

第6章 遗传的分子基础

第1节 DNA 是主要的遗传物质

刷基础

1. B 考查点 ▶ 噬菌体侵染细菌的实验

【解析】在噬菌体侵染细菌的实验中,通常使用 ^{35}S 标记噬菌体的蛋白质外壳,因为 ^{35}S 是蛋白质中硫元素的放射性同位素,而 ^{14}C 虽然也是碳元素的放射性同位素,但碳元素在噬菌体中的分布并不特定于蛋白质,也存在于核酸等其他生物分子中,因此,用 ^{14}C 标记的大肠杆菌来培养 T2 噬菌体,无法确保噬菌体的蛋白质外壳被特异性地标记,A 错误;保温时间过短,部分噬菌体没有侵染到大肠杆菌细胞内,但由于 ^{35}S 标记的是亲代噬菌体的蛋白质外壳,无论其是否全部侵染大肠杆菌,离心后上清液均含有较强放射性,因此过程③保温时间过短理论上不会影响上清液的放射性强度,B 正确;过程④搅拌不充分,噬菌体的蛋白质外壳未能彻底与细菌分离,部分会随细菌一起出现在沉淀物中,因此过程④中的搅拌不充分会导致沉淀物的放射性强度增大,C 错误;本实验用 ^{35}S 标记的 T2 噬菌体侵染 ^{32}P 标记的大肠杆菌,子代噬菌体的 DNA 半保留复制,以 ^{32}P 标记的脱氧核苷酸为原料,因此过程⑤大肠杆菌裂解后得到的子代噬菌体均含有 ^{32}P ,D 错误。

2. A 考查点 ▶ T2 噬菌体侵染细菌实验

【解析】T2 噬菌体在宿主细胞中增殖时所需的原料来自宿主细胞,因此培养基中的 ^{32}P 经宿主摄取后可出现在 T2 噬菌体的核酸中,A 正确;T2 噬菌体病毒没有细胞结构,不能在病毒颗粒内合成 mRNA 和蛋白质,B 错误;T2 噬菌体是专门寄生在大肠杆菌细胞内的病毒,只能在大肠杆菌中复制和增殖,C 错误;流感病毒的遗传物质是 RNA,而 T2 噬菌体的遗传物质是 DNA,D 错误。

3. B 突破点 ▶ 图表分析—肺炎链球菌的体外转化实验

【解析】若将不接种 R 型细菌的甲溶液直接培养,由于没有 R 型细菌,不能得到 S 型细菌,A 错误;乙溶液与 R 型细菌共同培养,由于 DNA 被水解,故不发生转化,最终⑤中只能检测到 R 型细菌,B 正确;将甲、乙溶液混合,由于存在 DNA 酶,会水解 DNA,接种 R 型细菌进行培养可能不会转化出 S 型细菌,C 错误;S 型细菌匀浆中含有多种成分,若⑤中既有 R 型细菌又有 S 型细菌只能说明发生了转化,不能就此得出“转化因子”一定是 DNA,D 错误。

易错警示

肺炎链球菌转化实验的易错点

- (1) 并非所有的 R 型细菌都能被转化,只是少部分 R 型细菌被转化成 S 型细菌。
- (2) 该实验仅能证明 S 型细菌中含有某种“转化因子”,但“转化因子”的本质不清楚。

4. B 考查点 ▶ 探究遗传物质的实验

【解析】DNA 酶能将 S 型细菌的 DNA 水解,所以将 R 型活细菌与 S 型细菌的 DNA 和 DNA 酶混合培养,实验结果培养基上只有 R 型细菌生长,说明 DNA 被水解后失去了遗传效应,A 正确; ^{35}S 标记的是噬菌体的蛋白质,短时间保温后离心,获得的上清液中的放射性很高,说明有大量噬菌体的蛋白质没有进入细菌细胞,该实验过程中存在错误操作,不能得出有关遗传物质化学本质

的结论,B 错误;用从烟草花叶病毒中分离出的 RNA 感染烟草,实验结果是烟草感染出现病斑,说明 RNA 有遗传效应,烟草花叶病毒的 RNA 可能是遗传物质,C 正确;将已用 ^{15}N 标记 DNA 的大肠杆菌培养在含 ^{14}N 的培养基中,经三次分裂过程后,DNA 共复制了 3 次,共得到 8 个 DNA 分子,根据半保留复制原则可知,含 ^{15}N 的 DNA 占 DNA 总数的 $\frac{2}{8}=\frac{1}{4}$,因此经三次分裂后,含 ^{15}N 的 DNA 占 DNA 总数的 $\frac{1}{4}$,说明 DNA 分子的复制方式是半保留复制,D 正确。

易错警示

(1) 噬菌体侵染大肠杆菌的实验需要有对照组才能证明 DNA 是遗传物质。

(2) 肺炎链球菌的体外转化实验和噬菌体侵染大肠杆菌的实验可以证明 DNA 是遗传物质,不可说 DNA 是主要的遗传物质。

刷提分

1. B 突破点 ▶ 信息提取—肺炎链球菌转化实验的机理分析

【解析】细菌转化的实质是 S 型细菌与 R 型细菌的基因重组,A 正确;限制酶识别双链 DNA 分子的特定核苷酸序列,而题目中被降解的 DNA 小片段为单链,B 错误;R 型细菌和 S 型细菌的 DNA 都是双链结构,双链分子中嘌呤碱基数量始终等于嘧啶碱基,总比例不会改变,C 正确;将 S 型细菌的 DNA 与 R 型活细菌混合培养后,由于受体菌状态等因素的影响,只有少数 R 型细菌能转化成 S 型细菌,D 正确。

关键点拨

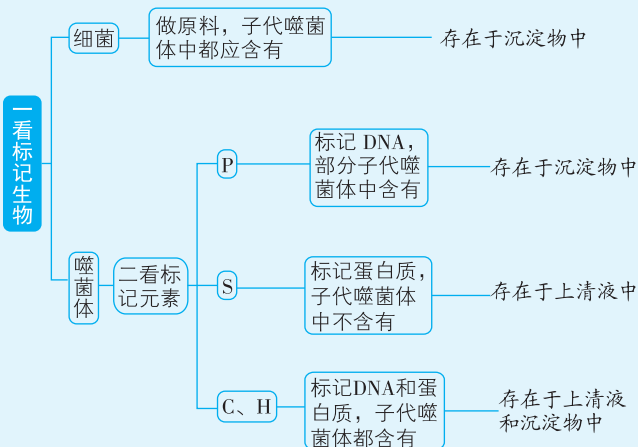
转化的实质是基因重组而非基因突变:肺炎链球菌转化实验中 S 型细菌的 DNA 片段整合到 R 型细菌的 DNA 中,使受体细胞获得了新的遗传信息,属于广义上的基因重组。

