甲繁殖的必要条件

B. 按功能划分该培养基属于选择培养基

C. 四种物质中 A 的诱变效果最佳

D. 各菌落所含的遗传物质均相同

7. DNA 指纹技术可用于死者遗骸鉴定。用多种限制酶处理待测样品 DNA，再利用琼脂糖凝胶电泳分离 DNA 片段，可获得 DNA 指纹图。DNA 指纹技术用于鉴定死者遗骸的原理是（　　）

A. 一个染色体组的各染色体形态不同

B. 每条染色体上的 DNA 长度不同

C. 不同基因编码的蛋白质具有差异性

D. 每个人的 DNA 碱基序列具有独特性

8. 研究表明, 抑郁症患者脑内某些奖赏通路中, 突触间隙的多巴胺浓度降低, 导致快感缺失与动机下降。以下可通过作用于突触前神经元来缓解抑郁症状的药物是（　　）

A. 能增加多巴胺回收

B. 能减弱多巴胺回收

C. 能增加多巴胺受体

D. 能减少多巴胺受体

9. 高原旅行时, 人体进入低氧环境, 肾脏分泌的促红细胞生成素 (EPO) 会增加, 进而促进骨髓造血、使血液中红细胞数量增多，以提高携氧能力。下列相关叙述不正确的是（　　）

A. 人体的该调节过程属于体液调节

B. 长期处于高原环境下 EPO 会持续增加

C. 红细胞数量增加利于适应低氧环境

D. 维持血氧平衡需多个系统协调配合

10. 脑神经元消耗 ATP 后产生腺苷，腺苷通过与 A 受体结合，抑制神经元活动并促进睡眠。 咖啡因的分子结构与腺苷相似，能竞争结合 A 受体。下列相关叙述不合理的是（　　）

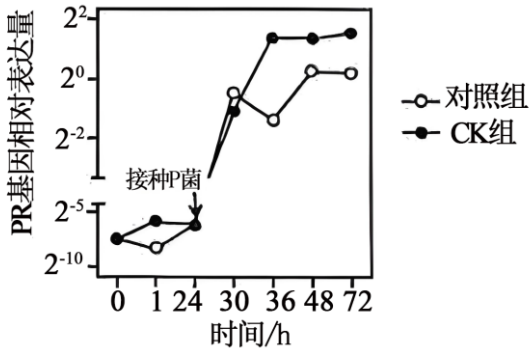
A. 脑神经元产生和传导兴奋的过程消耗 ATP

B. 腺苷积累与脑神经元能量供应密切相关

C. 咖啡因与 A 受体结合能增强腺苷的作用

D. 咖啡因能短期有效提升清醒度和注意力

11. 研究者用一定浓度的细胞分裂素(CK)预处理拟南芥，一天后接种 P 菌，检测拟南芥体内防御基因 PR 的表达水平，结果如下图。据图分析，下列叙述不合理的是（　　）



A. 图中对照组的处理是不接种 P 菌

B. P 菌感染可增加 PR 基因的表达

C. CK 可提高拟南芥对 P 菌的抗性

D. 感染 P 菌 12h CK 组抗性高于对照组

12. 探究酵母菌种群数量变化时，需在灭菌的培养基中接种少量酵母菌并振荡培养，不同时间点取样, 显微计数, 构建酵母菌种群增长曲线。以下相关描述不正确的是（　　）

