



轻巧夺冠

同步讲解

全国著名特级高级教师联合编写

高二生物 下

总主编：刘 强 美澳国际学校校长
学科主编：肖尧望 北京 22 中生物特级教师
北京市生物教学研究会常务理事

北京出版社 北京教育出版社



qingqiaoduoquan



轻巧夺冠

本书的特点

- 1、左右两栏对照讲解。左栏为知识点讲解；右栏为与知识点相对应的例题。
- 2、从基础知识的梳理，重点难点的突破（或新旧知识的融会贯通），与科技发展、生活实际相联系的综合、创新、应用三个层面解读每节内容。
- 3、采用“同步讲解”与“优化训练”相配套的“1+1”模式。有讲有练，方便实用。



《1+1轻巧夺冠·同步讲解》高二生物(下)

第6章

遗传和变异



基础知识的网络梳理

基础知识及掌握这些知识的方法、注意点等，“源于教材，高于教材”。可以帮助你高效率地掌握基础知识结构，得到学法指导。

重点难点的集中突破

对重点、难点进行深层次的、专门性的拓展讲解和思路点拨，能有效地形成基础知识的提高和升华，是考试得高分的关键所在。

解析指点迷津

不但有解题思路、方法的分析和点拨，也有解题时易错点和易忽略点的提示，能有效地避免解题时心理屏蔽作用和“低级错误”，深入浅出，指点迷津。

第1节

遗传的物质基础

一、DNA 是主要的遗传物质

同步教材解读
名师命题精选

典型例题剖析
3 解答题形式

知识要点归纳

DNA 是遗传物质的直接证据——两个经典实验的设计思路和方法

实验原理：肺炎双球菌的转化实验和噬菌体侵染细菌的实验是证明 DNA 是遗传物质的两个经典实验。这两个著名实验的设计思路和原理基本相同，即：设法把 DNA 与蛋白质分开，单独地、直接地去观察 DNA 的作用，从而证明了 DNA 是遗传物质，而蛋白质不是遗传物质。

实验方法：

(1)肺炎双球菌的转化实验

1928 年格里菲思利用两个品系肺炎双球菌进行的转化实验被称为体内转化实验。

实验过程：

S 型活菌	注射	老鼠	死亡	R 型活菌	注射	老鼠	存活
S 型死菌	注射	加热杀死	老鼠	存活			
S 型死菌 + R 型活菌	注射	老鼠	死亡				
						分离出 S 型活菌	



思维能力拓展

思：对“DNA 是主要的遗传物质”以及“染色体是遗传物质的主要载体”中的“主要”二字的理解

生物的遗传物质有两种，即 DNA 和 RNA。在真核生物、原核生物体内既有 DNA 也有 RNA，它们的遗传物质是 DNA 而不是 RNA。在病毒和类病毒中，有的只含 DNA，有的只含有 RNA，它们的遗传物质有的是 DNA，有的是 RNA。绝大多数生物的遗传物质是 DNA，因此 DNA 是主要的遗传物质。

名师解题

例 1 阅读下面材料，并填写文中空白：

1. 1928 年，英国微生物学家 F. Griffith 做了著名的肺炎双球菌感染小白鼠的实验：
 - (1)S 型：注射小白鼠，小白鼠死亡
 - (2)R 型：注射小白鼠，小白鼠存活
 - (3)S 型，65℃ 加热灭活，注射小白鼠，小白鼠存活
 - (4)R 型 + S 型(65℃ 加热灭活)：注射小白鼠，小白鼠死亡
 那么综合上述系列实验，分析造成实验(4)结果的原因，可以作出几种假设：假设①：R 型细菌使 S 型细菌复活；假设②：_____ (填“R”/“S”)型细菌转变为另一类型细菌。
2. 1944 年，美国洛克菲勒研究所的 O. Avery 等改进了 F. Griffith 的实验：
 - (1)R 型 + 适量 S 型细菌无细胞提取物注射小白鼠，由此可以否定上面的假设_____ (①/②)；同时表明被杀死的 S 型细菌中有某种活性物质存在，它能使_____，这种活性物质可能是什么？_____
 - (2)R 型 + 适量核酸酶降解 S 型细菌无细胞提取物：注射小白鼠，小白鼠存活。
3. 我们认为只有上述(1)实验还不能得出合理结论，必须补充一个实验。请你补充并预测实验结果：_____。上述系列实验令人信服地证实了_____。

本题有两个难点：一是就 F. Griffith 实验(4)结果作出可能的合理假设，然后根据实际实验结果进行检测和判断；二是对题目提供的 O. Avery 等改进 F. Griffith 的实验(部分)进行评价，并完善设计，其命题意图是考查对实验的设计能力。答案：1. R 2. ① 核酸(或核酸、蛋白质、多糖) 3. R 型 + 适量蛋白酶降解 S 型细菌无细胞提取物注射小白鼠，小白鼠死亡 DNA(核酸)是遗传物质，蛋白质不是遗传物质。



