

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. C 考查点 ▶ 肺炎链球菌的转化实验

【解析】肺炎链球菌转化实验包括格里菲思的体内转化实验和艾弗里的体外转化实验,其中格里菲思体内转化实验证明加热致死的 S 型细菌中存在某种转化因子,能将 R 型活细菌转化为 S 型活细菌,艾弗里的实验是在格里菲思的实验基础上进行的,证明了 DNA 是使 R 型细菌产生稳定遗传变化的物质,A、D 正确;培养微生物的过程中要防止杂菌污染,B 正确;格里菲思的实验结论是已经加热致死的 S 型细菌,含有某种促使 R 型活细菌转化为 S 型活细菌的活性物质——转化因子,但并未证明转化因子是 DNA,C 错误。

2. C 考查点 ▶ RNA 作为遗传物质的实验证据

题图解读

分析题图信息可知,用 TMV 的蛋白质外壳、HRV 的 RNA 和 TMV 的蛋白质外壳与 HRV 的 RNA 组成的重组病毒分别感染烟叶,用 TMV 的蛋白质外壳感染的烟叶没有出现病斑,其他两组烟叶上出现的病斑均为感染 HRV 的病斑,结果说明 TMV 的蛋白质外壳没有侵染作用,HRV 的 RNA 以及 TMV 的蛋白质外壳与 HRV 的 RNA 组成的重组病毒有感染作用。

【解析】a 过程表示用 TMV 蛋白质外壳感染烟叶,烟叶没有出现病斑,即 TMV 的蛋白质外壳没有感染作用,A 正确;b 过程中烟叶出现病斑,表示用 HRV 的 RNA 单独感染烟叶,其具有感染作用,B 正确;该实验不能证明烟草花叶病毒的 RNA 不是遗传物质,若要证明,需单独用烟草花叶病毒的 RNA 感染烟叶,C 错误;c、d 过程表示用 TMV 的蛋白质外壳和 HRV 的 RNA 合成的“杂种病毒”感染烟叶出现病斑,并能从烟叶中分离出 HRV,说明该“杂种病毒”有感染作用,表现病斑为感染 HRV 时的病斑,D 正确。

3. ABD 考查点 ▶ 肺炎链球菌体外转化实验

【解析】若甲组培养皿中有 S 型菌落,说明 S 型细菌的提取物高温加热后依然能使 R 型细菌转化为 S 型细菌,可推测加热不会破坏转化物质的活性,A 错误;若乙组培养皿中有 R 型及 S 型菌落,由于 S 型细菌的提取物中加入了蛋白酶后蛋白质被水解,因此可推测转化物质不是蛋白质,B 错误;若丙组培养皿中只有 R 型菌落,由于 S 型细菌的提取物中加入了 DNA 酶后 DNA 被水解,实验结果显示,DNA 被水解后就不能使 R 型细菌转化为 S 型细菌,可推测转化物质是 DNA,C 正确;根据题图中操作过程,该实验的自变量为 S 型细菌提取物中 DNA 和蛋白质的有无,并未验证多糖和脂质的作用效果,因此该实验不能证明多糖和脂质能否使肺炎链球菌发生转化,D 错误。

4. B 考查点 ▶ T2 噬菌体侵染大肠杆菌的实验

【解析】T2 噬菌体是病毒,其没有细胞结构,不能独立生存,因此

需要先用被放射性同位素 ^{35}S 或 ^{32}P 标记的大肠杆菌来培养,获得被放射性同位素 ^{35}S 或 ^{32}P 标记的 T2 噬菌体, A 错误; ^{35}S 标记的是 T2 噬菌体的蛋白质外壳,搅拌的目的是使吸附在细菌上的 T2 噬菌体与细菌分离,因此用 ^{35}S 标记的 T2 噬菌体侵染细菌的实验中,沉淀物有较高的放射性,可能是搅拌不充分所致, B 正确; ^{35}S 组中的子代噬菌体均不含有放射性标记, ^{32}P 标记的是 T2 噬菌体的 DNA, T2 噬菌体侵染大肠杆菌时, DNA 进入大肠杆菌并作为模板控制子代噬菌体的合成,而合成子代噬菌体所需的原料均由大肠杆菌提供,根据 DNA 半保留复制的特点可知子代噬菌体只有少数具有放射性, C 错误;该实验和艾弗里的肺炎链球菌转化实验的基本设计思路相似,都是设法将 DNA 与蛋白质分开后,单独地研究它们各自的作用, D 错误。

易错警示

- (1) T2 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,不能证明 DNA 是主要的遗传物质。

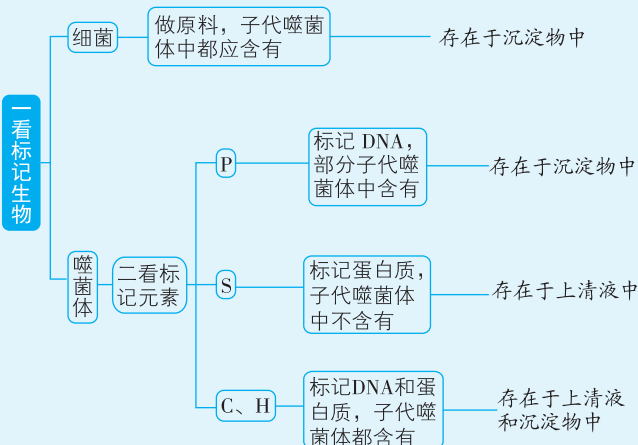
刷提分

1. 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 均被 ^{32}P 标记, C 正确;用未标记的 TM4 噬菌体侵染 ^{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 噬菌体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 噬菌体无法产生子代, D 错误。