A. 振荡培养可增加培养基的溶氧量

B. 每次取样均需充分摇匀并无菌操作

C. 先放盖玻片再将培养液滴于盖玻片边缘

D. 酵母菌数量可一直呈“J”形增长的趋势

13. 下列生物中，属于分解者的是（　　）

A. 利用化学能同化 CO_2 的硝化细菌

B. 池塘中以鱼、虾等为食的乌鳢

C. 从朽木中获取营养的猴头菇

D. 寄生在豆科植物上的菟丝子

14. 以下高中生物学的实验操作中, 使用的水必须是无菌水的是（　　）

A. 对土样进行系列稀释以计数土壤中的尿素分解菌

B. 配制 $0.3g/mL$ 的蔗糖溶液以观察细胞的质壁分离

C. 利用哺乳动物红细胞吸水涨破以制备纯净细胞膜

D. 配制牛肉膏蛋白胨培养基以用于某细菌的纯培养

15. 某实验小组通过 PCR 扩增目的基因, 电泳结果显示除目标条带外还出现非特异性条带。出现上述现象可能的原因是（　　）

A. 反应体系中模板量少

B. 引物的特异性差

C. 扩增设置的循环数少

D. Taq　DNA 聚合酶活性不足

第二部分

本部分共 6 题，共 70 分。

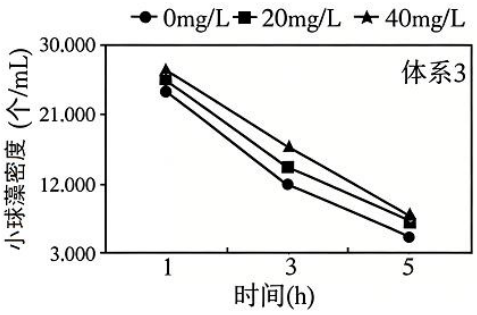
16. 学习以下材料，回答(1)~(3)题。

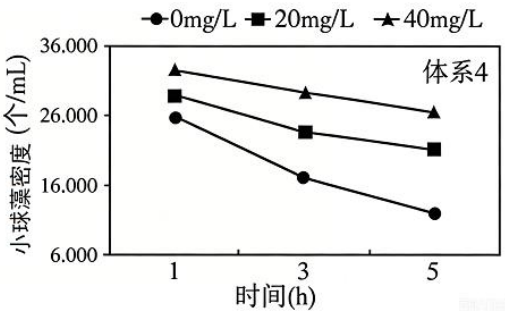
微塑料对食物链的影响

微塑料通常指直径小于 5 毫米的塑料碎片、纤维或颗粒，微塑料污染已对全球生物圈的稳态构成威胁。水生生态系统是重要的微塑料储存库, 当微塑料足够小时, 可以被低营养级的多种生物摄取。为评估微塑料对食物链的影响，科研人员选取小球藻、捕食小球藻的大型溞(浮游动物) 以及捕食大型溞的豆娘幼体作为实验生物，设置 4 个实验体系，每个体系均设置 0mg/L、20mg/L 和 40mg/L 的微塑料浓度梯度，开展相关研究。

体系 1 中单独培养小球藻，各组初始密度相同，培养一段时间后，不同微塑料浓度下小球藻密度均无明显变化; 体系 2 中单独培养大型溞, 发现大型溞可以消耗水体中悬浮的微塑料并积聚于其消化道, 持续积累会对个体造成影响, 研究显示大型溞的心率和跳跃频率随微塑料浓度的增加而下降。

体系 3 中各组添加等量的小球藻和等量的大型溞，体系 4 的各组在体系 3 的基础上又额外添加了等量的豆娘幼体，在不同时间点，分别检测各组小球藻密度，结果如下图。





小球藻密度的变化对于研究水生生态系统的稳定性具有重要作用，因此上述实验结果为评估微塑料对水生生态系统稳定性的影响提供了理论依据。

（1）大型溞从周围环境摄取、积蓄难以降解的微塑料，使其在机体内浓度超过环境浓度的现象，称作_____。

（2）基于以上 4 个体系的实验结果做如下分析:

① 结合体系 1 的实验结果分析，体系 3 中对照组小球藻密度下降的原因是_____；与对照 组相比，体系 3 中的微塑料间接导致小球藻密度_____。

② 研究发现，豆娘幼体在摄入微塑料后，能高效排出，对机体无显著影响。对比体系 3 和体系 4 的实验结果可知，存在豆娘幼体的情况下，微塑料使各组间小球藻密度的差异_____。

（3）综合实验结果和文中信息，阐明微塑料通过食物链影响小球藻密度变化的原因_____。

17. 秸秆还田是提升土壤肥力的重要措施,但自然条件下秸秆纤维素降解缓慢。山西老陈醋酿造环境中具有丰富的微生物资源。

（1）科研人员从醋糟中筛选高效分解纤维素的菌株,将 $10g$ 醋糟样品加入 $90mL$ 无菌水中振荡混匀，取 $5mL$ 上清液接种于以羧甲基纤维素钠为唯一_____的培养基，振荡培养 2 天，将菌液系列稀释涂布培养，筛选出 3 株纤维素酶高产菌株，分别命名为 J1、J2、J3。

（2）纤维素酶是一种复合酶，至少包括三种组分，即 C_1 酶、 Cx 酶和葡萄糖苷酶，纤维素分解过程如下:

纤维素 $\xrightarrow{C_1酶、Cx酶}$ 纤维二糖 $\xrightarrow{葡萄糖苷酶}$ 葡萄糖

研究发现, 单菌株通常分泌的纤维素酶种类有限. 难以实现纤维素的高效分解。因此构建含多种菌株的复合菌系以提高分解效率。

① 首先，将三种菌以两两相交的方式划线接种于固体培养基上，37℃培养 24h，观察到相交处均无断开现象，如图 1 。这一实验步骤的目的是_____。



图 1

② 基于上述实验结果，将三种菌液等量混合构建复合菌系，发酵后离心取上清液，加入等量纤维素，测定葡萄糖的生成量，计算酶活性，结果如图 2。据此推测:三株菌分泌的纤维素酶优势互补是复合菌系 D 降解能力提升的核心原因。请评价该实验结果能否完全证实上述推测，并说明理由_____。

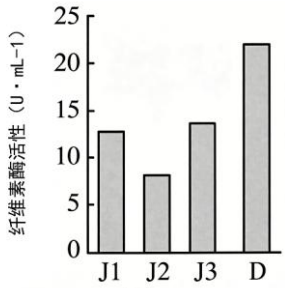
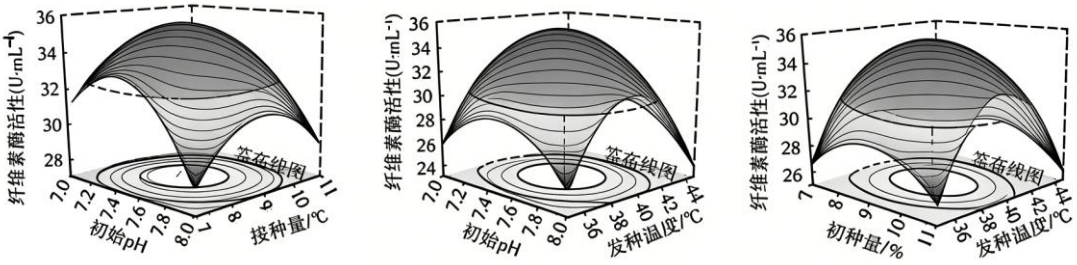


