

2022~2023 学年上学期高三年级中考

一. 选择题

1. 绿藻、蓝细菌和高等植物的叶肉细胞均有细胞结构，且能进行光合作用。下列叙述正确的是（ ）

- A. 都含有光合色素和酶且种类相同
- B. 都有细胞壁且组成成分相同
- C. 遗传物质的组成成分都相同
- D. 都通过有丝分裂方式增殖产生

【答案】C

【解析】

【分析】原核细胞：没有被核膜包被的成形的细胞核，没有核膜、核仁和染色质；没有复杂的细胞器（只有核糖体一种细胞器）；只能进行二分裂生殖，属于无性生殖，不遵循孟德尔的遗传定律；含有细胞膜、细胞质，遗传物质是 DNA。

【详解】A、绿藻和高等植物属于真核生物，蓝细菌属于原核生物，光合色素的种类不同，蓝细菌含有藻蓝素，没有类胡萝卜素，A 错误；

B、绿藻和高等植物属于真核生物，蓝细菌属于原核生物，植物的细胞壁成分是纤维素和果胶，蓝细菌的细胞壁成分是肽聚糖，B 错误；

C、真核生物和原核生物的遗传物质都是 DNA，C 正确；

D、有丝分裂是真核细胞增殖的方式，蓝细菌是原核生物，其分裂方式为二分裂，D 错误。

故选 C。

2. 下列有关水和无机盐的叙述，正确的是（ ）

- A. 植物秸秆燃烧的灰烬主要是无机盐，其在细胞中都以离子形式存在
- B. 植物细胞吸收的磷酸盐，可参与细胞膜、细胞核和核糖体的合成
- C. 植物体缺镁，则光合作用和呼吸作用随之减弱，有机物积累不变
- D. 植物中蛋白质形成过程产生的 H_2O 中的 H 来自氨基

【答案】B

【解析】

【分析】无机盐主要以离子的形式存在，其生理作用有：（1）细胞中某些复杂化合物的重要组成成分，如 Fe^{2+} 是血红蛋白的必要成分； Mg^{2+} 是叶绿素的必要成分。（2）维持细胞的生命活动，如 Ca^{2+} 可调节肌肉收缩和血液凝固，血钙过高会造成肌无力，血钙过低会引起抽搐。（3）维持细胞的酸碱平衡和细胞的形态。

【详解】A、植物秸秆燃烧的灰烬主要是无机盐，其在细胞中主要以离子形式存在，A 错误；

B、细胞核含有核膜，核糖体含有 RNA，生物膜和 RNA 均含有 P，因此植物细胞吸收的磷酸盐，可参与细胞膜、细胞核和核糖体的合成，B 正确；

C、镁是合成叶绿素的重要成分，叶绿素可参与光合作用，因此植物体缺镁，则光合作用强度会降低，但呼吸作用不受影响，C 错误；

D、植物中蛋白质形成过程产生的 H_2O 中的 H 来自氨基和羧基，D 错误。

故选 B。

3. 高中生物学实验中，很多是要通过观察实验颜色变化来得出结论的，下列实验观察到的现象与结论匹配正确的是（ ）

A. 还原糖的鉴定实验中，向苹果汁中加入斐林试剂后立即出现砖红色沉淀

B. 使用高倍显微镜观察叶绿体时，可观察到叶绿体呈绿色椭球形，具有双层膜

C. 质壁分离复原的洋葱表皮细胞液泡颜色不再变浅，说明细胞液浓度与外界溶液浓度一致

D. 滤纸条上橙黄色色素带与黄绿色色素带的间距最大说明胡萝卜素与叶绿素 b 在层析液中的溶解度差异最大

【答案】D

【解析】

【分析】1、斐林试剂可用于鉴定还原糖，在水浴加热的条件下，溶液的颜色变化为砖红色（沉淀）。斐林试剂只能检验生物组织中还原糖（如葡萄糖、麦芽糖、果糖）存在与否，而不能鉴定非还原性糖（如淀粉、蔗糖）。

2、当细胞液的浓度大于外界溶液的浓度时，外界溶液中的水分子就通过原生质层进入到细胞液中，发生质壁分离的细胞的整个原生质层会慢慢地恢复成原来的状态，使植物细胞逐渐发生质壁分离复原。

【详解】A、用斐林试剂鉴定还原糖时需要水浴加热后才会出现砖红色沉淀，A 错误；

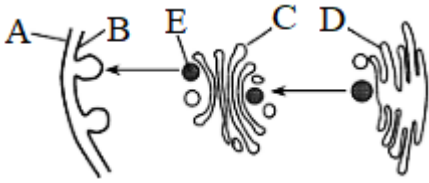
B、高倍显微镜下看到的是叶绿体的基本形态，双层膜以及内部结构需要在电子显微镜下才能看到，B 错误；

C、细胞质壁分离复原的洋葱表皮细胞液泡颜色不再变浅，即不再吸水，是由于洋葱表皮细胞外侧有细胞壁支撑，限制了细胞吸水，此时细胞液浓度不一定与外界溶液浓度一致，C 错误；

D、叶绿体中的色素在层析液中的溶解度不同，溶解度高的随层析液在滤纸上扩散得快，溶解度低的随层析液在滤纸上扩散得慢，故色素条带间距大，说明两种色素的溶解度差异大，在滤纸上扩散的速度相差大，D 正确。

故选 D。

4. 如图为植物细胞有丝分裂时，新细胞壁的形成过程，图中 A 为细胞板，下列叙述错误的是（ ）



- A. 图示细胞处于有丝分裂末期，E内是成熟的蛋白质
- B. C、D 均有单层膜结构，但膜上蛋白质的种类和数量有差异
- C. 该过程体现了生物膜系统在结构和功能上具有连续性
- D. 除图中所示外，生物膜系统还包括核膜及其他细胞器膜

【答案】A

【解析】

【分析】图中 A 为细胞板将形成细胞壁，具有支持和保护的功能；结构 B 为细胞膜；结构 C 为高尔基体；结构 D 为内质网；结构 E 为囊泡。

【详解】A、图为新细胞壁的形成过程，处于有丝分裂末期，因此囊泡 E 中应是多糖（纤维素、果胶），A 错误；

B、C 为高尔基体，D 为内质网，二者均为单层膜结构，因二者功能不同，故其膜上蛋白的种类和数目有差异，B 正确；

C、该过程中内质网膜、高尔基体膜和细胞膜能够转化，体现了生物膜系统在结构和功能上具有连续性，C 正确；

D、生物膜系统由细胞膜、核膜及细胞器膜等构成，D 正确。

故选 A。

5. 液泡是植物细胞中储存 Ca^{2+} 的主要细胞器，液泡膜上的 H^+ 焦磷酸酶可利用水解无机焦磷酸释放的能量跨膜运输 H^+ ，建立液泡膜两侧的 H^+ 浓度梯度。该浓度梯度驱动 H^+ 通过液泡膜上的载体蛋白 CAX 完成跨膜运输，从而使 Ca^{2+} 以与 H^+ 相反的方向同时通过 CAX 进行进入液泡并储存。下列说法错误的是

()

- A. Ca^{2+} 通过 CAX 跨膜运输方式属于协助扩散
- B. Ca^{2+} 通过 CAX 的运输有利于植物细胞保持坚挺
- C. 加入 H^+ 焦磷酸酶抑制剂， Ca^{2+} 通过 CAX 的运输速率变慢
- D. H^+ 从细胞质基质转运到液泡的跨膜运输方式属于主动运输