同步讲解

第6章 遗传和变异



综合创新运用

5. 在肺炎双球菌的转化实验中,体现了生物学实验设计的一个重要原则——对照原则

对照方法有以下几种:空白对照、条件对照、自身对照、空白对照等。格里菲思的实验体现出相互对照原则,而艾弗里的实验则体现了条件对照的方法。

从结构上分析,噬菌体只有 DNA 和蛋白质两种化学成分,这与染色体的组成非常相似,而且噬菌体在侵染细菌时,能够“自动”地把 DNA 和蛋白质分开,这就有利于科学家们直接地、单独地观察 DNA 的作用。但由于病毒太小,观察起来比较困难,放射性同位素的发现及应用,为科学家们跟踪 DNA 的行为提供了有力武器,可见科学研究离不开科学技术的发展和支撑,而科学技术又不是凭空产生的,必须依科学为基础,艾弗里等人的转化实验也充分说明了这一点。(对应例 10)

名师新题

下列哪项不是遗传物质应该具有的特点()

- A. 分子结构不稳定,容易产生可遗传的变异
- B. 在细胞生长和繁殖的过程中能够精确地复制自己
- C. 能够指导蛋白质合成从而控制生物性状和新陈代谢
- D. 具有贮存巨大数量遗传信息的潜在能力

此题考查了 DNA 的结构特点,从实验中可看出作为遗传物质的特点有四:一是结构具有相对的稳定性,这保证了物种的稳定性;二是能够复制,使前后代保持一定的连续性;三是能够指导蛋白质的合成,从而控制生物的遗传性状;四是能够产生可遗传的变异。答案:A



素质能力测试

1. 所有病毒的遗传物质是()
- A. 都是 DNA
 - B. 是 DNA 和 RNA
 - C. 都是 RNA
 - D. 是 DNA 或 RNA

2. 噬菌体侵染细菌实验说明()
- A. DNA 是遗传物质
 - B. 蛋白质是遗传物质
 - C. DNA 在不含有 RNA 的生物里是遗传物质
 - D. RNA 在不含有 DNA 的生物里是遗传物质

3. 图 6-1-8 表示同位素 ^{32}P 和 ^{35}S 分别标记 T₂ 噬菌体和大肠杆菌的 DNA 和蛋白质(氨基酸),然后进行“噬菌体侵染细菌实验”,侵染后产生的子代噬菌体(10~1 000 个)与亲代噬菌体形态完全相同,而子代噬菌体的 DNA 分子和蛋白质分子应含有的标记元素是()

- A. ^{31}P , ^{32}P , ^{35}S
- B. ^{31}P , ^{32}P , ^{34}S
- C. ^{31}P , ^{32}P , ^{35}S
- D. ^{31}P , ^{34}S , ^{35}S

4. 1928 年格里菲思做的肺炎双球菌转化实验,成功地表明了()

- A. DNA 是遗传物质
- B. DNA 是主要的遗传物质
- C. 已经加热杀死的 S 型细菌中,含有能促成 R 型细菌发生转化的活性物质
- D. 已经加热杀死的 S 型细菌,其中的 DNA 已失去活性而蛋白质仍具有活性

5. 1944 年,美国科学家艾弗里和他的同事,从 S 型活细菌中提取出了 DNA、蛋白质和多糖等物质,然后将它们分别加入培养 R 型细菌的培养基中,结果发现加入了 DNA 的培养基中, R 型细菌中的一部分转化成了 S 型菌。而加入蛋白质、多糖等物质的培养基中, R 型细菌不能发生这种变化。这一现象说明()

- A. S 型细菌的性状是由其 DNA 决定
- B. 在转化过程中, S 型细菌的 DNA 可能进入 R 型细菌细胞中
- C. DNA 是遗传物质
- D. 蛋白质和多糖在转化实验中,正好起了对照作用

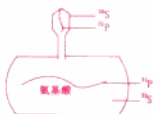


图 6-1-8

点击知识点

考查知识点 4

考查知识点 1

考查知识点 1, 8

考查知识点 1

考查知识点 1

创新知识的综合应用

用前瞻性、预测性的目光去分析、展示每节知识点可能出现的考题形式、命题角度、深度,并形成与科技发展、生活实际相联系的创新应用能力,努力做到与中、高考命题趋势“合拍”,步调一致。

