2023 北京朝阳高三（上）期末

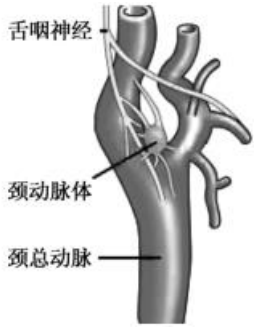
生　　物

1. 循环血量增加刺激心房肌细胞释放激素－心房钠尿肽(ANP)， ANP 可促进肾脏排钠、 排水，使血量恢复；当循环血量降低时，ANP 释放减少。相关叙述错误的是（　　）

A. ANP 需经过体液运输到达肾脏　　B. ANP 需与特定受体结合发挥作用

C. ANP 与抗利尿激素有协同作用　　D. ANP 分泌受到血量　负反馈调节

2. 血液中出现缺氧、CO_2 升高和 H^+浓度增加等变化时，会刺激颈动脉体（如图）产生神经冲动传入延髓，引起呼吸、心跳加快等反应。相 关叙述正确的是（　　）



A. 缺氧、CO_2 升高等变化说明稳态失衡

B. CO_2 既是代谢废物也可作信号分子

C. H^+刺激颈动脉体的过程属于激素调节

D. 延髓通过躯体运动神经支配呼吸心跳

3. 研究者将多巴胺受体阻断剂注射入实验组大鼠的海马齿状回区 ，给予大鼠声音刺激后再电刺激，每天 40 次至建立条件反射后进行消退实验，检测大鼠主动回避率（%）如下表。

天数	1	2	3	4	5	6	7
对照组	18.56	33.75	38. 75	42.53	66 01	38.75	25.42
实验组	13.75	21.25	22.50	21.25	33.42	16.28	16.19

注：当声音刺激出现时大鼠逃到安全区躲避电刺激为 1 次主动回避反应，主动回避率达 65%说明建立条件反射，回降到 35%以下说明条件反射消退。相关叙述错误的是（　　）

A. 电刺激是主动回避条件反射中的条件刺激

B. 只给予声音刺激不给电刺激可使条件反射消退

C. 对照组在第 5 天建立主动回避条件反射，第 7 天消退

D. 实验说明大鼠主动回避学习与多巴胺受体的激活有关

4. 黏膜免疫系统由分布于呼吸道等处黏膜内的淋巴组织构成，包含了人体 50%以上的淋巴组织和 80%以上的免疫细胞。黏膜上皮间的 M 细胞能将抗原吞入，随后输送抗原透过黏膜转运到淋巴组织，诱导 T 细胞和 B 细胞反应，启动黏膜免疫应答。相关叙述正确的是（　　）

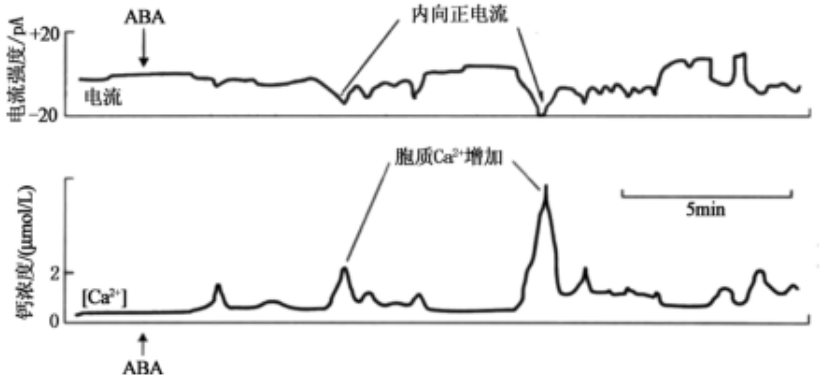
A. M 细胞能够特异性识别并杀死入侵机体的抗原

B. 黏膜和体液中的杀菌物质构成人体第一道防线

C. 免疫细胞均来自于骨髓造血干细胞的分裂分化

D. 雾化吸入式疫苗不能诱发机体呼吸道黏膜免疫

5. 蚕豆缺水后根系能迅速合成脱落酸(ABA)，激活叶片保卫细胞膜 Ca^{2+}通道，使 Ca^{2+}内流形成电流（内向正电流）。研究者用 ABA 处理保卫细胞后测定相关指标，结果如图。下列表述错误的是（　　）



A. ABA 随蒸腾传输到叶片表皮上的保卫细胞后引起气孔迅速关闭

B. ABA 调节气孔运动时，胞质 Ca^{2+}增加与内向正电流产生基本一致

C. 测定电流强度与测 Ca^{2+}浓度时，ABA 不一定均在箭头所示处施加

D. 植物对缺水环境的响应涉及物质运输、能量转换和信息传递

6. 植物生长调节剂在农业生产中广泛使用。下列对应关系错误的是（　　）

A. 细胞分裂素类调节剂－促进细胞分裂－促进果实膨大

B. 乙烯类调节剂－促进细胞呼吸－促进果实发育和成熟

C. 脱落酸类调节剂－抑制细胞分裂－块茎储存期不发芽

D. 赤霉素类拮抗剂－抑制细胞伸长－控制徒长、抗倒伏

7. 洞庭湖区在洪水及枯水季节的交替时呈现明显的水陆交错带，研究者进行定点调查以探究其群落特征，结果如下表。

样点代号	2018 年 2 月(枯水季)			2019 年 7 月(洪水季)		
	优势植物	盖度/%	盖度类型	优势植物	盖度/%	盖度类型

1	苔草属、灯芯草属	95.46	高盖度	水夢、苔草属、藺草	95.52	高盖度
2	-	0.00	水体	荷花	100.00	高盖度
3	菱蒿、南荻、苔草属、水夢	99.63	高盖度	南荻、水夢、萬草	10.33	低盖度

