



小卷提速 · 满分

满分小卷 ▶ 1

1. **D** 【解析】本题考查原核生物特征。

幽门螺杆菌寄生于胃黏膜层,需从宿主处获取现成有机物,因此其代谢类型为异养型,**A 不符合题意**;幽门螺杆菌可将尿素分解为氨和二氧化碳,尿素分解需要脲酶催化,因此可推测幽门螺杆菌能分泌脲酶,**B 不符合题意**;幽门螺杆菌是胃癌的诱因之一,细胞癌变的根本原因是原癌基因或抑癌基因发生突变,因此幽门螺杆菌可作为致癌因素诱发基因突变,**C 不符合题意**;幽门螺杆菌是原核生物,细胞内有核糖体,可利用自身核糖体合成自身蛋白质,无细胞结构的病毒才会利用宿主细胞的核糖体合成自身蛋白质,**D 符合题意**。

2. **D** 【解析】本题考查从性遗传机制。

某种动物的毛色有黄色和白色,分别由基因 B、b 控制,在雌性中基因型为 BB、Bb 的个体表现为白色,纯合白毛雌性和纯合白毛雄性(bb)的杂交后代 F_1 表现为白毛雌性和黄毛雄性(基因型均为 Bb),因此推测亲本中雌性和雄性的基因型分别是 BB、bb,**A 正确**;控制毛色的基因是位于同源染色体上的一对等位基因,其遗传遵循基因的分离定律,**B 正确**;由题意可知,只有基因型为 BB、Bb 的雄性个体表现为黄色,其他均表现为白色,**C 正确**; F_1 雌雄个体(Bb)相互交配,后代表型及比例为黄毛(基因型为 BB、Bb 的雄性):白毛(基因型为 BB、Bb 的雌性,以及基因型为 bb 的雌性和雄性)=3:5,**D 错误**。

3. **C** 【解析】本题考查核酶的化学本质及作用。

由题图可知,核酶的化学本质是具有催化功能的 RNA,其基本单位是核糖核苷酸,**A 错误**;酶的作用机理是降低化学反应的活化能,不能为反应提供活化能,**B 错误**;核酶和底物的本质都是 RNA,由题图可知二者通过碱基互补配对形成双链区,进而形成酶—底物复合物,**C 正确**;由题图可知,底物被催化断裂为 RNA 片段,没有被彻底水解为核糖、磷酸和含氮碱基,**D 错误**。

4. **A** 【解析】本题考查种群密度。

占域率指目标物种占据或利用的调查区域的比例,红腹角雉在某区域的占域率增高可增大其对环境利用程度,有利于其种群繁衍,**A 正确**;分析题意可知,红腹角雉是国家二级保护动物,而标记重捕法可能对其造成伤害,故可用红外相机自动拍摄照片或视频进行种群密度及占域率的调查,**B 错误**;环境因素使群落在不同季节物种组成发生的变化属于群落的季节性变化,而非演替,**C 错误**;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、天敌等,故植物的嫩叶、果实以及昆虫的数量属于红腹角雉种群的密度制约因素,**D 错误**。

易错总结 密度制约因素和非密度制约因素辨析

	密度制约因素	非密度制约因素
作用	对种群数量的作用强度与该种群的密度相关	对种群数量的作用强度与该种群密度无关
实例	天敌、食物资源等	气候因素、自然灾害等



5. **C** 【解析】本题考查端粒酶修复端粒的机制。

细胞衰老后,其细胞核体积增大,细胞体积减小,**A 错误**;端粒酶能以自身 RNA 为模板合成端粒 DNA 的一条链,DNA 的基本单位是脱氧核苷酸,因此端粒酶能连接两个脱氧核苷酸之间的磷酸二酯键,**B 错误**;端粒酶的基本组成成分为 RNA 和蛋白质,核糖体和烟草花叶病毒的基本组成成分也是 RNA 和蛋白质,**C 正确**;在端粒 DNA 序列被“截”短后,端粒内侧正常基因的 DNA 序列可能会受到损伤,因此可能会影响正常基因的 DNA 序列,**D 错误**。

6. **B** 【解析】本题考查生态系统的磷循环。

细胞中碳元素的含量远远高于磷元素,且碳循环与光合作用、呼吸作用等相关,故在生物地球化学循环中,磷元素年周转量比碳元素少,**A 正确**;磷是构成生物体的必需元素,参与形成 ATP、核酸等物质,磷在生态系统中能通过分解者的分解作用回归环境,而非沿食物链逐级积累,因此磷作为营养元素不会聚集在顶级消费者体内,**B 错误**;深水型湖泊因水体过深,底泥中的 P 无法被风浪扰动进入上层水体而被生物重新利用,故减少外源 P 的输入是控制深水型湖泊富营养化的关键措施,**C 正确**;磷(P)是导致水体富营养化的重要元素之一,湖水中 P 会随生物遗体残骸、排泄物等沉入底泥,而当遇到风浪扰动时,浅水型湖泊底泥中的 P 会进入上层水体而被生物重新利用,深水型湖泊因水体过深,底泥中的 P 无法被风浪扰动进入上层水体,故相同条件下,浅水型湖泊比深水型湖泊更易发生富营养化,**D 正确**。

7. **A**

题目解读

分析题图,低蛋白饮食的小鼠睾丸细胞接收到信号后,G9a-ATF7 发生磷酸化,导致组蛋白甲基化程度减弱,促进相关基因的表达,产生异常精子;而正常饮食的小鼠,G9a-ATF7 不发生磷酸化,组蛋白甲基化程度高,抑制相关基因表达,产生正常精子。

【解析】本题考查基因表达调控。

表观遗传是指生物体基因的碱基序列保持不变,但基因表达和表型发生可遗传变化的现象,低蛋白饮食的小鼠产生精子的过程不能称为表观遗传,**A 错误**;G9a-ATF7 发生磷酸化导致组蛋白表观遗传修饰改变,不会影响 DNA 的碱基序列,**B 正确**;根据题目解读可知,相关基因组蛋白甲基化水平越高,表达水平越低,**C 正确**;结合题图可知,G9a-ATF7 的磷酸化会抑制组蛋白的甲基化,从而导致组蛋白表观遗传修饰水平下降,故 G9a-ATF7 磷酸化受阻会提高组蛋白表观遗传修饰水平,**D 正确**。

8. **C**

题目解读

T 细胞的活化也需要双信号,若其中一个信号识别受阻,则不能成功活化 T 细胞。

【解析】本题考查 T 细胞活化信号。

APC 吞噬的抗原经溶酶体处理后呈递到细胞表面,APC 暴露出抗原肽-MHC 复合物的过程与溶酶体有关,**A 正确**;T 细胞活化需要第一个信号(抗原肽-MHC 复合物与 TCR 结合)和第二个信号(CD28 与 CD80/CD86 结合)的作用,若阻断 CD28 与 CD80/CD86 的结合,T 细胞不能成功活化,故免疫应答会减弱,**B 正确**;T 细胞识别抗原的特异性受体是 TCR,CD28 识别的是 APC 表面的共刺激分子 CD80/CD86,**C 错误**;阿巴西普阻断了 T 细胞活化的第二个信号,抑制了 T 细胞的活化,使机体的特异性免疫应答降低,故阿巴西普可用于治疗类风湿关节炎等自身免疫病,**D 正确**。

9. **B** 【解析】本题考查基因突变。

题中 T 基因突变成 t 基因,没有产生多种等位基因,不能体现



基因突变的不定向性 (易错: 基因突变的不定向性表现为一个基因可以发生不同的突变, 产生一个以上的等位基因), **A 错误**; 携带 m 、 n 、 q 的为同一个基因 (t), 不考虑该基因其他突变, 携带 m 、 n 、 q 的基因的基因频率相同, **B 正确**; 终止密码子在 mRNA 上, 不在基因中, **C 错误**; 基因突变是生物进化的原材料, 即使突变对个体有害, 也能改变种群基因频率, 依然有利于生物进化, **D 错误**。

10. C

题目解读

据题干信息分析, 分别做了三组实验, 每组实验的右侧叶均施加一定量 ^{14}C 标记的氨基酸, 实验组 1 中左侧叶喷洒清水, 右侧叶未处理, 是对照组; 实验组 2 中左侧叶喷洒适宜浓度的细胞分裂素, 右侧叶未处理, 结果左侧叶放射性远高于右侧叶; 而实验组 3 中右侧叶喷洒适宜浓度的细胞分裂素, 左侧叶未处理, 结果左侧叶无放射性, 右侧叶放射性高, 说明细胞分裂素能调节营养物质在植物体内的运输。

【解析】 本题考查实验结果分析。

据题干信息可知, 实验组 1 左侧叶喷洒清水, 右侧叶未处理, 属于对照组, 而实验组 2 和 3 分别在左侧叶片和右侧叶片施用细胞分裂素, 细胞分裂素施用于哪侧叶片, 哪侧叶片的放射性就高于另一侧, 说明细胞分裂素能调节营养物质在植物体内的运输。而细胞分裂素可以促进细胞的分裂、调节植物代谢以延缓叶片衰老, 以及其主要作用部位等结论由该实验结果无法得出, **C 符合题意, A、B、D 不符合题意**。

11. C 【解析】 本题考查海草床生态系统碳循环。

海草属于自养型生物, 通过光合作用固定 CO_2 , 悬浮或者溶解的有机碳中的能量不能流入海草体内, **A 正确**; 通过海草转变为沉积物有机碳的两种途径是不同的, 一种通过光合作用, 另一种不通过光合作用, **B 正确**; 海草床退化→海草大量死亡, 光合作用产 O_2 减少, 好氧微生物减少, 沉积物中的有机碳暴露增多→厌氧微生物分解增强→碳排放增加, **C 错误**; 水体富营养化→藻类大量繁殖→藻类与海草竞争光照、无机盐等→海草生长受抑制→海草床碳存储能力下降, **D 正确**。