与知识点相对应

例题的设计富有针对性、灵活性、层次性和多样性,并与左栏的知识点讲解形成对应,是对知识理解的一种直观阐释。

标注训练和讲解对应序号

标注在每道随堂训练题的后面,指明该道题目对应知识点的序号,形成对每个知识点的及时巩固和有效的强化训练。并能查漏补缺,一目了然。

随堂训练巩固

题目轻灵、简练,针对本节(课)所有知识点设计,与前面的讲解相互对应,形成“讲、例、练”三案合一的形式,学以致用,当堂达标。

最新同步助学读物



《北京名师导学》

◎北大附中 ◎人大附中 ◎清华附中 ◎北师大附中

特级高级教师联合编写

- 基本目标要求
- 典型例题分析
- 双基知识导学
- 双基能力训练
- 疑难问题解析
- 习题详细解答

《特级教师精讲通练》

全国八所重点中学特级教师联合编写

重点难点 课课精讲

考纲考点 章节通练

真情讲练 轻巧夺冠

《1+1 轻巧夺冠》

全国著名特级高级教师联合编写

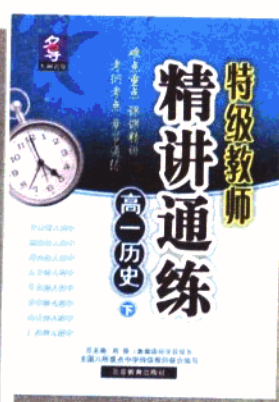
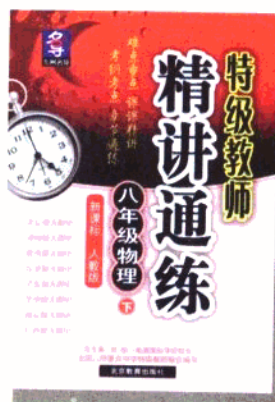
同步讲解 & 优化训练

双栏排版，讲例对照。

三层解读，破解秘诀。

有讲有练，方便实用。

名师荟萃，科学权威。



三套书功能各异，特色鲜明，相互映

衬，把同步学习的阶段性和系统性有效结合起来，把学科基础要求与中考、高考热点渗透结合起来，实实在在解决了同步课堂教学和中考、高考的要求相一致的问题。注重基础，强化创新，培养能力。

为提高我中心图书质量，欢迎全国各地优秀初高中老师参与我中心图书编写与修订工作。

邮购《名师导学》、《精讲通练》、《轻巧夺冠》系列图书的办法详见书后表格。

走进名导世界



感受名师关爱



目 录

第6章 遗传和变异	1
第1节 遗传的物质基础	1
第2节 遗传的基本规律	24
第3节 性别决定和伴性遗传	43
第4节 生物的变异	51
第5节 人类遗传病与优生	64
第7章 生物的进化	71
第8章 生物与环境	78
第1节 生态因素	78
第2节 种群和生物群落	85
第3节 生态系统	92
第9章 人与生物圈	119
第1节 生物圈的稳态	119
第2节 生物多样性及其保护	125
参考答案	132

第6章

遗传和变异



第1节

遗传的物质基础

一、DNA 是主要的遗传物质

同步教材研读
名师解题解惑

典型例题解析
了解考题形式



知识要点归纳

1 DNA 是遗传物质的直接证据——两个经典实验的设计思路和方法

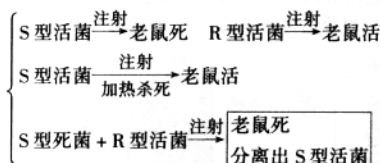
实验原理:肺炎双球菌的转化实验和噬菌体侵染细菌的实验是证明 DNA 是遗传物质的两个经典实验。这两个著名实验的设计思路和原理基本相同,即:设法把 DNA 与蛋白质分开,单独地、直接地去观察 DNA 的作用,从而证明了 DNA 是遗传物质,而蛋白质不是遗传物质。

实验方法:

(1)肺炎双球菌的转化实验

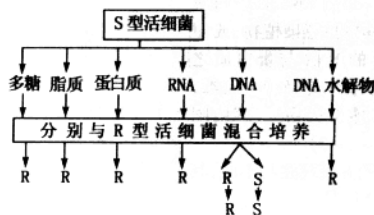
1928 年格里菲思利用两个品系肺炎双球菌进行的转化实验被称为体内转化实验。

实验过程:



据此,格里菲思得出了被杀死的 S 型细菌中含有“转化因子”。

为了弄清转化因子是什么物质,1944 年艾弗里等人进行了体外转化实验,即从 S 型活菌中提取 DNA、蛋白质和多糖等物质,分别加入到 R 型细菌的培养基中进行培养,结果发现只有 DNA 才能使 R 型细菌转化为 S 型细菌。其过程如下:



名师解题

例 1 阅读下面材料,并填写文中空白:

1. 1928 年,英国微生物学家 F. Griffith 做了著名的肺炎双球菌感染小白鼠的实验:

(1) S 型:注射小白鼠。小白鼠死亡

(2) R 型:注射小白鼠。小白鼠存活

(3) S 型:65℃ 加热灭活,注射小白鼠。小白鼠存活

(4) R 型 + S 型(65℃ 加热灭活):注射小白鼠。小白鼠死亡

那么综合上述系列实验,分析造成实验(4)结果的原因,可以作出几种假设:假设①:R 型细菌使 S 型细菌复活;假设②:_____ (填“R/S”)型细菌转变为另一类型细菌。

2. 1944 年,美国洛克菲勒研究所的 O. Avery 等改进了 F. Griffith 的实验:

(1) R 型 + 适量 S 型细菌无细胞提取物注射小白鼠。由此可以否定上面的假设_____ (①/②);同时表明被杀死的 S 型细菌中有某种活性物质存在,它能使……,这种活性物质可能是什么? _____。

(2) R 型 + 适量核酸酶降解 S 型细菌无细胞提取物:注射小白鼠,小白鼠存活。

3. 我们认为只有上述(Ⅱ)实验还不能得出合理结论,必须补充一个实验。请你补充并预测实验结果:_____。

上述系列实验令人信服地证实了_____。



本题有两个难点:一是就 F. Griffith 实验(4)结果作出可能的合理假设,然后根据实际实验结果进行检测和判断;二是对题目提供的 O. Avery 等改进 F. Griffith 的实验(部分)进行评价,并完善设计,其命题意图是考查对照实验的设计能力。
答案:1. R 2. ① 核酸(或核酸、蛋白质、多糖) 3. R 型 + 适量蛋白酶降解 S 型细菌无细胞提取物注射小白鼠,小白鼠死亡 DNA(核酸)是遗传物质,蛋白质不是遗传物质。

结论:DNA是遗传物质,蛋白质不是遗传物质。

转化的实质:转化是游历DNA片断的转移和重组。游历的DNA片断叫转化因子。当R型细菌的DNA和S型的含有控制荚膜形成的DNA片断结合,形成杂合的DNA后,控制荚膜形成的基因在R型细菌体内得到表达,从而控制了荚膜的合成——R型细菌→S型细菌。通过转化形成的S型细菌最初含量很少,但它能在动物或人体细胞内大量繁殖、扩散、使之患病。

(2)噬菌体侵染细菌的实验

噬菌体是一种专门侵染和寄生在细菌等微生物细胞中的病毒,繁殖快,并能迅速地裂解细菌等微生物细胞,故常用作分子遗传研究的材料。

1952年,美国科学家赫尔希和蔡斯做了著名的T₂噬菌体侵染大肠杆菌的实验。他们用放射性同位素³⁵S标记一些T₂噬菌体蛋白质外壳,用放射性同位素³²P标记另一些T₂噬菌体DNA,然后用这些T₂噬菌体分别去侵染未被标记的大肠杆菌,同时测定同位素标记。其过程如下:

吸附:噬菌体用尾部末端吸附在细菌表面

注入:通过溶菌酶破坏细菌局部,³²P(即DNA)通过尾轴进入细胞,³⁵S(即蛋白质外壳)留在外面

生物合成:以亲代噬菌体DNA(含³²P)为模板,以细菌体内的核苷酸为原料复制出子代噬菌体DNA,以细菌的氨基酸为原料合成出子代噬菌体的蛋白质外壳

组装:蛋白质外壳与DNA分子组成子代噬菌体

释放:细菌细胞破裂,释放出几十个至几百个的子代噬菌体

结论:从上述过程分析可知,亲代蛋白质外壳留在外面,不具有连续性,不是遗传物质;DNA分子进入噬菌体内,指导合成许多子代噬菌体,具有连续性,是遗传物质。

以上实验只能说明DNA是遗传物质,但不能证明DNA是主要的遗传物质。(对应例1)

2 DNA是遗传物质的间接证据

DNA是遗传物质的间接证据要早于肺炎双球菌的转化实验。主要包括以下四点:

①DNA分布于染色体内,是染色体的主要成分,而染色体是直接与遗传有关的。

②细胞核内DNA的含量十分稳定,而且与染色体的数目存在着平行关系:在同一种生物的细胞中,体细胞(二倍体)中DNA的含量是生殖细胞(单倍体)中DNA含量的2倍,而体细胞中染色体的数量也正好是生殖细胞的2倍。

③DNA在代谢中较稳定,不受生物体的营养条件、年龄等因素的影响。

④作用于DNA的一些物理和化学因素,如紫外线、X射线等都可以引起生物体遗传特性的改变。(对应例2)

例2 有人将大肠杆菌的核糖体用¹⁵N标记,并使该菌被噬菌体侵染,然后把该大肠杆菌移入含有³²P和³⁵S的培养基培养。

(1)由实验得知,一旦噬菌体侵染细菌,细菌体内迅速合成一种RNA。这种RNA含³²P而且其碱基能反映出噬菌体DNA的碱基比,而不是大肠杆菌DNA的碱基比,这个实验表明³²P标记的RNA来自_____。