注:盖度指样方内植物地上部分的垂直投影面积占样方面积的比率。

下列叙述错误的是（　　）

A. 该区域内的所有生物共同组成一个群落

B. 该群落的外貌和结构呈现出季节性变化

C. 群落中的优势植物占据着相同的生态位

D. 不同样点的差异体现了群落的水平结构

8. 噬藻体是一类浮游病毒，可侵染蓝细菌并致其裂解死亡。有关噬藻体　说法正确的是（　　）

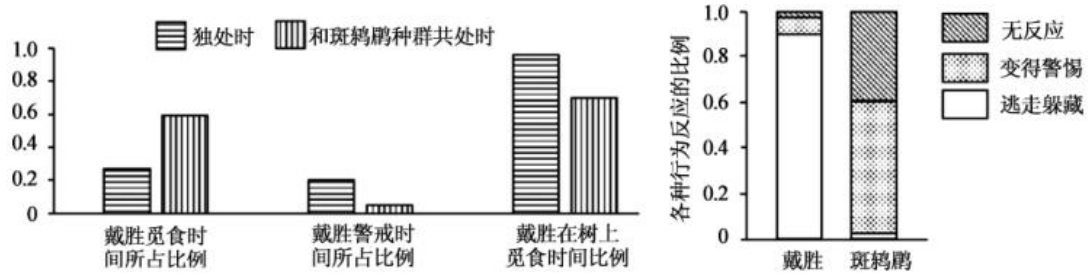
A. 与蓝细菌均有细胞膜和核糖体

B. 可捕食蓝细菌降低其种群密度

C. 处于水生生态系统的第一营养级

D. 可促进所处生态系统的物质循环

9. 研究者比较栖息在同一片区域的独居性鸟类戴胜和社会性鸟类斑鸻鹛对彼此存在和互 相发出警报声的不同反应，结果如图。



下列说法不合理的是（　　）

A. 与斑鸻鹛共处时，戴胜觅食时间增多、警戒时间减少

B. 和斑鸻鹛一起活动时，戴胜的觅食范围有所扩大

C. 斑鸻鹛的警报声对戴胜是一种行为信息，利于戴胜生存

D. 与戴胜相比，斑鸻鹛从偷听行为中获得利益相对较小

10. 在生态文明思想的指引下，北京持续扩大绿色生态空间，不断加强生物多样性保护力度，逐步建成生物多样性最丰富的大都市之一。下列做法错误的是（　　）

A. 建立北京生物多样性数据库，绘制物种生境地图

B. 将“美观”作为选择森林绿地植物物种的首要原则

C. 通过营造浮岛等措施满足鸟类的多样化生境需求

D. 在市区公园建设涵道，解决排洪和动物迁徙的问题

11. 为获取青梅果酒酿造专用菌，从糖渍青梅液和果皮中分离、筛选获得 6 株野生酵母菌。 以下操作及分析不正确的是（　　）

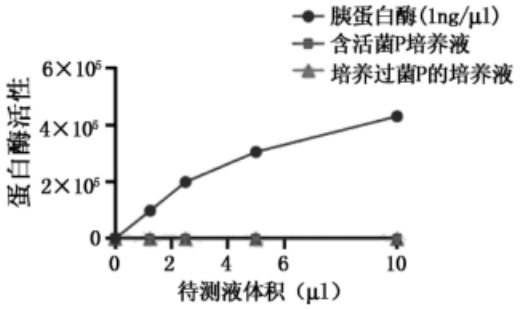
A. 对配制的培养基进行紫外线照射消毒

B. 根据菌落形态、颜色等特征进行初步筛选

C. 利用不同 pH 发酵液筛选低 pH 耐受性菌株

D. 比较各菌株消耗相同底物产酒精量等指标

12. 盲肠中高浓度的胰蛋白酶会损伤肠黏膜，研究者从人粪便中分离一株可降低盲肠中胰蛋白酶含量的厌氧菌 P。取含活菌 P 及培养过菌 P 的培养液，加入 FITC 标记的酪蛋白作底物（酪蛋白分解会使 FITC 发出绿色荧光），检测蛋白酶活性，结果如图。据此分析错误的是（　　）



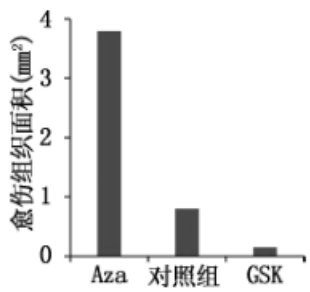
A. 培养菌 P 时需保证严格无氧条件

B. 通过过滤可获取无菌 P 的培养液

C. 荧光强度与蛋白酶活性呈正相关

D. 菌 P 通过分泌蛋白酶降解胰蛋白酶

13. 愈伤组织形成过程中，生长素和细胞分裂素信号通路相关基因存在 DNA 和组蛋白去甲基化现象。研究者利用桃叶片诱导愈伤组织，在培养基中添加 DNA 甲基转移酶抑制剂 Aza 或组蛋白去甲基化酶抑制剂 GSK，检测形成愈伤组织的面积，结果如图。据此分析正确的是（　　）



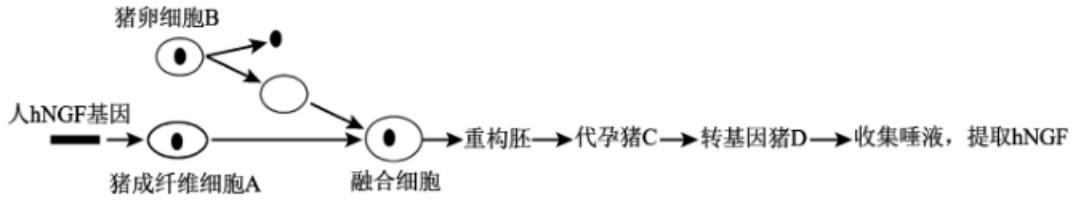
A. 实验器材、培养基和桃叶片等需经高压蒸汽灭菌处理后使用

B. 具有特定形态、排列疏松、有大液泡的结构即为桃愈伤组织

C. DNA 去甲基化和组蛋白甲基化分别抑制、促进愈伤组织形成

D. 推测表观遗传影响激素的信号转导过程进而影响脱分化过程

14. 下图是利用猪唾液腺生产大量高纯度人神经生长因子（hNGF）的流程，相关说法错误的是（　　）



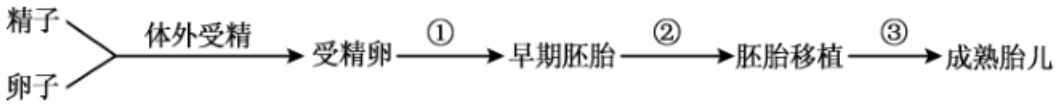
A. 培养猪细胞 A 和重构胚胎通常需　培养液中加入血清

B. 培育转基因猪 D 的过程涉及核移植、胚胎移植等技术

C. 转基因猪 D 的遗传性状由 A 和 C 的遗传物质决定

D. 猪唾液腺作为生物反应器具有不受性别限制的特点

15. 如图是培育“试管婴儿”的主要过程。2012 年中国首例“设计试管婴儿”诞生，该女婴出生目的是挽救患有重度致命贫血病的 14 岁姐姐。



下列叙述错误的是（　　）

A.“设计试管婴儿”需在②时进行遗传学诊断

B.“试管婴儿”“设计试管婴儿”均属有性生殖

C.“设计试管婴儿”的技术不属于“治疗性克隆”

D. 该女婴造血干细胞不能挽救其他贫血病患者

16. 为发挥北京南海子麋鹿苑湿地的生态效益，研究者利用城市再生水对其进行生态恢复。

（1）麋鹿曾广泛分布于我国，野外灭绝后，1985 年重新从英国引入，在北京麋鹿苑建立了性别比例为 3:1(♀：♂）的_____，通过影响_____来提高麋鹿数量。麋鹿苑的所有生物与_____共同组成了生态系统。

（2）上世纪九十年代，由于上游水体污染、缺乏净水补充、垃圾回填等各种外界干扰超过麋鹿苑的_____能力，导致其水面严重缩小、水体缺氧，生态平衡遭到破坏。因此，2006- 2008 年将小红门污水处理厂处理后的再生水引入麋鹿苑，实施了湿地修复工程。 再生水经过滤消毒后，流入水位较深、植物丰富、并放置有适于微生物生长的填料的潜流湿地区。随后，水流进入麋鹿活动区。污水处理厂再生水及湿地修复工程前后水质 情况见下表。

参数	处理后　再生水	湿地修复前(2006 年)	湿地修复后(2009 年)	国家排放标准
总氮(mg/L)	5.6	3.4	1.7	15
总磷(mg/L)	3.3	0.3	0.1	1.0
* COD(mg/L)	29.8	101	15.2	20

注：COD（化学需氧量），表示污水中生物体分解有机物消耗的氧气量，可间接反映水质 有机物含量。

（3）据表可知，湿地修复后的水中总氮、总磷含量和 COD 均_____，请依据所学知识和题中信息解释原因_____。

（4）在糜鹿苑种植多种牧草并利用净化后水喷灌，增加了糜鹿草料的供给，减少了人工饲 料补充量，从能量流动的角度看，_____（多选），取得了良好的生态和经济效益。

A. 增加了生产者固定的太阳能

B. 减少了人工输入生态系统的能量

C. 提高了能量传递效率

（5）工程完成后，糜鹿苑植物和鸟类物种数量均有提升，不仅为北京市民提供了生物多样性保护和湿地教育的场所，促进了当地旅游业的发展；同时湿地还起到了蓄积降水、调节洪水、净化再生水的作用，体现了生物多样性的_____价值。

（6）从上世纪八十年代至今，糜鹿苑湿地生态环境的一系列变化体现了群落的_____过 程，人类活动影响了该过程的_____。要维护恢复后的糜鹿苑湿地生态系统，还可采 取_____（举两例）等措施，以保护水体。

17. 研究发现，精神分裂症患者前额叶皮层 GABA 能中间神经元中 N 基因表达水平显著升高。为研究 N 基因对精神分裂症的作用，研究者进行系列实验。

（1）GABA 能中间神经元释放的 GABA(γ —氨基丁酸，一种神经递质）可与突触后膜上的 _____结合，激活氯离子通道导致氯离子内流，从而向突触后神经元传递_____ 信号。

（2）研究者利用基因工程构建了 GABA 能中间神经元中 N 基因过表达的模型鼠，且外源导 人的 N 基因的表达可被四环素调控（如图 1），检测模型鼠行为，结果如图 2。