【答案】A

【解析】

【分析】由题干信息可知， H^+ 通过液泡膜上的载体蛋白 CAX 完成跨膜运输，且该过程需要借助无机焦磷

酸释放的能量，故 H^+ 跨膜运输的方式为主动运输； Ca^{2+} 通过 CAX 进行进入液泡并储存的方式为主动运输（反向协调运输）。

【详解】A、 Ca^{2+} 通过 CAX 的跨膜运输方式为主动运输，所需要的能量由 H^+ 顺浓度梯度产生的势能提供，A 错误；

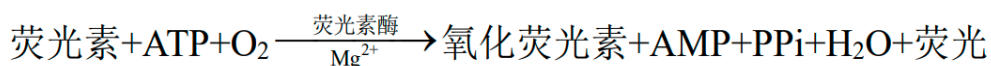
B、 Ca^{2+} 通过 CAX 的运输进入液泡增加细胞液的浓度，细胞液的渗透压，有利于植物细胞从外界吸收水分，有利于植物细胞保持坚挺，B 正确；

C、加入 H^+ 焦磷酸酶抑制剂，则液泡中的 H^+ 浓度降低，液泡膜两侧的 H^+ 浓度梯度差减小，为 Ca^{2+} 通过 CAX 的运输提供的能量减少，C 正确；

D、 H^+ 从细胞质基质转运到液泡的跨膜运输方式需要水解无机焦磷酸释放的能量来提供，为主动运输，D 正确。

故选 A。

6. 每个细菌内的 ATP 含量基本相同。可利用下图所示原理来检测样品中细菌数量。下列相关叙述错误的是（ ）



A. 检测前需要破坏细胞膜以释放 ATP

B. ATP 水解释放的能量部分转化成光能

C. 检测试剂中应含有荧光素酶和 ATP

D. 荧光强度与样品中细菌数量呈正相关

【答案】C

【解析】

【分析】1、ATP 在细胞内的含量很少，但是细胞对于 ATP 的需要量很大。ATP 与 ADP 在细胞内不停地转化，保证了细胞对于 ATP 的大量需求。

2、细胞中的吸能反应一般与 ATP 的水解反应相联系，放能反应一般与 ATP 的合成反应相联系。

【详解】A、由于需要将细菌中的 ATP 释放到体外，以便发生题中所述的反应，故需要破坏细菌的细胞膜以释放 ATP，A 正确；

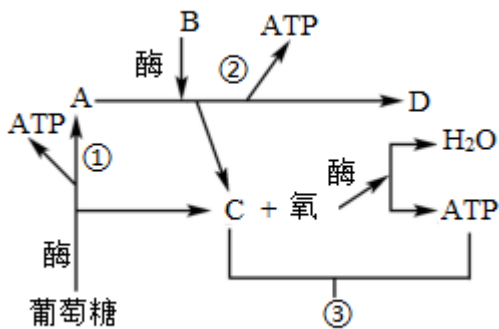
B、由题中所示原理可知，该反应中 ATP 水解释放的能量部分转化为了荧光的光能，B 正确；

C、该原理就是根据荧光的强弱来判断 ATP 的多少，从而判断细菌数量，故检测试剂中不能含有 ATP，否则影响对细菌数量的测定，C 错误；

D、荧光越强，说明 ATP 含量越高，从而说明细菌数量越高，故荧光强度与细菌数量呈正相关，D 正确。

故选 C。

7. 如图为真核生物进行有氧呼吸的过程示意图，A~D 表示物质，①~③表示过程，下列相关分析正确的是（ ）



- A. 物质 C 为[H]，来自葡萄糖和物质 B
- B. 物质 D 为 CO₂，其中的氧只能来自物质 A
- C. 过程③产生的能量绝大部分储存于 ATP 中
- D. 若终止供氧，则物质 A 将停留在线粒体基质中

【答案】A

【解析】

【分析】据图可知：A 是丙酮酸，B 是水，C 是[H]，D 是 CO₂，过程①为有氧呼吸第一阶段，过程②为有氧呼吸第二阶段，过程③为有氧呼吸第三阶段。

【详解】A、由图可知，物质 A 为丙酮酸，物质 B 为水，物质 C 为[H]，物质 D 为二氧化碳。过程①为有氧呼吸第一阶段，在细胞质基质中进行；过程②为有氧呼吸第二阶段，在线粒体基质中进行；过程③为有氧呼吸第三阶段，在线粒体内膜上进行。物质 C 为[H]来自葡萄糖和水（物质 B），A 正确；

B、物质 D 为有氧呼吸第二阶段的产物，是 CO₂，CO₂ 中的氧来自有氧呼吸的第一阶段和第二阶段原料中的葡萄糖和水，B 错误；

C、过程③产生的能量绝大部分以热能形式散失，少部分储存于 ATP 中，C 错误；

D、若终止供氧，细胞将无法进行有氧呼吸过程，只能进行无氧呼吸，则物质 A 将停留在细胞质基质中完成无氧呼吸第二阶段，D 错误。

故选 A。

8. 噬菌体展示技术是将编码某蛋白质的基因导入噬菌体的基因中，使该外源蛋白和噬菌体蛋白融合表达，融合蛋白质随子代噬菌体的重新组装而展示在噬菌体表面的一项技术。下列相关叙述正确的是（ ）

- A. T₂噬菌体展示技术的遗传学原理是基因突变
- B. 用 ³⁵S 标记噬菌体侵染无标记细菌，可在子代噬菌体表面融合蛋白上检测到 ³⁵S
- C. 外源基因表达所需要的模板和原料均来自细菌
- D. 子代噬菌体表面的融合蛋白，在核糖体中合成后需进一步加工

【答案】D

【解析】

【分析】1、噬菌体的结构：蛋白质外壳（C、H、O、N、S）+DNA（C、H、O、N、P）。

2、噬菌体的繁殖过程：吸附→注入（注入噬菌体的DNA）→合成（控制者：噬菌体的DNA；原料：细菌的化学成分）→组装→释放。

【详解】A、T₂噬菌体展示技术是将外源蛋白 DNA 序列插入到 T₂噬菌体外壳蛋白结构基因的适当位置，其原理是基因重组，A 错误；

B、用 ³⁵S 标记噬菌体侵染无标记细菌，噬菌体未进入细菌中，子代噬菌体表面不能检测到 ³⁵S，B 错误；

C、外源基因表达所需要的模板来自 T₂噬菌体，原料来自细菌，C 错误；

D、子代噬菌体表面的融合蛋白，在核糖体中合成后，需要进行进一步加工才能形成融合蛋白，D 正确。

故选 D。

9. PBP_s 是参与细菌细胞壁生物合成的酶，其合成受细菌体内 PBP_s 基因控制，青霉素与 PBP_s 结合后会抑制细菌细胞壁的生物合成，进而引起细菌死亡。下列叙述正确的是（ ）

A. PBP_s 基因的基本组成单位是脱氧核糖核酸

B. PBP_s 基因的表达在细菌的宿主细胞内完成

C. PBP_s 基因每次转录前都需要进行半保留复制

D. PBP_s 基因突变可能使细菌对青霉素产生抗性

【答案】D

【解析】

【分析】基因是有遗传效应的 DNA 片段，是控制生物性状的遗传物质的功能单位和结构单位；在染色体上呈线性排列；基因的基本组成单位是脱氧核糖核苷酸；基因控制着蛋白质的合成，进而控制生物性状。

