

第 4 章

基因的表达

第 1 节 基因指导蛋白质的合成



对点上分

1. **C** 【解析】转录是遗传信息从 DNA 流向 RNA 的过程,真核细胞的转录主要发生在细胞核中,**A 正确**;题图中③为翻译过程,翻译过程中以 mRNA 为模板,合成具有一定氨基酸顺序的肽链,**B 正确**;一个 mRNA 分子可以同时结合多个核糖体,形成多聚核糖体,同时进行多条多肽链的合成,从而提高蛋白质合成的效率,**C 错误**;逆转录病毒(如 HIV)可以利用逆转录酶使遗传信息从 RNA 流向 DNA,**D 正确**。
2. **D** 【解析】剪接体由 RNA 和蛋白质构成,染色体主要由 DNA 和蛋白质构成,**A 错误**;题图中 a 和 c 表示外显子,能够编码氨基酸,b 表示内含子,不具有编码序列,**B 错误**;剪接体能够识别特定的核苷酸序列并将前体 mRNA 中的内含子切除,**C 错误**;mRNA 中具有启动翻译的起始密码子和终止翻译的终止密码子,**D 正确**。
3. **C** 【解析】基因的转录需要 RNA 聚合酶的催化,RNA 聚合酶与 DNA 上的启动子结合,**A 正确**;由题图可知,一个基因控制合成不同的多肽链与转录后形成的前体 mRNA 的剪切、拼接不同有关,**B 正确**;转录以亲代 DNA 的一条链为模板,**C 错误**;骨骼肌细胞可以合成呼吸酶,因此骨骼肌细胞内可发生呼吸酶基因的转录和翻译,**D 正确**。
4. **D** 【解析】碱基互补配对原则是核酸之间的碱基配对规律,RNA 聚合酶的化学本质为蛋白质,TATA box 是一段 DNA 序列,两者之间的结合不遵循碱基互补配对原则,**A 错误**;密码子是 mRNA 上三个相邻的、决定一个氨基酸的核苷酸,而 TATA box 是一段 DNA 序列,其上不可能含有起始密码子,**B 错误**;TATA box 的碱基序列为 TATAATAAT,初步水解产生腺嘌呤脱氧核苷酸和胸腺嘧啶脱氧核苷酸,即只能得到 2 种产物,**C 错误**;若改变 TATA box 的序列,可能会影响其与 RNA 聚合酶的结合,进而影响基因的表达,因此该研究为人们主动“关闭”某个异常基因提供了思路,**D 正确**。
5. **A** 【解析】题图所示为多个核糖体与同一个 mRNA 结合,同时合成多条肽链的过程,可提高细胞内合成蛋白质的效率,但不能缩短每一条肽链的合成时间,**A 错误**;细菌的细胞中可以发生题图所示的翻译过程,**B 正确**;题图所示过程可在短时间内合成大量蛋白质,满足细胞生命活动的需求,对生物体完成生命活动具有重要意义,**C 正确**;mRNA 是翻译的模板,核糖体是翻译的场所,由题图可知,mRNA 既能与核糖体结合又能作为合成肽链的模板,**D 正确**。
6. **C** 【解析】核糖体是蛋白质合成的场所,氨基酸是蛋白质合成的

原料,而 RNA(包括 mRNA、tRNA 和 rRNA 等)则在翻译过程中起到关键作用,题目中提到的“蛋白质体外合成体系”应包含这些基本成分,**A 正确**;翻译时,转运 RNA(tRNA)用来运输氨基酸,故与亮氨酸结合的小 RNA 应该是 tRNA,在蛋白质合成过程中,氨基酸与特定的 tRNA 结合形成氨基酸-tRNA 复合物,该复合物上的反密码子会与 mRNA 上的密码子进行碱基互补配对,并将相应氨基酸加入正在合成的多肽链中,由于密码子和反密码子的特异性配对关系,因此,放射性亮氨酸与小 RNA 的结合具有特异性,**B 正确, C 错误**;随着蛋白质合成的进行,放射性亮氨酸不断从复合物中脱离参与合成新的蛋白质,一段时间后复合物的放射性可能降为 0,**D 正确**。

