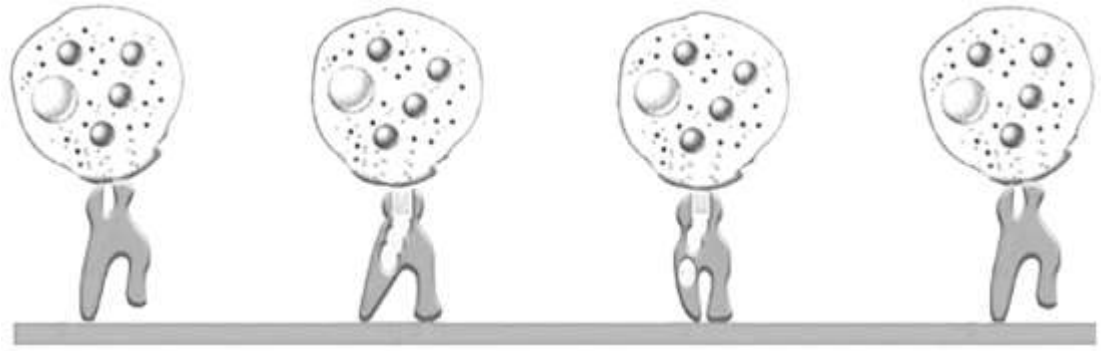
2022 北京西城高三（上）期末

生　　物

一、选择题。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．细胞内的马达蛋白与囊泡结合，沿细胞骨架定向移动，其机理如图所示。以下叙述错误的是（　　）



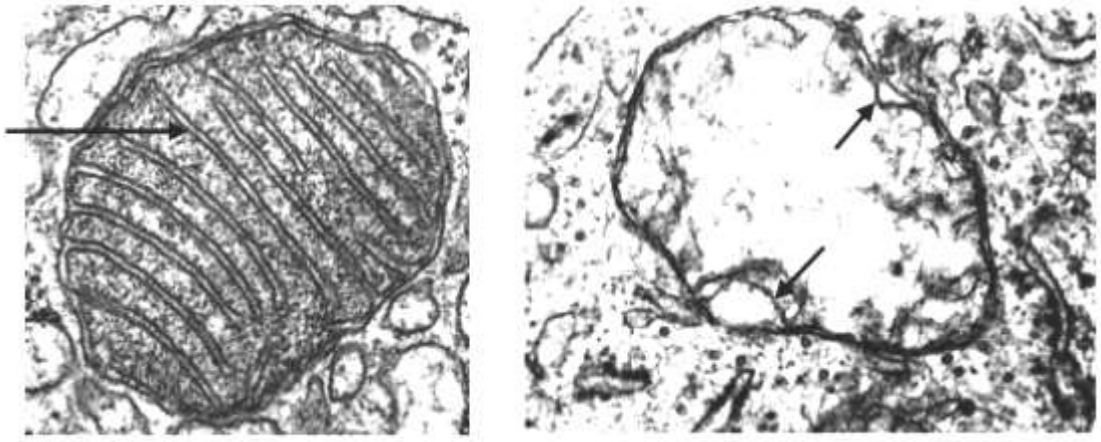
A．马达蛋白和 ATP 相同的元素有 C、H、O、N

B．合成马达蛋白的场所是核糖体

C．ATP 水解可引起马达蛋白空间结构改变

D．浆细胞中马达蛋白功能异常不影响抗体分泌

2．甲、乙分别为正常细胞线粒体和胶质母细胞瘤线粒体的电镜照片，下列叙述错误的是（　　）



甲　　乙

A．箭头所指为线粒体内膜

B．甲图细胞产生 ATP 的主要场所是线粒体

C．葡萄糖在线粒体中被分解

D．乙图线粒体发生嵴融合影响细胞有氧呼吸

3．2021 年，中国科学家在人工合成淀粉方面取得突破性进展，首次实现 $CO_2 \rightarrow C_1 \rightarrow C_3 \rightarrow C_6 \rightarrow$ 淀粉过程，合成淀粉的速率是玉米的 8.5 倍。下列叙述错误的是（　　）

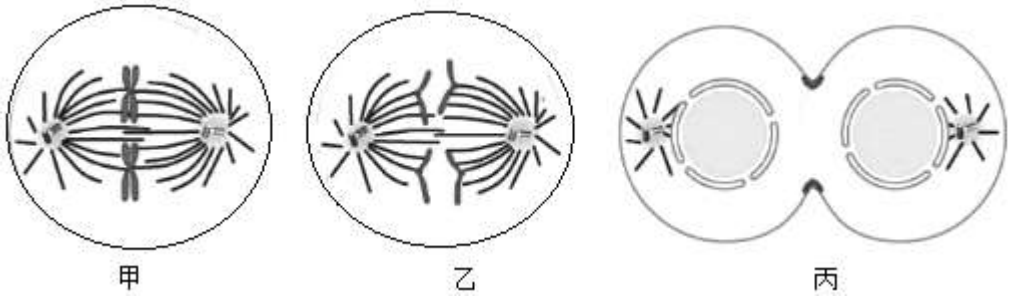
A．淀粉是植物细胞的储能物质

B．玉米合成淀粉的能量来自 CO_2 和 H_2O

C．人工合成淀粉为解决粮食危机提供了新思路

D．酶用于人工合成淀粉体现了生物的直接价值

4．下列关于某生物（2n＝2）细胞分裂模式图的分析，错误的是（　　）



A．图中显示的是动物细胞的有丝分裂

B．甲、乙细胞中核 DNA 的含量相同

C．乙细胞同源染色体和染色体组都加倍

D．丙细胞出现细胞板实现胞质分裂

5．鸡的雄羽和母羽由常染色体上一对基因（H/h）控制，母鸡只有母羽一种表现型。表现型均为母羽的亲本交配，F_1 母羽母鸡：母羽公鸡：雄羽公鸡＝4：3：1.据此判断（　　）

A．母羽鸡亲本基因型为 Hh 和 hh

B．F_1 雄羽公鸡存在部分致死现象

C．F_1 母鸡隐性纯合子表现为显性性状

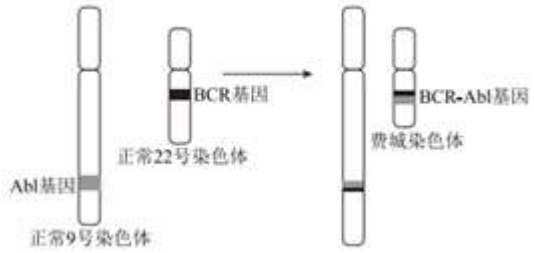
D．雄羽和母羽性状的遗传与性别无关

6．显微镜下观察豌豆花药的临时装片，下列观察到的现象与做出的推测不匹配的是（　　）

选项	观察到的现象	推测
A	7 个四分体	豌豆的染色体数目为 14 条
B	每对同源染色体形态彼此相同	性别决定方式为 ZW 型
C	同源染色体相应片段交换	发生基因重组
D	含姐妹染色单体的染色体移向两极	该细胞处于减Ⅰ后期

A．A　　B．B　　C．C　　D．D

7．慢性粒细胞白血病（CML）病人白细胞中常出现“费城染色体”（如图），其上的 BCR﹣Abl 融合基因表达 BCR﹣Abl 融合蛋白，使酪氨酸激酶一直保持活性，抑制了细胞凋亡。相关叙述正确的是（　　）



A．费城染色体的出现是非同源染色体易位的结果

B．CML 病人白细胞中的费城染色体可以遗传给子代

C．融合蛋白氨基酸数是 BCR 和 Abl 蛋白氨基酸数之和

D．提高细胞中的酪氨酸激酶活性的药物可治疗 CML

8．关于温度感知和触觉分子机制的研究获得 2021 年诺贝尔生理学或医学奖。细胞膜上的 TRPV1 通道蛋白能被辣椒素或 42℃以上高温激活，提高膜对 Ca^{2+}的通透性，使人产生热辣的感觉。下列叙述错误的是（　　）

A．TRPV1 通道蛋白是一种跨膜蛋白

B．TRPV1 激活后引起 Ca^{2+}的自由扩散

C．通过 TRPV1 可将辣椒素或高温刺激转化为电信号

D．该发现可解释喝冷饮能缓解吃辣椒产生的热辣感

9．生长激素对软骨细胞生长的调节过程如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A．GH 经体液运输至肝脏和软骨细胞