(2)一部分³²P标记的RNA和稍后合成的带³⁵S标记的蛋白质,均与¹⁵N标记的核糖体连在一起,这种连接关系表明_____。

(3)³⁵S标记的蛋白质来自_____,可用于_____。

(4)整个实验证明:噬菌体的遗传物质是_____,可用于_____。



解题时首先应注意审题,弄清被放射性元素标记的是什么,题中的¹⁵N标记大肠杆菌的核糖体,³²P标记大肠杆菌内含P元素的各种游离核苷酸,³⁵S主要标记大肠杆菌内含S元素的各种游离氨基酸。其次是清楚噬菌体外壳蛋白质的合成同样包括转录、翻译两个过程,其转录的模板是噬菌体DNA,因而其mRNA的碱基比与噬菌体DNA的碱基比有关,而与大肠杆菌DNA的碱基比无关;所需的核糖核苷酸则来自大肠杆菌(含³²P标记),故mRNA含³²P标记;其翻译的场所核糖体(含¹⁵N标记),因而含³²P的噬菌体mRNA与其连接在一起,翻译所需的氨基酸也来自大肠杆菌(含³⁵S标记),所以噬菌体外壳蛋白质应含³⁵S标记,掌握了以上解题关键,不难得出正确的结论。

答案:(1)以噬菌体DNA为模板的转录过程

(2)噬菌体利用大肠杆菌的核糖体合成噬菌体蛋白质

(3)以³²P标记的RNA为模板的翻译过程

组装噬菌体蛋白质外壳

(4)DNA 控制蛋白质的合成

例3 (“杂种”病毒侵染实验)车前草病毒(HRV)和烟草花叶病毒(TMV)都是以RNA为遗传物质的病毒,由于所含RNA不同,因而侵染后导致的植物症状不同(如图6-1-2所示)。

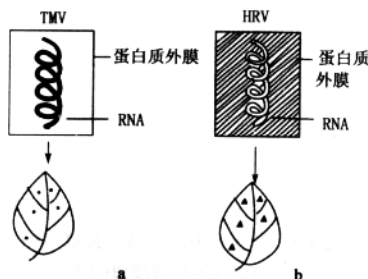


图6-1-2

将病毒的RNA和蛋白质分离,使其单独感染植物;或使不同病毒的RNA与蛋白质之间重新组合形成“杂种”病毒,然后使其感染植物。(感染图示如图6-1-3)

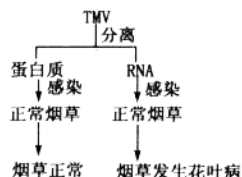
(1)图a、图b表现症状不同,其根本原因是_____。



图6-1-3

3 RNA 也是遗传物质

烟草花叶病毒(简称 TMV),其基本成分是蛋白质和 RNA,体内无 DNA。为查明其遗传物质,1957 年格勒和施拉姆进行了如下实验:



结论:烟草花叶病毒的遗传物质是 RNA。

后来有人将烟草花叶病毒的 RNA 与车前草病毒的蛋白质结合在一起,形成一个类似“杂种”的新品系,用它进行感染实验,发生的病症以及繁殖出的病毒类型,都与烟草花叶病毒的相同,证明这些病毒的遗传物质是 RNA,蛋白质不是遗传物质。(对应例 3)

4 DNA 是主要的遗传物质

因为绝大多数生物的遗传物质是 DNA,只有极少数的生物(如某些病毒)遗传物质是 RNA,所以说 DNA 是主要的遗传物质。对某种生物来说,遗传物质只有一种,要么是 DNA,要么是 RNA。没有 DNA 的生物,其遗传物质是 RNA。(对应例 3)

5 DNA 的粗提取与鉴定

(1) 实验原理

- ① DNA 在氯化钠溶液中的溶解度,是随着氯化钠浓度的变化而改变的。当氯化钠的物质的量浓度为 0.14 mol/L 时, DNA 的溶解度最低。
- ② DNA 不溶于酒精溶液,但是细胞中的某些物质则可以溶于酒精溶液。
- ③ DNA 遇二苯胺(沸水浴)会染成蓝色,因此,二苯胺可以作为鉴定 DNA 的试剂。

(2) 方法步骤

材料制备

0.1 g/mL 柠檬酸钠 100 mL }
活鸡血 180 mL } → 500 mL 烧杯 → 玻璃棒

搅拌 → $1\,000 \text{ r/min}$ 离心 2 min → 吸去上清液,即得到鸡血细胞液。(亦可将上述烧杯置于冰箱中,静置一天使血细胞自行沉淀)