12. B 【解析】 本题考查排尿反射。

排尿反射的低级中枢位于脊髓骶段, 高级中枢在大脑皮层, **A 正确**; 膀胱逼尿肌是分布于膀胱壁的平滑肌, 主要受自主神经系统支配, 所以传出神经②属于内脏运动神经, **B 错误**; 若脊髓胸段折断, 脊髓骶段的排尿反射中枢仍完整, 所以初期排尿反射仍可完成, 但脊髓向大脑皮层的通路受损, 排尿不受意识控制, **C 正确**; 成年人可以通过大脑皮层有意识地控制排尿, 体现了高级中枢对低级中枢的分级调节, **D 正确**。

易错总结

自主神经系统是支配内脏、血管和腺体的传出神经, 分为交感神经和副交感神经, 支配四肢的是躯体运动神经。

13. B 【解析】 本题考查不产氧的光合作用。

由题图 1 可知, 绿色硫细菌可将光能转化为 NADPH 和 ATP 中的化学能, 用于暗反应, **A 正确**; 由题图 1 可知, ATP 合酶是一种跨膜蛋白, 能够利用 H^+ 浓度差推动 ATP 的合成, H^+ 浓度差形成的原因包括高能电子 (e^-) 提供能量进行 H^+ 的跨膜运输, 也包括 H_2S 分解产生 H^+ , 细胞质基质中 NADPH 合成消耗 H^+ , **B 错误**; 绿色硫细菌进行不产氧的光合作用, 也能产生 ATP 和 NADPH, 能为逆向 TCA 循环提供能量, **C 正确**; 绿色硫细菌为厌氧菌, 其光合作用的光解底物是 H_2S 而非 H_2O , 这避免了大量氧气的产生, 使其在氧气稀缺的环境中得以生存, **D 正确**。



14. B

题目解读

题图 1 展示 Whi5 蛋白相对含量随细胞周期的变化,题图 2 展示不同环境下 G_1 期结束时 Whi5 蛋白相对含量。关键信息: Whi5 蛋白在 G_1 期出现峰值, G_1 期结束时其含量降低,可促进细胞进入 S 期;不良环境下 Whi5 蛋白含量更高 $\rightarrow G_1$ 期延长 $\rightarrow$ 细胞周期延长。

【解析】本题考查细胞周期调控。

芽殖酵母为单细胞真核生物,有染色体结构,可进行有丝分裂, **A 正确**;在 M 期前,芽殖酵母要完成 DNA 的复制和相关蛋白质的合成,继而进入 M 期, **B 错误**;分析题图 1 可知, Whi5 蛋白的相对含量在 G_1 期出现峰值,随芽殖酵母的细胞分裂呈周期性变化, **C 正确**;进入细胞分裂间期的 G_1 期后, Whi5 蛋白相对含量逐渐升高, G_1 期结束后恢复到原来水平,由此推测 G_1 期结束时 Whi5 蛋白相对含量降低可促进细胞继续分裂,据题图 2 可知,当周围环境物质是 NaCl 或乙醇时, G_1 期结束时两组 Whi5 蛋白相对含量均高于葡萄糖组,故在缺少营养或不良环境中,芽殖酵母的细胞周期可能变长, **D 正确**。



15 s 速解

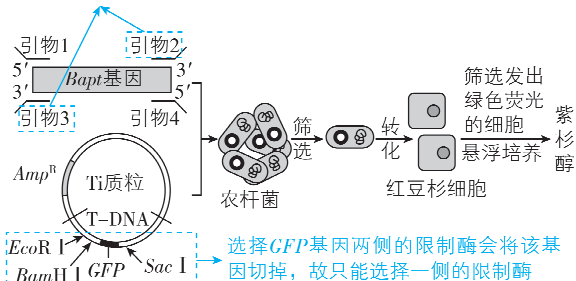
中国科学技术大学 王炯涵

G_2 期也合成少量 RNA 和蛋白质为分裂期做准备,所以芽殖酵母应该在 M 期前完成相关准备工作,可直接判断 B 错误。

15. D

题目解读

引物延伸的方向是 $5' \rightarrow 3'$, 故只能选择引物 2 和 3



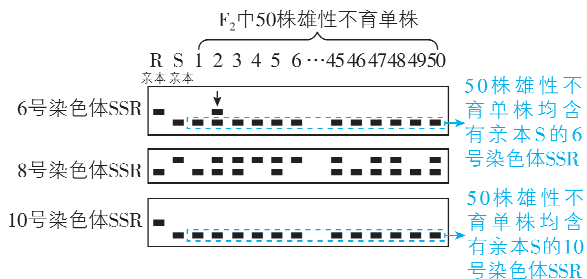
注: Amp^R 表示氨苄青霉素抗性基因, GFP 表示绿色荧光蛋白基因。

【解析】本题考查植物细胞培养及基因工程。

次生代谢物一般不是植物基本生命活动所必需的物质, **A 错误**;红豆杉细胞悬浮培养利用了细胞增殖的原理,未体现植物细胞的全能性, **B 错误**;DNA 聚合酶只能从引物的 $3'$ 端延伸子链,据题图可知,PCR 扩增 Bap1 基因时应选用引物 2 和 3,构建基因表达载体时,选用 EcoR I 和 Sac I 会导致 GFP 基因被切除,不利于后续筛选,故宜选 EcoR I 和 BamH I, **C 错误**;基因表达载体中含有 Amp^R ,在添加氨苄青霉素的培养基上,未导入质粒的农杆菌因不具有抗性而无法存活,导入质粒(包括重组质粒和空质粒)的农杆菌能够存活,从而可初步筛选出导入了重组质粒的农杆菌, **D 正确**。

16. D

题目解读





【解析】本题考查雄性不育遗传机制。

品系 S(雄性不育系)与可育品系 R 杂交, F_1 全为可育, 说明可育为显性性状; F_1 自交, F_2 中可育株: 雄性不育株 = 15:1, 是 9:3:3:1 的变式, 说明育性由两对等位基因控制, 其遗传遵循基因自由组合定律, 雄性不育性状为双隐性性状。假设这两对等位基因分别为 Y、y 和 T、t, 则 F_2 中可育株的基因型及概率为 $\frac{1}{15}YYTT$ 、 $\frac{2}{15}YyTT$ 、 $\frac{2}{15}YYTt$ 、 $\frac{4}{15}YyTt$ 、 $\frac{1}{15}YYtt$ 、 $\frac{2}{15}Yytt$ 、 $\frac{1}{15}yyTT$ 、 $\frac{2}{15}yyTt$ 。 F_2 中可育株自交, 后代中雄性不育

株(yytt)占 $\frac{4}{15} \times \frac{1}{16} + \frac{2}{15} \times \frac{1}{4} + \frac{2}{15} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$, **A 错误**。由题图可知, 实验所选 F_2 雄性不育单株的 6 号、10 号染色体的 SSR 扩增结果与 S 亲本(雄性不育系)的 6 号、10 号染色体的 SSR 扩增结果基本一致, 因此可判断品系 S 控制雄性不育性状的基因位于 6 号和 10 号染色体上, **B 错误**。题图中 R 亲本和 S 亲本的 8 号染色体 SSR 扩增结果各只有 1 条条带且不相同, F_1 应同时具有 S 亲本和 R 亲本的相关基因, 所以 F_1 植株的 SSR 扩增后 8 号染色体的电泳结果中有 2 条条带, **C 错误**。由题图可知, F_2 中 2 号雄性不育株 6 号染色体同时具有 R 亲本和 S 亲本的 SSR, 不考虑基因突变, 说明 F_1 在减数分裂产生配子的过程中, 6 号同源染色体的非姐妹染色单体之间发生了交换, 故 2 号雄性不育株 6 号染色体 SSR 扩增结果出现的原因是发生了基因重组, **D 正确**。

满分小卷 ▶ 2

1. **A** 【解析】本题考查水和无机盐。

农作物对水的吸收与对无机盐的吸收是两个相对独立的过程, **A 错误**; 植物细胞中的无机盐主要以离子的形式存在于液泡中, **B 正确**; 冬季植物体内的结合水相对含量升高, 以增强植物的抗寒能力, **C 正确**; 少数矿质元素以化合物的形式存在, 如 Mg 存在于叶绿素中, **D 正确**。

2. **B** 【解析】本题考查酶的特性。

由题干信息可知, 多酚氧化酶(PPO)在有氧条件下能催化酚类物质形成褐色的醌类物质, 因此低氧环境可抑制褐变发生, **A 错误**; 由题图 1 可知, 柠檬酸可以减弱 PPO 相对活性, 从而减少醌类物质的形成, 即可抑制褐变发生, **B 正确**; 结合题图 2 可知, pH 为 6 时吸光度最大, 而吸光度大小与醌类物质含量呈正相关, 说明 pH 为 6 时褐变最易发生, 不利于保存和运输生菜, **C 错误**; 结合题图 3 可知, 温度为 40℃ 时吸光度最大, 说明温度为 40℃ 时褐变最易发生, 不利于生菜的保存, **D 错误**。

要点归纳 曲线坐标图的解题思维模板

第一步: “识标明变量”——明确图中横坐标(自变量)和纵坐标(因变量)的含义。

第二步: “明点求突破”——明确曲线中起点、终点、顶点、拐点、交叉点、特殊条件下的交点等表示的生物学含义。

第三步: “析线理关系”——分析曲线走势, 明确因变量是怎样随自变量的变化而变化的。

第四步: “先分后合巧辨析”——针对多条曲线图, 可根据曲线上的标识, 逐条分析每条曲线, 然后再综合比较分析。

3. **C** 【解析】本题考查母性效应遗传。

F_1 均表现为左旋, 根据母性效应, 说明其母本(P 中 ♀) 的基因型是 dd; F_1 自交得到的 F_2 全为右旋, 说明 F_1 的基因型是 Dd(母本为 Dd 时子代全右旋), 因此 P 中父本必须只提供 D