B．垂体和软骨细胞上有 IGF－1 受体

C．IGF－1 含量降低时促进垂体分泌 GH

D．GH 与 IGF－1 具有协同作用

10．人乳头瘤病毒（HPV）持续感染易引发女性宫颈癌。我国自主研制的 HPV 疫苗获得世卫组织 PQ 认证，成为首个由发展中国家拥有完全自主知识产权并获国际认可的 HPV 疫苗。下列叙述错误的是（　　）

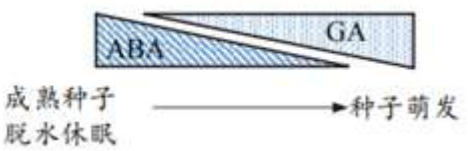
A．HPV 侵入人体可能引起细胞发生基因突变

B．人体主要通过体液免疫清除侵染的 HPV

C．HPV 疫苗能诱导人体产生抗体和记忆细胞

D．给适龄女性注射 HPV 疫苗可预防宫颈癌

11．大多植物种子成熟后需经过休眠才能萌发，从休眠到萌发阶段种子内脱落酸（ABA）和赤霉素（GA）含量变化如图所示。有些突变体的种子未脱离母体就发芽的现象称为胎萌。下列叙述错误的是（　　）



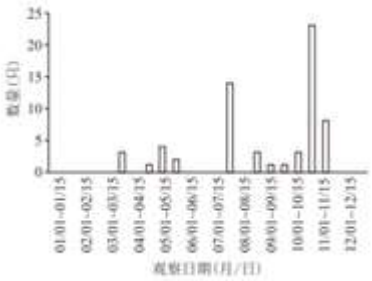
A．与 ABA 合成相关的酶基因突变可引起胎萌

B．外施 ABA 可抑制 ABA 受体缺失突变体胎萌

C．外施 GA 合成抑制剂可抑制种子的萌发

D．环境因素可影响植物激素比例的变化

12．灰鹤是我国Ⅱ级保护动物，在北京属于冬候鸟。研究者利用高倍望远镜在固定位置定期观察野鸭湖灰鹤数量，结果如图。相关叙述正确的是（　　）



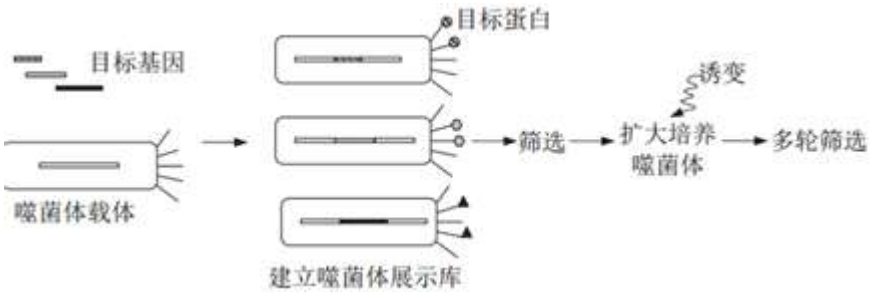
A．该调查数据可用于分析灰鹤的迁徙规律

B．研究者采用了标记重捕法统计灰鹤数量

C．10 月下旬北京野鸭湖灰鹤种群数量为 23 只

D．调查结果显示灰鹤的种群数量呈 J 形增长

13．噬菌体展示技术（如图）可将某些蛋白质呈递至噬菌体表面，便于对目标蛋白进行筛选、鉴定。以下对该技术的分析错误的是（　　）



A．建立噬菌体展示库需限制性内切核酸酶和 DNA 连接酶

B．可利用抗原一抗体杂交技术筛选目标蛋白

C．用含有碳源、氮源等营养物质的培养基培养噬菌体

D．该技术可用于获得与抗原亲和力更强的抗体及其基因

14．束顶病毒是香蕉的严重病害之一，常用感病植株的茎尖作外植体以获得脱毒苗。科研人员进行相关实验的结果如表所示，叙述错误的是（　　）

茎尖预处理	茎尖数量	成活茎尖数	成活率（%）	脱毒茎尖数	脱毒率（%）
未低温保存	32	30	93.75	8	26.67
超低温保存	60	33	55.00	20	60.61

A．获得脱毒苗利用植物细胞具有全能性的原理

B．培养基中常添加生长素、细胞分裂素等激素

C．结果显示超低温保存茎尖可以提高脱毒率

D．用光学显微镜观察病毒颗粒检测茎尖脱毒率

15．下列实验目的不能实现的是（　　）

A．利用双缩脲试剂检测蛋白质是否变性

B．利用 PCR 技术快速检测新冠病毒感染

C．利用酵母菌和醋酸菌进行果醋发酵

D．利用核移植和胚胎移植繁育良种家畜

二、解答题（共 6 小题）

16．（10 分）随着膳食营养的丰富，血清总胆固醇含量高的人数逐年增加。研究人员拟从酸笋发酵液中筛选能降解胆固醇的乳酸菌，为开发降胆固醇功能产品提供益生菌。

（1）胆固醇属于 _____类有机物。

（2）传统酸笋发酵中水封腌制的目的是 _____。将酸笋发酵液稀释后用 _____法接种到含有 $CaCO_3$ 的固体培养基上，以 _____（填选项前字母）为最佳指标，初步分离出目标菌株。

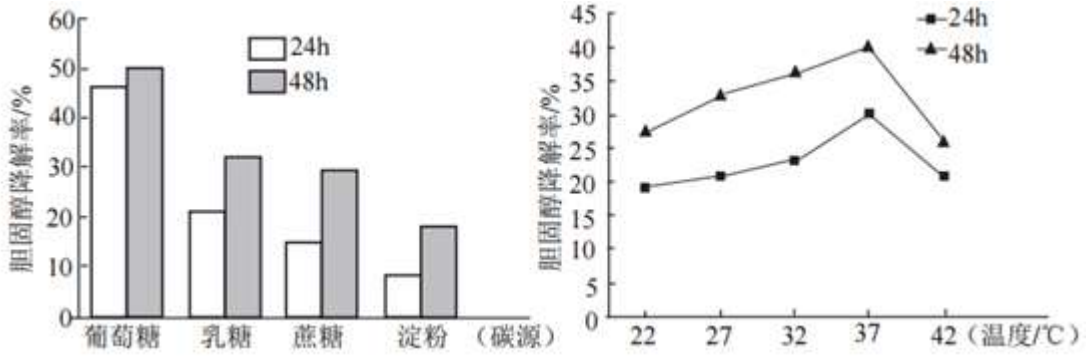
A.菌落直径大小

B.溶钙圈大小

C.溶钙圈直径与菌落直径的比值

（3）通过观察菌落的 _____，初步鉴定为乳酸菌。为进一步鉴定类群，扩增其 16S rDNA 序列并测序，从 _____ 水平确定其为植物乳杆菌。再从中筛选出降解胆固醇能力最强的菌株 L。

（4）科研人员研究不同碳源和温度对菌株 L 降解胆固醇的影响，结果如图。



根据上述结果，有人认为可确定菌株 L 适合开发为人体降胆固醇的功能性菌剂，有人认为不能确定，请评价这两种观点。

17．（13 分）蓝藻细胞色素 C_6 能提高光反应中电子传递效率，SBP 酶可促进卡尔文循环中 C_5 的再生。研究人员为提高植物光合效率，尝试将 C_6 和 SBP 两个基因分别导入烟草中。

（1）光合色素吸收的光能，可将 H_2O 分解为 _____和 H^+，产生的电子传递给 $NADP^+$。转基因烟草细胞中 SBP 酶发挥作用的场所为_____。

（2）采用 _____法将两个目的基因分别导入烟草细胞中，再通过 _____技术获得转基因植株 T0 代，分别记为 C_6 和 S_B 株系。写出利用 C_6 和 S_B 株系快速获得纯合双转基因 C_6S_B 株系的育种方案。（用文字或流程图均可）

（3）在温室提供一定浓度 CO_2 的条件下，检测四种株系的相关指标，结果如表。

组别	电子传递效率（相对值）	C_5 再生效率（μmol•m^{-2}•s^{-1}）	光合效率（μmol•m^{-2}•s^{-1}）
野生型	0.118	121.5	24.6