刷有所得

噬菌体侵染细菌的实验中的同位素标记



2. ABC 考查点 ▶ 朊病毒遗传物质的探究实验

【解析】1、2 试管中均有牛脑组织细胞,且均需要连续培养一段时间,但由于朊病毒几乎不含 P,故无论 1→2 还是 2→1 得到的培养结果几乎相同,A 正确;朊病毒不含核酸,几乎无法被 ^{32}P 标记,故试管 4 的上清液中几乎没有放射性,B 正确;若按照 1→2→5→3→4 的顺序进行实验,则朊病毒会被 ^{35}S 标记,侵染牛脑组织细胞,经过搅拌、离心后与牛脑组织细胞会共同出现在沉淀物中,即试管 4 的放射性主要集中在沉淀物中,C 正确;由 C 项可知,用 ^{35}S 标记的朊病毒侵染牛脑组织细胞,放射性物质主要位于沉淀物中,但由于会有少量的朊病毒不能成功侵染牛脑组织细胞,搅拌、离心后位于上清液中,因此上清液中会含少量放射性物质,即试管 4 上清液出现微量放射性不是因为搅拌时间过长,D 错误。

易错警示

不是所有的病毒侵染宿主细胞时都将蛋白质外壳留在宿主细胞外部。将蛋白质外壳留在宿主细胞外、只将核酸注入细胞内是一些病毒(如噬菌体)所特有的方式。对于动物或植物病毒来说,更普遍的方式是整个病毒颗粒都侵入宿主细胞。

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

②大肠杆菌 含 ^{35}S 的大肠杆菌(带标记的大肠杆菌) 上清液和沉淀物 ③BD (3) ①减法 病毒 M+RNA 水解酶+活鸡胚培养基 ②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 型细菌的培养基与加入了物质 X 的 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 ^{35}S 和 ^{32}P 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 ^{35}S 标记的噬菌体,需先用含 ^{35}S 的培养基培养大肠杆菌,再用噬菌体去侵染含 ^{35}S 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,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. D 考查点 ▶ DNA 分子的结构和特点

【解析】根据碱基互补配对原则可知,题图中 7 构成胸腺嘧啶脱氧核糖核苷酸,A 错误;该病毒的核酸为环状 DNA 分子,不存在游离的磷酸基团,B 错误;根据碱基互补配对原则可知,所有双链

DNA 分子中 $\frac{A+C}{T+G}$ 的值均为 1,不能体现 DNA 分子的特异性,C 错

误;一个 ^3H 标记的病毒侵染未标记的宿主细胞,无论释放出来多少个子代病毒,其中只有两个含 ^3H 标记,因此含有 ^3H 的病毒所占的比例为 $\frac{2}{n}$,D正确。

2. B 考查点 ▶ DNA 分子结构之间的联系

【解析】试管1破坏脱氧核糖和磷酸之间的连接键,同时也会使脱氧核苷酸内脱氧核糖和磷酸之间的键被破坏,最终产物不存在脱氧核苷酸,A错误;试管2破坏脱氧核糖和碱基之间的连接键,最后得到若干磷酸和脱氧核糖交替连接的长链,即生成DNA的基本骨架,B正确;试管3中加入破坏氢键的试剂,则不会形成氢键,故不会出现单链局部成环的现象,C错误;试管3试剂的功能与DNA解旋酶类似,D错误。

3. C 考查点 ▶ DNA 分子结构的特点及相关计算

【解析】STR是广泛分布于真核生物核基因组中的简单串联重复序列,STR骨架是由磷酸和脱氧核糖交替连接而成的,A错误;A—T碱基对含有两个氢键,C—G碱基对含有三个氢键,STR的A—T碱基对所占的比例较G—C碱基对的多,相对于其他同长度DNA,STR的稳定性可能较差,B错误;STR重复次数在个体间呈高度变异性并且数量丰富,采集并分析大熊猫粪便中的微卫星标记可以调查大熊猫的种群数量,C正确;根据碱基互补配对原则,STR中G+C的占比在一条链中和在双链中相同,故若某一STR中G+C所占的比例为40%,则该STR的一条链中G+C所占的比例也为40%,D错误。

易错警示

在关于DNA和RNA的相关描述中,需要特别关注核糖和脱氧核糖分别与RNA和DNA的对应关系。

4. BD 考查点 ▶ DNA 半保留复制

【解析】由于DNA分子的复制方式为半保留复制,所以X层的基因全部是一条链含 ^{14}N 标记、一条链含 ^{15}N 标记,A错误;由于DNA分子复制了3次,共产生了8个DNA分子,含16条脱氧核苷酸链,其中含 ^{14}N 标记的2条链存在于Z层中,含 ^{15}N 标记的14条链存在于W层中,所以W层与Z层的核苷酸数之比为14:2=7:1,在含有3000个碱基对的一个DNA分子中,腺嘌呤占35%,因此鸟嘌呤占15%,共900个,所以W层中含 ^{15}N 标记的鸟嘌呤为 $900 \times 14 \div 2 = 6300$ (个),B正确,C错误;在DNA分子中,碱基对之间通过氢键相连,DNA分子复制了3次,产生的8个DNA分子中,有2个DNA分子含 ^{14}N 和 ^{15}N ,存在于X层中,6个DNA分子只含 ^{15}N ,存在于Y层中,所以X层中含有的氢键数是Y层的 $\frac{1}{3}$,D正确。

