



题型强化 · 单选

单选小卷

单选小卷 1

1. **A** 【解析】本题考查细胞器内共生起源。

由题干信息可知，“硝质体”由某种固氮细菌演化而来，质量应远大于核糖体（注意：核糖体是微小颗粒），在用差速离心法分离细胞器的过程中，较大的颗粒在较低的离心速率下就可以沉淀下来，而核糖体质量小，需要更高的离心速率才能沉淀，所以分离“硝质体”的离心速率比分离核糖体的低，**A 正确**；硝化细菌是化能自养型细菌，其作用是将氨氧化为亚硝酸，再进一步氧化为硝酸，不能固氮，而题干中的“某种固氮细菌”是能固氮的，不可能是硝化细菌，**B 错误**；贝氏布拉藻是真核生物，“硝质体”是由原核生物演化而来的，“硝质体”中有一部分蛋白质由其内部的 DNA 指导合成，但在真核细胞内，转录主要在细胞核中进行，翻译在细胞质中的核糖体上进行，存在时间和空间上的分隔，故“硝质体”的蛋白质不都是边转录边翻译合成的，**C 错误**；“硝质体”是贝氏布拉藻的一种细胞器，其不是独立的生物，它们之间不是互利共生的种间关系，**D 错误**。

易错总结 固氮作用与硝化作用

- (1) 固氮作用指分子氮经固氮生物固氮酶的催化而转化成氨或其他含氮化合物的过程；
- (2) 硝化作用指氨化物和氨被一些微生物（如硝化细菌）氧化成亚硝酸，最终进一步氧化成硝酸的过程。

2. **B** 【解析】本题考查糖类、脂质和蛋白质的代谢。

人体不合成分解纤维素的酶，纤维素无法被人体消化吸收，但可促进肠道蠕动、辅助粪便排出，**A 正确**。日常摄入的脂质包括脂肪、磷脂、固醇三类，脂肪是储能物质，磷脂是生物膜的重要组成成分，固醇中的胆固醇、性激素、维生素 D 分别具有参与动物细胞膜构成、调节生命活动、促进钙磷吸收的作用，故脂质的功能不只是储存能量，**B 错误**。蛋白质仅在糖类、脂肪供能不足时参与供能，不是能量供给的主要来源（常考：供能顺序为糖类→脂肪→蛋白质，蛋白质一般不供能），**C 正确**。糖类的组成元素只有 C、H、O，代谢终产物为 CO_2 和 H_2O ；蛋白质的组成元素含 N，代谢终产物除 CO_2 和 H_2O 外还有尿素等含氮废物，二者代谢终产物不完全相同，**D 正确**。

3. **B** 卡住就看突破点 1 找思路、做练习

【解析】本题考查物质跨膜运输。

题图显示，筛管细胞与库细胞之间由胞间连丝进行连接，胞间连丝的作用包括物质运输和信息交流等，**A 正确**；筛管细胞膜上，L 蛋白将 H^+ 转运至细胞外的过程伴随着 ATP 的分解，说明该过程耗能，为逆浓度梯度的主动运输，胞外 H^+ 浓度大于细胞质基质，所以 M 蛋白将 H^+ 从细胞外转运至细胞内的过程属于顺浓度梯度的协助扩散，**B 错误**；L 蛋白将 H^+ 转运至细胞外的过程中，L 蛋白作为载体蛋白，会发生磷酸化，且自身空间结构也会改变，**C 正确**；题图显示，筛管细胞中蔗糖分子的浓度高于库细胞中的，蔗糖进入库细胞的过程



需要两种细胞之间存在蔗糖的浓度梯度,而蔗糖进入筛管细胞的过程依靠筛管细胞内外的 H^+ 浓度梯度,而 H^+ 的浓度梯度则需要筛管细胞通过 L 蛋白将 H^+ 运出细胞来维持,所以若抑制筛管细胞的呼吸作用,其产生的 ATP 将减少,则不利于筛管细胞内外 H^+ 浓度梯度的维持,进而会降低蔗糖进入库细胞的速率,**D 正确**。

4. **B** 【解析】本题考查细胞呼吸。

题图 1 中物质 A 为丙酮酸,糖酵解是葡萄糖分解成丙酮酸和 NADH 并生成少量 ATP 的过程,该过程发生在细胞质基质中,**A 错误**;用糖酵解抑制剂处理分裂的癌细胞,会减慢糖酵解的速率,所以糖酵解速率相对值为 100 的组别为对照组,该组的处理方法是等量的溶剂 N 处理分裂的癌细胞,以排除溶剂 N 对实验的干扰,**B 正确**;题图 2 表明,糖酵解速率相对值较低时,酶 M 的活性大于酶 L 的,酶 M 仅存在于线粒体中,所以癌细胞优先进行有氧呼吸,**C 错误**;糖酵解速率相对值超过 60 时,酶 M 的活性达到饱和状态,酶 L 的活性迅速提高,酶 L 仅存在于细胞质基质中,所以癌细胞的无氧呼吸速率迅速升高,**D 错误**。

5. **D** 【解析】本题考查细胞程序性死亡。

内吞死亡和细胞凋亡都属于基因调控的细胞程序性死亡,二者均存在基因的选择性表达,**A 正确**;溶酶体中含有多种水解酶,能够降解被内吞的细胞,**B 正确**;抑癌基因表达的蛋白质能抑制细胞异常增殖,或促进细胞凋亡,从而阻止肿瘤发生,CDH1 基因表达可激活内吞死亡,抑制肿瘤发生,在功能上符合抑癌基因的特点,**C 正确**;人成熟红细胞没有细胞核和核糖体等细胞器,不存在 CDH1 基因,也无法进行转录(易错:哺乳动物成熟红细胞无线粒体,只能依靠无氧呼吸供能,蛋白质在细胞成熟前合成完毕),**D 错误**。

6. **B** 卡住就看突破点 4 找思路、做练习

【解析】本题考查减数分裂异常情况。

由题意可知,减数分裂发生非姐妹染色单体的互换,属于基因重组,着丝粒横裂是异常分裂,会导致染色体片段的缺失或重复,属于染色体结构变异(常考:基因重组只产生新基因型,不产生新基因,染色体变异改变基因的数目或排列顺序),**A 正确**。若产生的卵细胞基因型为 a,则次级卵母细胞为纵裂。若减数分裂过程中未发生互换且第一极体为纵裂,则第二极体基因型为 A 和 a;若未互换且第一极体为横裂,则第二极体基因型为 a、AA 和 O(O 表示无 A 或 a 基因);若发生互换且第一极体为纵裂,则第二极体基因型为 A 和 a;若发生互换且第一极体为横裂,则第二极体基因型为 A、Aa 和 O。综上所述,第二极体的基因型有 A、a、AA、Aa 和 O,共 5 种可能,**B 错误**。若产生的卵细胞基因型为 Aa,说明发生了非姐妹染色单体的互换,次级卵母细胞和第一极体的基因型均为 Aa,次级卵母细胞产生卵细胞 Aa 和 1 种第二极体(O),第一极体分裂,考虑到异常分裂,则可能产生 4 种极体(A、a、Aa 和 O),因此第二极体的基因型最多有 4 种,**C 正确**。正常情况下,卵细胞的基因型可能为 A 或 a,减数分裂 II 时,姐妹染色单体上的基因为 AA 或 aa,若着丝粒横裂,则卵细胞的基因型可能为 AA、aa、O,若再考虑减数第一次分裂发生了互换,卵细胞的基因型可能为 Aa 或 O,所以卵细胞基因型最多有 6 种可能,**D 正确**。

7. **B** 【解析】本题考查伴性遗传规律。

亲本短节律雄虫基因型为 $X^S Y$,长节律雌虫基因型仅可能为 $X^L X^S$ 或 $X^L X^+$ ($X^L X^L$ 的后代雄虫全致死,无法获得可自由交



配的 F_1)。若亲本长节律雌虫基因型为 $X^L X^S$, F_1 中雌虫基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^L X^S$ 、 $\frac{1}{2}X^S X^S$, 雄虫基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^L Y$ (致死)、 $\frac{1}{2}X^S Y$, 则 F_1 雌配子类型及比例为 $X^L : X^S = 1 : 3$, 雄配子类型及比例为 $X^S : Y = 1 : 1$, 当培养温度低于 30°C (X^L 正常表达) 时, F_2 存活个体表型(基因型)及比例为长节律($X^L X^S$) : 短节律($X^S X^S$ 、 $X^S Y$) = $1 : 6$; 当培养温度高于 30°C (X^L 不表达) 时, F_2 存活个体中 $X^L X^S$ 基因型个体表现为短节律, 则 F_2 全表现为短节律。若亲本长节律雌虫基因型为 $X^L X^+$, F_1 中雌虫基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^L X^S$ 、 $\frac{1}{2}X^S X^+$, 雄虫基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^L Y$ (致死)、 $\frac{1}{2}X^+ Y$, 则 F_1 雌配子类型及比例为 $X^L : X^S : X^+ = 1 : 2 : 1$, 雄配子类型及比例为 $X^+ : Y = 1 : 1$, 当培养温度低于 30°C (X^L 正常表达) 时, F_2 存活个体表型(基因型)及比例为长节律($X^L X^+$) : 正常节律($X^+ X^+$ 、 $X^+ Y$) : 短节律($X^S X^+$ 、 $X^S Y$) = $1 : 2 : 4$; 当培养温度高于 30°C (X^L 不表达) 时, F_2 存活个体中 $X^L X^+$ 基因型个体表现为正常节律, 则 F_2 表型及比例为正常节律 : 短节律 = $3 : 4$ 。综上所述, **B** 符合题意。

8. **C** 卡住就看突破点 3 找思路、做练习

【解析】 本题考查基因的表达。

M13 噬菌体的 DNA 是单链环形 DNA, 环形 DNA 没有游离的 $5'$ 端, 因此不含游离的磷酸基团, **A 正确**; 题干说明“将抗体基因导入噬菌体使抗体和噬菌体外壳蛋白融合表达”, 图中外源抗体与蛋白 III 相连, 说明二者构成了融合蛋白, **B 正确**; M13 噬菌体的 DNA 是单链 DNA, 碱基之间不存在互补配对关系, 因此不满足双链 DNA 的碱基互补配对原则, 即 $A+G$ 不一定等于 $C+T$ (易错: 只有在双链 DNA 中 $A+G=T+C$, 单链 DNA 不满足此规律), **C 错误**; 外源抗体基因与基因 III 构成的融合基因, 表达时需要翻译成一个完整的融合蛋白, 因此只能有一个终止密码子对应序列(位于融合基因的末尾), 否则翻译会提前终止, 无法得到完整的融合蛋白, **D 正确**。

9. **A** **【解析】** 本题考查水盐平衡调节。

大量水分在细胞内积聚, 会导致患者体重增加, 补充适量氯化钠以后, 通过渗透作用排出部分水分 (要点: 氯离子和钠离子主要分布在细胞外液中, 补充氯化钠能增加细胞外液渗透压), 可以缓解症状, **A 正确**; 患者细胞内水分积聚, 体内总水分含量也会比正常情况下多, 注射抗利尿激素会促进肾小管和集合管对水的重吸收, 会加重水分在体内的积累, 且不利于尿液的产生和排出, **B 错误**; 肾小管细胞膜上的水通道蛋白含量减少会导致肾小管对水的重吸收减少, 不会导致水中毒, 水中毒可能由身体过度摄入水分引起, 肾小管细胞膜上的水通道蛋白含量不一定减少, **C 错误**; 液体在组织细胞间隙中积聚导致的水肿属于组织水肿, 依题意, 水中毒是水在细胞内积聚, 二者水分积聚部位不相同, **D 错误**。



15 s 速解

北京大学 徐欧翔

水中毒的本质是“细胞外液渗透压偏低→水涌入细胞→细胞水肿”, 那么可以通过升高细胞外液渗透压来进行治疗。补充氯化钠可直接提高细胞外液渗透压, 把细胞内的水排出去, 直接锁定 **A 正确**。

10. **B** 【解析】本题考查神经调节。

SNS 不一定使内脏器官的活动加强, PNS 不一定使内脏器官的活动减弱, 如 SNS 抑制胃肠蠕动, PNS 促进胃肠蠕动, **A 错误**; SNS 释放去甲肾上腺素作用于 PNS 神经元的过程发生在突触结构, 突触处兴奋传递时会发生电信号→化学信号→电信号的转化, **B 正确**; 同一种神经递质若结合的受体类型不同, 对突触后膜的作用效果可能不同, **C 错误**; 乙酰胆碱与 M 型乙酰胆碱受体结合后会抑制 Na^+ 内流, 抑制 SNS 神经元产生动作电位, 会使 SNS 释放的神经递质数量减少, **D 错误**。

11. **C** 卡住就看突破点 5 找思路、做练习

【解析】本题考查植物激素与实验变量分析。

据题图 1 可知对照组 1 比对照组 2 根系总长度更长, 所以对对照组 1 和 2 的处理分别是蒸馏水处理和 $120 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Cu}^{2+}$ 胁迫处理, **A 正确**; 该实验的自变量包含两个, 一是有无 Cu^{2+} 胁迫, 二是不同浓度的 EBR, **B 正确**; 据题图分析可知, 在 Cu^{2+} 胁迫的基础上, 添加不同浓度的 EBR 后, 幼苗根系生长情况都比仅 Cu^{2+} 胁迫的对照组 2 更好, 没有出现抑制根系生长的情况, 因此不能体现其具有低浓度促进、高浓度抑制的特点, **C 错误**; 题图 2 结果显示, 在铜离子胁迫下, 不同浓度的 EBR 处理均显著增加了植物体内脱落酸含量, 油菜素内酯可以缓解铜离子胁迫对幼苗的影响, 脱落酸也在植物抵抗环境胁迫中发挥着重要的作用, 所以油菜素内酯和脱落酸起到相似的作用, **D 正确**。



1 min 速解

上海交通大学 李孟泽

若想体现植物激素具有低浓度促进、高浓度抑制的特点, 需要同时出现促进和抑制的作用效果。图 1 中 Cu^{2+} 胁迫下各浓度 EBR 处理的根系长度均大于对照组 2 (仅 Cu^{2+} 胁迫), 没有出现低于对照组 2 的情况, 不体现该特点, 直接选 C。

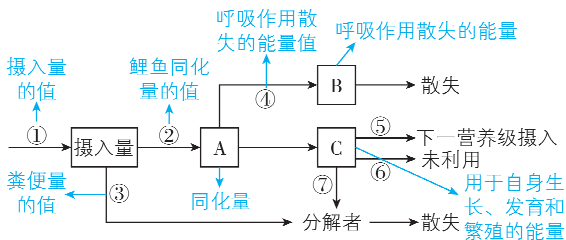
12. **C** 【解析】本题考查种群密度和群落。

施肥量会影响羊草的生存和繁殖等, 与羊草的种群密度相关, 施肥量相等时, 种群密度越大, 对肥料的竞争越激烈, 植物生长较慢, 因此“施肥”属于密度制约因素(辨析: 密度制约因素是影响程度与种群密度有密切关系的因素, 如食物、流行性传染病等), **A 错误**; 据题表分析可知, 与对照组相比, 施肥组物种丰富度降低, 这表明人类活动并没有使群落迅速达到与自然演替相同的顶极群落状态, **B 错误**; 物种丰富度是指群落中的物种数目, 若采用样方法调查该地物种丰富度, 应随机设置样方, 统计每个样方内的物种种类, 最终结果是所有样方中出现的物种总数, **C 正确**; 施肥第三年, 羊草密度极大, 种内竞争加剧, 导致羊草个体生物量下降, 同时羊草密度过高使其他物种的生存空间减小, 导致物种丰富度下降, **D 错误**。