图 2

（3）研究人员进一步优化复合菌系 D 的产酶条件。初始 pH、接种量及发酵温度的交互作用对纤维素酶活性的影响如图 3。



注:图中的圆圈(等高线)是曲面的投影,同一等高线对应同一酶活性

图 3

据图判断，在工业化发酵产纤维素酶时，应优先控制初始 pH 和接种量的最优组合为_____。发酵过程中最佳发酵温度为_____。

18. 为研究植物细胞周期的调控机制, 科学家以衣藻 (单细胞绿藻) 为实验材料展开研究。

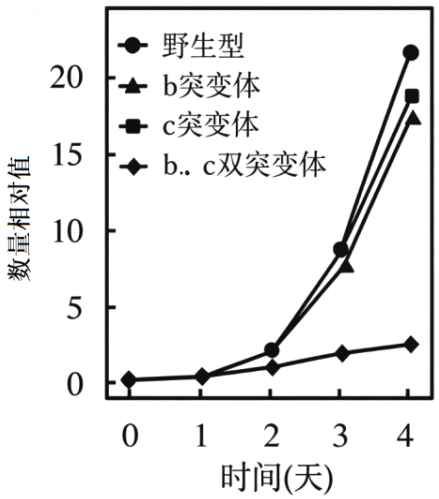
（1）环境中营养充足时，衣藻单倍体营养体进行无性生殖，通过_____分裂产生子代。当营养缺乏时进行有性生殖，单倍体营养体转化为配子，异性配子结合形成二倍体合子， 进入休眠状态。环境适宜时，二倍体合子启动减数分裂，形成新的单倍体。

（2）B 酶由 B 基因控制合成，是绿色植物中普遍存在的蛋白磷酸酶，可催化底物去磷酸化。科研人员构建了衣藻 B 酶温敏突变体(b 突变体)，该突变体产生的 B 酶在 33℃环境下失活。在营养充足的条件下,将正常温度 （21℃）培养的 5 种类型衣藻系列稀释并涂布平板，随后在 21℃和 33℃继续培养相同时间，获得

藻落 (由一个衣藻增殖而成的群体)，如表 。该实验表明_____是维持衣藻正常繁殖的必要条件。

衣藻类型	特点	21°C 培养后形成的藻落	33°C 培养后形成的藻落
		稀释倍数 0 10^1 10^2 10^3 10^4 10^5	稀释倍数 0 10^1 10^2 10^3 10^4 10^5
1	野生型		
2	b 突变体		
3	敲除野生型衣藻 B 基因+导 入 B 基因		
4	b 突变体+ 导入 B 基因		
5	b 突变体+导入 突变 B 基因 (使 B 酶活性位点 氨基酸残基改变)		

（3）C 蛋白是衣藻的细胞周期调节蛋白，由 C 基因控制合成。 科学家继续构建 C 蛋白温敏突变体 (c 突变体),随后将 b 突变体与 c 突变体杂交,形成的合子基因型为_____，经减数分裂获得 4 种类型子代。将子代培养于 24°C(24°C 为半限制温度, 该温度下温敏突变体相应酶活性降低), 检测数量并计算相对值,结果如图,表明半限制温度下, B、C 蛋白对衣藻的繁殖具有补偿作用，依据是_____

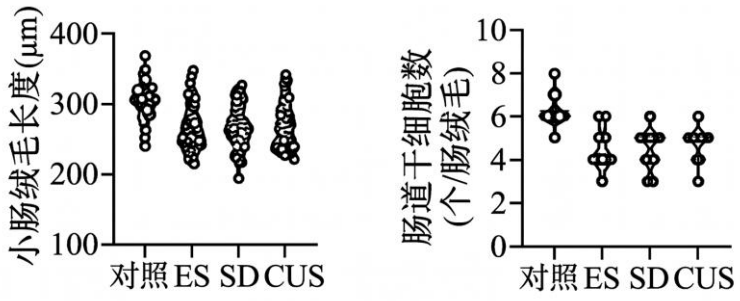


（4）进一步研究表明，DNA 复制时，C 蛋白特定位点磷酸化，使细胞周期阻滞在间期，直至 DNA 复制完成。正常温度下，获得细胞周期同步的野生型和 b 突变体，转入 33°C 培养，在第 6h(DNA 复制前)、8h(DNA 复制结束)、10 h(进入有丝分裂前)取样检测。与野生型相比，b 突变体第 8h 和 10h 的 C 蛋白呈高度磷酸化 据此分析，B 酶通过_____触发有丝分裂进程。