7. D 【解析】题图①为 DNA 复制过程,该过程子链延伸的方向都是从 5'端到 3'端,**A 正确**;题图②为转录过程,左侧 RNA 片段已经转录完成,右侧正在进行转录,说明转录方向是从左往右,因此 RNA 聚合酶的移动方向是从左向右,转录时,mRNA 的合成从自身的 5'端开始,因此题图②中 c 端为 5'端,**B 正确**;题图③为翻译过程,甲侧的 tRNA 已经脱离核糖体,乙侧的 tRNA 正携带氨基酸进入核糖体,说明翻译的方向是从左往右,则题图③中核糖体移动的方向是从左往右,翻译是从 mRNA 的 5'端开始的,因此甲端是 mRNA 的 5'端,**C 正确**;题图④为翻译过程,P 位 tRNA 结合肽链,A 位 tRNA 上只有一个氨基酸,说明 A 位上的 tRNA 是新结合到核糖体上的,根据翻译过程判断 P 位的多肽链将转移到 A 位的氨基酸上,**D 错误**。

8. (1) RNA 聚合酶、核糖核苷酸

(2) 5'端→3'端 4

(3) 诱导基因 B 非模板链转录出单链 RNA,使其与基因 B 模板链自然转录得到的 mRNA 形成物质 C(双链 RNA),从而抑制酶 b 的合成,导致 PEP 转化为蛋白质的过程受阻,使 PEP 能更多地转化为油脂

【解析】(1)题图中过程①表示转录,该过程以核糖核苷酸为原料合成 RNA,还需要酶和能量,因此需要从细胞质进入细胞核的物质有核糖核苷酸和 RNA 聚合酶等。

(2)题图中过程②表示翻译,该过程沿模板链的 5'端→3'端方向进行。基因 B 由 200 个碱基对组成,其中一条链中 A+T 占 46%,则这条链中 C+G 占 54%,故 C+G 占总碱基数的 54%,碱基 G 占总碱基数的 27%,则 B 基因中含鸟嘌呤 $200 \times 2 \times 27\% = 108$ (个)。若过程③(DNA 复制过程)共消耗了 1 620 个鸟嘌呤,假设该过程中基因 B 复制了 n 次,则 $(2^n - 1) \times 108 = 1\ 620$,解得 $n = 4$ 。

(3)由题图可知,PEP 运输到种子后,既可能转变为油脂,又可能转变为蛋白质,其转变为油脂的过程需要酶 a 参与,转变为蛋白质的过程需要酶 b 参与。若基因 B 的模板链发生自然转录,则会生成 mRNA,该 mRNA 会翻译形成酶 b,催化 PEP 转变为蛋白质;如果基因 B 的非模板链发生诱导转录,则生成的单链 RNA 会与模板链自然转录生成的 mRNA 结合形成物质 C(双链 RNA),从而阻止酶 b 的合成,进而阻止 PEP 转化为蛋白质,使

PEP 更多地转化为油脂,提高油菜含油量。

9. D 【解析】形成的 mRNA (②) 与 DNA 的 β 链满足碱基互补配对原则,所以①链应为 DNA 中的 β 链,**A 错误**;DNA 形成②的过程为转录过程,结合题干可知该生物为蓝细菌,则 DNA 形成②的转录过程发生在细胞质中,**B 错误**;携带酪氨酸和天冬氨酸的 tRNA 上的反密码子分别是 AUG 和 CUA,根据碱基互补配对原则可知,酪氨酸的密码子可以是 UAC,天冬氨酸的密码子可以是 GAU,**C 错误**;题图中②与③配对的过程属于翻译过程,发生在核糖体上,**D 正确**。