13. **A**



题目解读



【解析】本题考查生态系统能量流动。

根据题目解读可知,C 代表鲤鱼用于生长、发育和繁殖的能量,且②=④+⑤+⑥+⑦,A 正确;题图中③是鲤鱼粪便中能量的值,属于上一营养级沼虾的同化量的一部分,属于沼虾流向分解者的能量(易错:粪便量不属于鲤鱼的同化量),鲤鱼遗体残骸中的能量属于⑦,B 错误;摄入量=同化量+粪便量,题图中的⑤是水鸟的摄入量,而非水鸟的同化量,而鲤鱼到水鸟的能量传递效率=水鸟的同化量÷鲤鱼的同化量×100%,因此 $\frac{⑤}{②} \times 100\%$ 不可以表示鲤鱼到水鸟的能量传递效率,C 错误;若生态系统长期稳定,未利用的能量值(⑥)会处于动态平衡状态,不会逐渐增加,D 错误。

14. **A** **【解析】**本题考查传统发酵技术与发酵工程。

制作酸奶时,将牛奶巴氏消毒既可以杀死牛奶中的绝大多数微生物,又能保证牛奶中的营养成分基本不被破坏,之后接种乳酸菌并在恒温箱中进行发酵,乳酸菌在适宜温度下能将牛奶中的糖类等分解产生乳酸,从而制成酸奶,A 正确;酒精发酵一段时间后适量补糖,可继续为酵母菌提供发酵底物,能增加酒精产量,但不能仅通过发酵得到高度白酒,因为酵母菌发酵产生的酒精浓度一般较低,酒精浓度过高会对酵母菌产生毒害作用,高度白酒的制作还需要蒸馏等后续工艺,B 错误;泡菜制作过程中,常向水槽中补充水,目的是保证密封发酵,因为乳酸菌是厌氧菌,密封的无氧环境有利于其发酵,C 错误;醋酸菌在缺少糖源时,在有 O_2 的条件下可直接将乙醇转化为乙醛,再将乙醛变为乙酸,但缺少 O_2 时醋酸菌无法进行相关转化,D 错误。

要点归纳 常见发酵菌种的发酵条件

- (1) 乳酸菌:厌氧菌,发酵产物为乳酸,常用于酸奶、泡菜等的发酵,需要无氧环境;
- (2) 酵母菌:兼性厌氧菌,无氧条件下能进行酒精发酵;
- (3) 醋酸菌:好氧菌,在缺少糖源、 O_2 充足时可以将乙醇转化为乙醛,再将乙醛变为乙酸;在糖源、 O_2 均充足时,可以将糖分解为乙酸。

15. **D** **【解析】**本题考查电泳技术。

电泳时加入的指示剂用于指示电泳进程,避免样品跑出凝胶,若指示剂与 DNA 结合,则会改变 DNA 的结构与迁移速率,干扰实验结果,因此需要加入不与 DNA 结合的指示剂,A 正确;普通凝胶电泳中短链 DNA 迁移速率比长链更快,但变性梯度凝胶电泳中 DNA 迁移速率还和其解链程度有关,若长链 DNA 尚未解链,而短链 DNA 已发生局部解链导致迁移速率下降,此时长链 DNA 迁移速率可能会快于短链,因此存在部分长链 DNA 分子比短链的迁移速率快,B 正确;单个碱基插入或缺失会改变 DNA 的长度,还会改变 DNA 的序列组成进而改变其解链所需的变性剂浓度,因此



变性梯度凝胶电泳可较好区分该类 DNA 片段, **C 正确**; 由题干可知该方法对 DNA 单碱基突变导致的变性差异有较好的区分度, 单个碱基替换属于单碱基突变, 因此可以用该方法检测, **D 错误**。

**30 s 速解**

北京大学 徐欧翔

题干明确给出了该技术的分辨能力: “对 DNA 单碱基突变导致的变性差异有较好的区分度”。单个碱基替换属于单碱基突变, 在可检测范围内, **D 项**说不能用该方法检测, 与题干信息冲突, 为错误项。解题技巧: 选项若与题干表述矛盾, 无需专业知识即可判错。

单选小卷 2**1. C 【解析】**本题考查糖类与脂质。

油料作物种子中构成脂肪的脂肪酸长链中碳原子之间存在双键, 属于不饱和脂肪酸, 熔点较低, 不容易凝固, 在室温时呈液态, **A 错误**; 相比于糖料作物种子, 油料作物种子中脂肪含量较高, 其在氧化分解时消耗的氧气比较多, 因此播种时要浅播, 以获取更多的氧气 (易错: 与糖类相比, 脂肪分子中氧的比例低, 氢的比例高), **B 错误**; 蔗糖是由一分子葡萄糖和一分子果糖脱水缩合而成的二糖, 葡萄糖和果糖都为单糖, **C 正确**; 糖料作物中的糖类并不都是还原糖, 如蔗糖属于非还原糖, 不能与斐林试剂发生作用生成砖红色沉淀, **D 错误**。

2. B 【解析】本题考查实验操作。

检测蛋白质时, 先注入 1 mL 质量浓度为 $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的 NaOH 溶液营造碱性环境, 再注入 4 滴质量浓度为 $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液提供 Cu^{2+} , 使 Cu^{2+} 与 $-\text{CO}-\text{NH}-$ 结构反应生成紫色络合物 (易错: 斐林试剂的使用方法是先将斐林试剂的甲液和乙液等量混合均匀后注入, 双缩脲试剂的使用方法是先加入 1 mL A 液, 再加入 4 滴 B 液), **A 错误**; 分离细胞器时, 采取逐渐提高离心速率的方法分离不同大小的细胞器, 起始离心速率较低, 让较大的颗粒沉降到管底, 小颗粒仍悬浮在上清液中, 收集沉淀, 改用较高的离心速率离心上清液, 将较小的颗粒沉降, 以此类推, 达到分离不同大小细胞器的目的, **B 正确**; 探究温度对酶活性的影响时, 将酶与底物分别在预设温度下保温后再混合, 避免酶与底物在室温时就反应, **C 错误**; 西瓜为雌雄异花, 进行人工异花传粉时, 无需去雄, 可直接对未成熟雌花套袋, 待雌花成熟后将花粉撒在雌花柱头上, 再套上纸袋, 因此对雌雄异花的西瓜进行人工异花传粉的步骤为套袋→传粉→再套袋, **D 错误**。

3. A 【解析】本题考查兴奋传递。

根据题意可知, 肉毒杆菌毒素会破坏突触前膜胞质侧的 SNAP-25 蛋白, 从而抑制乙酰胆碱的释放, 使肌肉兴奋度降低, 即肌细胞膜对 Na^+ 通透性降低, **A 错误**; 根据题干信息可知, SNAP-25 蛋白的作用被抑制后, 神经递质无法正常释放, 因此 SNAP-25 蛋白的作用可能是介导突触小泡与突触前膜融合, 从而使神经递质释放, **B 正确**; 在膀胱处注射肉毒杆菌毒素, 能抑制相关神经递质释放, 使膀胱肌肉变得松弛, 抑制该处肌肉不自主收缩, 从而缓解尿频、尿急等症状, **C 正确**; 肉毒杆菌毒素属于生物毒素, 使用时需由专业医师操作, 严



格控制剂量和注射部位,避免中毒,**D 正确**。

4. B 【解析】本题考查减数分裂与有丝分裂。

题图甲细胞处于减数分裂 I 后期,正发生同源染色体的分离,处于题图乙中的 DE 段,**A 错误**;据题图分析,题图甲中含有 3 对同源染色体,其中一条染色体含有 A 基因的片段移接到了其非同源染色体上,属于染色体结构变异,另外有一条染色体上发生了基因突变,基因 B(或 b)突变成了基因 b(或 B),**B 正确**;分析题图甲可知,该细胞分裂形成的配子的基因型为 aBX^A 、 abX 、 AbY 、 bY 或 abX^A 、 aBX 、 AbY 、 bY ,**C 错误**;题图乙中,AB 段属于有丝分裂过程,不发生等位基因的分离,DE 段(减数分裂)可发生等位基因的分离,**D 错误**。

5. D 【解析】本题考查线粒体的功能。

结合题图分析,ROS 含量正常时,有氧呼吸正常进行,丙酮酸在线粒体基质中经三羧酸循环分解,产生 CO_2 和 NADH,**A 正确**;ROS 含量正常时,NADH 释放的电子沿线粒体内膜传递,最终被 O_2 接受生成水,**B 正确**;ROS 大量积累时,乳酸可以在线粒体基质中合成,乳酸也可以在细胞质基质中合成,**C 正确**;丙酮酸通过有氧呼吸第二阶段会产生大量的 NADH,线粒体通过“泄压”减少 ROS 的产生,同时丙酮酸被还原为乳酸,消耗 NADH,不会提高 NADH 的合成效率,**D 错误**。

易错总结

线粒体“泄压”机制的效果

(1) 线粒体“泄压”机制将丙酮酸转化为乳酸排出,减少了丙酮酸进入有氧呼吸第二阶段的量,因此 NADH 的合成量减少而非增加。

(2) ROS 是电子传递链中电子泄漏与 O_2 结合的产物,“泄压”通过分流丙酮酸,减少电子传递链的负荷,从而降低 ROS 的产生。



1 min 速解

北京大学 徐欧翔

用“分流必然减量”的物质守恒思想判断 D 项。线粒体“泄压”是把丙酮酸从三羧酸循环中抽走转化成乳酸,丙酮酸进入有氧呼吸第二阶段的量减少,则该阶段产生的 NADH 必然减少而非增多,即物质来源被截流,下游产物不可能增加,D 项说“提高 NADH 的合成效率”违背物质守恒,错误。

6. B 卡住就看突破点 3 找思路、做练习

【解析】本题考查 DNA 合成的过程。

合成 DNA 链的本质是脱氧核苷酸的聚合过程,相邻脱氧核苷酸之间通过磷酸二酯键连接,因此 Drt3b 指导 DNA 合成时会催化形成磷酸二酯键,**A 不符合题意**;根据题意,Drt3b 利用自身氨基酸侧链作为“分子模具”指导合成 DNA 单链,不存在核酸模板,因此该过程不遵循碱基互补配对原则,**B 符合题意**;DNA→RNA→蛋白质是遗传信息传递的一般路径,题干中特殊 DNA 的合成路径不涉及遗传信息的传递,并未否定原有的遗传信息传递路径,**C 不符合题意**;Drt3b 依靠两个特定氨基酸的侧链形成精确的“分子模具”指导 DNA 合成,若改变这两个氨基酸的种类,其侧链结构改变会导致“分子模具”结构异常,可能使 Drt3b 无法合成 DNA,**D 不符合题意**。



30 s 速解

复旦大学 吴添一

题干信息排除法: 题干明确 Dtt3b 利用自身蛋白质上两个特定氨基酸侧链形成“分子模具”指导合成 DNA, 不存在核酸模板, 因此不遵循碱基互补配对原则。B 选项与题干矛盾, 直接判断选 B。

7. C 【解析】本题考查染色体结构变异。

若为原因①(四分体时期同源染色体发生一次错位互换), 同源染色体错位互换后, 次级卵母细胞中的 X 染色体的两条姐妹染色单体一条含 3 个 A 片段, 一条含 2 个 A 片段; 减数第二次分裂时姐妹染色单体分离, 卵细胞获得含 3 个 A 片段的 X 染色体, 与卵细胞同时产生的第二极体获得含 2 个 A 片段的 X 染色体, 已知果蝇的第一极体不进行分裂, 因此第二极体中含 A 片段的数量为 2, **A 正确**。若为原因②(姐妹染色单体发生错位互换), 错位互换发生在进入次级卵母细胞的 X 染色体的姐妹染色单体之间, 所以第一极体获得一条正常的 X 染色体, 该 X 染色体的两条姐妹染色单体各含 2 个 A 片段, 则第一极体中含 A 片段的数量为 4, **B 正确**。四分体时期同源染色体非姐妹染色单体上等位基因对等的互换才属于基因重组, 本题中都是不对等的错位互换, 且 A 片段不含基因, 不属于基因重组, **C 错误**。无论哪种错位互换, 都会导致一条染色体多了 A 片段(重复), 另一条少了 A 片段(缺失), 所以该现象会导致染色体结构的重复和缺失, **D 正确**。



30 s 速解

北京大学 徐欧翔

基因重组与染色体结构变异判断

基因重组中的染色体互换有严格前提: 同源染色体的非姐妹染色单体上等位基因对等交换。本题是“错位”互换, 说明交换位置不对等, 结果是一条染色体 A 片段重复(3 个)、另一条染色体 A 片段缺失(1 个), 属于染色体结构变异而非基因重组, C 项归类错误, 直接锁定。

8. D 【解析】本题考查基因频率变化。

自然选择直接作用于生物的表型(个体的性状表现), 而非基因型, 通过对表型的选择导致种群基因频率发生定向改变, **A 错误**。新物种形成的标志是产生生殖隔离, 仅基因频率改变只能说明生物发生了进化, 不代表形成新物种, **B 错误**。假设初始幼苗共 100 株, 成熟前白花植株(aa)死亡一半, 故成熟亲本为 AA 20 株、Aa 40 株、aa 20 株, 基因型频率分别为 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 。自交一代幼苗的基因型及占比为: $AA = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$, $Aa = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, $aa = \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$ 。发育成熟前基因型为 aa 的植株死亡一半, 成熟个体的基因型及比例为 $AA : Aa : aa = 3 : 2 : \frac{3}{2} = 6 : 4 : 3$, a 基因频率为 $(4 \times 1 + 3 \times 2) \div [(6 + 4 + 3) \times 2] = \frac{5}{13}$, **C 错误**。成熟亲本中 A 和 a 的基因频率均为 $\frac{1}{2}$, 随机交配一代, 幼苗中 aa 占 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 成熟前基因型为 aa 的植株死亡一半, 故成熟植株中 aa 基因型频率为 $\frac{\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}}{\frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}} = \frac{1}{7}$; 而自交一代后成熟植株中 aa 基因



型频率为 $\frac{3}{13}$,因此随机交配一代后成熟植株中 aa 基因型频率更低,**D 正确**。

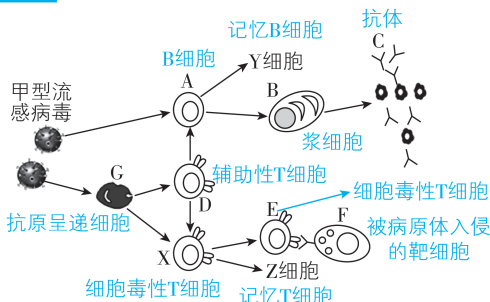
**1 min 速解**

北京大学 徐欧翔

赋值法+两种交配方式定性比较。涉及具体比例就赋值 100 株:成熟亲本 AA 20 株、Aa 40 株、aa 20 株(aa 死亡一半后),算出配子类型及比例 $A : a = 1 : 1$ 。判断 D 项不必精算到底,可用定性规律:自交使纯合子比例逐代升高(杂合子每代减半),随机交配在基因频率不变时基因型频率保持稳定;aa 是每代被“淘汰”一半的隐性纯合子,自交会“制造”更多 aa,随机交配产生的 aa 更少,故随机交配一代后成熟植株中 aa 基因型频率更低,D 正确。