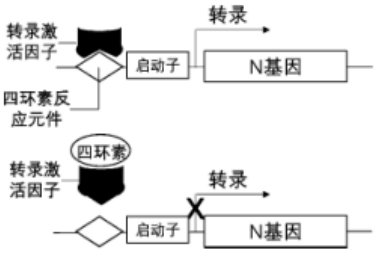


图 1

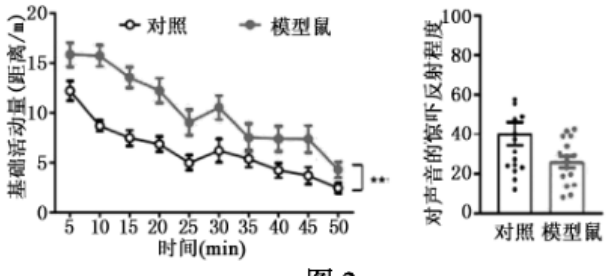


图 2

据图 1 可知，四环素调控 N 基因过表达的机理是_____。 图 2 结果表明，过表达 N 基因的小鼠出现精神分裂行为，体现在_____。

（3）为验证 N 基因的作用，进行如下实验：实验组给模型鼠连续两周饲喂含有四环素的蔗糖水，对照组给正常鼠饲喂等量蔗糖水，检测两组小鼠 N 基因表达情况。 请修正实验方案并预期实验结果_____。

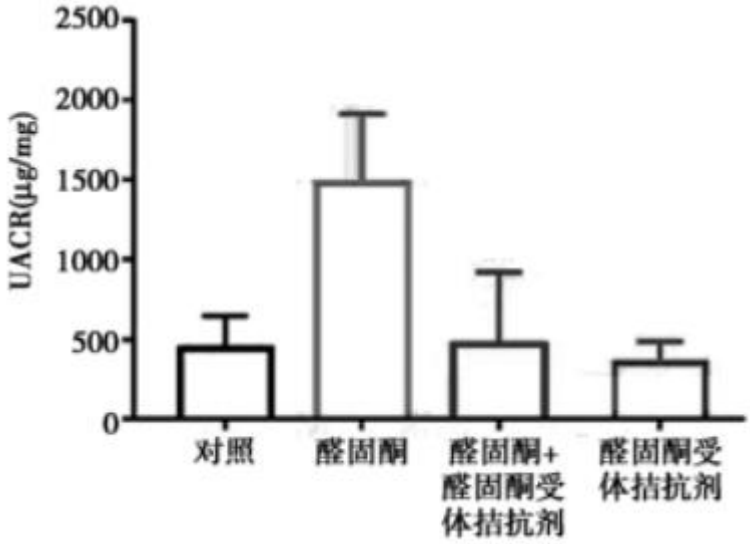
（4）研究发现，模型鼠 GABA 能中间神经元动作电位产生的频率降低。为探究其原因，研究者检测模型鼠 GABA 能中间神经元中钠离子通道的 mRNA 量、钠离子通道蛋白总量以 及细胞膜上的钠离子通道蛋白量，发现与对照组无差异，说明过表达 N 基因_____。 N 基因表达产物是膜定位蛋白，其胞内肽段 I 可与钠离子通道结合，将肽段 I 加入到离体 培养的 GABA 能中间神经元中，检测钠离子通过量发现_____，说明过表达 N 基因抑 制钠离子通道活性。

（5）综合上述研究，阐明精神分裂症患者的发病机制：前额叶皮层 GABA 能中间神经元中 N 基因高表达，_____，使其下游神经元的动作电位产生频率_____，最终导致行为 改变。

18. 糖尿病肾病是一种糖尿病并发症，肾小管间质纤维化是其处于晚期的标志。研究表明， 糖尿病患者血液理化性质改变引起的醛固酮分泌增加可能介导肾病的发生。

（1）醛固酮是_____分泌的一种激素，可促进_____对钠的重吸收，以维持血钠含量的平衡。

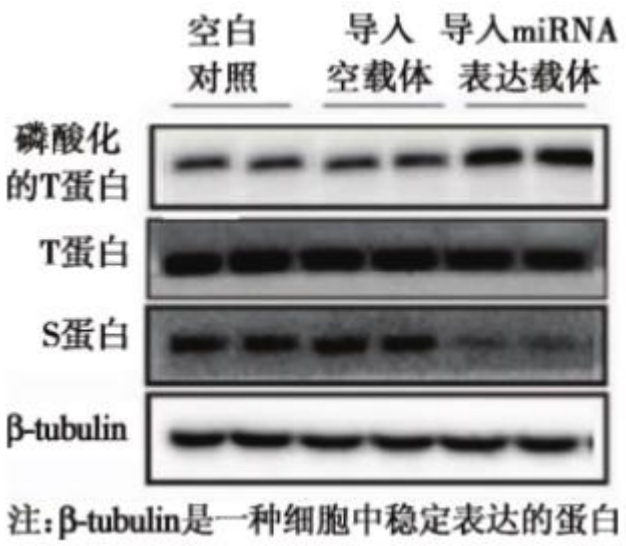
（2）利用植入皮下的微量泵连续 6 周给糖尿病小鼠泵入醛固酮，检测小鼠尿液中 UACR （反映肾脏损伤情况）的水平，如图 1。结果表明_____。



（3）肾小管间质纤维化表现为细胞外基质（ECM）的堆积。用醛固酮处理体外培养的肾脏组 织，检测发现处理组 ECM 堆积程度显著_____，且这种作用可被_____缓解，这在 组织水平证明了（2）的结论。肾脏组织包括肾小管上皮细胞、成纤维细胞等多种细胞， 其中成纤维细胞的活化与增殖直接导致了 ECM 的堆积。研究者用醛固酮分别处理单独培养的肾小管上皮细胞和成纤维细胞，检测前者损伤标志物表

达水平和后者 ECM 堆积 程度，推测醛固酮可能通过损伤肾小管上皮细胞间接激活成纤维细胞，依据是_____。

（4）进一步研究发现，用醛固酮处理后的肾小管上皮细胞及其分泌的囊泡中某种小 RNA (miRNA）含 量增加，且这类囊泡可被成纤维细胞吞噬。该 miRNA 可与 S 基因的转录产物结合，S 蛋白可通过下游信号分子 T 蛋白调控细胞的增殖与活化。 研究者在成纤维细胞中过表达该 miRNA，得到结果如图 2。 综合上述实验结果，解释醛固酮介导糖尿病肾病发生的原因。 _____



（5）本研究为治疗糖尿病肾病提供了新的潜在药物靶点，如_____。

19. 学习以下材料，回答（1）—（5）题。

植物花青素合成的调控机制

花青素是高等植物体内的一种天然色素，能够决定花、果实和块茎等的颜色，其作为重要的抗氧化分子，对植物的生长发育及抵御逆境也有着重要作用。

花青素合成相关基因的表达受 MBW 转录因子复合体的调控。低温、盐胁迫会诱导植物激素茉莉酸（JA）的产生，进而激活 JA 信号通路。JAZ 蛋白是 JA 信号途径中的关键调控蛋白，其通过与 MBW 复合体中一些转录因子的相互作用影响花青素合成。当植物体内的 JA 含量增加，JA 受体 coIl 可以招募 JAZ 到 SCFCOH 复合物上使其泛素化并被蛋白酶体降解，从而解除 JAZ 对 MBW 复合体的抑制作用，进而促进花青素的合成。JAZ 还介导赤霉素对花青素合成的调控，赤霉素与其受体结合后引起 D 蛋白降解，而 D 蛋白可以抑制 JAZ 的活性。

光可以利用信号转导因子调控基因启动子与 MBW 复合体结合的强弱，调节花青素合成途径中相关基因的表达，进而影响花青素的合成。强光照能够促进花青素的积累、弱光照或黑暗条件下能够抑制花青素的积累；不同的光质也可以影响花青素的合成，其中紫外光和蓝紫光对花青素合成的促进效果最佳。糖类物质对花青素的合成也至关重要，花青素是在细胞的内质网上以糖为底物在多种酶的催化下合成的。研究表明，多