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,综合可知碱基对为14对。再看脱氧核糖和磷酸,本题中提供的脱氧核糖和磷酸数量均多于含14个碱基对的DNA片段所需,不用额外考虑。

【解析】根据思路分析可知,最长的DNA片段含14个碱基对、28个磷酸,其中分别位于两条链5'端的2个磷酸均只连接1个订书钉,剩余26个磷酸均连接了两个订书钉,A错误;根据思路分析可知,最长的DNA片段含14个碱基对,每个脱氧核苷酸内部需

要 2 个订书钉,每条脱氧核苷酸链中的脱氧核苷酸之间各需要 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 A—T 碱基对数为 6,C—G 碱基对数为 8,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 分子的种类数少于 4^n 种。

刷提分

1. B 突破点 ▶ 信息提取—DNA 的超螺旋

【解析】当盘旋方向与 DNA 双螺旋(右螺旋)方向相同时,其超螺旋结构为正超螺旋,方向相反时为负超螺旋,A 错误;超螺旋 DNA 较双螺旋 DNA 结构更复杂、更紧凑,所以更耐高温,解旋时需要的温度更高,B 正确;环状 DNA 复制时,解旋酶作用于两条链之间的氢键,解开 DNA 的双链,形成复制叉,但不切开 DNA 单链的磷酸二酯键,C 错误;环状 DNA 分子一般比线性 DNA 分子结合更紧密、更稳定,环状 DNA 也存在于线粒体、叶绿体,D 错误。

易错警示

环状 DNA 不仅存在于原核细胞中。原核细胞的拟核 DNA(大型环状 DNA)和质粒(小型环状 DNA)均为环状 DNA 分子。真核细胞的细胞核中的 DNA 分子为链状 DNA 分子,叶绿体基质和线粒体基质中的 DNA 为环状 DNA 分子。

2. D 考查点 ▶ DNA 分子的复制

【解析】题图中 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,最初的精原细胞的两条非同源染色体用 ^{32}P 标记,经过一次有丝分裂后,产生的两个精原细胞均有两条非同源染色体被 ^{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,结束后形成的 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。

3. C 考查点 ▶ DNA 分子的复制过程和特点

思路分析

据题意可知,当模板链上的碱基与双脱氧核苷酸的碱基配对时终止复制,以 GCGATGACTAG 单链为模板,以反应体系加入 ddATP (记作 a) 和四种正常脱氧核苷酸为例,分析如下图:

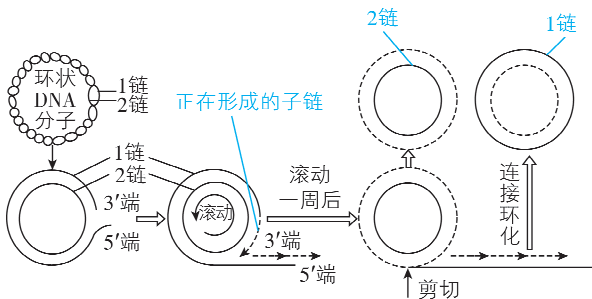
模板 GCGATGACTAG
子链1 CGCTa
子链2 CGCTACTGa
子链3 CGCTACTGATC

会得到 3 种子链。

【解析】在人工合成体系中,需要添加适量的单链模板并添加引物及耐高温的 DNA 聚合酶,A 正确;DNA 子链沿着 5'端向 3'端延伸,因此 ddNTP 与 dNTP 竞争的延长位置是核苷酸链的 3'端,B 正确;由思路分析可知,DNA 的组成单位是脱氧核糖核苷酸,当模板链上的碱基与双脱氧核苷酸配对时终止复制,故在包含有 GCGATGACTAG 的单链模板的反应体系中加入 ddTTP 最多可产生 4 条长度不同的子链,C 错误;需要测定 GCGATGACTAG 序列中碱基 A 的数量,就需要构建含 ddATP 的反应体系,故测定 GCGATGACTAG 序列中各种碱基数量需要分别构建 ddATP、ddTTP、ddGTP 和 ddCTP 四个反应体系,D 正确。

4. D 考查点 ▶ DNA 分子复制的相关计算

题图解读



【解析】1 链被断开前是环状 DNA 分子,不含游离的磷酸基团,断开后含有 1 个游离的磷酸基团,A 正确;外链能提供 3'端,可以充当 1 链延伸时的引物,需要 DNA 聚合酶(催化子链的形成)、解旋酶(解开 DNA 双链)的催化作用,B 正确;DNA 聚合酶只能从引物的 3'端连接脱氧核苷酸,故该 DNA 复制时,子链都是从 5'→3'方向延伸的,C 正确;由于 1 000 个碱基对的环状 DNA 分子中含腺嘌呤 300 个, $A = T = 300$, 所以含鸟嘌呤的数量为 $G = \frac{2\,000 - 600}{2} = 700$ (个),若该 DNA 连续复制 3 次,则第 3 次复制共需要鸟嘌呤 $700 \times 2^{3-1} = 2\,800$ (个),D 错误。