9. A 【解析】本题考查内环境稳态调节。

哺乳动物成熟红细胞无细胞核和核糖体等细胞器,无法进行基因表达,且成熟红细胞是高度分化的细胞,不具备增殖分化能力,EPO 作用的靶细胞是骨髓中的造血干细胞,而非成熟红细胞,**A 错误**;血浆渗透压升高时,下丘脑渗透压感受器受到刺激,会促进垂体释放抗利尿激素,进而促进肾小管和集合管重吸收水,降低血浆渗透压,**B 正确**;红细胞具有运输氧气的功能,高原氧气稀薄,高原居民红细胞数量多于平原居民,可增强其机体携氧能力,适应低氧环境,**C 正确**;醛固酮可促进肾小管和集合管重吸收 Na^+ ,在高原缺氧环境中,醛固酮分泌增加,会使血浆中 Na^+ 和水含量上升,血容量增加,可能导致组织液生成增多,引发组织水肿,**D 正确**。

10. B**题目解读**

【解析】本题考查特异性免疫过程。

根据题目解读可知,**A 正确**;细胞 B(浆细胞)不具有识别抗原的能力,其功能是分泌抗体,**B 错误**;E(细胞毒性 T 细胞)裂解 F(被病原体入侵的靶细胞)后,靶细胞释放的流感病毒可与抗体(C)结合形成沉淀,再由其他免疫细胞吞噬清除,**C 正确**;Z 细胞是记忆 T 细胞,当再次遇到甲流病毒时,能快速增殖分化为细胞毒性 T 细胞,迅速启动免疫应答,发挥免疫防御作用(常考:免疫防御是机体排除外来抗原性异物的一种免疫保护作用),**D 正确**。

**30 s 速解**

北京大学 徐欧翔

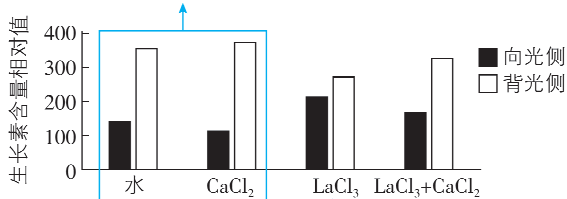
免疫细胞识别能力排查

从体液免疫、细胞免疫图中判断细胞功能,最快的方法是记住两个特例:浆细胞是唯一没有抗原识别能力的免疫细胞(膜上无抗原受体,只负责分泌抗体);吞噬细胞能识别但不具有特异性。B 项给细胞 B(浆细胞)安上“识别抗原”的功能,直接判错。

11. **D** 卡住就看突破点 5 找思路、做练习

题目解读

对比“水”组和“ CaCl_2 ”组， Ca^{2+} 处理后，背光侧与向光侧的 IAA 含量差更大，说明 IAA 向背光侧的运输增强，会促进根的背光弯曲生长，而不是抑制，**C 错误**



LaCl_3 单独处理时，向光侧 IAA 含量显著升高，背光侧 IAA 含量显著降低，说明 La^{3+} 抑制了 IAA 的横向运输

与只加 LaCl_3 组相比，同时加入 CaCl_2 和 LaCl_3 ，向光侧 IAA 含量降低，背光侧 IAA 含量升高

说明 Ca^{2+} 可减缓 La^{3+} 对 IAA 横向运输的抑制，**D 正确**

【解析】 本题考查植物激素调节。

根的背光弯曲生长的原因是 IAA 分布不均导致的向光侧和背光侧生长速度差异，而非向光侧和背光侧对生长素的敏感程度不同，**A 错误**；水稻根背光弯曲生长，说明背光侧生长速度比向光侧慢，原因是背光侧的 IAA 浓度过高抑制了其生长，**B 错误**。

12. **C** **【解析】** 本题考查种间关系。

高原鼠兔挖掘洞穴翻动土壤，会显著改变微地形，可能会影响不同地段的生物分布，可能改变群落的水平结构（关键：群落的水平结构受地形变化、土壤特性、生物活动等因素影响），**A 正确**；生态系统的自我调节能力具有一定限度，高原鼠兔的过度挖掘可能会超出当地生态系统的调节限度，可能破坏生态平衡，**B 正确**；互利共生是指两种生物长期共同生活，相互依存，彼此有利，高原鼠兔和高山雪雀虽相互受益，但并非彼此依存、不可分离，两者不属于互利共生的关系，**C 错误**；高山雪雀的警戒鸣叫属于物理信息中的声音信息，声音传播需要以空气等作为传播介质（信道），**D 正确**。

13. **A** **【解析】** 本题考查种群密度调查。

样方法适用于植物以及活动能力弱、活动范围小的动物的种群密度调查，双子叶杂草个体易于辨别，符合样方法的适用对象，**A 正确**；显微镜直接计数法会统计视野中的所有酵母菌（包括死菌和活菌），因此所得的酵母菌活菌数比实际活菌数偏大，**B 错误**；蝗虫幼虫（跳蝻）活动能力弱、活动范围小，调查其密度应使用样方法，抽样检测法多用于调查培养液中的微生物种群数量，**C 错误**；白暨豚是濒危保护动物，种群数量极少，标记重捕法需要一定的种群数量作为基础，且标记过程可能对白暨豚造成伤害，因此调查白暨豚的种群密度不适合用标记重捕法，可采用逐个计数法，**D 错误**。

14. **B** **【解析】** 本题考查单克隆抗体的制备。

在单克隆抗体制备过程中，灭活的病毒（如仙台病毒）可用于诱导骨髓瘤细胞与 B 淋巴细胞的融合，**A 正确**；由于小鼠体内会产生多种 B 淋巴细胞，经选择培养基筛选后得到多种杂交瘤细胞，能够产生不止 3 种抗体，**B 错误**；克隆化培养和抗体检测的目的是筛选出能产生所需抗体的杂交瘤细胞，每个杂交瘤细胞只能产生一种特异性抗体，**C 正确**；抗原表面的表位有多种，利用一种抗原，可以通过杂交瘤技术获得针对该抗原不同表位的不同单克隆抗体，**D 正确**。

**要点归纳**

灭活病毒诱导细胞融合的原理是病毒表面含有的糖蛋白和一些酶能够与细胞膜上的糖蛋白发挥作用,使细胞相互凝聚,细胞膜上的蛋白质分子和脂质分子重新排布,细胞膜打开,细胞发生融合。

15. B 【解析】本题考查基因工程。

限制酶的选择要确保目的基因和质粒相应结构的完整性,*Bam*H I 会将质粒的四环素抗性基因和卡那霉素抗性基因全部破坏,基因表达载体将没有标记基因,后续无法进行筛选,应选用 *Bcl* I 和 *Hind* III 这两种限制酶来构建基因表达载体,**A 错误**;PCR 反应过程中每次循环都要经历目的各不相同的两次升温,分别是变性和延伸,还有一次复性阶段的降温[常考:PCR 的每次循环过程包括变性(90 ℃ 以上)、复性(50 ℃ 左右)、延伸(72 ℃ 左右),共三个阶段],**B 正确**;根据 A 项分析可知,应用 *Bcl* I 和 *Hind* III 这两种限制酶来构建基因表达载体,此时目的基因正确插入会导致卡那霉素抗性基因被破坏,而四环素抗性基因完整,所以初步筛选应使用含四环素的培养基,**C 错误**;光敏色素基因 A 含大约 256 个碱基对,题图丙所示结果只能说明 1~4 号转基因小麦中含有光敏色素基因 A,但不能说明基因 A 能成功表达,无法确定转基因小麦是否培育成功,**D 错误**。

要点归纳**限制酶的选择原则**

- (1) 不破坏目的基因原则。
- (2) 保留标记基因、启动子、终止子、复制原点原则。
- (3) 善用“双酶切”,注意方向性,一般需要选择在目的基因所在序列和载体上都存在切割位点的两种不同的限制酶,其优点和作用是:①防止目的基因或质粒的自身环化;②避免目的基因与载体反向连接。

单选小卷 3**1. C 【解析】**本题考查生物学史实验。

艾弗里的实验是肺炎链球菌体外转化实验,通过酶解法分别去除 S 型细菌细胞提取物中的不同成分,证明 DNA 是使 R 型细菌产生稳定遗传变化的物质,**A 错误**;鲁宾和卡门利用同位素标记法(^{18}O 分别标记 H_2O 和 CO_2),证明光合作用释放的氧气全部来自水, ^{18}O 没有放射性,**B 错误**;摩尔根用果蝇做实验证明基因在染色体上,且摩尔根用果蝇做了大量实验发现了基因的连锁互换定律,摩尔根及其学生通过测定基因位于染色体上的相对位置证明基因在染色体上呈线性排列,**C 正确**;达尔文的向光性实验发现胚芽鞘尖端受单侧光刺激后产生某种“影响”并向下传递,但未证明该“影响”的分布情况,**D 错误**。

2. C**题目解读**

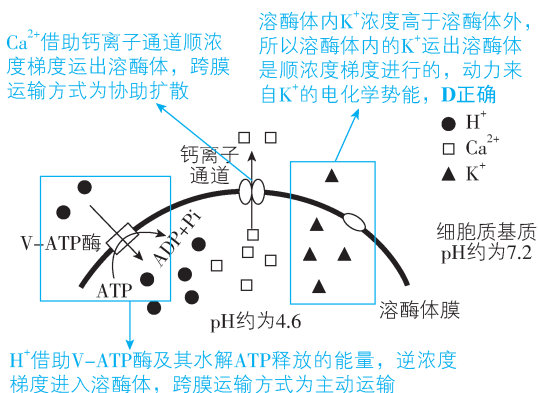
对比维度	经典分泌途径	非经典分泌途径 (以 FGF2 为例)
合成和运输路径	核糖体→内质网→高尔基体→细胞膜(囊泡包裹)	核糖体→细胞膜内侧→自身组装成孔道→跨膜转运
膜的作用机制	依赖囊泡与膜的融合,利用膜的流动性	经跨膜转运,依赖膜的流动性
是否依赖高尔基体	是,需高尔基体的进一步加工	否,不经过高尔基体

【解析】本题考查细胞器之间的协作。

两种分泌途径的蛋白质的合成均起始于游离的核糖体,经典分泌途径合成的分泌蛋白需经过内质网和高尔基体的加工,非经典分泌途径合成的蛋白质被招募到细胞膜内侧(关键:分泌蛋白的合成起始于游离的核糖体),**A 正确**;经典分泌途径中分泌蛋白通过囊泡运输,涉及膜的融合,利用了膜的流动性,非经典分泌途径中分泌蛋白需经跨膜转运,也依赖膜的流动性,**B 正确**;FGF2 的分泌属于非经典分泌途径,不经过高尔基体的囊泡运输,因此抑制高尔基体囊泡运输的药物无法阻断 FGF2 的分泌,**C 错误**;细胞内的生命活动所需能量主要由 ATP 直接提供,**D 正确**。

3. **D** 【解析】本题考查物质跨膜运输的方式。

题目解读



根据题干信息“V-ATP 酶能利用水解 ATP 释放的能量跨膜转运 H⁺”,说明 V-ATP 酶具有催化和运输的作用,水解 ATP 的过程 V-ATP 酶发生磷酸化,**A 错误**;由题干信息可知,当细胞自噬时,溶酶体上的钙离子通道打开,细胞质基质中的钙离子浓度升高,增强与溶酶体生成相关基因的表达,但无法得出溶酶体酶活性增强的结论,**B 错误**;溶酶体膜上的蛋白质的合成起始于游离的核糖体,**C 错误**。

4. **D** 【解析】本题考查细胞呼吸过程。

糖酵解是细胞呼吸的第一阶段,其场所是细胞质基质,该场所内有各种反应所需的酶,而酶具有降低化学反应活化能的作用,**A 正确**;题图中单糖经糖酵解,一部分能量会以热能形式散失,还有一部分能量转移至 ATP 和丙酮酸中,**B 正确**;丙酮酸是有氧呼吸过程中产生的中间产物,而这些中间产物有的可参与蛋白质或脂肪的代谢,**C 正确**;柠檬酸循环也就是有氧呼吸的第二阶段,该阶段消耗水,且电子传递链(有氧呼吸第三阶段)会产生水,**D 错误**。

5. **B** 【解析】本题考查细胞周期。

G₂ 期为分裂准备期,M 期为分裂期,这两个时期细胞活动旺盛,纺锤体在 M 期形成,需要消耗能量;药物 X 是糖酵解抑制剂,可抑制细胞呼吸第一阶段,阻断癌细胞的能量供应,**A 正确**。由题表可知,药物 Y 处理后,S 期细胞占比(55.87%)远高于对照组,但仍有细胞处于(G₀+G₁) 期(33.14%)和(G₂+M) 期(10.99%),说明不是“全部阻滞于 S 期”,只是更多细胞处于 S 期,**B 错误**。与其他组相比,联合用药组(G₀+G₁) 期占比(25.57%)最低,S 期占比(62.68%)及癌细胞的凋亡率(42.20%)最高,说明联合用药对癌细胞增殖的抑制更强,癌细胞的凋亡率更高,**C 正确**。实验研究药物单独及联合应用对人肝癌细胞凋亡率、细胞周期中各阶段细胞所占比例的影响,此研究可在一定程度上为肝癌治疗(如联合用药方案)提供新的研究思路,**D 正确**。



30 s 速解

北京大学 徐欧翔

选项中遇到“全部”“完全”“均”等绝对化表述,直接回题目中找反例,如 B 项称药物 Y 使肝癌细胞被全部阻滞于 S 期,但题表中药物 Y 组 S 期占 55.87%,仍有 33.14% 处于 (G_0+G_1) 期、10.99% 处于 (G_2+M) 期,即 S 期不是占 100%，“全部”即错,B 判错。

6. D 卡住就看突破点 3 找思路、做练习

【解析】本题考查基因表达。

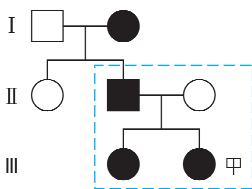
转录时合成的 mRNA 的方向是从 5' 端到 3' 端,因此 RNA 聚合酶从模板链的 3' 端向 5' 端移动,且起始密码子(编码甲硫氨酸)是 AUG,模板链碱基与 mRNA 的碱基互补配对,相应的转录模板链上应含有 TAC,根据上述分析可知,甲链是转录的模板链,其左侧是 3' 端,右侧是 5' 端, **A 正确**; 结合题干信息和 A 项分析可知,6 号碱基对由 A/T 替换为 G/C 后,模板链转录形成的密码子 CAU 变为 CAC,但这两种密码子都编码组氨酸,因此合成的肽链不变,这体现了密码子的简并性, **B 正确**; 甲链转录形成的 mRNA 上的密码子依次为 AUGCAUCCUAAG……,当 5 号和 6 号碱基对之间插入 G/C,转录形成的 mRNA 上终止密码子(UAA)提前出现,从而使肽链变短, **C 正确**; 甲链和乙链都是 DNA 链,终止密码子在 mRNA 链上, **D 错误**。

