2022 北京东城高三二模

生　　物

第一部分选择题

1. 贝日阿托菌利用氧化 H_2S 产生的能量固定 CO_2 合成有机物，下列微生物与贝日阿托菌在生态系统中属于同一组成成分的是（　）

A. 乳酸菌　　B. 大肠杆菌　　C. 蓝细菌　　D. 酵母菌

2. 乳糖酶是人体小肠中的一种消化酶。人体缺乏乳糖酶会引起乳糖消化吸收障碍，部分患者出现腹痛、胀气和腹泻等消化不良的临床症状，称为乳糖不耐受。下列相关说法错误的是（　）

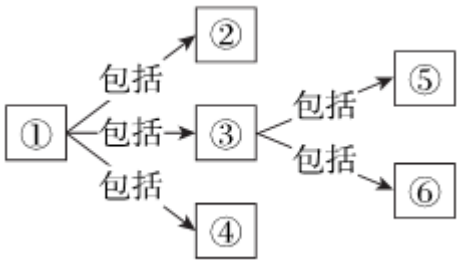
A. 组成乳糖酶和乳糖的化学元素均为 C、H、O、N

B. 乳糖属于二糖，水解形成单糖后利于被吸收利用

C. 乳糖酶在体内和体外均可以发挥催化　作用

D. 饮用经乳糖酶处理的牛奶能缓解乳糖不耐受症状

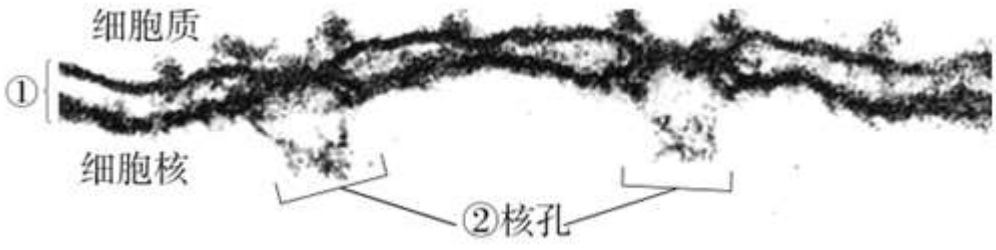
3. 将与生物学有关的内容依次填入如图各框中，其中包含关系错误的选项是（　）



	①	②	③	④	⑤	⑥
A	动物细胞	细胞膜	细胞质	细胞核	细胞质基质	细胞器
B	物质进出细胞　方式	主动运输	被动运输	胞吞、胞吐	自由扩散	协助扩散
C	减数分裂	分裂间期	减数分裂I	减数分裂II	同源染色体分离	姐妹染色单体分离
D	内环境稳态的维持	神经调节	免疫调节	体液调节	非特异性免疫	特异性免疫

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

4. 下图为核膜的电镜照片，相关叙述错误的是（　）



A. ①由两层磷脂分子和蛋白质共同组成

B. ②对大分子物质的进出具有选择性

C. RNA 是核质间进行信息传递的媒介

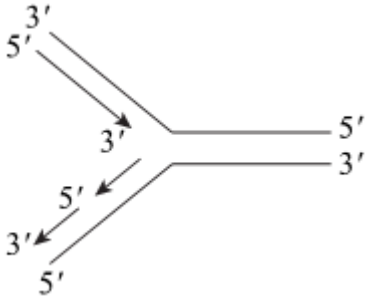
D. 核膜在有丝分裂中会发生周期性解体和重建

5. 下列关于细胞的癌变、衰老和凋亡过程的叙述，正确的是（　）

A. 都是由某些基因发生突变引起的　　B. 都涉及到某些特定基因的表达

C. 都对个体的生长发育起有害作用　　D. 都是细胞生命历程的必经过程

6. 细胞中的 DNA 分子复制过程中，新合成的链始终沿着 5'端向 3 端延伸，因此一条链的合成是连续的，另一条链是不连续的（如下图）。下列叙述错误的是（　）



A. 图中 DNA 分子是边解旋边进行复制的

B. 图中不连续片段需通过磷酸二酯键连接

C. 新合成的两条子链（A+T）/（G+C）相同

D. PCR 过程中有一条链的合成也是不连续的

7. 研究人员以野生型拟南芥为材料获得了细胞中染色体互换片段的品系甲（下图）。品系甲自交后代染色体组成及个体数见下表。由于部分种类配子不育，三种染色体组成的个体比例接近 1：2：1。下列叙述错误的是（　）



品系甲

染色体组成	个体数（株）
1，1，2，2	9
1，1'，2，2'	23
1'，1'，2'，2'	8
其他类型	0

A. 染色体 1'和 2'片段互换属于染色体结构变异

B. 染色体 1 和 1'在减数分裂 I 后期彼此分离

C. 品系甲可产生染色体组成为 1，2 和 1'，2'的配子，比例为 1：1

D. 品系甲与野生型杂交后代的染色体组成有 4 种

8. 20 世纪上半叶，DDT 在防止农业病虫害和蚊蝇传播疾病中发挥了一定作用，但由于它不易被分解，现在很多国家和地区已经禁止使用。下列相关说法错误的是（　）

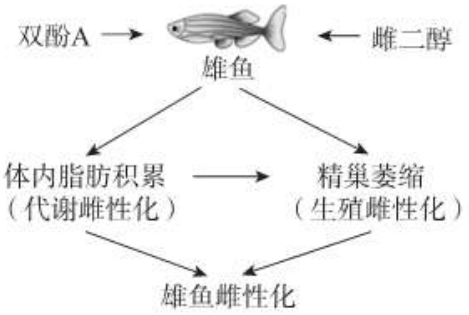
A. DDT 会沿着食物链逐渐在生物体内聚集

B. DDT 的使用使蚊蝇产生了抗药性的变异

C. DDT 使蚊蝇种群　基因频率发生了变化

D. DDT 可通过生物迁移等途径扩散到各地

9. 我国研究团队发现，两种常见水体污染物双酚 A 和雌二醇会造成雄鱼雌性化（如图），并创新性地提出了代谢雌性化的概念。下列推测不合理的是（　）



A. 雌性化的雄鱼体型会比正常雄鱼的体型偏大

B. 雌性化的雄鱼雄性激素分泌比正常雄鱼减少

C. 雌性化的雄鱼性染色体组成会由 XY 变为 XX

D. 双酚 A 和雌二醇污染会导致鱼群出生率改变

10. 老年人睡眠欠佳，表现为睡眠时间短，易觉醒。推测这与 Hcrt 神经元上 K^+通透性降低，K^+外流减少，导致神经元易被激活有关。利用年轻鼠和老年鼠进行相关研究，下列实验结果无法支持该推测的是（　）

A. 与年轻鼠相比，睡眠阶段老年鼠 Hcrt 神经元激活次数相对较多

B. 与年轻鼠相比，静息时老年鼠 Hcrt 神经元膜内外的电位差减小

C. 向年轻鼠的 Hcrt 神经元中加入 Na^+通道激活剂，神经元兴奋性增加

D. 向老年鼠的 Hcrt 神经元中加入 K^+通道激活剂，易觉醒症状得以改善

11. 北京 2022 年冬奥会上，中国短道速滑队在混合接力项目上获得中国队首金。比赛中，运动员身体会发生许多生理反应。下列相关叙述错误的是（　）

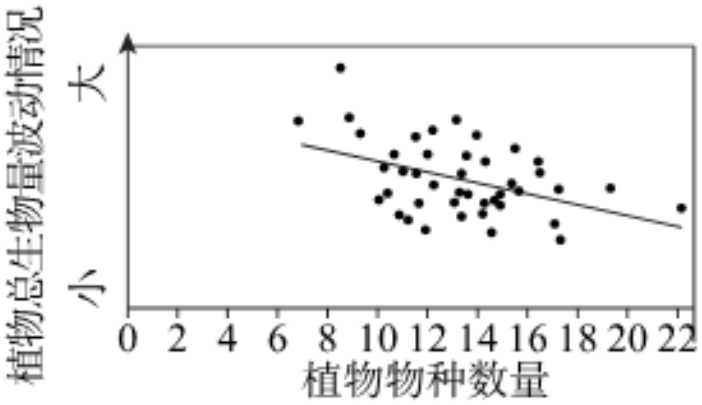
A. 运动员听到枪响完成出发反应，需要通过反射弧传递信号

B. 比赛时，运动员的交感神经和副交感神经的功能都会增强

C. 完成动作需要大脑发出动作指令，再通过脊髓传到效应器

D. 弯道处快速滑行时，运动员需小脑协调运动维持身体平衡

12. 研究人员对草原上若干样地进行监控，记录每块样地中植物物种数量，并连续 11 年测量植物总生物量的波动情况，绘制如下关系图。下列相关叙述错误的是（　）



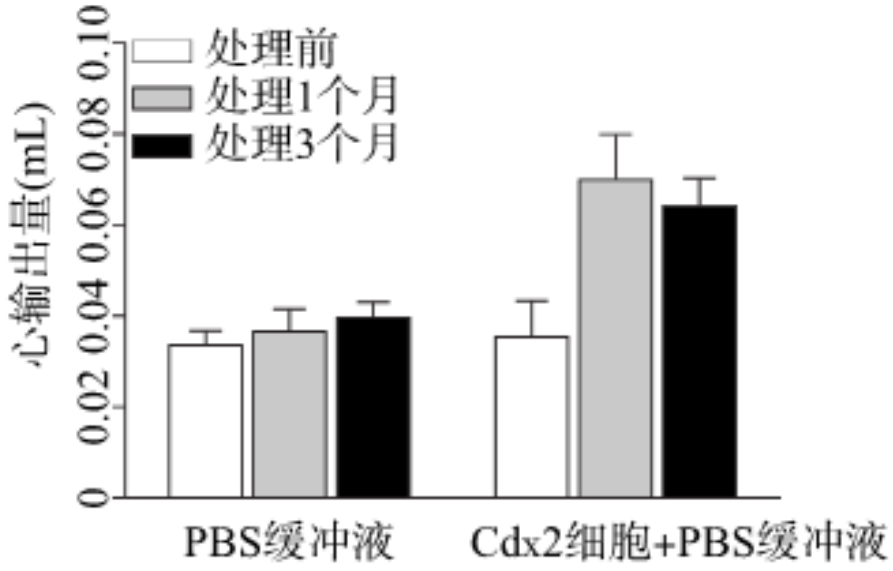
A. 样地生产者固定的太阳能总量即为植物总生物量

B. 植物总生物量的波动程度可反映抵抗力稳定性的强弱

C. 植物物种数量越多，植物总生物量的波动越小

D. 植物总生物量波动还会受到气候等条件的影响

13. 由于成年哺乳动物心脏的再生能力极低，通过修复心肌细胞治疗心血管疾病非常困难。Cdx2 是一种胎盘干细胞，可以迁移至不同组织中。将 Cdx2 细胞由尾部静脉注入心肌受损的模型小鼠，检测心输出量，结果如下图所示（心输出量与心肌细胞的数量和功能呈正相关）。



下列推测不合理的是（　）

A. Cdx2 细胞具有较强的细胞分裂能力　　B. Cdx2 细胞可迁移至受损心脏发挥作用

C. Cdx2 细胞具有分化为心肌细胞的潜能　　D. Cdx2 细胞会被受体免疫系统强烈攻击

14. 生物安全是指与生物有关的各种因素对社会、经济、人类健康以及生态环境所产生的危害或潜在风险。下列相关叙述错误的是（　）

A. 消除生物武器威胁、防止生物武器扩散是生物安全防控的重要方面

B. 由于技术问题，生殖性克隆可能孕育出有严重生理缺陷的克隆动物

C. 为避免可能产生的基因歧视，基因检测机构不能随意泄露基因检测的结果

D. 从外来入侵害虫　原产地引入天敌进行治理，不会对入侵地造成生态影响

15. 根据实验目的，下列实验的对照设置不合理的是（　）

	实验目的	对照设置
A	使用稀释涂布平板法计数酵母菌	不接种酵母菌的灭菌平板
B	探究淀粉酶是否具有专一性	在淀粉溶液中加入适量的蔗糖酶
C	粗提取 DNA 的鉴定	将二苯胺试剂加入 2mol/LNaCl 溶液中，沸水浴加热
D	观察洋葱鳞片叶外表皮细胞的质壁分离	滴加蔗糖溶液前观察中央液泡的大小，以及原生质层的位置

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

第二部分非选择题

16. 深海具有高压、黑暗等极端环境特征。我国科考船在南海采集到深海冷泉沉积物，从中分离培养微生物，并对深海微生物耐高压的生存机制进行了研究。

（1）我国科学家利用如图 1 所示过程分离培养深海微生物。

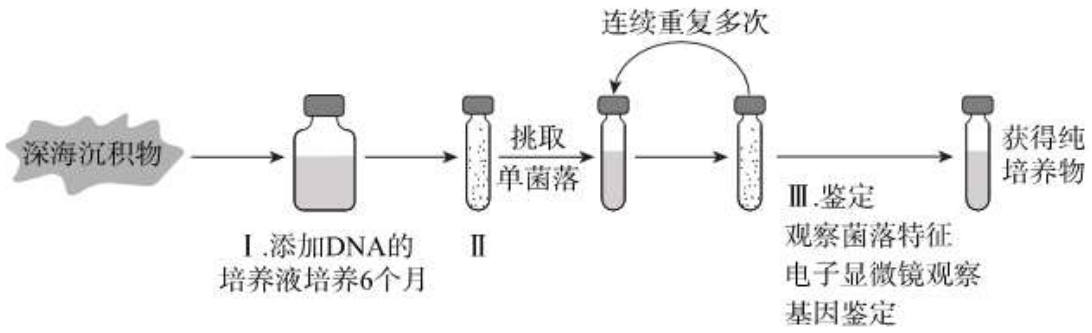


图 1

①研究发现深海沉积物中富含胞外 DNA，推测这些 DNA 可以作为微生物生存所需的_____等营养物质，因此在培养基中添加了 DNA。

②将 I 得到的菌液与II所用的培养基混合注入充满 N_2 的密闭试管中。将试管在冰水混合物中迅速滚动，培养一段时间后可在试管壁的薄层培养基上获得单菌落。与 I 相比，II所用培养基中还需要添加的是_____。按照对 O_2 的需求划分，所培养的微生物属于_____型。