易错警示

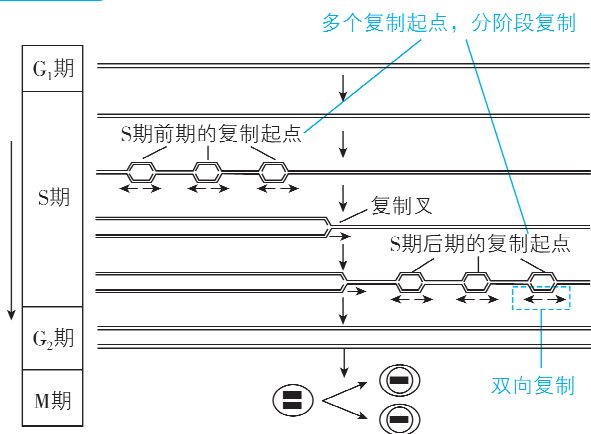
复制 n 次和第 n 次复制不同,“复制 n 次”指从开始到完成第 n 次复制的过程,是一个累积的过程,模板链是最初的 DNA 分子的两条链,因此产生的 2^n 个 DNA 分子中只有两个 DNA 含最初的模板链;“第 n 次复制”是指复制过程中的“第 n 次”这一个单次复制过程,模板链是第 $(n-1)$ 次复制产生的 DNA 分子的所有的链,因此同样是产生 2^n 个 DNA 分子,但是有一半是母链。

5. AC 突破点 ▶ 信息提取—DNA 测序

【解析】加热致死的 S 型细菌与 R 型活细菌混合注射到小鼠体内后，R 型活细菌会转化形成 S 型活细菌，即题图 1 中实线代表 R 型细菌，虚线代表 S 型细菌，BC 段 R 型细菌数量下降的主要原因是小鼠的免疫系统杀死了部分 R 型细菌，CD 段 R 型细菌含量增加的原因是 S 型细菌数量增加，破坏了小鼠的免疫系统，使小鼠杀死 R 型细菌的效率降低，A 错误，B 正确；根据题图 2 测序结果可知，题图 2 中碱基序列应从上向下读，且由左至右的顺序依次是 ACGT，故题图 2 中一个 DNA 分子片段上被标记的一条脱氧核苷酸链中 G 有 4 个，C 有 1 个，故 R 型细菌中对应的双链 DNA 有 5 个鸟嘌呤，C 错误；根据题图 2 可知题图 3 中从左至右的碱基依次是 ACGT，且读取顺序为从上（3'）到下（5'），故题图 3 S 型细菌相应 DNA 分子片段碱基排列顺序为 3'-TCCAGT-GCGCC-5'，D 正确。

6. C 考点 ▶ DNA 分子的复制过程、特点及意义

题图解读



【解析】DNA 复制先将双链 DNA 解旋为单链，碱基 A—T 之间含有两个氢键，G—C 之间含有三个氢键，氢键少的地方更容易解旋，由此推测题图中 DNA 复制起点区域可能富含 A—T 碱基对，A 正确；DNA 复制过程中子链的合成方向都是 5'→3'，故题图中复制叉位置两条新链的合成方向都是 5'→3'，B 正确；题图中的 DNA 复制的特点是多起点、双向复制、半保留复制，各个复制点是分阶段开始复制的，而不是同时，C 错误；复制速度过慢可能导致 S 期后期复制的区域还未完成 DNA 复制就进入了分裂期，可能会出现染色体断裂，从而导致染色体分离异常，D 正确。

7. (1) 0.5 1 个含 $^{14}\text{N}/^{14}\text{N}$ -DNA 的大肠杆菌在以 $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ 为唯一氮源的培养液中培养 1.5 h 后， ^{14}N 的 DNA 单链数和 ^{15}N 的 DNA 单链数分别是 2 条、14 条，共形成了 8 个 DNA 分子，说明 DNA 分子共复制了 3 次，即细胞分裂了 3 次，故大肠杆菌的细胞周期为 8 h (2) 甲链 RNA 聚合酶、DNA 连接酶 相反 后随链的合成方向是从右到左（沿甲链的 5'到 3'），复制叉延伸的方向是从左到右（沿甲链的 3'到 5'） (3) 2、3 或 4 18 20

突破点 ▶ 图表分析—DNA 分子的复制

【解析】(1) 依据题图 1 信息可知，1 个含 $^{14}\text{N}/^{14}\text{N}$ -DNA 的大肠杆菌转移到以 $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ 为唯一氮源的培养液中，培养 1.5 h 后，提取子代大肠杆菌的 DNA，将 DNA 双链解开再进行密度梯度离心，得到条带 1 (^{14}N 的 DNA 单链)：条带 2 (^{15}N 的 DNA 单链) = 1：7，

而母链 ^{14}N 链只有两条,可知得到的 DNA 单链共有 16 条,即共有 8 个 DNA 分子,说明 DNA 分子共复制了 3 次,大肠杆菌的细胞周期为 $1.5 \div 3 = 0.5(\text{h})$ 。