基因,基因型为 DD, **A 正确**。F₁ 的基因型是 Dd, 自交后代基因型及比例为 DD : Dd : dd = 1 : 2 : 1, 共 3 种, **B 正确**。椎实螺单个饲养时自交, 子代表型由该单个饲养个体自身基因型决定, 若该个体基因型为 DD, 子代全右旋; 若该个体基因型为 Dd, 子代全右旋; 若该个体基因型为 dd, 子代全左旋, 故子代全右旋的 F₂ 个体基因型为 DD 或 Dd, **C 错误**。F₂ 中不同基因型的个体作为母本时, 对子代的影响不同, 母本基因型为 dd (占 $\frac{1}{4}$) 时, 子代全左旋; 母本基因型为 DD (占 $\frac{1}{4}$) 或 Dd (占 $\frac{2}{4}$) 时, 子代全右旋, 因此将 F₂ 所有个体进行群养, 即 F₂ 所有个体杂交时, 子代表型及比例约为左旋 : 右旋 = 1 : 3, **D 正确**。

易错总结

母性效应 ≠ 母系遗传 (通常为细胞质遗传): 母性效应是核基因控制的性状, 子代表型由母本基因型决定, 但基因的遗传仍遵循孟德尔遗传规律; 母系遗传通常涉及细胞质基因, 正、反交结果不同, 后代性状始终与母本一致。本题椎实螺螺壳旋转方向属于母性效应, 非母系遗传。

4. D 【解析】 本题考查 tRNA 的结构。

人工合成特定核酸分子需要按照其天然的核苷酸序列拼接, 因此测定全部核苷酸序列是其合成的前提, **A 正确**; RNA 的常规核苷酸组成包含 A、U、G、C 共 4 种碱基, 题干明确该 tRNA 由 11 种核苷酸构成, 核糖核苷酸的种类由碱基决定, 因此酵母 tRNA^{Ala} 中还有 7 种其他碱基, **B 正确**; “退火”是让互补的核酸单链按照碱基互补配对原则结合, 配对的碱基之间形成氢键, 进而形成一定的二级结构, **C 正确**; 酶具有专一性, DNA 连接酶能催化两个 DNA 片段之间形成磷酸二酯键, 无法催化 RNA 片段的连接, 因此合成 RNA 分子不需要 DNA 连接酶, **D 错误**。

**30 s 速解**

中国科学技术大学 王炯涵

概念辨析法: 酶的专一性决定 DNA 连接酶催化 DNA 片段间磷酸二酯键的形成, RNA 连接酶催化 RNA 片段间磷酸二酯键的形成。题干合成的是 RNA 分子 (tRNA), 却使用 DNA 连接酶, 属于酶与底物类型不匹配, 可直接判断 D 错误。

5. A 【解析】 本题考查植物残体的作用。

生态系统的生产者是指自养型生物, 主要为活的绿色植物, 可通过光合作用合成有机物。植物残体是死亡植物的遗留物, 不属于生产者, **A 错误**。物种丰富度是指群落中物种数目的多少, 不同种的植物残体存在差异, 因此植物残体的种类可间接体现物种丰富度, **B 正确**。分解者可分解动植物遗体残骸和动物粪便中的有机物获取能量, 植物残体中的有机物可作为分解者的物质和能量来源, **C 正确**。土壤小动物属于分解者类群, 可将植物残体的有机物分解为无机物归还到土壤中, 能提升土壤肥力、改善土壤结构, **D 正确**。

**15 s 速解**

复旦大学 吴添一

植物残体已死亡 → 丧失光合作用等能力 → 不能归入生产者, 可以直接判断 A 错误。



6. D

题目解读

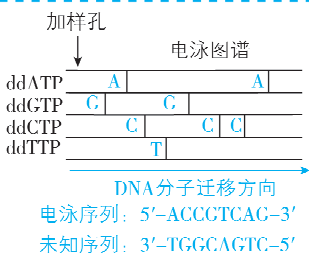
曲线甲 δ 先小于 1, 即原生质体当前体积小于初始体积, 说明发生质壁分离; 后 δ 接近 1, 即原生质体当前体积与初始体积相似, 说明发生了质壁分离复原。曲线乙的 δ 一直小于 1, 说明一直处于质壁分离状态。

【解析】 本题考查质壁分离与复原。

若乙实验 c 时滴加大量清水后原生质体大小仍无变化, 可能是细胞过度失水而死亡, **A 正确**; 植物细胞发生质壁分离的内因包括原生质层的伸缩性大于细胞壁, 原生质层相当于半透膜, **B 正确**; 若细胞加入溶液后不再做任何操作, 甲实验所用的溶液可以使细胞发生质壁分离自动复原, 则可能是乙二醇溶液, **C 正确**; 一般观察质壁分离实验所用的材料为有大液泡的活的植物细胞, 洋葱根尖分生区细胞无大液泡, 不适合作为实验材料, **D 错误**。

7. D

题目解读



【解析】 本题考查 DNA 测序原理。

在 PCR 反应体系中, dNTP (ddNTP 可取代相应的 dNTP) 本身含有特殊的化学键, 能为 DNA 合成提供能量, 所以可不加入 ATP 供能, 同时, Mg^{2+} 可激活 DNA 聚合酶的活性, **A 正确**; 根据双脱氧核苷酸测序法的原理, 4 组反应体系中除了加入 dNTP 作为合成 DNA 的原料外, 还应分别加入某一种双脱氧核苷三磷酸 (ddNTP), 以终止 DNA 子链的延伸, 从而得到不同长度的 DNA 片段, **B 正确**; 观察电泳图谱可知, 待测 DNA 序列中含有 3 个 C (胞嘧啶), 加入 ddCTP 的反应体系中, DNA 子链延伸过程中在这 3 个 C 处都有可能掺入 ddCTP 从而终止延伸, 也可能未掺入 ddCTP, 未终止延伸, 所以最多可获得 4 条长短不同的子链, **C 正确**; 根据题目解读可知, **D 错误**。

8. C

【解析】 本题考查红绿色盲。

道尔顿症是伴 X 染色体隐性遗传病, 男性患者的致病基因来自母亲, 母亲可能为表型正常的携带者; 男性患者将致病基因传给女儿时, 若配偶正常, 女儿可为表型正常的携带者, 因此男性患者的母亲和女儿不一定都患病, **A 错误**。道尔顿症的相关基因位于 X 染色体的非同源区段上, Y 染色体上不存在其等位基因, 因此男性患者体细胞中该基因不是成对存在的, **B 错误**。假设相关基因用 B/b 表示, 该携带者为女性, 基因型可表示为 $X^B X^b$, 题图中②为减数第一次分裂后期, 此时细胞中发生的是同源染色体的分离, 两条 X 染色体上的等位基因 B、b 会随之分离, **C 正确**。假设控制白化病的基因用 A/a 表示, 表型正常的夫妇生出同时患白化病 (常染色体隐性遗传病) 和道尔顿症的孩子, 孩子基因型可表示为 $aaX^b Y$, 可推知丈夫基因型为 $AaX^B Y$, 妻子基因型为 $AaX^B X^b$, 他们再

生一个孩子,患白化病的概率为 $\frac{1}{4}$,不患白化病的概率为 $\frac{3}{4}$;患道尔顿症的概率为 $\frac{1}{4}$ (仅男孩可能患病),不患道尔顿症的概率为 $\frac{3}{4}$,故孩子只患一种病的概率为 $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} + \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$,D 错误。

9. B

题目解读

据题图分析,当血糖浓度上升时,葡萄糖感受器接受刺激产生兴奋,通过下丘脑中的血糖调节中枢,最终由传出神经末梢释放神经递质,与胰岛 B 细胞膜上相应的受体结合,引起胰岛素分泌增多,另外葡萄糖可直接与胰岛 B 细胞膜上相应的受体结合。

【解析】本题考查血糖调节。

正常情况下,人体空腹血糖的含量是动态平衡的,应稳定在 $3.9 \sim 6.1 \text{ mmol/L}$,A 错误;题图中③胰岛素与 IR 结合后,可促进葡萄糖转运蛋白转运到细胞膜上,增加了细胞膜上葡萄糖转运蛋白的数量,B 正确;由题图可知,当血糖浓度升高时,胰岛 B 细胞接受的刺激有葡萄糖、神经细胞释放的神经递质①、胰岛 A 细胞分泌的胰高血糖素②,使胰岛素分泌增加,C 错误;若胰高血糖素②与肝细胞膜上的相应受体的结合发生障碍,则不能升高血糖,可能不会引发糖尿病,D 错误。

10. B 【解析】本题考查除草剂对光合作用的抑制效果。

题表中测得的是离体叶绿体的放氧速率,仅能反映光反应的放氧情况,杂草的整体光合速率还受暗反应、细胞呼吸等因素影响,无法对比判断两种杂草的光合速率,A 错误;相同除草剂浓度下,甲组放氧速率下降幅度大于乙组,除草剂浓度为 20% 时甲组放氧速率已降至 0,乙组仍有较高放氧速率,说明除草剂对甲组杂草叶绿体功能的抑制作用更强,B 正确;悬浮液中蔗糖的作用是维持渗透压,保持叶绿体的正常形态,光反应的能量来自光能,蔗糖不能为光反应供能,C 错误;除草剂浓度为 20% 时,甲组放氧速率为 0,说明此时光反应停止,无法产生电子,指示剂 D 仍为氧化态的蓝色,不会变为无色,D 错误。

