

深圳外国语学校高中部 2027 届暑假生物综合

练习卷（一）

本试卷共 7 页，100 分。考试时长 75 分钟。

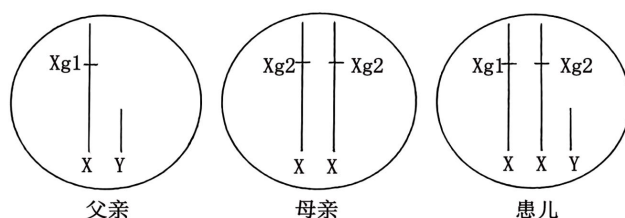
第一部分

本部分共 16 题，其中 1-12 题为每题 2 分，13—16 题每题 4 分，共 40 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. “碳汇渔业”，又称“不投饵渔业”，是指充分发挥生物碳汇功能，通过收获水产品直接或间接减少 CO_2 的渔业生产活动，是我国实现“双碳”目标、践行“大食物观”的举措之一。下列生产活动属于“碳汇渔业”的是（ ）
A. 开发海洋牧场，发展深海渔业 B. 建设大坝鱼道，保障鱼类洄游
C. 控制无序捕捞，实施长江禁渔 D. 增加饵料投放，提高渔业产量
2. 2019 年，我国科考队在太平洋马里亚纳海沟采集到一种蓝细菌，其细胞内存在由两层膜组成的片层结构，此结构可进行光合作用与呼吸作用。在该结构中，下列物质存在的可能性最小的是（ ）
A. ATP B. NADP^+ C. NADH D. DNA
3. 银杏是我国特有的珍稀植物，其叶片变黄后极具观赏价值。某同学用纸层析法探究银杏绿叶和黄叶的色素差别，下列实验操作正确的是（ ）
A. 选择新鲜程度不同的叶片混合研磨 B. 研磨时用水补充损失的提取液
C. 将两组滤纸条置于同一烧杯中层析 D. 用过的层析液直接倒入下水道
4. 关于技术进步与科学发现之间的促进关系，下列叙述正确的是（ ）
A. 电子显微镜的发明促进细胞学说的提出
B. 差速离心法的应用促进对细胞器的认识
C. 光合作用的解析促进花期控制技术的成熟
D. RNA 聚合酶的发现促进 PCR 技术的发明
5. 研究发现，敲除某种兼性厌氧酵母（WT）sqr 基因后获得的突变株 Δsqr 中，线粒体出现碎片化现象，且数量减少。下列分析错误的是（ ）
A. 碎片化的线粒体无法正常进行有氧呼吸
B. 线粒体数量减少使 Δsqr 的有氧呼吸减弱
C. 有氧条件下，WT 比 Δsqr 的生长速度快
D. 无氧条件下，WT 比 Δsqr 产生更多的 ATP
6. 研究发现，耐力运动训练能促进老年小鼠大脑海马区神经发生，改善记忆功能。下列生命活动过程中，不直接涉及记忆功能改善的是（ ）
A. 交感神经活动增加 B. 突触间信息传递增加
C. 新突触的建立增加 D. 新生神经元数量增加
7. 某患者甲状腺激素分泌不足。经诊断，医生建议采用激素治疗。下列叙述错误的是（ ）
A. 若该患者血液 TSH 水平低于正常，可能是垂体功能异常
B. 若该患者血液 TSH 水平高于正常，可能是甲状腺功能异常
C. 甲状腺激素治疗可恢复患者甲状腺的分泌功能
D. 检测血液中相关激素水平可评估治疗效果
8. 松树受到松叶蜂幼虫攻击时，会释放植物信息素，吸引寄生蜂将卵产入松叶蜂幼虫体内，寄生蜂卵孵化后以松叶蜂幼虫为食。下列分析错误的是（ ）

- A. 该过程中松树释放的信息应是化学信息
- B. 3 种生物凭借该信息相互联系形成食物链
- C. 松树和寄生蜂的种间关系属于原始合作
- D. 该信息有利于维持松林群落的平衡与稳定

9. 克氏综合征是一种性染色体异常疾病。某克氏综合征患儿及其父母的性染色体组成见图。 $Xg1$ 和 $Xg2$ 为 X 染色体上的等位基因。导致该患儿染色体异常最可能的原因是 ()



- A. 精母细胞减数分裂 I 性染色体不分离
 - B. 精母细胞减数分裂 II 性染色体不分离
 - C. 卵母细胞减数分裂 I 性染色体不分离
 - D. 卵母细胞减数分裂 II 性染色体不分离
10. 研究发现, 短暂地抑制果蝇幼虫中 PcG 蛋白 (具有组蛋白修饰功能) 的合成, 会启动原癌基因 $zfh1$ 的表达, 导致肿瘤形成。驱动此肿瘤形成的原因属于 ()

- A. 基因突变
- B. 染色体变异
- C. 基因重组
- D. 表观遗传

11. $EDAR$ 基因的一个碱基替换与东亚人有更多汗腺等典型体征有关。用 M 、 m 分别表示突变前后的 $EDAR$ 基因, 研究发现, m 的频率从末次盛冰期后开始明显升高。下列推测合理的是 ()

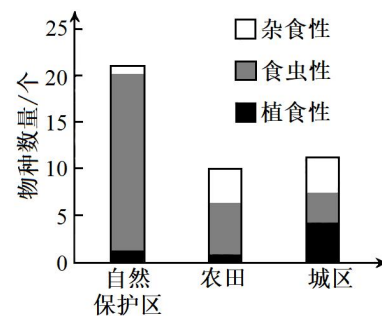
- A. m 的出现是自然选择的结果
- B. m 不存在于现代非洲和欧洲人群中
- C. m 的频率升高是末次盛冰期后环境选择的结果
- D. MM 、 Mm 和 mm 个体的汗腺密度依次下降