③如图 1III，研究人员从_____水平对微生物的种类进行了鉴定，最终获得了纯培养物，并命名为鲔父鱼菌，为进一步研究奠定了基础。

（2）深海微生物能够利用 TMA 转运蛋白从深海环境吸收 TMA，在 TMA 单加氧酶的作用下合成 TMAO。为研究 TMAO 与微生物耐受高压能力的关系，将构建的 3 种不同质粒分别导入不耐高压的大肠杆菌，在高压下用含有 TMA 的培养基培养 48h，实验结果如图 2 所示。

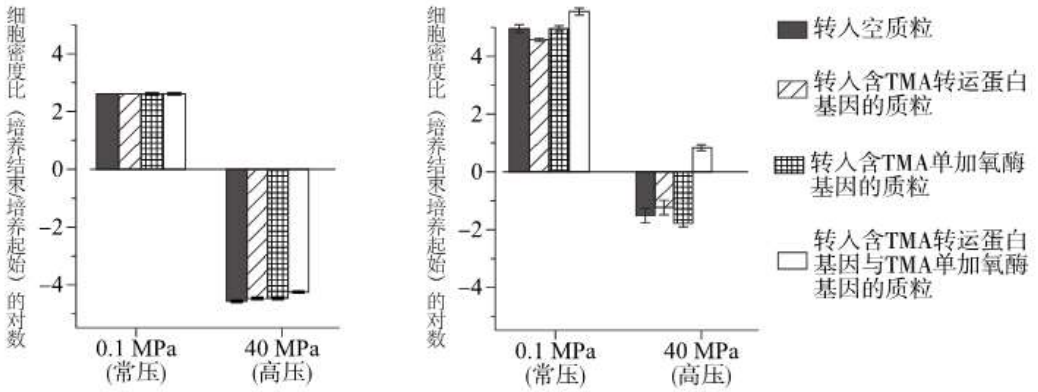


图 2

分析实验结果得出的结论合理的有_____（选填下列选项）。

A. 转基因操作对常压下甲组大肠杆菌的生存能力无明显影响

B. 细胞中的 TMAO 降解酶能够增强大肠杆菌耐受高压的能力

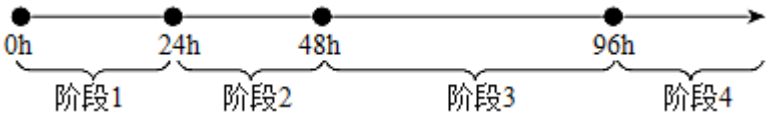
C. 细胞中的 TMA 和 TMA 单加氧酶都会影响大肠杆菌耐受高压的能力

D. 细胞中的 TMAO 含量与大肠杆菌耐受高压能力呈正相关

17. 我国科研人员对喜马拉雅地区具有紫色花蜜的植物——米团花的传粉开展了深入研究。

（1）植物的花蜜是提供给传粉动物的主要回报之一，米团花花蜜的颜色可作为一种_____信息吸引它的传粉者——蓝翅希鹛。

（2）米团花（图 1）的开花过程经历 4 个阶段，具体情况如表 1。

开花后的时间和阶段				
花的特点	花冠筒打开	雄蕊出现花药关闭	雄蕊变长 花药开放 花粉释放	花冠和雄蕊枯萎
每朵花平均花蜜含量	0.75μL	2.46μL	12.34μL	5.41μL
花蜜颜色	——	浅紫色	深紫色	——

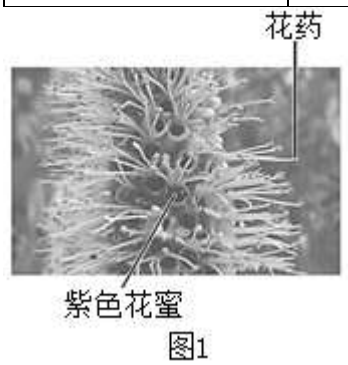


图1

数据显示，每朵花平均花蜜含量的变化是_____。

（3）实验发现，蓝翅希鹛偏好取食米团花阶段 3 的花蜜，而在取食阶段 1.2 的花蜜后会表现出“摇头”或“擦拭喙部”等厌恶行为。为进一步探明蓝翅希鹛的采食偏好，用模型花进行实验。

实验一：2 个模型花为一组，分别装入不同体积的第_____阶段花蜜，共设置了 5 组不同的体积组合。统计蓝翅希鹛第一次到访模型花的情况，结果见图 2。

实验二：2 个模型花为一组，其中一个全部涂成白色，另一个底部涂成黑色而其余部分为白色，均装入等量糖溶液。统计蓝翅希鹛第一次到访模型花的情况，结果见图 3。模型花中装入糖溶液而非花蜜可排除_____。

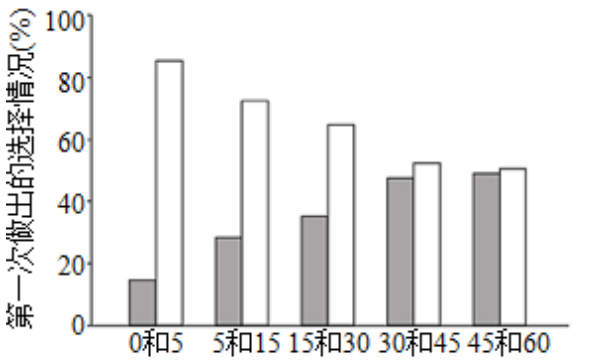


图2

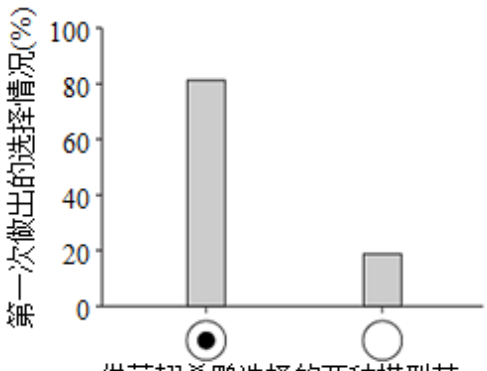


图3

两个实验结果表明，蓝翅希鹛的采食偏好是_____。

（4）米团花在不同阶段花蜜状态不同，造成蓝翅希鹛偏好取食阶段 3 的花蜜，而厌恶取食阶段 1、2 的花蜜。综合上述内容分析这种偏好对于米团花生存的意义。

18. 番茄果实的成熟会经历由绿变红的过程。为研究 SP1 蛋白在此过程中的作用，进行了如下实验。

（1）SP1 蛋白与叶绿体外膜相关蛋白降解有关，蛋白质彻底水解　产物是_____。研究人员构建了 SP1 低表达和 SP1 过表达植株，并对番茄果实的颜色转变进行观察，图 1 结果说明_____。

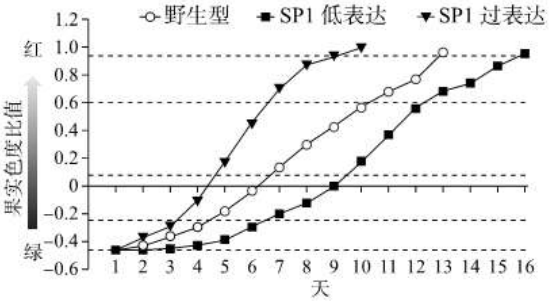


图 1

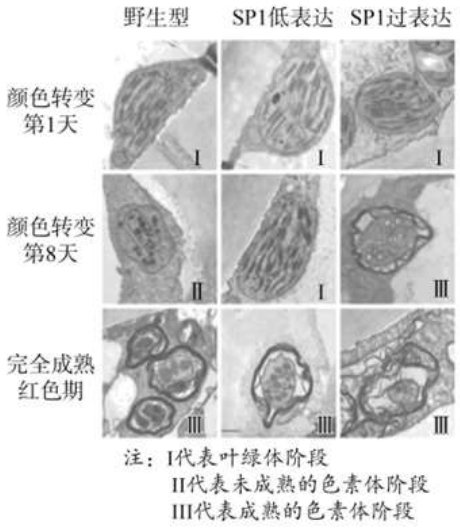
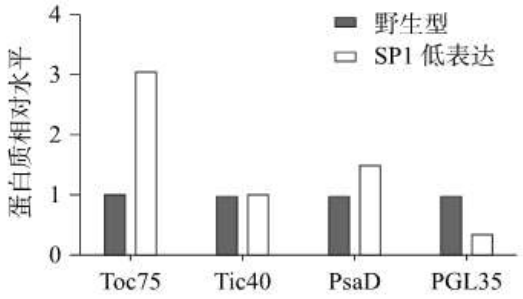


图 2

（2）番茄果实由绿变红的一个重要原因是细胞中的叶绿体向色素体的转变。为了解 SP1 是否与该过程有关，研究者对番茄果实的叶绿体结构进行了观察。图 2 中颜色转变第 1 天可见三组叶绿体内部有许多由_____堆叠而成的基粒。由图推断 SP1 蛋白对叶绿体向色素体转变有_____作用，其中_____（时期）的细胞图可以为此提供关键证据。

（3）为了进一步了解 SP1 的作用机制，研究人员对特定时期叶绿体中 4 种蛋白含量进行了检测，结果如图 3。



注：Toc75 是叶绿体外膜转运蛋白复合物的组成部分；Tic40 是叶绿体内膜蛋白；PsaD 是核基因控制的叶绿体基粒蛋白；PGL35 是果实色素体的标志蛋白。

图 3

研究人员推测，SP1 蛋白通过抑制某些蛋白质输入叶绿体，促进了果实成熟期间叶绿体向色素体的转变，实现加快果实成熟的作用。做出推测的理由是_____。

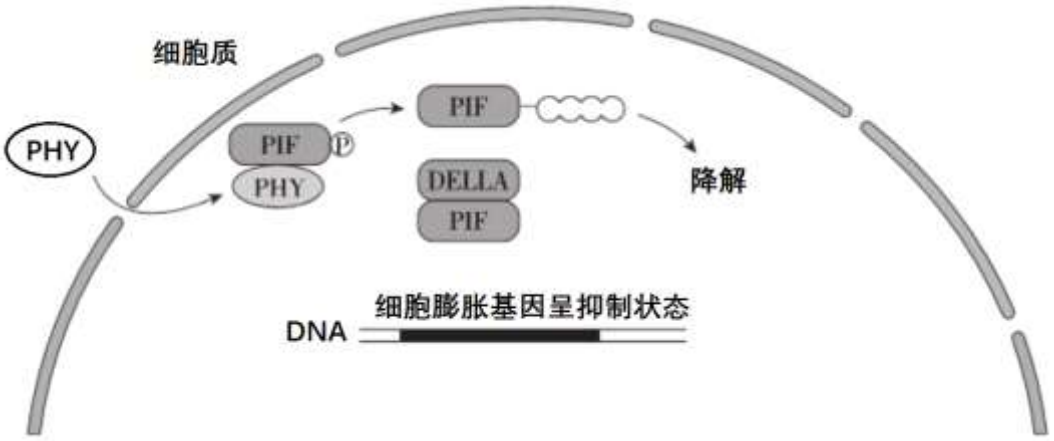
19. 学习以下资料，回答问题（1）~（4）。

植物避荫反应

阳生植物受到周围植物遮荫时，茎伸长速度加快，这种现象称为避荫反应，而阴生植物通常无此反应。不同环境下，红光（R）和远红光（FR）的比例变化很大，与在直接太阳光照射下相比，树冠下红光占比小，且随着遮荫程度的增大，红光（R）：远红光（FR）减小。

光敏色素（PHY）是植物体内的一类光受体。PHY 有生理活跃形式和非活跃形式，两种形式可以互相转化。黑暗环境中生长的幼苗在细胞质中合成非活跃形式的 PHY。照射白光或红光后，非活跃形式的 PHY 转化为活跃形式，活跃形式的 PHY 可以进入细胞核，通过一系列机制调节光相应基因的表达。随着遮荫程度的增加，由活跃形式转化为非活跃形式的 PHY 增多，并从细胞核中运出。

近年研究发现，光敏色素相互作用因子（PIF）在调节植物的避荫反应中发挥着重要作用。PIF 蛋白可以通过促进相关基因（如细胞膨胀基因）的表达，使植物茎秆的生长表现出避荫反应。PIF 与 PHY 关系的研究表明，在高 R：FR 的条件下（如下图），细胞核内活跃形式的 PHY 与 PIF 相互作用，并迅速诱导 PIF 的磷酸化和进一步被降解。



已有研究表明，在高 R：FR 条件下（如上图）DELLA 蛋白能够与 PIF 结合而抑制 PIF 的功能。已知 GA 能通过促进 DELLA 蛋白的降解促进植物生长。进一步检测发现，不同 R：FR 条件下，GA 含量随之变化，高 R：FR 时，GA 含量降低。目前，关于植物避荫反应的信号转导机制还有一些需要进一步解决和探讨的问题，充分揭示植物避荫反应的理论机制，在农业生产方面具有重要的意义。