种基因的调控依赖于植物体内可溶性糖的含量，蔗糖可以增强 MBW 复合体中一些转录因子的表达，从而触发花青素合成相关基因的表达。

花青素的生物合成受到多种因素的影响，不同信号可通过调控 JAZ 蛋白、MBW 复合体 的表达量或活性来实现信号间的交叉互作，进而共同实现对花青素合成的精密调控。

（1）JA 和赤霉素均是对植物生长发育起调节作用的_____有机物，二者在花青素合成过 程中的作用_____。

（2）糖在花青素合成过程中的功能是多方面的：糖既是合成花青素的_____又可以为花青素的合成过程提供_____，同时糖还作为_____分子调节花青素合成过程而影响植 物着色。

（3）花青素的生物合成受到多种因素的影响。综合文中信息，完善花青素合成的调控模型_____。

（4）色泽是果实品质的主要指标之一。在生产实践中，果农会采取给果实套不同颜色滤光 袋、在地面铺设反光膜（可提高树冠中下部的光照强度）等做法，请任选一种做法解释其原理_____。

（5）植物与动物都能感受多种信号以调节白身生长发育过程，请写出二者细胞在信号的接收和响应方面的共性_____。

20. 疫苗接种是预防新型冠状病毒感染最重要的措施之一，然而病毒的不断变异对现有疫苗的接种效力提出挑战。

（1）新型冠状病毒通过其表面的 S 蛋白与宿主细胞膜蛋白 ACE-2 结合而侵入细胞，S 蛋白作为_____刺激机体产生_____免疫反应，其中_____细胞产生的抗体通过结合 S 蛋白的受体结合区域（RBD）中和病毒，进而阻断其侵害过程，因此 RBD 是疫苗开发的重要靶点。

（2）多种新型冠状病毒突变株在 RBD 区域出现突变。研究者比较病毒野生型和最具代表性 的 5 种突变株的 RBD 氨基酸序列，找到一小段保守序列 RBD9. 1，并展开研究：

实验组小鼠：注射含 RBD9. 1 的缓冲液；

对照组小鼠：注射含野生型病毒 RBD 蛋白或乙肝病毒抗原的缓冲液，同时设置空白对照组。

实验一：取各组小鼠的血清与 ACE-2 蛋白和野生型病毒 RBD 蛋白混合，检测 RBD 和 ACE-2 结合情况。据图 1 分析，乙组和丙组阻断率较高的原因是_____，但由于_____，导致丙组的 阻断率低于乙组。

为进一步评估 RBD9. 1 血清对病毒的中和能力，研究者将各组小鼠的血清分别与病毒 野生型、5 种突变株混合，检测 ACE-2 过表达细胞的病毒感染率，发现_____，说明 RBD9. 1 血清能有效中和野生型病毒及其突变株。

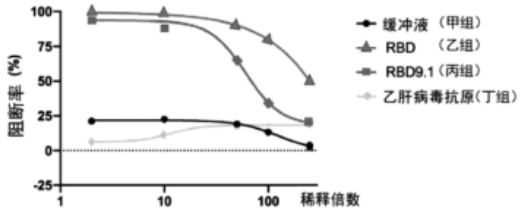


图 1

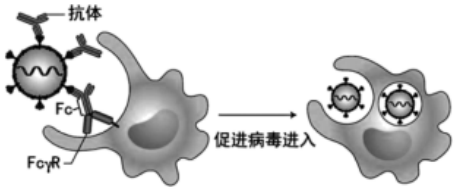


图 2

实验二：用 RBD9. 1 刺激各组免疫后小鼠脾细胞，发现仅乙、丙两组检测到细胞毒性 T 细胞比例、IL-2 等细胞因子的分泌量明显提高，表明 RBD9. 1 可以诱导小鼠产生_____免疫记忆。

（3）某些病毒诱导机体产生的抗体与病毒结合后可引发 ADE 效应（图 2)，加重病情发展。 为探究 RBD9.1 抗体能否通过 Fc-Fc γ R 相互作用介导最新流行突变毒株产生 ADE 效 应，请选择实验材料，设计实验方案。

实验材料：

①Fc 段突变的 RBD9. 1 抗体；②RBD9. 1 抗体；③Fc γ R 抗体；④表达 Fc γ R 的 细胞 D ;⑤Fc γ R 基因敲除的细胞 D;⑥最新流行突变毒株 实验方案：

组别	实验处理	检测
实验组	将 I 共同温育一段时间后，加入到 II 细胞培养瓶中	细胞的病毒感染率
对照组	将 III共同温育一段时间后，加人到 V 细胞培养瓶中	

_____

（4）依据本研究，你是否支持针对 RBD9. 1 进行新型疫苗研发，请说明理由_____。

21. 水稻雄性不育被广泛应用于杂交育种，研究者对一雄性不育品系甲的不育及育性恢复机制进行研究。

（1）取可育品系乙与品系甲杂交，子代均不育。基因组测序发现，与乙相比，甲的线粒体中存 在 M 基因。将 M 基因导入品系乙，与对照组相比，转基因植株花粉粒活性_____，说 明线粒体基因 M 导致品系甲雄性不育。

（2）品系丙与品系甲的线粒体基因一致，但品系丙的育性正常。将品系甲与品系丙杂交，F_2 代出现 1799 株育性正常和 571 株雄性不育的植株，说明丙的育性恢复由_____性基因控制，遵循_____定律。

（3）利用 10 号染色体上特异的分子标记对（2）中亲本、F_1 和 F_2 进行 PCR 扩增，证实育性恢复基因 R 位于 10 号染色体上。



图1

①图 1 中 F_2 某单株的育性为_____。

②为验证 R 是育性恢复基因，进行转基因实验，仅将一个 R 基因导入_____（选填下列字母），并与品系甲杂交，预期结果为_____（选填下列字母）。

A．品系甲　B．品系丙 C. F_1 中可育：不育＝1:1 D.F_1 全部可育

（4）为在同一遗传背景下研究育性恢复基因 R 与不育基因 M 的关系，研究者取水稻品系乙 进行如图 2 杂交实验。



图 2

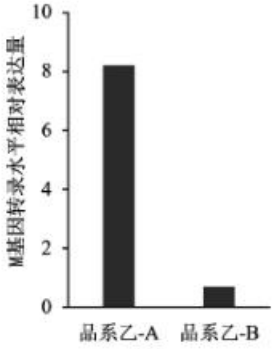


图 3

①为获得绝大多数核基因来自品系乙，且线粒体基因为不育型的可育品系乙-B，请选择 合适品系，写出杂交实验流程_____。

②检测品系乙-A 和乙-B 花药组织中 M 基因转录水平，如图 3。取品系乙-A 叶制备原生质体并用红色荧光标记线粒体，将 R 基因和绿色荧光蛋白基因融合后构建表达载体，导入该原生质体，对照组应导入_____，结果显示实验组绿色荧光与红色荧光位置重叠。据以上结果分析 R 基因恢复育性的机制。

参考答案

1. 【答案】C

【解析】

【分析】激素分泌后可通过血液运输，与靶细胞上特异性受体结合进而调节细胞的代谢活动。

【详解】A、ANP 是心房肌细胞分泌的激素，需要经过体液运输到达肾脏，A 正确；

B、ANP 是一种激素，需与特定受体结合发挥作用，B 正确；

C、 ANP 可促进肾脏排水，而抗利尿激素可促进肾小管和集合管对水分的重吸收，减少水分排出，因此 ANP 与抗利尿激素对水分调节是相抗衡的作用，C 错误；

D、循环血量增加，ANP 释放量增加， ANP 可促进肾脏排钠、 排水，使血量恢复；当循环血量降低时，ANP 释放减少，因此 ANP 分泌受到血量的负反馈调节，D 正确。

故选 C。

2. 【答案】B

【解析】

【分析】稳态是指在神经系统和体液的调节下，通过各个器官、系统的协调活动，共同维持内环境相对稳定的状态。

【详解】A、内环境的稳态是指内环境中的组成成分和理化性质保持相对稳定的状态，稳态失调是指超过了机体的自我调节能力，使机体出现了相应的病症，而血液中出现缺氧、CO_2 升高等变化可通过机体进行自我调节，因此并不能说明稳态失衡，A 错误；