12. Janzen-Connell 假说 (詹曾-康奈尔假说) 认为, 某些植物母株周围会积累对自身有害的病原菌、昆虫等, 从而抑制母株附近自身种子的萌发和幼苗的生长。下列现象中, 不能用该假说合理解释的是 ()

- A. 亚热带常绿阔叶林中楠木幼苗距离母株越远, 其密度越大
- B. 鸟巢兰种子远离母株萌发时, 缺少土壤共生菌, 幼苗死亡
- C. 中药材三七连续原地栽种, 会暴发病虫害导致产量降低
- D. 我国农业实践中采用的水旱轮作, 可减少农药的使用量

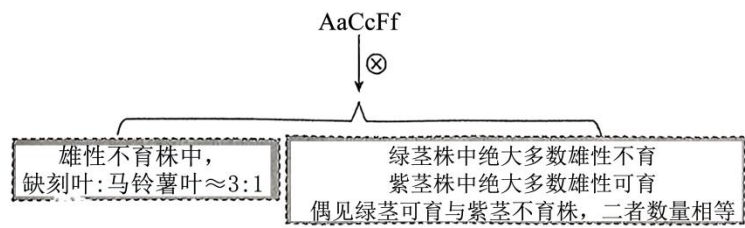
13. 为探究人类活动对鸟类食性及物种多样性的影响, 研究者调查了某地的自然保护区、农田和城区 3 种生境中雀形目鸟类的物种数量 (取样的方法和条件一致), 结果见图。下列分析错误的是 ()

- A. 自然保护区的植被群落类型多样, 鸟类物种丰富度高
- B. 农田的鸟类比自然保护区鸟类的种间竞争更小
- C. 自然保护区鸟类比其他生境的鸟类有更宽的空间生态位
- D. 人类活动产生的空白生态位有利于杂食性鸟类迁入



14. 雄性不育对遗传育种有重要价值。为获得以茎的颜色或叶片形状为标记的雄性不育番茄材料, 研究者用基因型为 $AaCcFf$ 的番茄植株自交, 所得子代的部分结果见图。其中, 控制紫茎 (A)

与绿茎（a）、缺刻叶（C）与马铃薯叶（c）的两对基因独立遗传，雄性可育（F）与雄性不育（f）为另一对相对性状，3 对性状均为完全显隐性关系。下列分析正确的是（ ）



- A. 育种实践中缺刻叶可以作为雄性不育材料筛选的标记

B. 子代的雄性可育株中，缺刻叶与马铃薯叶的比例约为 1：1

C. 子代中紫茎雄性可育株与绿茎雄性不育株的比例约为 3：1

D. 出现等量绿茎可育株与紫茎不育株是基因突变的结果
15. 现有一种天然多糖降解酶，其肽链由 4 段序列以 Ce5-Ay3-Bi-CB 方式连接而成。研究者将各段序列以不同方式构建新肽链，并评价其催化活性，部分结果见表。关于各段序列的生物学功能，下列分析错误的是（ ）

肽链	纤维素类底物		褐藻酸类底物	
	W ₁	W ₂	S ₁	S ₂
Ce5-Ay3-Bi-CB	+	+++	++	+++
Ce5	+	++	—	—
Ay3-Bi-CB	—	—	++	+++
Ay3	—	—	+++	++
Bi	—	—	—	—
CB	—	—	—	—

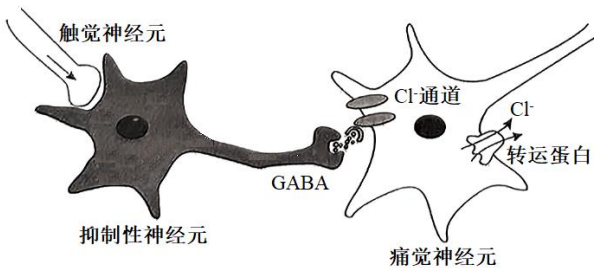
- 注：—表示无活性，+表示有活性，+越多表示活性越强。
- A. Ay3 与 Ce5 催化功能不同，但可能存在相互影响

B. Bi 无催化活性，但可判断与 Ay3 的催化专一性有关

C. 该酶对褐藻酸类底物的催化活性与 Ce5 无关

D. 无法判断该酶对纤维素类底物的催化活性是否与 CB 相关

16. 轻微触碰时，兴奋经触觉神经元传向脊髓抑制性神经元，使其释放神经递质 GABA。正常情况下，GABA 作用于痛觉神经元引起 Cl⁻通道开放，Cl⁻内流，不产生痛觉；患带状疱疹后，痛觉神经元上 Cl⁻转运蛋白（单向转运 Cl⁻）表达量改变，引起 Cl⁻的转运量改变，细胞内 Cl⁻浓度升高，此时轻触引起 GABA 作用于痛觉神经元后，Cl⁻经 Cl⁻通道外流，产生强烈痛觉。针对该过程（如图）的分析，错误的是（ ）

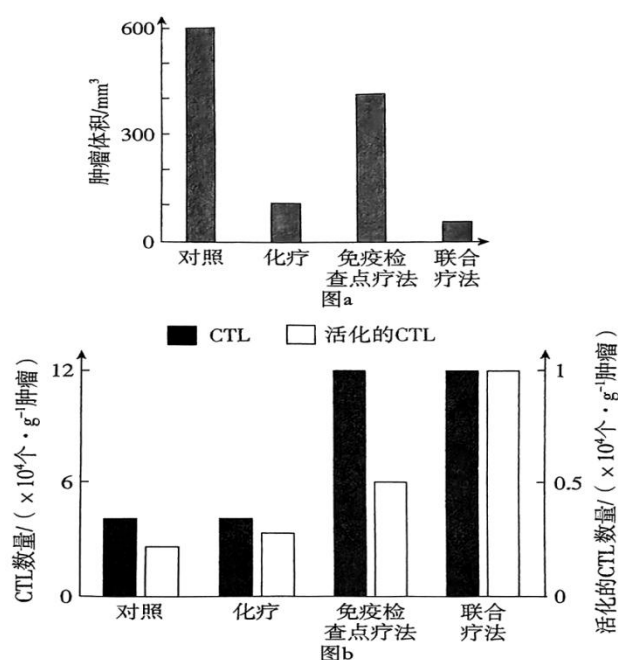


- A. 触觉神经元兴奋时，在抑制性神经元上可记录到动作电位
- B. 正常和患带状疱疹时，Cl⁻经 Cl⁻通道的运输方式均为协助扩散
- C. GABA 作用的效果可以是抑制性的，也可以是兴奋性的
- D. 患带状疱疹后 Cl⁻转运蛋白增多，导致轻触产生痛觉