【详解】A、基因的基本组成单位是脱氧核糖核苷酸，A 错误；

B、PBP_s 是细菌体内的酶，PBP_s 基因的表达在细菌细胞内完成，B 错误；

C、DNA 复制的特点是半保留复制，不是每次转录前都需要进行 DNA 复制，C 错误；

D、由题干可知，青霉素与 PBP_s 结合后会抑制细菌死亡，PBP_s 基因突变后可能表达不出 PBP_s，从而使细菌对青霉素产生抗性，D 正确。

故选 D。

10. 研究发现施万细胞包裹在神经纤维上，其摄入血糖是通过非胰岛素依赖型葡萄糖转运体实现的。该细胞内糖浓度随细胞外浓度变化而变化，当细胞外高糖环境形成后，导致细胞内线粒体正常氧化分解过程中断而产生超氧化物，超氧化物通过一系列酶的作用变为活性氧自由基，影响相关基因的表达，从而造成细胞凋亡。下列叙述错误的是（ ）

- A. 糖尿病患者的施万细胞比正常人的衰老得更快
- B. 施万细胞摄入血糖不依赖胰岛素的根本原因是缺少胰岛素受体基因
- C. 人体成熟红细胞凋亡机制与施万细胞不同
- D. 葡萄糖转运体的活性减弱或数量减少，可能会使胰岛 B 细胞缺乏营养而无法分泌足够的胰岛素，导致人患糖尿病

【答案】B

【解析】

【分析】分析题意：当细胞内高糖环境形成后，导致线粒体正常氧化呼吸过程中断而产生超氧化物，超氧化物的积累会引发细胞凋亡。

【详解】A、糖尿病患者血糖浓度高，导致线粒体中自由基增多，而细胞衰老与自由基增多有关，因此糖尿病患者的施万细胞比正常人的衰老得更快，A 正确；

B、由题意可知，施万细胞摄入葡萄糖的方式为被动运输，不需要胰岛素的调节，B 错误；

C、人体成熟红细胞内无线粒体，染色体等，故凋亡机制与题图所示机制不同，C 正确；

D、葡萄糖转运体的活性减弱或数量减少，可能会使胰岛 B 细胞缺乏营养而无法分泌足够的胰岛素，导致人患糖尿病，D 正确。

故选 B。

11. 下列有关基因重组的叙述中，正确的是（ ）

- A. 基因型为 AaBB 的个体自交，导致子代出现性状分离的原因是基因重组
- B. 通过植物组织培养获得基因型为 YyRr 的幼苗的过程中未发生基因重组
- C. 基因突变和基因重组是变异的根本来源，为进化提供原材料
- D. 造成同卵双生姐妹间性状差异的主要原因是基因重组

【答案】B

【解析】

【分析】基因重组 1、概念：在生物体进行有性生殖的过程中，控制不同性状的非等位基因重新组合。

2、类型：

(1) 自由组合型：减数第一次分裂后期，随着非同源染色体自由组合，非同源染色体上的非等位基因也自由组合。

(2) 交叉互换型：减数第一次分裂前期（四分体），基因随着同源染色体的非等位基因的交叉互换而发生重组。

3、意义：形成生物多样性 重要原因之一；是生物变异的来源之一，对生物的进化也具有重要的意义。

【详解】A、基因型 AaBB 的个体自交，导致子代出现性状分离的原因是等位基因 A 和 a 的分离，A 错

误；

B、通过植物组织培养获得基因型为 $YyRr$ 的幼苗，该过程为无性生殖，未发生基因重组，B 正确；

C、基因突变可以产生新的等位基因，是生物变异的根本来源，C 错误；

D、造成同卵双生姐妹间性状上差异的主要原因是基因突变或环境因素，D 错误。

故选 B。

12. 研究发现，敲除细胞内 Utx 、 $Ptip$ 、 $Acp5$ 、 $Acacb$ 和 Clu 这 5 个基因中的任意一个基因，都能够显著促进肺部肿瘤的发生发展；同时临床相关分析证实，这 5 个基因在人肺癌临床样本中均呈现低表达并且与肺癌病人不良预后相关。下列相关叙述正确的是（ ）

A. 上述 5 个基因最可能为原癌基因，表达后能有效阻止细胞不正常增殖

B. 肿瘤细胞具有迅速生长和增殖能力，在人体内不会被清除和凋亡

C. 敲除上述 5 个基因中任一基因可导致肿瘤的发生，说明一个基因突变即可癌变

D. 提高肺癌患者中 Utx 等基因的表达水平可能成为治疗肺癌的一种思路

【答案】D

【解析】

【分析】癌细胞的特点：能够无限增殖；形态结构发生显著变化；由于细胞膜上的糖蛋白等物质减少，使得细胞彼此之间的黏着性减小，导致癌细胞容易在有机体内分散和转移。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、根据题干信息，肺癌病人体内上述 5 个基因呈现低表达，因此可以推断其为抑癌基因，抑癌基因阻止细胞不正常增殖，A 错误；

B、人体中肿瘤细胞也会被免疫细胞攻击凋亡，B 错误；

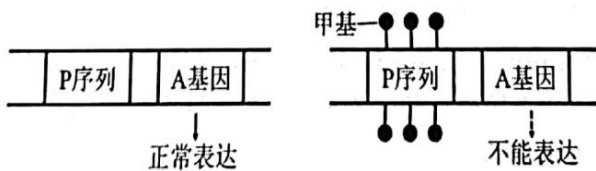
C、敲除 5 个基因中的任一基因可促进肺部肿瘤的发生，一是这与基因突变引发细胞癌变不对应，二是细胞癌变多为多基因突变的结果，C 错误；

D、根据题干信息，癌症患者体内 Utx 基因等低表达，可推测提高肺癌患者 Utx 等基因的表达有助于治疗肺癌，D 正确。

故选 D。

【点睛】

13. 蛋白 D 是某种小鼠正常发育所必需，缺乏时表现为侏儒鼠。小鼠体内的 A 基因能控制该蛋白的合成，a 基因则不能。A 基因的表达受 P 序列（一段 DNA 序列）的调控，如图所示。P 序列在精子中是非甲基化，传给子代能正常表达；在卵细胞中是甲基化，传给子代不能正常表达。有关叙述错误的是（ ）



- A. 侏儒雌鼠与侏儒雄鼠交配，子代小鼠不一定是侏儒鼠
- B. 基因型为 Aa 的侏儒鼠，A 基因一定来自于母本
- C. 降低甲基化酶的活性，发育中的小鼠侏儒症状都能一定程度上缓解
- D. A 基因转录形成的 mRNA 通常会结合多个核糖体，产生氨基酸序列相同的多条肽链

【答案】C

【解析】

【分析】表观遗传是指基因序列不发生改变，而基因的表达和表型发生可遗传变化的现象，其中 DNA 的甲基化是常见的表观遗传。由图可知基因 A 上游的 P 序列没有甲基化，则其可正常表达，一般 P 序列被甲基化则其无法表达。