方法步骤

- ① 提取血细胞核物质
 - a. 取血细胞液 $5 \sim 10 \text{ mL} + 20 \text{ mL}$ 蒸馏水,玻璃棒沿一个方向快速搅拌
 - b. 纱布过滤,滤液中含 DNA 和其他核物质,如蛋白质
 - c. 原理:血细胞的细胞膜、核膜吸水胀破,玻璃棒快速搅拌机械加速血细胞破裂
- ② 溶解核内 DNA: 滤液 + 2 mol/L NaCl 溶液 40 mL , 玻璃棒一个方向搅拌

(2) 画出叶片①、叶片②、叶片③表现出的感染症状。

(3) 从以上感染实验可知,起感染作用的是_____。

(4) 画出叶片③中繁殖产生的子代病毒的图示。

(5) 以上实验证明_____。

(6) 该实验的设计思路是_____。



此实验用于证明 TMV 和 HRV 的遗传物质是 RNA。在实验设计思路仍然遵循教材中“肺炎双球菌转化实验”“噬菌体侵染细菌实验”的思想方法:即将病毒的 RNA 与蛋白质分离,单独感染并研究其遗传功能。

遗传物质不同,其控制的生物性状不同,因而(a)(b)中症状不同,这是因为 TMV 和 HRV 所含 RNA 不同。“杂种”病毒的 RNA 和蛋白质来自不同的病毒,其繁殖产生的子代病毒应同“杂种”病毒 RNA 所代表的病毒完全一样。

答案:(1)TMV 和 HRV 具有不同的 RNA



图 6-1-4

(3) 病毒的 RNA



图 6-1-5

(5) TMV 和 HRV 的遗传物质是 RNA

(6) 将病毒的 RNA 和蛋白质分离,单独研究它们各自的遗传功能

例 4 如下图“DNA 的粗提取和物理性状观察”实验装置,分析回答:



图 6-1-6

(1) 实验材料选用鸡血细胞液,而不用鸡全血,主要原因是鸡血细胞液中含有较高含量的_____。

(2) 在图 A 所示的实验步骤中加蒸馏水的目的是_____,通过图 B 所示的步骤取得滤液,再在溶液中加入 2 mol/L NaCl 溶液的目的是_____,图中 C 所示实验步骤中加蒸馏水的目的是_____。

(3) 为鉴定实验所得丝状物的主要成分是 DNA,可滴加_____溶液,沸水浴加热结果丝状物被染成蓝色。



考查从鸡血细胞液中提取和鉴定 DNA 的实验步骤和原理。“DNA 粗提取和物理性状观察”实验材料选用鸡血细胞液,

③析出含 DNA 的黏稠物: 向上述溶液缓缓加入蒸馏水, 并轻轻地沿一个方向搅拌, 出现丝状物, 当丝状物不再增加时, 停止加水(此时 NaCl 溶液相当于被稀释到 0.14 mol/L)

④滤取含 DNA 的黏稠物: 用多层纱布过滤, 含 DNA 的黏稠物留在纱布上

⑤DNA 黏稠物再溶解: $\left\{ \begin{array}{l} 20 \text{ mL } 2 \text{ mol/L NaCl 溶液} \\ \text{上述黏稠物} \end{array} \right\}$ 50 mL 烧杯, 缓慢搅拌, 3 min

⑥过滤含 DNA 的 2 mol/L NaCl 溶液: 用 2 层纱布过滤, 滤液中含 DNA

⑦提取含杂质较少的 DNA: 上述滤液 + 95% 酒精, 缓慢搅拌, 出现乳白色丝状物, 用玻璃棒将丝状物卷起

⑧DNA 鉴定:

1 管
0.015 mol/L NaCl 溶液 5 mL
4 mL 二苯胺
沸水浴 5 min (不出现浅蓝色)

2 管
4 mL 二苯胺
丝状物 (DNA)
0.015 mol/L NaCl 溶液
沸水浴 5 min (溶液逐渐出现浅蓝色)

附: DNA 在 NaCl 溶液中的溶解度曲线图

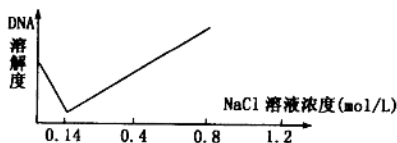


图 6-1-1

(对应例 4.5.6.7)