10. C 【解析】摆动碱基的存在使一种反密码子能与多种密码子配对,导致反密码子的种类少于 62 种,**A 正确**;密码子位于 mRNA 上,并不是每种密码子都有反密码子与其相对应,如终止密码子没有反密码子与其对应,**B 正确**;摆动碱基增加了反密码子与密码子识别的灵活性,可以提高基因表达过程中的容错率,但并不能提高突变频率,**C 错误**;若反密码子为 $5'-UAG-3'$,则对应的密码子为 $3'-AUC-5'$,转录出对应密码子的基因的模板链上对应的碱基序列为 $5'-TAG-3'$,**D 正确**。

11. D 【解析】健康人体细胞中可发生过程①②③,不会发生过程④,**A 错误**;题图过程①②中,过程①是 DNA 复制,过程②是转录,环丙沙星能抑制细菌 DNA 的复制,因此其只能抑制过程①,不能抑制过程②,**B 错误**;题表信息显示,红霉素能与核糖体结合,而细菌的增殖过程需要进行过程③(翻译),即需要核糖体参与,因此红霉素能阻止细菌增殖,**C 错误**;基因表达的过程需要 RNA 聚合酶参与,利福平能抑制细菌 RNA 聚合酶的活性,即抑制过程②(转录),因此利福平能抑制细菌的基因表达,**D 正确**。

12. C 【解析】观察题图甲可知,①为 mRNA,③为 tRNA,tRNA 上的反密码子可以和 mRNA 上的密码子配对,**A 错误**;题图甲为翻译过程,该过程为核糖体沿着 mRNA 移动,**B 错误**;据题图乙可知,过程 d 表示逆转录过程,该过程以 RNA 为模板,通过碱基互补配对合成 DNA,e 过程表示 RNA 复制,以 RNA 为模板,通过碱基互补配对合成 RNA,两个过程中均伴随氢键的形成和断裂,**C 正确**;人类免疫缺陷病毒是逆转录病毒,先发生逆转录合成 DNA,再进行转录和翻译,所以其遗传信息流动的途径为 $d \rightarrow b \rightarrow c$,**D 错误**。

13. B 【解析】一条含有 11 个肽键的肽链,其氨基酸个数为 $11+1=12$ (个)。mRNA 中每 3 个相邻的碱基决定一个氨基酸,这 3 个相邻的碱基是一个密码子,因此,该段原核生物的 mRNA 中至少含有 $12 \times 3 = 36$ (个)碱基、12 个密码子,转录此 mRNA 的 DNA 中至少有 $36 \times 2 = 72$ (个)碱基,**B 正确**。

14. C 【解析】题述蛋白质中氨基酸数为 $m+n$,肽链数为 2,肽键数 = 氨基酸数 - 肽链数 = $m+n-2$,**A 错误**;不考虑终止密码子,一个密码子可编码一个氨基酸,根据蛋白质中氨基酸数为 $m+n$ 可知,编码该蛋白质的 mRNA 中至少含密码子 $m+n$ 个,**B 错误**;在

不考虑终止密码子等的情况下, DNA 上碱基数 : mRNA 上碱基数 : 蛋白质中氨基酸数 = 6 : 3 : 1, 根据蛋白质中氨基酸数为

→ **大招攻略 24: 辨析遗传信息、密码子、反密码子与 DNA、mRNA、tRNA**

$m+n$ 可知, 控制该蛋白质合成的 DNA 上至少含有碱基 $6(m+n)$ 个, **C 正确**; 基因的两条 DNA 单链中只有一条链能作为模板转录形成 mRNA, 再以 mRNA 为模板翻译形成蛋白质, A、B 两条肽链是由一个基因模板链的不同区段编码的, 不是两条 DNA 单链分别编码 A、B 两条肽链, **D 错误**。



能力上分

1. B 【解析】复制和转录的产物(DNA 或 RNA)与模板链互补, 可通过产物反推模板序列; 而翻译的产物是多肽(编码组成多肽的氨基酸, 对应的密码子有 1 种或多种), 无法直接反推 mRNA 序列, **A 正确**。将氨基酸结合到特定 tRNA 的 3' 端需要酶催化, 该过程发生在细胞质基质中, 该酶存在于细胞质基质中而不是核糖体上, **B 错误**。在哺乳动物细胞内, ATP 合成酶基因的复制与转录发生在细胞核中, 翻译过程发生在细胞质中, 故发生场所不相同, **C 正确**。ATP 合成需要 ATP 合成酶催化, 且细胞都需要利用 ATP, 故几乎所有细胞中 ATP 合成酶基因均能进行转录和翻译, **D 正确**。