B、CO_2 是细胞呼吸产生 代谢废物，也能作为一种信号刺激颈动脉体产生神经冲动，B 正确；

C、H^+不是激素，其刺激颈动脉体的过程不属于激素调节，C 错误；

D、延髓通过内脏运动神经支配呼吸心跳，D 错误。

故选 B。

3. 【答案】A

【解析】

【分析】条件反射是人出生以后在生活过程中逐渐形成的后天性反射，是在非条件反射的基础上，经过一定的过程，在大脑皮层参与下完成的，是一种高级的神经活动，是高级神经活动的基本方式。

【详解】A、电刺激引起的逃避属于非条件反射，电刺激属于非条件刺激，A 错误；

B、声音刺激引起的逃避属于条件反射，声音属于条件刺激，如果反复应用条件刺激而不给予非条件刺激，条件反射就会逐渐减弱，以至最终完全不出现，即条件反射消退，B 正确；

C、根据题意可知“主动回避率达 65%说明建立条件反射，回降到 35%以下说明条件反射消退”，根据表格

数据可知，对照组在第 5 天建立主动回避条件反射，第 7 天消退，C 正确；

D、研究者将多巴胺受体阻断剂注射入实验组大鼠的海马齿状回区，给予大鼠声音刺激后再电刺激，结果实验组没有形成条件反射，说明大鼠主动回避学习与多巴胺受体的激活有关，D 正确。

故选 A。

4. 【答案】C

【解析】

【分析】人体的三道防线：第一道防线是由皮肤和黏膜构成的，他们不仅能够阻挡病原体侵入人体，而且它们的分泌物（如乳酸、脂肪酸、胃酸和酶等）还有杀菌的作用。第二道防线是体液中的杀菌物质和吞噬细胞。第三道防线主要由免疫器官（扁桃体、淋巴结、胸腺、骨髓、和脾脏等）和免疫细胞（淋巴细胞、吞噬细胞等）借助血液循环和淋巴循环而组成的。

【详解】A、黏膜上皮间的 M 细胞能将抗原吞入，随后输送抗原透过黏膜转运到淋巴组织，该细胞发挥了抗原呈递细胞的作用，而抗原呈递细胞不能特异性识别并杀死抗原，因此 M 细胞不能够特异性识别并杀死入侵机体的抗原，A 错误；

B、体液中的杀菌物质构成人体第二道防线，B 错误；

C、免疫细胞均来自于骨髓造血干细胞的分裂和分化，C 正确；

D、黏膜上皮间的 M 细胞能将抗原吞入，随后输送抗原透过黏膜转运到淋巴组织，诱导 T 细胞和 B 细胞反应，启动黏膜免疫应答，因此雾化吸入式疫苗能诱发机体呼吸道黏膜免疫，D 错误。

故选 C。

5. 【答案】A

【解析】

【分析】脱落酸在根冠和萎蔫的叶片中合成较多，在将要脱落和进入休眠期的器官和组织中含量较多。脱落酸是植物生长抑制剂，它能够抑制细胞的分裂和种子的萌发，还有促进叶和果实的衰老和脱落，促进休眠和提高抗逆能力等作用。

【详解】A、据图可知，ABA 处理后至少 5 分钟以后才会引起明显的内向正电流和胞质 Ca^{2+}增加，不会引起气孔迅速关闭，A 错误；

B、据图可知，胞质 Ca^{2+}增加与内向正电流产生基本一致，B 正确；

C、测定 ABA 处理后内向正电流和胞质 Ca^{2+}变化的时间，箭头为 ABA 处理示意点，不一定在箭头处添加，C 正确；

D、植物对缺水环境的响应涉及 ABA 激活叶片保卫细胞膜 Ca^{2+}通道、Ca^{2+}运输和保卫细胞失水，涉及物质运输、能量转换和信息传递，D 正确。

故选 A。

6. 【答案】B

【解析】

【分析】1、生长素类具有促进植物生长的作用，在生产上的应用主要有：（1）促进扦插的枝条生根；（2）促进果实发育；（3）防止落花落果。

2、赤霉素的生理作用是促进细胞伸长，从而引起茎秆伸长和植物增高。此外，它还有防止器官脱落和解除种子、块茎休眠促进萌发等作用。

3、细胞分裂素在根尖合成，在进行细胞分裂的器官中含量较高，细胞分裂素的主要作用是促进细胞分裂和扩大，此外还有诱导芽的分化，延缓叶片衰老的作用。

4、脱落酸在根冠和萎蔫的叶片中合成较多，在将要脱落和进入休眠期的器官和组织中含量较多．脱落酸是植物生长抑制剂，它能够抑制细胞的分裂和种子的萌发，还有促进叶和果实的衰老和脱落，促进休眠和提高抗逆能力等作用。

5、乙烯主要作用是促进果实成熟，此外，还有促进老叶等器官脱落的作用。植物体各部位都能合成乙烯。

【详解】A、细胞分裂素可以促进细胞分裂，细胞分裂素类调节剂能促进果实膨大，A 正确；

B、乙烯广泛存在于多种组织和器官，能促进果实成熟，乙烯类调节剂不能促进果实发育，B 错误；

C、脱落酸能抑制细胞分裂，促进叶片、果实的衰老和脱落，抑制萌发，C 正确；

D、赤霉素能解除休眠和促进细胞伸长，促进茎的伸长和促进种子的萌发，赤霉素类拮抗剂抑制细胞伸长，D 正确。

故选 B。

7. 【答案】C

【解析】

【分析】1、生态位是指物种利用群落各种资源的幅度以及该物种与群落中其他物种相互关系的总和，它表示物种在群落中的地位、作用和重要性。

2、一个物种的生态位不仅决定于它生活在什么地方，而且决定于它与食物、天敌和其它生物的关系，包括它吃什么和被什么所吃，以及与其它物种之间的各种关系等。

【详解】A、群落是由一定区域中的所有生物构成的，包括动物、植物和微生物，因此该区域内的所有生物共同组成一个群落，A 正确；

B、由于阳光，温度和水分等随季节变化，群落的结构会随之发生规律性变化，属于群落特征的季节性，因此该群落的外貌和结构会呈现出季节性变化，B 正确；

C、生态位是指一个种群在群落中所占据的位置及其与相关种群之间的功能关系，一个物种的生态位不仅决定于它占据的空间位置，而且决定于它与食物、天敌和其它生物的关系，因此群落中的优势植物不一定

占据着相同的生态位，C 错误；

D、不同样点的差异是指水平方向上不同地点的生物分布存在不同，体现了群落的水平结构，D 正确。

故选 C。

8. 【答案】D

【解析】

【分析】病毒没有细胞结构，只能寄生在活细胞内才能增殖。

【详解】A、噬藻体是一类浮游病毒，没有细胞结构，不含细胞膜和核糖体，A 错误；

B、噬藻体是一类浮游病毒，可侵染蓝细菌并致其裂解死亡，说明噬藻体与蓝细菌为寄生关系，不是捕食关系，B 错误；

C、生态系统的第一营养级是生产者，而噬藻体是一类浮游病毒，为消费者，C 错误；

D、噬藻体可侵染蓝细菌并致其裂解死亡，使蓝细菌的有机物被分解者分解为无机物的过程加快，因此噬藻体可促进所处生态系统的物质循环，D 正确。

故选 D。

9. 【答案】C

【解析】

【分析】生态系统中信息的种类：（1）物理信息：生态系统中的光、声、温度、湿度、磁力等，通过物理过程传递的信息，如蜘蛛网的振动频率。（2）化学信息：生物在生命活动中，产生了一些可以传递信息的化学物质，如植物的生物碱、有机酸，动物的性外激素等。（3）行为信息：动物的特殊行为，对于同种或异种生物也能够传递某种信息，如孔雀开屏。

【详解】A、根据左图可知，与斑鸫鹛共处时，戴胜觅食时间增多、警戒时间减少，A 正确；

B、由左图分析可知，戴胜和斑鸫鹛共处时戴胜在树上的觅食时间缩短，但戴胜的总觅食时间比单独生活时延长，这说明戴胜和斑鸫鹛共处是有利于戴胜在其他领域觅食的，即和斑鸫鹛一起活动时，戴胜的觅食范围有所扩大，B 正确；