第二部分

本部分共 5 题，共 60 分。

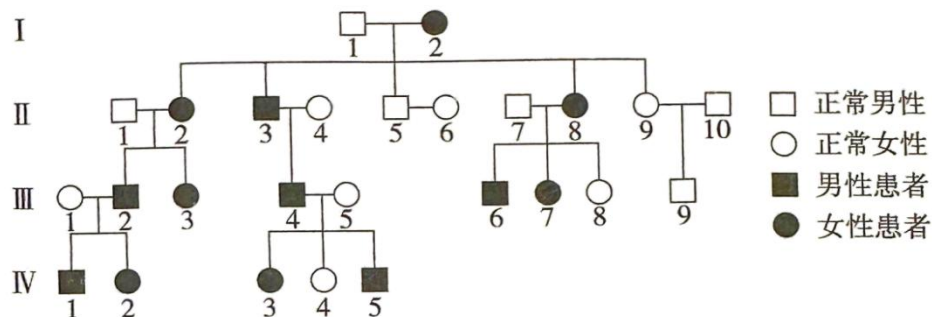
17. 某些肿瘤细胞表面的 PD-L1 与细胞毒性 T 细胞 (CTL) 表面的 PD-1 结合能抑制 CTL 的免疫活性，导致肿瘤免疫逃逸。免疫检查点疗法使用单克隆抗体阻断 PD-L1 和 PD-1 的结合，可恢复 CTL 的活性，用于肿瘤治疗。为进一步提高疗效，研究者以黑色素瘤模型小鼠为材料，开展该疗法与化疗的联合治疗研究。部分结果见图。



回答下列问题：

- (1) 据图分析，_____疗法的治疗效果最佳，推测其原因是_____。
- (2) 黑色素瘤细胞能分泌吸引某类细胞靠近的细胞因子 CXCL1，为使 CTL 响应此信号，可在 CTL 中导入_____基因后再将其回输小鼠体内，从而进一步提高治疗效果。该基因的表达产物应定位于 CTL 的_____（答位置）且基因导入后不影响 CTL _____的能力。
- (3) 某兴趣小组基于现有抗体—药物偶联物的思路提出了两种药物设计方案。方案一：将化疗药物与 PD-L1 单克隆抗体结合在一起。方案二：将化疗药物与 PD-1 单克隆抗体结合在一起。你认为方案_____（填“一”或“二”）可行，理由是_____。

18. 遗传性牙龈纤维瘤病 (HGF) 是一种罕见的口腔遗传病，严重影响咀嚼、语音、美观及心理健康。2022 年，我国科学家对某一典型的 HGF 家系 (如图) 进行了研究，发现 ZNF862 基因突变导致 HGF 发生。



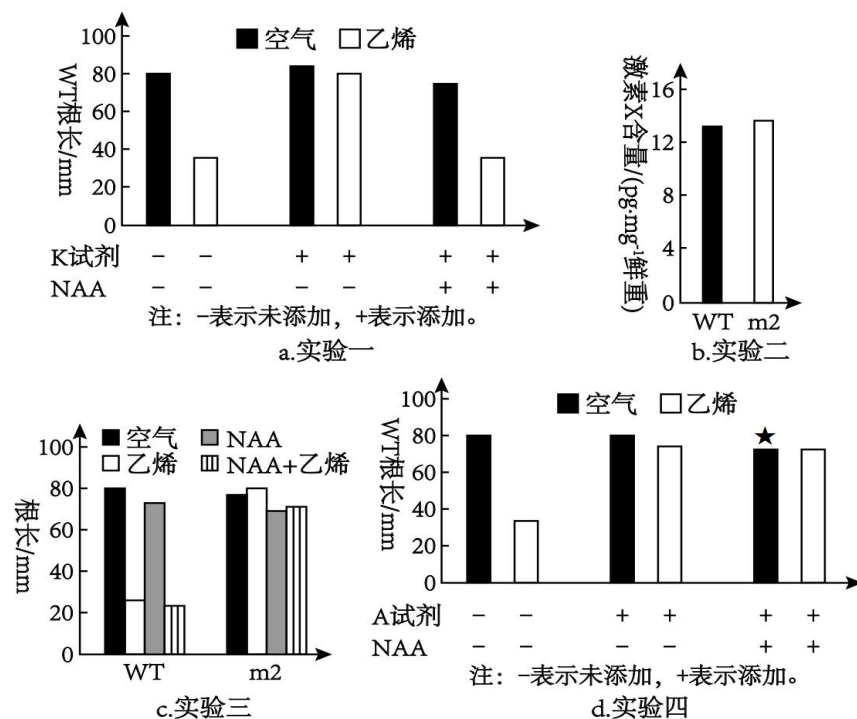
回答下列问题：

(1)据图分析，HGF 最可能的遗传方式是_____。假设该致病基因的频率为 p ，根据最可能的遗传方式，IV₂生育一个患病子代的概率为_____（列出算式即可）。

(2)为探究 ZNF862 基因的功能，以正常人牙龈成纤维细胞为材料设计实验，简要写出设计思路：_____。为从个体水平验证 ZNF862 基因突变导致 HGF，可制备携带该突变的转基因小鼠，然后比较_____的差异。

(3)针对 HGF 这类遗传病，通过体细胞基因组编辑等技术可能达到治疗的目的。是否也可以通过对人类生殖细胞或胚胎进行基因组编辑来防治遗传病？作出判断并说明理由_____。