2. B 【解析】tRNA 介导的 mRNA 降解发生在翻译过程中, 属于翻译水平的基因表达调控, **A 正确**; 当物质 X 与识别特定密码子的 tRNA 结合时, 会触发 mRNA 降解, 若阻断两者的结合, 含有 AGG 的 mRNA 不会被降解, 其稳定性应提高而非降低, **B 错误**; 密码子 5'-CGA-3' 对应的反密码子需与其互补配对, 且方向相反, 故识别密码子 5'-CGA-3' 的 tRNA 含有的反密码子为 5'-UCG-3', **C 正确**; 降解 mRNA 需断裂磷酸二酯键, 此过程通常由酶催化, tRNA 与物质 X 的复合物可能具有催化磷酸二酯键断裂的作用, **D 正确**。

3. C 【解析】题图中过程①是转录, 参与过程①的酶是 RNA 聚合酶, 此过程没有解旋酶参与, **A 错误**; 过程③是翻译, 过程①的产物为 RNA, 前体 mRNA 经加工后可为过程③提供模板, 前体 rRNA 经加工后可与核糖体蛋白结合形成核糖体, 为过程③提供场所, 前体 tRNA 经加工后可作为过程③中搬运氨基酸的工具, 但过程①不能为过程③提供原料(氨基酸), **B 错误**; 原始 RNA 经过程②中 RNA 酶 P 和 RNA 酶 Z 切割后, 产生前体 mRNA、前体 rRNA、前体 tRNA, 故 RNA 酶 P 和 RNA 酶 Z 能识别特定的碱基序列, **C 正确**; 线粒体 DNA 中基因的遗传属于细胞质遗传, 孟德尔遗传定律只适用于进行有性生殖的真核生物的细胞核基因的遗传, **D 错误**。

4. D 【解析】阻遏物基因表达时会产生阻遏物蛋白, 阻遏物蛋白使 H1 基因不能表达, 推测其可能阻止了 RNA 聚合酶的功能, **A 正确**; 倒位基因所在的可倒位区发生倒位后, H2 的启动子方向发生了改变, H2 基因和阻遏物基因不能表达出 H2 蛋白和阻遏物蛋白, 此时 H1 基因能表达, **B 正确**; 据题图可知, H2 基因和阻遏

物基因转录时形成一个 mRNA 分子,故 *H2* 基因和阻遏物基因共用一个启动子,**C 正确**;蛋白酶的作用是催化蛋白质水解,mRNA 为核酸,不能被蛋白酶剪切和拼接,且沙门杆菌是原核生物,*H1* 基因转录出的 mRNA 没有内含子,一般不需要经过剪切和拼接,**D 错误**。

5. C 【解析】①③均是+RNA,②是-RNA,②中的碱基可与①或③中的碱基完全互补配对,+RNA 可直接作为翻译的模板,其上有决定氨基酸的密码子,-RNA 上没有,**A 错误**;由题图可知,病毒 X 的 RNA 复制酶是以①为模板合成的,RNA 复制酶可催化 RNA 复制,即催化过程 a、b,**B 错误**;④为 mRNA,多种 mRNA 通过过程 c,即通过翻译合成多种蛋白质,该过程中存在 mRNA 和 tRNA 的结合和分离,故可能存在氢键的断裂和形成,**C 正确**;根据题图信息可知,该病毒不是逆转录病毒,故抑制逆转录酶活性的药物很可能不能用来治疗病毒 X 侵染机体引起的相关疾病,**D 错误**。