C、斑鸫鹛的警报声属于物理信息，C 错误；

D、根据由图可知，斑鸫鹛听到戴胜的警报声后逃走躲避所占的比例明显低于戴胜听到斑鸫鹛的警报声后逃走躲避所占的比例，说明与戴胜相比，斑鸫鹛从偷听行为中获得利益相对较小，D 正确。

故选 C。

10. 【答案】B

【解析】

【分析】生物多样性的保护：（1）就地保护（自然保护区）：就地保护是保护物种多样性最为有效的措施。（2）易地保护：动物园、植物园。（3）利用生物技术对生物进行濒危物种的基因进行保护。如建立精

子库、种子库等。（4）利用生物技术对生物进行濒危物种进行保护。如人工授精、组织培养和胚胎移植等。

【详解】A、建立北京生物多样性数据库，绘制物种生境地图，有利于了解生物多样性并对其进行保护，A 正确；

B、选择森林绿地植物物种的首要原则是要适应环境，其次才是考虑“美观”，B 错误；

C、通过营造浮岛等措施增加环境的多样性可满足鸟类的多样化生境需求，C 正确；

D、在市区公园建设涵道，解决排洪和动物迁徙的问题，有利于促进不同种群间的基因交流，有利于保护生物多样性，D 正确。

故选 B。

11. 【答案】A

【解析】

【分析】选择培养基是指允许特定种类的微生物生长，同时抑制或阻止其他种类微生物生长的培养基。能在低 pH 的培养基中生长的是低 pH 耐受性菌株。

【详解】A、对配制的培养基需要经过高压蒸汽灭菌，A 错误；

B、不同菌体形成的菌落的形态、颜色等特征不同，因此可根据菌落形态、颜色等特征进行初步筛选，B 正确；

C、不同菌株对 pH 的耐受性不同，可利用不同 pH 发酵液筛选低 pH 耐受性菌株，C 正确；

D、筛选青梅果酒酿造专用菌，需要其分解葡萄糖产生酒精的量较高，因此可比较各菌株消耗相同底物产酒精量等指标来筛选青梅果酒酿造专用菌，D 正确。

故选 A。

12. 【答案】C

【解析】

【分析】酶具有专一性，蛋白酶可分解蛋白质，已知酪蛋白分解会使 FITC 发出绿色荧光，因此根据图示可知，含活菌 P 及培养过菌 P 的培养液中均含有蛋白酶。

【详解】A、P 为肠道内的厌氧菌，因此培养菌 P 时需保证严格无氧条件，A 正确；

B、G_2 漏斗纱过滤可灭菌，因此可通过过滤获取不含菌 P 的培养液，B 正确；

C、胰蛋白酶会分解蛋白质，FITC 标记的酪蛋白被分解后会使 FITC 发出绿色荧光，据图可知荧光强度与酶活性在一定范围内呈正相关，因此荧光强度与蛋白酶活性在一定范围内呈正相关，C 错误；

D、据图可知，含活菌 P 及培养过菌 P 的培养液中加入相同的待测液时蛋白酶的活性相同，可推测菌 P 通过分泌蛋白酶降解胰蛋白酶，D 正确。

故选 C。

13. 【答案】D

【解析】

【分析】表观遗传是指 DNA 序列不发生变化，但基因的表达却发生了可遗传的改变，即基因型未发生变化而表现型却发生了改变，如 DNA 的甲基化，甲基化的基因不能与 RNA 聚合酶结合，故无法进行转录产生 mRNA，也就无法进行翻译，最终无法合成相应蛋白，从而抑制了基因的表达。

【详解】A、桃叶片属于外植体，不能用高压蒸汽灭菌处理，A 错误；

B、愈伤组织细胞是由一小团无定形状态的薄壁细胞组成的，即没有特定形态，B 错误；

C、与对照组相比，在培养基中添加 DNA 甲基转移酶抑制剂 Aza 会使愈伤组织面积增加，说明 DNA 甲基转移酶抑制剂 Aza 会促进愈伤组织的形成，而 DNA 甲基转移酶抑制剂 Aza 可抑制甲基化的形成，因此 DNA 去甲基化可促进愈伤组织的形成，同理，与对照组相比，在培养基中添加组蛋白去甲基化酶抑制剂 GSK 会使愈伤组织面积减小，说明组蛋白甲基化可抑制愈伤组织形成，C 错误；

D、图示加入 DNA 甲基转移酶抑制剂 Aza 或组蛋白去甲基化酶抑制剂 GSK 会影响愈伤组织的形成，而愈伤组织的形成是脱分化的结果，因此可推测表观遗传影响激素的信号转导过程进而影响脱分化过程，D 正确。

故选 D。

14. 【答案】C

【解析】

【分析】图示是利用了基因工程、细胞核移植和胚胎移植等技术生产人神经生长因子（hNGF）。

【详解】A、血清中含有多种未知的促进细胞生长的物质，因此培养猪细胞 A 和重构胚胎通常需在培养液中加入血清，A 正确；

B、图示将经过转基因的猪的成纤维细胞核导入去核的卵母细胞，采用了细胞核移植技术，形成的重构胚发育到桑椹胚或囊胚后经胚胎移植导入代孕猪 C 子宫内，该过程采用了胚胎移植技术，B 正确；

C、据图可知，转基因猪的遗传物质来自卵细胞 B 的细胞质和成纤维细胞 A 的细胞核以及人的 hNGF 基因，代孕猪 C 没有为其提供遗传物质，C 错误；

D、雌雄动物体的唾液腺都可以合成分泌物，因此猪唾液腺作为生物反应器具有不受性别限制的特点，D 正确。

故选 C。

15. 【答案】D

【解析】

【分析】试管婴儿技术是指通过人工操作使卵子和精子在体外条件下成熟和受精，并通过培养发育为早期胚胎后，再经移植后产生后代的技术。设计试管婴儿技术是通过体外受精获得许多胚胎，然后从中选择符

合要求的胚胎，再经移植后产生后代的技术。

【详解】A、“设计试管婴儿”的目的是用于治疗某些疾病，需在②胚胎移植前进行遗传学诊断，A 正确；

B、“试管婴儿”和“设计试管婴儿”均涉及精卵细胞在体外受精，所以均属有性生殖，B 正确；

C、“设计试管婴儿”也是利用体外授精和胚胎移植的方法，培育新生命，属于有性生殖，不属于克隆，C 正确；

D、只要供者和受者的主要 HLA 有一半以上相同，即可进行器官移植，因此该女婴造血干细胞也能挽救其他贫血病患者，D 错误。

故选 D。

16. 【答案】（1） ①. 种群 ②. 出生率

③. 非生物环境

（2）自我调节 （3） ①. 显著降低 ②. 潜流湿地区填料有利于微生物增殖，并通过分解作用将污水中含氮和含磷有机物分解为可被植物根系吸收的无机物 （4）AB （5）直接和间接

（6） ①. 演替 ②. 速度和方向 ③. 禁止向上游排放工业及生活污水、禁止倾倒垃圾

【解析】

【分析】生物多样性的价值：（1）直接价值：对人类有食用、药用和工业原料等使用意义，以及有旅游观赏、科学研究和文学艺术创作等非实用意义的。（2）间接价值：对生态系统起重要调节作用的价值（生态功能）。（3）潜在价值：目前人类不清楚的价值。3、生物多样性的保护：（1）就地保护（自然保护区）：就地保护是保护物种多样性最为有效的措施。

【小问 1 详解】

种群是同一区域内同一物种的集合体；性比率影响出生率，从而影响种群的数量；生态系统指所有生物与非生物环境的集合体。

【小问 2 详解】

生态系统具有一定的自我调节能力，超过该能力生态系统会被破坏。

【小问 3 详解】

结合表格可知，修复后的湿地水中的总氮、总磷含量和 COD 均下降，从之前的 3.4、0.3、101 变成 1.7、0.1、15.2；潜流湿地区填料有利于微生物增殖，并通过分解作用将污水中含氮和含磷有机物分解为可被植物根系吸收的无机物，使得 N、P 等显著下降。