C_6 株系	0.123	124.8	25.6
S_B 株系	0.130	128.7	27.0
C_6S_B 株系	0.140	132.0	27.4

①C_6 株系的电子传递效率并未高于 S_B 株系的原因是 _____ 受限导致。

②写出 C_6S_B 株系光合速率明显提高的原理流程图。（用文字和“→”表示）

（4）研究人员还发现 C_6S_B 植株的气孔开放度小，胞间 CO_2 浓度低。请据此推测 C_6S_B 适合推广的地域环境，并说明理由。

18.（12 分）生长素（IAA）调控其响应基因（ARF）表达的机制如图 1 所示。A 蛋白基因突变植株的花蕊发育异常，研究者对此进行了研究。

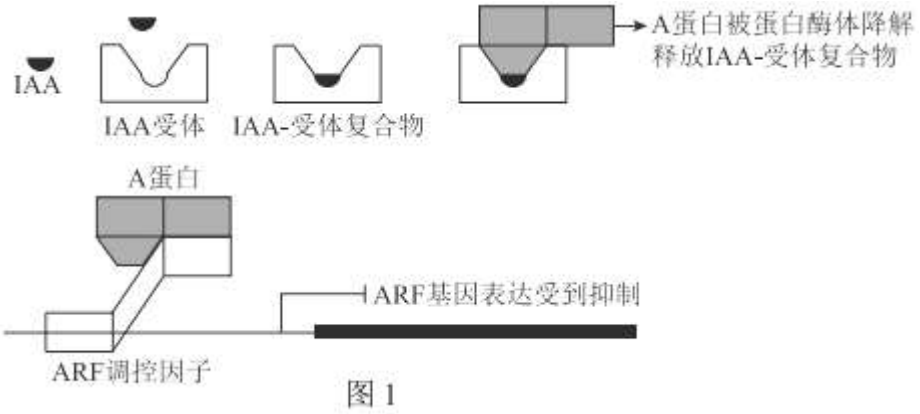


图 1

（1）IAA 与受体结合，通过系列 _____ 传递过程，_____ 植物伸长生长、花果发育等生命活动。A 蛋白与 ARF 调控因子结合可抑制 ARF 的表达，A 蛋白与 IAA - 受体复合物结合后被蛋白酶体降解。请据此简述 IAA 促进 ARF 高表达的机制。

（2）将正常 A 蛋白基因（A）和突变的 A 蛋白基因（mA） 转入野生型拟南芥，获得甲、乙转基因植株，相关检测结果如图 2、图 3。结合图 1，研究者提出两种猜想，解释乙组花发育异常的原因。

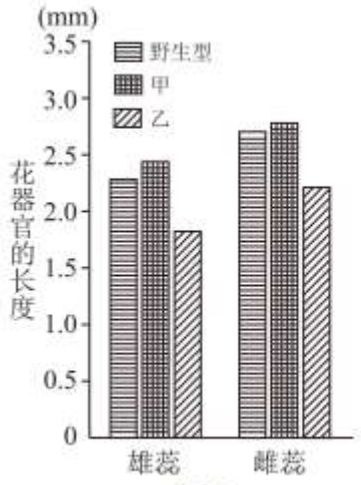


图 2

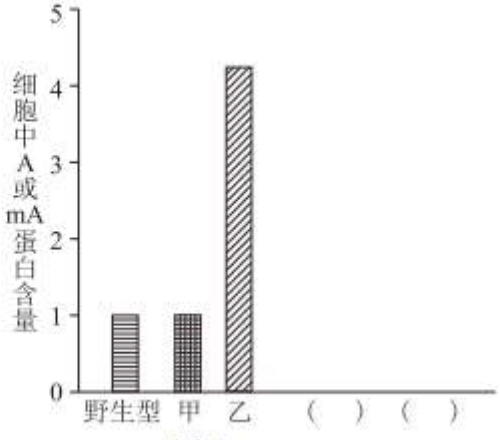


图 3

猜想 1：mA 表达水平 _____，对 ARF 表达的抑制作用增强。

猜想 2：mA 表达的 mA 蛋白结构改变，不易与 IAA - 受体复合物结合，导致不被降解，对 ARF 表达的抑制增强。

（3）用 MG132（蛋白酶体抑制剂）处理相应植株，得到支持猜想 2 的结果。请在图 3 中补充实验分组处理及结果。若要进一步否定猜想 1，需检测 _____的含量。

（4）检测发现乙组植株茉莉酸合成基因（DAD1）表达量和茉莉酸（JA）含量均低于野生型和甲组植株，提出“IAA 通过 JA 影响花发育”的假说。现有材料及试剂：野生型植株、A 突变体植株、DADI 突变体植株、NAA 溶液（生长素类似物）、JA 溶液、蒸馏水。请补充验证假说的实验。

	材料	试剂	检测指标
对照组	野生型植株	②	④
实验组	①	③	同上

19.（12 分）学习以下材料，回答（1）-（4）题。

Polθ 的发现丰富了中心法则的内涵

发现 RNA 病毒后，科学家完善了克里克提出的“中心法则”，揭示了遗传信息传递的一般规律。真核细胞内“聚合酶 θ（Polθ）”的发现又丰富了传统认知。Polθ 主要承担检测和修复 DNA 双链断裂的工作。当 DNA 双链断裂时，断裂处的 5′ 端被某些酶切后，出现局部单链 DNA（ssDNA 悬臂），其上有些区域的碱基可互补配对，称为微同源区。微同源区结合后，Polθ 可延伸微同源区的 3′ 端，促进双链断裂处 DNA 的连接（图 1），但该过程极易出现突变等错误。Polθ 在大多数组织细胞中不表达，但在许多癌细胞中高表达，促进癌细胞生长，同时使其产生耐药性。

为验证 Polθ 具有图 1 所示功能，开发了一种绿色荧光蛋白（GFP）报告基因检测法，原理如图 2 实验组 1 所示。为进一步探究 Polθ 是否还有其他功能，在此基础上，将实验组 1 中甲片段分别替换为掺入部分 RNA 的乙、丙片段，导入受体细胞，记为实验组 2、3。观察到三组细胞均发出绿色荧光。

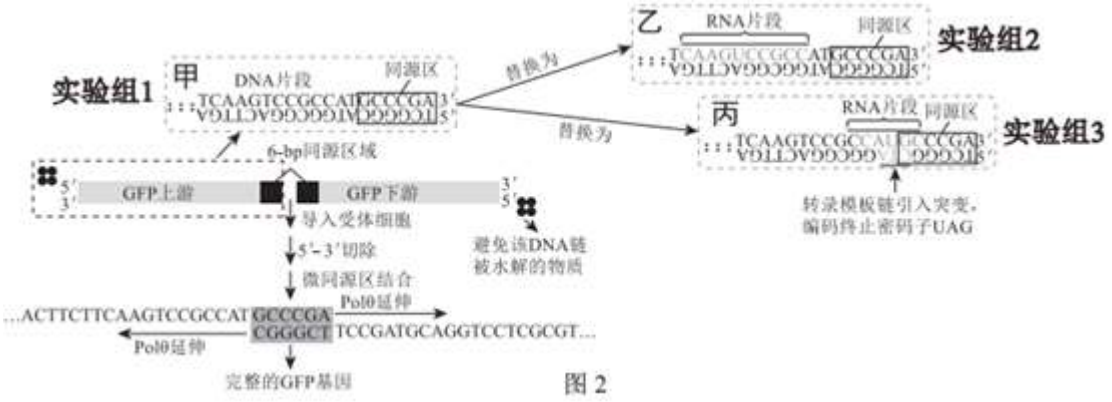


图 2

上述研究证明 Polθ 也能够将 RNA 序列“写入”DNA，是遗传信息在分子间传递的重大发现，这一发现再次丰富了中心法则的内涵。

（1）根据所学知识，用箭头和文字写出中心法则的内容。

（2）分析 Polθ 修复 DNA 过程中产生突变的原因可能有 _____。

A．微同源区的形成造成断裂部位碱基对缺失

B．Polθ 在催化蛋白质合成过程中不遵循碱基互补配对原则

C．延伸微同源区的 3 端时，碱基对错配引起基因突变

D．将不同来源的 DNA 片段连接在一起，引起 DNA 序列改变

（3）图 2 所示实验中，导入受体细胞的核酸片段并未与载体相连，则含有 GFP 基因上、下游的片段还应该有 _____。实验组 2 的结果说明 Polθ 还具有 _____功能。阐释实验组 3 的细胞发绿色荧光的机制 _____。

（4）说出 Polθ 酶的发现在医学领域的应用前景。

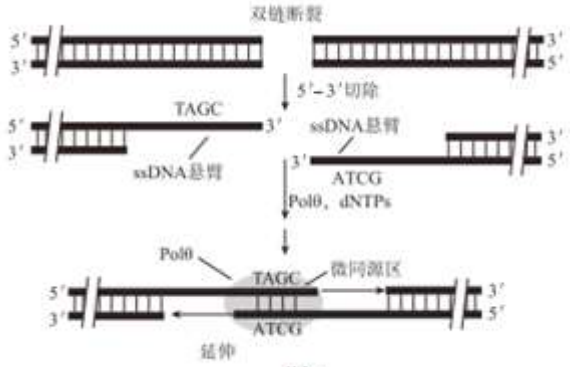


图 1

20.（11 分）榕树的榕果由隐头花序（图 1）发育而来。一个花序内着生若干小花，雌花成熟时吸引传粉榕小蜂前来传粉和产卵至子房，榕小蜂幼虫在子房内发育，子代雌蜂离开榕果时采集成熟 花粉，寻找其它正处于雌花期的榕果。