（1）周围植物叶片中的_____吸收了红光，导致树冠下的光环境中 R：FR 变小，受到遮荫的植物出现茎伸长速度加快的避荫反应利于_____，以保证植物正常生长。

（2）研究过程中得到了以下实验结果，其中可以作为证据支持植物的避荫反应可通过 GA 信号通路来实现的有_____（选填下列选项）。

A. PIF 与避荫反应相关基因启动子结合的部位也可以与 DELLA 蛋白发生相互作用

B. 白光处理转 PHY-荧光蛋白融合基因的拟南芥，细胞核中有荧光信号

C. 在黑暗中生长的 PIF 缺失突变体表现出了在光下生长的典型特征

D. 降低 R：FR 的条件下，豆科植物的茎尖 GA 含量增加

（3）根据本文研究，完善避荫反应的机制图，在方框中以文字和箭头的形式作答。

（4）请从物质、能量和信息的角度概括光对植物的作用。

20. 黑色素细胞存在于皮肤表皮的最底层，能够合成并分泌黑色素。白癜风是一种因皮肤缺乏黑色素而出现白斑的疾病。

（1）细胞毒性 T 细胞在_____中成熟。研究发现，在一定条件下，机体中的某些细胞毒性 T 细胞会进入皮肤并攻击黑色素细胞，引发白癜风。从免疫学的角度分析，白癜风是免疫系统的_____这一基本功能紊乱引发的自身免疫病。

（2）白癜风患者体内 IFN-γ（一种细胞因子）的含量显著提高。研究人员对野生型小鼠（WT）和 IFN-γ 受体基因敲除小鼠（KO）分别进行白癜风诱导处理，结果 WT 出现白癜风症状而 KO 没有出现。对诱导处理后的小鼠皮肤中细胞毒性 T 细胞和黑色素细胞进行检测，结果如图 1。

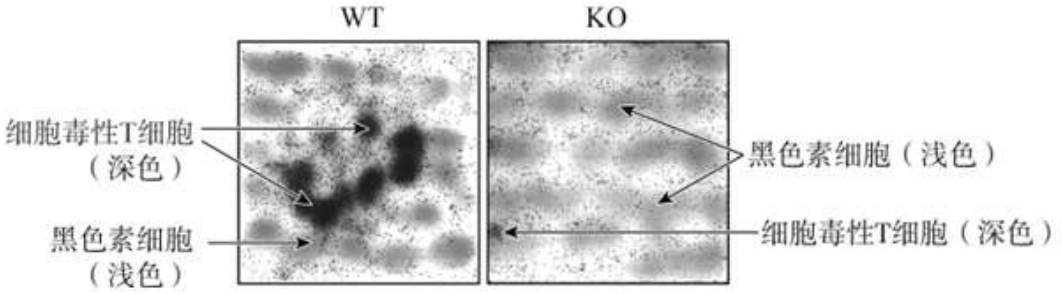


图 1

结果显示_____。由此可知，IFN-γ 含量的升高会招募细胞毒性 T 细胞到皮肤并大量杀死黑色素细胞。

（3）已知成纤维细胞是皮肤中响应 IFN-γ 信号的主要细胞，为探究成纤维细胞响应 IFN-γ 信号后产生的物质是否在细胞毒性 T 细胞的招募中发挥作用，研究人员进行 Transwell 实验（实验装置如图 2 所示）。

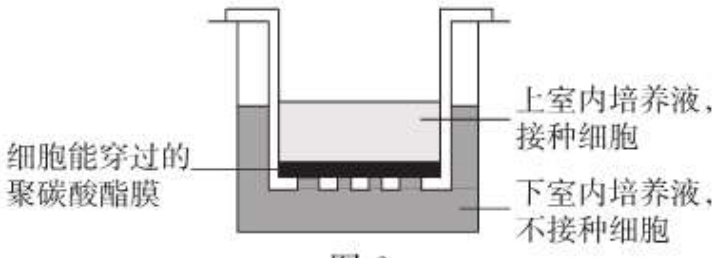


图 2

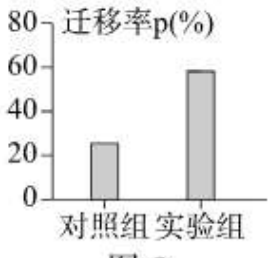


图 3

将_____细胞接种在上室内，在实验组下室内加入_____培养液。培养一段时间后，计数上室和下室中的细胞数量（分别记为 $c^{上}$、$c^{下}$）。根据公式 p=_____，计算出细胞迁移率 p（迁移细胞数量占细胞总数的比例），结果如图 3 所示。

（4）科研人员发现白癜风患者皮肤内的细胞毒性 T 细胞均聚集在皮损与非皮损区域交界处（即白斑边缘）。请综合相关信息，推测皮肤成纤维细胞在白斑扩大过程中的作用机制。

21. 为探究影响拟南芥种子萌发的分子机制，研究人员进行了如下实验。

（1）以品系甲（基因型为 D_1D_1）为材料，获得 D_1 功能缺失的纯合突变体 1，进行了四组杂交实验，测定所结种子的萌发率，结果如图 1。

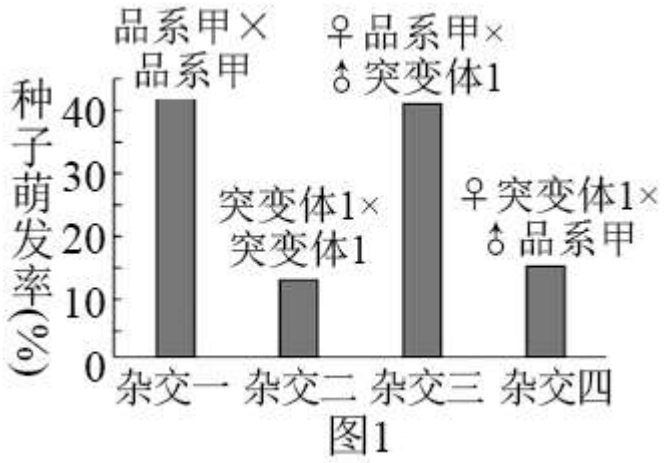


图1

①杂交一和杂交二的实验结果表明 D_1 基因的功能是_____。

②根据杂交三和杂交四的实验结果推测，来自父本的 D_1 基因表达受抑制。若按此推测，杂交三所得 F_1 自交，所结种子（F_2）中高萌发率种子与低萌发率种子的比为_____。

（2）现有基因型为 D_2D_2 的拟南芥品系乙，表型与品系甲同为高萌发率。研究人员利用品系甲和品系乙进行杂交实验，并分别提取种子中的 RNA，逆转录后用相同引物进行扩增，结果见图 2。

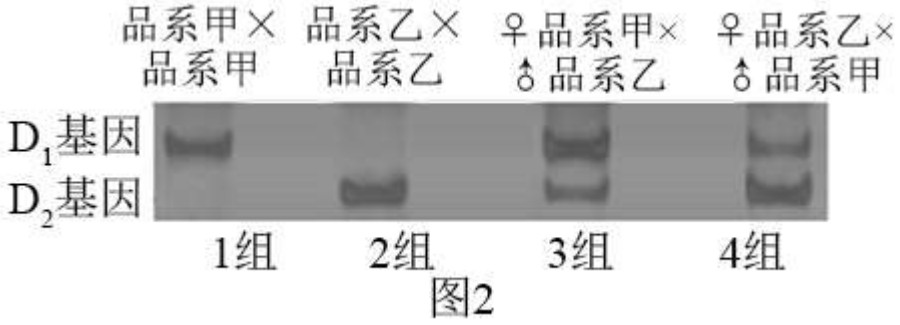


图2

上述实验结果是否支持来自父本的 D 基因表达受抑制这一推测，请说明理由。

（3）研究人员分别检测了图 2 中 3 组和 4 组所结种子中 D 基因的甲基化情况，实验结果为_____，证实 DNA 甲基化水平升高会抑制基因的表达，D 基因的表达受到表观遗传调控。

（4）R 基因控制去甲基化酶的合成，推测 R 可以降低来自父本的 D 基因甲基化程度，防止其表达完全被抑制。通过一代杂交实验，并检测子代 D 基因的转录情况，可验证该推测。请利用下列实验材料设计实验组和对照组的杂交方案。

实验材料：品系甲

品系乙

突变体 2（诱导品系甲的 R 基因功能缺失获得的纯合突变体）

突变体 3（诱导品系乙的 R 基因功能缺失获得的纯合突变体）

参考答案

1. 贝日阿托菌利用氧化 H_2S 产生的能量固定 CO_2 合成有机物，下列微生物与贝日阿托菌在生态系统中属于同一组成成分的是（　）

A. 乳酸菌　　B. 大肠杆菌　　C. 蓝细菌　　D. 酵母菌

【答案】C

【解析】

【分析】生态系统的组成成分有非生物的物质和能量、生产者、消费者、分解者。其中生产者为主要成分。生产者是指能将 CO_2 转变为有机物的自养型生物，主要是绿色植物，还包括自养型细菌、蓝细菌等。

【详解】贝日阿托菌利用氧化 H_2S 产生的能量固定 CO_2 合成有机物，属于生产者，蓝细菌也能进行光合作用，属于生产者，乳酸菌、大肠杆菌、酵母菌属于分解者。

故选 C。

2. 乳糖酶是人体小肠中的一种消化酶。人体缺乏乳糖酶会引起乳糖消化吸收障碍，部分患者出现腹痛、胀气和腹泻等消化不良的临床症状，称为乳糖不耐受。下列相关说法错误的是（　）

A. 组成乳糖酶和乳糖的化学元素均为 C、H、O、N

B. 乳糖属于二糖，水解形成单糖后利于被吸收利用

C. 乳糖酶在体内和体外均可以发挥催化的作用

D. 饮用经乳糖酶处理的牛奶能缓解乳糖不耐受症状

【答案】A

【解析】

【分析】乳糖不耐受它的主要症状表现为食用大量含有乳糖的乳制品之后，出现腹泻、腹胀或者腹痛的症状。一般来说是跟患者体内的乳糖酶活性降低、缺乏，甚至缺失有关。这个时候如果摄入了大量含有乳糖的食品以后，它不能够及时被消化以后就进入了结肠，被细菌发酵以后产生气体，所以导致腹胀的现象。没有被消化的乳糖会产生渗透压的升高，导致孩子出现腹泻的症状，所以就表现为腹泻和腹胀。因为大量的消化不良可能会造成肠蠕动的异常，伴有腹痛的情况。

【详解】A、乳糖酶　蛋白质，元素组成主要是 C、H、O、N，乳糖是二糖，元素组成是 C、H、O，A 错误；

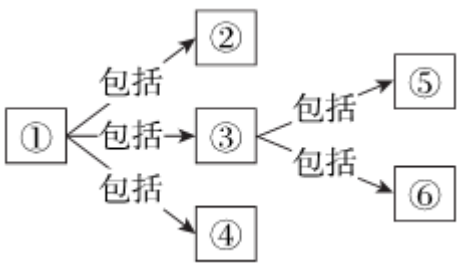
B、乳糖属于二糖（2 个单糖脱水缩合形成），水解形成葡萄糖和半乳糖后利于被吸收利用，B 正确；

C、酶在体内和体外均可以发挥催化的作用，使化学反应更容易发生，C 正确；

D、乳糖酶能降解乳糖，饮用经乳糖酶处理的牛奶能缓解乳糖不耐受症状，D 正确。

故选 A。

3. 将与生物学有关的内容依次填入如图各框中，其中包含关系错误的选项是（　）



	①	②	③	④	⑤	⑥
A	动物细胞	细胞膜	细胞质	细胞核	细胞质基质	细胞器
B	物质进出细胞的方式	主动运输	被动运输	胞吞、胞吐	自由扩散	协助扩散
C	减数分裂	分裂间期	减数分裂I	减数分裂II	同源染色体分离	姐妹染色单体分离
D	内环境稳态的维持	神经调节	免疫调节	体液调节	非特异性免疫	特异性免疫

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】C

【解析】

【分析】1、减数分裂是进行有性生殖的生物，在产生成熟生殖细胞时进行的染色体数目减半的细胞分裂。在减数分裂前，染色体复制一次，而细胞在减数分裂过程中连续分裂两次。减数分裂的结果是，成熟生殖细胞中的染色体数目比原始生殖细胞的减少一半。

2、在减数分裂I与减数分裂II之间通常没有间期，或者间期时间很多，染色体不再复制，在减数分裂II中，每条染色体的着丝粒分裂，两条姐妹染色单体随之分开，成为两条染色体。在纺锤丝的牵引下，这两条染色体分别向细胞的两极移动，并且随着细胞的分裂进入两个子细胞。

【详解】A、动物细胞无细胞壁，由细胞膜、细胞质和细胞核构成。细胞质中还有呈溶胶状的细胞质基质，细胞器分布在细胞质基质中，A 正确；

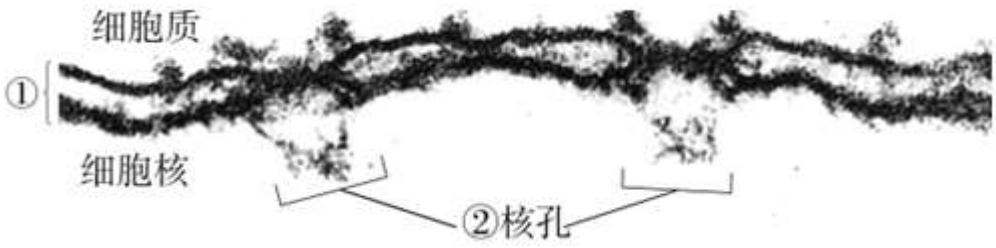
B、物质进出细胞的方式包括主动运输、被动运输和胞吞、胞吐，其中被动运输有自由扩散和协助扩散两类，B 正确；