7. D 卡住就看突破点 2 找思路、做练习

题目解读

根据遗传系谱图,基本确定遗传病的遗传方式

患者甲的家系

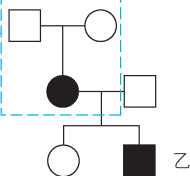


注: 甲的母亲不携带致病基因

甲的母亲不携带致病基因,但甲患病,且甲的父亲也患病,则该病为显性遗传病,但不能确定是否为伴性遗传, **A 错误**

女患者的双亲正常,则该病为常染色体隐性遗传病,乙为患者,父亲一定携带致病基因,母亲患病则为隐性纯合子,则子代一定携带致病基因,即乙的姐妹一定携带致病基因, **B 错误**; 由于甲患病的致病基因也可能位于常染色体上,则可能与乙患病的致病基因连锁,致病基因的遗传不一定符合自由组合定律, **C 错误**

患者乙的家系



【解析】本题考查遗传系谱图分析。

对甲的致病基因的遗传方式进行假设来分析甲和乙婚配的子代情况。假设 1: 甲的遗传方式为伴 X 染色体显性遗传,相关基因用 A/a 表示,乙的相关基因用 B/b 表示。甲、乙家族均不携带对方家族的致病基因,则甲基因型为 $BBX^A X^a$ (因其母亲正常,基因型为 $X^a X^a$),乙基因型为 $bbX^a Y$ 。甲和乙婚配,分析 X 染色体上的基因: $X^A X^a \times X^a Y \rightarrow$ 患病女儿 ($X^A X^a$) 的概率为 $\frac{1}{4}$; 分析常染色体上的基因: $BB \times bb \rightarrow$ 子女均不患病 (Bb),则甲和乙生出患病女儿的概率为 $\frac{1}{4} \times 1 = \frac{1}{4}$ 。假设

2: 若甲所患病为常染色体显性遗传病,相关基因用 A/a 表



示,乙的相关基因用 B/b 表示,且两对基因位于两对同源染色体上,则甲基因型为 $AaBB$,乙基因型为 $aabb$,则后代患病 ($AaBb$) 的概率为 $\frac{1}{2}$,生一个患病女儿的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ 。

假设 3:若甲所患病为常染色体显性遗传病,相关基因用 A/a 表示,乙的相关基因用 B/b 表示,且两对基因位于一对同源染色体上(连锁遗传),则甲的基因型为 $AaBB$,乙的基因型为 $aabb$,甲产生的配子类型及比例为 $AB : aB = 1 : 1$,乙产生的配子类型为 ab ,甲与乙婚配,二者生一个患病孩子 ($AaBb$) 的概率为 $\frac{1}{2}$,则生一个患病女儿的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$,**D 正确**。

8. D 【解析】 本题考查自然选择与基因频率。

实验中抓取棋子的动作,可模拟天敌对桦尺蛾的捕食,**A 正确**;生殖隔离是新物种形成的标志,黑色与浅色桦尺蛾属于同一个物种,它们之间不存在生殖隔离,**B 正确**;现代生物进化理论认为,种群才是生物进化的基本单位,自然选择直接作用于生物的表型,而不是基因型,**C 正确**;实验甲或乙的初始状态中,黑色和白色棋子的数量不需要必须相等,只要能体现初始的基因频率即可,后期通过抓取棋子即可模拟种群基因频率的变化,**D 错误**。



1 min 速解

北京大学 徐欧翔

做有关模拟实验的题,先把每个实物与现实要素一一对应,棋子颜色对应体色(表型),抓取动作对应天敌的捕食,黑白棋子数量比例可体现种群基因频率,确定对应关系后再判断选项。初始黑白棋子数量只需能体现初始基因频率即可,黑、白棋子数量是否相等不影响模拟逻辑,现实种群中两种体色对应的基因频率本来就不必相等,D 项“必须相等”无依据,判错。

9. C 【解析】 本题考查甲状腺激素分级调节。

根据甲状腺激素分泌的分级调节,下丘脑分泌促甲状腺激素释放激素(TRH),经体液运输作用于垂体,促进垂体分泌促甲状腺激素(TSH),**A 正确**;甲状腺激素通过负反馈调节抑制垂体分泌 TSH ,也可能通过其他途径影响垂体功能,如调节垂体细胞的代谢速率,故甲状腺激素对垂体细胞可能发挥不同作用,**B 正确**;甲状腺激素经血液循环运输至全身,但只能和靶细胞上的特异性受体相互识别并发生特异性结合(易错:激素的运输不是定向的),**C 错误**;甲状腺激素可提高神经的兴奋性,甲亢患者体内甲状腺激素水平高,可能增强对交感神经递质和肾上腺髓质分泌的激素的敏感性,从而提高神经的兴奋性,**D 正确**。

10. B 【解析】 本题考查体液免疫。

分析题图可知, $TD-Ag$ 和 $TI-Ag$ 均能激活体液免疫,其中 $TI-Ag$ 不依赖 T 细胞辅助,但不能据此判断二者能否激活细胞免疫,**A 错误**;根据图示, $TD-Ag$ 再次感染时,可激活记忆 B 细胞引起二次免疫,使机体迅速产生大量抗体,而 $TI-Ag$ 无法产生记忆 B 细胞,再次感染不能迅速产生大量抗体,**B 正确**; $TI-Ag$ 能激活成熟的 B 细胞,成熟 B 细胞的数量与年龄呈负相关,因此随着年龄增长其数量逐渐减少,相应的抗体不会随着年龄增长而逐渐增多,**C 错误**;在体液免疫中,激活 B 细胞的第一个信号为病原体和 B 细胞接触,辅助性 T 细胞表面特定分子发生变化并与 B 细胞接触为激活 B 细胞的第二个信号,**D 错误**。

**11. D 【解析】**本题考查植物激素对花性别分化的影响。

据题图分析可知,乙烯合成基因 *ACS2* 表达产生乙烯,乙烯会抑制黄瓜雄蕊发育,**A 正确**;从题图中可以看到,生长素和乙烯共同调控黄瓜花的性别分化,说明黄瓜花性别分化是多种激素共同作用的结果,而不是各种激素孤立地起作用,**B 正确**;据题图分析可知,生长素通过生长素响应因子 *CsARF3* 介导的生长素信号转导途径促进雌蕊发育,乙烯促进生长素合成,进而通过生长素信号转导途径促进雌蕊发育,因此外施适宜浓度的生长素或乙烯均可促进黄瓜雌蕊发育,**C 正确**;敲除 *CsARF3* 基因后,外源施加生长素无法通过题图所示途径促进 *ACS2* 的表达,因此敲除 *CsARF3* 基因后外源施加生长素不能加强对雄蕊发育的抑制,**D 错误**。

12. C 【解析】本题考查微生物培养技术。

配制细菌培养基需要先调节 pH 为中性或弱碱性,再用高压蒸汽灭菌锅灭菌,**A 错误**;在平板上接种肺炎链球菌需用稀释涂布平板法,使肺炎链球菌均匀分布,**B 错误**;培养过程中需要定期观察多次,若培养时间较短,细菌未完全生长,导致抑菌圈不明显等,会影响实验结果的判断,**C 正确**;抗生素 a 的抑菌圈内仍出现菌落,说明存在耐药菌,抗生素 a 对肺炎链球菌起到的是选择作用,而非诱导其发生基因突变,**D 错误**。

13. C 【解析】本题考查生态系统信息传递。

自然界中的光、声、温度、湿度、磁场等,通过物理过程传递的信息属于物理信息,因此环境中温度改变属于物理信息,行为信息强调生物的特殊行为表现,**A 错误**;生态系统的信息传递往往是双向的,信息传递过程中,信息源(产生信息)和信息受体(接收信息)的角色可相互转换,**B 错误**;信息素是种内交流的化学物质,可以通过影响害虫的性别比例来达到防治害虫的目的,如可利用害虫的性信息素干扰害虫的雌雄交配,降低其繁殖率,从而达到生物防治目的,**C 正确**;植物释放的他感素吸引棉铃虫的天敌寄生蜂,体现了信息传递能够调节生物的种间关系的作用,**D 错误**。

14. D 卡住就看突破点 6 找思路、做练习

【解析】本题考查植物组织培养。

在进行植物组织培养前,需要对外植体进行消毒处理,避免微生物的污染,**A 正确**;秋水仙素的作用机制是抑制纺锤体的形成,使细胞内染色体不能移向细胞的两极,从而导致细胞内染色体数目加倍,**B 正确**;题图中过程①②是花药脱分化形成愈伤组织,过程③是愈伤组织的再分化过程,不同阶段的植物组织培养,对培养基的成分、浓度需求不完全相同,如脱分化形成愈伤组织过程中通常要求生长素和细胞分裂素使用比例相当,而再分化诱导生根时生长素与细胞分裂素的用量比值较高,诱导生芽时该比值较低,**C 正确**;基因型为 *Aa* 的二倍体植物,其花粉的基因型为 *A* 或 *a*,经过秋水仙素处理后,获得的植株基因型为 *AA* 或 *aa*,均为纯合子,但如果秋水仙素处理的是花药的花药壁细胞,则获得的植株基因型为 *AAaa*,**D 错误**。

**30 s 速解**

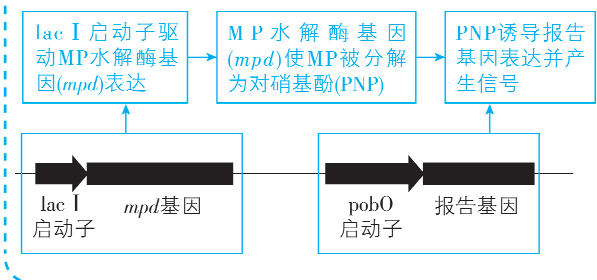
上海交通大学 李孟泽

花药壁细胞是体细胞(*Aa*),若秋水仙素处理的是花药壁细胞而非花粉,得到的植株基因型为 *AAaa*,是杂合子,快速判断 **D 错误**。



15. C

题目解读



【解析】本题考查基因工程的应用。

在含有 MP 的细菌液体培养基中, rfp 工程菌和 amilCP 工程菌检测灵敏度相当, 说明两种工程菌中 *mpd* 基因均可正常表达, MP 被分解产生 PNP 的过程也正常, 如果抑制 lac I 启动子, 黑土中两者灵敏度均会下降, 无显著差异, **A 错误**。质粒拷贝数受菌株自身遗传特性影响, 质粒拷贝数降低会持续影响菌株, 则在液体培养基中培养时两种工程菌也会体现出灵敏度差异, **B 错误**。黑土中含有腐殖质、矿物质等, 这些物质可能会在红光波段自发产生荧光, rfp 工程菌检测的是红色荧光信号, 土壤自发荧光会和报告基因产生的特异性红色荧光信号重叠, 造成干扰, 检测灵敏度会大幅降低, 而 amilCP 工程菌可能不受相应干扰, 因此灵敏度更高, **C 正确**。两种工程菌表达报告基因都需要 MP 水解酶, 如果黑土抑制 MP 水解酶活性, 则两种工程菌的灵敏度会同步下降, **D 错误**。

单选小卷 4

1. **B** 【解析】本题考查绿叶中色素的提取与分离。

研磨使用的无水乙醇易挥发, 为防止无水乙醇挥发, 需迅速转移研磨液, 滤纸会吸附光合色素导致滤液中色素含量降低, 因此选用单层尼龙布过滤, **A 正确**; 层析液中含有易挥发的有毒物质, 因此, 在分离光合色素的过程中, 应将层析装置置于通风好的环境中, **B 错误**; 不同植物的光合色素种类和含量存在一定差异, 故采用不同植物材料进行实验, 色素带的类型可能不同, **C 正确**; 色素分离的原理是不同色素在层析液中的溶解度不同, 随层析液在滤纸上的扩散速度存在差异, 使用不同类型层析液时, 色素的溶解度可能会发生改变, 因此可能出现不同的层析现象, **D 正确**。

2. **A** 【解析】本题考查脂质的种类及其功能。

与饱和脂肪酸相比, 不饱和脂肪酸的熔点较低, 更不容易凝固, 因此耐极端低温细菌的膜脂富含不饱和脂肪酸, **A 错误**。

3. **C** 卡住就看突破点 1 找思路、做练习

【解析】本题考查胰岛素的分泌。

细胞呼吸的第一阶段发生在细胞质基质, 也可以产生少量 ATP, 因此胰岛 B 细胞所需 ATP 不仅来自线粒体, 还有细胞质基质, **A 错误**; 胰岛素属于分泌蛋白, 其分泌过程属于胞吐, 不属于主动运输, **B 错误**; 囊泡在细胞内的运输依赖细胞骨架, 需要消耗 ATP, 囊泡与细胞膜的融合过程也需要 ATP 水解供能, **C 正确**; 加入 ATP 后细胞膜荧光强度明显升高, 说明囊泡与细胞膜融合增加, 因此外源 ATP 可促进胰岛素的分泌, **D 错误**。

4. **B** 【解析】本题考查叶肉细胞的代谢过程。

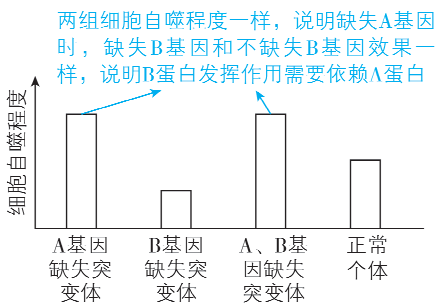
③光反应的场所是类囊体薄膜(生物膜), 但⑥(有氧呼吸第二、三阶段)过程中有氧呼吸第二阶段的场所是线粒体基质,



不属于生物膜,因此二者不都在生物膜上进行,**A 错误**;高温干旱条件下,植物为减少水分散失会关闭部分气孔,导致 CO_2 吸收不足,暗反应④因原料不足受阻,即④受阻的主要原因不是光反应③受阻,**B 正确**;产ATP的过程有③⑤⑥,但光反应③产生的ATP主要用于暗反应④,无法为②(无机盐的跨膜运输)供能,**C 错误**;题图为叶肉细胞的代谢过程,③产生的 O_2 多于⑥消耗的 O_2 仅说明叶肉细胞的净光合速率大于0,但植物还有大量不能进行光合作用的细胞(如根细胞)需要消耗有机物,植株总光合速率不一定大于呼吸速率,干重不一定增加,**D 错误**。

5. **C**

题目解读



【解析】本题考查细胞自噬。

细胞凋亡是基因决定的程序性死亡的过程,细胞自噬是细胞降解自身组分的过程,不等同于细胞凋亡(易错:细胞自噬和细胞凋亡有本质区别,前者是细胞里面“废物利用”,后者是细胞自动结束生命),**A 错误**。A基因缺失时细胞自噬显著增强,说明A基因编码抑制细胞自噬的mTOR;仅B基因缺失时细胞自噬显著减弱,说明B基因编码促进细胞自噬的AMPK,**B 错误**。A、B基因双缺失与A基因单缺失突变体的细胞自噬程度几乎一致,说明AMPK(B基因表达产物)的促自噬作用依赖于mTOR(A基因表达产物),即AMPK通过抑制mTOR发挥促自噬作用,**C 正确**。A基因编码抑制细胞自噬的mTOR,提高其表达水平会抑制癌细胞自噬,**D 错误**。