（1）榕小蜂和榕树的种间关系是 _____。

（2）榕树有雌雄同株和功能性雌雄异株两种类型，两类植株的花序结构及功能如表所示。

		花序结构	成熟花粉	雌花的子房	
				产生种子	养育榕小蜂
雌雄同株		有雄花和雌花	+	+	+
功能性雌雄异珠	雄株	有雄花和雌花	+	-	+
	雌株	只有雌花	-	+	-

注：“+”表示有，“ - ”表示无

传粉榕小蜂产卵时，只有将产卵器通过花柱插入子房，卵才能在子房内发育为幼虫。试从花柱长短角度解释：①雌、雄株上的雌花功能差异的原因；②雌雄同株的雌花有的能产生种子有的能养育榕小蜂的原因。（任选其中一个）

（3）关于传粉榕小蜂和榕树的叙述，正确的是 _____。

A．传粉榕小蜂保证了榕树种群的繁衍

B．榕树保证榕小蜂繁殖后代所需的场所和营养来源

C．传粉榕小蜂可能倾向于分辨雌、雄株，找到与出生时类型相同的植株产卵

D．雌株通过模仿雄株的挥发物成功吸引传粉榕小蜂

E．雄株通过模仿雌株的挥发物成功吸引传粉榕小蜂

（4）2015 年，在云南发现榕果中共存着传粉榕小蜂和一种新的欺骗性榕小蜂，欺骗者的花粉筐退化、花粉刷消失。进一步以雌雄同株榕树、传粉者及欺骗者为对象开展实验，甲组每个雌花中引入一个传粉者或一个欺骗者，乙组每个雌花中引入一个传粉者和一个欺骗者。各做三组平行实验，检测小蜂子代数

量，结果如图 2。

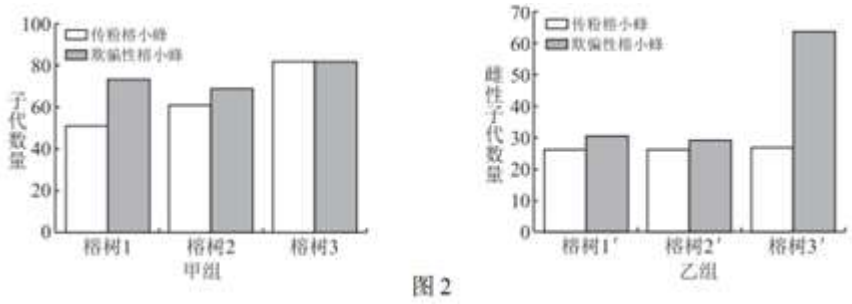


图 2

乙组实验目的是探究 _____。依据实验结果，从进化的角度预测，新的欺骗性格小蜂种群数量随时间推移的变化趋势并阐述理由。



图 1

21.（12 分）植物叶片颜色变异会影响光合速率。叶片颜色变黄的机制是作物育种研究的重要课题。

（1）叶片变黄主要是由于分生区细胞发生基因突变或 _____，导致色素代谢系统中关键酶活性改变，光合色素合成受阻。

（2）中国农科院在培育的黄瓜（雌雄同株，单性花）中发现一叶色突变体甲，表现为“苗期黄”。甲与野生型黄瓜正反交的 F_1 均为野生型，F_1 自交，F_2 植株表现苗期黄的比例为$\frac{1}{4}$。仅从实验结果分析，能得出的结论有 _____。该研究设计正反交实验的目的是 _____。

（3）发现另一叶色黄化的单基因隐性突变体乙，表现为“心叶黄”。杂交实验证明这两种黄叶突变性状是由位于非同源染色体上的非等位基因控制的，请用遗传图解阐释该杂交过程及结果（相关基因用 A/a、B/b…..表示）。

（4）SSR 是染色体上的一段特异性短核苷酸序列，可作为基因定位的遗传标记。取（2）中 F_2 代绿、黄植株各 100 株，提取 DNA 并将表现型一致的植株 DNA 混合。PCR 扩增不同样本的 SSR 遗传标记，电泳结果如图 1。

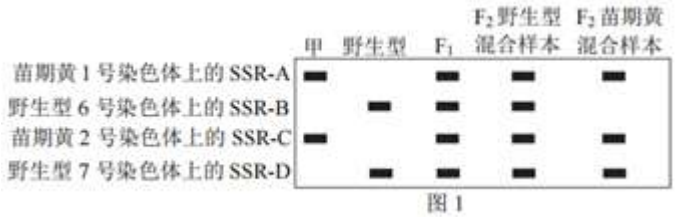


图 1

据 F_2 苗期黄植株混合 DNA 未检测出 SSR－B 判断：苗期黄基因位于 6 号染色体上（不考虑交叉互换），其理由是 _____。

（5）为进一步验证（3）的结论，选择 6 号染色体上的另一 SSR 设计引物。对（2）中 F_2 突变体 100 株

进行 SSR 扩增，结果如图 2；用突变体乙重复（2）的操作，对获得的 F_2 突变体 100 株进行 SSR 扩增，结果如图 3。图 2 和图 3 结果是否支持（3）的结论？请阐述理由。

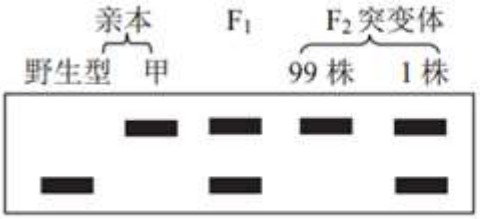


图 2

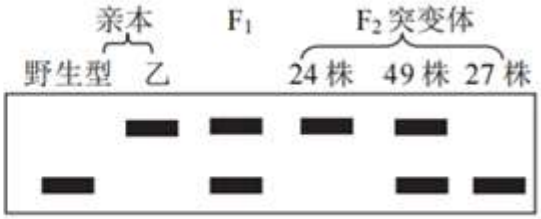


图 3

参考答案

一、选择题。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.【分析】分泌蛋白的合成与分泌过程大致是：首先在游离的核糖体中以氨基酸为原料开始多肽链的合成，当合成了一段肽链后，这段肽链会与核糖体﹣起转移到粗面内质网.上继续其合成过程，并且边合成边转移到内质网腔内，再经过加工、折叠，形成具有一定空间结构的蛋白质。内质网膜鼓出形成囊泡，包裹着蛋白质离开内质网，到达高尔基体，与高尔基体膜融合，囊泡膜成为高尔基体膜的一部分。高尔基体对蛋白质做进﹣步的修饰加工，然后由高尔基体膜形成包裹着蛋白质的囊泡，囊泡转运到细胞膜，与细胞膜融合，将蛋白质分泌到细胞外。在分泌蛋白的合成加工、运输的过程中，需要消耗能量，这些能量主要来自线粒体。

【解答】解：A、“马达蛋白”的组成元素主要是 C、H、O、N，ATP 的组成元素是 C、H、O、N、P，显然二者共有的元素有 C、H、O、N，A 正确；

B、蛋白质的合成场所是核糖体，因此马达蛋白的合成场所也应该是核糖体，B 正确；

C、细胞内的马达蛋白与囊泡结合，沿细胞骨架定向移动，在该过程中需要水解 ATP 供能，结合图中马达蛋白的改变可推测，ATP 水解可引起马达蛋白空间结构改变，C 正确；

D、抗体属于分泌蛋白，是由浆细胞合成并分泌，其分泌过程中需要囊泡的运输，据此可推测，若浆细胞中马达蛋白功能异常将会影响抗体分泌，D 错误。

故选：D。

【点评】本题的知识点是组成细胞化合物的元素、蛋白质的结构及功能等，对于相关知识点的综合理解把握知识点间的内在联系是解题的关键。

2.【分析】1、线粒体是细胞进行有氧呼吸的主要场所，是细胞的“动力车间”，细胞生命活动所需要的能量，大约 95%来自线粒体。线粒体内膜向内折叠形成嵴，嵴的存在大大增加了内膜的表面积，线粒体内膜和基质中含有许多与有氧呼吸有关的酶。