思维拓展

⑥对“DNA 是主要的遗传物质”以及“染色体是遗传物质的主要载体”中的“主要”二字的理解

生物的遗传物质有两种, 即 DNA 和 RNA。在真核生物、原核生物体内既有 DNA 也有 RNA, 它们的遗传物

而不用鸡全血, 主要原因是 DNA 主要位于细胞核中, 而在血浆中不含 DNA, 使用鸡血细胞液提高了材料中的细胞数量和 DNA 含量, 从而可以保证实验能提取到 DNA 的数量。题中图 A、B、C 所示为本实验的三个关键步骤, 图 A 通过添加蒸馏水, 血细胞与蒸馏水相混而使血细胞处于极度低渗的环境之中, 细胞因大量吸水而致最终破裂, 并释放出胞内物。图 B 通过纱布过滤使血细胞释出的 DNA 滤入收集的滤液中(将大量胶状物滤出), 再在滤液中加入 2 mol/L NaCl 溶液, 使 DNA 溶解度增加(DNA 在不同浓度的 NaCl 溶液中溶解度不同, 如在 0.14 mol/L NaCl 溶液中的溶解度只有水中的 1%, 而在 1 mol/L NaCl 溶液中的溶解度为水中的 2 倍), 即使 DNA 分子溶解入 NaCl 溶液。图 C 在 DNA 浓盐溶液中加入蒸馏水(大量), 可使溶液的 NaCl 浓度降至较低, 由于 DNA 在较低浓度的 NaCl 溶液中溶解度很低(在 0.14 mol/L NaCl 溶液中溶解度最低, 浓度变小, DNA 溶解度将加大), 使 DNA 低渗析出, 经过滤等手段可以收集到 DNA。二苯胺为比较常用的 DNA 染色剂, 染后 DNA 呈蓝色, 可以用来鉴定 DNA。

答案: (1) DNA (2) 使血细胞破裂 使滤液中的 DNA 溶于浓盐溶液 使 DNA 析出 (3) 二苯胺

例 5 在制备鸡血细胞液的过程中, 加入柠檬酸钠的目的是 ()

- A. 防止凝血
- B. 加速 DNA 析出
- C. 加快 DNA 溶解
- D. 加速凝血



本题考查了柠檬酸钠的作用。柠檬酸根离子能与血浆中的 Ca^{2+} 结合成柠檬酸钙, 降低了 Ca^{2+} 的浓度, 使有关凝血酶活性降低, 防止了血液凝固。因此, 柠檬酸钠是抗凝血物质, 防止凝血有利于鸡血细胞液的制备。而 DNA 的溶解、析出、再溶解、再析出, 是在制备好鸡血细胞液的前提下进行的。

答案: A

例 6 当氯化钠的物质的量浓度为多大时, DNA 的溶解度最低 ()

- A. 2 mol/L
- B. 0.14 mol/L
- C. 0.015 mol/L
- D. 0.95 mol/L



此题考查了 DNA 粗提取的实验原理。DNA 分子在 NaCl 溶液中的溶解度, 是随着 NaCl 的浓度的变化而变化, 当 NaCl 的物质的量浓度为 0.14 mol/L 时, DNA 的溶解度最低。

答案: B

例 7 向鸡血细胞液中加入蒸馏水的目的是 ()

- A. 稀释溶液
- B. 使细胞破裂
- C. 使 DNA 凝集
- D. 使 DNA 染成蓝色



本实验有两次加蒸馏水, 其作用不同。向鸡血细胞液加入蒸馏水, 是使溶液的浓度明显低于鸡血细胞液的浓度, 最终目的是使鸡血细胞过度吸水而破裂, 从而释放出细胞内的核物质。答案: B

质是 DNA 而不是 RNA。在病毒和类病毒中,有的只含 DNA,有的只含有 RNA,它们的遗传物质有的是 DNA,有的是 RNA。绝大多数生物的遗传物质是 DNA,因此 DNA 是主要的遗传物质。

真核生物(占生物种类的绝大多数)体内的 DNA 主要存在于细胞核内的染色体上,少数存在于细胞质中的线粒体、叶绿体中,因此染色体是遗传物质的主要载体。又根据 DNA 的存在部位不同,将遗传方式划分为细胞核遗传和细胞质遗传。(对应例 8)

对遗传物质必须具备四个条件的理解

- (1) 分子结构具有相对的稳定性,是指遗传物质本身在细胞组成和结构方面是相对稳定的,不像糖类、脂质、蛋白质那样,经常处于变化的状态。DNA 分子是由几百个乃至上亿个脱氧核苷酸(四种)组成的规则的双螺旋结构,碱基配对是严格的,碱基对的配对方式是稳定不变的,它在细胞中的含量是相对稳定的。
- (2) 能够进行自我复制,使生物前后代具有一定的连续性,是指遗传物质可以将自身的分子严格复制,并将复制后的分子向子代传递,使亲代间遗传物质结构一定保证前后代相应性状的稳定。
- (3) 能够指导蛋白质的合成,从而控制新陈代谢过程和性状,这时遗传物质将遗传信息传到子代,只有控制子代个体发育中合成的特定结构的蛋白质,才能体现与亲代一致的生物性状。
- (4) 产生可遗传的变异,是指遗传物质的分子结构发生变化,相应性状也发生变化,这种变化是遗传物质变化的结果,变化了的分子结构又具有相对稳定性,不断传递下去,使变异的性状在后代连续出现,即出现可遗传的变异。(对应例 9)