(2) 依据题干信息, DNA 复制时,后随链是逐段延伸的,这些片段称为冈崎片段,所以据题图可知,甲链为后随链,在该链的合成过程中,染色体复制时需要合成一小段 RNA 作为引物,因此需要 RNA 聚合酶的参与,后随链合成时会先形成多个 DNA 单链的片段(冈崎片段),之后需要 DNA 连接酶相连接,故该链的合成过程中,除需要解旋酶之外,还需要 RNA 聚合酶和 DNA 连接酶等的参与。由题图 2 可知,后随链的合成方向是从右到左(沿甲链的 $5'$ 到 $3'$),复制叉延伸的方向是从左到右(沿甲链的 $3'$ 到 $5'$),因此后随链合成的方向与复制叉延伸的方向相反。

(3) 依据题干信息,将某植物的分生区细胞($2n=18$)在含放射性标记的胸腺嘧啶的培养基中培养足够长的时间,说明亲代细胞均含有放射性,然后转移到无放射性培养基中再培养,1 个细胞连续进行两次有丝分裂形成 4 个子细胞。DNA 的复制是半保留复制,在第一次分裂完成后 18 条染色体上的 DNA 分子均为 1 条链含放射性,一条链不含放射性,再进行第二次有丝分裂,由于 DNA 的半保留复制,刚进入第二次分裂期的细胞中,含放射性的染色体仍为 18 条,但是处于第二次分裂期的前期、中期的细胞中,每条染色体上的 4 条 DNA 单链中只有 1 条被标记,即每条染色体中只有 1 条染色单体被标记,在有丝分裂后期,被标记的 DNA 和未被标记的 DNA 随机分配到细胞的一极,故更换培养基后 1 个细胞连续进行两次有丝分裂形成的 4 个子细胞中,可能有 2 个、3 个或 4 个细胞带有放射性。据题图 3 可知,20~25 h,曲线再次出现上升,细胞进入第二轮分裂期,因此更换培养基 20 小时后开始有细胞进入第二次有丝分裂的分裂期。

第 3 节 基因的表达

刷基础

1. B 考查点 ▶ RNA 的种类及特点

【解析】由于信使 RNA(mRNA)在蛋白质合成过程中负责传递遗传信息、直接指导蛋白质合成,人体内的基因种类很多,因此人体内的 mRNA 的种类远多于 tRNA、rRNA 的种类, A 正确; mRNA、tRNA、rRNA 均为单链结构,故 mRNA 的单链结构不是其存在时间短的原因, B 错误;核糖体由 rRNA 和蛋白质构成,而 mRNA 是翻译的模板, tRNA 是运载工具,因此翻译过程需要 tRNA、rRNA、mRNA 共同参与, C 正确; DNA 通过 mRNA 对生命活动进行调控,细菌是单细胞生物,细胞结构简单,代谢旺盛,需要快速适应环境变化,因此推测细菌细胞中 mRNA 的平均更新速率比人体细胞的更快, D 正确。

2. D 考查点 ▶ 遗传信息的转录

【解析】依据题图中 A、B、C 基因的转录过程可知,同一 DNA 上的不同基因转录的模板链可能不同,同一 DNA 上可能有多个启动子,结合多个 RNA 聚合酶,转录的方向均是从子链的 $5' \rightarrow 3'$,与 DNA 复制的方向一致, A、B、C 正确;转录时, RNA 聚合酶与启动子结合,并在 RNA 聚合酶的作用下打开 DNA 双链,双链的碱基得以暴露,细胞中游离的核糖核苷酸与 DNA 模板链上的碱基

互补配对,形成 mRNA 分子,D 错误。

3. D 考查点 ▶ 遗传信息的转录和翻译

【解析】转录是以 DNA 的一条链为模板,按照碱基互补配对原则合成 RNA 的过程,由于起始密码子是 AUG,对应的 DNA 模板链的序列应是 TAC,故①链是转录的模板链,A 错误;①链是转录的模板链,转录时读取模板链的方向是 $3' \rightarrow 5'$,即①链左侧是 $3'$ 端,右侧是 $5'$ 端,复制时沿模板链的 $3' \rightarrow 5'$ 进行,即从左往右进行,B 错误;在①链 12~13 号碱基间插入一个碱基 A,模板 DNA 链相应位置变为 ATT,对应的密码子变为 UAA,将会导致终止密码子提前出现,故合成的肽链变短,C 错误;若在①链 3~4 号碱基间插入一个碱基 G,即在起始密码子之前加了一个碱基,不影响起始密码子和终止密码子之间的序列,故合成的肽链不变,D 正确。

刷有所得

根据起始密码子确定模板链的方法

起始密码子(在 mRNA 上)为 AUG 时,对应转录的模板 DNA 链为 $3'-TAC-5'$,需要利用试探法,分别从 DNA 两条单链的首端($3'$ 端)依次寻找,例如本题中的①链从左到右 7~9 位为 TAC,紧接着 10~12 位为 GGA(其对应的密码子为 CCU,编码的氨基酸为脯氨酸),13~15 位为 TTC(对应的密码子为 AAG,编码的氨基酸为赖氨酸),符合题意。而②链从右向左的 10~12 位也为 TAC,但由于其左侧 13~15 位为 TCC(其对应的密码子为 AGG,编码的氨基酸为精氨酸),不符合题意。