11. D 【解析】本题考查褪黑素合成的调节通路。

光信号调节褪黑素分泌的反射弧中,视网膜是感受光刺激的感受器,松果体属于分泌褪黑素的效应器,A 正确;褪黑素是激素,可通过体液运输作用于 SCN(下丘脑视交叉上核),从题图 1 中能看出,褪黑素会反过来抑制 SCN 的相关活动,属于负反馈调节,B 正确;从题图 2 可知,相同强度光照下,绿光照射组的酶 H(褪黑素合成关键酶)含量远低于红光照射组,说明绿光会抑制褪黑素合成,因此人长期处于绿光环境中,褪黑素合成减少,容易失眠,C 正确;夜晚手机或电脑屏幕的光线主要是蓝光,会抑制松果体分泌褪黑素,进而影响人睡眠,D 错误。



12. D

题目解读

根据棋盘法列出甲、乙、丙三个个体的配子类型及比例：

(1) 个体甲

	$\frac{1}{2}Y$	$\frac{1}{2}y$
$\frac{1}{4}R$	$\frac{1}{8}YR$	$\frac{1}{8}yR$
$\frac{1}{4}Rr$	$\frac{1}{8}YRr$	$\frac{1}{8}yRr$
$\frac{1}{4}rr$	$\frac{1}{8}Yrr$	$\frac{1}{8}yrr$
$\frac{1}{4}r$	$\frac{1}{8}Yr$	$\frac{1}{8}yr$

(2) 个体乙

	$\frac{1}{2}Y$	$\frac{1}{2}y$
$\frac{1}{6}R$	$\frac{1}{12}YR$	$\frac{1}{12}yR$
$\frac{1}{3}Rr$	$\frac{1}{6}YRr$	$\frac{1}{6}yRr$
$\frac{1}{6}rr$	$\frac{1}{12}Yrr$	$\frac{1}{12}yrr$
$\frac{1}{3}r$	$\frac{1}{6}Yr$	$\frac{1}{6}yr$

(3) 个体丙

	$\frac{1}{2}Y$	$\frac{1}{2}y$
$\frac{1}{2}R$	$\frac{1}{4}YR$	$\frac{1}{4}yR$
$\frac{1}{2}rr$	$\frac{1}{4}Yrr$	$\frac{1}{4}yrr$

【解析】本题考查基因互作。

由题可知，个体中 r 基因与 R 基因数量比大于 $1:1$ 时， R 基因的表达受抑制，题图 2 表示基因型为 $YyRr$ 的植株的突变体可能的染色体组成类型，其他染色体与基因均正常，因此甲、乙、丙三种突变体 Y 基因表达正常， R 基因由于数量少于 r 基因而表达受抑制，结合题图 1 可知，三种突变体均为黄色，**A 正确**；甲与橙红色纯合子 ($YYRR$) 杂交，结合题目解读可知，后代表现为黄色个体的基因型为 $YYRrr$ 、 $YyRrr$ ，

占比为 $\frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4}$ ，其余基因型个体表现为橙红色，占比为

$1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ ，因此后代表型及比例为黄色：橙红色 = $1:3$ ，**B**

正确；乙与橙红色纯合子 ($YYRR$) 杂交，结合题目解读可知，后代表现为黄色个体的基因型为 $YYRrr$ 、 $YyRrr$ ，占比为

$\frac{1}{12} + \frac{1}{12} = \frac{1}{6}$ ，其余基因型个体表现为橙红色，占比为 $1 - \frac{1}{6} =$

$\frac{5}{6}$ ，因此后代表型及比例为黄色：橙红色 = $1:5$ ，**C 正确**；

丙产生的配子类型及概率为 $\frac{1}{4}YR$ 、 $\frac{1}{4}yR$ 、 $\frac{1}{4}Yrr$ 、 $\frac{1}{4}yrr$ ，其

与乙杂交，仅考虑 Y 、 y 基因，后代基因型及概率为 $\frac{3}{4}Y_{-}$ 、

$\frac{1}{4}yy$ ，仅考虑 R 、 r 基因，后代基因型及概率为 $\frac{1}{12}RR$ 、 $\frac{2}{12}Rr$ 、

$\frac{2}{12}RRr$ 、 $\frac{2}{12}Rrr$ 、 $\frac{2}{12}Rrrr$ 、 $\frac{2}{12}rrr$ 、 $\frac{1}{12}rrrr$ ，后代橙红色个体的占



比为 $\frac{3}{4} \times \left(\frac{1}{12} + \frac{2}{12} + \frac{2}{12} \right) = \frac{15}{48}$, 橙红色纯合子的占比为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{48}$, 即在乙与丙杂交后代的橙红色个体中纯合子占 $\frac{1}{15}$, 则杂合子的占比为 $\frac{14}{15}$, **D 错误**。

13. C 【解析】本题考查过敏反应机制。

IgE 属于抗体, 抗体由浆细胞分泌, 而浆细胞由 B 细胞增殖分化而来, 因此产生 IgE 的过程需要 B 细胞参与, **A 正确**; 过敏反应的发生机理是相同过敏原再次进入机体时, 会与吸附在肥大细胞等细胞表面的 IgE 结合, 使细胞释放组胺等物质从而引发过敏症状, **B 正确**; 本实验仅检测了血清中 IgE (体液免疫的产物) 的水平, 未检测细胞免疫相关指标 (如细胞毒性 T 细胞活性等), 无法判断疫苗是否激发了细胞免疫, **C 错误**; 由题表数据可知, 两种疫苗联合免疫组的过敏鼠血清 IgE 水平接近正常鼠, 远低于单独注射一种疫苗或缓冲液的过敏鼠, 而 IgE 是过敏反应相关抗体, 说明联合免疫抑制了尘螨诱发的过敏反应, **D 正确**。

14. D

题目解读

本题通过荧光标记抗体的竞争结合实验判断两种单抗的结合位点是否相同。关键信息: 带*为荧光标记抗体; 有多种抗体加入时, 按表格从左向右依次加入。解题核心: 若两种抗体结合位点相同, 先加的抗体会竞争性阻碍后加的抗体与抗原的结合, 若不同则互不影响。

【解析】 本题考查单克隆抗体。

单抗是一种抗体, 一种抗体只能结合抗原的特定部位, 具有特异性, **A 正确**。一种杂交瘤细胞分泌一种抗体, 单抗 1 和单抗 2 是特异性不同的两种单抗, 因此由不同的杂交瘤细胞产生, **B 正确**。乙组仅加入荧光标记的单抗 2*, 荧光强度为 N , 丙组先加入足量未标记的单抗 1, 再加入单抗 2*, 荧光强度为 P , 若 P 显著小于 N , 说明单抗 1 已经占据了结合位点, 导致单抗 2* 无法结合, 荧光强度降低, 证明二者结合位点相同, **C 正确**。若单抗 1 与单抗 2 结合位点不同, 二者不存在竞争, 丁组先加的单抗 1* 仅结合自身位点, 后加入的单抗 2 没有荧光标记, Q 接近甲组的 M , 戊组两种荧光标记抗体均可结合各自位点, 理论上 $R = M + N$, 即 R 大于 Q ; 故若 Q 约等于 R , 则说明单抗 1 与单抗 2 结合位点相同, **D 错误**。



1 min 速解

复旦大学 吴添一

假设验证法: 假设两种单抗结合位点不同 $\rightarrow$ 丁组单抗 1* 和单抗 2 各占其位、互不干扰 $\rightarrow Q \approx M$; 戊组两种荧光标记抗体各占其位 $\rightarrow R \approx M + N \rightarrow Q \neq R$ 。但题干给出 $Q \approx R$, 与“结合位点不同”矛盾 $\rightarrow$ 结合位点应相同, 可以直接判断 **D 错误**。

15. D 【解析】本题考查种群零增长等斜线模型。

在捕食者—猎物模型中, $m \rightarrow s$ 的变化表示捕食者相对密度 (P) 的变化导致猎物相对密度 (N) 的变化, 即捕食者数量变化在先, 猎物数量随之改变, 因此 P 为因、 N 为果; $n \rightarrow s$ 的变化表示猎物相对密度 (N) 的变化导致捕食者相对密度 (P) 的变化, 因此 N 为因、 P 为果, **A 正确**。当猎物的相对密度低于 q 时, 猎物的数量不足以维持捕食者的生存, **B 正确**。由题图可知, s 点是捕食者与猎物零增长等斜线的交点, 表



示捕食者数量和猎物数量处于动态平衡状态，**C 正确**。若猎物赖以生存的食物减少，猎物种群数量增长的能力下降，其零增长等斜线应整体向左下方移动，即能维持种群平衡的猎物相对密度和捕食者相对密度均会降低，而非向右上方移动，**D 错误**。

16. D 【解析】本题考查微生物竞争实验。

本实验需对活菌进行计数，对活菌进行计数应使用稀释涂布平板法（常考：先将菌体进行梯度稀释，再涂布到培养基的表面，待菌落数稳定时进行计数），不能用显微镜直接计数的原因是显微镜直接计数不能区分死细菌和活细菌，并且对细菌进行显微镜直接计数应使用细菌计数板，**A 错误**。由甲组、乙组可知，野生型细菌 X 在与 *tcel-tcil* 双突变体的竞争中占优势，由甲组、丙组可知，野生型细菌 X 在与 *tcel* 突变体的竞争中不占优势，**B 错误**。若 *tcel* 蛋白和 *tcil* 蛋白均为分泌蛋白，则两种蛋白质均可通过滤膜作用于其他细菌，那么乙组结果应与甲组结果区别不大，**C 错误**。*tcel* 蛋白是一种有毒性的分泌蛋白，若 *tcil* 蛋白的作用是中和 *tcel* 蛋白的毒性，乙组中野生型可产生 *tcel* 蛋白作用于 *tcel-tcil* 双突变体，后者无法产生 *tcil* 蛋白中和 *tcel* 蛋白的毒性，使野生型在竞争中占据优势；而在丙组中，野生型可产生 *tcel* 蛋白作用于 *tcel* 突变体，后者可以产生 *tcil* 蛋白中和 *tcel* 蛋白的毒性，使野生型的生长不占优势，符合实验结果，由此推测，*tcil* 蛋白能够中和 *tcel* 蛋白的毒性，**D 正确**。