【详解】A、若侏儒雌鼠 (aa) 与侏儒雄鼠 (Aa，其中 A 基因来自于母方) 杂交后代中基因型为 Aa 的雌鼠生长发育均正常，A 正确；

B、P 序列在精子中是非甲基化，传给子代能正常表达；在卵细胞中是甲基化，传给子代不能正常表达，故基因型为 Aa 的侏儒鼠，A 基因一定来自于母本，B 正确；

C、降低甲基化酶的活性，导致 P 序列甲基化程度降低，对 A 基因表达的抑制作用降低，从而使得发育中的小鼠侏儒症状 (基因型为 Aa) 能一定程度上缓解，但基因型为 aa 的症状无法缓解，C 错误；

D、A 基因转录形成的 mRNA 通常会结合多个核糖体，由于 mRNA 碱基序列相同，所以产生的多条肽链氨基酸序列相同，D 正确。

故选 C。

14. 某果蝇精原细胞中 8 条染色体上的 DNA 已全部被 ^{15}N 标记，其中一对同源染色体上有基因 A 和 a，现给此精原细胞提供含 ^{14}N 的原料让其连续进行两次分裂，产生四个子细胞，分裂过程中无基因突变和染色体畸变发生。下列叙述中正确的是 ()

- A. 若四个子细胞中均含 4 条染色体，则一定有一半子细胞含有 a 基因
- B. 若四个子细胞中均含 8 条染色体，则每个子细胞中均含 2 个 A 基因
- C. 若四个子细胞中的核 DNA 均含 ^{15}N ，则每个子细胞均含 8 条染色体
- D. 若四个子细胞中有一半核 DNA 含 ^{15}N ，则每个子细胞均含 4 条染色体

【答案】A

【解析】

【分析】减数分裂与有丝分裂的区别：有丝分裂可连续进行，有丝分裂复制一次，细胞分裂一次，产生与亲代细胞一样的两个子细胞；减数分裂复制一次，细胞连续分裂两次，产生的子细胞中核 DNA 和染色体是亲代细胞的一半。

【详解】A、若四个子细胞中均含 4 条染色体(染色体数目是体细胞的一半)，则说明精原细胞进行的减数分裂，等位基因会发生分离，形成 4 个精细胞两两相同，故有一半子细胞含有 a 基因，A 正确；

B、若四个子细胞中均含 8 条染色体(染色体数目与体细胞相同)，则精原细胞进行的是有丝分裂，子细胞的基因型与体细胞相同，则每个子细胞中均只含有 1 个 A 基因和 1 个 a 基因，B 错误；

C、若四个子细胞中的核 DNA 均含 ^{15}N ，说明 DNA 只复制一次，则精原细胞进行的是减数分裂，产生的四个子细胞为精细胞，染色体数目是体细胞的一半，因此每个子细胞均含 4 条染色体，C 错误；

D、若四个子细胞中有一半核 DNA 含 ^{15}N ，说明 DNA 不止复制一次，则细胞进行的是有丝分裂，所以每个子细胞均含 8 条染色体，D 错误。

故选 A。

15. 甲、乙、丙分别代表三个不同的纯合白色籽粒玉米品种，甲分别与乙、丙杂交产生 F_1 ， F_1 自交产生 F_2 ，结果如表。

组别	杂交组合	F_1	F_2
1	甲×乙	红色籽粒	901 红色籽粒，699 白色籽粒
2	甲×丙	红色籽粒	630 红色籽粒，490 白色籽粒

根据结果，下列叙述错误的是 ()

A. 若乙与丙杂交， F_1 全部为红色籽粒，则 F_2 玉米籽粒性状比为 9 红色：7 白色

B. 若乙与丙杂交， F_1 全部为红色籽粒，则玉米籽粒颜色可由三对基因控制

C. 组 1 中的 F_1 与甲杂交所产生玉米籽粒性状比为 3 红色：1 白色

D. 组 2 中的 F_1 与丙杂交所产生玉米籽粒性状比为 1 红色：1 白色

【答案】C

【解析】

【分析】据表可知：甲×乙产生 F_1 全是红色籽粒， F_1 自交产生 F_2 中红色：白色=9：7，说明玉米籽粒颜色受两对等位基因控制，且两对等位基因遵循自由组合定律；甲×丙产生 F_1 全是红色籽粒， F_1 自交产生 F_2 中红色：白色=9：7，说明玉米籽粒颜色受两对等位基因控制，且两对等位基因遵循自由组合定律。综合分析可知，红色为显性，红色与白色可能至少由三对等位基因控制，假定用 A/a、B/b、C/c，甲乙丙的基因型可分别为 AAbbCC、aaBBCC、AABBcc。(只写出一种可能情况)

【详解】A、若乙与丙杂交， F_1 全部为红色籽粒 (AaBBCc)，两对等位基因遵循自由组合定律，则 F_2 玉米

籽粒性状比为 9 红色：7 白色，A 正确；

B、据分析可知若乙与丙杂交，F₁ 全部为红色籽粒，则玉米籽粒颜色可由三对基因控制，B 正确；

C、据分析可知，组 1 中的 F₁ (AaBbCC) 与甲 (AAbbCC) 杂交，所产生玉米籽粒性状比为 1 红色：1 白色，C 错误；

D、组 2 中 F₁ (AABbCc) 与丙 (AABBcc) 杂交，所产生玉米籽粒性状比为 1 红色：1 白色，D 正确。

故选 C。

16. 蚕豆病是一种单基因遗传病，表现为进食蚕豆后引起溶血性贫血，病因是红细胞中葡萄糖-6-磷酸脱氢酶 (G6PD) 缺乏。研究发现，控制合成 G6PD 的基因 G_A 和 G_B 位于 X 染色体上，其突变基因 G_C 不能控制合成 G6PD。图 1 为某患病家族遗传系谱图，图 2 为运用电泳技术对该家族部分成员进行基因检测的结果

(基因 G_A、G_B 和 G_C 对应位置上有条带表明存在相应基因)，以下有关叙述错误的是 ()

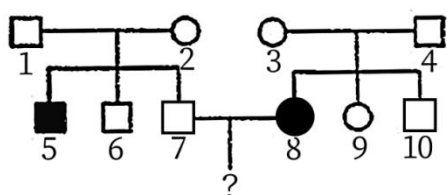


图1某家族遗传系谱图

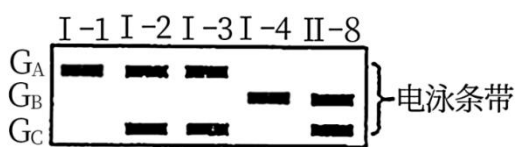


图2该家族部分成员基因的电泳图谱

A. 据图判断可知基因 G_C 对 G_A 为隐性

B. II-5 和 II-8 的基因 G_C 都来自各自的母亲

C. II-8 表现出疾病的原因可能是其基因 G_B 功能被关闭

D. II-7 和 II-8 婚配所生子女含有基因 G_C 的概率是 1/4

【答案】 D

【解析】

【分析】

由题干信息可知，控制合成 G6PD 的基因位于 X 染色体上，结合图 2 可推得：I-1 基因型为 X^{GA}Y，I-2、I-3 的基因型都为 X^{GA}X^{GC}，I-4 基因型为 X^{GB}Y，II-8 基因型为 X^{GB}X^{GC}。