2、有氧呼吸分为三个阶段：第一阶段发生于细胞质基质，1 分子葡萄糖分解为两分子丙酮酸，产生少量[H]并释放少量能量；第二阶段发生于线粒体基质，丙酮酸和水彻底分解为二氧化碳和[H]并释放少量能量；第三阶段发生于线粒体内膜，[H]与氧气结合成水并释放大量能量。

【解答】解：A、线粒体由两层膜组成，正常线粒体内膜向内折叠形成嵴，嵴的存在大大增加了内膜的表面积，所以图中箭头所指的线粒体的内膜，A 正确；

B、线粒体是进行有氧呼吸的主要场所，有氧呼吸的第三阶段产生大量 ATP，所以甲图细胞产生 ATP 的主要场所是线粒体，B 正确；

C、葡萄糖的分解是在细胞质基质中完成的，C 错误；

D、线粒体是进行有氧呼吸的主要场所，乙图表示胶质母细胞瘤线粒体的电镜照片，与正常线粒体相比，乙图线粒体发生嵴融合，使有氧呼吸收到影响，D 正确。

故选：C。

【点评】本题考查线粒体的结构和功能，意在考查学生的识图和理解能力，难度不大。

3.【分析】淀粉是植物细胞的储能物质，糖原是动物细胞的储能物质，纤维素是植物细胞壁的组成成分。植物通过光合作用合成淀粉，人工合成淀粉为解决粮食危机提供了新思路。

【解答】解：A、淀粉是植物细胞的储能物质，A 正确；

B、玉米合成淀粉的能量来自光能，B 错误；

C、不管是人工合成的还是天然的淀粉，都是由葡萄糖经过脱水缩合形成的多聚体，都能储存能量，为解决粮食危机提供了新思路，C 正确；

D、酶用于人工合成淀粉体现了生物的直接价值，D 正确。

故选：B。

【点评】本题为信息题，考查学生从题干中获取人工合成淀粉的信息，并结合所学光合作用以及糖类的基本知识做出正确判断，属于应用层次的内容，难度适中。

4.【分析】据图分析，甲为有丝分裂中期，乙为有丝分裂后期，此时由于着丝点分裂，姐妹染色单体分开，导致细胞内染色体数目暂时加倍，丙为有丝分裂末期。

【解答】解：AD、丙细胞分裂的方式是缢裂，没有出现细胞板，说明该细胞是动物细胞，A 正确，D 错误；

B、甲细胞中一个染色体上有 2 个 DNA，乙细胞中一个染色体上 1 个 DNA，但乙细胞中染色体数目是甲细胞中的两倍，B 正确；

C、乙细胞中染色体数目加倍，因此同源染色体和染色体组都加倍，C 正确。

故选：D。

【点评】本题考查有丝分裂的相关知识，意在考查考生理解所学知识的要点，把握知识间的内在联系、分析题意以及解决问题的能力。

5.【分析】1、基因分离定律的实质：进行有性生殖的生物在进行减数分裂产生配子的过程中，位于同源染色体上的等位基因随同源染色体分离而分离，分别进入不同的配子中，随配子独立遗传给后代。

2、按照分离定律，基因型为 Hh 的个体产生配子的类型及比例是 H：h＝1：1，自交后代的基因型及比例是 HH：Hh：hh＝1：2：1．由杂交实验可知，母羽雌性与母羽雄性交配，后代雄性个体母羽：雄羽＝3：1，因此母羽对雄羽是显性性状；亲本母羽雌性、雄性的基因型都是 Hh．

【解答】解：A、后代母羽公鸡：雄羽公鸡＝3：1，说明母羽鸡亲本基因型为 Hh 和 Hh，A 错误；

B、F_1 母羽公鸡：雄羽公鸡＝3：1，符合基因分离定律，说明雄羽公鸡不存在部分致死现象，B 错误；

C、F_1 母鸡隐性纯合子表现为显性性状，即母羽，C 正确；

D、根据题干比例可知，雄羽和母羽性状的遗传与性别有关，属于从性遗传，D 错误。

故选：C。

【点评】本题考查基因分离定律的实质及应用，要求考生识记基因分离定律的实质，能根据题干信息推断基因型与表现型之间的对应关系，再结合所学的知识准确答题。

6.【分析】减数分裂过程：

（1）减数第一次分裂前的间期：染色体的复制。

（2）减数第一次分裂：①前期：联会，同源染色体上的非姐妹染色单体交叉互换；②中期：同源染色

体成对的排列在赤道板上；③后期：同源染色体分离，非同源染色体自由组合；④末期：细胞质分裂。

（3）减数第二次分裂：①前期：核膜、核仁逐渐解体消失，出现纺锤体和染色体；②中期：染色体形态固定、数目清晰；③后期：着丝点分裂，姐妹染色单体分开成为染色体，并均匀地移向两极；④末期：核膜、核仁重建、纺锤体和染色体消失。

【解答】解：A、一对同源染色体两两配对形成 1 个四分体，观察到细胞中含有 7 个四分体，说明豌豆的染色体数目为 7 对 14 条，A 正确；

B、每对同源染色体形态彼此相同，不能推测出性别决定方式为 ZW 型，B 错误；

C、同源染色体相应片段交换，说明发生基因重组，C 正确；

D、含姐妹染色单体的染色体移向两极，说明发生了同源染色体分离，此时该细胞处于减Ⅰ后期，D 正确。

故选：B。

【点评】本题考查细胞的减数分裂，要求考生识记细胞减数分裂不同时期的特点，掌握减数分裂过程中染色体形态和数目变化规律，能结合所学的知识准确判断各选项。

7.【分析】由图可知，9 号染色体上含 Abl 基因的片段与 22 号染色体上含 BCR 基因的片段发生互换，形成了费城染色体，属于染色体结构变异中的易位。

【解答】解：A、费城染色体的形成是染色体易位的结果，即非同源染色体上的非等位基因发生互换引起的，A 正确；

B、如果染色体变异发生体细胞内，CML 病人白细胞中的费城染色体不能遗传给子代，B 错误；

C、融合蛋白氨基酸数小于 BCR 和 Abl 蛋白氨基酸数之和，C 错误；

D、BCR﹣Abl 融合基因表达 BCR﹣Abl 融合蛋白，使酪氨酸激酶一直保持活性，抑制细胞中的酪氨酸激酶活性的药物可治疗 CML，D 错误。

故选：A。

【点评】本题考查染色体结构变异的基本类型，意在考查学生的识图能力和判断能力，运用所学知识综合分析问题的能力。

8.【分析】炎热环境→皮肤温觉感受器→下丘脑体温调节中枢→增加散热（毛细血管舒张、汗腺分泌增加）→体温维持相对恒定。

【解答】解：A、TRPV1 通道蛋白是一种跨膜蛋白，A 正确；

B、TRPV1 激活后引起 Ca^{2+}的协助扩散，B 错误；

C、细胞膜上的 TRPV1 通道蛋白能被辣椒素或 42℃以上高温激活，提高膜对 Ca^{2+}的通透性，转化为电信号，C 正确；

D、辣味是灼烧感，喝冷饮料能够通过降温，使部分 TRPV1 通道关闭，Ca^{2+}内流减弱，降低灼烧感，缓解辣味，D 正确。

故选：B。

【点评】本题考查物质跨膜运输，意在考查学生提取信息和分析问题的能力，难度不大。

9.【分析】据图分析，垂体分泌 GH 作用于软骨细胞和肝脏细胞，促进软骨细胞生长，促进肝脏细胞产生

IGF－1，IGF－1 促进软骨细胞生长同时负反馈调节垂体对 GH 的分泌过程。

【解答】解：A、GH 是一种激素，通过体液运输作用于靶细胞，A 正确；

B、IGF－1 要与靶细胞上的受体结合才能发挥作用，因此垂体和软骨细胞上有 IGF－1 受体，B 正确；

C、IGF－1 抑制垂体分泌 GH，因此 IGF－1 含量降低，对垂体的抑制作用减弱，C 错误；

D、GH 与 IGF－1 都可以促进软骨细胞生长，具有协同作用，D 正确。

故选：C。

【点评】本题考查生长激素对软骨细胞生长的调节过程，意在考查考生的识图能力和识记能力；能理解所学知识要点，把握知识间内在联系的能力；能运用所学知识准确判断问题的能力。

10.【分析】HPV 是一种 RNA 病毒，注射疫苗相当于抗原，激发机体的特异性免疫

【解答】解：A、HPV 属于病毒，侵入机体后可作为生物因子引发基因突变，A 正确；

B、HPV 属于病毒，是胞内寄生物，人体需要通过通过细胞免疫和体液免疫共同清除侵染的 HPV，B 错误；

CD、HPV 疫苗相当于抗原，进入机体后能诱导人体产生抗体和记忆细胞，当 HPV 入侵时，记忆细胞会迅速起作用，故给适龄女性注射 HPV 疫苗可预防宫颈癌，C、D 正确。