满分小卷 ▶ 3

1. D 【解析】本题考查物质鉴定实验。

脂肪可被苏丹Ⅲ染液染成橘黄色，染色后需用体积分数为 50% 的酒精洗去浮色，再用显微镜观察，可以观察到细胞内含有橘黄色颗粒，**A 正确**；蛋白质与双缩脲试剂发生作用，产生紫色反应，使用双缩脲试剂时需先加 A 液（质量浓度为 0.1 g/mL 的 NaOH 溶液）1 mL 创造碱性环境，摇匀后再加 B 液（质量浓度为 0.01 g/mL 的 CuSO_4 溶液）4 滴，**B 正确**；还原糖与斐林试剂在 50~65℃ 水浴加热条件下反应，生成砖红色沉淀，**C 正确**；酸性重铬酸钾溶液与酒精反应，颜色应由橙色变为灰绿色，**D 错误**。

要点归纳 酒精的作用

- (1) 检测生物组织中的脂肪：体积分数为 50% 的酒精溶液，用于染色后洗去浮色。
- (2) 绿叶中色素的提取和分离：无水乙醇，用于溶解和提取色素。
- (3) 观察植物细胞的有丝分裂：体积分数为 95% 的酒精溶液，用于配制解离液。
- (4) 低温诱导染色体加倍：体积分数为 95% 的酒精溶液，用于配制解离液和细胞固定后冲洗卡诺氏液。
- (5) DNA 的粗提取与鉴定：体积分数为 95% 的预冷酒精溶液，用于析出 DNA。

2. C 【解析】本题考查昼夜温差与产量。

正常情况下番茄主要进行有氧呼吸，丙酮酸会进入线粒体彻底氧化分解，而非转化为酒精，丙酮酸转化成酒精仅在缺氧条件下发生，题干未提及缺氧环境，**A 错误**；昼夜温差增大时，白天光合作用合成的有机物会通过韧皮部更多地转运至果实，减少叶肉细胞中淀粉的积累，从而避免对光合作用的



反馈抑制, **B 错误**; 夜间低温会降低与有氧呼吸有关酶的活性, 减少有机物消耗, 同时低温可能会增强细胞中蔗糖转运蛋白基因的表达, 从而促进光合产物向果实运输, **C 正确**; 白天高温可能导致部分气孔关闭(减少 CO_2 吸收), 而参与 CO_2 固定的酶活性升高虽有利于暗反应的进行, 但 CO_2 供应不足会成为限制暗反应速率的因素, 因此实际 CO_2 的固定速率可能下降, **D 错误**。

3. C

题目解读

R 的长度代表有效资源范围, 群落中每个物种利用 R 的一部分。当物种丰富度降低(物种减少)时, 每个物种分得的资源范围增大, 即平均生态位值增大。题图 a→题图 b 展示了物种减少导致平均生态位变大的过程。

【解析】 本题考查生态位与物种丰富度。

陆地群落可分为荒漠、草原和森林等类型, 决定群落性质的最重要的因素是物种组成, 而不是物种丰富度, **A 错误**; 荒漠生物群落与草原生物群落相比, 物种丰富度较低, 若二者的 R 相同, 草原生物群落的物种平均生态位值较小, **B 错误**; 在森林群落中, 清扫林下枯落物会让一部分植物的种子无法生根发芽, 会使群落物种丰富度降低, 导致物种平均生态位值增大, **C 正确**; 某群落 R 的大小与当地土壤、水分、温度等环境资源条件有关, 但物种平均生态位值不仅与 R 有关, 还与物种丰富度有关, **D 错误**。

4. C 【解析】 本题考查内环境稳态失调。

反射的发生需要完整的反射弧, 导致呼吸中枢兴奋的反应并未经过完整的反射弧, 不是反射, **A 错误**; 在肺泡处, CO_2 从血浆通过组织液扩散至肺泡细胞内, 最终排出体外, 正确方向为血浆→组织液→肺泡细胞内, **B 错误**; 患者因血液中 CO_2 分压上升导致内环境 pH 下降, 增强呼吸运动可帮助机体排出 CO_2 , 以缓解症状, **C 正确**; 副交感神经兴奋时心率减慢、支气管收缩, 交感神经兴奋时心率加快、支气管扩张, 缓解呼吸性酸中毒需要促进气体交换, 应由交感神经主导, 而非副交感神经, **D 错误**。

5. D 【解析】 本题考查影响种群密度的因素。

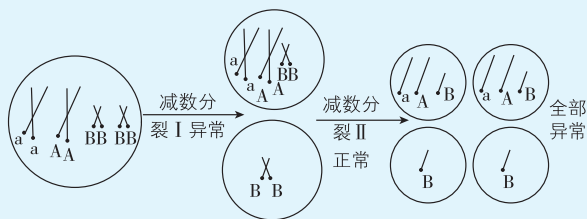
用血细胞计数板统计细胞数时, 压在计数室边线上的细胞应遵循“计上不计下, 计左不计右”的计数原则, **A 错误**; 要比较甲、乙对高浓度 CO_2 的适应性, 应对比两者在 p_2 条件下的 K 值大小, 即 p_2 条件下, 乙种群的 K 值明显大于甲种群的, 说明乙对高浓度 CO_2 的适应性更强, **B 错误**; CO_2 浓度变化会影响藻类等自养生物的生长速率等, 这种影响与藻类的种群密度无关, 即 CO_2 属于影响种群密度的非密度制约因素, **C 错误**; 即使养分充足, 藻类在单独培养时仍可能因空间、光照或代谢产物积累等导致种内竞争加剧, 最终种群数量会呈现“S”形增长, **D 正确**。

6. A 【解析】 本题考查染色体变异。

若题图甲个体产生了一个基因型为 AaB 的精细胞, 则原因是减数分裂 I 时同源染色体(AA 和 aa 所在染色体)未分离, 同时产生的另外三个精细胞的基因型分别是 AaB 、 b 、 b , **A 错误**; 题图乙个体经过减数分裂产生的配子种类及比例为 $\text{b} : \text{B} : \text{ab} : \text{aB} = 1 : 1 : 1 : 1$, **B 正确**; 题图丙所示细胞是三倍体, 含两个染色体组, 只是其中某形态的染色体多了一条, 其余染色体的形态均为两两相同, **C 正确**; 题图丁所示细胞为三倍体, 三倍体是指含三个染色体组的细胞或个体, 一般由受精卵发育而来, 体细胞中每种形态的染色体均有三条, **D 正确**。

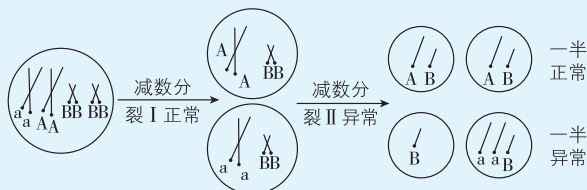
**易错总结 减数分裂异常情况分析(以雄性动物为例)**

(1) 如果只有减数分裂 I 异常,则所形成的配子全部不正常(不考虑染色体互换、基因突变)。如图所示:



从基因型的角度分析,若减数分裂 I 异常,则染色体数目增多的配子内会存在等位或相同基因。

(2) 如果只有减数分裂 II 一个次级精母细胞分裂异常,则所形成的配子有的正常,有的不正常(不考虑染色体互换、基因突变)。如图所示:



从基因型的角度分析,若减数分裂 II 异常,则染色体数目增多的配子内会存在相同基因。

7. B 【解析】 本题考查灭菌和消毒方法。

果酒发酵的发酵液为缺氧、酸性环境,多数杂菌无法适应该环境,酵母菌可在此条件下繁殖成为优势菌种,从而抑制杂菌生长,**A 正确**;制作泡菜时用开水烫洗容器属于消毒操作,仅能杀死容器表面大部分微生物(常考:消毒无法杀灭所有芽孢和孢子,灭菌的要求是杀死物体内外所有微生物,包括芽孢和孢子),**B 错误**;用巴氏消毒法处理牛奶,既能杀死大部分微生物,又能避免破坏牛奶中的热敏性营养成分,**C 正确**;培养基一般采用高压蒸汽灭菌法灭菌,灭菌后的培养基温度较高,需冷却至适宜温度后再倒平板或接种,避免高温杀死待接种的菌种,**D 正确**。

8. D 【解析】 本题考查发酵条件控制。

传统发酵利用原料或环境中的天然微生物,产品中代谢产物种类更丰富,更有利于富集风味物质和功能性代谢产物,**A 正确**;蒸粮使原料中的淀粉受热糊化,结构变得松散,更容易被酒曲中微生物产生的酶分解,即便于微生物利用和发酵,**B 正确**;由题图可知,发酵温度高于 32°C 后,酒精度和总黄酮含量均下降,推测过高温度会抑制微生物体内酶的活性,影响微生物生长繁殖,同时高温可能导致黄酮类化合物降解,使含量降低,**C 正确**;荞麦黄芪酒的生产过程包括糖化、酒精发酵等不同阶段,不同阶段微生物代谢的最适温度存在差异,不能始终将温度控制在 32°C 左右,**D 错误**。

9. A 【解析】 本题考查农杆菌转化法和 PCR。

由于两条模板链中不含引物,则扩增 *AtGA2ox8* 基因时,循环 n 次共得到 2^{n+1} 条 DNA 单链,需要消耗引物 $(2^{n+1}-2)$ 个,**A 错误**;若 *AtGA2ox8* 基因的序列已知,还可通过人工合成的方法获取该基因,**B 正确**;利用农杆菌转化法培育转基因拟南芥的过程中至少要进行两次筛选,第一次是筛选出含重组质粒的农杆菌,第二次是筛选出含目的基因的拟南芥植株,**C 正确**;分子水平检测目的基因,包括通过 PCR 等技术检测受体细胞的染色体 DNA 上是否插入了目的基因以及检测目的基因是否转录出了 mRNA,从转基因品种中提取蛋白质,用相应的抗体进行抗原—抗体杂交,检测目的基因是否翻译出相应的蛋白质等,**D 正确**。