2. D 考查点 ▶ 噬菌体侵染细菌的实验

【解析】TM4 噬菌体被 ^{35}S 标记后侵染未被标记的两组耻垢分枝杆菌,无论有无 *stpK7* 基因,噬菌体被标记的蛋白质在侵染过程中均未进入细菌,搅拌、离心后放射性均集中在上清液中,故两组的上清液中放射性无明显区别,A 正确;未敲除 *stpK7* 组可以维持 TM4 噬菌体的吸附能力,因此未敲除 *stpK7* 组的 TM4 噬菌体可以将带有 ^{32}P 标记的 DNA 注入耻垢分枝杆菌的体内,敲除 *stpK7* 的耻垢分枝杆菌不能被 TM4 噬菌体吸附,带有 ^{32}P 标记的 TM4 噬菌体的 DNA 不能进入耻垢分枝杆菌,因此沉淀物中放射性强度为敲除 *stpK7* 组低于未敲除 *stpK7* 组,B 正确;未被标记的 TM4 噬菌体侵染被 ^{32}P 标记的未敲除 *stpK7* 的耻垢分枝杆菌,噬菌体的 DNA 注入细胞内后利用宿主细胞中 ^{32}P 标记的原料进行 DNA 复制,根据 DNA 半保留复制的特点,子代 TM4 噬菌体的 DNA 均带有 ^{32}P 标记,C 正确;用未标记的 TM4 侵染 ^{35}S 标记的未敲除 *stpK7* 的耻垢分枝杆菌,TM4 噬菌体可以吸附在耻垢分枝杆菌上并注入 DNA,并且利用宿主细胞中的 ^{35}S 标记物质合成子代噬菌体的蛋白质外壳,子代会出现放射性,当侵染 ^{35}S 标记的敲除 *stpK7* 的耻垢分枝杆菌时,TM4 不可以吸附在耻垢分枝杆菌上,无法将 DNA 注入耻垢分枝杆菌中,故此时 TM4 无法产生子代,D 错误。

刷有所得

噬菌体侵染细菌的实验中的同位素标记



3. (1) ①转化因子 ②DNA 酶 (DNA 水解酶) 专一 (2) ①C

②大肠杆菌 含³⁵S 的大肠杆菌 (带标记的大肠杆菌) 上清液和沉淀物 ③BD (3) 减法 病毒 M+RNA 水解酶+活鸡胚培养基 不能分离得到病毒 M、分离得到大量的病毒 M

突破点 ▶ 实验探究一对遗传物质本质的探索

【解析】 (1) ①格里菲思通过肺炎链球菌的体内转化实验, 得出 S 型细菌中存在某种转化因子, 能将 R 型细菌转化成 S 型细菌。

②题图表示艾弗里实验中的某组实验, 实验结果显示有 R 型细菌的培养基与 S 型细菌的细胞提取物混合, 只长出了 R 型细菌, 说明 S 型细菌的细胞提取物中不含 DNA, 因此加入的物质 X 为 DNA 酶, 利用的是酶的专一性。

(2) ①噬菌体侵染细菌的实验, 实验流程为³⁵S 和³²P 分别标记噬菌体→噬菌体侵染大肠杆菌→离心分离→放射性检测, 故正确顺序是 badc, C 正确。②若要大量制备含有³⁵S 标记的噬菌体, 需先用含³⁵S 的培养基培养大肠杆菌, 再用噬菌体去侵染含³⁵S 的大肠杆菌, 收集噬菌体; 若用³H 标记的 T2 噬菌体去侵染大肠杆菌, 则 T2 噬菌体的蛋白质和 DNA 都会被³H 标记, 故经离心后放射性存在于上清液和沉淀物中。③噬菌体侵染细菌之后, 合成新的噬菌体需要噬菌体的 DNA 和细菌提供的原料, 故选 BD。

(3) ①该实验的目的是“探究病毒 M 的遗传物质是 DNA 还是 RNA”, 实验的自变量是使用的酶的种类和是否使用酶, DNA 酶能催化 DNA 水解, RNA 酶能催化 RNA 水解, 所依据的生物学原理是酶具有专一性, 实验中通过加入水解酶使核酸分解, 因此, 该实验运用的是减法原理。根据实验设计的单一变量原则可推测, C 组的处理方式是病毒 M+RNA 水解酶+活鸡胚培养基。②若鉴定结果表明病毒 M 是 DNA 病毒, 则 B 组由于 DNA 被水解, 不能分离得到病毒 M; 而 C 组中由于 RNA 水解酶不能水解 DNA, 故可分离得到大量的病毒 M。

第 2 节 DNA 的结构和复制

刷基础

1. A 考查点 ▶ DNA 分子的结构

【解析】 在沃森和克里克提出 DNA 双螺旋模型之前, 科学界已经认识到: DNA 长链中含有 4 种脱氧核苷酸, 含有 A、T、G、C 4 种碱基, A 错误; 沃森和克里克发现了 DNA 双螺旋结构, 提出了 DNA 半保留复制的假说, B 正确; 由题意可知, 三螺旋 DNA 受环境影响比较大, 例如核酸胞嘧啶的甲基化可使三螺旋 DNA 的稳

定性显著增强,三螺旋 DNA 的形成可能阻碍 DNA 复制和抑制基因的表达,C 正确;三螺旋 DNA 和双螺旋 DNA 的基本骨架都是由脱氧核糖与磷酸交替排列构成,D 正确。

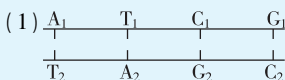
2. D 考查点 ▶ 制作 DNA 双螺旋结构模型

【解析】乙和丙分别表示嘧啶和嘌呤,二者之间可以互补配对,因此,在构建的双链 DNA 中,化合物乙和丙构成的碱基对位于 DNA 双螺旋结构的内侧,通过氢键连接,A 正确;构建 DNA 时,化合物甲和丁交替连接形成长链排列在 DNA 分子的外侧,构成 DNA 的基本骨架,B 正确;每个单体中磷酸数等于脱氧核糖数,无论构建的是双链 DNA 还是单链 DNA,甲(磷酸基团)与丁(脱氧核糖)的数量一定相等,C 正确;由于 C 与 G 之间有三个氢键连接,A 与 T 之间有两个氢键连接,利用相同数量的四种材料,不同小组搭建的双链 DNA,各种连接物总量不一定相等,D 错误。

3. B 突破点 ▶ 信息提取—DNA 分子的碱基计算

【解析】DNA 分子中鸟嘌呤与胞嘧啶的数量之和占全部碱基总数的 56%,则腺嘌呤与胸腺嘧啶的数量之和占全部碱基总数的 44%,互补碱基之和在单双链中比值相等,因此 β 链中腺嘌呤与胸腺嘧啶的数量之和也占该链碱基总数的 44%,A 正确;根据碱基互补配对原则, α 链和 β 链中 $\frac{G+C}{A+T} = \frac{14}{11}$,B 错误; α 链中胸腺嘧啶所占的比例是 $1 - 56\% - 28\% = 16\%$,C 正确;不同生物的 DNA 分子中互补配对的碱基之和的比值不同,即 $\frac{A+T}{C+G}$ 的值不同,该比值体现了不同生物 DNA 分子的特异性,D 正确。

刷有所得 DNA 中碱基数量的计算规律



双链中互补的碱基数量相等:

$$A=T(A_1=T_2, A_2=T_1)$$

$$G=C(G_1=C_2, G_2=C_1)$$

$$\frac{A+G}{T+C} = 1$$

$$\frac{A_1+T_1}{G_1+C_1} = \frac{A_2+T_2}{G_2+C_2} = \frac{A+T}{G+C} = \text{定值}$$

$$\frac{A_1+G_1}{T_1+C_1} = \frac{T_2+C_2}{A_2+G_2}$$

DNA 双链中: 嘌呤之和=嘧啶之和=总碱基数 $\times 50\%$, 且不配对碱基之和的比值等于 1

DNA 单、双链中: 配对的碱基之和的比值相等

DNA 双链中: 互补的两条链中不配对的碱基之和的比值互为倒数

(2) 若 $\frac{A_1}{\text{单链}} = b\%$

因为双链碱基数是单链的 2 倍, 所以 $\frac{A_1}{\text{双链}} = \frac{b\%}{2}$

(3) 若已知 $\frac{A}{\text{双链}} = c\%$

$\frac{A}{\text{单链}}$ 的值无法确定, 但可求出 $\frac{A}{\text{单链}}$ 的最大值为 $2c\%$, 最小值为 0 (当一条单链中有 A, 另一条单链中无 A 时, 可取最值)