4. A 考查点 ▶ 多聚核糖体

【解析】单链 tRNA 分子内部存在局部双链区,局部双链区存在碱基互补配对,A 错误;此 tRNA 的反密码子为 $3'-UCG-5'$,对应的密码子是 AGC,可转运丝氨酸,B 正确;多肽链合成时,在一个 mRNA 分子上有若干个核糖体同时工作,因为模板 mRNA 是相同的,所以这些核糖体合成的多肽链往往是相同的,C 正确;核糖体移动的方向是从短肽链→长肽链的方向,题图 2 中核糖体移动的方向是①→⑥,D 正确。

刷有所得

核糖体沿着 mRNA 进行翻译,氨基酸相继加到延伸中的多肽链上。因此,肽链的长度可以作为判断翻译方向的依据。例如,如果某个核糖体合成的肽链较长,那么它可能是较早开始翻译的;反之,如果某个核糖体合成的肽链较短,那么它可能是较晚开始翻译的。

5. ABD 考查点 ▶ 遗传密码的破译

【解析】结合题意可知,进行体外合成多聚体的实验时不需要 AUG 作为起始密码子,A 正确;根据 mRNA 上 3 个相邻碱基编码 1 个氨基酸,实验一以 $(AC)_n$ 为模板,可知苏氨酸的密码子可能为 ACA 或 CAC,B 正确;实验二中以 $(CAA)_n$ 为模板,形成的密码子可能有 CAA、AAC、ACA 三种,因此合成的多聚体应分别由谷氨酰胺、天冬酰胺和苏氨酸中的一种氨基酸连接组成,C 错误;实验一说明,组氨酸的密码子可能为 ACA 或 CAC,实验二说明,组氨酸的密码子不是 CAA、AAC 和 ACA,因此组氨酸的密码子是 CAC,D 正确。

6. ABD 考查点 ▶ 基因与环境对性状的控制

【解析】基因表达过程包括转录与翻译,转录是以 DNA 为模板合成 RNA 的过程,以 4 种核糖核苷酸为原料,翻译是以 mRNA 为模板合成多肽的过程,以氨基酸为原料,A 正确;据题图可知,相较于 28℃ 和 33℃,23℃ 时, S_I 基因表达的倍数明显较高,由此可推测 23℃ 时 RNA 聚合酶更易与基因 S_I 的启动子结合进而驱动 S_I 基因表达,B 正确;据题图可知,高温(33℃)条件下, S_I 基因表达倍数明显下降,但在 33℃ 并施加 DNA 甲基化抑制剂(5-AZA)条件下, S_I 基因表达的倍数可基本恢复到 23℃ 条件下的水平,说明高温会导致 S_I 基因甲基化水平升高,进而使其表达量下降,而非上调,C 错误;综合上述分析及题干信息可得,斑马鱼性别分化受基因表达调控,且受到环境因素(如温度)的影响,D 正确。

7. C 考查点 ▶ 表观遗传

【解析】 A^{vy} 基因的产生是因为在 *Agouti* 基因的前面插入了一个 *IAP* 片段,而 *Agouti* 基因真正决定毛色的那部分(编码区)并没有改变,A 错误;*IAP* 的甲基化程度和 A^{vy} 基因的表达是相反的关系,呈负相关,B 错误;如果小鼠的毛色是深色,说明它的 A^{vy} 基因的启动子大部分是高甲基化的,就像被关掉了一样,不活跃,C 正确; A^{vy} 基因的甲基化状态不仅受遗传因素影响,还和环境因素有关,比如母鼠怀孕期间的饮食可能会影响后代小鼠 A^{vy} 基因的甲基化状态,D 错误。

8. A 考查点 ▶ 基因的表达

【解析】细胞分化是基因选择性表达的结果,组蛋白乙酰化使染色体结构松散,有利于基因的表达,故组蛋白乙酰化可能发生在细胞分化过程中,A 正确;组蛋白乙酰化使染色质结构松散,有利于基因的表达,进行基因表达的细胞都可能存在组蛋白乙酰化,B 错误;组蛋白乙酰化使染色体结构松散,有利于基因的表达,组蛋白去乙酰化使染色体结构紧致,不利于基因的表达,这两个过程都属于表观遗传现象,都没有改变 DNA 的碱基序列,C 错误;转录过程需要 RNA 聚合酶,故题图中 X 酶为 RNA 聚合酶,具有催化 DNA 双链解旋的功能,能识别、结合基因的特定部位并催化氢键断裂,D 错误。

9. C 考查点 ▶ 遗传信息的转录与翻译

【解析】一种 tRNA 只能转运一种特定的氨基酸,但几种 tRNA 可能转运同一种氨基酸,A 正确;①转录过程中的碱基互补配对发生在 DNA 和 RNA 之间,配对方式为 A—U、T—A、G—C、C—G,③翻译过程中的碱基互补配对发生在 RNA 之间,配对方式为 A—U、U—A、G—C、C—G,故两过程的碱基互补配对方式不完全相同,B 正确;一个 mRNA 分子上可以结合多个核糖体,没有缩短合成一条肽链所需要的时间,但是少量的 mRNA 分子就可以迅速合成大量蛋白质,提高了翻译的效率,C 错误;转录过程中 RNA 聚合酶沿模板链的 5'→3'方向移动,且 b 为新形成的 RNA 链,新链的延伸方向为 5'→3',且转录的模板链为 a 所在的 DNA 单链,故 b、c 为 5'端,a 为 3'端,D 正确。