**要点归纳** PCR 扩增过程中引物的计算**(1) 总引物数量**

经过 n 次循环后,所需引物总数为 $(2^{n+1}-2)$ 个。

原理:每轮循环新合成的 DNA 链均需从引物开始延伸, n 轮循环后,总单链数为 2^{n+1} ,扣除初始模板链(不含引物)数,即得所需引物数。

(2) 单种引物数量

每种引物的数量为 $(2^{n+1}-2) \div 2 = 2^n - 1$ (个)。

原理:两种引物数量相等,总引物数除以 2 即得所需单种引物数量。

10. C**题目解读**

T 细胞表面的 PD-1 与肿瘤细胞表面的 PD-L1 结合后,会抑制 T 细胞的活化和功能,这一识别作用将使肿瘤细胞逃脱免疫监视。

【解析】 本题考查抗肿瘤的免疫机制。

1 型树突状细胞(cDC1)能摄取、处理和呈递抗原,IFN- γ 由 T 细胞分泌,从题图甲中可以看出 IFN- γ 作用于 cDC1,所以其作用可能是促进 cDC1 摄取、处理和呈递抗原,但 cDC1 摄取抗原不具有特异性,**A 错误**。由题图甲可知,该 T 细胞能分泌细胞因子 IFN- γ 作用于 cDC1(1 型树突状细胞),所以题图甲中的 T 细胞最可能是辅助性 T 细胞,而不是细胞毒性 T 细胞,**B 错误**。抗体 BiCE 一边与 T 细胞表面的 PD-1 结合,另一边与 cDC1 表面标记物 CLEC9A 结合,这样可以使 cDC1 和 T 细胞更好地联系,同时阻止肿瘤细胞的 PD-L1 与 T 细胞的 PD-1 结合,从而解除对 T 细胞的抑制,增强细胞毒性 T 细胞对肿瘤细胞的攻击,**C 正确**。免疫监视是指机体识别和清除突变的细胞,防止肿瘤发生的功能;免疫自稳是指机体清除衰老或损伤的细胞,进行自身调节,维持内环境稳态的功能。题述机制主要是识别和清除肿瘤细胞,主要体现了免疫系统的免疫监视功能,未体现免疫自稳功能,**D 错误**。

11. B 【解析】 本题考查基因缺失造成的贫血。

依题意,重度贫血患者缺失 4 个 A 基因,属于染色体结构变异,**A 正确**;由题图 1 可知,正常情况下一条 16 号染色体上含有 2 个 A 基因,人的两条 16 号染色体上可能含有 4 个 A 基因,在有丝分裂后期 A 基因数量可达到 8 个,**B 错误**;依据题图 2 可知,1 号个体为中度贫血,缺失三个 A 基因,基因型记为 AA^-/A^-A^- (A^- 表示缺失 A 基因),可以产生 AA^- 、 A^-A^- 两种配子,其与 2 号个体婚配生育的 3、4 号个体正常,则 3、4 号个体缺失的 A 基因的数量可能为 1 个、2 个,由于 6 号个体为重度贫血,说明 4 号个体能产生缺失 2 个 A 基因的配子,则 2 号个体的基因型可能为 AA/A^-A^- 、 AA/AA^- 、 AA/AA ,即 2 号个体缺失 A 基因的数量可能是 0 个、1 个或 2 个,**C 正确**;6 号个体重度贫血,基因型为 A^-A^-/A^-A^- ,说明 4 号和 5 号个体的基因型均为 AA/A^-A^- ,他们均产生 AA 、 A^-A^- 两种比例相等的配子,所以若 4 号和 5 号再生育孩子,患 α 地贫的概率是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$,**D 正确**。

12. D 【解析】 本题考查兴奋的传递。

左手运动启动时右脑运动皮层神经元去同步放电(常考:大脑皮层相应区域对躯体的控制呈上下颠倒、左右交叉的状态),突触前膜通过胞吐方式释放神经递质,胞吐过程体现了生物膜的流动性,**A 正确**;人工智能算法可识别特定脑区的“ μ 节律抑制”现象,说明静息和运动状态下同一脑区神经元活动状态存在差异,也证明大脑皮层不同区域的兴奋程度有区别,**B 正确**;乙酰胆碱酯酶的作用是分解突触间隙



的乙酰胆碱,若其活性降低,兴奋性神经递质乙酰胆碱无法及时被降解,会持续作用于突触后膜使其持续兴奋,会干扰脑机接口对正常信号的识别准确性,**C 正确**;神经元之间的兴奋传递是单向的,因为神经递质只能由突触前膜释放,作用于突触后膜,不存在双向传递的特点,**D 错误**。

易错总结

神经调节中兴奋传导与传递的方向性:①神经纤维上兴奋传导是双向的(离体条件下);②突触间兴奋传递是单向的(突触前膜→突触后膜),因为神经递质只能由突触前膜释放,作用于突触后膜。在生物体内,反射弧中兴奋只能单向传递。

13. C 【解析】本题考查开花时间遗传。

由题图机制可知,G 转录出的小片段 RNA 直接结合 T 基因特定位点发挥抑制作用,并未进行翻译过程,**A 错误**;若自然群体中 GG 基因型个体数量较多,GG 与其他个体交配的后代均为 G_{-} (雌花先开型),会导致雌花先开型在群体中占比远高于 $\frac{1}{2}$,与题意不符,**B 错误**;若雌花先开型植株基因型多为 Gg,Gg 与 gg(雄花先开型)杂交,后代基因型及比例为 $Gg:gg=1:1$,符合自然群体中两种表型比例约为 1:1 的现象,**C 正确**;雌雄花异时开放可促进异株异花传粉,增加后代基因型多样性,有利于维持遗传多样性,**D 错误**。

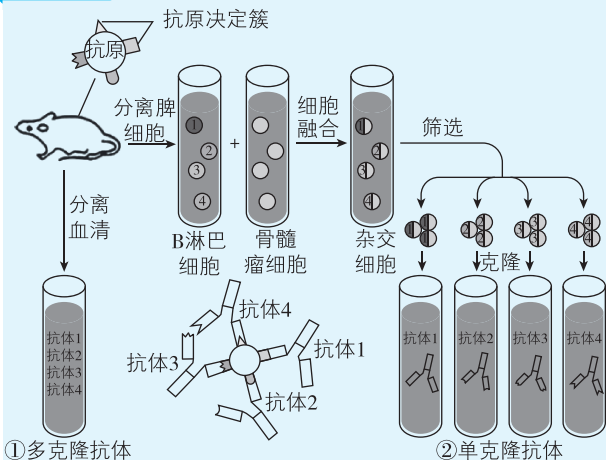
**30 s 速解**

中国科学技术大学 王炯涵

根据题干信息,自然群体中雌花先开型:雄花先开型 $\approx 1:1 \rightarrow$ 相当于测交后代基因型比例(1:1) $\rightarrow$ 雌花先开型基因型多为 Gg,可判断 C 正确。

14. B 【解析】本题考查单克隆抗体制备。

胃蛋白酶的适宜 pH 约为 1.5,多数动物细胞培养的适宜 pH 为 7.2~7.4,所以不能用胃蛋白酶处理使贴壁生长的骨髓瘤细胞分散开,**A 错误**;由题意可知,由于蛋白 S 含有多个不同的抗原决定基,每一个抗原决定基能够刺激机体产生一种抗体,所以单克隆抗体 A 和单克隆抗体 B 都能够特异性识别 S 蛋白,**B 正确**;细胞融合后,第一次筛选需用特定的选择性培养基进行筛选,在该培养基上,未融合的亲本细胞和融合的具有同种核的细胞都会死亡,只有融合的杂种细胞才能生长,**C 错误**;抗体由浆细胞分泌,其化学本质为蛋白质,**D 错误**。

知识拓展**单抗和多抗的区分**



15. D

题目解读

题图甲：葡萄糖含量多时，调节基因表达出阻遏蛋白，阻遏蛋白与操纵基因结合，阻碍结构基因表达；
 题图乙：葡萄糖含量较少，乳糖含量较多时，调节基因表达出的阻遏蛋白与乳糖结合，RNA 聚合酶与启动子结合并催化下游结构基因的表达，表达出乳糖代谢所需酶，可以分解乳糖。

【解析】本题考查乳糖操纵子。

分析题图可知，不论是葡萄糖含量充足时，还是乳糖含量比较多时，调节基因 R 都会转录出 mRNA，进而翻译出蛋白质，**A 错误**；操纵基因 O 是一段不编码蛋白质的特殊 DNA 序列，本身不能转录成 mRNA，且调节基因通过表达出的蛋白质抑制其功能，**B 错误**；根据题图无法得知乳糖可以与 RNA 聚合酶结合，**C 错误**；当大肠杆菌中葡萄糖含量比较少，乳糖含量比较多时，乳糖会与阻遏蛋白结合使其空间结构发生改变而不能与操纵基因结合，结构基因表达会合成乳糖代谢所需酶，可以催化乳糖分解，乳糖被分解后又导致结构基因不表达，故大肠杆菌对乳糖代谢的调节过程是一种负反馈调节，**D 正确**。

知识拓展

乳糖操纵子是原核生物基因表达调控的经典模型。除乳糖操纵子外，大肠杆菌中还有色氨酸操纵子，通过阻遏蛋白和衰减子两种机制调控。真核生物的基因表达调控更为复杂，涉及染色质重塑、转录水平、转录后水平（如 RNA 干扰）、翻译水平等多层次调控。