6. B 【解析】由题图可知,为了修补端粒减少的 DNA 序列,端粒酶需向右移动以自身所含短重复序列 5'-UAACCC-3'为模板完成 G 链的延伸,该过程为逆转录过程,**A 错误**;RNA 模板含短重复序列 5'-UAACCC-3',根据碱基互补配对原则,端粒酶延伸端粒 DNA 的短重复序列为 5'-GGGTTA-3',**B 正确**;在 DNA 复制过程中,新的 DNA 链是以已有的 DNA 链为模板,在 DNA 聚合酶的催化下合成的,根据题图可知,当 G 链延伸完成后,其可以作为模板来合成 C 链,这个过程需要 DNA 聚合酶的催化,**C 错误**;支原体是原核生物,没有染色体,没有端粒结构,**D 错误**。

7. (1) ②③④

(2) ④ AUG GACTTTCAT

(3) 碱基互补配对 tRNA(反密码子) 翻译

(4) ①顺 相同 ②多聚核糖体 起始密码子

【解析】(1)分析题图甲可知,①过程表示核 DNA 的自我复制,②③过程表示转录,④过程表示翻译。胰岛 B 细胞是高度分化的细胞,不再进行分裂,不能进行核 DNA 复制,但可进行转录和翻译,即可进行题图甲中的②③④过程。

(2)题图乙是以 mRNA 为模板合成多肽的过程,表示翻译过程,对应题图甲中的过程④;密码子是指 mRNA 上三个相邻的决定一个氨基酸的碱基,题图乙中甲硫氨酸的反密码子为 UAC,翻译过程中密码子与反密码子的碱基互补配对,对应的 mRNA 上的密码子是 AUG。由题图乙可知,核糖体沿 mRNA 从左向右移动,即左端为 mRNA 的 5'端,则该 mRNA 序列为 5'-AUGAAAGUC-3',其 DNA 模板链碱基序列与其互补,碱基序列为 5'-GACTTTCAT-3'。

(3)miRNA 是 RNA 的一种,RNA 是以 DNA 的一条链为模板转录的产物,由“miRNA 是真核细胞中的一类内源性的具有调控功能但不编码蛋白质的短序列 RNA”可推知,其作用原理可能是通过识别靶 RNA 并依据碱基互补配对原则与之结合,通过引导沉默复合体使靶 RNA 降解;或者不影响靶 RNA 的稳定性,但干扰 tRNA 识别密码子,进而阻止翻译过程。

(4)①翻译是沿着 mRNA 的 5'端向 3'端进行的,结合题图丙可知,在翻译过程中,mRNA 5'端的“帽子”和 3'端的 poly-A 尾可相互结合形成环状结构,题图丙中核糖体沿 mRNA 移动的方向为顺时针,由于翻译的模板为同一条 mRNA 链,故合成的多条多肽链中的氨基酸序列彼此相同。②题图丙中提高翻译效率的机制主要有形成环状 mRNA 和多聚核糖体(一个 mRNA 分子上结合多个核糖体),其中形成环状 mRNA 有利于终止密码子靠近起始密码子(翻译的起点),便于刚完成翻译的核糖体迅速开始下一次翻译。

第 2 节 基因表达与性状的关系



对点上分

1. A 【解析】精氨酸是题述细菌生活的必需物质,这三种突变体都可以在添加了精氨酸的培养基上生长,**A 正确**;由精氨酸合成途径可知,酶 A、酶 B 缺陷型细菌都可以在添加中间产物 2 的培养基上生长,**B 错误**;据题图可知,生物的性状与酶的合成有关,说明基因可通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状,**C 错误**;三种酶的基因独立存在,酶 A 基因不能表达,酶 B 基因、酶 C 基因可能可以表达,**D 错误**。