易错警示

一个 mRNA 分子上可以结合多个核糖体,由于翻译的模板为同一个 mRNA 分子,只是核糖体结合的时间不同,暂时形成的肽链长度不同,当每个核糖体从 mRNA 上脱落下来时,最终产生的肽链一般都是相同的。这些核糖体不是共同合成一条肽链,因此合成一条肽链所需时间不会因为一个 mRNA 分子上结合多个核糖体而缩短。

刷提分

1. B 突破点 ▶ 信息提取—遗传信息的翻译及其异常情况

【解析】起始密码子是翻译的起点,起始密码子与 tRNA 上的反密码子碱基互补配对,启动翻译过程,A 正确;核糖体沿 mRNA 移动的方向是 $5' \rightarrow 3'$,B 错误;由于核糖体移码现象会使核糖体移动的距离有变化,则可能会导致 mRNA 上提前或者延后出现终止密码子,因而可能导致翻译出的多肽链的结构发生改变,C 正确;核糖体移码现象是核糖体沿 mRNA 移动的距离发生了改变,并没有改变细胞中的遗传物质,D 正确。

2. B 考查点 ▶ mRNA 的加工

【解析】RNA 剪接体的作用是对前体 mRNA 进行加工,而转录的场所主要是细胞核,转录产生的前体 mRNA 需要在细胞核中加工才能成为成熟的 mRNA,因此 RNA 剪接体发挥作用的场所主要在细胞核内,A 正确;前体 mRNA 为单链结构,前体 mRNA 被剪接体剪接后得到的 mRNA 的长度发生了改变,其嘌呤和嘧啶的比例可能会发生变化,B 错误;剪接体剪接的不是基因,而是基因转录出来的前体 mRNA,因此不会导致基因序列发生改变,C 正确;RNA 上相邻的核糖核苷酸之间通过磷酸二酯键相连,RNA 剪接体的作用是对最初的转录产物——前体 mRNA 进行加工,除去一些片段,并将剩余片段连接起来,因此 RNA 剪接体发挥作用的过程中可能涉及磷酸二酯键的断裂和形成,D 正确。

3. 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,该小鼠不能正常生长,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,则亲代雄鼠为杂合子,A 基因来自其母本,D 正确。

4. A 突破点 ▶ 图表分析—tRNA 调控基因表达的相关过程

【解析】根据肽链的长短可知,核糖体沿 mRNA 移动的方向为从右向左,即翻译的方向是从右向左,因此终止密码子与 a 距离最近,d 上的肽链最短,其结合过的 tRNA 最少,A 错误;①为转录过程,该过程可以产生 tRNA、rRNA、mRNA 三种 RNA,B 正确;由题图可知,细胞缺乏氨基酸时,空载 tRNA 既能抑制细胞核中的转录过程,又通过激活蛋白激酶来抑制翻译过程,C 正确;空载 tRNA 的 3'端与特定氨基酸的羧基反应,特定氨基酸与 tRNA 的 3'端结合,从而使空载 tRNA 转变为负载 tRNA,D 正确。

5. BC 突破点 ▶ 信息提取—基因表达调控

【解析】无义突变是基因中编码氨基酸的密码子序列突变成过早终止密码子 (PTC) 序列的突变, 所以基因中的碱基替换不一定只发生第 1 位碱基的替换, A 错误; 据题图可知, 设计 Guide snoRNA 主要依据是 mRNA 中的过早终止密码子两侧的部分碱基序列, B 正确; Ψ AA、 Ψ AG、 Ψ GA 与反密码子之间的碱基互补配对能确保翻译的正常进行, C 正确; 依据题干信息, 经过无义突变产生的是截短的无功能蛋白, 设计 Guide snoRNA, 利用单碱基编辑技术, 招募假尿苷合成酶, 准确高效地实现 PTC 中尿苷 (U) 到假尿苷 (Ψ) 编辑, 实现全长蛋白质的表达, 但经该技术编辑后的 mRNA 翻译出的全长蛋白质不一定具有正常功能, D 错误。

6. C 考查点 ▶ 基因、蛋白质与性状的关系

【解析】据题干信息和题图可知, 在正常情况下, P53 基因控制着细胞周期, 参与 DNA 修复, 维持细胞基因组的完整性, 对细胞分裂起着监视作用, A 正确; 根据题图信息, P53 基因控制合成的 P53 蛋白通过过程②合成 lncRNA, 进而影响过程①, 该过程存在反馈调节机制, B 正确; 抑制 P53 基因表达, 可能会使细胞周期失控, 不利于抗癌细胞, 因为 P53 基因能维持细胞基因的完整性, 抑制癌细胞的产生, C 错误; 由题干及题图可以看出, 整个过程体现了基因之间及基因与表达产物、环境之间存在复杂的相互关系, D 正确。