16. B **【解析】**本题考查三对等位基因控制的性状。

实验甲中，红色×黄色→红色：橙色：黄色=1：6：1，已知黄色个体为隐性纯合子，占子代的 $\frac{1}{8}$ ，可推测实验甲为测交， $\frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^3$ ，故柑橘果皮的色泽受 3 对等位基因的控制，遵循基因的自由组合定律，可推知实验甲中亲代基因型为 AaBbCc、aabbcc，由此可知实验甲亲、子代中红色植株基因型相同，都是 AaBbCc，**A 正确，B 错误**；实验乙中，橙色×红色→红色：橙色：黄色=3：12：1，后代出现黄色个体（aabbcc），亲本中红色个体基因型为 AaBbCc，子代中，黄色个体（aabbcc）所占比例为 $\frac{1}{16}$ ，可拆分为 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ ，故可推测亲本橙色个体应为 1 对基因杂合，2 对基因隐性纯合，故橙色个体基因型为 Aabbcc 或 aaBbcc 或 aabbCc，共 3 种可能，**C 正确**；实验乙中亲本红色个体基因型为 AaBbCc，橙色个体基因型为 Aabbcc 或 aaBbcc 或 aabbCc，红色子代有 AABbCc、AaBbCc（或 AaBBCc、AaBbCc，或 AaBbCC、AaBbCc）2 种基因型，黄色子代有 aabbcc 1 种基因型，子代中共有 $3 \times 2 \times 2 = 12$ （种）基因型，所以橙色个体共有 $12 - 2 - 1 = 9$ （种）基因型，**D 正确**。

满分小卷 ▶ 4

1. **A** 【解析】本题考查无氧呼吸类型。

酒精发酵过程中丙酮酸被还原,生成酒精和 CO_2 ,无法再被菌体利用;萘醌呼吸过程中丙酮酸未被还原,可继续参与后续代谢或物质合成,**A 正确**。相同质量的葡萄糖经过萘醌呼吸或乳酸发酵产生的 ATP 数量相同(易错:无氧呼吸只在第一阶段生成 ATP,释放出少量能量),**B 错误**。若氧化型萘醌耗尽, NADH 无法被氧化为 NAD^+ ,葡萄糖 $\rightarrow$ 丙酮酸的过程会因缺乏 NAD^+ 而受阻,葡萄糖分解变慢,**C 错误**。细菌是原核生物,没有线粒体,**D 错误**。

2. **B** 【解析】本题考查生态种养系统。

群落是指在相同时间聚集在一定地域中各种生物种群的集合,应包括该系统中的所有生物,**A 错误**;分解者可将鱼、龙虾粪便分解为无机物,为蔬菜提供无机盐和 CO_2 ,**B 正确**;生态系统中能量不可以循环利用,**C 错误**;整体原理指要遵从自然生态系统的规律,更要考虑经济和社会方面的影响力,而选择本地物种主要体现的是生态工程的协调原理,**D 错误**。

3. **D** 【解析】本题考查外泌体。

外泌体中的生物大分子包括蛋白质、核酸等,其单体分别为氨基酸、核苷酸等,所有生物大分子及其单体均以碳链为基本骨架,**A 正确**;外泌体需要和特定病变细胞通过膜上的信号分子与受体识别结合才能递送药物,识别过程体现了生物膜的信息交流功能,**B 正确**;根据题干信息,SXYXP 可增强肠细胞来源的外泌体释放,提高外泌体中 miRNA-21 水平,最终提高 MIRI 动物模型的心肌细胞存活率,因此推测 SXYXP 可能通过该途径预防 MIRI,**C 正确**;肠细胞释放外泌体的方式是胞吐,该过程依赖膜的融合,主要体现了生物膜的流动性,**D 错误**。

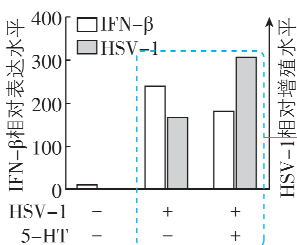
4. **B** 【解析】本题考查细菌耐药性机制。

为了使实验结果更具有说服力,本实验还需设置空白对照组,即不含抗生素的圆纸片组,**A 正确**;若 a 中细菌比 b 中细菌更早产生耐药性变异,随培养时间延长,a 中细菌耐药性更强,即 a 中细菌较早产生耐药性变异会造成 a 中抑菌圈的直径比 b 中的小(易错:抑菌圈直径能体现细菌抵抗抗生素的能力,细菌耐药性越强,抑菌圈直径越小),**B 错误**;分装到若干小试管中的菌液中的菌体已经不能进行基因交流了,可认为是不同的种群,且出现了地理隔离,**C 正确**;若拉马克的诱变假说正确,细菌的耐药变异是接触抗生素后才被诱导产生的,两组抑菌圈直径方差应接近,即 $c < d$ 可说明拉马克的诱变假说理论是错误的,**D 正确**。



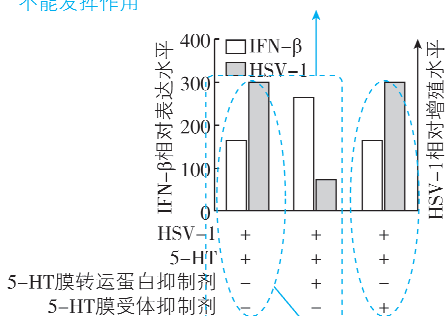
5. C

题目解读



这两组的自变量是有无 5-HT, 加入 5-HT 后, IFN-β 相对表达量降低, 说明 5-HT 抑制巨噬细胞分泌 IFN-β; HSV-1 相对增殖水平升高, 说明 5-HT 增强 HSV-1 的增殖

加入 5-HT 膜转运蛋白抑制剂(阻止 5-HT 进入细胞)后, IFN-β 含量升高, HSV-1 增殖被抑制, 说明 5-HT 无法进入细胞时, 就不能发挥作用



加入 5-HT 膜受体抑制剂(阻止 5-HT 与膜受体结合)后, IFN-β 含量、HSV-1 相对增殖水平均无显著变化, 说明 5-HT 发挥作用不依赖与膜受体的结合

【解析】本题考查抗病毒的免疫调节。

裂解被 HSV-1 感染的靶细胞是细胞毒性 T 细胞的功能, 属于细胞免疫, 不是体液免疫, **A 错误**。由题目解读可知, 加入 5-HT 后, IFN-β 相对表达量降低, 说明 5-HT 抑制巨噬细胞分泌 IFN-β; HSV-1 相对增殖水平升高, 说明 5-HT 增强 HSV-1 的增殖, **B 错误**。题图乙三组都存在 HSV-1 和 5-HT, 加入 5-HT 膜转运蛋白抑制剂(阻止 5-HT 进入细胞)后, IFN-β 含量升高, HSV-1 增殖被抑制, 说明 5-HT 无法进入细胞时, 就不能发挥作用; 加入 5-HT 膜受体抑制剂(阻止 5-HT 与膜受体结合)后, 结果和无抑制剂的对照组相比无显著变化, 说明 5-HT 发挥作用不依赖与膜受体的结合。因此可推测 5-HT 的作用方式是直接被转运至胞内发挥作用, **C 正确**。5-HT 发挥作用不依赖膜受体, 因此 5-HT 膜受体抑制剂无法阻断 5-HT 促进病毒增殖的作用, 使用 5-HT 合成抑制剂可通过减少 5-HT 增强机体抗 HSV-1 感染的能力, **D 错误**。

6. B 【解析】本题考查三倍体鱼的培育。

由题表可知, 高温热处理能抑制受精后第二极体的排出, 说明高温热处理能抑制细胞分裂; 秋水仙素也能通过抑制纺锤体的形成来间接抑制细胞分裂, **A 正确**。对于直接法, 正常情况下, 精子(a)进入处于 M II 期的卵子(AA 或 aa)后, 抑制第二极体的排出, 形成的三倍体鱼的基因型为 aaa 或 AAa, 当产生该卵子的初级卵母细胞在减数分裂 I 发生染色体互换, 可能产生基因型为 Aa 的处于 M II 期的卵子, 经受精和高温热处理, 会形成基因型为 Aaa 的三倍体鱼, 但互换的概率很小, 不可能使所有子代三倍体鱼的基因型均为 Aaa, **B 错误**。间接法②是抑制卵母细胞的减数分裂 II, 然后将卵子和精子体外受精, 正常情况下, 处于减数分裂 II 的次级卵母细胞的基因型为 AA 或 aa, 与基因型为 a 的精子体外受精, 所得子代的基因型为 AAa 或 aaa, 现在所得子代的基因型为 Aaa, 可能是因为减数分裂 I 发生了染色体互换, 产生了基因型为 Aa



的次级卵母细胞，**C 正确**。三倍体鱼体细胞中含有三个染色体组，在减数分裂过程中，同源染色体联会时会出现紊乱，导致无法产生正常的生殖细胞，所以三倍体鱼高度不育，**D 正确**。

7. **C** 【解析】本题考查动物细胞培养。

动物细胞培养时分散组织细胞需用胰蛋白酶或胶原蛋白酶处理，胃蛋白酶最适 pH 约为 1.5，在动物细胞培养的中性或偏碱性环境中会失活，无法发挥作用，**A 错误**；生物反应器中充入 CO_2 的主要作用是维持培养液的 pH，**B 错误**；动物细胞在培养时存在贴壁生长的特点，培养液中的支架能提供更大的附着面积，有利于细胞贴壁生长，**C 正确**；细胞培养过程中会消耗营养物质，同时积累代谢废物，必须定期更换培养液，否则会导致细胞活性下降甚至死亡，不利于工厂化生产，**D 错误**。