19. 慢性压力是长期持续的压力状态，易引发肠道功能异常。我国科学家对慢性压力下自主神经系统影响肠道健康的机制展开研究。

（1）支配_____(选填“内脏”“血管”“骨骼肌”“腺体”)的传出神经，它们的活动不受意识支配，称为自主神经系统。

（2）科学家利用重复电击(ES)、社会挫败(SD)、慢性不可预测刺激(CUS)模拟慢性压力、构建模型鼠、发现模型鼠体重均下降。进一步检测相关指标，结果如图 1 。据图推测模型鼠体重下降的原因是_____。



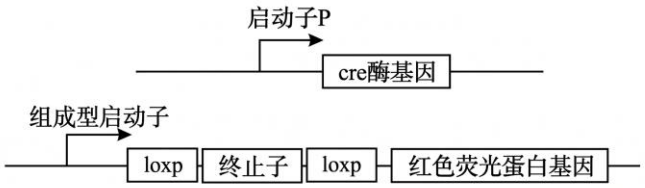
注：肠道干细胞是肠绒毛的唯一来源

图 1

（3）科学家在慢性压力模型鼠体内检测到 D 脑区(见图 2)神经元大量激活。为研究 D 脑区和小肠之间的神经传导途径，科学家选择迷走神经元和肠神经元特异性启动子 P 按照图 3 所示方案制备转基因鼠。



图 2



注：cre酶能特异性识别并切除*loxp*间的序列，启动下游基因表达
图 3

① A 病毒通过感染神经元胞体递送目的基因。科学家向上述转基因鼠 D 脑区注射改造的 A 病毒, 使含有 cre 酶的神经元可表达绿色荧光蛋白, 并将绿色荧光蛋白沿轴突向末梢运输。科学家在肠壁中观察到红、绿双荧光轴突末梢与红色胞体在空间上紧密相邻，由此判断 D 脑区通过迷走神经控制肠神经。请仿照图 3 示例画出 A 病毒载体的设计方案_____。

② 为进一步验证 D 脑区通过迷走神经控制肠神经，切除转基因鼠迷走神经，向 D 脑区注射 A 病毒，检测小鼠肠壁中的荧光强度和肠道干细胞数量。请预期实验结果，完善表格.

慢性压力	迷走神经	红、绿双荧光细胞	肠道干细胞
无	有	+	+ ++
有	有	+	+
有	无	I._____	II._____

注:“+”表示存在，“-”表示不存在，“+”的数量表示多少

（4）为证明肠神经元通过分泌乙酰胆碱，与肠道干细胞表面的 M 受体结合，抑制肠道干细胞增殖、科学家敲除小鼠 M 受体，激活 D 脑区，检测到肠道干细胞数量显著多于野生型。该实验结果不足以证明上述结论, 理由是_____。

20. 肠道环境的动态变化与多种疾病相关, 但缺乏持续、无创监测的工具。多形拟杆菌是人类肠道菌群的核心成员，可在肠道中长期定植。科研人员改造多形拟杆菌，构建生物传感器，通过粪便样本实时监测肠道状态。

（1）科研人员筛选并统计了拟杆菌在不同应激条件下(渗透压、温度、 H_2O_2 、pH)表达特异性上调的基因数量, 结果如图 1 。当肠道吸收不良时, 肠腔内渗透压会升高。为长期监测肠道渗透压变化，避免其他应激条件干扰，据图分析，需要从_____个基因中筛选符合要求的目的基因, 找到对应的内源启动子作为候选启动子。

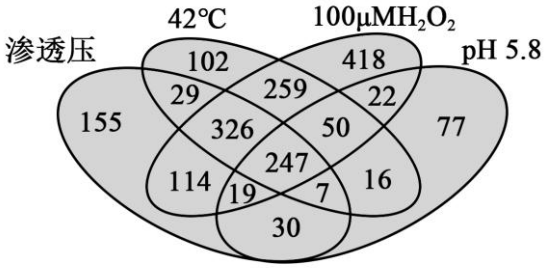


图1

（2）为监测肠道渗透压，研究者设计了图 2 所示的方案一制备转基因拟杆菌。但由于候选启动子的转录活性低，无法驱动 GFP 基因表达至可检测水平。于是，研究者设计了方案二，微量的阻遏蛋白即可与 X 启动子结合，并明显降低其转录活性。将转基因拟杆菌分别在等渗透压培养基和高渗透压培养基中培养，检测红色荧光蛋白 (RFP) 和绿色荧光蛋白(GFP)的荧光强度，部分结果如图 3 。结果表明方案二的工程菌具备肠道渗透压传感器的功能。