19. 乙烯参与水稻幼苗根生长发育过程的调控。为研究其机理，我国科学家用乙烯处理萌发的水稻种子 3 天，观察到野生型（WT）幼苗根的伸长受到抑制，同时发现突变体 m2，其根伸长不受乙烯影响；推测植物激素 X 参与乙烯抑制水稻幼苗根伸长的调控，设计并开展相关实验，其中 K 试剂抑制激素 X 的合成，A 试剂抑制激素 X 受体的功能，部分结果见图。



回答下列问题：

(1)为验证该推测进行了实验一，结果表明，乙烯抑制 WT 根伸长需要植物激素 X，推测 X 可能是_____。

(2)为进一步探究 X 如何参与乙烯对根伸长的调控，设计并开展了实验二、三和四。

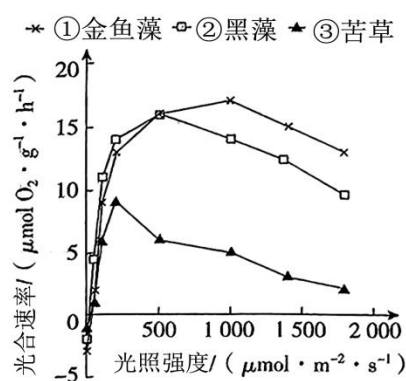
①实验二的目的是检测 m2 的突变基因是否与_____有关。

②实验三中使用了可自由扩散进入细胞的 NAA，目的是利用 NAA 的生理效应，初步判断乙烯抑制根伸长是否与_____有关。若要进一步验证该结论并检验 m2 的突变基因是否与此有关，可检测_____的表达情况。

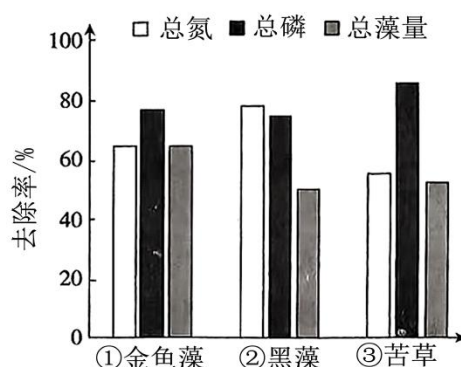
③实验四中有 3 组空气处理组，其中设置★所示组的目的是_____。

(3)分析上述结果，推测乙烯对水稻幼苗根伸长的抑制可能是通过影响_____实现的。

20. 某湖泊曾处于重度富营养化状态，水面漂浮着大量浮游藻类。管理部门通过控源、清淤、换水以及引种沉水植物等手段，成功实现了水体生态恢复。引种的 3 种多年生草本沉水植物（①金鱼藻、②黑藻、③苦草，答题时植物名称可用对应序号表示）在不同光照强度下光合速率及水质净化能力见图。



图a



图b

回答下列问题：

(1)湖水富营养化时，浮游藻类大量繁殖，水体透明度低，湖底光照不足。原有沉水植物因光合作用合成的有机物少于_____的有机物，最终衰退和消亡。

(2)生态恢复后，该湖泊形成了以上述 3 种草本沉水植物为优势的群落垂直结构，从湖底到水面依次是_____，其原因是_____。

(3)为了达到湖水净化的目的，选择引种上述 3 种草本沉水植物的理由是_____，三者配合能实现综合治理效果。

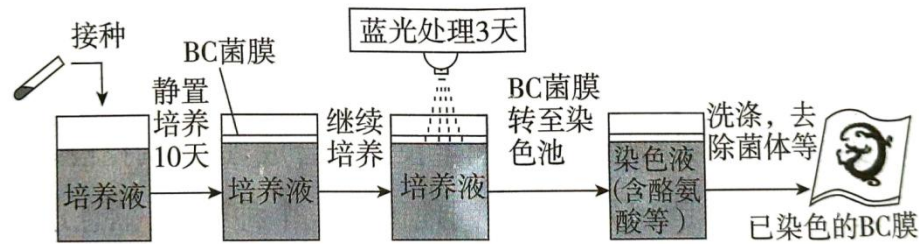
(4)上述 3 种草本沉水植物中只有黑藻具有 C₄ 光合作用途径（浓缩 CO₂ 形成高浓度 C₄ 后，

再分解成 CO_2 传递给 C_5 使其在 CO_2 受限的水体中仍可有效地进行光合作用，在水生植物群落中竞争力较强。根据图 a 设计一个简单的实验方案，验证黑藻的碳浓缩优势，完成下列表格。

实验设计方案	
实验材料	对照组：_____ 实验组：黑藻
实验条件	控制光照强度为_____ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$
	营养及环境条件相同且适宜，培养时间相同
控制条件	_____
测量指标	_____

(5)目前在湖边浅水区种植的沉水植物因强光抑制造成生长不良，此外，大量沉水植物叶片凋落，需及时打捞，增加维护成本。针对这两个实际问题从生态学角度提出合理的解决措施_____。

21．驹形杆菌可合成细菌纤维素（BC）并将其分泌到胞外组装成膜。作为一种性能优异的生物材料，BC 膜应用广泛。研究者设计了酪氨酸酶（可催化酪氨酸形成黑色素）的光控表达载体，将其转入驹形杆菌后构建出一株能合成 BC 膜并可实现光控染色的工程菌株，为新型纺织原料的绿色制造及印染工艺升级提供了新思路（图一）。