2. B 【解析】囊性纤维化的形成原因是转运蛋白的结构发生变化,可以用题图中的①→②→③来解释,**A 错误**;细胞中的基因在控制蛋白质合成的过程中需先转录出 mRNA 并由 mRNA 将信息传递给蛋白质,**B 正确**;基因控制性状的途径有两条,一条是通过控制蛋白质的结构来直接控制生物体的性状,另一条是通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状,因此基因控制性状不都是通过控制蛋白质的结构来体现的,**C 错误**;细胞内蛋白质都是在基因控制下合成的,但并非所有的基因都控制蛋白质的合成,比如有的基因表达产物为具有特定功能的 RNA,如 tRNA 对应的基因只负责转录 tRNA,该基因不编码蛋白质,则其表达过程仅为题图中的①(转录),不包含题图中的②(翻译),**D 错误**。

3. B 【解析】基因 a 是催化葡萄糖→丙酮酸的酶基因,葡萄糖→丙酮酸的过程属于细胞呼吸的第一阶段,而细胞呼吸是维持细胞基本生命活动所必需的,因此基因 a 属于管家基因,**A 正确**;细胞甲、乙、丙为同一人体内的细胞,它们结构和功能不同的原因是基因的选择性表达,**B 错误**;细胞乙能表达胰岛素基因,胰岛素是胰岛 B 细胞分泌的,因此细胞乙最可能为胰岛细胞,**C 正确**;基因 a、b、c 最本质的区别在于脱氧核苷酸序列的不同,**D 正确**。

4. D 【解析】甲基化的基因由于失活而无法转录,从而影响基因的表达,**A 错误**;DNA 甲基化导致的生物性状改变属于表观遗传,

→**通法攻略 25: 表观遗传的原理解析**

可遗传给后代,**B 错误**;甲基化不能改变 DNA 分子的化学元素组成(C、H、O、N、P)和碱基中嘌呤的比例(仍为全部碱基的 $\frac{1}{2}$),**C 错误**;人体肌细胞中不能合成血红蛋白,可能是因为与血红蛋白

合成有关的基因被甲基化而无法表达, **D 正确**。



能力上分

- 1. D 【解析】**题述实例可反映出基因可以通过控制酶的合成来间接控制生物性状, **A 错误**; 与酪氨酸酶的氨基酸数目相比, ②③中酶 A 的氨基酸数目没有发生变化, 但是基因控制合成的酶的种类发生了变化, 说明转录出的 mRNA 的碱基序列发生了改变, **B 错误**; DNA 分子中发生碱基的替换、增添或缺失会导致 mRNA 上的密码子发生改变, 进而导致其控制合成的蛋白质的氨基酸数目或种类发生变化, 根据题表中信息不能判断细胞中 tRNA 的种类是否发生变化, **C 错误**; 由题表中信息可知, ①④两种情况中, 基因突变导致控制合成蛋白质的氨基酸数目改变, 因此①④基因突变可能导致了控制酪氨酸酶合成的 mRNA 中终止密码子的位置改变, **D 正确**。
- 2. C 【解析】**DNA 甲基化修饰虽然不改变基因的碱基序列, 但属于表观遗传现象, 可以遗传, **A 错误**; 两个基因重叠区域由于转录的模板链不一定相同, 且密码子的阅读方式也可能不同, 所以编码的氨基酸序列不一定相同, **B 错误**; 根据 DNA 聚合酶只能沿 5'端→3'端催化子链延伸且 DNA 的两条链反向平行可知, 题图中 M 端为 DNA 单链的 5'端, 有一个游离的磷酸基团, **C 正确**; 题图中酶 1 为解旋酶, 作用是解开双链, 不催化形成磷酸二酯键, 酶 2 为 DNA 聚合酶, 催化形成磷酸二酯键, 酶 3 为 RNA 聚合酶, 可催化形成磷酸二酯键, **D 错误**。
- 3. B 【解析】**由题干信息可知, 低温会使拟南芥 *FLC* 基因(开花抑制基因)中某区域组蛋白发生去乙酰化, 影响 *FLC* 基因的表达, 但是该过程不会改变组蛋白的氨基酸序列, **A 错误**; 依题意可知春化作用促进植物开花, 拟南芥 *FLC* 基因为开花抑制基因, 故推测春化作用会抑制 *FLC* 基因表达, **B 正确**; 子代种子在胚胎发育时该春化记忆会被擦除, 说明组蛋白的去乙酰化能通过减数分裂传给子代, 只是胚胎发育时被擦除, **C 错误**; 春化作用使 *FLC* 基因组蛋白发生去乙酰化, 故种子在胚胎发育过程中, 春化记忆被擦除, *FLC* 基因组蛋白乙酰化程度变高, **D 错误**。
- 4. A 【解析】**新型编辑器可将甲基添加在 DNA 链的特定位点上, 由于染色体螺旋化程度高, 故新型编辑器对染色体 DNA 的作用效果低于染色质 DNA, **A 正确**; 基因沉默使相关基因无法表达, CRISPRon 能逆转基因沉默, 即有助于基因与 RNA 聚合酶结合以恢复表达, 而非 DNA 聚合酶, **B 错误**; CRISPRoff 可将甲基(Me)添加在 DNA 链的特定位点上, 是表观遗传的一种, 能够遗传给后代, 没有引起碱基序列的改变, 即没有引起遗传信息改变, **C、D 错误**。