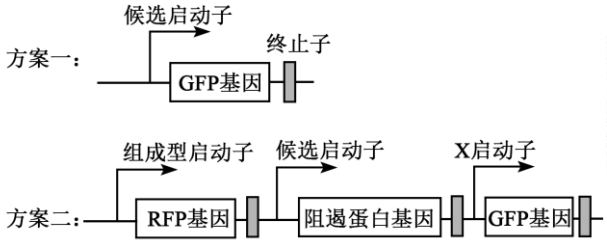


图2

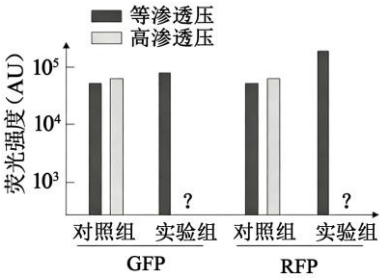


图3

① 方案二的对照组菌株设计方案应去除_____启动子。

② 请在图 3 中补充支持以上结论的实验结果_____。

③ 解释方案二能提高检测灵敏度的原因_____。

④方案二中“ 

”的作用_____。

21. P 基因突变会导致早发性癫痫和认知障碍，图 1 是患者家系图。科研人员对其遗传方式和发病机制展开研究。

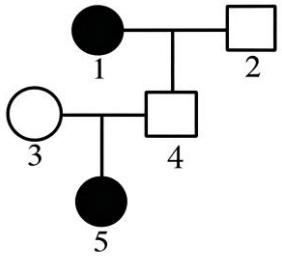


图 1

（1）仅从患者家系图判断，该病的遗传方式最可能为_____断理由是_____。

（2）进一步研究证明 P 基因位于 X 染色体上。对 5 号患者及其父母 P 基因模板链测序,发现他们的 P 基因第一外显子第 174 位碱基存在差异, 5 号含 C 和 G, 而 3 号只含 G, 4 号只含 C。综合系谱图和测序结果,该患者基因型为_____。(P 表示正常基因，P^- 表示突变基因)

（3）研究发现 P 基因在小鼠海马区特定突触(M) 高表达，已知海马区 M 在小鼠认知能力中发挥核心作用。为探究 P 蛋白在 M 中的作用, 科研人员敲除 P 基因获得相关基因型小鼠, 检测 M 中 P 蛋白含量和小鼠认知能力, 结果如图 2 。

雌性小鼠每个神经元随机失活一条 X 染色体。科研人员基于图 2 结果初步推测杂合鼠认知障碍不是由于 P 蛋白含量降低，而是由于相邻神经元 P 蛋白表达差异所致。 判断依据是_____。

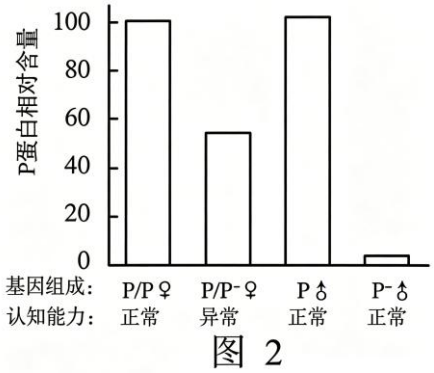


图 2

（4）P 蛋白和 N 蛋白均为神经元连接蛋白,突触前膜与突触后膜间形成跨突触复合体是激活下游信号，增加突触小泡数量，维持认知功能的必要条件。P/P♀ 鼠海马区 M 中的跨突触复合体如图 3A。科研人员解除 P/P^- ♀鼠 M 中 P 蛋白与 N 蛋白的结合或过表达 N 蛋白,均可使突触小泡数量恢复。请综合以上研究,任选 P/P^- ♀鼠或 P^- ♂鼠之一，在图 3B 中画出相应的跨突触复合体和突触小泡数量，以解释其表型_____。

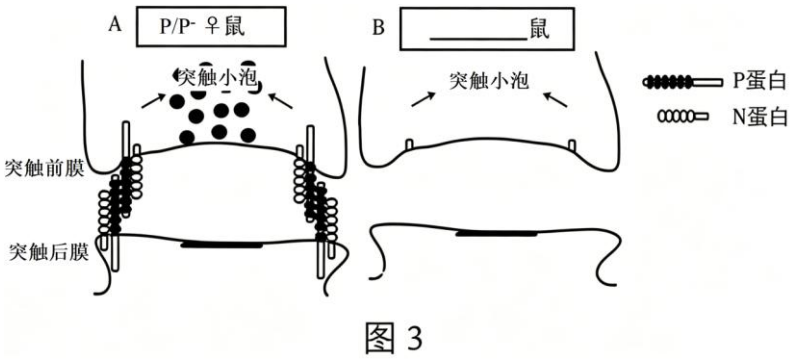


图 3

参考答案

第一部分

本部分共 15 题, 每题 2 分, 共 30 分。在每题列出的四个选项中, 选出最符合题目要求 的一项。

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

第二部分

本部分共 6 题, 共 70 分。

16. 【答案】（1）生物富集

（2） ①. 大型溞对小球藻的捕食 ②. 升高 ③. 更显著

（3）微塑料降低大型溞的心率和跳跃频率，从而减弱对小球藻的捕食，同时增加被豆娘幼体捕食的概率，导致大型溞数量降低，进一步减弱对小球藻的捕食，导致小球藻密度增加

【小问 1 详解】

在生态系统中，生物富集是指生物体从周围环境中吸收、积蓄某种元素或难以降解的化合物，使其在机体内浓度超过环境浓度的现象。大型溞从周围环境摄取、积蓄难以降解的微塑料，使其在机体内浓度超过环境浓度的现象，符合生物富集的定义，所以称作生物富集。