1 min 速解

北京大学 徐欧翔

A基因缺失→细胞自噬程度升高,说明A基因是“刹车”(编码mTOR,抑制细胞自噬);B基因缺失→细胞自噬程度降低,说明B基因是“油门”(编码AMPK,促进细胞自噬)。关键看A、B基因双缺失:细胞自噬程度与A基因单缺失几乎一致,即“刹车没了,油门踩不踩无所谓”,说明“油门”(AMPK)的作用必须经过“刹车”(mTOR)才能生效,即AMPK通过抑制mTOR促进细胞自噬,可锁定C选项正确。

6. **D** 卡住就看突破点3找思路、做练习

【解析】本题考查DNA的体外化学合成。

体内DNA复制过程中,需要DNA聚合酶催化,使子链从 $5' \rightarrow 3'$ 方向延伸,而题干信息表明,短链DNA化学合成的原理是先把第一个核苷酸 N_1 的 $3'$ 端连接在固体介质硅基上,使 $5'$ 端朝外,后续每一个新核苷酸,都连接到上一个核苷酸的 $5'$ 端,也就是从 $5'$ 端不断添加新核苷酸来延长链,而DNA聚合酶只能从 $3'$ 端进行延伸,因此短链DNA化学合成不需要DNA聚合酶,从合成链的 $5'$ 端进行延伸(关键:DNA聚合酶只能从DNA的 $3'$ 端开始延伸子链),**D 正确**。

**易错总结** DNA 体内复制与体外化学合成的区别

体内复制需 DNA 聚合酶,子链从 $5' \rightarrow 3'$ 方向延伸(子链合成方向与解旋方向有关,导致前导链连续合成,后随链不连续合成);体外化学合成法通常从 $3' \rightarrow 5'$ 方向添加核苷酸,与体内复制方向不同。

7. A**题目解读**

基因型为 Aa 的植物自交子代显性 : 隐性 = 11 : 1, 对各假说分析如下:

假说内容	推理过程	结论
甲: 含 a 的雄配子部分致死	Aa 产生的雌配子类型及概率为 $\frac{1}{2}A$ 、 $\frac{1}{2}a$, 由子代 aa 占 $\frac{1}{12}$ 可知, 雄配子中 a 占 $\frac{1}{6}$, A 占 $\frac{5}{6}$, 即雄配子中 A : a = 5 : 1	含 a 的雄配子致死率为 $\frac{4}{5}$, A 错误
乙: 基因型为 aa 的个体部分致死	正常情况下, 基因型为 Aa 的植物自交子代显性 : 隐性 = 3 : 1, aa 个体部分致死, 子代显性 : 隐性由 3 : 1 变为 11 : 1 (即 $3 : \frac{3}{11}$)	aa 致死率为 $\frac{8}{11}$, B 正确
丙: 有一部分基因型为 aa 的个体表现为显性	正常情况下, Aa 的自交子代中隐性个体占 $\frac{1}{4}$, 有一部分 aa 个体表现为显性后, 隐性个体占 $\frac{1}{12}$	aa 中会表现为隐性性状的占 $\frac{1}{12} \div \frac{1}{4} = \frac{1}{3}$, C 正确

【解析】 本题考查致死问题相关计算。

Aa 作父本进行测交实验, 若含 a 的雄配子致死率为 $\frac{4}{5}$, 那么子代表型及比例为显性 : 隐性 = 5 : 1; 若只有 $\frac{1}{3}$ 的 aa 个体会表现为隐性性状, 那么测交子代中隐性个体占 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$, 即子代表型及比例为显性 : 隐性 = 5 : 1。即用 Aa 作父本进行测交实验, 无法区分甲和丙的观点, **D 正确**。

8. C **【解析】** 本题考查细胞癌变。

一般来说, 原癌基因表达的蛋白质是细胞正常的生长和增殖所必需的, 这类基因一旦突变或过量表达而导致相应蛋白质活性过强, 就可能引起细胞癌变, 抑癌基因表达的蛋白质能抑制细胞的生长和增殖, 或者促进细胞凋亡, 这类基因一旦突变而导致相应蛋白质活性减弱或失去活性, 也可能引起细胞癌变, **A 错误**; 启动子是 RNA 聚合酶识别与结合的位点, 用于驱动基因的转录, 启动子高度甲基化通常会抑制基因表



达, **B 错误**; 表观遗传是指生物体基因的碱基序列保持不变, 但基因的表达和表型却发生了可遗传变化的现象, **C 正确**; 根据题干信息, 在某些癌细胞中, 相关基因碱基序列保持不变, 部分基因启动子区域甲基化程度偏高, 也会导致细胞癌变, 可以推断癌细胞中仅部分基因发生表观遗传改变, 而非所有基因, **D 错误**。

9. **B** 【解析】本题考查神经调节。

内脏运动由自主神经调控, 但内脏运动并非完全不受意识支配, **A 错误**; 交感神经兴奋时, 可引发瞳孔扩张、心跳加快、支气管扩张, 同时抑制胃肠蠕动, **B 正确**; 大脑皮层中央前回是躯体运动中枢, **C 错误**; 条件反射的消退使得患者获得了两个刺激间新的联系, 属于新的学习过程, 并不是突触结构丧失的结果, **D 错误**。

10. **A** 【解析】本题考查体温调节。

骨骼肌战栗产热一般在寒冷环境且体温有下降趋势时才明显出现, 环境温度介于 $T_2 \sim T_3$ 时, 体温相对稳定且代谢率较低, 此时机体主要通过代谢产热, **A 错误**; 环境温度介于 $T_3 \sim T_4$ 时, 代谢率增加, 这是因为环境温度升高, 机体需要通过出汗等方式散热, 而出汗等散热过程需要消耗能量, **B 正确**; 环境温度介于 $T_1 \sim T_4$ 时, 体温保持稳定, 说明人体的产热过程与散热过程保持动态平衡(关键: 体温维持恒定的机理是产热量等于散热量), **C 正确**; 环境温度小于 T_1 和大于 T_4 时, 体温出现明显变化, 说明机体的调节能力是有限度的, 超过一定范围就不能很好地维持体温稳定, **D 正确**。

要点归纳 体温调节的机制

(1) 寒冷时, 皮肤冷觉感受器受到刺激并产生兴奋→下丘脑体温调节中枢→促进产热(骨骼肌战栗, 甲状腺激素含量上升、肾上腺素含量上升, 代谢活动增强), 减少散热(皮肤血管收缩、血流量减少, 汗腺分泌减少)。

(2) 炎热时, 皮肤热觉感受器受到刺激并产生兴奋→下丘脑体温调节中枢→促进散热(皮肤血管舒张、血流量增加, 汗腺分泌汗液增加), 产热减少(甲状腺激素等分泌减少)。

11. **D** 【解析】本题考查生长素。

由题图可知, 细胞膜和细胞内均有 IAA 受体分布, 生长素与细胞内受体结合后, 促进 IP_3 进入细胞核内, 推测 IP_3 可能通过促进基因的表达以促进细胞的长期伸长生长, **A、C 正确**; H^+ 借助质子泵($H^+ - ATP$ 酶)泵出细胞, ATP 酶能催化 ATP 水解, 为 H^+ 的运输提供能量, 故引起细胞壁松弛的 H^+ 以主动运输方式泵出细胞, **B 正确**; 根据“酸生长理论”(细胞壁处 pH 下降, 使细胞壁松弛, 细胞伸长生长), 若将离体茎段置于 pH 高的溶液中, 细胞壁处 pH 上升, H^+ 浓度降低, 不利于细胞壁松弛及细胞伸长生长, **D 错误**。

12. **C** 【解析】本题考查种群数量的调查方法。

由题意可知, D-calls 是成年雌雄蓝鲸在栖息地觅食时发出的“社交”叫声, 即该信息在种内传递, **A 错误**; 采用标记重捕法不能准确统计物种的种群数量, **B 错误**; 该算法有助于提高对蓝鲸种群动态的监测效率, 便于人类了解蓝鲸的生态位, **C 正确**; D-calls 是成年雌雄蓝鲸在栖息地觅食时发出的“社交”叫声, 具有个体差异和季节性变化, 但不能反映种群的年龄结构等, 不能用于预测种群密度的变化趋势, **D 错误**。

13. **B** 【解析】本题考查生态系统能量流动。

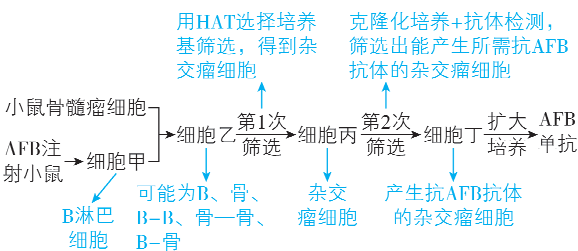
营养级同化量的去向包括呼吸作用散失、流向分解者、未利用、流向下一营养级,其中用于自身生长、发育和繁殖的能量=同化量-呼吸作用散失的能量,包含 X、未利用、流向下一营养级三部分,因此 X 为流向分解者的能量, **A 错误**。流入该生态系统的总能量=生产者固定的太阳能+外来有机物输入的能量。先由最高营养级逆向推导:肉食性动物总同化量= $6.8+0.5+12.2=19.5(\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$,因此植食性动物流向肉食性动物的能量 $Z=19.5-15.0=4.5(\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$;植食性动物总同化量= $9.5+1.5+11.0+4.5=26.5(\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$,因此生产者流向植食性动物的能量 $Y=26.5-8.0=18.5(\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$;生产者固定的太阳能= $44.0+5.0+96.0+18.5=163.5(\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$ 。流入该生态系统的总能量= $163.5+8.0+15.0=186.5(\text{J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$, **B 正确**。相邻两营养级的能量传递效率=下一营养级从上一营养级同化的能量÷上一营养级总同化量 $\times 100\%$,即 $4.5 \div 26.5 \times 100\% \approx 17\%$,不是 15.8% , **C 错误**。生态系统由生物群落(生产者、消费者、分解者)和非生物的物质和能量共同组成,仅生产者和消费者无法构成生态系统, **D 错误**。

14. **B** 【解析】本题考查传统发酵技术。

腐乳制作过程中,毛霉分泌的蛋白酶可将豆腐中的蛋白质分解为小分子肽和氨基酸,小分子物质更易被人体消化吸收,因此腐乳易于消化, **A 正确**;制作泡菜时坛沿水槽注满水的目的是隔绝外界空气,为乳酸菌发酵创造无氧环境,该操作不能创造无菌环境,且坛内本身就存在发酵所需的乳酸菌等微生物, **B 错误**;果酒发酵时酵母菌无氧呼吸产生酒精和 CO_2 ,定时拧松瓶盖可释放发酵产生的 CO_2 ,避免发酵瓶胀裂,拧紧瓶盖可避免外界氧气进入,保证无氧发酵环境, **C 正确**;果醋发酵所用的醋酸菌为好氧细菌,其最适生长温度($30\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$)高于果酒发酵所用酵母菌的最适温度($28\text{ }^{\circ}\text{C}$),因此果酒发酵后酿制果醋时,原发酵装置应适当升温并提供充足氧气,有利于醋酸菌发酵, **D 正确**。

15. **D** 卡住就看突破点 6 找思路、做练习

题目解读



【解析】本题考查单克隆抗体的制备。

向小鼠注射 AFB 的目的是刺激机体发生体液免疫,使小鼠产生能分泌抗 AFB 抗体的 B 淋巴细胞,而非引发细胞免疫, **A 错误**;诱导动物细胞融合的常用方法之一是使用灭活的病毒,灭活的病毒保留了诱导动物细胞融合的能力,同时失去了感染性, **B 错误**;细胞乙是诱导融合后得到的混合细胞群体,不需要先克隆化培养,细胞丙(杂交瘤细胞)的筛选是筛选出能产生抗 AFB 抗体的杂交瘤细胞,需要先克隆化培养再进行抗体检测(常考:第 1 次筛选的目的是筛选出杂交瘤细胞,第 2 次筛选是筛选产生特定抗体



的杂交瘤细胞), **C** 错误; 产生抗 AFB 抗体的杂交瘤细胞 (细胞丁) 通常为悬浮生长型细胞, 传代培养时, 可通过离心使细胞沉淀, 从而收集细胞, 再进行后续的操作, **D** 正确。



单选重难突破

突破点 1 物质跨膜运输方式判断与影响因素分析

- 1. A** 【解析】根据题意可知,当肠腔葡萄糖浓度高于小肠上皮细胞时,葡萄糖可由载体 GLUT2 介导进入细胞,属于顺浓度梯度的运输,故葡萄糖通过 GLUT2 的运输属于协助扩散, **A 错误**;葡萄糖通过载体 SGLT1 运入细胞属于主动运输,由膜内外 Na^+ 浓度差形成的势能提供能量,而 Na^+ 浓度差的形成需要钠—钾泵的参与,需要消耗由细胞呼吸产生的 ATP,故细胞呼吸抑制剂会降低小肠吸收葡萄糖的速率, **B 正确**;SGLT1 转运葡萄糖所需能量由膜两侧 Na^+ 的浓度差形成的势能提供,不需要 ATP 直接供能, **C 正确**;肠腔葡萄糖浓度较低时,葡萄糖通过主动运输进入小肠上皮细胞,需要载体 SGLT1 的转运, **D 正确**。
- 2. A** 【解析】高浓度 Ca^{2+} 会促进四个 TMCO1 聚集形成 Ca^{2+} 通道,而不是对 TMCO1 进行加工(肽链盘曲、折叠), **A 错误**; Ca^{2+} 浓度高时, TMCO1 聚集形成 Ca^{2+} 通道,使 Ca^{2+} 运出内质网,发挥完作用后解聚失活,维持内质网中 Ca^{2+} 浓度的稳定,这属于负反馈调节, **B 正确**;分析题目可知, Ca^{2+} 运出内质网是从高浓度向低浓度运输,属于顺浓度梯度的协助扩散,不需要消耗能量, **C 正确**;根据题干信息, TMCO1 基因敲除的小鼠能够模拟痴呆患者的主要病理特征,敲除 TMCO1 基因的小鼠不能合成 TMCO1,影响 Ca^{2+} 向内质网外的运输,导致内质网中 Ca^{2+} 浓度过高,即内质网中 Ca^{2+} 浓度过高导致模型小鼠出现痴呆症状, **D 正确**。
- 3. B** 【解析】离子和小分子溶质顺浓度梯度流出细胞,会使细胞内溶质浓度下降,细胞渗透压降低,使细胞吸水能力减弱, **A 错误**;野生型大肠杆菌含通道蛋白 MscL 和 MscS,在清水中膨胀后可恢复正常形态,敲除这两种通道蛋白基因的大肠杆菌在清水中会破裂,说明大肠杆菌对渗透压的调节依赖 MscL 和 MscS 的功能, **B 正确**;离子和小分子通过通道蛋白顺浓度梯度流出细胞,属于协助扩散,该过程不消耗 ATP, **C 错误**;通道蛋白对运输的物质具有选择性,只容许和自身通道的直径和形状相适配、大小和电荷相适宜的物质通过, **D 错误**。
- 4. D**