7. (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。

全章综合提升

刷素养

1. AC 突破点 ▶ 图表分析—表观遗传

【解析】DNA 甲基化引起表观遗传现象主要是通过影响遗传信息的转录过程实现的,A 错误;若该侏儒鼠的基因型是 aa,即使抑制发育中的侏儒鼠甲基化酶的活性,其侏儒症状也不会缓解,B 正确;由题干信息可知,基因型为 Aa 的雄鼠,产生配子的基因型及概率为 $\frac{1}{2}A$ (P 序列去甲基化)、 $\frac{1}{2}a$,基因型为 Aa 的雌鼠,产生配子的基因型及概率为 $\frac{1}{2}A$ (P 序列甲基化)、 $\frac{1}{2}a$,所以二者杂交子代中正常鼠占 $\frac{1}{2}$,即子代小鼠中正常鼠与侏儒鼠的比例为 1:1,C 错误;基因型为 AAa 的三体侏儒鼠,其 A 基因一定来自母本,因为来自父本的 A 基因都会发生去甲基化,可以正常表达,若其存在来自父本的 A 基因,则该小鼠应为三体正常鼠,D 正确。

2. D 考查点 ▶ 铁调节蛋白

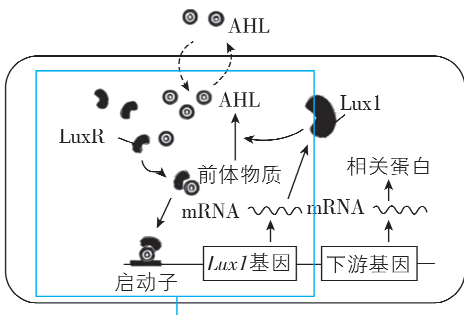
信息提取

当细胞中 Fe^{3+} 浓度低时,铁调节蛋白能与 TfR-mRNA 上的铁反应元件结合,使 TfR-mRNA 难以被水解,以便翻译出更多的转铁蛋白受体,转铁蛋白受体含量增多,有利于细胞从外界吸收 Fe^{3+} ,以满足生命活动的需要。

【解析】核糖体在 mRNA 上的移动方向是 $5' \rightarrow 3'$,A 错误;富含 A—U 的区域通过氢键形成了特有的茎环结构,B 错误;细胞中 Fe^{3+} 不足时铁调节蛋白与铁反应元件结合,使 TfR-mRNA 难以水解,可以翻译出更多的转铁蛋白受体参与 Fe^{3+} 的吸收,C 错误;由于铁反应元件在终止密码子之后,因此铁调节蛋白结合铁反应元件不影响 TfR-mRNA 的翻译过程,所以不影响转铁蛋白受体的合成,D 正确。

3. C 突破点 ▶ 图表分析—群体感应

题图解读



AHL与LuxR结合形成复合物,与相应启动子结合,从而启动转录,当细胞中AHL增多时,会促进LuxI基因表达出LuxI,进而促进AHL的合成,存在正反馈调节

【解析】由题图可知,AHL 的受体在细胞内,其可以直接进出细胞,因此 AHL 的释放以及与受体的结合均与细胞膜无关,不能体现细菌细胞膜具有信息交流的功能,A 错误;由题图可知,AHL 由前体物质在酶的催化作用下形成,即 AHL 不是基因表达的直接产物,化学本质可能不是蛋白质,且 AHL 可自由进出细胞,因此推测 AHL 可能是一种脂类物质,AHL 进入细胞与受体蛋白 LuxR 结合,进而与启动子结合驱动 *LuxI* 基因的表达,LuxI 为 AHL 合成酶,可促进 AHL 的合成,因此 AHL 的分泌存在正反馈调节,B 错误;下游基因为青霉素的抗性基因,细菌体内的青霉素抗性基因可随 *LuxI* 基因一起表达,因此 AHL 合成抑制剂能抑制 *LuxI* 基因和青霉素抗性基因的表达,进而在一定程度上提高青霉素的抑菌效果,C 正确;细菌为原核生物,没有以核膜为界限的细胞核,因此在基因的表达过程中,可以边转录边翻译,mRNA 的合成和 LuxI 的合成可同时进行,D 错误。

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 $5'-\text{GTACGC}-3'$,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 $5'-\text{GCGTAC}-3'$,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

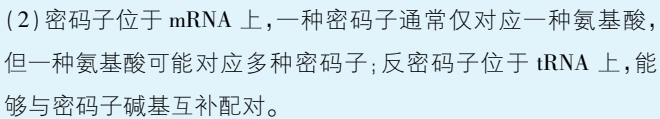
10.D 命题点 ▶ 基因的表达及其调控

11.D 命题点 ▶ 表观遗传、细胞癌变

12.A 命题点▶遗传信息的转录

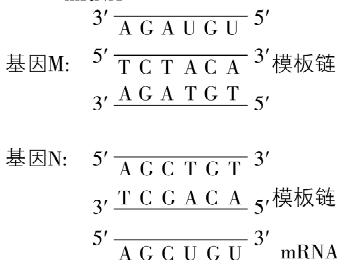
刷有所得

(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。



13.C 命题点►基因的表达

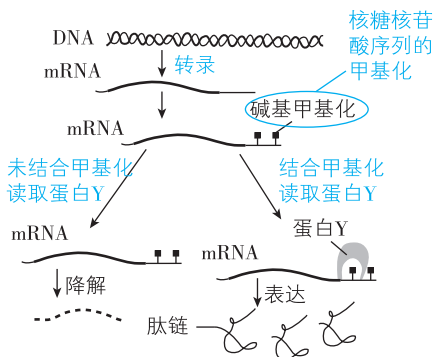
mRNA



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。

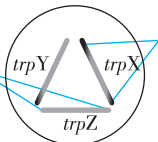
17. A 命题点 ▶ 基因的表达、酶的作用

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。