C、减数分裂过程由减数分裂前的分裂间期、减数分裂I和减数分裂II组成的。其中同源染色体分离发生在减数分裂I（③）的后期，而姐妹染色单体分离发生在减数分裂II（④）的后期，C 错误；

D、机体维持内环境稳态的主要调节机制是神经-体液-免疫调节网络。其中根据免疫系统的功能分为非特异性免疫和特异性免疫两类，D 正确。

故选 C。

4. 下图为核膜的电镜照片，相关叙述错误的是（　）



A. ①由两层磷脂分子和蛋白质共同组成

B. ②对大分子物质的进出具有选择性

C. RNA 是核质间进行信息传递的媒介

D. 核膜在有丝分裂中会发生周期性解体和重建

【答案】A

【解析】

【分析】据图分析，图示为核膜的电镜照片，其中①是两层核膜，每一层核膜都主要由磷脂双分子层和蛋白质组成；②是核孔，是某些生物大分子进出细胞核的通道，具有选择性。

【详解】A、根据以上分析已知，①是双层核膜，应该由四层磷脂分子和蛋白质组成，A 错误；

B、②核孔是大分子物质进出细胞核的通道，具有选择性，如 DNA 分子不能通过，B 正确；

C、细胞核中的 DNA 通过转录形成 RNA，mRNA 通过核孔出细胞核并与细胞质中的核糖体结合，指导蛋白质的合成，因此 RNA 是核质间进行信息传递的媒介，C 正确；

D、核膜在有丝分裂过程中会发生周期性的解体和重建，解体于前期，重建于末期，D 正确。

故选 A。

5. 下列关于细胞的癌变、衰老和凋亡过程的叙述，正确的是（　）

A. 都是由某些基因发生突变引起的　　B. 都涉及到某些特定基因的表达

C. 都对个体的生长发育起有害作用　　D. 都是细胞生命历程的必经过程

【答案】B

【解析】

【分析】1、细胞凋亡是由基因决定的细胞编程序死亡的过程。细胞凋亡是生物体正常的生命历程，对生物体是有利的，而且细胞凋亡贯穿于整个生命历程。在成熟的生物体内，细胞的自然更新、被病原体感染的细胞的清除，是通过细胞凋亡完成的。

2、衰老细胞的特征：（1）细胞内水分减少，细胞萎缩，体积变小，但细胞核体积增大，染色质固缩，染色加深；（2）细胞膜通透性功能改变，物质运输功能降低；（3）细胞色素随着细胞衰老逐渐累积；（4）有些酶的活性降低；（5）呼吸速度减慢，新陈代谢减慢。

3、细胞癌变的根本原因是原癌基因和抑癌基因发生基因突变，其中原癌基因负责调节细胞周期，控制细胞生长和分裂的过程，抑癌基因主要是阻止细胞不正常的增殖。

【详解】A、细胞的癌变是由基因突变引起的，而衰老和凋亡不是，A 错误；

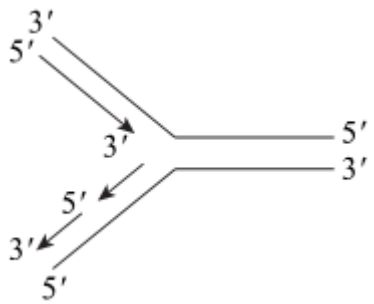
B、细胞的癌变、衰老和凋亡过程中都涉及到某些特定基因的表达，B 正确；

C、在个体发育中，细胞癌变对机体是有害的，而细胞的衰老和凋亡都是正常的生命现象，对机体是有利的，C 错误；

D、细胞癌变是细胞畸形分化的结果，不是细胞生命历程的必经过程，D 错误。

故选 B。

6. 细胞中的 DNA 分子复制过程中，新合成的链始终沿着 5'端向 3 端延伸，因此一条链的合成是连续的，另一条链是不连续的（如下图）。下列叙述错误的是（　）



A. 图中 DNA 分子是边解旋边进行复制的

B. 图中不连续片段需通过磷酸二酯键连接

C. 新合成的两条子链（A+T）/（G+C）相同

D. PCR 过程中有一条链的合成也是不连续的

【答案】D

【解析】

【分析】1、DNA 复制的过程：

（1）解旋；

（2）以母链为模板进行碱基配对合成子链；

（3）子代 DNA 分子的形成两条母链分别与各自决定的子链组成两个完全相同的 DNA 分子。

2、复制的特点：

（1）边解旋边复制。

（2）复制方式：半保留复制

3、复制的条件：模板（代 DNA 分子的两条链）、原料（4 种游离的脱氧核苷酸）、能量（ATP）、酶（解旋酶、DNA 聚合酶）。

【详解】A、据图分析，左侧 DNA 双链已经打开并开始复制，而右侧双链没有打开，说明改 DNA 分子是边解旋边进行复制的，A 正确；

B、DNA 每条链上相邻两个核苷酸之间是通过磷酸二酯键连接的，因此图中不连续片段需通过磷酸二酯键连接，B 正确；

C、在双链 DNA 分子中，由于碱基互补配对原则中 A 只能与 T 配对、G 只能与 C 配对，则（A+T）/（G+C）的比值在单双链中是相等的，因此新合成的两条子链（A+T）/（G+C）相同，C 正确；

D、PCR 过程中的链的合成都是连续的，D 错误。

故选 D。

7. 研究人员以野生型拟南芥为材料获得了细胞中染色体互换片段的品系甲（下图）。品系甲自交后代染色体组成及个体数见下表。由于部分种类配子不育，三种染色体组成的个体比例接近 1：2：1。下列叙述错误的是（　）



品系甲

染色体组成	个体数（株）
1，1，2，2	9
1，1'，2，2'	23
1'，1'，2'，2'	8

其他类型	0

A. 染色体 1'和 2'片段互换属于染色体结构变异

B. 染色体 1 和 1'在减数分裂 I 后期彼此分离

C. 品系甲可产生染色体组成为 1，2 和 1'，2'的配子，比例为 1：1

D. 品系甲与野生型杂交后代的染色体组成有 4 种

【答案】D

【解析】

【分析】染色体结构变异的基本类型：

（1）缺失：染色体中某一片段的缺失 例如，猫叫综合征是人的第 5 号染色体部分缺失引起的遗传病，因为患病儿童哭声轻，音调高，很像猫叫而得名．猫叫综合征患者的两眼距离较远，耳位低下，生长发育迟缓，而且存在严重的智力障碍；果蝇的缺刻翅的形成也是由于一段染色体缺失造成的。

（2）重复：染色体增加了某一片段 果蝇的棒眼现象就是 X 染色体上的部分重复引起的。

（3）倒位：染色体某一片段的位置颠倒了 180 度，造成染色体内的重新排列 如女性习惯性流产（第 9 号染色体长臂倒置）。

（4）易位：染色体的某一片段移接到另一条非同源染色体上或同一条染色体上的不同区域 如惯性粒白血病（第 14 号与第 22 号染色体部分易位，夜来香也经常发生这样的变异）。

【详解】A、染色体 1'和 2'是非同源染色体，二者之间片段互换属于染色体结构变异中的易位，A 正确；

B、染色体 1 和 1'为同源染色体，在减数分裂 I 后期会发生同源染色体分离，因此 1 和 1'彼此分离，B 正确；

C、根据品系甲自交后代染色体组成及个体数可知，品系甲可产生染色体组成为 1，2 和 1'，2'的配子，比例为 1∶1，其产生的染色体组成为 1，2'和 1'，2 配子表现不育，C 正确；

D、品系甲可产生染色体组成不同的 4 种配子，据此可推测品系甲与野生型杂交后代的染色体组成有 8 种，D 错误。

故选 D。

8. 20 世纪上半叶，DDT 在防止农业病虫害和蚊蝇传播疾病中发挥了一定作用，但由于它不易被分解，现在很多国家和地区已经禁止使用。下列相关说法错误的是（　）

A. DDT 会沿着食物链逐渐在生物体内聚集

B. DDT 的使用使蚊蝇产生了抗药性的变异

C. DDT 使蚊蝇种群的基因频率发生了变化

D. DDT 可通过生物迁移等途径扩散到各地

【答案】B

【解析】

【分析】在生态系统中，有害物质可以通过食物链在生物体内不断积累，其浓度随着消费者级别的升高而逐步增加，这种现象叫生物富集。

【详解】A、结合分析可知，DDT 不易被分解，会沿着食物链逐渐在生物体内聚集，称为生物富集，A 正确；

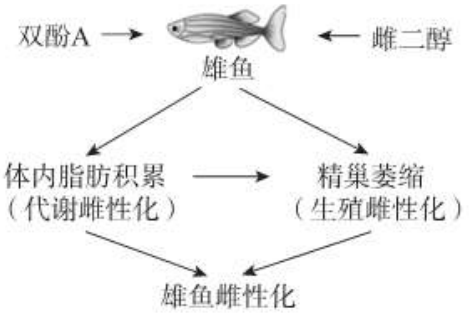
B、抗药性变异在 DDT 出现之前即已经出现，DDT 的作用是相当于自然选择，筛选并保存抗药个体，B 错误；

C、DDT 相当于自然选择的作用，会保存抗药性强的个体，从而使蚊蝇种群的基因频率发生了变化，C 正确；

D、DDT 沿食物链（或食物网）逐渐在生物体内聚集，且可通过大气、水和生物迁移等途径扩散到世界各地，说明这种现象具有 全球性的特点，D 正确。

故选 B。

9. 我国研究团队发现，两种常见水体污染物双酚 A 和雌二醇会造成雄鱼雌性化（如图），并创新性地提出了代谢雌性化的概念。下列推测不合理的是（　）



A. 雌性化的雄鱼体型会比正常雄鱼的体型偏大

B. 雌性化的雄鱼雄性激素分泌比正常雄鱼减少

C. 雌性化的雄鱼性染色体组成会由 XY 变为 XX

D. 双酚 A 和雌二醇污染会导致鱼群出生率改变

【答案】C

【解析】

【分析】雄性激素主要是指由性腺(睾丸)合成的一类内分泌激素。睾丸合成雄性激素的细胞是间质细胞。此外，肾上腺皮质也能合成一定量的雄性激素，卵巢也能合成微量的雄性激素。

【详解】A、雌性化的雄鱼体内脂肪积累，因此体型会比正常雄鱼的体型偏大，A 正确；

B、雄性激素由雄性生殖器官精巢分泌，雌性化的雄鱼精巢萎缩，因此雄性激素分泌比正常雄鱼减少，B 正确；

C、雄鱼体内脂肪积累导致雌性化，因此雌性化的雄鱼性染色体组成还是 XY，C 错误；

D、双酚 A 和雌二醇会造成雄鱼雌性化，会导致鱼群出生率改变，D 正确。

故选 C。

10. 老年人睡眠欠佳，表现为睡眠时间短，易觉醒。推测这与 Hcrt 神经元上 K^+通透性降低，K^+外流减少，导致神经元易被激活有关。利用年轻鼠和老年鼠进行相关研究，下列实验结果无法支持该推测的是（　）

A. 与年轻鼠相比，睡眠阶段老年鼠 Hcrt 神经元激活次数相对较多

B. 与年轻鼠相比，静息时老年鼠 Hcrt 神经元膜内外的电位差减小

C. 向年轻鼠的 Hcrt 神经元中加入 Na^+通道激活剂，神经元兴奋性增加

D. 向老年鼠的 Hcrt 神经元中加入 K^+通道激活剂，易觉醒症状得以改善

【答案】C

【解析】

【分析】静息电位及其产生机制：安静状态时 K^+就会顺浓度差由细胞内移向细胞外，造成膜内电位变负而膜外电位变正。动作电位及其产生机制：动作电位的形成是由大量 Na^+快速内流形成，其峰值接近 Na 平衡电位，峰电位的下降支主要是 K^+外流形成的。

【详解】A、Hcrt 神经元上 K^+通透性降低，K^+外流减少，导致神经元易被激活，神经元更易兴奋，更容易觉醒，因此与年轻鼠相比，睡眠阶段老年鼠 Hcrt 神经元激活次数相对较多，A 不符合题意；

B、与年轻鼠相比，静息时老年鼠 Hcrt 神经元 K^+外流减少，静息电位的绝对值减小，因此静息时老年鼠 Hcrt 神经元膜内外的电位差减小，B 不符合题意；

C、分析题意可知睡眠时间短，易觉醒与 K^+外流有关，故向年轻鼠的 Hcrt 神经元中加入 Na^+通道激活剂，神经元兴奋性增加，不能支持该推测，C 符合题意；

D、向老年鼠的 Hcrt 神经元中加入 K^+通道激活剂，使 K^+外流增加，增大静息电位，神经元不易被激活，神经元不易兴奋，因此易觉醒症状得以改善，D 不符合题意。