题目解读

红细胞通过蛋白 a 同时转运 HCO_3^- 和 Cl^- ,属于协同转运;蛋白 b 是水通道蛋白;蛋白 c 是载体蛋白,转运葡萄糖进入红细胞;蛋白 d 运输 Na^+ 、 K^+ ,并消耗能量,参与主动运输。

【解析】由题图可知, H_2O 分子进出红细胞的方式有自由扩散和借助水通道蛋白 b 进行的协助扩散, **A 正确**;蛋白 a 能同时转运 HCO_3^- 和 Cl^- ,二者与内环境理化性质中酸碱度和渗透压的相对稳定相关, **B 正确**;蛋白 c 是载体蛋白,转运葡萄糖进入红细胞时自身构象会发生改变, **C 正确**;由于 Na^+ 、 K^+ 通过蛋白 d 进出细胞的数量不相等,导致进出细胞的电荷数不相等,故可影响细胞膜两侧的电位差, **D 错误**。

要点归纳

跨膜运输方式的判断依据

- (1) 无转运蛋白、顺浓度、直接穿膜:如 O_2 、 CO_2 、甘油、水→自由扩散。
- (2) 有转运蛋白、顺浓度、不消耗能量:协助扩散。
- (3) 与载体蛋白结合、逆浓度、消耗能量:主动运输。

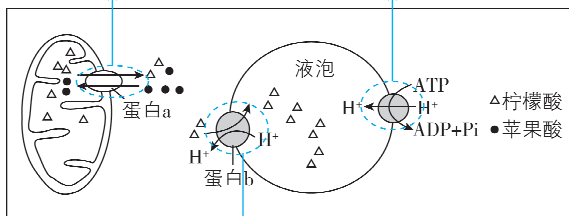


5. B

题目解读

柠檬酸和苹果酸顺浓度梯度运输，是协助扩散

H^+ 进入液泡消耗能量，是主动运输



柠檬酸逆浓度梯度运输进入液泡依赖 H^+ 的电化学梯度

【解析】柠檬酸从线粒体基质中产生，产生过程属于有氧呼吸第二阶段，该阶段释放少量能量，释放的能量大部分以热能形式散失，少部分用于合成ATP，**A 正确**；通道蛋白转运物质时不需要和被转运物质结合，载体蛋白转运物质时需要与被转运物质结合，**B 错误**；蛋白a介导的运输为顺浓度梯度的协助扩散，该过程不消耗ATP，**C 正确**；蛋白b介导 H^+ 顺浓度梯度外流的同时驱动柠檬酸逆浓度梯度进入液泡，液泡膜两侧的 H^+ 浓度差为柠檬酸运输供能，若蛋白b活性降低， H^+ 外流减少，柠檬酸进入液泡的动力不足，运输将受阻，**D 正确**。

6. **A** **【解析】**由题图可知，逆境刺激根细胞膜上的受体后，经信号转导促进细胞核内ICAs基因表达，使细胞膜上ICAs数量增加，促进 Ca^{2+} 顺浓度梯度进入细胞，有利于 Ca^{2+} 吸收，**A 正确**； Ca^{2+} 通过ICAs进入细胞是顺浓度梯度运输，不消耗能量，**B 错误**； Ca^{2+} 进入细胞为顺浓度梯度的协助扩散，而 Ca^{2+} 进入液泡是逆浓度梯度的主动运输，二者运输方式不同，**C 错误**； Ca^{2+} 的跨膜运输需要特定蛋白质的协助，体现了细胞膜的选择透过性，**D 错误**。

突破点2 遗传系谱图的识别与综合应用

1. D

题目解读

两个家系均表现为“无中生有”（正常父母生出患病孩子），判断USH为隐性遗传病。

题干已说明USH为常染色体遗传病，故两家系中USH的遗传方式均为常染色体隐性遗传。

关键信息：USH有多种不同致病基因（至少10个位点），说明不同家系的致病基因可能位于不同位点，两个家系的患病者相关基因型可能不同。

【解析】基因突变的随机性是指基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期，可以发生在细胞内不同的DNA分子上，以及同一个DNA分子的不同部位，USH有多种不同的致病基因，体现了基因突变的随机性，**A 正确**；由题目解读可知，两个家系中USH的遗传方式均为常染色体隐性遗传，**B 正确**；由题目解读可知，家系1和家系2的致病基因可能位于不同的位点，家系1的II-1与家系2的II-2婚配所生子女可能从父母双方各获得一个正常的显性基因，因此表型正常，**C 正确**；家系1的II-1的致病基因来自I-1和I-2，**D 错误**。

2. **D** **【解析】**I-2、II-1、II-4均患病，且SSR检测结果均含条带4，故题图2中与致病基因紧密关联的SSR对应条带4。检测正常个体（I-1、II-2、II-3）与相关基因紧密关联



的 SSR 均不含条带 4, 即正常个体不含致病基因, 因此该病的遗传方式为显性遗传。I-2 的相关基因 SSR 检测结果有两条条带, 说明相关基因位于常染色体或 X、Y 染色体的同源区段上, 若致病基因位于 I-2 的 X 染色体上, 则 II-2 应患病, 与事实不符; 若致病基因位于 I-2 的 Y 染色体上, 则 II-3 应患病, 也与事实不符, 故该病的遗传方式为常染色体显性遗传, **A、B 正确**。若相关基因用 A/a 表示, 则 II-4 的基因型为 Aa, 其与正常女性 (aa) 结婚, 生下正常孩子的概率为 $\frac{1}{2}$, 生出男孩的概率为 $\frac{1}{2}$, 因此, II-4 与正常女性结婚, 生下正常男孩的概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, **C 正确**。结合题图可以看出, II-2 和 II-3 的 SSR 检测结果均含有条带 3, 说明其中一个正常基因遗传自 I-2 的同一条染色体, 另一个正常基因来自 I-1 的不同染色体 (II-2 有条带 2, II-3 有条带 1), **D 错误**。

3. **D** 【解析】据题图和题表可知, II-3 为杂合子, 表现为患病, 因而该病为显性遗传病, 又因为 I-1 患病且不含正常基因 (显性纯合子), 而 II-5 表现正常, 故该病的遗传方式是伴 X 染色体显性遗传, **A 正确**; 结合测序结果可知, 该病的根本原因是基因序列中 G/C 变成了 C/G, 即 e 中发生碱基对的替换导致突变为 E, **B 正确**; II-6 表现为患病, 且生出了正常儿子, 因而其为杂合子, 对 II-6 个体中控制该病的等位基因测序, 应与 II-3 结果相同, **C 正确**; II-5 个体的基因型为 X^eY , II-6 个体的基因型为 $X^E X^e$, 二者再生育一个女孩, 患该病的概率是 $\frac{1}{2}$, **D 错误**。



30 s 速解

北京大学 徐欧翔

伴 X 染色体显性遗传病生女患病概率的速算——“父传女 X 染色体, 女必带父 X 染色体上的基因, 母随机给女其一条 X 染色体”, 父亲无病, 则只需看母亲杂合与否, 若杂合则女儿患病概率为 $\frac{1}{2}$, 可快速得出结果。

4. **D** 【解析】II-3 是正常女性, 基因型为 EE 或 EE_2 , 正常男性基因型也为 EE 或 EE_2 。若两人基因型均为 EE_2 , 后代可能出现 E_2E_2 (患病), 因此后代有患病的可能, **A 错误**。II-2 患病, 且 I-2 是正常男性 (只能提供 E 或 E_2), 所以 II-2 的基因型只能是 E_1E 或 E_1E_2 或 E_2E_2 。若 II-2 的基因型为 E_1E , 要让 III-1 的基因型也为 E_1E , 则 II-2 提供 E_1 (若 II-2 提供 E, 则孩子基因型为 E_1E , 表现正常, 不符合题图), 此时 II-2 的 E_1 来自 I-1, E 来自 I-2, 因此 I-1 的基因型可能为 E_1E 、 E_1E_2 (不能为 E_1E_1 , 否则 II-3 患病, 不符合题图)。若 II-2 的基因型为 E_1E_2 , 要让 III-1 的基因型也为 E_1E_2 , 则 II-2 提供 E_1 , 故 I-1 的基因型仍可能为 E_1E 、 E_1E_2 。若 II-2 的基因型为 E_2E_2 , 要让 III-1 的基因型也为 E_2E_2 , 则 II-1 和 II-2 都提供 E_2 , 此时 II-2 的两个 E_2 分别来自 I-1 和 I-2, 因此 I-1 必须提供 E_2 , 且 I-1 患病, 基因型可能是 E_1E_2 、 E_2E_2 。综上可知, 若 III-1 与 II-2 基因型相同, 则 I-1 的基因型可能是 E_1E 、 E_1E_2 或 E_2E_2 , 有 3 种可能, **B 错误**。III-1 的基因型为 E_1E 、 E_1E_2 或 E_2E_2 , 正常女性的基因型为



EE 或 EE_2 , 若两者能生出患病女儿, 可能的亲代基因型组合及子代患病基因型(概率)有 $E_1E \times EE \rightarrow E_1E \left(\frac{1}{2} \right)$, $E_1E \times EE_2 \rightarrow E_1E \left(\frac{1}{4} \right)$ 、 $E_1E_2 \left(\frac{1}{4} \right)$, $E_1E_2 \times EE \rightarrow E_1E \left(\frac{1}{2} \right)$, $E_1E_2 \times EE_2 \rightarrow E_1E \left(\frac{1}{4} \right)$ 、 $E_1E_2 \left(\frac{1}{4} \right)$ 、 $E_2E_2 \left(\frac{1}{4} \right)$, $E_2E_2 \times EE_2 \rightarrow E_2E_2 \left(\frac{1}{2} \right)$ 。由于 E、 E_1 、 E_2 的基因频率未知, 无法得出亲代为各基因型的概率, 因此无法判断该病更可能是由哪个致病基因引起的, **C 错误**。II-1 为正常女性(基因型为 EE 或 EE_2), II-2 为患病男性, 二者生育正常孩子的概率为 $\frac{1}{4}$, 说明 II-1 的基因型为 EE_2 , II-2 的基因型为 E_1E_2 (其他基因型生出正常孩子的概率不为 $\frac{1}{4}$), 则二者后代的基因型(表型)及概率为 $\frac{1}{4}E_1E$ (患病)、 $\frac{1}{4}E_1E_2$ (患病)、 $\frac{1}{4}EE_2$ (正常)、 $\frac{1}{4}E_2E_2$ (患病), III-1 为患病个体, 排除表现正常的 EE_2 , III-1 可能的基因型及概率为 $\frac{1}{3}E_1E$ 、 $\frac{1}{3}E_1E_2$ 、 $\frac{1}{3}E_2E_2$, 其中纯合子只有 E_2E_2 , 因此 III-1 为纯合子的概率为 $\frac{1}{3}$, **D 正确**。

5. **C** 【解析】该家系所有成员的 *MECP2* 基因均为野生型, 该病是基因拷贝数增加导致的, 并非基因突变, **A 错误**; 该基因位于 X 染色体上, 设携带 1 个正常拷贝的 X 染色体为 X^1 , 携带 2 个重复拷贝的 X 染色体为 X^2 , II₂ 是男性(X^2Y), 减数第一次分裂后同源染色体分离, 次级精母细胞若含 Y 染色体则 *MECP2* 基因拷贝数为 0, 若含 X^2 , 经过减数分裂前的间期核 DNA 复制后拷贝数为 4, **B 错误**; II₁ 是女性, 总拷贝数为 3, 基因型为 X^1X^2 , 正常男性基因型为 X^1Y , 二者婚配, 后代基因型及概率为 $\frac{1}{4}X^1X^1$ 、 $\frac{1}{4}X^1X^2$ 、 $\frac{1}{4}X^1Y$ 、 $\frac{1}{4}X^2Y$, 其中正常男孩(X^1Y)的概率为 $\frac{1}{4}$, **C 正确**; 适龄生育主要用于降低高龄生育导致染色体数目异常遗传病的概率, 该病是染色体结构变异导致的遗传病, 适龄生育无法预防该遗传病的发生, **D 错误**。



1 min 速解

北京大学 徐欧翔

转化思想: 将“X 染色体上基因拷贝数‘看作’等位基因”。把含 1 个正常拷贝的 X 染色体记为 X^1 , 含 2 个重复拷贝的 X 染色体记 X^2 , 问题瞬间变成普通伴 X 染色体遗传: 分析 C 项, II₁ 基因型为 X^1X^2 , 正常男性基因型为 X^1Y , 子女基因型及概率为 $\frac{1}{4}X^1X^1$ 、 $\frac{1}{4}X^1X^2$ 、 $\frac{1}{4}X^1Y$ 、 $\frac{1}{4}X^2Y$, 生正常男孩(X^1Y)的概率为 $\frac{1}{4}$, 可以判断 C 项正确。

6. **C** 【解析】该病为 X、Y 染色体同源区段隐性遗传病(“无中生有”为隐性, II-5 和 II-6 正常但生育出患病女儿, 为隐性遗传病), 设致病基因为 a, 正常基因为 A, II-1 (患病)基



因型为 X^aY^a , 说明其父亲 I-1 (正常) 基因型为 X^AY^a , 母亲 (正常) 基因型为 X^AX^a , II-2 染色体组成为 XYY 但未患该病, 两个 Y 染色体一定来自父亲 I-1, 致病基因 a 位于 Y 染色体上, 同时说明 X 染色体上为基因 A, 因此其致病基因来自 I-1; II-2 的基因型为 $X^AY^aY^a$, 细胞分裂间期染色体复制后, 细胞内最多可有 4 个致病基因, **A 错误**。由于 III-3 患病, 基因型为 X^aX^a , 所以 II-5 基因型为 X^aY^A , II-6 基因型为 X^AX^a , III-2 的 Y 染色体一定来自 II-5 (Y 染色体携带基因 A), 则其基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^AY^A$ 、 $\frac{1}{2}X^aY^A$, 产生含 X^a 配子的概率为 $\frac{1}{4}$; I-1 基因型为 X^AY^a , I-2 基因型为 X^AX^a , II-3 (正常) 基因型及概率为 $\frac{1}{2}X^AX^a$ 、 $\frac{1}{2}X^AX^A$, II-4 (正常) 基因型为 X^AY^- 或 X^aY^A 。①若 II-4 基因型为 X^AY^- , 则 III-1 基因型及概率为 $\frac{3}{4}X^AX^A$ 、 $\frac{1}{4}X^AX^a$, 产生含 X^a 配子的概率为 $\frac{1}{8}$; III-1 和 III-2 的后代中只有 X^aX^a 基因型个体会患病, 因此 IV-1 的患病概率为 $\frac{1}{8} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{32}$ 。②若 II-4 基因型为 X^aY^A , 则 III-1 基因型为 X^AX^a , 产生含 X^a 配子的概率为 $\frac{1}{2}$; III-2 产生含 X^a 配子的概率为 $\frac{1}{4}$, 因此 IV-1 的患病概率为 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$, **B 错误**。II-2 基因型为 $X^AY^aY^a$, 根据题意计算配子: 有 75% (即 $\frac{3}{4}$) 的概率 Y^a 与 Y^a 之间发生联会, Y^a 联会后分离, X^A 随机移向一极, 产生配子类型及比例为 $X^AY^a : Y^a = 1 : 1$, 即 $P(X^AY^a) = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$, $P(Y^a) = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$; 有 25% (即 $\frac{1}{4}$) 的概率 Y^a 与 Y^a 之间不联会, 即 X^A 、 Y^a 联会, 另一条 Y^a 染色体随机移向一极, 产生 X^A 、 Y^a 、 X^AY^a 、 Y^aY^a 四种配子, 各占 $\frac{1}{4}$, 即 $P(X^A) = P(Y^a) = P(X^AY^a) = P(Y^aY^a) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$; 合并后配子类型及比例为 $X^A : Y^a : X^AY^a : Y^aY^a = 1 : 7 : 7 : 1$ 。和 II-6 基因型相同的女性基因型为 X^AX^a , 产生配子类型及概率为 $\frac{1}{2}X^A$ 、 $\frac{1}{2}X^a$ 。子代未患病且染色体正常的概率为 $\frac{1}{16} + \frac{7}{16} \times \frac{1}{2} = \frac{9}{32}$, 子代中未患病概率为 $\frac{9}{32} + \frac{7}{16} + \frac{1}{16} \times \frac{1}{2} = \frac{24}{32}$, 因此未患该病子代中染色体正常的概率为 $\frac{9}{32} \div \frac{24}{32} = \frac{3}{8}$, **C 正确**。产前诊断是胎儿出生前的检测手段 (如羊水穿刺、基因检测等), 遗传咨询不属于产前诊断方式, **D 错误**。