【小问 2 详解】

①体系 1 单独培养小球藻，不同微塑料浓度下小球藻密度无明显变化，说明微塑料对小球藻自身无直接影响。体系 3 中有捕食小球藻的大型溞，所以体系 3 中对照组小球藻密度下降的原因是大型溞对小球藻的捕食；因为微塑料会影响大型溞的生命活动，降低其捕食效率，小球藻被取食的量减少，密度下降得更慢，因此与对照组相比，体系 3 中的微塑料间接导致小球藻密度升高。

②体系 3 中，不同微塑料浓度组的小球藻密度差异逐渐减小；体系 4 中，不同微塑料浓度组的小球藻密度差异更显著，原因是豆娘幼体捕食大型溞，大型溞捕食小球藻的数量减少，小球藻的密度增大，使小球藻密度差异更显著。

【小问 3 详解】

微塑料通过食物链影响小球藻密度变化的原因是微塑料降低大型溞的心率和跳跃频率，从而减弱对小球藻的捕食，同时增加被豆娘幼体捕食的概率，导致大型溞数量降低，进一步减弱对小球藻的捕食，导致小球藻密度增加。

17. 【答案】（1）碳源　　（2）　　①. 判断各菌株是否相互抑制　　②. 不能，因为缺少各菌株产纤维素酶种类的证据

（3）　　①. 初始 pH 7.4、 接种量 9%　　②. 40℃

【小问 1 详解】

筛选分解纤维素的菌株时，需使用选择培养基。以羧甲基纤维素钠为唯一碳源，这样只有能利用纤维素（分解纤维素）的菌株才能在该培养基上生长繁殖，从而起到筛选作用。

【小问 2 详解】

①将三种菌两两相交划线接种，观察相交处是否有断开现象（抑菌圈），目的是判断各菌株之间是否存在相互抑制（拮抗）作用。若相交处无菌落生长，说明菌株间存在抑制；若菌落连续生长（无断开），则说明菌株间无抑制作用，可混合构建复合菌系。

②该实验结果不能完全证实“三株菌分泌的纤维素酶优势互补是复合菌系 D 降解能力提升的核心原因”。理由：实验仅测定了复合菌系与单菌的纤维素酶总活性，证明了复合菌系酶活性更高，但没有直接证据证明各菌株分泌的纤维素酶种类（C_1酶、Cx 酶、葡萄糖苷酶）存在差异、实现了优势互补，也无法排除“菌株间协同促进酶的总分泌量增加”等其他因素导致酶活性提升的可能性。

【小问 3 详解】

①图 3 中前两个等高线图分别反映初始 pH、接种量对酶活性的影响，等高线越靠近中心，酶活性越高。结合曲面最高点对应的数值，最优组合为初始 pH7.4、接种量 9%（此时酶活性达到峰值）。

②图 3 第三个等高线图中，曲面最高点对应的发酵温度为 40℃，此时纤维素酶活性最高，为工业化发酵的最佳温度。

18. 【答案】（1）有丝　　（2）B 酶介导的去磷酸化

（3）　　①. BbCc　　②. 在 24℃ 条件下，b、c 突变体数量与野生型相近，明显多于双突变体

（4）催化 C 蛋白去磷酸化

【小问 1 详解】

衣藻是单细胞绿藻，营养充足时进行无性生殖，通过有丝分裂产生子代（保持染色体数目稳定）；营养缺乏时进行有性生殖，形成配子，再结合为二倍体合子，后续减数分裂恢复单倍体状态。

【小问 2 详解】

野生型衣藻（类型 1）在 21℃和 33℃均能正常形成藻落，说明正常 B 酶在两种温度下均有活性，支持增殖。b 突变体（类型 2）在 21℃可形成藻落，但 33℃下 B 酶失活，无法形成藻落，说明失活的 B 酶无法支持增殖。敲除 B 基因后导入 B 基因（类型 3）、b 突变体导入 B 基因（类型 4），在 33℃下均可恢复藻落形成；但导入突变 B 基因（类型 5）仍无法在 33℃形成藻落。综上，有活性的 B 酶介导的去磷酸化是维持衣藻正常繁殖的必要条件。

【小问 3 详解】

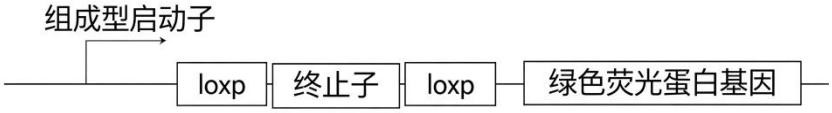
b 突变体（基因型 bbCC）与 c 突变体（基因型 BBcc）杂交，配子分别为 bC 和 Bc，结合形成的二倍体合子基因型为 BbCc（含野生型和突变型的 B、C 基因各一个）。在 24℃条件下，b、c 突变体数量与野生型相近，明显多于双突变体；说明 B 蛋白或 C 蛋白单独活性降低时，衣藻仍可通过另一种蛋白的功能补偿维持一定增殖；而两种蛋白同时活性降低时，增殖能力严重下降，证明二者对衣藻繁殖具有补偿作用。