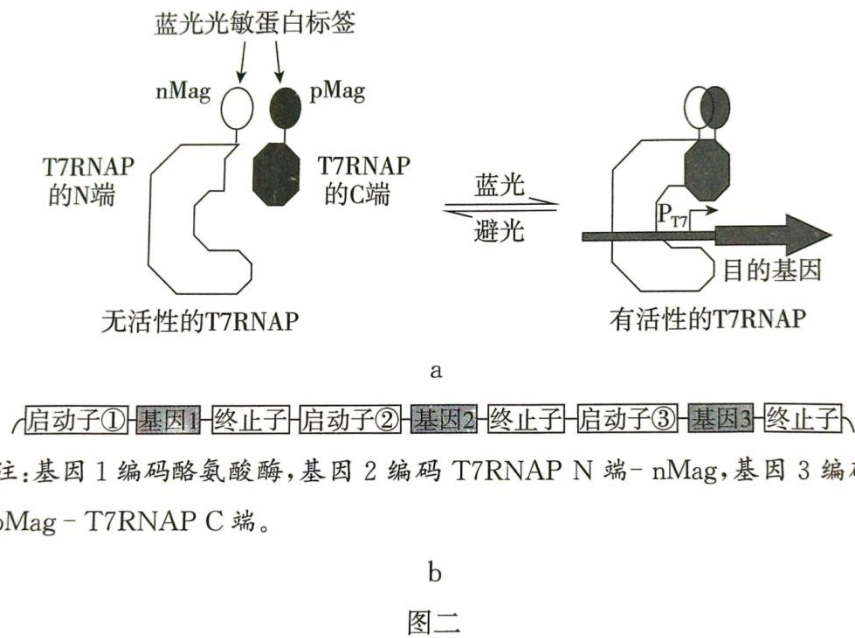


图一

回答下列问题：

- (1)研究者优化了培养基的_____（答两点）等营养条件，并控制环境条件，大规模培养工程菌株后可在气液界面处获得 BC 菌膜（菌体和 BC 膜的复合物）。
- (2)研究者利用 T7 噬菌体来源的 RNA 聚合酶（T7RNAP）及蓝光光敏蛋白标签，构建了一种可被蓝光调控的基因表达载体（光控原理见图二 a，载体的部分结构见图二 b）。构建载体

时，选用了通用型启动子 PBAD（被工程菌 RNA 聚合酶识别）和特异型启动子 PT7（仅被 T7RNAP 识别）。为实现蓝光控制染色，启动子①②及③依次为_____，理由是_____。



- (3)光控表达载体携带大观霉素（抗生素）抗性基因。长时间培养时在培养液中加入大观霉素，其作用为_____（答两点）。
- (4)根据预设的图案用蓝光照射已长出的 BC 菌膜并继续培养一段时间，随后将其转至染色池处理，发现只有经蓝光照射的区域被染成黑色，其原因是_____。
- (5)有企业希望生产其他颜色图案的 BC 膜。按照上述菌株的构建模式提出一个简单思路_____。

深圳外国语学校高中部 2027 届暑假生物综合练习一参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	D	C	B	D	A	C	B	A	D
题号	11	12	13	14	15	16				
答案	C	B	B	C	B	D				

1. A

【详解】A、开发海洋牧场，发展深海渔业可获取水产品且不需要投饵，属于“碳汇渔业”，A 符合题意；

BC、建设大坝鱼道，保障鱼类洄游、控制无序捕捞，实施长江禁渔，均没有收获水产品，不属于“碳汇渔业”，BC 不符合题意；

D、增加饵料投放，不符合“不投饵渔业”，不属于“碳汇渔业”，D 不符合题意。

2. D

【详解】由题干信息可知，采集到的蓝细菌其细胞内存在由两层膜组成的片层结构，此结构可进行光合作用与呼吸作用，进行光合作用时，光反应阶段可以将 ADP 和 P_i 转化为 ATP， $NADP^+$ 和 H^+ 转化为 NADPH，用于暗反应，有氧呼吸的第一阶段和第二阶段都可以生成 NADH，而 DNA 存在于蓝细菌的拟核中，D 正确，ABC 错误。

3. C

【详解】A、本实验目的是用纸层析法探究银杏绿叶和黄叶的色素差别，选择新鲜程度不同的叶片分开研磨，A 错误；

B、色素溶于有机溶剂，提取液为无水乙醇，光合色素不溶于水，B 错误；

C、由于滤纸条不会相互影响，层析液的成分相同，两组滤纸条可以置于同一个烧杯中层析，C 正确；

D、用过的层析液含有石油醚、丙酮和苯，不能直接倒入下水道，D 错误。

4. B

【详解】A、电子显微镜的发明是在细胞学说提出之后，细胞学说的提出主要基于光学显微镜的观察和研究，A 错误；

B、差速离心法可以通过不同的离心速度将细胞内大小、密度不同的细胞器分离开来，促进对细胞器的认识，B 正确；

C、光合作用的解析主要是对植物的光合作用机制进行研究，而花期控制技术更多地涉及到植物激素、环境因素等方面的知识，光合作用的解析与花期控制技术的成熟关系不大，C 错误；

D、PCR 技术的发明并非直接由于 RNA 聚合酶的发现，PCR 技术的关键在于热稳定的 DNA 聚合酶的应用，D 错误。

5. D

【详解】A、有氧呼吸的主要场所在线粒体，碎片化的线粒体无法正常进行有氧呼吸，A 正确；

B、有氧呼吸第二、三阶段发生在线粒体，线粒体数量减少使 Δsqr 的有氧呼吸减弱，B 正确；

C、与 Δsqr 相比，WT 正常线粒体数量更多，有氧条件下，WT 能获得更多的能量，生长速度比 Δsqr 快，C 正确；

D、无氧呼吸的场所在细胞质基质，与线粒体无关，所以无氧条件下 WT 产生 ATP 的量与 Δsqr 相同，D 错误。

6. A

【详解】A、记忆是脑的高级功能，而交感神经活动占据优势，心跳加快，支气管扩张，不

直接涉及记忆功能改善，A 符合题意；

BCD、短时记忆可能与神经元之间即时的信息交流有关，尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关，长时记忆可能与突触形态及功能的改变以及新突触的建立有关，BCD 不符合题意。

7. C

【详解】A、患者甲状腺激素分泌不足，甲状腺激素对下丘脑和垂体负反馈作用减弱，则 TRH 和 TSH 高于正常水平，而若该患者血液 TSH 水平低于正常，可能是垂体功能异常，A 正确；