5. (1) ATP、核糖核苷酸、酶(RNA 聚合酶) 翻译 5'端→3'端 tRNA、rRNA

(2) 氨基酸 转录

(3) 分裂、分化(或增殖、分化)  **复制 转录 翻译**

(4) 升高 HIF 无法被降解, 细胞内积累过多, 促进 *EPO* 基因表达(或转录)

【解析】(1) 过程①是以 DNA 的一条链为模板合成 mRNA 的转录过程, 转录需模板、ATP、核糖核苷酸、RNA 聚合酶等; ②是以 mRNA 为模板合成蛋白质的翻译过程, 该过程中核糖体在 mRNA 上的移动方向是 5'端→3'端, 除 mRNA 外, 该过程中还需要的 RNA 有 tRNA(参与运输氨基酸)、rRNA(构成核糖体)。

(2) 缺氧诱导因子 HIF 是一种蛋白质, 彻底水解的产物是氨基酸。分析题图可知, HIF 在转录水平调控 *EPO* 基因的表达。

(3) *EPO* 是一种蛋白质类激素, 可促进造血干细胞分裂、分化, 产生更多红细胞。造血干细胞的分裂旺盛, 可进行 DNA 复制、转录和翻译过程, 因此遗传信息的传递方向为

复制 $\text{DNA} \xrightarrow{\text{转录}} \text{RNA} \xrightarrow{\text{翻译}} \text{蛋白质}$ 。

(4) 如果将细胞中的脯氨酸羟化酶基因敲除, HIF 不能被降解, 会在细胞内积累, 与低氧应答元件结合, 会促进 *EPO* 基因的表达, 故 *EPO* 基因的表达水平会升高。

6. (1) 不遵循 基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物性状

(2) *DNMT* 基因表达出 DNMT, 催化 D 基因的启动子发生甲基化, 从而阻止 D 基因表达

(3) $\frac{1}{2}$

【解析】(1) B、D 基因都位于 11 号染色体上, 二者的遗传不遵循基因自由组合定律。B 基因突变致使 α/β 肽链比例失衡引起遗传性贫血, 体现了基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物性状。

(2) 分析题图可知, *DNMT* 基因表达出的 DNMT 可催化胎儿 D 基因的启动子发生甲基化, 从而阻止 D 基因表达, 所以出生后 D 基因关闭表达。

(3) 这对夫妇均是 β -地中海贫血基因携带者(Bb), 说明 β -地中海贫血是一种常染色体隐性遗传病, 父母都是杂合子, 若只要是来自父方的 B、b 基因均不会被甲基化, 来自母方的 B、b 基因均被甲基化, 即来自母方的 B、b 基因均不表达, 仅有来自父方的基因表达, 当来自父亲的基因为 b 时, 孩子患病, 故二人生一个患有 β -地中海贫血孩子的概率为 $\frac{1}{2}$ 。