【小问 4 详解】

题干信息：DNA 复制时，C 蛋白特定位点磷酸化，使细胞周期阻滞在间期，直至 DNA 复制完成；只有 C 蛋白去磷酸化，细胞才能进入有丝分裂。实验现象：33℃下，b 突变体的 B 酶失活，第 8h、10h（DNA 复制结束、进入有丝分裂前）的 C 蛋白仍呈高度磷酸化，细胞周期无法推进；而野生型的 B 酶有活性，可催化 C 蛋白去磷酸化，使细胞进入有丝分裂。因此，B 酶的作用是催化 C 蛋白去磷酸化，解除细胞周期阻滞，触发有丝分裂进程。

19. 【答案】（1）内脏、血管和腺体

（2）慢性压力下小鼠肠道干细胞数下降，导致小肠绒毛长度降低，影响吸收，体重下降

（3） ①. 

②. - ③. ++

（4）缺乏肠神经元产生乙酰胆碱与 M3 受体结合发挥作用的证据

【小问 1 详解】

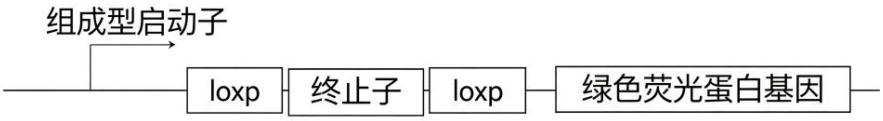
自主神经系统是指支配内脏、血管和腺体的传出神经，它们的活动不受意识支配。

【小问 2 详解】

从图 1 可以看出，与对照组相比，三种慢性压力模型鼠的小肠绒毛长度降低、肠道干细胞数量减少。 而肠道干细胞是肠绒毛的唯一来源，慢性压力下小鼠肠道干细胞数下降，导致小肠绒毛长度降低，影响吸收，体重下降。

【小问 3 详解】

①已知 cre 酶能特异性识别并切除 loxp 间的序列，启动下游基因表达。 要让含有 cre 酶的神经元表达绿色荧光蛋白，A 病毒载体的设计方案应包含： 启动子 P → cre 酶基因（同时连接绿色荧光蛋白基因，或设计为 cre 酶表达后启动绿色荧光蛋白表达），参考图 3 的格式，可表示为：



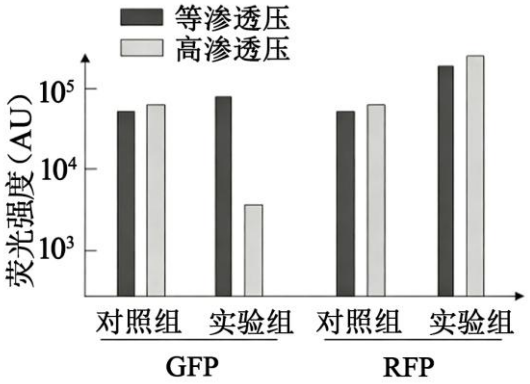
②慢性压力有、迷走神经无的情况下：I因为迷走神经被切断，D 脑区到肠神经的神经通路被阻断，轴突无法运输绿色荧光蛋白到肠壁，红、绿荧光无法共定位，故为-（数量显著减少）。 II因为迷走神经通路被切断，慢性压力下 D 脑区的激活信号无法传递到肠道，对肠道干细胞的抑制作用解除，数量恢复，故为++

（或数量恢复）。

【小问 4 详解】

该实验只敲除了小鼠 M 受体，检测到肠道干细胞数量多于野生型，但缺乏直接证明肠神经元分泌的乙酰胆碱与 M 受体结合的实验证据，无法直接证明“肠神经元通过分泌乙酰胆碱，与肠道干细胞表面的 M 受体结合，抑制肠道干细胞增殖”的结论。

20. 【答案】（1）155　　（2）　　①. 候选　　②.



③.

微量的阻遏蛋白即可与 X 启动子结合，明显抑制 GFP 基因表达，绿色荧光强度显著降低，从而放大了候选启动子的转录效果　　④. 排除因拟杆菌的数量或代谢差异导致的 GFP 表达差异

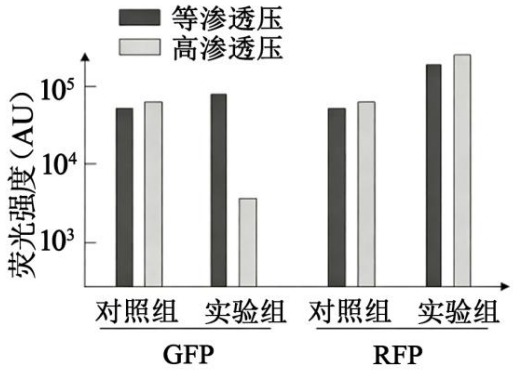
【小问 1 详解】

要筛选仅在渗透压升高时特异性上调、不受其他应激（温度、过氧化氢、pH）干扰的目的基因，对应图 1 中仅属于渗透压、不与其他条件重叠的区域，该区域的基因数量为 155。