【详解】 A、由以上分析可知，I-2 和 I-3 的基因型都为 X^{GA}X^{GC}，I-2 和 I-3 都表现为正常，因此可推知基因 G_C 对 G_A 为隐性，A 正确；

B、I-1 基因型为 X^{GA}Y，I-2 的基因型为 X^{GA}X^{GC}，因此 II-5 的基因型为 X^{GC}Y，其基因 G_C 来自他的母亲，I-3 的基因型为 X^{GA}X^{GC}，I-4 基因型为 X^{GB}Y，II-8 基因型为 X^{GB}X^{GC}，其基因 G_C 来自她的母亲，B 正确；

C、由题干信息可知，控制合成 G6PD 的基因 G_A 和 G_B 位于 X 染色体上，其突变基因 G_C 不能控制合成 G6PD，II-8 基因型为 X^{GB}X^{GC}，因此 II-8 表现出疾病的原因可能是其基因 G_B 功能被关闭，C 正确；

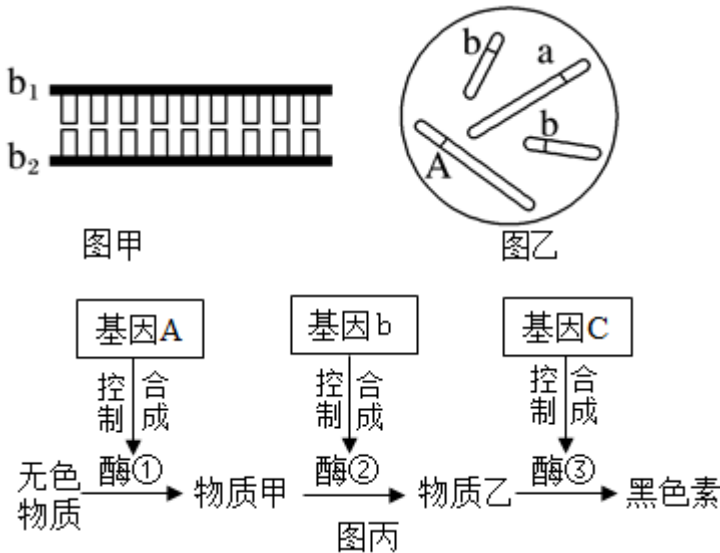
D、I-1 基因型为 X^{GA}Y，I-2 的基因型为 X^{GA}X^{GC}，因此 II-7 的基因型为 X^{GA}Y，II-8 基因型为 X^{GB}X^{GC}，因

此II-7和II-8婚配所生子女含有基因G_C的概率是1/2，D错误。

故选D。

第II卷非选择题

17. 图甲表示某动物的b基因在正常转录过程中的局部图解；图乙表示该生物某个体的体细胞内部分基因和染色体的关系；该生物黑色素的产生需要如图丙所示的三类基因参与控制，三类基因的控制均表现为完全显性。请据图回答下列问题：



(1) 图甲中，若 b₂ 为 RNA 链，当 b₂ 中碱基 A 和 U 分别占 26% 和 18% 时，b 基因中，G 所占的比例为 _____；该过程结束时，终止密码子位于 _____ (填“b₁”或“b₂”) 链上。

(2) 正常情况下，该生物细胞中含有 b 基因最多时为 _____ 个，b 基因相互分离可发生在 _____ (填时期)。

(3) 由图乙所示的基因型可以推知，该生物体 _____ (填“能”、“不能”或“不能确定”) 合成黑色素。

(4) 由图丙可以得出，基因可以通过 _____，从而控制生物体的性状。

【答案】(1) □. 28% □. b₂

(2) □. 4 □. 有丝分裂后期、减数第一次分裂后期、减数第二次分裂后期

(3) 不能确定 (4) 控制酶的合成来控制代谢过程

【解析】

【分析】1、转录过程是以基因的一条链为模板，合成 RNA 的过程，图甲表示某动物的 b 基因在正常转录过程中的局部图解；

2、图乙显示了该生物细胞中的两对同源染色体和该生物的基因型为 Aabb；

3、根据图丙判断，当该生物的基因型为 A_bbC_，可以合成黑色素，可知基因可以通过控制酶的合成来控制

制代谢过程，从而控制生物体的性状。

【小问 1 详解】

当 b_2 中碱基 A 和 U 分别占 26% 和 18% 时，对应 b_1 链中 T 和 A 分别占 26% 和 18%，二者之和占单链总碱基的比例和双链 DNA 中 A+T 的比例相同，均为 $26\%+18\%=44\%$ ，则双链 DNA 分子中 A 占 22%，DNA 分子中 A+G 占碱基总数的 50%，故 G 占 28%；

终止密码子位于 mRNA 上，所以在 b_2 链上。

【小问 2 详解】

该生物细胞中含有 b 基因最多时，为细胞分裂时染色体复制后，共 4 个；

b 基因相互分离可发生在姐妹染色单体分离或同源染色体分离时，所以为有丝分裂后期、减数第一次分裂后期、减数第二次分裂后期。

【小问 3 详解】

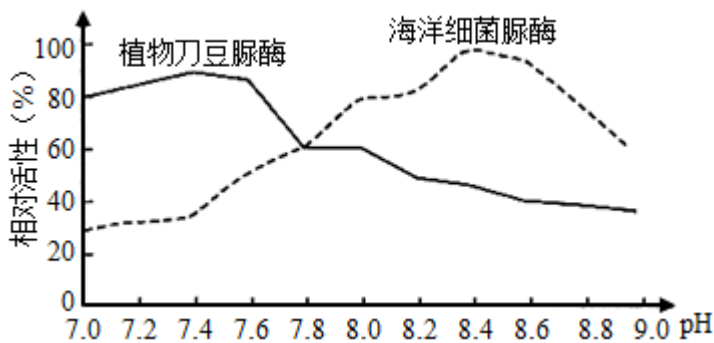
根据图丙判断，当该生物的基因型为 $A_bbC_$ ，可以合成黑色素，从图乙中不能确定此生物有无 C 基因，故无法确定此生物是否能合成黑色素。

【小问 4 详解】

图丙显示，基因可以通过控制酶的合成来控制代谢过程，从而控制生物体的性状。

【点睛】DNA 的分子结构特点和基因转录的 mRNA 的碱基数量关系、有丝分裂和减数分裂中相同基因相互分离的时期是解答本题的关键。

18. 脲酶是一种含镍的寡聚酶，能够特异性地催化尿素水解释放出 NH_3 和 CO_2 。广泛分布于植物的种子中，也存在于动物血液和尿中，某些微生物也能分泌脲酶。pH 对两种脲酶相对活性的影响如图所示。



(1) 脲酶的作用机理是_____。萨姆纳从刀豆种子中提取到脲酶的结晶，并用多种方法证明了脲酶的化学本质是_____。

(2) 该实验的自变量为_____。相对活性可通过检测_____来测定。若将 pH 从 13 下降到 8，推测海洋细菌脲酶的活性_____。

(3) 幽门螺杆菌可以产生脲酶，并分泌到细胞外发挥作用。 ^{13}C 呼气试验检测系统可用于幽门螺杆菌的检查，被测者先口服用 ^{13}C 标记的尿素，然后向专用的呼气卡中吹气留取样本，即可以准确地检测出被测者