4. B 突破点 ▶ 图表分析—DNA 分子复制的过程

【解析】该过程需要解旋酶、DNA 连接酶、DNA 聚合酶 3 种酶参与,A 错误;解旋酶在 DNA 复制过程中起到催化双链 DNA 解旋的作用,要消耗能量,据图可知,解旋酶可结合在复制叉的部位,B 正确;DNA 子链由 5' 端向 3' 端延伸,且需要消耗能量,C 错误;DNA 复制也可以发生在线粒体和叶绿体中,D 错误。

5. B 考查点 ▶ 制作 DNA 双螺旋结构模型

思路分析

本类试题需要根据“短木板理论”进行分析，即哪种物质最少就以哪种物质为准来构建模型。一般情况下先看配对的碱基中哪种碱基最少，如 A、T 中，A 最少为 6 个，则 A、T 碱基对为 6 对，同理 C、G 碱基对为 8 对，综合可知碱基对共有 14 对。再看脱氧核糖和磷酸的个数，本题中连接物为足量，不用额外考虑。

【解析】根据提供的材料可知最长的 DNA 片段含 14 个碱基对，28 个磷酸，位于 5' 端的 2 个磷酸只连接了 1 个订书钉，剩余 26 个磷酸均连接了 2 个订书钉，A 错误；根据提供的材料可知最长的 DNA 片段含 14 个碱基对，每个脱氧核苷酸内部需要两个订书钉，脱氧核苷酸之间需要 1 个订书钉，A 与 T 碱基对之间需要 2 个订书钉，C 与 G 碱基对之间需要 3 个订书钉，那么使用的订书钉个数为 $28 \times 2 + (28 - 2) + 6 \times 2 + 8 \times 3 = 118$ ，B 正确；根据提供的材料可知最长的 DNA 片段含 14 个碱基对，其中含 A—T 碱基对 6 对，含 C—G 碱基对 8 对，所以能搭建出的 DNA 分子模型种类小于 4^{14} 种，C 错误；DNA 分子中，每条链 3' 端的脱氧核糖只连接一个磷酸基团，D 错误。

易错警示

只有表明“有 n 个碱基对的 DNA 分子”且无任何限制条件时，才会有 4^n 种 DNA。只要有碱基比例，就会使 DNA 分子可能的种类数少于 4^n 种。

刷 提分

1. B 考查点 ▶ 碱基替换后的复制

【解析】该 DNA 片段①链的碱基序列为 5'-AGTCG-3'，则②链的碱基序列为 5'-CGACT-3'，A 和 T 之间有 2 个氢键，C 和 G 之间有 3 个氢键，该 DNA 片段含有 8 个磷酸二酯键、13 个氢键，A 正确；若①链发生脱氨基，5'-AGTCG-3' 变为 5'-IGTUG-3'，以该链为模板复制一次得到的 DNA 为 5'-IGTUG-3'/5'-CAACC-3'，第二次复制得到的两个子代 DNA 为 5'-IGTUG-3'/5'-CAACC-3' 和 5'-GGTTG-3'/5'-CAACC-3'，其中存在 -GGTTG-/-CAACC-，故发生脱氨基作用的是①链，B 错误；①链中碱基 A、C 发生了脱氨基作用，该链经过两轮复制产生的两个 DNA 片段都是异常的，②链中碱基没有发生脱氨基作用，该链复制得到的 DNA 片段都是正常的，C 正确；碱基 A、C 发生了脱氨基作用的①链经两轮复制需消耗 6 个游离的胞嘧啶脱氧核苷酸，没有发生脱氨基作用的②链经两轮复制需消耗 4 个游离的胞嘧啶脱氧核苷酸，经过两轮复制共消耗 10 个游离的胞嘧啶脱氧核苷酸，D 正确。

2. D 突破点 ▶ 图表分析—DNA 分子的结构与复制

【解析】图 1 所示单链的碱基序列为 5'-TGCGTATTGG-3'，其互补链的碱基序列为 3'-ACGCATAACC-5'，A 正确；根据图 1 脱氧核苷酸链的碱基排列顺序可知，图中碱基序列应从上向下读，且由左至右的顺序依次是 ACGT，所以图 2 所示单链为 5'-CCAGTGC GCC-3'，其互补链的碱基序列为 5'-GGCGCACTGG-3'，B 正确；图 1 所示 DNA 片段中有 5 个鸟嘌呤脱氧核苷酸，其复制 3 次需要鸟嘌呤脱氧核苷酸的数目为 $5 \times (2^3 - 1) = 35$ (个)，C 正确；图 1 所示 DNA 片段中碱基对 C—G 有 5 个，图 2 所示 DNA 片段中碱基对 C—G 有 8 个，所以图 2 所示的 DNA 片段耐高温能力更强，D 错误。

3. CD 突破点 ▶ 图表分析—DNA 分子复制方式的探究实验

【解析】该实验利用密度梯度离心技术在试管中区分含有不同氮元素的 DNA, A 错误; 假设为半保留复制, 试管③为培养的第二代大肠杆菌, DNA 复制了两次, 演绎推理试管③中 DNA 一半居中, 一半位于上部, B 错误; 欲判断 DNA 的复制方式, 需将大肠杆菌转移至 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ 培养液中至少培养两代, 若为半保留复制, 培养两代之后的 DNA 一半居中, 一半位于上部, C 正确; ^{15}N 与 ^{14}N 均没有放射性, 该实验检测的不是放射性集中的位置, D 正确。

4. D 考查点 ▶ DNA 分子的复制

【解析】题图 d 细胞中染色体数和核 DNA 数均为 $4N$, 处于有丝分裂后期或末期, a 细胞中染色体数为 N , 核 DNA 数为 $2N$, 该细胞可能处于减数第二次分裂前期或中期, 说明该精原细胞可能先进行了一次有丝分裂, 再进行减数分裂, 最初的精原细胞的一对非同源染色体用 ^{32}P 标记, 经过一次有丝分裂后, 产生的两个精原细胞均有一对非同源染色体被 ^{32}P 标记, 且每条染色体上只有一条 DNA 链被 ^{32}P 标记, 该细胞继续进行减数分裂, 完成复制后, 初级精母细胞中有两条染色单体被 ^{32}P 标记, 且位于非同源染色体上, 减数第一次分裂非同源染色体自由组合, 形成的 a 细胞可能含有 0、1 或 2 条染色单体含 ^{32}P , A 正确。b 细胞染色体数为 $2N$, 核 DNA 分子数为 $2N$, 可能处于减数第二次分裂后期或末期, 则可能有 0、1 或 2 条染色体含 ^{32}P , B 正确。c 细胞染色体数为 $2N$, 核 DNA 分子数为 $4N$, 可能处于有丝分裂前期、中期, 也可能处于减数第一次分裂各时期, 若处于有丝分裂前期、中期, 则 c 细胞有 4 条 DNA 单链含 ^{32}P , 若处于减数第一次分裂, 正常情况下有 2 条 DNA 单链含 ^{32}P , 若在减数第一次分裂前期发生了互换, 则可能有 3 条 DNA 单链含 ^{32}P , C 正确。d 细胞染色体数为 $4N$, 处于有丝分裂后期或末期, 由于 DNA 具有半保留复制的特点, 此时有 4 个 DNA 分子含 ^{32}P , D 错误。