故选：B。

【点评】本题结合宫颈癌疫苗，考查了人体免疫的有关知识，要求考生能够识记免疫系统的组成，识记体液免疫和细胞免疫的过程，同时掌握免疫预防在免疫学中的应用等。

11.【分析】ABA 的作用是抑制细胞分裂，促进叶和果实的衰老和脱落，维持种子休眠等。GA 的作用是促进细胞伸长，促进种子萌发、开花和果实发育，促进细胞分裂与分化等。由图可知 ABA 含量逐渐下降，GA 含量逐渐上升，种子逐渐由休眠转向萌发。

【解答】解：A、ABA 合成相关的酶基因突变导致 ABA 合成量减少，可导致种子无法脱落直接在母体萌发，A 正确；

B、ABA 受体缺失突变体无法接受 ABA 信号，B 错误；

C、外施 GA 合成抑制剂会导致 GA 合成量减少，抑制种子萌发，C 正确；

D、外界环境可通过改变植物激素的比例改变种子的休眠状态，D 正确。

故选：B。

【点评】本题以胎萌为载体，考查赤霉素和脱落酸的作用，意在考查学生分析题干信息的能力，难度不大。

12.【分析】研究候鸟迁徙规律主要是通过固定位置定期观察种群数量，统计一年中不同时间种群的数量变化。

【解答】解：A、该数据可以看出灰鹤会在七月下旬和十月下旬落脚在野鸭湖，A 正确；

B、研究者统计灰鹤的数量的方法是直接计数法，B 错误；

C、23 只只是固定位置观察到的数量，不是种群数量，C 错误；

D、灰鹤是候鸟，并不是固定在野鸭湖生活，因此调查结果无法代表种群数量增长情况，D 错误。

故选：A。

【点评】本题以种群数量变化为载体，考查了种群密度的调查、种间关系、群落的结构以及生态系统的稳定性等有关知识，要求考生能够识记群落的空间结构中植物和动物分层现象的决定因素。

13.【分析】噬菌体属于 DNA 病毒，是由蛋白质外壳和内部遗传物质构成。题中技术的原理是将目标基因与噬菌体 DNA 重组，并使目标蛋白表达于外壳上，进行筛选和鉴定。

【解答】解：A、建立噬菌体展示库第一步将目标基因和噬菌体 DNA 重组需要限制性内切核酸酶和 DNA 连接酶，A 正确；

B、抗原 - 抗体杂交可以检测特定蛋白质，B 正确；

C、噬菌体是病毒，不能直接在培养基中培养，C 错误；

D、在第一次筛选后进行了诱变处理，并进行多轮筛选，不断筛选与抗原亲和力更强的抗体和基因，D 正确。

故选：C。

【点评】本题考查基因工程的相关知识，要求考生识记基因工程的概念、原理及操作步骤，掌握各操作步骤中需要注意的细节，能结合所学的知识准确判断各选项.

14.【分析】植物脱毒是将新生的病毒携带量少的植物茎尖作为外植体通过植物组织培养技术培育出完整植株。

【解答】解：A、植物组织培养技术的原理是植物细胞具有全能性，A 正确；

B、培养过程中生长素和细胞分裂素的比例促进植物细胞的脱分化和再分化，B 正确；

C、由表可知，超低温保存后脱毒率远高于未超低温保存，C 正确；

D、光学显微镜无法观察到病毒，D 错误。

故选：D。

【点评】本题以表格的形式，考查了植物组织培养的相关知识，要求学生识记植物组织培养的过程，掌握植物组织培养的条件，能结合表中信息准确答题。

15.【分析】双缩脲是由两分子尿素缩合而成的化合物，在碱性溶液中能与硫酸铜反应生成紫色络合物，蛋白质分子中含有很多与双缩脲结构相似的肽键。变性之后的蛋白质只是肽链伸展舒展，肽键没有断开。酵母菌在无氧条件下可以产生酒精，在果酒的基础之上提升温度和冲入氧气，醋酸杆菌可以发酵产生醋酸。

【解答】解：A、变性之后的蛋白质知识肽链伸展舒展，肽键没有断开，不可以利用双缩脲试剂检测蛋白质是否变性，实验目的不能实现，A 错误；

B、新冠病毒感染的检测包括核酸检测、抗体检测、抗原检测，核酸检测就是利用 PCR 技术快速检测新冠病毒感染，B 正确；

C、利用酵母菌进行酒精发酵，之后通入氧气适当升高温度，醋酸菌就可以进行果醋发酵了，C 正确；

D、可以利用核移植和胚胎移植繁育良种家畜，D 正确。

故选：A。

【点评】本题考查课本基础实验的原理和选材，意在考查学生能独立完成“生物知识内容表”所列的生物实验，理解实验目的、原理、方法和操作步骤，掌握相关的操作技能，能将这些实验涉及的方法和技

能进行综合运用；并对实验现象和结果进行解释、分析、处理。

二、解答题（共 6 小题）

16.【分析】1、微生物常见的接种的方法：

①平板划线法：将已经熔化的培养基倒入培养皿制成平板，接种，划线，在恒温箱里培养．在线的开始部分，微生物往往连在一起生长，随着线的延伸，菌数逐渐减少，最后可能形成单个菌落。

②稀释涂布平板法：将待分离的菌液经过大量稀释后，均匀涂布在培养皿表面，经培养后可形成单个菌落。

2、菌落是指由一个微生物细胞或一堆同种细胞在适宜固体培养基表面或内部生长繁殖到一定程度，形成肉眼可见的子细胞群体．菌落形态包括菌落的大小、形状、边缘、光泽、质地、颜色和透明程度等，每一种细菌在一定条件下形成固定的菌落特征。不同种或同种在不同的培养条件下，菌落特征是不同的．这些特征对菌种识别、鉴定有一定意义。

3、由图分析可知，当底物是葡萄糖时胆固醇降解率最高，同时温度为 37℃左右时降解率也为最高。

【解答】解：（1）胆固醇属于脂质类有机物。

（2）传统酸笋制作利用的微生物是乳酸菌，在发酵中水封腌制的目的是为乳酸菌提供无氧环境。乳酸菌发酵糖产酸使菌落周围碳酸钙溶解，形成透明圈，将酸笋发酵液稀释后用平板划线法或稀释涂布平板法接种到含有 $CaCO_3$ 的固体培养基上，透溶钙圈直径与菌落直径的比值的大小能够反映 $CaCO_3$ 能力的大小，比值越大，溶解能力越强，初步分离出目标菌株，故选 C。

（3）通过观察菌落的菌落的大小、形状、隆起程度和颜色等特征，初步鉴定为乳酸菌。为进一步鉴定类群，扩增其 16SrDNA 序列并测序，从分子水平确定其为植物乳杆菌。再从中筛选出降解胆固醇能力最强的菌株 L。

（4）结合分析可知，当底物是葡萄糖时胆固醇降解率最高，同时温度为 37℃左右时降解率也为最高，这与人体的生理环境大致相同，故可确定菌株 L 适合开发为人体降胆固醇的功能性菌剂。

故答案为：

（1）脂质

（2）为乳酸菌提供无氧环境　平板划线法或稀释涂布平板　C

（3）大小、形状、隆起程度和颜色等特征　　分子

（4）胆固醇降解率在底物是葡萄糖、温度为 37℃左右时最高

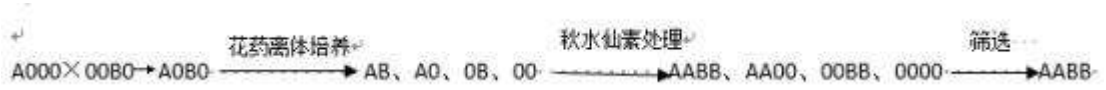
【点评】本题考查微生物的分离和培养，要求考生识记菌落接种方法、菌落特征等知识，意在考查学生的识图能力和判断能力，运用所学知识综合分析问题和解决问题的能力。

17.【分析】光合作用分为光反应和暗反应，光反应进行水光解，产生氧气和 ATP、NADPH，暗反应包括 CO_2 固定和 C_3 还原，C_3 还原需要光反应产生的 ATP、NADPH。

【解答】解：（1）光合色素吸收的光能，可将 H_2O 分解为氧气和 H^+，产生的电子传递给 $NADP^+$，形成 NADPH，SBP 酶可促进卡尔文循环中 C_5 的再生，因此转基因烟草细胞中 SBP 酶发挥作用的场所为叶绿体基质。