是否被幽门螺杆菌感染。请简要说明其原理：_____。该检测方法可称为_____法。

- 【答案】** (1) . 降低化学反应所需要的活化能 . 蛋白质
(2) . pH 和脲酶种类 . 单位时间内反应物的消耗量或生成物的生成量 . 不变
(3) . 幽门螺杆菌会产生脲酶，脲酶能将尿素分解成 NH_3 和 $^{13}\text{CO}_2$ ，如果检测到被测者呼出的气体中含有 $^{13}\text{CO}_2$ ，则说明被测者被幽门螺杆菌感染 . 同位素标记

【解析】

【分析】 1、酶的作用机理：

(1)活化能:分子从常态转变为容易发生化学反应的活跃状态所需要的能量。

(2)作用机理：降低化学反应所需要的活化能。

2、美国的萨姆纳提取出脲酶结晶，并用多种方法证明其化学本质为蛋白质。

【小问 1 详解】

酶具有催化作用，催化机理是能够降低化学反应所需的活化能。萨姆纳从刀豆种子中提出脲酶结晶，并用多种方法证明脲酶是蛋白质。

【小问 2 详解】

该实验中的自变量为 pH 和脲酶种类，因变量为脲酶的相对酶活性；相对酶活性可通过检测单位时间内反应物的消耗量或生成物的生成量，以测定反应速率代表其相对活性；pH 为 13 时，海洋细菌脲酶已经失活，若将 pH 从 13 下降到 8，其酶活性不变。

【小问 3 详解】

可以通过同位素标记检测出被测者是否被幽门螺杆菌感染。检测原理为幽门螺杆菌会产生脲酶，脲酶能将尿素分解成 NH_3 和 $^{13}\text{CO}_2$ ，如果检测到被测者呼出的气体中含有 $^{13}\text{CO}_2$ ，则说明被测者被幽门螺杆菌感染。

19. 在适宜温度和大气 CO_2 浓度条件下，测得某森林中林冠层四种主要乔木的幼苗叶片的生理指标（见图 1）。光补偿点是指光合速率等于呼吸速率时的光照强度；光饱和点是指达到最大光合速率所需的最小光照强度。回答下列问题：

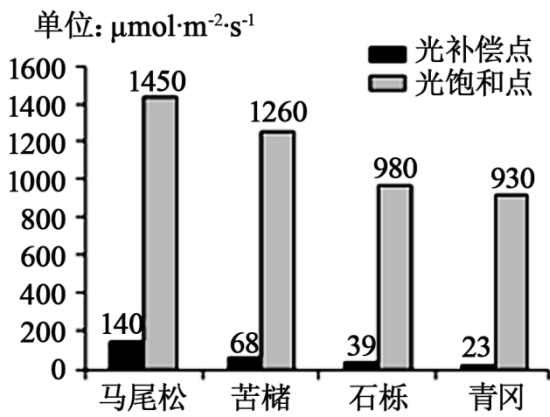


图1

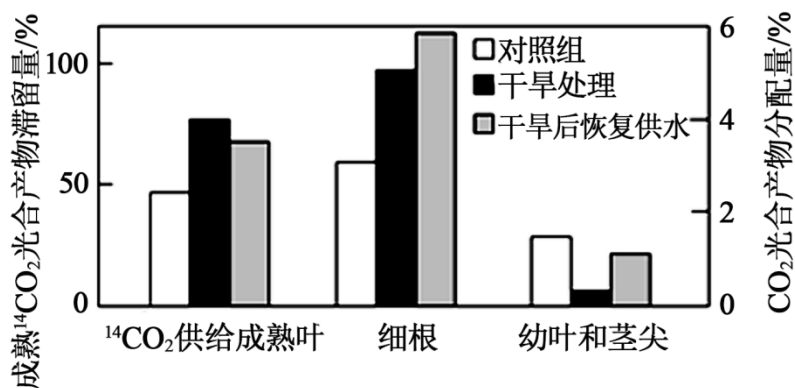


图2

- (1) 光合作用光反应阶段，叶绿素主要吸收_____光，叶绿体中色素具有的功能是_____。
- (2) 图1四个物种中，最耐阴的物种是_____，判断的理由是_____。
- (3) 当光照强度大于 $1450\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 时，限制马尾松幼苗光合速率的主要环境因素是_____。光照强度小于 $68\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 时，苦楮幼苗叶肉细胞中的线粒体产生的二氧化碳去路是_____。
- (4) 研究人员进一步研究干旱胁迫对光合产物分配的影响：将长势一致的苦楮幼苗平均分成对照组、干旱处理、干旱后恢复供水三组，只给予成熟叶 $^{14}\text{CO}_2$ ，检测成熟叶 $^{14}\text{CO}_2$ 光合产物滞留量；一段时间后，检测光合产物在细根、幼叶和茎尖部位的分配情况（如图2）。
- 由图2可知，干旱胁迫会导致成熟叶光合产物的输出量_____，判断依据是_____。□与干旱处理时相比，干旱后恢复供水，生长更显著的是_____（填“细根”或“幼叶和茎尖”），判断依据是_____。
- ③大多数植物在干旱条件下，气孔会以数十分钟为周期进行周期性的闭合，称为“气孔振荡”，“气孔振荡”是植物对干旱条件的一种适应性反应，有利于植物生理活动的正常进行。其原因_____。

- 【答案】** (1) . 红光和蓝紫 . 吸收、传递和转化光能
- (2) . 青冈 . 光补偿点和光饱和点都是最低的
- (3) . 二氧化碳浓度 . 部分进入叶绿体，部分释放到环境中
- (4) . 减少 . 与对照组相比，干旱处理组成熟叶光合产物滞留量增加 . 幼叶和茎尖 . 干旱处理恢复供水后，幼叶和茎尖获得的光合产物的相对增量更大 . 既能降低蒸腾作用强度，又能保障 CO₂ 供应，使光合作用正常进行

【解析】

【分析】 1、温度对光合作用的影响：在最适温度下酶的活性最强，光合作用强度最大，当温度低于最适温度，光合作用强度随温度的增加而加强，当温度高于最适温度，光合作用强度随温度的增加而减弱。

2、二氧化碳浓度对光合作用的影响：在一定范围内，光合作用强度随二氧化碳浓度的增加而增强。当二氧化碳浓度增加到一定的值，光合作用强度不再增强。

3、光照强度对光合作用的影响：在一定范围内，光合作用强度随光照强度的增加而增强。当光照强度增加到一定的值，光合作用强度不再增强。

【小问 1 详解】

光合色素包括叶绿素和类胡萝卜素，其中叶绿素主要吸收红光和蓝紫光，类胡萝卜素主要吸收蓝紫光；叶绿素包括叶绿素 a 和叶绿素 b 两种，其作用是吸收、传递和转化光能，进而为 NADPH 和 ATP 的合成提供能量。

【小问 2 详解】

图 1 中显示四个物种中，青冈的光补偿点和光饱和点均低于其他三种植物，因而青冈是这四种植物中最耐阴的物种。

【小问 3 详解】

当光照强度大于 $1450\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 时，光照强度大于马尾松幼苗的光饱和点，此时再增加光照强度光合速率也不再增强，说明此时限制马尾松幼苗光合速率的主要环境因素是光照强度以外的其他因素，如二氧化碳浓度和温度，而题中显示图示的数据是在适宜温度条件下测的，故此时限制马尾松幼苗光合作用的主要环境因素是二氧化碳浓度。