5. C 突破点 ▶ 图表分析—DNA 分子的复制

【解析】DNA 的基本组成单位为脱氧核糖核苷酸, 故 DNA 复制过程需要以脱氧核苷酸为原料, 并消耗能量, A 正确; DNA 复制为半保留复制, DNA 聚合酶以 DNA 单链为模板合成其互补链, B 正确; 科学家给枯草芽孢杆菌的 DNA 聚合酶标上绿色荧光, 在不同条件下培养, 观察荧光在细胞中的分布, 发现绿色荧光只分布在细胞中固定的位点, 说明 DNA 复制时是 DNA 链在移动, 而 DNA 聚合酶相对稳定不动, 支持第二种观点, C 错误; DNA 复制时需要 DNA 聚合酶的催化, 含有荧光点的细胞比例越大, 这些细胞中含有的 DNA 聚合酶越多, 说明细胞分裂越旺盛, 根据表格数据可推测, 枯草芽孢杆菌的分裂速度: ① < ② < ③, D 正确。

6. D 突破点 ▶ 图表分析—DNA 复制起点在基因图谱上的位置

【解析】DNA 复制时, DNA 聚合酶的作用是将游离的脱氧核苷酸连接到已有的脱氧核苷酸链上, 形成磷酸二酯键, A 错误; 题干中仅提及根据基因出现频率可确定 DNA 复制起点位置, 无法得出大肠杆菌 DNA 复制是多起点复制的结论, B 错误; “距离复制起点越近的基因出现频率相对越高, 反之越低”, 从题图 1 可知, *his* 基因出现频率最低, 说明其距离复制起点最远, 所以大肠杆菌 DNA 的复制起点不位于 *his* 附近, C 错误; 由题图 1 可知, *his* 基因出现频率最低, *tyrA* 和 *trp* 基因出现频率相对较高, 结合题干信息及题图可推测在基因图谱上 *his* 位于 *tyrA* 和 *trp* 之间, D 正确。

刷有所得

DNA 分子复制的过程

- (1) 解旋: 在解旋酶的作用下, DNA 双链解开;
- (2) 合成子链: 以解开的每一条母链为模板, 以游离的四种脱氧核苷酸为原料, 遵循碱基互补配对原则, 在有关酶的作用下, 各自合成与母链互补的子链;
- (3) 形成子代 DNA: 每条子链与其对应的母链盘旋成双螺旋结构, 从而形成 2 个与亲代 DNA 完全相同的子代 DNA 分子。

7. D 突破点 ▶ 信息提取—M13 噬菌体遗传物质复制

题图解读

据图可知, M13 噬菌体的 DNA 为单链环状 DNA, 其在宿主细胞内的合成过程为进入大肠杆菌后先合成为复制型双链 DNA, 再进行滚环复制, 即在 M13 噬菌体的双链 DNA 环状分子一条链(正链)上切一个切口, 产生游离的 3' 端羟基作为延伸起点, 最后在宿主细胞 DNA 聚合酶的催化下, 以另一条单链即负链为模板不断地合成新的正链。

【解析】①过程需要先合成引物来引导子链延伸, 结合题图解读可知, 过程③不需要引物, A 错误; 该 DNA 为含有 6 407 个核苷酸的单链环状 DNA, 由题图可知过程②~⑥需要断裂 2 个磷酸二酯键, 一共合成 6 409 个磷酸二酯键, B 错误; 据题图可知, 过程⑥得到的单链环状 DNA 是②~⑤中被 SSB 结合的单链, 过程②~⑤中新合成的 DNA 单链存在于复制型 DNA 中, C 错误; SSB 是单链 DNA 结合蛋白, 由题图可知 SSB 的作用是可以防止解开的两条单链重新形成双链, 利于 DNA 复制, D 正确。

8. C 突破点 ▶ 图表分析—DNA 修复机制

【解析】由图可知, PRE(光复活酶)切割的是相邻 T 碱基之间形成的共价键, 并非磷酸二酯键, A 错误; 无需光照, 通过切除损伤单链并重新合成, 即暗修复切除损伤片段后, DNA 聚合酶可直接利用缺口处原有的 3' 末端延伸合成新链, 不需要引物, B 错误; 由于密码子具有简并性, 基因的碱基替换不一定会改变氨基酸的排列顺序, 酶活性可能不变, 在光照条件下 PRE 的修复功能仍可能维持正常, C 正确; 若嘧啶二聚体未被修复而导致 DNA 碱基序列永久改变, 则该突变在细胞分裂过程中是可以遗传的, D 错误。

第 3 节 基因的表达

刷基础

1. D 突破点 ▶ 信息提取—翻译的过程

【解析】由题干信息“UGA 通常作为终止密码子, 释放因子 RF 可与之结合使翻译终止”可知, RF 可以识别终止密码子 UGA, 使肽链和核糖体从 mRNA 上释放, A 正确; 翻译过程中, 核糖体沿着 mRNA 移动, 移动方向是从 mRNA 的 5' 端向 3' 端, B 正确; 由题干可知, 如果 UGA 的下游没有特殊茎环结构, UGA 就作为终止密码子, 因此 mRNA 的结构会影响携带硒代半胱氨酸的 RNA 与 UGA 的识别, C 正确; 双缩脲试剂能检测蛋白质, 但无法与氨基酸发生显色反应, D 错误。

刷有所得

密码子、tRNA 和氨基酸之间的对应关系

- (1) 密码子有 64 种, 其中 AUG 既可以编码甲硫氨酸, 又是起始密码子; GUG 在原核生物中, 可以作为起始密码子, 此时它编码甲硫氨酸, 在其他情况下, 它编码缬氨酸; UGA 在正常情况下是终止密码子, 在特殊情况下可以编码硒代半胱氨酸。
- (2) 通常一种密码子只能决定一种氨基酸, 一种 tRNA 只能转运一种氨基酸。
- (3) 每种氨基酸对应一种或几种密码子(密码子的简并性), 可由一种或几种 tRNA 转运。

2. CD 突破点 ▶ 图表分析—转录的过程及调控

【解析】R-loop 由一条 mRNA 链、一条 DNA 模板链和一条 DNA 非模板链组成，R-loop 结构中的碱基 A 可与 T 或 U 配对，A 错误；RNA 聚合酶催化转录过程而非 DNA 复制，故 R-loop 结构可能会阻碍 RNA 聚合酶的移动而使转录停止，B 错误；RNA 酶 H 可以水解 RNA，即作用于 R-loop，使其中的 mRNA 链被水解，从而使两条 DNA 重新恢复双螺旋结构，有助于维持细胞中基因结构的稳定，C 正确；若该结构中的 DNA 单链含有 4 000 个碱基，其中 A 和 T 占该链碱基总数的 30%，则 C 和 G 占 70%，因此一条 DNA 单链上 C 和 G 的总和为 2 800 个，由于碱基的互补配对原则，另一条 DNA 单链和 mRNA 单链上也分别有 C 和 G 碱基 2 800 个，所以该结构 G 和 C 共有 $2\,800 \times 3 = 8\,400$ 个，D 正确。

3. C 突破点 ▶ 图表分析—遗传信息的转录和翻译

【解析】若酶 X 为 RNA 聚合酶，该生理过程表示转录，则酶 X 的移动方向应沿模板链的 3' 端到 5' 端，与图示移动方向相反，因此酶 X 不是 RNA 聚合酶，A 错误；若酶 X 为解旋酶，则该过程表示 DNA 的复制，其中一条子链的合成方向与解旋酶移动方向相同，另一条子链的合成方向与解旋酶移动方向相反，符合图示过程，故①②③的合成需要 DNA 聚合酶的参与，酶 X 的作用为催化氢键断裂，使双螺旋结构打开，B 错误，C 正确；一种氨基酸可由多种密码子决定，因此片段 M 发生碱基的替换不一定导致合成的蛋白质结构改变，D 错误。