故选 C。

11. 北京 2022 年冬奥会上，中国短道速滑队在混合接力项目上获得中国队首金。比赛中，运动员身体会发生许多生理反应。下列相关叙述错误的是（　）

A. 运动员听到枪响完成出发反应，需要通过反射弧传递信号

B. 比赛时，运动员的交感神经和副交感神经的功能都会增强

C. 完成动作需要大脑发出动作指令，再通过脊髓传到效应器

D. 弯道处快速滑行时，运动员需小脑协调运动维持身体平衡

【答案】B

【解析】

【分析】神经中枢的分布部位和功能各不相同，但彼此之间相互联系，相互调控。一般来说，位于脊髓的低级中枢受脑中相应高级中枢的调控，这样，相应器官、系统的生理活动，就能进行得更加有条不紊和精确。

【详解】A、运动员听到枪响完成出发反应，其反射弧为听觉感受器→传入神经→神经中枢→传出神经→效应器（骨骼肌)，A 正确；

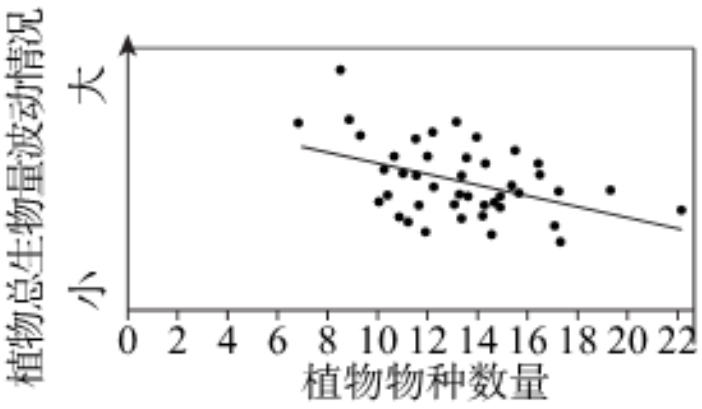
B、比赛时人体处于兴奋状态，交感神经活动占据优势，此时副交感神经受抑制，B 错误;

C、大脑皮层属于高级中枢，而脊髓是躯体的运动中枢，所以高级中枢支配低级中枢，低级中枢传到效应器（骨骼肌），C 正确；

D、小脑的功能是维持躯体的平衡，D 正确；

故选 B。

12. 研究人员对草原上若干样地进行监控，记录每块样地中植物物种数量，并连续 11 年测量植物总生物量的波动情况，绘制如下关系图。下列相关叙述错误的是（　）



A. 样地生产者固定的太阳能总量即为植物总生物量

B. 植物总生物量的波动程度可反映抵抗力稳定性的强弱

C. 植物物种数量越多，植物总生物量的波动越小

D. 植物总生物量波动还会受到气候等条件的影响

【答案】A

【解析】

【分析】一般情况下，生态系统中组分越多，营养结构越复杂，自我调节能力越强，则抵抗力稳定性越高，恢复力稳定性越低

【详解】A、样地生产者固定的太阳能总量为流入样地的总能量，生产者包括植物和其他微生物，故样地生产者固定的太阳能总量不只是植物的总生物量，A 错误；

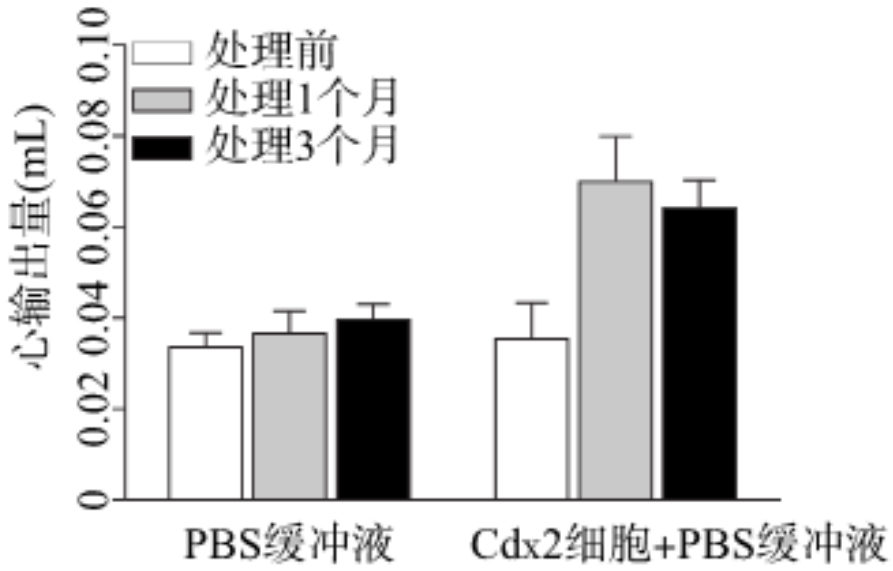
B、植物总生物量的波动程度可反映抵抗力稳定性的强弱 ，抵抗力稳定性越高，则总生物量波动程度越小，B 正确；

C、根据分析 B 项分析，植物总生物量波动越小，抵抗力稳定性越高，植物物种数量越多，C 正确；

D、气候等条件会影响种群数量的变化，故植物总生物量波动还会受到气候等条件的影响 ，D 正确。

故选 A。

13. 由于成年哺乳动物心脏的再生能力极低，通过修复心肌细胞治疗心血管疾病非常困难。Cdx2 是一种胎盘干细胞，可以迁移至不同组织中。将 Cdx2 细胞由尾部静脉注入心肌受损的模型小鼠，检测心输出量，结果如下图所示（心输出量与心肌细胞的数量和功能呈正相关）。



下列推测不合理的是（　）

A. Cdx2 细胞具有较强的细胞分裂能力　　B. Cdx2 细胞可迁移至受损心脏发挥作用

C. Cdx2 细胞具有分化为心肌细胞的潜能　　D. Cdx2 细胞会被受体免疫系统强烈攻击

【答案】D

【解析】

【分析】分析题图可知，实验组小鼠心输出量增加，由此可得出 Cdx2 细胞具有分化为心肌细胞的潜能，并可迁移至受损心脏发挥作用。

【详解】A、Cdx2 是一种胎盘干细胞，干细胞具有较强的细胞分裂能力，A 正确；

B、将 Cdx2 细胞由尾部静脉注入心肌受损的模型小鼠，检测心输出量，实验组小鼠心输出量增加，说明 Cdx2 细胞可迁移至受损心脏发挥作用，B 正确；

C、心输出量与心肌细胞的数量和功能呈正相关，实验组小鼠心输出量增加，说明心肌细胞的数量增加，Cdx2 细胞可迁移至受损心脏发挥作用，说明 Cdx2 细胞具有分化为心肌细胞的潜能，C 正确；

D、Cdx2 是一种胎盘干细胞（自体细胞），Cdx2 细胞进入机体后能够逃避免疫系统的监视和攻击，D 错误。

故选 D。

14. 生物安全是指与生物有关的各种因素对社会、经济、人类健康以及生态环境所产生的危害或潜在风险。下列相关叙述错误的是（　）

A. 消除生物武器威胁、防止生物武器扩散是生物安全防控的重要方面

B. 由于技术问题，生殖性克隆可能孕育出有严重生理缺陷的克隆动物

C. 为避免可能产生的基因歧视，基因检测机构不能随意泄露基因检测的结果

D. 从外来入侵害虫的原产地引入天敌进行治理，不会对入侵地造成生态影响

【答案】D

【解析】

【分析】生物安全在农业领域中，指遗传修饰生物（如转基因作物）对人体及生态系统造成的安全性问题；在生态领域中，指外来有害生物的引进和扩散，对人类生产和健康造成不利影响的各种传染病、害虫、真菌、细菌、线虫、病毒和杂草等。除此之外，生物安全还包括生物遗传资源流失、实验室生物安全、微生物耐药性、生物恐怖袭击等。生物安全是人的健康、动植物健康、生态环境健康三者安全统一的概念。

【详解】A、在生物恐怖威胁不断上升、全球传染病疫情频发的情况下，消除生物武器威胁、防止生物武器扩散是生物安全防控的重要方面，A 正确；

B、由于克隆技术尚不成熟，现在做克隆人很可能孕育出有严重生理缺陷的孩子。理由是重构胚胎成功率低，移植入母体子宫后胚胎着床率低、流产率高、胎儿畸形率高，出生后死亡率高等，正常的个体极少，B 正确；

C、为了尽力规避基因诊断的风险，避免可能产生的基因歧视，基因检测机构不能随意泄露基因检测的结果，C 正确；

D、从外来入侵害虫的原产地引入天敌进行治理，由于短期内天敌没有资源和空间等的限制，可能会对入侵地造成生态影响，D 错误。

故选 D。

15. 根据实验目的，下列实验的对照设置不合理的是（　）

	实验目的	对照设置
A	使用稀释涂布平板法计数酵母菌	不接种酵母菌的灭菌平板
B	探究淀粉酶是否具有专一性	在淀粉溶液中加入适量的蔗糖酶
C	粗提取 DNA 的鉴定	将二苯胺试剂加入 2mol/LNaCl 溶液中，沸水浴加热
D	观察洋葱鳞片叶外表皮细胞的质壁分离	滴加蔗糖溶液前观察中央液泡的大小，以及原生质层的位置

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】B

【解析】

【分析】1、对培养液中的酵母菌逐个计数是非常困难的，常采用抽样检测的方法；发酵过程中检测酵母菌数量可采用显微镜直接计数法或稀释涂布平板法计数。

2、酶具有专一性，每一种酶只能催化一种或一类化学反应。

3、DNA 鉴定的原理：在沸水浴的条件下，DNA 与二苯胺反应呈现蓝色。

4、观察细胞质壁分离实验的原理：当细胞液的浓度小于外界溶液的浓度时，细胞失水，由于原生质层比细胞壁的伸缩性大，当细胞不断失水时，液泡逐渐缩小，原生质层就会与细胞壁逐渐分离开来，既发生了质壁分离。

【详解】A、利用稀释涂布平板法计数酵母菌实验中，根据对照性原则，对照组的灭菌平板上应该不接种酵母菌，A 正确；

B、探究淀粉酶是否具有专一性的实验中，对照实验应该用淀粉和蔗糖作为反应物，且只能用淀粉酶，不能用蔗糖酶，B 错误；

C、在粗提取 DNA 的鉴定实验中，对照组应该将二苯胺试剂加入 2mol/LNaCl 溶液中，沸水浴加热，C 正确；

D、观察洋葱鳞片叶外表皮细胞的质壁分离实验为前后自身对照实验，对照设置应该为滴加蔗糖溶液前观察中央液泡的大小以及原生质层的位置，D 正确。

故选 B。

第二部分非选择题

16. 深海具有高压、黑暗等极端环境特征。我国科考船在南海采集到深海冷泉沉积物，从中分离培养微生物，并对深海微生物耐高压的生存机制进行了研究。

（1）我国科学家利用如图 1 所示过程分离培养深海微生物。

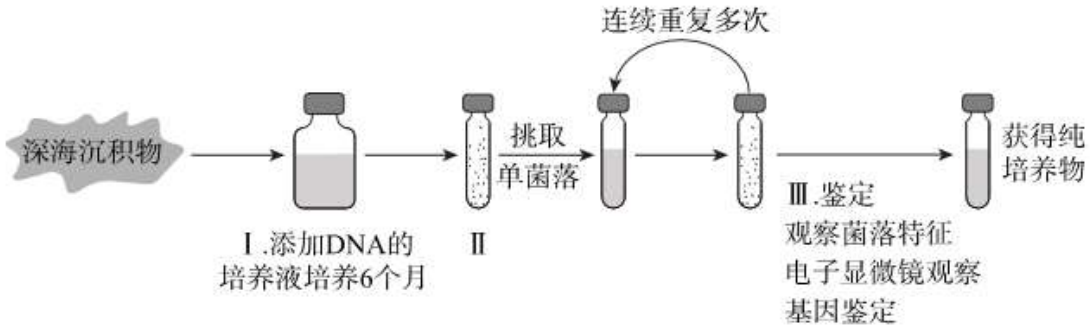


图 1

①研究发现深海沉积物中富含胞外 DNA，推测这些 DNA 可以作为微生物生存所需的_____等营养物质，因此在培养基中添加了 DNA。

②将 I 得到的菌液与II所用的培养基混合注入充满 N_2 的密闭试管中。将试管在冰水混合物中迅速滚动，培养一段时间后可在试管壁的薄层培养基上获得单菌落。与 I 相比，II所用培养基中还需要添加的是_____。按照对 O_2 的需求划分，所培养的微生物属于_____型。

③如图 1III，研究人员从_____水平对微生物的种类进行了鉴定，最终获得了纯培养物，并命名为鲔父鱼菌，为进一步研究奠定了基础。

（2）深海微生物能够利用 TMA 转运蛋白从深海环境吸收 TMA，在 TMA 单加氧酶的作用下合成 TMAO。为研究 TMAO 与微生物耐受高压能力的关系，将构建的 3 种不同质粒分别导入不耐高压的大肠杆菌，在高压下用含有 TMA 的培养基培养 48h，实验结果如图 2 所示。