【小问 4 详解】

A、牧草是生产者，能固定太阳能，增加了生态系统中能量的来源，A 正确；

B、在麋鹿苑种植多种牧草增加了麋鹿草料的供给，减少了人工饲 料补充量，减少了人工饲 料补充量，B 正确；

C、在麋鹿苑种植多种牧草不能改变能量的传递效率，C 错误。

故选 AB。

【小问 5 详解】

蓄积降水、调节洪水、净化再生水，属于生态方面的价值，是生物多样性的间接价值，而提供了生物多样性保护和湿地教育的场所，促进了当地旅游业的发展，是生物多样性的直接价值。

【小问 6 详解】

麋鹿苑湿地生态环境的一系列变化，群落的类型发生改变，为群落演替；人类活动可以改变环境，改变演替的速度和方向；由于上游水体污染、缺乏净水补充、垃圾回填等各种外界干扰，使生态平衡遭到破坏，因此禁止向上游排放工业及生活污水、禁止倾倒垃圾等可以维护恢复后的麋鹿苑湿地生态系统。

17. 【答案】（1） ①. （特异性）受体 ②. 抑制

（2） ①. 四环素与转录激活因子结合，抑制 N 基因的转录 ②. 基础活动量减弱，对声音的惊吓反射程度降低

（3）实验方案修正：对照组给模型鼠饲喂等量蔗糖水，检测两组小鼠精神分裂情况。

实验结果：对照组精神分裂，实验组精神正常。

（4） ①. 不影响钠离子通道蛋白的量 ②. 减少

（5） ①. 使钠离子通道活性下降，钠离子内流减少 ②. 降低

【解析】

【分析】基因表达是指将来自基因的遗传信息合成功能性基因产物的过程。基因表达产物通常是蛋白质，所有已知的生命，都利用基因表达来合成生命的大分子。转录过程由 RNA 聚合酶（RNAP）进行，以 DNA 为模板，产物为 RNA。RNA 聚合酶沿着一段 DNA 移动，留下新合成的 RNA 链。翻译是以 mRNA 为模板合成蛋白质的过程，场所在核糖体。

【小问 1 详解】

神经递质能与突触后膜上的受体结合，使下一个神经元兴奋或抑制；GABA 是抑制性神经递质，会使氯离子内流，使下一个神经元膜电位仍为外正内负，且电位差增大。

【小问 2 详解】

转录是转录激活因子与启动子结合，形成 RNA 的过程，四环素与转录激活因子结合，抑制转录的进行，调控 N 基因过表达；结合图 2 可知，模型鼠的基础活动量和对声音的惊吓反射程度都减弱，出现精神分裂行为。

【小问 3 详解】

实验组给模型鼠连续两周饲喂含有四环素的蔗糖水，对照组给模型鼠饲喂等量蔗糖水，检测两组小鼠精神行为。 实验结果：四环素影响 N 基因的表达，N 基因过表达会使小鼠出现精神分裂，因此，对照组出现

精神分裂，而实验组未出现精神分裂。

【小问 4 详解】

钠离子内流引起动作电位产生，模型鼠 GABA 能中间神经元动作电位产生的频率降低，而钠离子通道的 mRNA 量、钠离子通道蛋白总量以 及细胞膜上的钠离子通道蛋白量，与对照组无差异，说明 N 基因过表达不影响钠离子通道的形成；N 基因表达产物可与钠离子通道结合，抑制钠离子通道活性，使钠离子通过量降低，动作电位产生的频率降低。

【小问 5 详解】

N 基因高表达，会抑制钠离子通道活性，钠离子内流减少，使下一神经元的动作电位降低，最终导致行为改变。

18. 【答案】（1） ①. 肾上腺皮质 ②. 肾小管和集合管

（2）醛固酮可引起糖尿病小鼠肾脏损伤，该作用可通过醛固酮受体实现

（3） ①. 增加 ②. 醛固酮受体拮抗剂 ③. 处理组肾小管上皮细胞损伤标志物表达水平高于未处理组，处理组成纤维细胞 ECM 堆积程度与未处理组无明显差异

（4）醛固酮引起肾小管上皮细胞高表达某 miRNA，该 miRNA 进入成纤维细胞后，通过抑制 S 基因表达使 T 蛋白磷酸化，促进细胞活化与增殖，使 ECM 堆积造成肾小管间质纤维化

（5）激活 S 基因表达的药物（合理即可）

【解析】

【分析】由题分析醛固酮含量升高则肾脏损伤程度升高，醛固酮受体拮抗剂导致醛固酮无法发挥作用则肾脏损伤程度下降。由图二分析醛固酮使得 T 蛋白活化促进成纤维细胞活化从而造成 ECM 堆积导致肾病。

【小问 1 详解】

醛固酮是由肾上腺皮质分泌；促进肾小管集合管对钠离子的重吸收，维持内环境钠离子含量和渗透压平衡。

【小问 2 详解】

由图分析，醛固酮处理组要比对照组 UACR 高，但加入醛固酮受体拮抗剂时，这种作用被明显减弱，证明醛固酮发挥作用能提高了肾脏损伤程度，且是通过醛固酮受体实现的。

【小问 3 详解】

醛固酮可以增加肾脏的损伤程度，表现在肾小管间质纤维化即 ECM 的堆积，因此处理组的 ECM 堆积程度显著提高；图 1 中显示加入醛固酮受体拮抗剂可明显减弱 ECM 的堆积，因此这种作用可被醛固酮受体拮抗剂减弱；题干中表示实验结论为：推测醛固酮可能通过损伤肾小管上皮细胞间接激活成纤维细胞，因此单独用醛固酮处理肾小管上皮细胞时，处理组的损伤标志物表达水平应该高于未处理组，但单独处理成纤维细胞时，由于缺少肾小管上皮细胞的作用，成纤维细胞并未被明显激活造成 ECM 的堆积，因此处理组成纤维细胞

ECM 堆积程度与未处理组无明显差异。

【小问 4 详解】

由图 2 分析，导入 miRNA 表达载体，使得 miRNA 升高，S蛋白含量下降，磷酸化的 T 蛋白含量升高，由此推测醛固酮引起肾小管上皮细胞高表达某 miRNA，该 miRNA 进入成纤维细胞后，通过抑制 S 基因表达使 T 蛋白磷酸化，促进细胞活化与增殖，使 ECM 堆积造成肾小管间质纤维化。

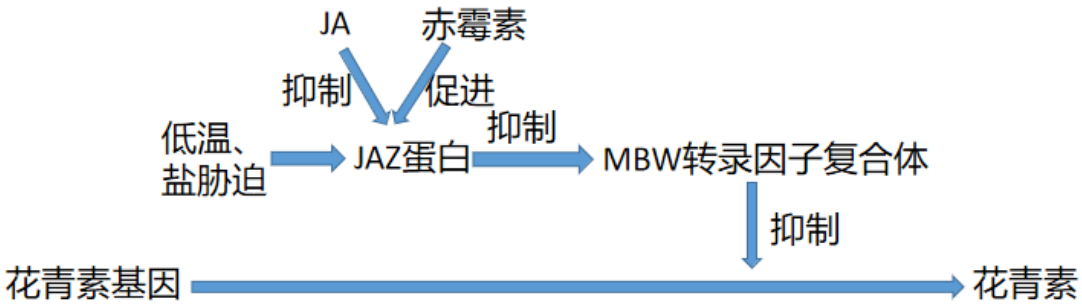
【小问 5 详解】

综上分析，S 蛋白基因被抑制从而导致 T 蛋白磷酸化，进而使得 ECM 堆积，因此可以从 S 蛋白基因入手，选择激活 S 基因表达　药物。

19. 【答案】（1）　①. 小分子　②. 拮抗

（2）　①. 原料　②. 能量　③. 信息

（3）



（4）光可以利用信号转导因子调控基因启动子与 MBW 复合体结合的强弱，调节花青素合成途径中相关基因的表达，强光照能够促进花青素的积累、弱光照或黑暗条件下能够抑制花青素的积累，因此在地面铺设反光膜（可提高树冠中下部的光照强度），可改变花青素的含量，改变色泽；不同的光质也可以影响花青素的合成，套不同颜色滤光袋影响光的波长，改变花青素的含量，影响色泽。