4. D 突破点 ▶ 信息提取—遗传信息的转录

【解析】根据题意可知，dCas9 失去了酶活性，但仍保留结合 DNA 的能力，故题图中 CRISPRi 发挥作用时不存在磷酸二酯键断裂及重新形成，A 错误；由于 dCas9 是将 Cas9(核酸酶) 中两个氨基酸替换得到的，与编码 Cas9 的基因相比，编码 dCas9 的基因中碱基数目没有发生改变，B 错误；根据碱基互补配对原则，和 sgRNA 与互补 DNA 片段反向平行的特点，可知若 sgRNA 单链区的序列为 5'-CCGAUU-3'，则 a 链中与之互补的序列为 3'-GGCTAA-5'，C 错误；由利用 sgRNA 的单链区域可结合 DNA 单链的功能将 dCas9 带到靶基因的位置，从而阻止 RNA 聚合酶的通过可知，CRISPRi 可能通过使靶基因不能转录或者转录出的 mRNA 变短来发挥作用，D 正确。

5. C 突破点 ▶ 图表分析—基因的表达

【解析】噬菌体 Φ X174 的遗传物质是一种特殊的单链环状 DNA，单链 DNA 不能进行半保留复制，A 错误；由图可知，ATG 为基因 D、E 和 J 上起始的三个碱基，但密码子位于 mRNA 上，由 mRNA 上 3 个相邻的碱基构成，B 错误；基因 D 和基因 E 的重叠部分对应的密码子不同，指导合成的氨基酸的序列也不相同，C 正确；噬菌体 Φ X174 的遗传物质是一种特殊的单链环状 DNA，嘧啶与嘌呤的数量不一定相同，也不存在游离的磷酸基团，D 错误。

易错警示

- (1) 图示为单链 DNA 分子，其含碱基 T，不含碱基 U，其上三个相邻的碱基不构成密码子。
- (2) 单链 DNA 分子复制时不遵循半保留复制。

刷提分

1. C 突破点 ▶ 信息提取—表观遗传

【解析】根据“*FMR-1* 基因转录起始点和翻译起始点之间 (CGG)_n 重复序列”可知，(CGG)_n 重复序列位于 *FMR-1* 基因 mRNA 模板链的 3' 端，对应 mRNA 的 5' 端，转录时 mRNA 延伸的方向是从 5' 端到 3' 端，A 错误；根据“ $n > 200$ 时该基因不能表达”可知，(CGG)_n 序列过长可能会提高甲基化程度抑制 *FMR-1* 基因的转

录,B 错误;*FMR-1* 基因的 (CGG)_n 序列过长可能导致 mRNA 中 (CGG)_n 序列过长,自身局部碱基配对影响核糖体沿着 mRNA 由 5'端向 3'端滑行,C 正确;根据题意可知,脆性 X 综合征出现的原因主要是 *FMR-1* 基因异常甲基化,导致其表达量发生改变,D 错误。

2. C 突破点 ▶ 图表分析—DNA 甲基化

【解析】基因型为 AA 的小鼠生长正常,若基因型为 Aa 的小鼠的 A 基因来自母方,则 A 基因被甲基化,不能正常表达,不能正常生长,A 正确;甲基化的基因可能由于无法与 RNA 聚合酶结合而不能正常转录,B 正确;题图中生长正常的雌鼠的 A 基因未被甲基化,应来自其父本,C 错误;若某生长缺陷的雄鼠与雌鼠杂交,子代中生长正常:生长缺陷=1:1,则该雄鼠为杂合子,其 A 基因来自母方,D 正确。

3. C 考查点 ▶ 中心法则及其发展

【解析】过程①为以单链 cDNA 为模板合成双链 cDNA 的过程,该过程需要以 4 种脱氧核苷酸为原料来合成 DNA,A 正确;从题干可知,当噬菌体感染时,会触发第二链 cDNA 的合成,最终编码防御蛋白,这意味着 cDNA 双链中包含能启动转录的有效启动子以及能编码防御蛋白的蛋白编码序列,B 正确;过程②是转录过程,转录是以 DNA 的一条链为模板合成 RNA 的过程,该过程需要 RNA 聚合酶,但不需要解旋酶(RNA 聚合酶有解旋的功能),由于最终要编码防御蛋白,所以产生的 mRNA 中应该有终止密码子来控制翻译的结束,C 错误;过程③形成螺旋状蛋白,结合题干中细菌在噬菌体感染时的一系列反应可知,这种蛋白可能通过抑制细菌生长,使得病毒缺乏适宜的生存环境,进而限制病毒的扩散,D 正确。

4. A 突破点 ▶ 图表分析—基因编辑技术

【解析】由图可知,父方染色体上 *SNRPN* 基因转录出反义 RNA,反义 RNA 与 *UBE3A* 基因转录产生的 mRNA 结合形成复合物,从而使 *UBE3A* 基因不能合成蛋白质,即父方基因不表达的原因是翻译过程受阻,A 错误;正常父母生了一个患病女儿,不考虑其他变异类型,可判断该病为常染色体隐性遗传病,且父母均为杂合子,B 正确;将反义 RNA 和 mRNA 形成的复合物水解,*UBE3A* 基因可以正常表达合成蛋白质,能够防止该病的产生,C 正确;由图可知,*SNRPN* 基因的存在会导致 *UBE3A* 基因不能合成蛋白质,若敲除 *SNRPN* 基因,父方 *UBE3A* 基因可以表达,使得神经细胞中 *UBE3A* 蛋白含量或活性升高,从而达到治疗该种疾病的目的,D 正确。

5. D 突破点 ▶ 实验探究—DNA 甲基化

【解析】DNMT 是 DNA 甲基转移酶,酶不能为反应过程提供能量,A 错误;分析题图 1 可知,成人 γ 珠蛋白合成减少是因为成人 γ 珠蛋白基因启动子发生甲基化,甲基化后基因序列不变,B 错误;由题图 2 可知,正常人体内 γ 珠蛋白基因的 mRNA 相对含量低于 β 地贫轻症患者的 mRNA,表明正常人体内 γ 珠蛋白基因甲基化水平高于轻症患者,C 错误;阻止 DNMT 基因表达, γ 珠蛋白基因甲基化水平降低,可以增加 γ 珠蛋白表达量,形成正常的血红蛋白,达到治疗地中海贫血的目的,因此阻止 DNMT 基因表达的药物可缓解普通 β 地贫的症状,D 正确。

刷有所得

表观遗传是指生物体基因的碱基序列保持不变,而表型却发生可遗传变化的现象,即基因型未发生变化,而表型却发生了改变。例如,DNA 的甲基化,甲基化的基因不能与 RNA 聚合酶结合,故无法进行转录产生 mRNA,也就无法进行翻译,最终无法合成相应蛋白质,从而抑制了基因的表达。

6. (1) 酶 2 具有专一性, 只能识别并切割异源双链 RNA (dsRNA)
 (2) 翻译 复合体 2 中的 RNA 可以与目标 mRNA 之间碱基互补配对, 但不可以与其他 mRNA 的碱基互补配对 (3) $m\left(\frac{1}{2n}-1\right)$
 8m miRNA 基因中含有脱氧核糖和胸腺嘧啶 (4) 外显子 实验组雌蜂能正常发育, 而对照组不能