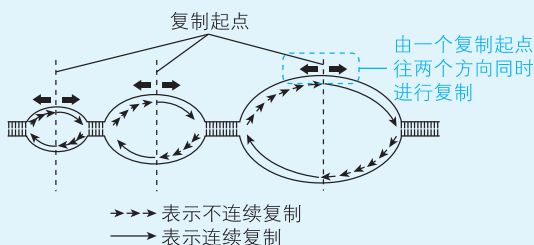
突破点 3 遗传信息的流动及基因表达调控分析

1. **D** 【解析】DNA 甲基化修饰是可以遗传的, **A 错误**; 两个

基因重叠区域碱基序列虽相同,但转录的模板链不一定相同,或因 mRNA 中起始密码子的位置不同,所以重叠序列对应的密码子不一定相同,导致编码的氨基酸序列不同,**B 错误**;酶 2 是 DNA 聚合酶,酶 3 是 RNA 聚合酶,**C 错误**;转录时 mRNA 的延伸方向是由 5' 端到 3' 端,并与 DNA 模板链反向平行,所以 M 链左端为 DNA 单链的 5' 端,并且有一个游离的磷酸基团,**D 正确**。

2. **A** 【解析】DNA 的复制方式为半保留复制,分别以两条母链为模板,各自合成一条与母链互补的子链,即每个新合成的 DNA 分子都包含一条亲代链和一条新合成的子链,故题图过程可体现 DNA 的半保留复制,但不能体现双向复制的特点(关键:双向复制是从复制起点向两个方向同时进行复制),**A 错误**;分析题图可知,在 DNA 复制过程中,引物是短单链核酸,能够与母链的一段碱基序列互补配对,启动子链的合成,随后,引物会被酶切除,出现题图中的“空白”区域,**B 正确**;PCR(聚合酶链式反应)是一种体外 DNA 扩增技术,其原理与生物体内的 DNA 复制相似,都是 DNA 半保留复制,**C 正确**;题图中复制完成的 2 个 DNA 分子中,由于新合成的子链 5' 端的 RNA 引物被切除,使新合成的子链的 5' 端变短,从而导致端粒缩短,**D 正确**。

要点归纳 DNA 复制过程中双向复制



3. **B** 【解析】lncRNA 在细胞核内可参与染色质修饰(如 DNA 甲基化)和启动子调控等,在细胞质中可调控 mRNA 的稳定性等,因此作用场所包括细胞核和细胞质,**A 正确**;题干明确说明 lncRNA 可通过“改变染色质 DNA 的甲基化状态”“招募蛋白复合物”“促进或抑制 mRNA 降解”等多种机制调控基因表达,并非均通过与 DNA 序列互补配对控制基因的表达,**B 错误**;DNA 甲基化是在碱基上添加甲基基团($-\text{CH}_3$),属于表观遗传修饰,不改变 DNA 的碱基排列顺序,**C 正确**;lncRNA 可通过抑制 mRNA 降解或促进转录(如招募激活因子)导致基因过量表达等,使相应蛋白质合成增加,进而改变生物体性状,**D 正确**。



30 s 速解

北京大学 徐欧翔

锚定关键词,信息题中遇到带“均”“都”“只”字的选项,回题干中找反例。如本题题干给出了 lncRNA 的多种机制:改变染色质 DNA 的甲基化状态、招募蛋白复合物、促进或抑制 mRNA 降解,其中“改变染色质 DNA 的甲基化状态”和“招募蛋白复合物”并不依赖与 DNA 序列互补配对。B 项说“均通过与 DNA 序列互补配对”,很显然是错误的。



4. D

题目解读

蓝光调控的乳糖操纵子系统

(1) 黑暗条件下:阻遏蛋白不结合操纵基因 $O \rightarrow$ RNA 聚合酶与启动子 P 结合 $\rightarrow$ *GFP* 基因正常表达。

(2) 蓝光条件下:阻遏蛋白构象改变 $\rightarrow$ 与 O 结合紧密 $\rightarrow$ 阻碍 RNA 聚合酶与 P 结合 $\rightarrow$ *GFP* 基因不表达。

关键:蓝光改变的是蛋白质空间结构(构象),而非氨基酸序列。

【解析】蓝光可改变阻遏蛋白的空间结构,不会改变阻遏蛋白的氨基酸排列顺序,**A 错误**;黑暗条件下,阻遏蛋白不结合操纵基因 O ,不会阻碍 RNA 聚合酶与 P 结合,下游基因正常表达,**B 错误**;蓝光条件下阻遏蛋白构象改变,会与 O 结合紧密,阻碍 RNA 聚合酶与 P 结合,*GFP* 基因无法正常表达,**C 错误**;该系统是蓝光调控的基因表达系统,*GFP* 属于报告基因,实际生产中可将 *GFP* 替换为目的蛋白基因,实现蓝光调控目的基因的表达,**D 正确**。



1 min 速解

北京大学 徐欧翔

要有“报告基因可替换”的基因工程思维。*GFP* 基因在此系统中只是“信号灯”(报告基因),把 *GFP* 基因换成任何目的蛋白基因,蓝光开关仍可发挥作用(基因工程的经典操作),**D 选项正确**。

5. D

【解析】PcG 使组蛋白甲基化和染色质凝集,影响 RNA 聚合酶与 DNA 分子的结合,抑制了基因表达,**A 正确**。细胞增殖失控可由基因突变(如原癌基因或抑癌基因发生突变)引起;根据题意“基因沉默蛋白(PcG)缺失引起染色质变化,导致细胞增殖失控而形成肿瘤”可知,细胞增殖失控也可由染色质变化引起,**B 正确**。原癌基因表达的蛋白质是细胞正常的生长和增殖所必需的,因此“促进细胞分裂蛋白”可能是原癌基因控制合成的,**C 正确**。表观遗传的核心特点是 DNA 的碱基序列不改变,但基因表达和表型发生可遗传变化,由题意可知,染色质重塑并没有改变 DNA 的结构,**D 错误**。



15 s 速解

北京大学 徐欧翔

贯彻表观遗传十二字原则:序列不变、表达可变、可以遗传。**D 项**说染色质重塑“使 DNA 的结构改变”,直接判错。

6. D

【解析】“帽”能引导核糖体准确结合到 mRNA 上,核糖体从 mRNA 的 5'端开始翻译过程,因此真核细胞中成熟 mRNA 的“帽”位于 mRNA 的 5'端,**A 正确**;流感病毒以病毒 RNA 为模板合成 mRNA 的过程也称转录,会出现 A—U、U—A 配对的情况,**B 正确**;由题干可知,流感病毒的 RNA 聚合酶依靠 PB2 识别并结合“帽”来进行转录,而“帽”又能引导核糖体准确结合到 mRNA 上进行翻译,所以宿主的“帽”可帮助流感病毒进行病毒基因的转录和翻译,**C 正确**;昂拉地韦结构与“帽”类似,它作用于 PB2,是与 PB2 结合,而不是与 PB2 竞争结合宿主的“帽”,**D 错误**。

突破点 4 减数分裂与生物变异

1. D

【解析】杂交种 1 是含有三个染色体组的三倍体,由其染色体数可知,其中两个染色体组来自红鲫鱼,一个染色体组来自团头鲂,属于异源三倍体,其不育的原因是减数分裂



时出现联会紊乱, **A 错误**。杂交种 2 含有四个染色体组, 由其染色体数可知, 来自红鲫鱼和团头鲂的染色体组各有两个, 正常情况下其产生的配子中含有两个染色体组(分别来自红鲫鱼和团头鲂); 又根据题意, 杂交种 2 和团头鲂杂交得到杂交种 3 ($5N=172$), 说明杂交种 2 还可以产生染色体数与体细胞染色体数相同的配子, 因此杂交种 2 产生的配子中不一定含有两个染色体组, 还可能含有四个染色体组, **B 错误**。杂交种 2 和团头鲂杂交得到的杂交种 3 是五倍体, 高度不育, 说明杂交种 2 与团头鲂存在生殖隔离(关键: 生殖隔离是指不同物种之间一般是不能交配的, 即使交配成功, 也不能产生可育后代的现象), **C 错误**。题述形成杂交多倍体过程中, 团头鲂产生配子过程中发生了基因重组, 而形成了杂交多倍体, 发生了染色体变异, **D 正确**。

2. **B** 【解析】染色体发生大规模、灾难性的断裂后随机重接, 可能导致染色体结构的缺失、重复、倒位, 若断裂片段移接到非同源染色体上, 还会发生易位, **A 正确**; 3 号染色体碎裂后, 若发生片段的缺失或重复, 会改变基因的数目, 发生倒位通常不改变基因的数目, 但会改变基因的排列顺序, **B 错误**; 抑癌基因 *RBI* 的失活、原癌基因 *PIK3CA* 的过度激活, 都可能导致细胞癌变, 染色体片段重接可能会导致上述基因结构或表达异常, 引发细胞癌变, **C 正确**; 核型分析只能观察染色体的形态和数目, 无法检测具体的断裂点和连接点, 全基因组测序可检测这些细节, **D 正确**。



30 s 速解

北京大学 徐欧翔

A 项与 B 项相互矛盾, 答案一定出现在这两个选项中。根据题干信息, 染色体碎裂是染色体发生断裂后随机重接的现象, 可能出现染色体结构变异中的缺失(基因数减少)、重复(基因数增多)、倒位(基因数通常不变)、易位(总基因数通常不变), 则基因数目不一定改变, B 项错误。

3. **D** 【解析】题图中①属于基因突变, 若 B 基因发生碱基的替换突变成 b 基因, 则 B、b 基因的碱基数目相同, 若 B 基因发生碱基的缺失或增添突变成 b 基因, 则 B、b 基因的碱基数目不同(注意: 通常情况下, 基因突变不改变基因的位置和数目), **A 正确**; 题图中②属于染色体结构变异中的缺失, 染色体变异在高倍显微镜下可以观察到, **B 正确**; 题图中③属于染色体数目变异, 可以用秋水仙素或低温处理, 形成的丙个体是四倍体, 与二倍体甲存在生殖隔离, 属于新物种, **C 正确**; 题图中丙的基因型为 BBbb, 产生的配子基因型及比例为 $BB : Bb : bb = 1 : 4 : 1$, 故丙自交后代中基因型为 bbbb 的个体所占比例为 $\frac{1}{36}$, **D 错误**。



30 s 速解

北京大学 徐欧翔

结论速记: 无特殊条件下, 同源四倍体(BBbb 型)产生的配子类型及比例为 $BB : Bb : bb = 1 : 4 : 1$, 隐性纯合后代占比 = 隐性配子占比的平方。

4. **C** 【解析】由题意可知, 该三体植株减数分裂 I 后期, 三条同源染色体中两条移向一极、一条移向另一极, 减数分裂 I 结束后产生的两个子细胞染色体数分别为 n 、 $n+1$, 减数分裂 II 后期着丝粒分裂, 染色体数目暂时加倍, 这两个细胞分别含

$2n$ 、 $2n+2$ 条染色体,并非均为 $2n$ 条,**A 错误**;减数分裂 I 后期同源染色体分离,三体的三条同源染色体分配不平衡,细胞两极染色体数目为 n 和 $n+1$,即数目不相等,**B 错误**;该植株产生的雌、雄配子中 n 型和 $n+1$ 型各占 $\frac{1}{2}$,配子随机结合,后代正常二倍体 ($2n$) 占 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$,三体 ($2n+1$) 占 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$,四体 ($2n+2$) 占 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$,三者理论比例为 $1:2:1$,**C 正确**;正常二倍体仅能产生 n 型配子,与该植株杂交后代仅能出现正常二倍体和三体,不会出现四体植株,四体植株占比为 0,**D 错误**。

5. **D** 【解析】分析题图可知,基因 A 和 a 分别位于一对同源染色体上,且未发生互换,故等位基因 A 和 a 在减数分裂 I 后期随同源染色体的分离而分离,**A 正确**。该变异是同源染色体的非姐妹染色单体间发生的片段互换,会导致染色单体上的非等位基因重新组合,属于基因重组,**B 正确**。该雄果蝇的基因型为 AaBb,已知有 40% 的初级精母细胞发生题图所示的互换,假设共有 100 个初级精母细胞,其中 40 个发生题图所示互换,这 40 个初级精母细胞产生的配子 (160 个) 中,aB 和 ab 型配子各有 $160 \times \frac{1}{4} = 40$ (个);未发生互换的初级精母细胞有 $100 - 40 = 60$ (个),产生的 ab 型配子有 $240 \times \frac{1}{2} = 120$ (个)。总共产生的配子数为 400 个 (一个初级精母细胞减数分裂产生四个精细胞),所以产生的 ab 型配子的比例为 $\frac{40+120}{400} \times 100\% = 40\%$,aB 型配子的比例为 $\frac{40}{400} \times 100\% = 10\%$;雌果蝇不发生此类互换,故基因型同为 AaBb 的雌果蝇产生 AB 和 ab 两种配子,比例为 $1:1$,与该雄果蝇杂交后代中残翅黄身 (aabb) 的占比为 $40\% \times \frac{1}{2} = \frac{1}{5}$,**C 正确,D 错误**。

要点归纳 染色体互换与配子概率计算

- (1) 染色体互换发生在减数第一次分裂前期 (同源染色体非姐妹染色单体间);
- (2) 交换率 = 交换型配子数 $\div$ 总配子数 $\times 100\%$,若有 40% 的初级精母细胞发生一次染色体互换,则交换型配子比例 = $40\% \div 2 = 20\%$;
- (3) 发生一次染色体互换的初级精母细胞产生 4 种配子 (2 种亲本型 + 2 种重组型),未发生互换的产生 2 种亲本型配子。