（5）植物和动物都能接收外界信号，影响体内激素的合成与分泌，调节自身生长发育。

【解析】

【分析】赤霉素：①合成部位：主要是未成熟的种子、幼根和幼芽；②作用：促进细胞伸长，从而引起植株增高；促进种子萌发和果实发育；③应用：促进矮生性植株茎秆伸长；接触种子休眠，提高用来播种。

【小问 1 详解】

JA 和赤霉素均是小分子有机物，对植物生长发育起调节作用；当植物体内的 JA 含量增加，解除 JAZ 对 MBW 复合体的抑制作用，进而促进花青素的合成，赤霉素与其受体结合后引起 D 蛋白降解，而 D 蛋白可以抑制 JAZ 的活性，说明赤霉素会激活 JAZ 的活性，抑制花青素的合成，说明 JA 和赤霉素在花青素合成过 程中的作用是拮抗。

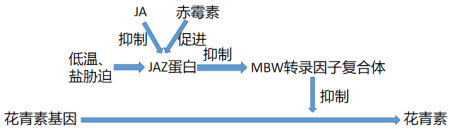
【小问 2 详解】

花青素是在细胞　内质网上以糖为底物在多种酶的催化下合成的，糖既是合成花青素的原料，也可以为花

青素的合成提供能量；多种基因的调控依赖于植物体内可溶性糖的含量，故糖还可以作为信息分子触发花青素合成相关基因的表达。

【小问 3 详解】

花青素合成相关基因的表达受 MBW 转录因子复合体的调控。JA 解除 JAZ 对 MBW 复合体的抑制作用，进而促进花青素的合成，赤霉素降解 D 蛋白，激活 JAZ，抑制花青素的合成。图示如下。



【小问 4 详解】

光可以利用信号转导因子调控基因启动子与 MBW 复合体结合的强弱，调节花青素合成途径中相关基因的表达，强光照能够促进花青素的积累、弱光照或黑暗条件下能够抑制花青素的积累，因此在地面铺设反光膜（可提高树冠中下部的光照强度），可改变花青素的含量，改变色泽；不同的光质也可以影响花青素的合成，套不同颜色滤光袋影响光的波长，改变花青素的含量，影响色泽。

【小问 5 详解】

植物和动物都能接收外界信号，影响体内激素的合成与分泌，调节自身生长发育。

20. 【答案】（1） ①. 抗原 ②. 特异性 ③. #效应 B##浆#

（2） ①. 乙组和丙组中注射了 RBD，其血清中含有 RBD 的抗体，能与 ACE-2 蛋白结合 ②. 丙组中为一小段保守序列 RBD9. 1，特异性较乙组低 ③. 野生型与突变型的感染率相同（近）

④. 细胞

（3）I：RBD9.1 抗体与最新流行突变毒株

II：FcγR 基因敲除 细胞

III：RBD9. 1 抗体与最新流行突变毒株

V：表达 FcγR 的细胞

（4）RBD9. 1 特异性低，不适宜进行新型疫苗研发

【解析】

【分析】疫苗是将病原微生物（如细菌、立克次氏体、病毒等）及其代谢产物，经过人工减毒、灭活或利用转基因等方法制成的用于预防传染病的自动免疫制剂。疫苗保留了病原菌刺激动物体免疫系统的特性。当动物体接触到这种不具伤害力的病原菌后，免疫系统便会产生一定的保护物质，如免疫激素、活性生理物质、特殊抗体等；当动物再次接触到这种病原菌时，动物体的免疫系统便会依循其原有的记忆，制造更多的保护物质来阻止病原菌的伤害。

【小问 1 详解】

S 蛋白使人体产生特异性反应，为抗原；抗原可以使人体发生特异性反应，包括细胞免疫和体液免疫；抗

体是体液免疫中产生的，产生抗体的细胞为效应 B 细胞即浆细胞。

【小问 2 详解】

乙组为 RBD 组，丙组为 RBD9.1 组，两者都是 S 蛋白的受体结合区域，乙组和丙组的血清中含有受体结合区域的抗体，膜蛋白 ACE-2 也是 S 蛋白的结合位点，因此乙组和丙组的血清都能和 ACE-2 结合；由于丙组只有一小段保守序列 RBD9. 1，特异性较低，因此，产生的抗体特异性也较低，结合率丙组较乙组低，导致丙组的 阻断率低于乙组；5 种突变株的病毒感染率与野生型相同，说明 RBD9. 1 血清能有效中和野生型病毒及其突变株；细胞毒性 T 细胞参与的是细胞免疫，因此 RBD9. 1 可以诱导小鼠产生细胞免疫。

【小问 3 详解】

I为 RBD9.1 抗体与最新流行突变毒株共同温育一段时间后，加入到 FcγR 基因敲除的细胞中，因此II为 FcγR 基因敲除的细胞，该组为实验组；III为 RBD9. 1 抗体与最新流行突变毒株共同温育一段时间后，加入表达 FcγR 的细胞，因此 V 为表达 FcγR 的细胞，该组对照组。若实验组的病毒感染率大于对照组，则说明 RBD9.1 抗体能通过 Fc-FcγR 相互作用介导最新流行突变毒株产生 ADE 效应。

【小问 4 详解】

RBD 是疫苗开发的重要靶点，RBD9. 1 是一小段保守序列，RBD9. 1 血清能有效中和野生型病毒及其突变株，因此，RBD9. 1 特异性低，不适宜作为疫苗研发的对象。

21. 【答案】（1）丧失　　（2）　　①. 显性　　②. 分离

（3）　　①. 100%　　②. A、C

（4）　　①. 让品系甲和品系丙杂交，得到的子一代与品系丙继续杂交，经过连续多代杂交可获得品系乙-B　　②. r 基因和绿色荧光蛋白基因融合后构建的表达载体

【解析】

【分析】雄性不育是指花粉不育，可植株用于杂交可免去去雄的麻烦。子一代自交后代为 3∶1 常用于判断控制生物性状的基因遵循分离定律。

【小问 1 详解】

甲为不育品系，乙为可育品系，与乙相比，甲的线粒体中存在 M 基因。若要说明线粒体基因 M 导致品系甲雄性不育，可将 M 基因导入品系乙。若 M 基因导致雄性不育，则与对照组相比，转基因植株花粉粒活性丧失。

【小问 2 详解】

品系丙与品系甲的线粒体基因一致，但品系丙的育性正常。将品系甲与品系丙杂交，F_2 代出现 1799 株育性正常和 571 株雄性不育的植株，1799∶571≈3∶1，因此可说明育性正常为显性基因控制的性状，且根据 3∶1 可知控制育性恢复的是一对等位基因，因此丙的育性恢复由显性基因控制，遵循分离定律。

【小问 3 详解】

①根据品系甲和品系丙的条带可知，甲和丙均为纯合子，育性恢复基因为 R，则甲不育的基因型为 rr，丙的基因型为 RR，子一代为杂合子，图示 F_2 某植株出现两种条带，即含有两种基因，因此为 Rr，表现为可育，因此图中 F_2 某单株的育性为 100%。

②为验证 R 是育性恢复基因，可将一个 R 基因导入不育品系甲中，则转基因甲的基因型为 R0，为雄性可育，可做母本，而品系甲为雄性不育，基因型为 rr，因此转基因甲和品系甲杂交，后代基因型为 Rr∶r0=1∶1，即 F_1 中可育∶不育＝1∶1。

【小问 4 详解】

①图 2 中品系甲和品系乙杂交，在通过子一代和品系乙连续多代杂交，可筛选品系乙-A，因此若要获得绝大多数核基因来自品系乙，且线粒体基因为不育型的可育品系乙-B，可仿照上图杂交方式，让品系甲和品系丙（线粒体基因为不育型）杂交，得到的子一代与品系丙在杂交，通过连续多代杂交，可获得可育品系乙-B。

②根据图 3 可知，品系乙-A 的 M 基因的转录水平相对表达量较高，而品系乙-B 的 M 基因的转录水平相对表达量较低，若要研究育性恢复基因 R 与不育基因 M 的关系，实验组是将 R 基因和绿色荧光蛋白基因融合后构建表达载体，导入该原生质体，则对照组应导入 r 基因和绿色荧光蛋白基因融合后构建的表达载体。