B、某患者甲状腺激素分泌不足，TSH 应该高于正常；若该患者血液 TSH 水平高于正常，可能是甲状腺功能异常，可能是缺碘，B 正确；

C、甲状腺激素治疗只能够提高血液中甲状腺激素的含量，不可恢复患者甲状腺的分泌功能，C 错误；

D、采用激素治疗某患者甲状腺激素分泌不足，可检测血液中 TRH、TSH 等相关激素水平是否恢复到正常水平，从而评估治疗效果，D 正确。

8. B

【详解】A、松树释放植物信息素吸引寄生蜂，植物信息素属于化学信息，A 正确；

B、松叶蜂幼虫攻击松树不需要凭借该信息，B 错误；

C、寄生蜂将卵产入松叶蜂幼虫体内，寄生蜂卵孵化后以松叶蜂幼虫为食，从而减少松树受到攻击，松树受到松叶蜂幼虫攻击时，会释放植物信息素，吸引寄生蜂将卵产入松叶蜂幼虫体内，两者相互合作，彼此也能分开，属于原始合作关系，C 正确；

D、通过该信息的调节使得松鼠、松叶蜂、寄生蜂维持相对稳定，有利于维持松林群落的平衡与稳定，D 正确。

9. A

【详解】根据题图可知，父亲的基因型是 $X^{Xg1}Y$ ，母亲的基因型是 $X^{Xg2}X^{Xg2}$ ，患者的基因型是 $X^{Xg1}X^{Xg2}Y$ ，故父亲产生的异常精子的基因型是 $X^{Xg1}Y$ ，原因是同源染色体在减数分裂 I 后期没有分离，A 正确。

10. D

【详解】由题意可知，短暂地抑制果蝇幼虫中 PcG 蛋白（具有组蛋白修饰功能）的合成，会启动原癌基因 *zfh1* 的表达，导致肿瘤形成，即基因型未发生变化而表现型却发生了改变，因此驱动此肿瘤形成的原因属于表观遗传，ABC 错误、D 正确。

11. C

【详解】A、根据题意，EDAR 基因的一个碱基替换导致 M 突变为 m，因此 m 的出现是基因突变的结果，A 不符合题意；

B、根据题意，EDAR 基因的一个碱基替换与东亚人有更多汗腺等典型体征有关，因此无法判断 m 是否存在于现代非洲和欧洲人群中，B 不符合题意；

C、自然选择导致基因频率发生定向改变，根据题意，m 的频率从末次盛冰期后开始明显升高，因此 m 的频率升高是末次盛冰期后环境选择的结果，C 符合题意；

D、根据题意，m 的频率从末次盛冰期后开始明显升高，末次盛冰期后气温逐渐升高，m 基因频率升高，M 基因频率降低，因此推测 MM、Mm 和 mm 个体的汗腺密度依次上升，D 不符合题意。

12. B

【详解】A、亚热带常绿阔叶林中楠木幼苗距离母株越远，其密度越大，说明幼苗距离母株越远，植物母株的抑制作用越弱，A 符合题意；

B、鸟巢兰种子远离母株萌发时，缺少土壤共生菌，幼苗死亡，说明距离母株越远，植物母

株的抑制作用越强，B 不符合题意；

C、中药材三七连续原地栽种，会暴发病虫害导致产量降低，说明距离越近，抑制作用越显著，C 符合题意；

D、我国农业实践中采用的水旱轮作，可减少农药的使用量，说明水旱轮作可以抑制病虫害，D 符合题意。

13. B

【详解】A、由图可知，自然保护区的物种数量最大，其次是城区和农田，故说明自然保护区的植被群落类型多样，鸟类物种丰富度高，A 正确；

B、据图仅可了解到农田和自然保护区的雀形目鸟类的物种数量，不知道农田和自然保护区可提供的资源及鸟类个体的数量等，故无法比较两生境中鸟类种间竞争的大小，B 错误；

C、自然保护区鸟类物种数量明显高于农田和城区，鸟类物种丰富度高，推测原因为自然保护区的植被群落类型多样，群落的空间结构更加复杂，可为鸟类提供更多的栖息空间和食物条件，因此自然保护区鸟类比其他生境的鸟类有更宽的空间生态位，C 正确；

D、农田和城市人类活动频繁，杂食性鸟类占比明显大于自然保护区，故说明人类活动产生的空白生态位有利于杂食性鸟类迁入，D 正确。

14. C

【详解】A、根据绿茎株中绝大多数雄性不育，紫茎株中绝大多数雄性可育，可推测绿茎(a)和雄性不育(f)位于同一条染色体，紫茎(A)和雄性可育(F)位于同一条染色体，由于子代雄性不育株中，缺刻叶：马铃薯叶 $\approx 3:1$ 可知，缺刻叶(C)与马铃薯叶(c)位于另一对同源染色体上。因此绿茎可以作为雄性不育材料筛选的标记，A 错误；

B、控制缺刻叶(C)、马铃薯叶(c)与控制雄性可育(F)、雄性不育(f)的两对基因位于两对同源染色体上，因此，子代雄性可育株中，缺刻叶与马铃薯叶的比例也约为 $3:1$ ，B 错误；

C、由于基因 A 和基因 F 位于同一条染色体，基因 a 和基因 f 位于同一条染色体，子代中紫茎雄性可育株与绿茎雄性不育株的比例约为 $3:1$ ，C 正确；

D、出现等量绿茎可育株与紫茎不育株是减数第一次分裂前期同源染色体非姐妹染色单体互换的结果，D 错误。

15. B

【详解】A、由表可知，Ce5 具有催化纤维素类底物的活性，Ay3 具有催化褐藻酸类底物的活性，Ay3 与 Ce5 催化功能不同，Ay3-Bi-CB 与 Ce5-Ay3-Bi-CB 相比，当缺少 Ce5 后，就不能催化纤维素类底物，当 Ay3 与 Ce5 同时存在时催化纤维素类底物的活性增强，所以 Ay3 与 Ce5 可能存在相互影响，A 正确；