当光照强度小于 $68\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 时，低于苦楮幼苗的光补偿点，此时呼吸速率大于光合速率，呼吸产生的二氧化碳自身光合作用消耗不完，因而释放到外界中，则苦楮幼苗叶肉细胞中的线粒体产生的二氧化碳去路是部分进入叶绿体，部分释放到环境中。

小问 4 详解】

研究人员进一步研究干旱胁迫对光合产物分配的影响：将长势一致的苦楮幼苗平均分成对照组、干旱处理、干旱后恢复供水三组，只给予成熟叶 ¹⁴CO₂，检测成熟叶 ¹⁴CO₂ 光合产物滞留量；一段时间后，检测

光合产物在细根、幼叶和茎尖部位的分配情况。

□由图 2 可知，干旱处理后导致成熟叶中滞留的 ^{14}C 高于对照组和干旱后恢复组，即干旱处理组成熟叶光合产物滞留量增加，据此可推出干旱胁迫会导致成熟叶光合产物的输出量减少。

□由图 2 实验结果可知，与细根组相比，干旱处理恢复供水后，幼叶和茎尖获得的光合产物的相对增量更大，故与干旱处理时相比，干旱后恢复供水，生长更显著的是幼叶和茎尖。

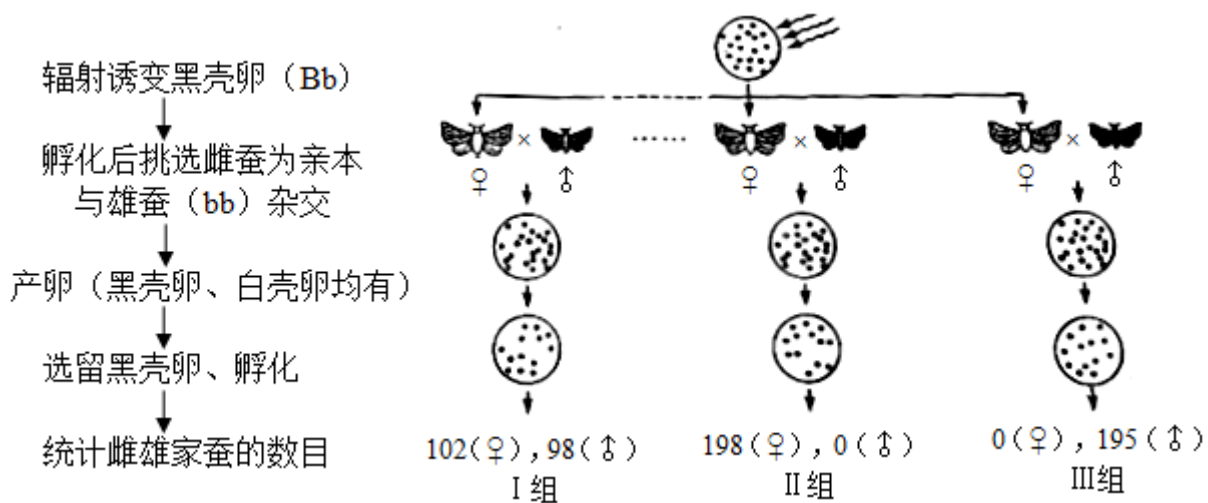
□大多数植物在干旱条件下，气孔会以数十分钟为周期进行周期性的闭合，称为“气孔振荡”，这样不仅能降低蒸腾作用强度（起到保水的作用），又能保障 CO_2 供应（保证光合作用对二氧化碳的需求，不至于使光合速率过低），使光合作用正常进行，保证植物正常生长需求，可见“气孔振荡”是植物对干旱条件的一种适应性反应。

20. 《诗经》以“蚕月条桑”描绘了古人种桑养蚕的劳动画面，《天工开物》中“今寒家有将早雄配晚雌者，幻出嘉种”，表明我国劳动人民早已拥有利用杂交手段培育有蚕种的智慧，现代生物技术应用于蚕桑的遗传育种，更为这历史悠久的产业增添了新的活力。回答下列问题：

(1) 自然条件下蚕采食桑叶时，桑叶会合成蛋白醇抑制剂以抵御蚕的采食，蚕则分泌更多的蛋白酶以拮抗抑制剂的作用。桑与蚕相互作用并不断演化的过程称为_____。

(2) 家蚕的虎斑对非虎斑、黄茧对白茧、敏感对抗软化病为显性，三对性状均受常染色体上的单基因控制且独立遗传。现有上述三对基因均杂合的亲本杂交， F_1 中虎斑、白茧、抗软化病的家蚕比例是_____；若上述杂交亲本有 8 对，每只雌蚕平均产卵 400 枚，理论上可获得_____只虎斑、白茧、抗软化病的纯合家蚕，用于留种。

(3) 研究小组了解到：①雄蚕产丝量高于雌蚕；②家蚕的性别决定为 ZW 型；③卵壳的黑色 (B) 和白壳 (b) 由常染色体上的一对基因控制；④黑壳卵经射线照射后携带 B 基因的染色体片段可转移到其他染色体上且能正常表达。为达到基于卵壳颜色实现持续分离雌雄，满足大规模生产对雄蚕需求的目的，该小组设计了一个诱变育种的方案。下图为方案实施流程及得到的部分结果。



统计多组实验结果后，发现大多数组别家蚕的性别比例与 I 组相近，有两组（II、III）的性别比例非常特殊。综合以上信息进行分析：

① I 组所得雌蚕的 B 基因位于_____染色体上。

②将 II 组所得雌蚕与白壳卵雄蚕（bb）杂交，子代中雌蚕的基因型是_____（如存在基因缺失，亦用 b 表示）。这种杂交模式可持续应用于生产实践中，其优势是可在卵期通过卵壳颜色筛选即可达到分离雌雄的目的。

③尽管 III 组所得黑壳卵全部发育成雄蚕，但其后代仍无法实现持续分离雌雄，不能满足生产需求，请简要说明理由_____。

【答案】（1）协同进化

（2） . 3/64 . 50

（3） . 常 . bbZW^B . III 组所得黑壳卵雄蚕为杂合子，与白壳卵雌蚕杂交，后代的黑壳卵和白壳卵中均既有雌性又有雄性，无法通过卵壳颜色区分性别

【解析】

【分析】家蚕的性别决定方式是 ZW 型，雌蚕的性染色体组成是 ZW，雄蚕的性染色体组成是 ZZ。

【小问 1 详解】

不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，这就是协同进化。

【小问 2 详解】

由题意可知，三对性状均受常染色体上的单基因控制且独立遗传，即符合自由组合定律，将三对基因均杂合的亲本杂交，可先将三对基因分别按照分离定律计算，再将结果相乘，即 F₁ 各对性状中，虎斑个体占 3/4，白茧个体占 1/4，抗软化病个体占 1/4，相乘后 F₁ 中虎斑、白茧、抗软化病的家蚕比例是 3/4×1/4×1/4=3/64。若上述杂交亲本有 8 对，每只雌蚕平均产卵 400 枚，总产卵数为 8×400=3200 枚，其中虎斑、白茧、抗软化病的纯合家蚕占 1/4×1/4×1/4=1/64，即 3200×1/64=50 只。