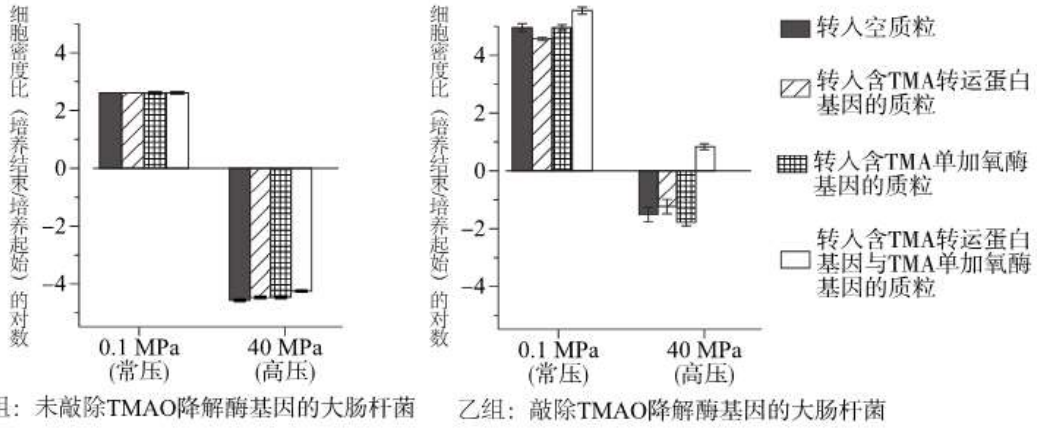


图 2

分析实验结果得出的结论合理的有_____（选填下列选项）。

A. 转基因操作对常压下甲组大肠杆菌的生存能力无明显影响

B. 细胞中的 TMAO 降解酶能够增强大肠杆菌耐受高压的能力

C. 细胞中的 TMA 和 TMA 单加氧酶都会影响大肠杆菌耐受高压的能力

D. 细胞中的 TMAO 含量与大肠杆菌耐受高压能力呈正相关

【答案】（1） ①. 碳源、氮源 ②. 琼脂 ③. 厌氧 ④. 分子、细胞、群体 （2）ACD

【解析】

【分析】1、选择培养基是在培养基中加入相应的特殊营养物质或化学物质，抑制不需要的微生物的生长，有利于所需微生物的生长。

【小问 1 详解】

①微生物培养所需的培养基成分通常有水、碳源、氮源和无机盐，而 DNA 的元素组成为 C、H、O、N、P，深海沉积物中富含胞外 DNA，推测这些 DNA 可以作为微生物生存所需的碳源和氮源，故在培养基中添加了 DNA。

②据图可知，在 II 培养基上培养后的菌落需要进行菌落特征观察，故应为固体培养基，故与 I 相比，II所用培养基中还需要添加的是凝固剂琼脂；“将 I 得到的菌液与II所用的培养基混合注入充满 N_2 的密闭试管中”目的是营造无氧环境，故按照对 O_2 的需求划分，所培养的微生物属于厌氧型。

③据图可知，III 鉴定是从菌落特征、电子显微镜、基因鉴定等方面进行的分析和鉴定，分别是群体、细胞和分子水平。

【小问 2 详解】

分析题意，深海微生物能够利用 TMA 转运蛋白从深海环境吸收 TMA，在 TMA 单加氧酶的作用下合成 TMAO，实验的探究目的是 TMAO 与微生物耐受高压能力的关系，则实验的自变量是 TMAO 的有无，因变量是微生物耐受高压能力，据此分析作答：

A、据图可知，转基因操作对常压下（0.1MPs）甲组大肠杆菌（3 种不同质粒和 1 组空质粒）的生存能力无明显影响，A 正确；

BD、比较甲组和乙组数据可知，乙组敲除 TMAO 后高压环境下细胞密度的减少值相对较少，说明 TMAO 降解酶能够减弱大肠杆菌耐受高压的能力，可推测细胞中的 TMAO 含量与大肠杆菌耐受高压能力呈正相关，B 错误，D 正确；

C、分析甲乙两组可知，与空质粒相比，在高压条件下，细胞中的 TMA 和 TMA 单加氧酶处理组细胞密度均有所变化，说明两者都会影响大肠杆菌耐受高压的能力，C 正确。

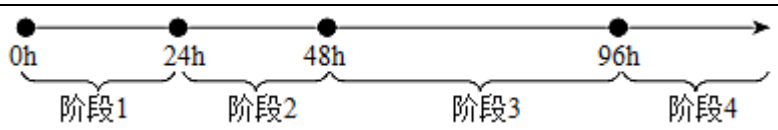
故选 ACD。

【点睛】本题考查微生物培养技术的相关知识，考生要明确选择培养基的选择作用；识记培养基为微生物提供的营养成分，能结合题图分析作答是解题关键。

17. 我国科研人员对喜马拉雅地区具有紫色花蜜的植物——米团花的传粉开展了深入研究。

（1）植物的花蜜是提供给传粉动物的主要回报之一，米团花花蜜的颜色可作为一种_____信息吸引它的传粉者——蓝翅希鹛。

（2）米团花（图 1）的开花过程经历 4 个阶段，具体情况如表 1。

开花后的时间和阶段				
花的特点	花冠筒打开	雄蕊出现花药关闭	雄蕊变长 花药开放 花粉释放	花冠和雄蕊枯萎
每朵花平均花蜜含量	0.75μL	2.46μL	12.34μL	5.41μL
花蜜颜色	——	浅紫色	深紫色	——

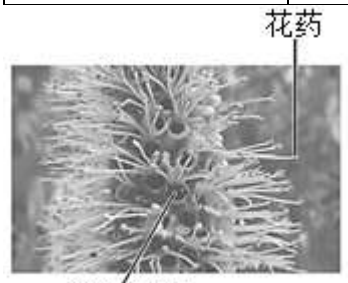


图1

数据显示，每朵花平均花蜜含量的变化是_____。

（3）实验发现，蓝翅希鹛偏好取食米团花阶段 3 的花蜜，而在取食阶段 1.2 的花蜜后会表现出“摇头”或“擦拭喙部”等厌恶行为。为进一步探明蓝翅希鹛的采食偏好，用模型花进行实验。

实验一：2 个模型花为一组，分别装入不同体积的第_____阶段花蜜，共设置了 5 组不同的体积组合。统计蓝翅希鹛第一次到访模型花的情况，结果见图 2。

实验二：2 个模型花为一组，其中一个全部涂成白色，另一个底部涂成黑色而其余部分为白色，均装入等量糖溶液。统计蓝翅希鹛第一次到访模型花的情况，结果见图 3。模型花中装入糖溶液而非花蜜可排除_____。

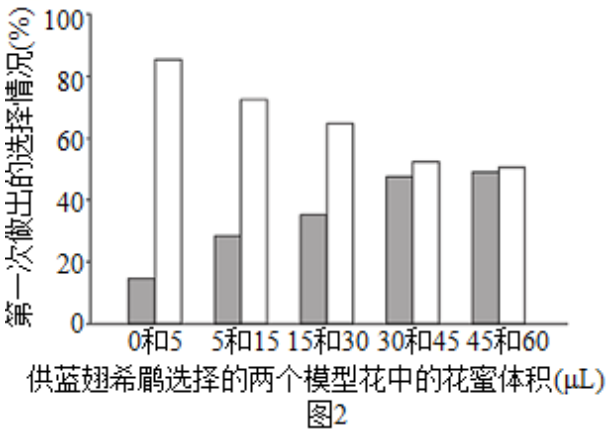


图2

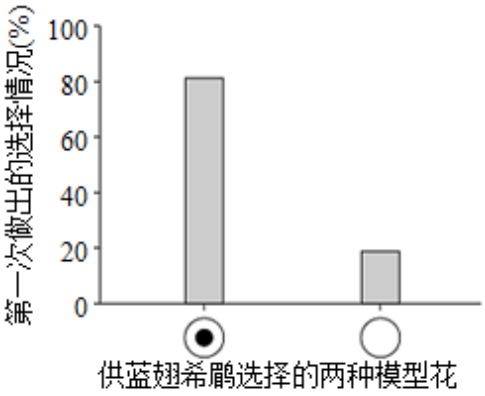


图3

两个实验结果表明，蓝翅希鹛的采食偏好是_____。

（4）米团花在不同阶段花蜜状态不同，造成蓝翅希鹛偏好取食阶段 3 的花蜜，而厌恶取食阶段 1、2 的花蜜。综合上述内容分析这种偏好对于米团花生存的意义。

【答案】（1）物理　（2）随着开花时间的延长，花蜜的含量先增多后减少

（3）　①. 3　②. 花蜜中其他成分或气味对实验结果的影响　③. 偏好深色（紫色）和体积更大的花蜜

（4）蓝翅希鹛主要在阶段 3 取食花蜜。此时米团花花药开放、花粉释放，采蜜可沾上更多的花粉，提高米团花的传粉成功成功率，避免蓝翅希鹛在阶段 1 和阶段 2 取食，可以防止米团花未成熟的花朵因过早被取食而耗尽花蜜，降低花成熟后的传粉成功率。

【解析】

【分析】1.生态系统中信息的类型；

（1）物理信息：生态系统中的光、声、颜色、温度、湿度、磁力等，通过物理过程传递的信息；

（2）化学信息：生物在生命活动过程中，产生的一些可以传递信息的化学物质；

（3）行为信息：是指某些动物通过某些特殊行为，在同种或异种生物间传递的某种信息；

2.信息传递在生态系统中的作用：

（1）生命活动的正常进行，离不开信息的作用；

（2）生物种群的繁衍，也离不开信息的传递；

（3）信息还能够调节生物的种间关系，以维持生态系统的稳定。

3.实验设计的一般步骤：分组编号→设置对照实验（给与不同的处理）→观察并记录实验结果（注意保证无关变量的一致性）→得出结论。

【小问 1 详解】

植物的花蜜是提供给传粉动物的主要回报之一，米团花花蜜的颜色可作为一种物理信息吸引它的传粉者——蓝翅希鹛，这 说明种群的繁衍离不开信息传递。

【小问 2 详解】

数据显示，每朵花平均花蜜含量的变化是随着开花时间的延长，花蜜的含量先增多后减少。

【小问 3 详解】

实验一：2 个模型花为一组，分别装入不同体积的第 3 阶段花蜜，这里实验的自变量是花蜜体积的不同，探究花蜜的量对蓝翅希鹛偏好的影响，为了使实验现象更加明显，需要选择蓝翅希鹛偏好的阶段 3 的花蜜进行实验，因变量

是蓝翅希鹏第一次到访模型花的情况，根据图 2 的结果可知当花蜜的体积较小时，花蜜的体积大被蓝翅希鹛选择的机会更大，随之花蜜体积增加到 30~60μL 之间，蓝翅希鹛对花蜜量的偏好不再明显。

实验二：2 个模型花为一组，其中一个全部涂成白色，另一个底部涂成黑色而其余部分为白色，均装入等量糖溶液。统计蓝翅希鹛第一次到访模型花的情况，结果见图 3，根据图 3 结果可以看出蓝翅希鹛偏好深色，实验中模型花中装入糖溶液而非花蜜的目的可排除花蜜中其他成分或气味对实验结果的影响。

综合两个实验结果分析可知，蓝翅希鹛喜欢深色（紫色）和体积更大的花蜜。

【小问 4 详解】

米团花在不同阶段花蜜状态不同，造成蓝翅希鹛偏好取食阶段 3 的花蜜，而第三阶段花的特点表现为雄蕊变长花药开放花粉释放，且此时花蜜量较多，且呈现深紫色，而蓝翅希鹛正好偏好深色且花蜜较多的阶段 3 的花蜜，据此可知，蓝翅希鹛主要在阶段 3 取食花蜜。此时采蜜可沾上更多的花粉，提高米团花的传粉成功成功率；同时也可避免蓝翅希鹛在阶段 1 和阶段 2 取食，可以防止米团花未成熟的花朵因过早被取食而耗尽花蜜，降低花成熟后的传粉成功率。

【点睛】能挖掘题目的相关信息并能根据实验设计的单一变量确定实验中的自变量和因变量是解答本题的必备能力，本题重点考查学生利用提取有用信息并能根据相应的信息解答问题的能力。

18. 番茄果实的成熟会经历由绿变红的过程。为研究 SP1 蛋白在此过程中的作用，进行了如下实验。

（1）SP1 蛋白与叶绿体外膜相关蛋白降解有关，蛋白质彻底水解的产物是_____。研究人员构建了 SP1 低表达和 SP1 过表达植株，并对番茄果实的颜色转变进行观察，图 1 结果说明_____。

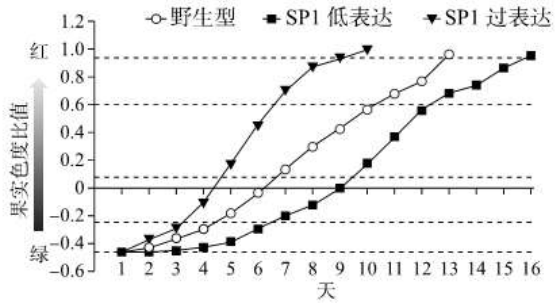


图 1

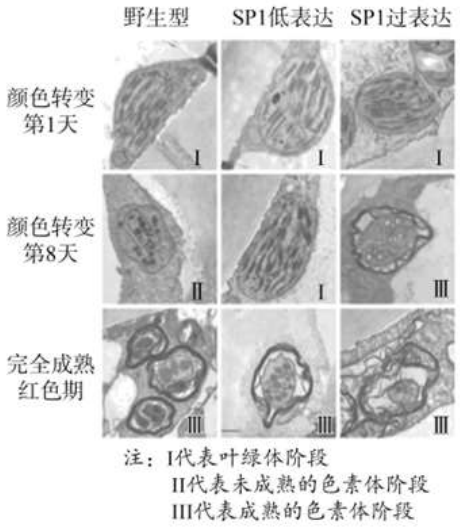
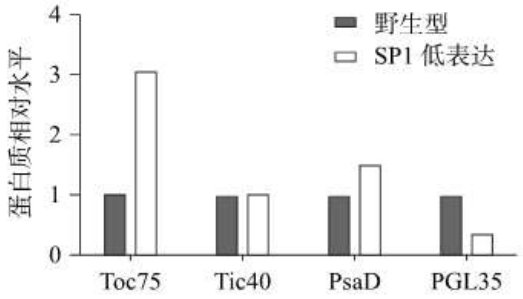