【小问 2 详解】

①本实验的自变量是候选启动子（响应渗透压的启动子）的有无，对照组需要去除自变量，因此去除候选启动子。

② 补充结果：实验组 GFP 中，高渗透压组的荧光强度显著低于等渗透压组；实验组 RFP 中，高渗透压组比等渗透压组的荧光强度略高。渗透压升高时，渗透压响应的候选启动子活性上调，表达更多阻遏蛋白，阻遏蛋白会抑制 X 启动子驱动的 GFP 表达；而 RFP 由组成型启动子驱动，表达几乎不受渗透压影响，因此得到上述结果。



③ 方案二实现了信号放大：候选启动子即使转录活性低，产生的微量阻遏蛋白就可以显著改变 X 启动子

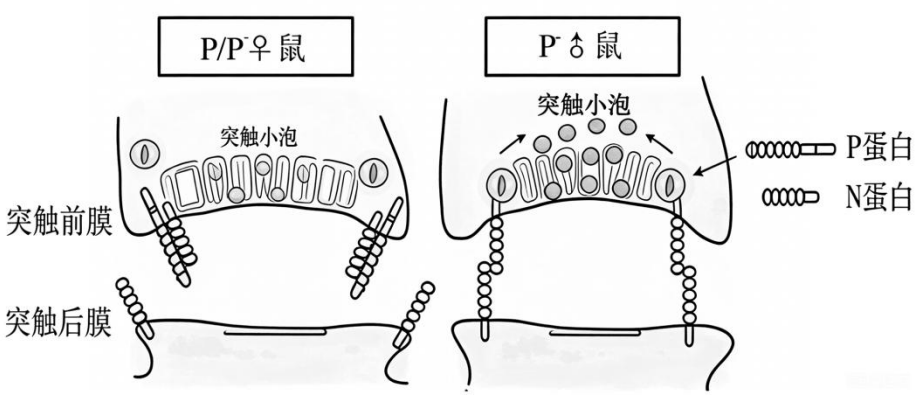
的转录活性，明显抑制 GFP 基因表达，绿色荧光强度显著降低，从而放大了候选启动子的转录效果，因此提高了检测灵敏度。

④ RFP 由组成型启动子驱动，表达量稳定且不受渗透压影响，作为内参对照，排除因拟杆菌的数量或代谢差异导致的 GFP 表达差异，校正检测结果，保证结果可靠。

21. 【答案】（1） ①. 常染色体隐性遗传 ②. 5 号患病，其父母正常，说明该致病基因为隐性；5 号患病，但 4 号正常，说明该致病基因不在 X 和 Y 染色体上

（2）$X^{P}X^{P-}$ （3）P^{-}♂的 P 蛋白含量远低于 P♂，但表现正常，杂合♀表现异常

（4）



【小问 1 详解】

5 号患病，其父母正常，说明该致病基因为隐性；5 是女患者，但是其父亲 4 号正常，说明该致病基因不在 X 和 Y 染色体上，故为常染色体隐性遗传病。

【小问 2 详解】

P 基因位于 X 染色体上，女性有两条 X 染色体，男性有一条。3 号（母亲）只含 G，说明其两条 X 染色体上该位点均为 G，基因型为 $X^{P}X^{P}$（含正常基因 P）；4 号（父亲）只含 C，说明其 X 染色体上该位点为 C，基因型为 $X^{P-}Y$（含突变基因 P^{-}）；5 号（女儿）同时含 C 和 G，说明一条 X 来自母亲（含 G，正常 P 基因），一条来自父亲（含 C，突变 P−基因），因此基因型为 $X^{P}X^{P-}$。

【小问 3 详解】

结合图 2 数据：P/P♀（正常，认知正常）P 蛋白含量 100%；P/P^{-}♀（杂合，认知异常）P 蛋白含量约 55%；P♂（正常，认知正常）P 蛋白含量约 100%；P^{-}♂（纯合突变，认知正常）P 蛋白含量极低； 可见，P 蛋白含量与认知能力不直接对应（如 P/P^{-}♀和 P♂的 P 蛋白含量相近，但认知能力相反），说明认知障碍是由表达差异导致，即雌性杂合鼠（P/P^{-}）因 X 染色体随机失活，部分神经元表达正常 P 蛋白，部分表达突变 P^{-}蛋白，导致相邻神经元 P 蛋白表达存在差异；而 P♂和 P^{-}♂的神经元均只表达同一种 P 蛋白（正常或突变），无表达差异。

【小问 4 详解】

P/P^{-} ♀鼠：雌性杂合鼠（P/P^{-}）因 X 染色体随机失活，部分神经元表达正常 P 蛋白，部分表达突变 P^{-}蛋

白，导致相邻神经元 P 蛋白表达存在差异，故要画出突触前膜和突触后膜上的 P 蛋白含量差异，即突触前膜上正常表达 P 蛋白，而突触后膜上缺少 P 蛋白。因为突触前膜与突触后膜间无法形成跨突触复合体，无法激活下游信号，突触小泡数量减少。P^-♂鼠： 因 P 蛋白缺失，突触前膜和突触后膜上均无 P 蛋白，但 N 蛋白含量正常，可通过 N 蛋白在突触前膜与突触后膜间形成跨突触复合体，激活下游信号，增加突触小泡数量。