【小问 3 详解】

分析题意和图示方案可知，黑卵壳经射线照射后，携带 B 基因的染色体片段转移到其他染色体上且能正常表达，转移情况可分为三种，即携带 B 基因的染色体片段未转移或转移到常染色体上、转移到 Z 染色体上或转移到 W 染色体上。将诱变孵化后挑选的雌蚕作为亲本与雄蚕（bb）杂交，统计子代的黑卵壳孵化后雌雄家蚕的数目，结合图中的三组结果分析，I 组黑卵壳家蚕中雌雄比例接近 1：1，说明该性状与性别无关，即携带 B 基因的染色体片段未转移或转移到了常染色体上；II 组黑卵壳家蚕全为雌性，说明携带 B 基因的染色体片段转移到了 W 染色体上；III 组黑卵壳家蚕全为雄性，说明携带 B 基因的染色体片段转移到了 Z 染色体上。

由以上分析可知，I 组携带 B 基因的染色体片段未转移或转移到了常染色体上，即所得雌蚕的 B 基因位于

常染色体上。

□由题意可知，如存在基因缺失，亦用 b 表示。II组携带 B 基因的染色体片段转移到了 W 染色体上，亲本雌蚕的基因型为 $bbZW^B$ ，与白卵壳雄蚕 $bbZZ$ 杂交，子代雌蚕的基因型为 $bbZW^B$ (黑卵壳)，雄蚕的基因型为 $bbZZ$ (白卵壳)，可以通过卵壳颜色区分子代性别。将子代黑卵壳雌蚕继续杂交，后代类型保持不变，故这种杂交模式可持续应用于生产实践中。

□由题意分析可知，如存在基因缺失，亦用 b 表示。III组携带 B 基因的染色体片段转移到了 Z 染色体上，亲本雌蚕的基因型为 bbZ^BW ，与白卵壳雄蚕 $bbZZ$ 杂交，子代雌蚕的基因型为 $bbZW$ (白卵壳)，雄蚕的基因型为 bbZ^BZ (黑卵壳)。再将黑壳卵雄蚕 (bbZ^BZ) 与白壳卵雌蚕 ($bbZW$) 杂交，子代为 bbZ^BZ 、 $bbZZ$ 、 bbZ^BW 、 $bbZW$ ，其后代的黑壳卵和白壳卵中均既有雌性又有雄性，无法通过卵壳颜色区分性别，故不能满足生产需求。

21. 拟南芥 ($2N=10$) 属于十字花科植物，自花传粉，被誉为“植物界的果蝇”，广泛应用于植物遗传学研究。其植株较小，用一个普通培养皿即可种植 4~10 株，从发芽到开花约 4~6 周，每个果荚可着生 50~60 粒种子。请回答下列问题□

(1) 根据题干信息，写出拟南芥作为遗传学研究材料的优点是_____ (写出两点即可)。利用拟南芥进行人工杂交实验时，授粉前需对母本进行的处理为_____、_____。

(2) 拟南芥种皮颜色 (A/a) 深褐色对黄色为显性，相关基因位于 2 号染色体上。已知某黄色种皮个体 (aa) 的 2 号染色体上导入了抗除草剂基因，科研人员让其与深褐色种皮的个体 (AA) 杂交，从杂交获得的 F_1 中筛选出抗除草剂的个体，与未导入外源基因的黄色种皮个体进行测交， F_2 中发现 10% 的个体表现为种皮深褐色且抗除草剂，试分析其原因为_____。若让 F_1 中筛选出的抗除草剂个体自交， F_2 中获得种皮深褐色且抗除草剂的纯合个体所占的比例为_____。

(3) 科研人员从一批经过诱变处理的野生型拟南芥中筛选出一株突变株，想探究突变性状的显隐性关系，研究者将突变株与野生型植株杂交，若 F_1 _____，则突变性状为显性。

(4) 拟南芥雄性不育系在植物遗传学研究中有着重要的作用，某实验室分离到两组纯合雄性不育拟南芥株系 $nefl$ 和 $rvms-1$ (分别用株系 N 、株系 R 表示)，两种株系的不育性状各由一对等位基因控制，且均为隐性突变所致。研究表明株系 R 经低温处理可以恢复育性。请利用株系 N 、 R 设计杂交实验来推断两对基因在染色体上的位置关系。(只写实验方案) _____

【答案】(1) □. 染色体数目比较少、易培养、生长周期短、后代数目多等 □. 去雄 □. 套袋

(2) □. F_1 中抗除草剂的个体在减数分裂时发生互换 □. 1%

(3) 全部为突变型 或 野生型 □ 突变型=1□1

(4) 将株系 R 进行低温处理使其恢复育性，然后与株系 N 杂交获得 F_1 ，将 F_1 种植在正常环境下获得 F_2 ，

统计正常环境下 F_2 的育性及比例

【解析】

【分析】自由组合定律：控制不同性状的遗传因子的分离和组合是互不干扰的；在形成配子时，决定同一性状的成对的遗传因子彼此分离，决定不同性状的遗传因子自由组合。基因分离定律的实质：在杂合子的细胞中，位于一对同源染色体上的等位基因，具有一定的独立性；生物体在进行减数分裂形成配子时，等位基因会随着同源染色体的分开而分离，分别进入到两个配子中，独立地随配子遗传给后代。

【小问 1 详解】

拟南芥具有染色体数目比较少、易培养、生长周期短、后代数目多等特点，所以可以作为遗传学的研究材料；杂交时，需要对母本进行的步骤是去雄-套袋-人工授粉-套袋。

【小问 2 详解】

根据题意， Aa 和抗虫基因都位于 2 号染色体上，且 a 和抗除草剂基因位于一条染色体上，如果 aa 带有抗除草剂基因记为 $+$ ，因此该植株基因型是 a/a^+ ，和 AA 杂交， F_1 中有抗性植株的基因型是 A/a^+ ，当其进行测交，理论上子代表现为 Aa 和 a^+a ，且比例为 1:1，现出现了 10%的个体表现为种皮深褐色且抗除草剂，即 $A+a$ ，因此可能是由于 F_1 中抗除草剂的个体在减数分裂时发生交叉互换产生了 $A+$ 的配子；由于有 10%的配子发生了交叉互换，所以若让 F_1 中筛选出的抗除草剂个体自交， F_2 中获得种皮深褐色且抗除草剂的纯合个体 ($AA++$) 所占的比例为 $10\% \times 10\% = 1\%$ 。

【小问 3 详解】

如果突变株为显性，则其基因型可能是 AA 或 Aa ，和野生型 (aa) 杂交，子代全部为突变型或野生型 \square 突变型=1 \square 1，如果突变性状为隐性，则其基因型是 aa ，当其和野生型 AA 杂交，子代全为野生型。

【小问 4 详解】

如果两对等位基因位于两对同源染色体上，则遵循自由组合定律，如果位于一对同源染色体上，则不遵循自由组合定律，由于株系 R 经低温处理可以恢复育性。子代两对基因都为显性才表现为可育。因此设计实验方案 \square 将株系 R 进行低温处理使其恢复育性，然后与株系 N 杂交获得 F_1 ，将 F_1 种植在正常环境下获得 F_2 ，统计正常环境下 F_2 的育性及比例。

【点睛】本题考查基因分离定律和自由组合定律的相关知识，学生需要掌握定律的实质作答，解答 (2) 中需要结合交叉互换的知识进行解答。