考查点 ▶ 基因的表达

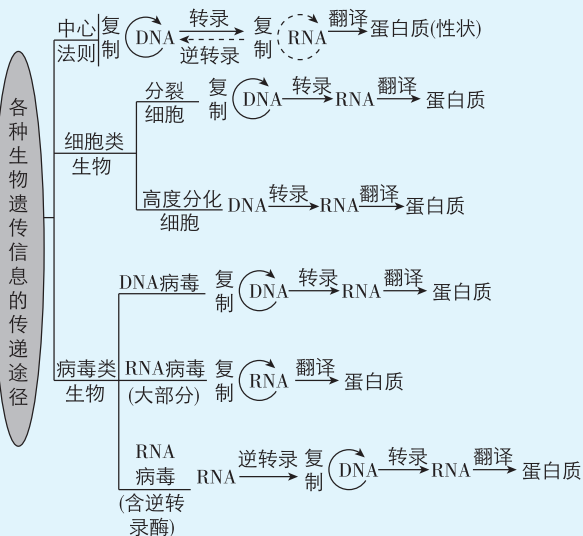
【解析】(1) 酶 2 具有专一性, 只能识别并切割异源双链 RNA (dsRNA), 因此将能引起 RNA 干扰的 dsRNA 的两条单链分别注入细胞, 结果却没有引起 RNA 干扰现象。

(2) mRNA 是翻译的模板, miRNA 可与目标 mRNA 配对, 进而导致翻译终止; 过程④复合体 2 中的 RNA 只能与目标 mRNA 之间碱基互补配对, 但不可以与其他 mRNA 的碱基互补配对, 因此过程④复合体 2 能使目标 mRNA 水解, 而不能水解其他 mRNA。

(3) 腺嘌呤有 m 个, 占该基因全部碱基的比例为 n , 因此该基因的碱基总数为 $\frac{m}{n}$, 基因为一段带有遗传效应的 DNA 片段, DNA 分子中 $A = T$, $G = C$, $A + C = T + G = 50\%$, 因此胞嘧啶的数目为 $\frac{1}{2}\left(\frac{m}{n}\right) - m = m\left(\frac{1}{2n} - 1\right)$ (个); 第 3 代复制完的 DNA 有 8 个, 因此第 4 代复制所需的腺嘌呤脱氧核苷酸为 $2^{4-1} \times m = 8m$ (个); miRNA 基因属于 DNA, 其中含有脱氧核糖和胸腺嘧啶, 而 miRNA 中含有核糖和尿嘧啶。

(4) 设计 DNMT 基因 miRNA 时, 最好依据该基因的外显子序列, 因为启动子位于基因的非编码区, 其本身不会被转录, 而内含子序列经过转录后, 在前体 mRNA 的加工过程中会被剪切掉, 故成熟的 mRNA 中无内含子编码序列。若已知“基因甲基化能抑制基因表达, 导致雌蜂幼虫的生殖器官难以正常发育”, 由于本实验中实验组注射了 DNA 甲基转移酶 (DNMT) 基因的 miRNA, 会影响 DNA 甲基转移酶 (DNMT) 基因的翻译过程, 不能产生 DNA 甲基转移酶或只能产生很少量的 DNA 甲基转移酶, 降低了 DNA 甲基化程度, 故实验组的雌蜂就能够正常发育, 而对照组不能。

刷有所得



全章综合提升

刷素养

1. C 突破点 ▶ 图表分析—DNA 分子的复制

【解析】DNA 复制时需要解旋, 通常每个复制子从起始点开始双向复制形成复制泡, 据图可知, 6 号的复制泡最小, 说明 6 号起始

点可能是最晚解旋的,A 正确;氢键数目越多,DNA 越稳定,起始点富含 A—T 序列,氢键相对较少,有利于 DNA 解旋,B 正确;子链和母链之间遵循碱基互补配对原则,两条母链的碱基互补配对,复制泡中两个新生 DNA 的子代链的碱基序列也互补,C 错误;核 DNA 是多起点复制,核 DNA 中包含多个复制子,可以提高 DNA 复制的效率,D 正确。

2. C 突破点 ▶ 信息提取—基因的表达

【解析】由题图可知,抑制 *CsrB* 基因转录会使 *CsrB* 减少,使 *CsrA* 更多地与 *glg* mRNA 结合形成不稳定构象,最终核糖核酸酶会降解 *glg* mRNA,*glg* 合成受阻,故抑制 *CsrB* 基因的转录,*CsrA* 蛋白更多地与 *glg* mRNA 结合能抑制细菌糖原的合成,A 正确,C 错误;依题意,*CsrA* 蛋白可结合 *glg* mRNA 分子,也可结合 *CsrB*,因此,*CsrB* 与 *glg* mRNA 竞争结合 *CsrA* 蛋白,B 正确;基因转录时,RNA 聚合酶识别并结合到基因的启动子区域从而启动转录,D 正确。

3. CD 突破点 ▶ 图表分析—表观遗传

题图解读

据图分析可知,雄配子中印记重建为基因去甲基化,雌配子中印记重建为基因甲基化。设甲基化基因分别用 A' 、 a' 表示。功能型 A 和无功能型 a 控制生长正常和生长缺陷,即显性有功能(生长正常),隐性无功能(生长缺陷)。

【解析】基因发生甲基化后,碱基序列并没有改变,故雌配子中印记重建后, A 基因碱基序列保持不变,A 正确;由图中配子形成过程中印记发生的机制可知,雄配子中印记重建为基因去甲基化,雌配子中印记重建为基因甲基化,雌鼠的 A 基因未甲基化,可以断定亲代雌鼠的 A 基因来自其父方,B 正确;亲代雌、雄鼠的基因型均为 Aa ,但表型不同,原因是体细胞里发生甲基化的基因不同,且甲基化的基因不能表达,C 错误;亲代雌鼠基因型为 Aa' ,产生配子基因型及比例为 $A':a'=1:1$,雄鼠基因型为 $A'a$,产生的配子基因型及比例为 $A:a=1:1$,由于被甲基化的基因不能表达,所以子代小鼠基因型及比例为 AA' (生长正常鼠): Aa' (生长正常鼠): $A'a$ (生长缺陷鼠): aa' (生长缺陷鼠) $=1:1:1:1$,即子代小鼠的表型及比例为生长正常鼠:生长缺陷鼠 $=1:1$,D 错误。

4. ACD 突破点 ▶ 信息提取—细胞的分化与基因的表达

【解析】分析题意可知,“剂量补偿”是两性个体间某些基因剂量(数量)不同,但表达水平相似的现象。结合图示可知,该现象与 *Sxl* 基因的表达有关,而细胞分化是基因选择性表达的结果,故 *Sxl* 基因参与的“剂量补偿”的原理与细胞分化原理相同,A 正确。据图可知,雌性个体中 *Sxl* 基因表达后导致 *msl-2* 缺失,说明 *Sxl* 基因通过抑制 *msl-2* 的表达,进而使 *mle*、*msl-1* 和 *msl-3* 蛋白质复合体没有活性,从而使 X 染色体基础水平转录,B 错误。据图可知,雌性个体有两条 X 染色体,但其 X 染色体基础水平转录,雄性个体有 1 条 X 染色体,但其染色体高水平转录,据此推测,雌雄个体 X 染色体数量不同,但 X 染色体上某些基因的表达量可能相同,C 正确。若该“剂量补偿”存在,则预期超雌果蝇(XXX)X 染色体的转录水平应不高于 XX 型,故检测超雌果蝇(XXX)相关基因的表达量可能可以进一步验证“剂量补偿”,D 正确。