图 2

（2）番茄果实由绿变红的一个重要原因是细胞中的叶绿体向色素体的转变。为了解 SP1 是否与该过程有关，研究者对番茄果实的叶绿体结构进行了观察。图 2 中颜色转变第 1 天可见三组叶绿体内部有许多由_____堆叠而成的基粒。由图推断 SP1 蛋白对叶绿体向色素体转变有_____作用，其中_____（时期）的细胞图可以为此提供关键证据。

（3）为了进一步了解 SP1 的作用机制，研究人员对特定时期叶绿体中 4 种蛋白含量进行了检测，结果如图 3。



注：Toc75 是叶绿体外膜转运蛋白复合物的组成部分；Tic40 是叶绿体内膜蛋白；PsaD 是核基因控制的叶绿体基粒蛋白；PGL35 是果实色素体的标志蛋白。

图 3

研究人员推测，SP1 蛋白通过抑制某些蛋白质输入叶绿体，促进了果实成熟期间叶绿体向色素体的转变，实现加快果实成熟的作用。做出推测的理由是_____。

【答案】（1） ①. 氨基酸 ②. SP1 蛋白能够促进番茄果实由绿变红的过程

（2） ①. 类囊体 ②. 促进颜色转变 ③. 第 8 天

（3）与野生型相比，SP1 低表达番茄的 Toc75 和 PsaD 的含量均高于野生型，说明 SP1 导致 Toc75 和 PsaD 的含量降低，推测 SP1 通过降解 Toc75 减少 PsaD 输入叶绿体。SP1 低表达番茄 PGL35 含量低于野生型,说明 SP1 促进叶绿体转化为色素体。

【解析】

【分析】分析题意可知，本实验目的是探究 SP1 蛋白在番茄果实的成熟会经历由绿变红的过程的作用，结合题图可知，实验的自变量是 SP1 蛋白的表达情况，因变量是果实变红的情况，据此分析作答。

小问 1 详解】

蛋白质是由氨基酸脱水缩合而成的多聚体，故蛋白质彻底水解的产物是氨基酸；据图可知，与野生型和 SP1 相比而言，SP1 过表达的植株变红所需时间较短，故推测 SP1 蛋白能够促进番茄果实由绿变红的过程。

【小问 2 详解】

基粒是由叶绿体的类囊体薄膜堆叠而成的；分析图 2 可知，与野生型相比，SP1 蛋白过表达的个体 III 阶段提前，而 SP1 蛋白低表达的个体 III 阶段推迟，故推断 SP1 蛋白对叶绿体向色素体转变有促进颜色转变作用；其中第 8 天三种不同的个体类型出现不同的阶段，可作为关键证据。

【小问 3 详解】

据图可知，与野生型相比，SP1 低表达番茄的 Toc75 和 PsaD 的含量均高于野生型，说明 SP1 导致 Toc75 和 PsaD 的含量降低，推测 SP1 通过降解 Toc75 减少 PsaD 输入叶绿体；SP1 低表达番茄 PGL35 含量低于野生型,说明 SP1 促进叶绿体转化为色素体。

【点睛】本体结合题图，考查影响果实成熟的因素，解题关键是准确判断题图信息，能结合题意分析作答。

19. 学习以下资料，回答问题（1）~（4）。

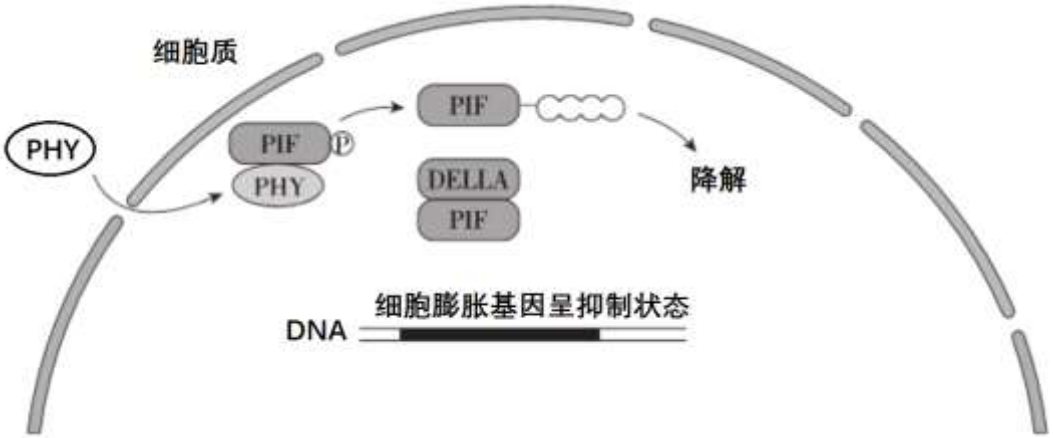
植物避荫反应

阳生植物受到周围植物遮荫时，茎伸长速度加快，这种现象称为避荫反应，而阴生植物通常无此反应。不同环境下，红光（R）和远红光（FR）的比例变化很大，与在直接太阳光照射下相比，树冠下红光占比小，且随着遮荫程度的增大，红光（R）：远红光（FR）减小。

光敏色素（PHY）是植物体内的一类光受体。PHY 有生理活跃形式和非活跃形式，两种形式可以互相转化。黑暗环境中生长的幼苗在细胞质中合成非活跃形式的 PHY。照射白光或红光后，非活跃形式的 PHY 转化为活跃形式，活

跃形式的 PHY 可以进入细胞核，通过一系列机制调节光相应基因的表达。随着遮荫程度的增加，由活跃形式转化为非活跃形式的 PHY 增多，并从细胞核中运出。

近年研究发现，光敏色素相互作用因子（PIF）在调节植物的避荫反应中发挥着重要作用。PIF 蛋白可以通过促进相关基因（如细胞膨胀基因）的表达，使植物茎秆的生长表现出避荫反应。PIF 与 PHY 关系的研究表明，在高 R：FR 的条件下（如下图），细胞核内活跃形式的 PHY 与 PIF 相互作用，并迅速诱导 PIF 的磷酸化和进一步被降解。



已有研究表明，在高 R：FR 条件下（如上图）DELLA 蛋白能够与 PIF 结合而抑制 PIF 的功能。已知 GA 能通过促进 DELLA 蛋白的降解促进植物生长。进一步检测发现，不同 R：FR 条件下，GA 含量随之变化，高 R：FR 时，GA 含量降低。目前，关于植物避荫反应的信号转导机制还有一些需要进一步解决和探讨的问题，充分揭示植物避荫反应的理论机制，在农业生产方面具有重要的意义。

（1）周围植物叶片中的_____吸收了红光，导致树冠下的光环境中 R：FR 变小，受到遮荫的植物出现茎伸长速度加快的避荫反应利于_____，以保证植物正常生长。

（2）研究过程中得到了以下实验结果，其中可以作为证据支持植物的避荫反应可通过 GA 信号通路来实现的有_____（选填下列选项）。

A. PIF 与避荫反应相关基因启动子结合的部位也可以与 DELLA 蛋白发生相互作用

B. 白光处理转 PHY-荧光蛋白融合基因的拟南芥，细胞核中有荧光信号

C. 在黑暗中生长的 PIF 缺失突变体表现出了在光下生长的典型特征

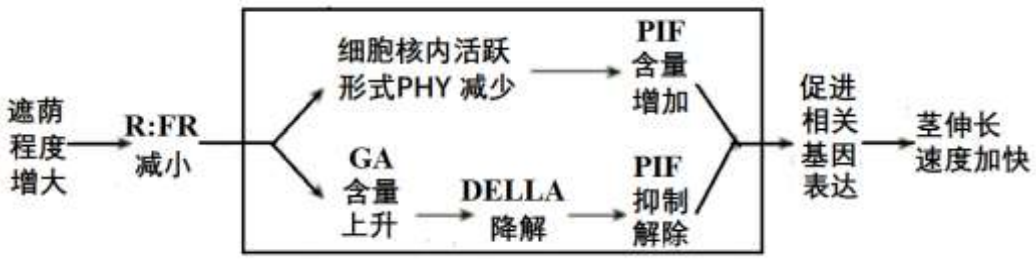
D. 降低 R：FR 的条件下，豆科植物的茎尖 GA 含量增加

（3）根据本文研究，完善避荫反应的机制图，在方框中以文字和箭头的形式作答。

（4）请从物质、能量和信息的角度概括光对植物的作用。

【答案】（1） ①. 叶绿素 ②. 获得更多光照 （2）AD

（3）



（4）光是植物光合作

用的能量来源，在光能的驱动下，植物完成 CO_2 和水向有机物的 转化下，光还可以作为一种信号调节植物的生命活动。

【解析】

【分析】1、遮阴反应是指阳生植物受到周围植物遮蔽时，茎伸长速度加快，使株高和节间距增加，叶柄伸长的现象。该现象是植物适应环境的体现，有利于捕获更多的光照，提高植物遮阴时光合作用强度，为生长发育提供物质能量的生理意义。

2、赤霉素主要是由未成熟的种子、幼芽和幼根合成，能够促进细胞伸长、促进种子萌发和果实发育。在实际应用中可以促进植物茎秆伸长，解除种子和其他部位休眠，提早用来播种。

3、光敏色素是一类红光/远红光受体，在自然光照条件下，植物体内同时存在非活化、活化的光敏色素。光敏色素蛋白一旦被红光激活，暴露出核定位信号，即可参与基因表达的调控。

【小问 1 详解】

叶片中的叶绿素进行光合作用时主要吸收红光和蓝紫光。自然光被植物滤过后，其中红光（R）与远红光（FR）的比例下降，原因是植物叶片中的叶绿素吸收红光。R 与 FR 的比值的变化引起植物的避阴反应，从适应环境的角度分析其生理意义是利于捕获更多的光，提高植物遮阴时光合作用强度，以保证植物正常生长。

【小问 2 详解】

A、根据题干信息“PIF 蛋白可以通过促进细胞膨胀基因的表达，使植物茎秆的生长表现出避荫反应”，“在高 R：FR 条件下 DELLA 蛋白能够与 PIF 结合而抑制 PIF 的功能”，IF 与避荫反应相关基因启动子结合的部位也可以与 DELLA 蛋白发生相互作用，涉及 GA 通路调节的遮阴反应，A 符合题意；

B、白光处理转 PHY-荧光蛋白融合基因的拟南芥，会导致细胞质中非活跃形式的 PHY 转化为活跃形式的 PHY，进入细胞核调节光相关基因的表达，未涉及 GA 信号通路的调节路径，B 不符合题意；

C、在黑暗中生长的 PIF 缺失突变体，表现出了在光下生长的典型特征，是 PHY 形式转化完成的，未涉及 GA 信号通路调节，C 不符合题意；

D、降低 R：FR 的条件下，豆科植物的茎尖 GA 含量增加，DELLA 降解，PIF 抑制解除，植物出现茎秆伸长速度加快，体现了 GA 信号通路调节下的植物遮阴反应，D 符合题意。

故选 AD。

【小问 3 详解】

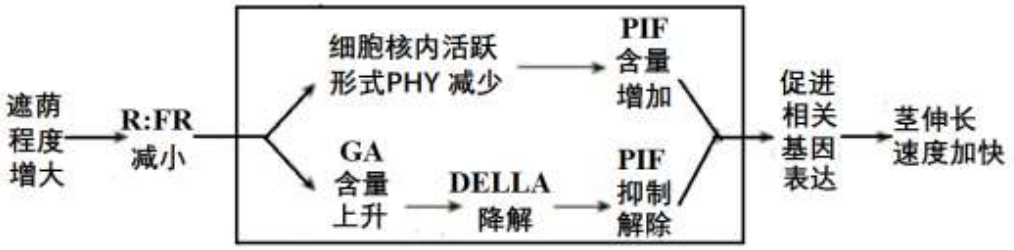
材料第一段，关键信息为：遮阴程度的增大，红光（R）：远红光（FR）减小。

文本第二段，关键信息为：随着遮荫程度的增加，由活跃形式转化为非活跃形式的 PHY 增多，并从细胞核中运出，导致细胞核中活跃形式的 PHY 减少。

文本第三段，关键信息为：高 R：FR 的条件下，细胞核内活跃形式的 PHY 与 PIF 相互作用，并迅速诱导 PIF 的磷酸化和进一步被降解，PIF 含量减少。

文本第四段，关键信息为：高 R：FR 时，GA 含量降低，DELLA 蛋白的降解减少，DELLA 蛋白与 PIF 结合减少而抑制 PIF 的功能减弱。

四段之间信息关联可用图解概括如下：



【小问 4 详解】

光对植物的影响主要表现在两个方面，一是作为能源，驱动植物的光合作用。光是植物光合作用的能量来源，在光能的驱动下，植物完成 CO_2 和水向有机物的 转化下；另一方面光作为信号分子，调节植物的生长发育等生命活动。

【点睛】本题以资料为载体，考查植物遮阴反应的调节机制，意在考查学生对所学知识的理解与掌握程度，培养了学生分析题意、获取信息、解决问题的能力。

20. 黑色素细胞存在于皮肤表皮的最底层，能够合成并分泌黑色素。白癜风是一种因皮肤缺乏黑色素而出现白斑的疾病。

（1）细胞毒性 T 细胞在_____中成熟。研究发现，在一定条件下，机体中的某些细胞毒性 T 细胞会进入皮肤并攻击黑色素细胞，引发白癜风。从免疫学的角度分析，白癜风是免疫系统的_____这一基本功能紊乱引发的自身免疫病。