B、由表可知，不论是否与 Bi 结合，Ay3 均可以催化 S_1 与 S_2 ，说明 Bi 与 Ay3 的催化专一性无关，B 错误；

C、由表可知，Ay3-Bi-CB 与 Ce5-Ay3-Bi-CB 相比，去除 Ce5 后，催化褐藻酸类底物的活性不变，说明该酶对褐藻酸类底物的催化活性与 Ce5 无关，C 正确；

D、需要检测 Ce5-Ay3-Bi 肽链的活性，才能判断该酶对纤维素类底物的催化活性是否与 CB 相关，D 正确。

16. D

【详解】A、触觉神经元兴奋时，会释放兴奋性神经递质作用于抑制性神经元，抑制性神经元兴奋，在抑制性神经元上可记录到动作电位，A 正确；

B、离子通道进行的跨膜运输方式是协助扩散，故正常和患带状疱疹时， Cl^- 经 Cl^- 通道的运输方式是协助扩散，B 正确；

C、GABA 作用于痛觉神经元引起 Cl^- 通道开放， Cl^- 内流，此时 GABA 作用的效果可以是抑

制性的；患带状疱疹后，Cl⁻经 Cl⁻通道外流，相当于形成内正外负的动作电位，此时 GABA 作用的效果是兴奋性的，C 正确；

D、据图可知，Cl⁻转运蛋白会将 Cl⁻运出痛觉神经元，患带状疱疹后痛觉神经元上 Cl⁻转运蛋白（单向转运 Cl⁻）表达量改变，引起 Cl⁻的转运量改变，细胞内 Cl⁻浓度升高，说明运出细胞的 Cl⁻减少，据此推测应是转运蛋白减少所致，D 错误。

17. (1) 联合 该疗法既发挥了化疗药物的作用，也增加了活化的 CTL 数量

(2) CXCL1 受体 (细胞膜)表面 杀伤肿瘤细胞

(3) 一 方案一的偶联物既可阻断 PD-1 与 PD-L1 结合，恢复 CTL 的活性，又使化疗药物靶向肿瘤细胞

【详解】(1) 由图 a 可知，联合疗法肿瘤体积最小，再根据图 b 可知，采用联合疗法时活化的 CTL 的数目明显高于免疫检查点疗法和化疗等，原因是该疗法既发挥了化疗药物的作用，也增加了活化的 CTL 数量。

(2) 由于黑色素瘤细胞能分泌吸引某类细胞靠近的细胞因子 CXCL1，故要进一步提高治疗效果，可以在 CTL 中导入细胞因子 CXCL1 受体基因，使 CTL 表达出细胞因子 CXCL1 受体，达到治疗的效果。由于细胞因子是一类肽类化合物，故该基因的表达产物应定位于 CTL 的细胞膜上，且基因导入后不影响 CTL 杀伤肿瘤细胞的能力。

(3) 某肿瘤细胞表面的 PD-L1 与细胞毒性 T 细胞 (CTL) 表面的 PD-1 结合能抑制 CTL 的免疫活性，故应该将化疗药物与 PD-L1 单克隆抗体结合在一起，即方案一的偶联物既可阻断 PD-1 与 PD-L1 结合，恢复 CTL 的活性，又使化疗药物靶向肿瘤细胞。

18. (1) 常染色体显性遗传病 $(1+p)/2$

(2) 将正常细胞分为甲乙两组，其中甲组敲除 ZNF862 基因，观察甲乙两组细胞表型从而探究该基因的功能 转基因小鼠和正常小鼠牙龈

(3) 不可以，违反法律和伦理，且存在安全隐患。

【详解】(1) 由图可知，该病男女患者数量相当，且代代遗传，因此该病最可能的遗传方式为常染色体显性遗传病；假设该病由基因 A/a 控制，则致病基因 A 的基因频率为 p，正常基因 a 的基因频率为 1-p，IV₂ 的基因型为 Aa，产生配子基因型为 1/2A 和 1/2a，正常人中基因型为 AA 的概率为 p²，基因型为 Aa 的概率为 2p(1-p)，基因型为 aa 的概率为 (1-p)²，IV₂ 与 AA 生育患病子代的概率为 p²，与 Aa 生育患病子代的概率为 2p(1-p)×3/4，与 aa 生育患病子代的概率为 (1-p)²×1/2，故 IV₂ 生育一个患病子代的概率为 p²+2p(1-p)×3/4+(1-p)²×1/2=(1+p)/2。(因 IV₂ 的基因型为 Aa，其遗传 A 给后代的概率是 1/2，此时无论父方如何，子代一定患病，故概率为 1/2×1；其遗传 a 给后代的概率是 1/2，在这种情形下，父方遗传 A 给后代，子代才患病，而其概率就等于 A 的基因频率即 p，故子代患病概率为 1/2*p；综上，子代患病概率为 1/2+p/2=(1+p)/2。)

(2) 从细胞水平分析，培养该细胞，敲除 ZNF862 基因，观察细胞表型等变化，通过比较含有该基因时的细胞表型从而探究该基因的功能，设计思路为：将正常细胞分为甲乙两组，其中甲组敲除 ZNF862 基因，观察甲乙两组细胞表型从而探究该基因的功能；从个体水平分析，通过比较转基因小鼠和正常小鼠牙龈差异可得出该基因的功能。

(3) 一般不通过对人类生殖细胞或胚胎进行基因组编辑来防治遗传，该方式违反法律和伦理，且存在安全隐患。

19. (1) 生长素

(2) 生长素合成 生长素运输/转运 生长素受体 作为实验组，探究试剂 A 和(或) NAA 对水稻根长的影响；作为乙烯处理的对照组

(3) 生长素信号转导(或生长素受体功能)