6. **A** 【解析】正常雌株 (Z^fW^F) 产生 Z^f 和 W^F 两种配子,雄株 (Z^fZ^f) 只产生 Z^f 配子,含完整 F 基因的 W^F 配子与 Z^f 配子结合,形成 Z^fW^F (雌株),不含 F 基因的 Z^f 配子与 Z^f 配子结合,形成 Z^fZ^f (雄株),因此正常雌雄株杂交,后代雌株:雄株 = $1:1$,**A 正确**。雌株 A 的 Z、W 染色体发生题图示交换后,会产生部分携带缺失或重复片段的配子,这类配子无存活能力;能存活的配子,要么含完整 F 基因,要么含完整 f 基因,不会产生只含部分 F 基因的配子,因此后代不会出现雌雄同株,**B 错误**。题图示倒位仅改变染色体上基因的排列顺序,不会改变基因的数量,因此 W 染色体上基因数量不变,**C 错误**。题图示 ZW 染色体间的倒位现象虽会产生部分无存活能力的配子,但能存活的配子仍正常参与受精,子代仍发育为雌株或雄株,不会出现雌雄同株个体,因此种群性别决定的稳定性并未降低,**D 错误**。

**突破点 5 不同因素对植物生命活动的调节**

1. **B** 【解析】水杨酸是植物激素,激素有调节生命活动的作用,但不具有催化功能,**A 错误**;非盐胁迫的 CK 组丙二醛含量远低于盐胁迫的 T_0 组,说明盐胁迫下自由基大量攻击生物膜,损伤苦瓜的生物膜系统,进而会导致细胞衰老甚至凋亡,**B 正确**;由题图可知, $T_1 \sim T_4$ 组的丙二醛含量低于 T_0 组的丙二醛含量,说明水杨酸对盐胁迫有缓解作用,但 T_3 、 T_4 组的丙二醛含量高于 T_2 组的丙二醛含量,即较高浓度的水杨酸对盐胁迫的缓解效果下降,因此不是水杨酸浓度越高效果越好,**C 错误**;丙二醛是生物膜受损伤的产物之一,丙二醛含量越高说明植物受盐胁迫损伤越严重、耐盐性越差,与耐盐性的渗透压调节无关,**D 错误**。
2. **C** 【解析】分析比较题表中①②③⑤组可知盐胁迫条件下 JA 和乙烯对水稻胚根生长均有一定的抑制作用,**A 错误**;分析题表中①②③⑤⑦组可知盐胁迫条件下 JA 和乙烯在抑制水稻胚根生长过程中作用效果相似,**B 错误**;比较题表中⑤⑥组可知乙烯合成抑制剂对 JA 导致的水稻胚根生长抑制几乎无缓解作用,**C 正确**;结合题表中数据可推测乙烯是通过促进 JA 的合成来间接抑制水稻胚根生长的,**D 错误**。
3. **B** 【解析】干旱条件下水分供应不足,植物生长受抑制可减少水分、营养物质的消耗,故抑制生长是植物适应干旱环境的重要策略,**A 正确**。干旱条件下 ABA 含量升高、GA 含量降低,促进气孔关闭,抑制植物生长;在适宜水分条件下 GA 含量升高、ABA 含量下降,促进气孔开放,可促进植物生长,说明 ABA 和 GA 作用效果相反,**B 错误**。蛋白甲是 GA 信号通路的抑制因子,干旱时蛋白甲积累,GA 水平降低,推测蛋白甲可能阻碍 RNA 聚合酶与 GA 合成酶基因启动子的结合,抑制 GA 合成酶基因的转录过程,进而减少 GA 的合成,**C 正确**。干旱属于外界环境因素,其诱导 ABA 合成增加,使气孔关闭减少水分蒸腾,体现了环境对植物生命活动的调节,**D 正确**。
4. **D** 【解析】实验结果体现了生长素和乙烯共同调控黄瓜雌花分化过程,可说明多种激素共同调控植物的生长发育,**A 正确**。①②组对比可知,野生型施加 IAA 后,乙烯合成量和雌花比例均显著升高;②④组对比可知,ACS2 基因缺失突变体施加 IAA,乙烯合成量和雌花比例均低于野生型施加 IAA,可推测生长素需要通过促进乙烯的合成促进雌花分化,**B 正确**。④组 acs2 施加 IAA 后乙烯合成量较低,⑤组额外添加乙烯前体 ACC 后,乙烯合成量和雌花比例均恢复到高水平,说明突变体 acs2 无法合成 ACC,推测 ACS2 基因编码的蛋白质催化 ACC 的合成,**C 正确**。色氨酸是生长素合成的前体物质,使用色氨酸合成抑制剂处理野生型黄瓜,会导致生长素合成减少,进而乙烯合成量减少,雌花比例会下降,**D 错误**。

**1 min 速解**

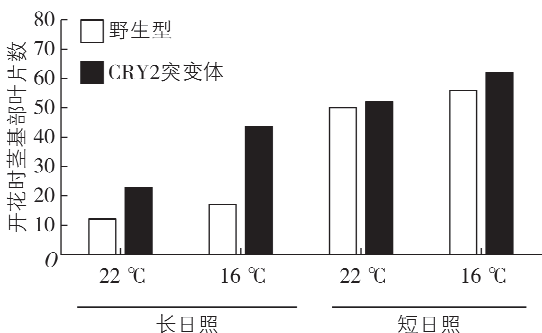
北京大学 徐欧翔

根据题干和表格构建逻辑链: IAA $\rightarrow$ 激活 ACS2 基因 $\rightarrow$ 合成 ACC $\rightarrow$ 生成乙烯 $\rightarrow$ 促进黄瓜雌花分化。④组 acs2 突变体加 IAA 无响应,⑤组外源施加 ACC 后恢复到②组水平,证明 ACS2 编码的酶催化 ACC 合成(C 项正确),且 IAA 必须经乙烯起作用(B 项正确)。色氨酸是 IAA 合成前体,抑制色氨酸合成 $\rightarrow$ IAA 合成减少 $\rightarrow$ 乙烯合成减少 $\rightarrow$ 雌花比例应下降,D 项错误。



5. D

题目解读



野生型在长日照、22 °C条件下，开花时茎基部叶片数最少，说明野生型在这个条件下开花最早。野生型和突变体相比，开花时茎基部叶片数不同，说明突变体开花时间受到CRY2功能缺失的影响

短日照、不同温度条件下，野生型和突变体开花时茎基部叶片数差异较小

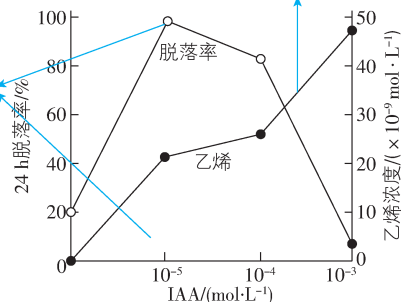
【解析】隐花色素 2 (CRY2) 是一种蓝光受体，在有无 CRY2 和不同温度条件下，开花时茎基部叶片数不同，说明蓝光、温度都可作为信号调节植物生命活动 (注意：选项中出现“只有”这类过于绝对的词语往往意味着该选项有问题，同时植物生命活动调节受光、温度、重力等多种因素的影响)，A 错误；相对于长日照，在短日照下，两个不同温度中野生型跟突变体开花时茎基部叶片数都较多，说明短日照下开花延迟，B 错误；野生型在长日照、22 °C 条件下，开花时茎基部叶片数最少，说明野生型在这个条件下开花最早，C 错误；据题图分析，长日照条件下，在两个不同温度下野生型开花时茎基部叶片数都较突变体少，即开花较早，跟突变体相比，野生型有 CRY2，说明 CRY2 参与拟南芥开花的调控，D 正确。

6. C

题目解读

在 IAA 浓度小于 $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，脱落率随着生长素浓度的增加而增大，在超过 $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 之后，随着 IAA 浓度的增大，叶片脱落率逐渐下降，B、D 正确；当 IAA 浓度为 $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，叶片脱落率最高，C 错误

随着 IAA 浓度的增加，乙烯浓度逐渐增大，说明 IAA 在一定程度上能诱导乙烯的合成，A 正确



突破点 6 细胞工程的操作程序及应用

1. C

题目解读

分析题图：碳源由蔗糖替换为甘油后诱导柑橘愈伤组织体细胞胚胎发生 (SE) 的分子机制：甘油诱导 CsTCP14 表达 → CsTCP14 促进 CsIAA4 转录 → CsIAA4 与 CsARFs 结合 → 抑制生长素合成基因表达 → 生长素水平下降 → 促进 SE 发生。

【解析】愈伤组织本身就是脱分化的产物，体细胞胚胎发生是愈伤组织再分化的过程，不需要再经过脱分化，A 错误；从题图中可以看到，CsIAA4 与 CsARFs 结合后，抑制生长素合成



基因的表达,而非激活,**B 错误**;甘油诱导 *CsTCP14* 转录,*CsTCP14* 促进 *CsIAA4* 的表达,*CsIAA4* 与 *CsARFs* 结合抑制生长素合成基因的表达,导致生长素合成减少,因此 *CsTCP14* 最终抑制了生长素合成,**C 正确**;甘油的作用是通过一系列信号转导抑制生长素合成,来促进 SE 发生,若外源添加生长素类调节剂,会抵消甘油的抑制作用,抑制 SE 发生,而非促进,**D 错误**。

**1 min 速解**

北京大学 徐欧翔

梳理本题机制链:甘油→诱导 *CsTCP14* 表达→促进 *CsIAA4* 转录→*CsIAA4* 与 *CsARFs* 结合→抑制生长素合成基因表达→生长素水平下降→促进体细胞胚胎发生。链条依次经过 *CsTCP14* 表达、促进 *CsIAA4* 转录和抑制生长素合成,故 *CsTCP14* 可通过促进 *CsIAA4* 转录抑制生长素合成,C 项正确。

2. **C** 【解析】对卵母细胞去核时,除显微操作外还可采用紫外线短时间照射等方法,**A 错误**;体细胞核移植过程中,将猪胎儿成纤维细胞注入去核猪卵母细胞只是进行重组胚胎的构建,该过程并不能直接体现动物细胞核的全能性,**B 错误**;①是 *SIX1* 和 *SALL1* 双基因敲除的桑葚胚,向桑葚胚中注入 iPSCs 后进行移植,这利用了实验设计的加法原则,**C 正确**;嵌合胚胎的发育依赖猪胚胎提供的微环境,例如营养供应、发育信号调控等,人源化肾脏组织的形成虽然依赖于 iPSCs,但与猪胚胎自身细胞也存在密切关联,**D 错误**。

3. **C****题目解读**

技术原理:利用人、鼠细胞融合后人类染色体随机丢失的特性进行基因定位。

判断的主要依据:分析杂种细胞中保留的人类染色体种类与特定酶活性的对应关系。若某种酶的活性仅与某条特定人类染色体的存在高度关联或完全同步,则可推测控制该酶的基因定位于该条人类染色体上。

【解析】诱导动物细胞融合的常用方法有 PEG(聚乙二醇)融合法、电融合法和灭活病毒诱导法等,**A 正确**。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ均有乳酸脱氢酶活性,细胞Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ共有的是 11 号染色体,可以推测乳酸脱氢酶基因最可能在 11 号染色体上,同时因为Ⅱ没有磷酸甘油酸激酶活性,所以该酶基因不在 11 号染色体上;只有Ⅱ具有芳烃羟化酶活性,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ中,只有Ⅱ有 2 号染色体,所以芳烃羟化酶基因最可能在 2 号染色体上;Ⅰ、Ⅲ共有的是 X 染色体和 11 号染色体,又因为已推断磷酸甘油酸激酶基因不在 11 号染色体上,所以该酶基因最可能在 X 染色体上;只有Ⅲ有胸苷激酶活性,Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ中,只有Ⅲ具有 17 号染色体,所以胸苷激酶基因最可能位于 17 号染色体上,**B 正确,C 错误**。动物细胞培养时培养液需定期更换,以便补充营养和清除代谢废物,防止细胞代谢物积累对细胞自身造成危害,**D 正确**。

4. **C****题目解读**

由题图可知,杂种植株核 DNA 与早花柠檬的重合,线粒体 DNA 与山金柑的重合,说明杂种植株的核基因来自早花柠檬,线粒体基因来自山金柑。用于融合的山金柑愈伤组织细胞无色素,早花柠檬叶肉细胞富含叶绿体。当两种原生质体融合形成杂种细胞后,会同时拥有绿色的叶绿体和融合的细胞核。



【解析】该实验中，诱导原生质体融合有多种手段，包括物理法、化学法，但灭活病毒诱导法一般用于动物细胞融合，**A 错误**；细胞融合后获得的融合原生质体需放在无菌的等渗溶液中以防杂菌污染，同时防止原生质体吸水涨破，**B 错误**；愈伤组织细胞无色，叶肉细胞因为含有叶绿体为绿色，可通过在融合初期观察细胞中是否存在颜色差异（绿色与无色部分）来筛选杂种细胞，**C 正确**；杂种植株的核基因来自早花柠檬，经过组织培养得到的杂种植株是二倍体，**D 错误**。

5. **B** 【解析】植物细胞壁的主要成分是纤维素和果胶，故实验流程中可用纤维素酶和果胶酶处理愈伤组织，制备悬浮细胞（易错：胰蛋白酶是用于处理动物组织，使其分散成单个细胞的），**A 错误**；番茄红素是次生代谢物，次生代谢物一般在特定的组织或器官中，在一定的生长阶段产生，**B 正确**；细胞产物的工厂化生产主要是利用促进细胞增殖的培养条件，增加细胞数量，从而提高次生代谢物的总量，而不是提高单个细胞中次生代谢物的含量，**C 错误**；胡萝卜根外植体进行适当的消毒处理后，要用无菌水清洗 2~3 次，而不是蒸馏水，以防止杂菌污染，**D 错误**。

知识拓展 (1) 初生代谢物是生物体通过代谢活动产生的，对于自身生长和生存至关重要的物质，包括蛋白质、核酸、糖类、脂质等。初生代谢物的合成过程是持续进行的，且在不同种生物的细胞中，初级代谢物的种类基本相同。
(2) 次生代谢物是由次生代谢产生的，一般认为其不是生物基本的生命活动所必需的一类小分子有机化合物。其产生和分布通常具有种属、器官、组织以及生长发育时期的特异性。次生代谢物在植物抗病、抗虫等方面发挥作用，也是很多药物、香料和色素的重要来源。

6. **A** 【解析】传统细胞培养时，存在贴壁生长的细胞，需要贴附于某些基质表面才能生长增殖，但也有悬浮培养的细胞，不需要贴附于基质表面就能生长增殖，**A 正确**；用胰蛋白酶处理传统培养的贴壁细胞，是使细胞间的蛋白质分解，从而使细胞从瓶壁上脱离下来，而不是断裂胞间连丝（关键：胞间连丝是植物细胞间的结构，动物细胞不存在胞间连丝），**B 错误**；3D 细胞培养前需要对动物组织进行消毒处理，而不是灭菌，培养时需定期更换培养液，以清除代谢物并提供营养物质，**C 错误**；利用 3D 细胞培养技术研究干细胞分化过程时，由于 3D 培养更接近体内细胞实际生长环境，通常不需要像传统细胞培养那样进行分瓶处理，**D 错误**。