（2）白癜风患者体内 IFN-γ（一种细胞因子）的含量显著提高。研究人员对野生型小鼠（WT）和 IFN-γ 受体基因敲除小鼠（KO）分别进行白癜风诱导处理，结果 WT 出现白癜风症状而 KO 没有出现。对诱导处理后的小鼠皮肤中细胞毒性 T 细胞和黑色素细胞进行检测，结果如图 1。

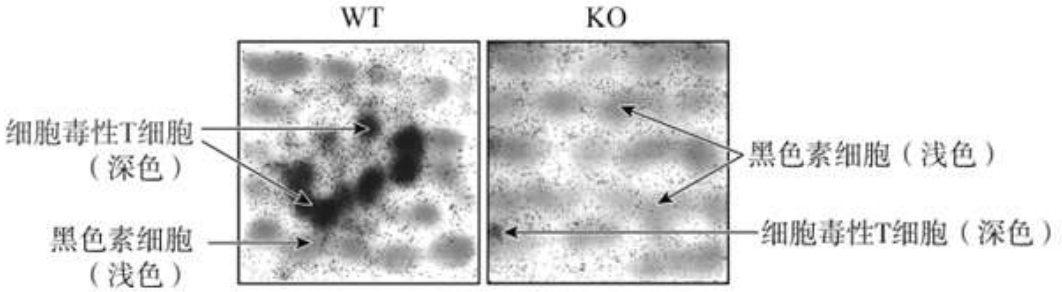


图 1

结果显示_____。由此可知，IFN-γ 含量的升高会招募细胞毒性 T 细胞到皮肤并大量杀死黑色素细胞。

（3）已知成纤维细胞是皮肤中响应 IFN-γ 信号的主要细胞，为探究成纤维细胞响应 IFN-γ 信号后产生的物质是否在细胞毒性 T 细胞的招募中发挥作用，研究人员进行 Transwell 实验（实验装置如图 2 所示）。

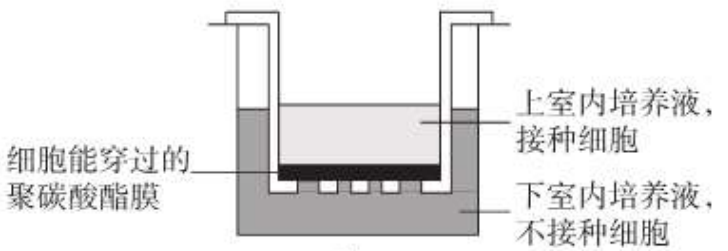


图 2

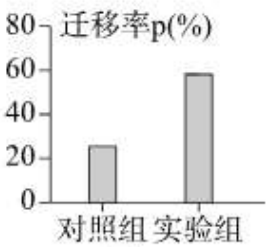


图 3

将_____细胞接种在上室内，在实验组下室内加入_____培养液。培养一段时间后，计数上室和下室中的细胞数量（分别记为 $c^{上}$、$c^{下}$）。根据公式 p=_____，计算出细胞迁移率 p（迁移细胞数量占细胞总数的比例），结果如图 3 所示。

（4）科研人员发现白癜风患者皮肤内的细胞毒性 T 细胞均聚集在皮损与非皮损区域交界处（即白斑边缘）。请综合相关信息，推测皮肤成纤维细胞在白斑扩大过程中的作用机制。

【答案】（1） ①. 胸腺 ②. 免疫自稳

（2）WT 组细胞毒性 T 细胞显著多于 KO 组，且 WT 组黑色素细胞少于 KO 组

（3） ①. (活化的)细胞毒性 T ②. 培养过经 IFN-γ 处理的成纤维细胞的 ③. $C^{下}/（C^{上}+C^{下}）\times 100\%$

（4）皮肤成纤维细胞接收 IFN-γ 信号后分泌某种物质，将细胞毒性 T 细胞招募到皮损区与非皮损区交界处，杀伤非皮损区的黑色素细胞，使白斑面积扩大

【解析】

【分析】1、细胞免疫：细胞毒性 T 细胞识别到被感染的宿主细胞后，增殖分化形成新的细胞毒性 T 细胞和记忆细胞，细胞毒性 T 细胞和靶细胞接触，将靶细胞裂解。

2、自身免疫病是指机体对自身抗原发生免疫反应而导致自身组织损害所引起的疾病，例如风湿性心脏病、类风湿性关节炎系统性红斑狼疮等。

【小问 1 详解】

细胞毒性 T 细胞在骨髓中由造血干细胞分化产生，迁移到胸腺中成熟。免疫系统的功能是免疫防御、免疫自稳、免疫监视，其中免疫自稳指机体清除衰老、损伤的细胞器或细胞结构。在一定条件下，机体中的某些细胞毒性 T 细胞会进入皮肤并攻击黑色素细胞，引发白癜风，说明白癜风是免疫系统的免疫自稳这一基本功能紊乱引发的自身免疫病。

【小问 2 详解】

分析题图可知，对野生型小鼠（WT）和 IFN-γ 受体基因敲除小鼠（KO）分别进行白癜风诱导处理后，观察两组深色区域和浅色区域可知 WT 组细胞毒性 T 细胞显著多于 KO 组，且 WT 组黑色素细胞少于 KO 组。

【小问 3 详解】

分析图 2 可知，上室接种细胞，而下室不接种细胞，因此探究成纤维细胞响应 IFN-γ 信号后产生的物质是否在细胞毒性 T 细胞的招募中发挥作用实验中应将(活化的)细胞毒性 T 细胞接种在上室内，在实验组下室内加入培养过经 IFN-γ 处理的成纤维细胞的培养液，其中含有成纤维细胞响应 IFN-γ 信号后产生的物质。细胞迁移率 p 为迁移细胞数量占细胞总数的比例，即下室中的细胞数量为迁移的细胞数量，因此公式为 $C^{下}/（C^{上}+C^{下}）\times 100\%$。

【小问 4 详解】

结合图 2 和图 3 实验结果可知，培养过经 IFN-γ 处理的成纤维细胞的培养液能吸引细胞毒性 T 细胞使之发生迁移，因此可推测皮肤成纤维细胞在白斑扩大过程中的作用机制为：皮肤成纤维细胞接收 IFN-γ 信号后分泌某种物质，将细胞毒性 T 细胞招募到皮损区与非皮损区交界处，杀伤非皮损区的黑色素细胞，使白斑面积扩大。

【点睛】本题以白癜风的形成机理探究为信息背景，考查免疫调节的相关内容，掌握并运用免疫的相关知识，并能分析实验结果并作相应推理是解答本题的关键。

21. 为探究影响拟南芥种子萌发的分子机制，研究人员进行了如下实验。

（1）以品系甲（基因型为 D_1D_1）为材料，获得 D_1 功能缺失的纯合突变体 1，进行了四组杂交实验，测定所结种子的萌发率，结果如图 1。

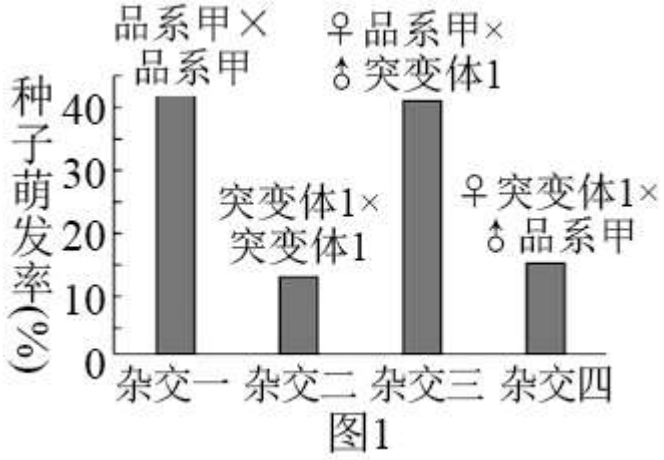


图1

①杂交一和杂交二的实验结果表明 D_1 基因的功能是_____。

②根据杂交三和杂交四的实验结果推测，来自父本的 D_1 基因表达受抑制。若按此推测，杂交三所得 F_1 自交，所结种子（F_2）中高萌发率种子与低萌发率种子的比为_____。

（2）现有基因型为 D_2D_2 的拟南芥品系乙，表型与品系甲同为高萌发率。研究人员利用品系甲和品系乙进行杂交实验，并分别提取种子中的 RNA，逆转录后用相同引物进行扩增，结果见图 2。

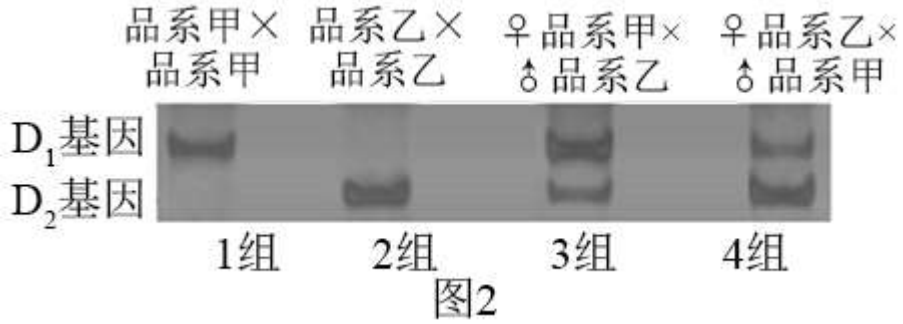


图2

上述实验结果是否支持来自父本的 D 基因表达受抑制这一推测，请说明理由。

（3）研究人员分别检测了图 2 中 3 组和 4 组所结种子中 D 基因的甲基化情况，实验结果为_____，证实 DNA 甲基化水平升高会抑制基因的表达，D 基因的表达受到表观遗传调控。

（4）R 基因控制去甲基化酶的合成，推测 R 可以降低来自父本的 D 基因甲基化程度，防止其表达完全被抑制。通过一代杂交实验，并检测子代 D 基因的转录情况，可验证该推测。请利用下列实验材料设计实验组和对照组的杂交方案。

实验材料：品系甲

品系乙

突变体 2（诱导品系甲　R 基因功能缺失获得的纯合突变体）

突变体 3（诱导品系乙的 R 基因功能缺失获得的纯合突变体）

【答案】（1）　①. 促进种子萌发　②. l : 1

（2）支持；图 2 中第 3 组结果显示 D 基因转录量高于 D2，第 4 组实验结果显示 D2 基因转录量高于 D1，均为来自父本的 D 基因转录量低于来自母本的 D 基因，说明来自父本的 D 基因表达受抑制

（3）3 组所结种子 D1 基因的甲基化水平低于 D2 基因，4 组所结种子,1 基因的甲基化水平高于 D2 基因

（4）实验组:♀突变体 2×♂突变体 3，对照组：♀品系甲×♂品系乙（或实验组:♀突变体 3×♂突变体 2；对照组:♀品系乙×♂品系甲）

【解析】

【分析】分析题意可知，突变体 1 是 D_1 功能缺失的纯合子，设为 $D_1^-D_1^-$，据此分析作答。

【小问 1 详解】

①分析题意，杂交一中，品系甲自交，即 D_1D_1 自交，子代种子萌发率＞40%，而杂交二中，$D_1^-D_1^-$ 自交，种子萌发率约为 15%，则杂交一和杂交二的实验结果表明 D_1 基因的功能是促进种子萌发。

②杂交三为♀品系甲（D_1D_1）×♂突变体 1（$D_1^-D_1^-$），则子一代基因型为 $D_1D_1^-$，令其自交，若来自父本的 D1 基因表达受抑制，则自交时母本可产生 D_1：D_1^-=1:1,的配子，而父本只产生 D_1^-的配子，子代 $D_1D_1^-$：$D_1^-D_1^-$=1:1，表现为高萌发率：低萌发率=1:1.

【小问 2 详解】

据图可知，图 2 中第 3 组结果显示 D 基因转录量高于 D_2，第 4 组实验结果显示 D_2 基因转录量高于 D_1，均为来自父本的 D 基因转录量低于来自母本的 D 基因，说明来自父本的 D 基因表达受抑制，故上述实验结果是否支持来自父本的 D 基因表达受抑制这一推测。

【小问 3 详解】

据图可知，3 组的和 4 组的 D_1 基因和 D_2 基因均表达，而 1 组表达 D_1 基因，2 组表达 D_2 基因，3 组和 4 组是正反交实验，若 DNA 甲基化水平升高会抑制基因的表达，D 基因的表达受到表观遗传调控，则预测实验结果为：3 组所结种子 D_1 基因的甲基化水平低于 D_2 基因，4 组所结种子 D_1 基因的甲基化水平高于 D_2 基因。

【小问 4 详解】

设 R 基因突变体纯合体为 RR，若“R 基因通过控制去甲基化酶的合成来降低来自父本的 D 基因甲基化程度”，则可选择实验组♀突变体 2（RRD_1D_1）×♂突变体 3（RRD_2D_2），对照组：♀品系甲（D_1D_1）×♂品系乙（D_2D_2），实验组的子一代基因型为 RRD_1D_2，对照组的子一代为 D_1D_2，若假说正确，则实验组的甲基化程度应低于对照组。（或实验组:♀突变体 3×♂突变体 2；对照组:♀品系乙×♂品系甲）

【点睛】本题结合拟南芥种子萌发的分子机制，考查分离定律的实质和应用，要求考生明确相关知识点，结合育种过程中的应用分析作答。