素养 上分

1. ACD 【解析】只有合成了 Q β RNA 复制酶, Q β RNA 的复制才能进行, Q β RNA 复制酶基因的表达在 Q β RNA 的复制之前, A 错误; Q β RNA 的复制是由单链复制成双链, 再形成一条与原来的单链相同的子代 RNA, 不需要经历逆转录, B 正确; tRNA 是运输氨基酸的工具, 能与 mRNA 上的密码子进行碱基互补配对, 不能与氨基酸进行碱基互补配对, C 错误; 噬菌体没有细胞结构, 不能以二分裂方式增殖, 而是在寄主菌体内合成各个部件后组装

释放,使细菌裂解,D 错误。

- 2. C 【解析】**由题意可知,超螺旋现象可能会使 DNA 链过度拧紧、打结等,这样的结构会阻碍解旋酶发挥正常功能,因为解旋酶需要识别并解开 DNA 的双螺旋结构来进行后续的复制等过程,若 DNA 链处于超螺旋状态,解旋酶可能难以找到正确的结合位点或难以解开 DNA 双链,A 正确;肺炎链球菌的 DNA 通常是环状的,由于其特殊的结构更容易出现超螺旋现象,故超螺旋现象在肺炎链球菌中更易发现,B 正确;基因的表达过程(包括转录和翻译)同样需要 DNA 保持一定的解旋和松弛状态,以便 RNA 聚合酶能够顺利结合并沿模板链移动,如果 DNA 链出现严重的超螺旋现象,可能会阻碍 RNA 聚合酶发挥作用,从而影响基因的表达,C 错误;拓扑异构酶的作用是通过断裂和再连接 DNA 链来理顺其结构的,这个过程中并不涉及 DNA 碱基序列的改变,因此,拓扑异构酶的作用不会改变 DNA 的遗传信息,D 正确。

3. (1) 核糖核苷酸 RNA 聚合酶

(2) 从左到右 5' 相同

(3) $5'-GGU-3'$ 小于 $\frac{N}{3}$

(4) $\frac{1}{2}$

(5) 核糖体与铁蛋白的 mRNA 结合 翻译 升高

【解析】(1) 转录过程中需要的原料为 4 种核糖核苷酸,酶为 RNA 聚合酶。

(2) 由题图可知,一个铁蛋白 mRNA 上同时结合了 2 个核糖体,左侧的核糖体合成的肽链短,右侧的核糖体合成的肽链长,同时右侧核糖体的翻译过程中,左侧 tRNA 运输氨基酸结束,右侧 tRNA 运送氨基酸过来,因此翻译的方向是从左到右,即核糖体移动的方向应是从左到右。翻译是沿着模板链 5'端→3'端方向进行的,故 a 为 mRNA 的 5'端,由于模板相同,2 个核糖体上最终合成的两条肽链相同。

(3) 据题图可知,甘氨酸的反密码子是 CCA,则其密码子为 GGU,由于翻译是沿着模板链的 5'端→3'端方向进行,故题图所示甘氨酸密码子为 $5'-GGU-3'$ 。若指导铁蛋白合成的 mRNA 碱基数为 N ,由于其中含有终止密码子,终止密码子不编码氨基酸,即铁蛋白含有的氨基酸数目小于 $\frac{N}{3}$ 。

(4) 若一个铁蛋白基因在进行复制时,一条链上的一个碱基 A 变成 C,即一个 DNA 分子中,一条链正常另一条链异常,则该基因经过 n 次复制后,产生的基因中一半正常一半异常,即产生的基因中发生错误的占 $\frac{1}{2}$ 。

(5) 根据题中信息可知, Fe^{3+} 浓度低时,铁调节蛋白与铁应答元件结合,核糖体不能与铁蛋白的 mRNA 结合,不能沿 mRNA 移动,

从而抑制了翻译的过程,阻遏铁蛋白合成。 Fe^{3+} 浓度高时,铁调节蛋白由于结合 Fe^{3+} 而丧失与铁应答元件的结合能力,铁蛋白 mRNA 能够正常翻译,铁蛋白的表达量升高,储存细胞内多余的 Fe^{3+} 。