刷真题

1. C 命题点 ▶ T2 噬菌体侵染大肠杆菌的实验

【解析】T2 噬菌体侵染大肠杆菌时,其 DNA 进入大肠杆菌中,而蛋白质外壳留在大肠杆菌外,并以进入大肠杆菌中的 DNA 作为

模板,合成新的 DNA 及新的蛋白质外壳,A、B 正确;噬菌体自身无 RNA 聚合酶,C 错误;合成的噬菌体 RNA 以大肠杆菌的核糖体为场所,合成蛋白质外壳,D 正确。

刷有所得

T2 噬菌体侵染大肠杆菌时,只有 T2 噬菌体的 DNA 进入大肠杆菌中,并以大肠杆菌中的脱氧核苷酸和氨基酸等为原料。

2. B 命题点 ▶ 生物进化、噬菌体侵染细菌的过程

【解析】噬菌体是一种特异性侵染细菌的病毒,营寄生生活,其繁殖所消耗的原料(如核苷酸、氨基酸)和能量等都来源于宿主菌,A、D 正确;基因突变是不定向的,B 错误;协同进化是指不同生物之间及生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展,故噬菌体和细菌在自然界长期的生存斗争中协同进化,C 正确。

3. D 命题点 ▶ DNA 的复制和转录

【解析】DNA 复制时,脱氧核苷酸通过磷酸二酯键连接成子链,A 错误;复制时,在细胞提供的能量驱动下,解旋酶将 DNA 双链解开,其中一条为由 5'端向 3'端解旋,另一条为由 3'端向 5'端解旋,B 错误;转录时,RNA 聚合酶将 DNA 双链解开,而不是解旋酶,C 错误;DNA 聚合酶和 RNA 聚合酶分别作用于模板链的 3'端,使子链和 RNA 由 5'端向 3'端延伸,D 正确。

4. D 命题点 ▶ 生物的遗传物质

【解析】S 型肺炎链球菌是细菌,其遗传物质是 DNA,主要存在于拟核区(大型环状的双链 DNA),质粒是存在于拟核以外的小型环状 DNA,故 S 型肺炎链球菌的遗传物质主要通过拟核区的 DNA 传递给子代,A 错误;水稻、小麦和玉米均为真核生物,其遗传物质均是 DNA(易错点:对于整个生物界而言,DNA 是主要的遗传物质;只含有 RNA 的生物,其遗传物质是 RNA),B 错误;伞藻是单细胞生物,控制伞藻伞帽的遗传物质通过半保留复制传递遗传信息,而不是表达遗传信息,C 错误;烟草是真核生物,其叶肉细胞的遗传物质是 DNA,初步水解后可产生 4 种脱氧核苷酸(常考点:DNA 即脱氧核糖核酸,其彻底水解产物有 6 种,分别是脱氧核糖、磷酸、4 种含氮碱基),D 正确。

5. B 命题点 ▶ DNA 的复制过程

【解析】大肠杆菌 DNA 是规则的双螺旋结构,其复制方式为半保留复制。大肠杆菌在含有 ^3H -脱氧核苷培养液中培养,拟核 DNA 第 1 次复制时, ^3H -脱氧核苷掺入到新合成的 DNA 单链(子链)中,两条母链未掺入 ^3H -脱氧核苷,故拟核 DNA 双链显浅色。由题图可知,大肠杆菌拟核 DNA 第 2 次复制时,区域①未解旋暂未复制,显浅色,区域②③处于复制过程中,区域②中两条链均含有 ^3H ,显深色,区域③中一条链含有 ^3H ,另一条链不含 ^3H ,显浅色,B 正确,A、C、D 错误。

6. C 命题点 ▶ DNA 复制、表观遗传

【解析】据题图可知,酶 E 的作用是催化 DNA 分子中胞嘧啶脱氧核苷酸甲基化,A 错误;DNA 半保留复制后形成的子链并没有携带甲基基团,说明甲基不是 DNA 半保留复制的原料之一,B 错误;由题意可知,50 岁同卵双胞胎间基因组 DNA 甲基化的差异普遍比 3 岁同卵双胞胎间的差异大,说明环境可能是引起 DNA 甲基化差异的重要因素,C 正确;DNA 甲基化使相关脱氧核苷酸带上甲基基团,并没有改变 DNA 的碱基序列,但 DNA 甲基化可能影响基因的表达,进而影响生物个体表型,D 错误。

7. B 命题点 ▶ 基因序列与 DNA 复制

【解析】题图中的噬菌体 DNA 上,D 基因起始区至终止区除了含

有 152 个氨基酸的编码序列,还包含终止密码子的编码序列,故 D 基因的碱基数为 $152 \times 3 + 3 = 459$ (个), A 错误;据题图可知, E 基因编码第 2 个和第 3 个氨基酸的碱基序列为 $5'-GTACGC-3'$, 根据互补 DNA 与原 DNA 反向平行及碱基互补配对原则可知,其互补 DNA 序列是 $5'-GCGTAC-3'$, B 正确;DNA 复制的原料是 4 种脱氧核糖核苷酸, C 错误; D 基因和 E 基因编码区重叠但密码子的读取起点不一致,所以编码的氨基酸序列不相同, D 错误。

8. C 命题点 ▶ DNA 的复制、基因突变

【解析】由题图可知,核苷酸切除修复 (NER) 是将紫外线损伤的 DNA 片段损伤部位切除后,在切除区域重新合成新的 DNA 片段进行修复,需要限制酶和 DNA 聚合酶, A 正确;DNA 分子链的延伸方向是从 $5'$ 端到 $3'$ 端,所以填补缺口时,新链合成从 $5'$ 到 $3'$ 的方向进行, B 正确;DNA 有害损伤发生后,应在 DNA 复制前进行修复,细胞增殖后再修复,上一次 DNA 已复制完成,损伤部位会被保留,对细胞不利, C 错误;癌症的发生并不是单一基因突变的结果,而是一种累积效应,结合题干信息可知,XP 患者 NER 酶系统存在缺陷,不能修复紫外线引发的 DNA 损伤,所以随年龄增长,XP 患者几乎都会发生皮肤癌的原因可用突变累积解释, D 正确。

9. D 命题点 ▶ DNA 的结构和 DNA 的复制

【解析】根据题干信息,DNA 复制时存在单链延伸暂停现象,但延伸进行时 2 条链延伸速率相等,再据图分析,甲时间点时,②链较长,说明①链有延伸暂停现象,再到乙时间点时,①链较长,说明②链也存在延伸暂停现象, A 正确;①和②两条链是 DNA 复制合成的两条子链,两者是互补的,所以 $A_1 = T_2$, $T_1 = A_2$,丙时 DNA 复制已经结束,两条链长度相等,根据碱基互补配对原则,所以 $A_1 + T_1 = A_2 + T_2$,而甲时两条链长度不等,所以 $A_1 + T_1$ 与 $A_2 + T_2$ 可能相等,也可能不相等, B 、 C 正确;DNA 复制时,子链②的延伸方向是 $5'$ 端到 $3'$ 端,根据题意,①的 $5'$ 端指向解旋方向,根据 DNA 的双螺旋结构特点,其两条互补链是反向平行的,所以②链是 $3'$ 端指向解旋方向,②链的模板链是 $5'$ 端指向解旋方向, D 错误。