【详解】(1) 由实验一结果分析，加入 K 试剂不加 NAA 组与加入 K 试剂和 NAA 组对比可

发现,同时加入 K 试剂和 NAA,乙烯可以抑制 WT 根伸长,由题干信息 K 试剂抑制激素 X 的合成,可推测 NAA 的作用效果和激素 X 类似,NAA 是生长素类似物,所以推测激素 X 为生长素。

(2) ①实验二的因变量是激素 X 含量,所以实验二的目的是检测 m2 的突变基因是否与生长素合成有关。

②实验三野生型幼苗在乙烯、NAA+乙烯作用下根伸长均受抑制,而突变体 m2 幼苗在乙烯、NAA+乙烯作用下根长均正常,由实验二结果可知,野生型和突变体 m2 生长素含量大致一样,NAA 可自由扩散进入细胞,分子结构与生长素完全不同,但具有与生长素类似的生理效应,则初步判断乙烯抑制根伸长与生长素受体有关。若要进一步验证该结论并检验 m2 的突变基因是否与此有关,可检测生长素受体基因的表达情况。

③★所示组和其他空气处理组对比,可作为实验组探究试剂 A 和(或) NAA 对水稻根长的影响。同时可作为作为乙烯处理的对照组。

(3) 根据实验四,野生型在乙烯存在的条件下,加入抑制激素 X 受体的 A 试剂,可很大程度上解除乙烯的抑制作用,综合(3)结果,推测乙烯对水稻幼苗根伸长的抑制可能是通过影响生长素信号转导(或生长素受体功能)实现的。

20. (1)呼吸作用消耗

(2) ③②① 最大光合速率对应光强度依次升高

(3)①(金鱼藻)除藻率高,②(黑藻)除氮率高,③(苦草)除磷高

(4) 金鱼藻 500 二氧化碳浓度较低且相同 氧气释放量

(5)合理引入浮水植物,减弱沉水植物的光照强度;合理引入以沉水植物凋落叶片为食物的生物

【详解】(1)由于湖底光照不足,导致原有沉水植物因光合作用合成的有机物少于细胞呼吸消耗的有机物,生物量在减少,不足以维持生长,最终衰退和消亡。

(2)据图分析,最大光合速率对应光强度依次升高,因此生态恢复后,该湖泊形成了以上述 3 种草本沉水植物为优势的群落垂直结构,从湖底到水面依次是③②①。

(3)据图 b 分析,金鱼藻除藻率高,黑藻除氮率高,苦草除磷率高,三者配合能高效的去除氮、磷和藻,能实现综合治理效果。

(4)根据图 a,在相同光照强度下,①金鱼藻与②黑藻的光合作用强度高度接近,尤其在光照强度为 500 时,两者光合作用强度完全相同,有利于控制无关变量一致,而③苦草的光照强度与②黑藻相差较大。根据题干“上述 3 种草本沉水植物中只有黑藻具有 C4 光合作用途径”可知①、③均无 C4 途径,而除了上述 3 种草本沉水植物外的其他植物是否有 C4 途径不确定,所以不能从①、③外的其他植物为②选对照组。

验证黑藻的碳浓缩优势,因此控制条件为低二氧化碳浓度。因变量是光合速率的快慢,因此检测指标是单位时间释放氧气的量。

(5)目前的两个实际问题是湖边浅水区种植的沉水植物因强光抑制造成生长不良,大量沉水植物叶片凋落,需及时打捞,增加维护成本,因此可以合理引入浮水植物,减弱沉水植物的光照强度;合理引入以沉水植物凋落叶片为食物的生物。

21. (1)碳源、氮源、无机盐

(2) PT7、PBAD 和 PBAD 启动子②和③选用 PBAD 可以使工程菌无论有、无蓝光照射都可表达无活性的 T7RNAP,在蓝光照射后,无活性的 T7RNAP 转变为有活性的 T7RNAP,与特异性启动子 P₇ 识别结合并转录基因 1,即可用蓝光控制酪氨酸酶的表达

(3)杀死不含光控表达载体的杂菌,避免杂菌污染;筛选出含光控表达载体的工程菌

(4)蓝光诱导酪氨酸酶基因的表达,酪氨酸酶催化酪氨酸转化为黑色素,蓝光照射不到的部位酪氨酸酶不表达

(5)将酪氨酸酶替换成催化其他色素合成的酶(或将酪氨酸酶替换成不同颜色蛋白)

【详解】(1)培养基的营养物质包括水、无机盐、碳源、氮源等，研究者培养工程菌，需要优化培养基的碳源、氮源等营养条件，并控制环境条件。

(2)题图二 a 分析可知，蓝光照射下，T7RNAP N 端-nMag 与 T7RNAP C 端结合，导致无活性的 T7RNAP 变成有活性的 T7RNAP，结合图一，蓝光处理后，RNA 聚合酶 (T7RNAP) 识别启动子①使基因 1 转录获得相应的 mRNA，再以其为模板通过翻译过程获得酪氨酸酶，酪氨酸酶从而催化染色液中酪氨酸形成黑色素，可见基因 2 和 3 正常表达无活性产物，被蓝光激活后再启动基因 1 表达，综合上述分析可知，为实现蓝光控制染色，启动子①②及③依次为 PT7、PBAD 和 PBAD。

(3)光控表达载体携带大观霉素 (抗生素) 抗性基因。长时间培养时在培养液中加入大观霉素，可杀死不含光控表达载体的杂菌，避免杂菌污染；筛选出含光控表达载体的工程菌。

(4)由小问 2 分析可知，细胞中 T7RNAP 激活，酪氨酸酶表达并合成黑色素，故用蓝光照射已长出的 BC 菌膜并继续培养一段时间，随后将其转至染色池处理，发现只有经蓝光照射的区域被染成黑色。蓝光照射不到的部位酪氨酸酶不表达。

(5)由小问 2 分析可知，题干信息的设计思路最终 BC 膜被染成黑色，希望生产其他颜色图案的 BC 膜，则需要将酪氨酸酶替换成催化其他色素合成的酶(或将酪氨酸酶替换成不同颜色蛋白)。