8. **D**

题目解读

内质网结合蛋白的功能是促进多肽链的正确折叠，如果多肽链不能正确折叠，则可能导致内质网应激。

【解析】本题考查内质网应激。

BiP 的功能是促进多肽链正确折叠，若 BiP 功能受损，未折叠或错误折叠的多肽链会在内质网腔积累，进而引发内质网应激，**A 正确**；活化的 PERK 会抑制细胞整体翻译，使新生多肽链合成量减少，因此进入内质网的新生多肽链减少，**B 正确**；蛋白 A 和 PERK 的结合位点与 eIF2 α 和 PERK 的结合位点相同，蛋白 A 可竞争性结合 PERK，使 PERK 无法磷酸化 eIF2 α ，蛋白 A 和 PERK 共定位于 M 区，故可避免 M 区附近蛋白质的翻译被抑制，即蛋白 A 通过竞争性结合 PERK 保护 M 区附近蛋白质的翻译，**C 正确**；蛋白 A 与 PERK 结合后，PERK 无法发挥抑制翻译的作用，不会导致线粒体蛋白合成受阻，**D 错误**。

9. **D** 【解析】本题考查生物进化。

生物进化的实质是种群基因频率的定向改变，而非基因型频率定向改变；且变异是不定向的，是环境对不定向的变异进行选择导致种群基因频率定向改变，并非生物为主动适应环境改变基因型频率，**A 错误**。对比基因序列属于分子水平的研究内容，是研究进化关系的分子水平证据，**B 错误**。基因突变具有不定向性，恒温性状的演化是自然选择的结果，**C 错误**。自然选择决定生物进化的方向，“全身恒温”可能是长期自然选择的结果，该性状能提高月亮鱼的神经传导能力，有助于提升其捕食以及防御能力，**D 正确**。

10. **B**

题目解读

本题关键信息：环境 B 为条件刺激（训练后才能引起反应），4℃ 寒冷为非条件刺激（直接引起体温调节）。训练阶段在环境 B 中进行，记忆测试阶段也在环境 B 中进行，但提供环境 B 的目的不同。题图 2 耗氧速率反映体温调节强度。

【解析】本题考查体温调节机制。

训练阶段提供 4℃ 寒冷刺激，机体需要增加产热维持体温，甲状腺激素和肾上腺素是促进细胞代谢、增加产热的关键激素，这是正常的体温调节反应，**A 正确**。非条件刺激是能引起非条件反射的刺激，比如 4℃ 寒冷本身直接引起体温调节；条件刺激是原本不能引起反射，经过和非条件刺激结合后才会引起反射的刺激。在实验里，4℃ 寒冷属于直接引起体温调节的非条件刺激；环境 B 是和寒冷刺激结合的环境。



境,属于条件刺激,**B 错误**。第 4 天进入训练阶段更换为环境 B,目的是让小鼠在寒冷环境中产生体温调节的非条件反射,感受寒冷刺激并建立与环境 B 相关的记忆。第 10 天进入记忆测试阶段更换为环境 B,目的是测试小鼠是否因为之前的训练,对环境 B 产生了条件反射,验证大脑记忆是否参与了体温调节,二者目的不同,**C 正确**。分析题图 2 的耗氧速率曲线,记忆测试阶段小鼠的耗氧速率高于适应阶段的,说明小鼠再次进入环境 B 时,即使没有寒冷刺激,也能快速启动体温调节机制,说明小鼠成功建立了和体温调节有关的条件反射,**D 正确**。

11. D

题目解读

根据题意,表型与基因型的对应关系是亲本蓝眼胡子为 GGEE,红眼大帆为 ggee, F_1 蓝眼胡子为 GgEe。对于 F_1 ,如果致死基因位于 G 基因所在染色体上,则 F_1 产生的雌配子的基因型及比例为 GE : Ge : gE : ge = 1 : 1 : 1 : 1,存活的雄配子的基因型及比例为 gE : ge = 1 : 1;如果致死基因位于 g 基因所在染色体上,则 F_1 产生的雌配子的基因型及比例为 GE : Ge : gE : ge = 1 : 1 : 1 : 1,存活的雄配子的基因型及比例为 GE : Ge = 1 : 1。

【解析】本题考查配子致死。

由题表中 F_2 的表型及数量可知, F_1 相互交配得到的 F_2 分离比约为 3 : 3 : 1 : 1,是 9 : 3 : 3 : 1 的变式,则 E、e 和 G、g 两对基因的遗传遵循自由组合定律,**A 正确**;根据题目解读可知,若致死基因存在于 g 基因所在染色体上,则 F_2 表型及比例应为蓝眼胡子 : 蓝眼大帆 = 3 : 1,与题意不符,若致死基因存在于 G 基因所在染色体上,则 F_2 表型及比例为蓝眼胡子 : 红眼胡子 : 蓝眼大帆 : 红眼大帆 = 3 : 3 : 1 : 1,基本符合题表中比例,**B 正确**; F_1 (GgEe) 作父本与基因型为 ggee 的个体测交,由于致死基因存在于 G 基因所在染色体上,因此测交子代有 2 种基因型 (ggEe、ggee),对应 2 种表型 (红眼胡子、红眼大帆),**C 正确**;若让 F_2 中红眼胡子个体 (基因型及概率为 $\frac{2}{3}$ ggEe、 $\frac{1}{3}$ ggEE) 随机交配,产生的雌、雄配子类型及概率均为 $\frac{2}{3}$ gE、 $\frac{1}{3}$ ge,故子代红眼大帆 (ggee) 占比为 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$,**D 错误**。

12. D 【解析】

从题图中看,A 城市的生态足迹 A 在第 6 年时已经超过生态承载力 A,且之后差距越来越大,说明其处于生态赤字状态且逐年加剧,其发展模式不可持续,**A 正确**;B 城市在第 8 年后,生态承载力 B 高于生态足迹 B,实现生态盈余,从题图中能看到,B 城市的生态承载力在提升,同时生态足迹的增长得到了有效控制,**B 正确**;推广节能技术、优化能源结构、发展循环经济等措施,都可以减少生态足迹,同时有助于提升生态承载力,能帮助 A 城市实现可持续发展,**C 正确**;生态足迹和总人口数量没有必然的正相关关系,不能由“生态足迹高”推出“总人口数量一定多”,**D 错误**。

13. A 【解析】

本题考查种群数量调查。DNA 重复序列是每只棕熊独有的“个体标记”,同一重复序列组合代表同一只棕熊,该方法是标记重捕法的变式,种群数量 (N) = 第一次采集个体数 (M) $\times$ 第二次采集个体数 (n) $\div$ 两次采集重复个体数 (m);第一次采集 8 份粪便,但④和⑧均为 3/9,表示相同个体,即第一次采集个体数为 7,第二次



采集 8 份粪便,个体均不相同,即第二次采集个体数为 8,两次采集重复个体为第二次采集中的④和⑥,即重复个体数为 2,故该地棕熊的种群数量为 $7 \times 8 \div 2 = 28$ (只),**A 符合题意**。

易错总结

标记重捕法变式应用要点:①同一 DNA 重复序列组合代表同一个体;②单次采集数需去重。本题首次采集的 8 份粪便中④和⑧重复序列组合相同→首次实际采集个体数为 7。

14. B 【解析】本题考查生长素重力运输。

根冠处生长素可在重力的作用下沿重力方向进行横向运输,最终导致近地侧和远地侧生长素分布不均,**A 正确**;根据题干过程,细胞外生长素与受体结合后,会促进 PIN2 蛋白磷酸化,PIN2 蛋白磷酸化后进一步促进生长素向细胞外运输,该调节属于正反馈调节,并非负反馈,**B 错误**;根对生长素较为敏感,重力作用下近地侧生长素浓度高,抑制细胞生长,远地侧生长素浓度低,促进细胞生长,即根向地弯曲的现象体现了生长素低浓度促进生长、高浓度抑制生长的作用特点,**C 正确**;由题图可知 PIN2 蛋白磷酸化可促进生长素运输,若 PIN2 蛋白磷酸化位点缺失,生长素的运输过程受抑制,根的向地性会减弱,**D 正确**。

易错总结

正反馈通常指结果对原因起增强作用($A \rightarrow B \rightarrow$ 增强 A),负反馈通常指结果对原因起减弱作用($A \rightarrow B \rightarrow$ 抑制 A)。

15. C 【解析】本题考查肿瘤细胞受体靶向药。

根据题图,MRG003 与肿瘤细胞表面的 EGFR 结合,随后被细胞摄取,进入细胞后释放药物,**A 正确**;从题图中可看出,MRG003 是抗体偶联药物,由抗体、接头和药物三部分组成,**B 正确**;题图中显示 MRG003 进入细胞后,通过药物释放、抑制微管蛋白聚合的方式导致细胞死亡,并非抗 EGFR 单克隆抗体直接对肿瘤细胞起杀伤作用,**C 错误**;题图中明确显示药物抑制微管蛋白聚合,进而影响细胞增殖等过程,以此抑制肿瘤细胞增殖,**D 正确**。

16. A**题目解读**

Ti 质粒中只有 T-DNA 可以转移并整合至宿主细胞染色体上,题图中 T-DNA 不包括壮观霉素抗性基因,包括潮霉素抗性基因,故可以用潮霉素筛选成功导入目的序列的植物细胞。

【解析】本题考查基因表达载体的构建。

T-DNA 中含有潮霉素抗性基因,而不包含壮观霉素抗性基因,因此可以通过在培养基中添加潮霉素来筛选成功导入目的序列的植物受体细胞,**A 错误**;LUC 基因表达后可催化底物产生荧光,GUS 基因表达后可催化底物产生蓝色物质,若两种现象都出现,说明双向启动子向两个方向都能启动转录,双重检测可提高判断准确性,**B 正确**;双向启动子向两个相反方向驱动转录,子链延伸方向为 $5' \rightarrow 3'$ (常考:由于 RNA 聚合酶只能从 3' 端进行子链延伸,所以子链延伸的方向始终是 $5' \rightarrow 3'$),因此两个基因的转录模板链一定是不同的 DNA 单链,不能使用同一条 DNA 单链作为模板,**C 正确**;根据题图分析可知,在不破坏 LUC 基因的前提下,为连入 GUS 基因,需用 Sal I 和 Age I 酶切已整合了双向启动子及 LUC 基因的质粒,**D 正确**。