10. D 命题点 ▶ 基因的表达及其调控

【解析】转录过程中碱基互补配对方式为 $A-U$ 、 $T-A$ 、 $C-G$ 、 $G-C$,翻译过程中为 $A-U$ 、 $U-A$ 、 $C-G$ 、 $G-C$,二者碱基互补配对方式不同, A 正确;转录时 RNA 聚合酶可催化 DNA 双链解开并催化 RNA 合成, B 正确;某些 DNA 甲基化可抑制基因转录,进而影响生物表型,属于表观遗传调控, C 正确;核糖体与 mRNA 结合后,结合部位有不止 1 个 tRNA 结合位点, D 错误。

11. D 命题点 ▶ 表观遗传、细胞癌变

【解析】由题意可知,此肿瘤形成的原因是 PcG 蛋白的合成受阻,不能修饰组蛋白,原癌基因 *zfh1* 的表达启动,故驱动此肿瘤形成的原因属于表观遗传, D 符合题意。

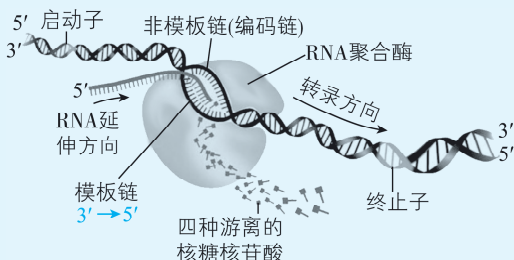
12. A 命题点 ▶ 遗传信息的转录

【解析】mRNA 上特定位置的碱基 C 在相关酶的作用下转变为碱基 U ,形成了终止密码子 UAA ,则该位置原本的 mRNA 上对应的密码子为 CAA ,密码子的读取方向为 $5' \rightarrow 3'$,由于 mRNA 序列与对应 DNA 模板序列是反向配对的,由此可知,与 $5'-CAA-3'$ 密码子配对的 DNA 模板序列为 $3'-GTT-5'$,即 $5'-TTG-3'$, A 正确。

刷有所得

解答本题的关键是明确转录的方向、密码子和反密码子的关系。

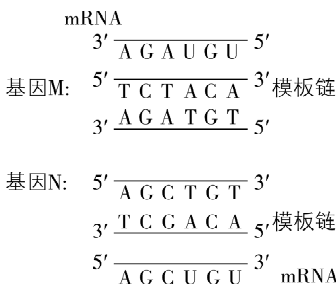
(1) 转录(如图)的方向与新合成的 RNA 链延伸方向($5' \rightarrow 3'$)相同,与 DNA 的模板链方向($3' \rightarrow 5'$)相反。



(2) 密码子位于 mRNA 上,一种密码子通常仅对应一种氨基酸,但一种氨基酸可能对应多种密码子;反密码子位于 tRNA 上,能够与密码子碱基互补配对。

13. C 命题点 基因的表达

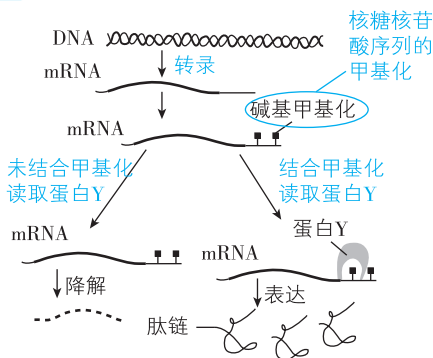
【解析】mRNA 的延伸方向为 $5' \rightarrow 3'$, mRNA 的 $5'$ 端与模板链的 $3'$ 端碱基互补配对,根据转录方向可确定基因 M 和 N 的转录模板链,如下:



由上图可知,基因 M 和 N 转录产物的碱基序列分别对应编号②和③,C 正确。

14. D 命题点 基因表达、表观遗传

题图解读



【解析】从图中可知,甲基化发生在转录后的 mRNA 上,抑制翻译过程,并没有抑制转录过程,A 错误;mRNA 的基本组成单位是核糖核苷酸,故甲基化的碱基位于核糖核苷酸链上,B 错误;由题图解读可知,甲基化读取蛋白 Y 结合甲基化修饰的 mRNA 后,促进其翻译出肽链,C 错误;DNA 的碱基甲基化也可引起表观遗传效应(常考点:表观遗传是指 DNA 序列保持不变,但基因表达和表型却发生了可遗传变化的现象),D 正确。

15. C 命题点 DNA 的复制和基因表达

【解析】DNA 的复制存在 A—T、C—G、T—A、G—C 配对,转录存在 A—U、C—G、T—A、G—C 配对,翻译存在 A—U、C—G、

U—A、G—C 配对,三个过程均存在碱基互补配对现象,A 正确;淀粉酶基因在细胞核中,该基因的复制和转录发生在细胞核内,翻译发生在细胞质中,B 正确;可以根据复制和转录的产物序列确定其模板序列,但由于密码子的简并性,由翻译产物的氨基酸序列推导的模板 mRNA 的碱基序列会有多种可能,不能确定其模板序列,C 错误;RNA 聚合酶沿模板链的 3'端到 5'端移动,核糖体沿 mRNA 的 5'端到 3'端移动,D 正确。

16. A 命题点 ▶ 基因表达的调控、物质进出细胞的方式

【解析】据表分析可知,随着时间推进,NKA mRNA 和蛋白质表达趋势不一致,表现在 0.5 h 时 mRNA 的相对表达量高于 0 h 时,3 h 时 mRNA 的相对表达量低于 0 h 时,而蛋白质在 0.5 h 和 3 h 时的相对表达量都与 0 h 时相同,说明该现象不是由 NKA 基因中甲基化导致的,A 错误;由表中数据可知,NKA 基因转录的 mRNA 量随时间延长先增多后减少,说明时间变化不是导致 NKA 基因转录变化的直接因素,B 正确;海鱼鳃细胞中的 Na^+ 浓度显著低于血液中的,NKA 酶负责将细胞中的 Na^+ 转运到血液中,NKA 酶介导的运输是一种主动运输,由此可推知,NKA 酶在维持海鱼鳃细胞内渗透压平衡时需要直接消耗 ATP,C 正确;与 0 h 组相比,其他时间点的血液 Na^+ 浓度降低,与红细胞的渗透压差增大,红细胞会吸水,体积会增大,D 正确。

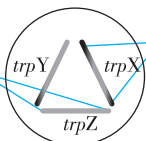
17. A 命题点 ▶ 基因的表达、酶的作用

思路分析

根据题意, *trpX* 突变体 X 酶异常而 Y、Z 酶正常; *trpY* 突变体 Y 酶异常而 X、Z 酶正常; *trpZ* 突变体 Z 酶异常而 X、Y 酶正常;三种酶存在单线作用顺序,设色氨酸合成过程为原料 $\xrightarrow{\text{酶1}}$ 中间产物 1 $\xrightarrow{\text{酶2}}$ 中间产物 2 $\xrightarrow{\text{酶3}}$ 色氨酸,且中间产物累积到一定程度可分泌到胞外,即其中一种突变体可以利用另外两种突变体产生的中间产物进行色氨酸的合成。

题图解读

trpZ 可获得 *trpY* 和 *trpX* 分泌的中间产物,都未能繁殖形成菌落,说明 *trpZ* 的酶 3 异常,可推出 Z 是酶 3



trpX 可获得 *trpY* 和 *trpZ* 分泌的中间产物,且都能繁殖形成菌落,说明 *trpX* 的酶 2、酶 3 正常,可推出 X 是酶 1

综上可得三种酶在合成色氨酸中的作用顺序为 X→Y→Z, A 正确。