（2）将目的基因导入植物细胞常用农杆菌转化法。形成的转基因细胞还需要通过植物组织培养技术培

养形成转基因植株。设导入的 C_6 基因为 A 基因，导入的 SBP 基因为 B 基因，则两种转基因植株分别为 A0、B0，假设两个基因导入非同源染色体上，则两转基因植物的基因型可记为 A000、00B0，若要快速获得纯合双转基因 C_6S_B 株系，可采用单倍体育种的方法，过程如下：



（3）①光反应和暗反应相互制约，由于 C_6 株系的 C_5 再生效率低于 S_B 株系，产生的 ADP 和 Pi、$NADP^+$低于 S_B 株系，限制了光反应 ATP 和 NADPH 的合成，因此 C_6 株系的电子传递效率并未高于 S_B 株系。

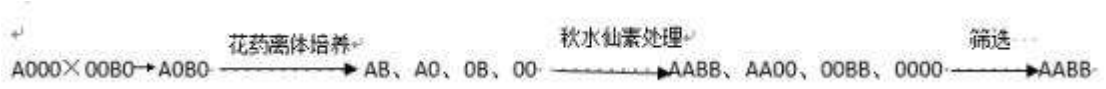
②由于 C_6S_B 株系中 C_6 能提高光反应中电子传递效率，SBP 酶可促进卡尔文循环中 C_5 的再生→光反应产生了较多的 ATP 和 NADPH→促进 C_5 再生效率→产生的 ADP 和 Pi、$NADP^+$增多→进一步促进光反应 ATP 和 NADPH→促进暗反应→光合效率提高。

（4）气孔开度小，可减少水分散失，防止植物过度失水而死亡，因此 C_6S_B 适合在干旱环境中推广。

故答案为：

（1）氧气（O_2）　叶绿体基质

（2）农杆菌转化　植物组织培养



（3）①由于 C_6 株系的 C_5 再生效率低于 S_B 株系，产生的 ADP 和 Pi、$NADP^+$低于 S_B 株系，限制了光反应 ATP 和 NADPH 的合成

②由于 C_6S_B 株系中 C_6 能提高光反应中电子传递效率，SBP 酶可促进卡尔文循环中 C_5 的再生→光反应产生了较多的 ATP 和 NADPH→促进 C_5 再生效率→产生的 ADP 和 Pi、$NADP^+$增多→进一步促进光反应 ATP 和 NADPH→促进暗反应→光合效率提高

（4）气孔开度小，可减少水分散失，防止植物过度失水而死亡，因此 C_6S_B 适合在干旱环境中推广

【点评】本题考查影响光合速率的因素以及基因工程的相关知识，意在考查考生应用所学知识解决实际问题的能力。

18.【分析】由图 1 分析，IAA 发挥作用的机制是 IAA 先与受体结合，形成 IAA - 受体复合物，复合物与 A 蛋白结合使 A 蛋白被蛋白酶体降解，而 A 蛋白可与 ARF 调控因子结合抑制 ARF 基因的表达。

【解答】解：（1）IAA 是植物激素，它发挥作用需要与受体结合，通过信号传递过程，调节植物伸长生长、花果发育等生命活动。由题中信息可知，A 蛋白与 ARF 调控因子结合可抑制 ARF 的表达，而当 A 蛋白与 IAA - 受体复合物结合后可以被蛋白酶体降解，因此 IAA - 受体复合物主要是通过与 A 蛋白结合使其降解，减少 A 蛋白与 ARF 调控因子的结合，解除对 ARF 的抑制作用。

（2）由图分析可知乙转基因植株的雌蕊和雄蕊长度明显低于野生型和甲组，而细胞中的 mA 蛋白含量明显高，因此猜想乙组植株细胞内 mA 表达水平高，对 ARF 表达的抑制作用增强。

（3）若想证明猜想 2 正确，则需要证明 A 蛋白是可以被蛋白酶降解而 mA 不能被降解，因此对甲乙两组分别使用 MG132，甲组 A 蛋白含量明显升高，乙组变化不显著即可说明猜想二正确，若要否定猜想一则需进一步检测野生型、甲组、乙组细胞中 A 或 mA 的 mRNA 含量。

（4）该实验的实验目的是“IAA 通过 JA 影响花发育”，实验的自变量是 JA 的有无，因变量是花发育程度，根据题中的材料和试剂可以有两套方案

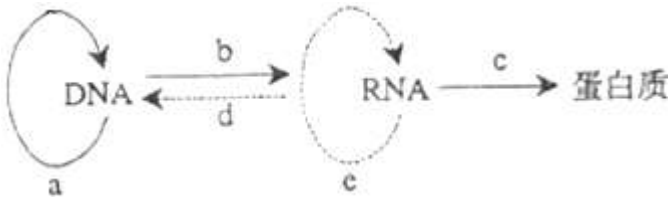
方案一是①DAD1 突变体植株 ②NAA 溶液 ③NAA 溶液 ④花发育情况（雌雄蕊长度）

方案二是①野生型植株 ②蒸馏水 ③JA 溶液 ④花发育情况（雌雄蕊长度）

【点评】本题重点考察实验探究思维，正确寻找实验目的，根据实验目的确定自变量和因变量，根据实验数据分析实验结果和结论是解题关键。

19.【分析】由图可知，Polθ 的作用是如果有出现局部单链但又部分相互配对的 DNA，Polθ 可以从配对处两侧延伸 DNA 单链，使其形成完整的 DNA。

【解答】解：（1）中心法则表示的是遗传信息的传递方向，即



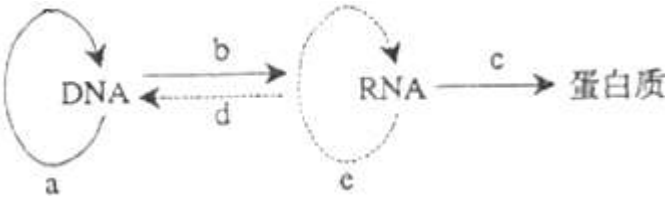
（a 表示 DNA 的自我复制过程，b 是转录过程，c 是翻译过程，d 是逆转录过程，e 是 RNA 的自我复制过程）。

（2）B 选项中蛋白质合成过程不遵循碱基互补配对和 DNA 的突变没有直接关系，而 ACD 选项中均可引起碱基缺失、替换导致突变。

（3）导入受体细胞的核酸片段并未与载体相连，因此需要人为添加的启动子和终止子使目标基因能够正常表达，实验组 2 中即使基因序列中掺入 RNA 片段，Polθ 依然可以将其修改成正常的 DNA 片段，实验组 3 中不仅掺入 RNA 片段，还将终止密码子引入转录模板链，但 GFP 基因依然正确表达出绿色荧光蛋白，因此推测 Polθ 以 RNA 片段的正确序列为模板，使合成的转录模板链中原引入的编码终止密码子序列被正确序列替换，表达出 GFP 蛋白，发出绿色荧光。

（4）Polθ 酶可以修复发生突变的 DNA，因此可以用于治疗癌症、遗传病的基因治疗。

故答案为：

（1）

（a 表示 DNA 的自我复制过程，b 是转录过程，c 是翻译过程，d 是逆转录过程，e 是 RNA 的自我复制过程）

（2）ACD

（3）启动子和终止子　逆转录　Polθ 以 RNA 片段的正确序列为模板，使合成的转录模板链中原引入的编码终止密码子序列被正确序列替换，表达出 GFP 蛋白，发出绿色荧光

（4）治疗癌症、遗传病的基因治疗

【点评】本题主要考查中心法则、基因工程的应用的相关知识，意在考查学生获取整合新信息的能力，能根据图分析和正确理解 Polθ 的作用是解题关键。

20.【分析】1、种间关系（不同种生物之间的关系）：包括互利共生、捕食、竞争、寄生。

2、据表和题意可知，榕树雌花能吸引小体积的榕小蜂进入隐头花序内部完成传粉，同时榕树的隐头花序为榕小蜂产卵提供场所、为幼虫发育提供营养。

3、根据题意可知，榕树和榕小蜂之间存在共生关系。

【解答】解：（1）榕树依靠传粉榕小蜂为之传粉，榕小蜂在榕树花序中产卵，以榕树花序作为其幼体栖息场所和食物来源，两者是互利共生（共生）关系。

（2）①雌株和雄株，都含有雌花，但只有雄株能养育榕小蜂，可能是由于雄株的雌花花柱短，有利于传粉榕小蜂将产卵器通过雌花花柱插入子房产卵，并发育成幼虫；而雌株的雌花花柱较长使得传粉榕小蜂的产卵器够不到子房，无法产卵至子房，因此不能养育榕小蜂。

②雌雄同株的雌花可能有的花柱长，有的花柱短，短花柱有利于传粉榕小蜂将卵通过产卵器经花柱插入子房，并发育成幼虫，而花柱过长使得传粉榕小蜂的产卵器够不到子房，无法产卵至子房，不能养育榕小蜂，但能完成授粉（花粉萌发长出花粉管至子房）产生种子，故雌雄同株的雌花有的能产生种子有的能养育榕小蜂。

（3）AB、榕树依靠传粉榕小蜂为之传粉，榕小蜂在榕树花序中产卵，以榕树花序作为其幼体栖息场所和食物来源，两者是互利共生（共生）关系，可以说传粉榕小蜂保证了榕树种群的繁衍（形成种子），而榕树保证榕小蜂繁殖后代所需的场所和营养来源，AB 正确；

C、由分析（2）可知，花柱的长短会影响榕小蜂后代的形成，因此传粉榕小蜂可能倾向于分辨雌、雄株，找到与出生时类型相同的植株产卵，C 正确；

DE、由表中信息可知，无论雌株还是雄株，都含有雌花；雌株不产生花粉，但有种子产生，而雄株产生花粉，而没有种子产生，但能养育榕小蜂，可推测出榕小蜂被雌花吸引而来，由于花柱长短不同，雌株能完成授粉产生种子，雄株能完成榕小蜂产卵并养育，因此雌株应是模仿雄株的挥发物成功吸引传粉榕小蜂，而雄株无需模拟，D 正确，E 错误；

故选 ABCD。

（4）由题意可知，榕果中共存着传粉榕小蜂和一种新的欺骗性榕小蜂，而欺骗性榕小蜂的花粉筐退化、花粉刷消失，不具备传粉功能，甲组实验是单独饲养传粉榕小蜂或欺骗性榕小蜂，乙组实验是混合饲养，分别比较子代榕小蜂的数量，因此乙组实验的目的是探究欺骗性榕小蜂对传粉榕小蜂种群数量的影响；从进化的角度预测，新的欺骗性榕小蜂种群数量随时间推移的变化趋势是先增大后减少，初期欺骗性榕小蜂与传粉榕小蜂竞争食物和栖息地而使得种群数量有所增加，但欺骗性榕小蜂不具备传粉功能，与传粉榕小蜂存在竞争关系，这使得榕树的种群数量随着时间的推移而逐渐减少，缺少食物和栖息地使得欺骗性榕小蜂种群数量减少。

故答案为：

（1）互利共生（共生）

（2）①可能是由于雄株的雌花花柱短，有利于传粉榕小蜂将产卵器通过雌花花柱插入子房产卵，并发育成幼虫；而雌株的雌花花柱较长使得传粉榕小蜂的产卵器够不到子房，无法产卵至子房，不能养育榕小蜂

②雌雄同株的雌花可能有的花柱长，有的花柱短，短花柱有利于传粉榕小蜂将卵通过产卵器经花柱插入子房，并发育成幼虫，而花柱过长使得传粉榕小蜂的产卵器够不到子房，无法产卵至子房，不能养育榕小蜂，但能完成授粉（花粉萌发长出花粉管至子房）产生种子

（3）ABCD

（4）欺骗性榕小蜂对传粉榕小蜂种群数量的影响；变化趋势：先增大后减少；理由：初期欺骗性榕小蜂与传粉榕小蜂竞争食物和栖息地而使得种群数量有所增加，但欺骗性榕小蜂不具备传粉功能，与传粉榕小蜂存在竞争关系，这使得榕树的种群数量随着时间的推移而逐渐减少，缺少食物和栖息地使得欺骗性榕小蜂种群数量减少

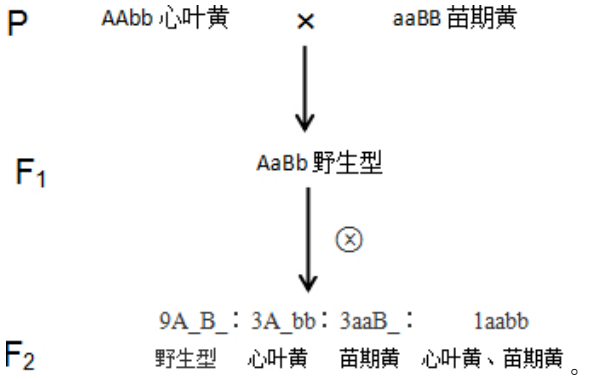
【点评】本题考查种群数量变化、种间关系，意在考查学生分析问题和解决问题的能力，有一定难度。

21.【分析】基因自由组合定律的实质是：位于非同源染色体上的非等位基因的分离或自由组合是互不干扰的；在减数分裂过程中，同源染色体上的等位基因彼此分离的同时，非同源染色体上的非等位基因自由组合。

【解答】解：（1）叶片变黄主要是由于分生区细胞发生基因突变或染色体结构变异，导致色素代谢系统中关键酶活性改变，光合色素合成受阻，进而表现性状的改变。

（2）中国农科院在培育的黄瓜（雌雄同株，单性花）中发现一叶色突变体甲，表现为“苗期黄”。甲与野生型黄瓜正反交的 F_1 均为野生型，F_1 自交，F_2 植株表现苗期黄的比例为$\frac{1}{4}$，从实验结果可分析出突变体甲表现的性状为隐性性状，即苗期黄是隐性基因控制的，该突变为隐性突变。该研究设计正反交实验的目的是说明控制该性状的基因位于细胞核中，且与性别无关。

（3）发现另一叶色黄化的单基因隐性突变体乙，表现为“心叶黄”。杂交实验证明这两种黄叶突变性状是由位于非同源染色体上的非等位基因控制的，根据题意可知，突变体甲的基因型可用 aaBB 表示，突变体乙的基因型可表示为 AAbb，让甲与乙杂交得到的 F_1 的基因型为 AaBb，表现为野生型，让 F_1 自交，F_2 植株表现型及其比例为 9A_B_（野生型）：A_bbb（“心叶黄）：aaB_（苗期黄）：aabb（苗期黄、心叶黄），相关遗传图解可表示如下：



（4）据 F_2 苗期黄植株混合 DNA 未检测出 SSR﹣B 判断：苗期黄基因位于 6 号染色体上，因为检测结

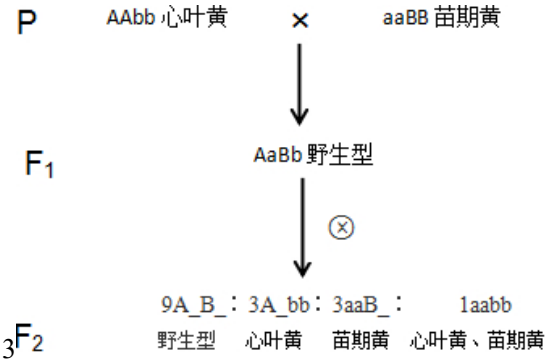
果中凡是检测出 SSR－B 的个体均表现为野生性状，没有检测出 SSR－B 的个体表现为苗期黄性状，说明控制苗期黄的隐性基因位于 6 号染色体上。

（5）为进一步验证（3）的结论，选择 6 号染色体上的另一 SSR 设计引物。对（2）中 F_2 突变体 100 株进行 SSR 扩增，结果如图 2；用突变体乙重复（2）的操作，对获得的 F_2 突变体 100 株进行 SSR 扩增，结果如图 3。图 2 和图 3 结果不同，说明对控制幼苗黄的基因位于 6 号染色体上，控制心叶黄的基因位于另外的染色体上，二者为非同源染色体上的非等位基因，因此，图示的结果对上述结论是支持的。

故答案为：

（1）染色体结构变异

（2）突变体甲表现的性状为隐性性状，即苗期黄是隐性基因控制的，该突变为隐性突变 说明控制该性状的基因位于细胞核中，且与性别无关



（4）因为检测结果中凡是检测出 SSR－B 的个体均表现为野生性状，没有检测出 SSR－B 的个体表现为苗期黄性状，说明控制苗期黄的隐性基因位于 6 号染色体上

（5）图 2 和图 3 结果不同，说明对控制幼苗黄的基因位于 6 号染色体上，控制心叶黄的基因位于另外的染色体上，二者为非同源染色体上的非等位基因，因此，图示的结果对上述结论是支持的

【点评】熟知基因自由组合定律的实质与应用是解答本题的关键，正确分析图示的信息是解答本题的前提，掌握基因自由组合定律验证的基本思路是解答本题的另一关键。