综合创新运用

在肺炎双球菌的转化实验中,体现了生物学实验设计的一个重要原则——对照原则

对照方法有以下几种:空白对照、条件对照、自身对照、空白对照等。格里菲思的实验体现出相互对照原则,而艾弗里的实验则体现出了条件对照的方法。

从结构上分析,噬菌体只有 DNA 和蛋白质两种化学成分,这与染色体的组成非常相似,而且噬菌体在侵染细菌时,能够“自动”地把 DNA 和蛋白质分开,这就有利于科学家们直接地、单独地观察 DNA 的作用。但由于病毒太小,观察起来比较困难,放射性同位素的发现及应用,为科学家们跟踪 DNA 的行为提供了有力武器,可见科学研究离不开科学技术的发展和支持,而科学技术又不是凭空产生的,必须依科学为基础,艾弗里等人的转化实验也充分说明了这一点。(对应例 10)

噬菌体侵染细菌的过程中如图 6-1-7,能说明 DNA 分子是遗传物质的关键步骤是()

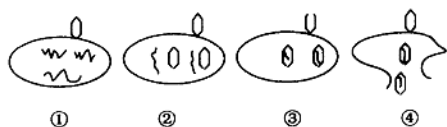


图 6-1-7

- A. ①② B. ③④ C. ①④ D. ②③



从图中可看出噬菌体侵染细菌的过程是:①注入,②合成,③组装,④释放出子代噬菌体。其中第一步注入与第四步释放出与亲代一样的子代噬菌体是最关键的步骤。因为第一步注入的仅仅是噬菌体的 DNA,而蛋白质外壳留在细菌的外面,第四步却释放出了与亲代大小、形状等方面完全一样的子代噬菌体,这充分说明了噬菌体的各种性状是通过 DNA 传递给后代的,从而证明了 DNA 分子是遗传物质。

答案:C

下列哪项不是遗传物质应该具有的特点()

- A. 分子结构不稳定,容易产生可遗传的变异
B. 在细胞生长和繁殖的过程中能够精确地复制自己
C. 能够指导蛋白质合成从而控制生物的性状和新陈代谢
D. 具有贮存巨大数量遗传信息的潜在能力



此题考查了 DNA 的结构特点,从实验中可看出作为遗传物质的特点有四:一是结构具有相对的稳定性,这保证了物种的稳定性;二是能够复制,使前后代保持一定的连续性;三是能够指导蛋白质的合成,从而控制生物的遗传性状;四是能够产生可遗传的变异。答案:A

在噬菌体侵染细菌的实验中,用同位素 ^{31}P 、 ^{32}P 和 ^{32}S 、 ^{35}S 分别作以下标记:

	噬菌体	大肠杆菌
脱氧核苷酸	^{32}P	^{31}P
氨基酸	^{32}S	^{35}S

结果:

- (1) 子代噬菌体的 DNA 中含有同位素是_____。
(2) 子代噬菌体的蛋白质中含有同位素是_____。



本题考查了噬菌体侵染细菌的过程及结果,必须理解“侵染”的实质。在噬菌体侵染细菌时,只有亲代噬菌体的 DNA 侵入到细菌体内,而蛋白质并没有进入细菌内部。子代噬菌体的 DNA 是以亲代 DNA 为模板,以细菌体内的脱氧核苷酸为原料合成的,所以子代 DNA 应含有 ^{31}P 和 ^{32}P 。子代噬菌体的蛋白质又是在亲代 DNA 的指导下,以细菌体内的氨基酸为原料合成的,因此,子代的蛋白质只含有 ^{35}S 。

答案:(1) ^{31}P 和 ^{32}P (2) ^{35}S



素质能力测试

1. 所有病毒的遗传物质是()
- A. 都是 DNA B. 是 DNA 和 RNA
- C. 都是 RNA D. 是 DNA 或 RNA

2. 噬菌体侵染细菌实验说明()

- A. DNA 是遗传物质
- B. 蛋白质是遗传物质
- C. DNA 在不存在 RNA 的生物里是遗传物质
- D. RNA 在不存在 DNA 的生物里是遗传物质

3. 图 6-1-8 表示同位素 ^{32}P 、 ^{35}S 和 ^{31}P 、 ^{32}S 分别标记 T_2 噬菌体和 大肠杆菌的 DNA 和蛋白质(氨基酸), 然后进行“噬菌体侵染细菌实验”, 侵染后产生的子代噬菌体(10~1000 个)与亲代噬菌体形态完全相同, 而子代噬菌体的 DNA 分子和蛋白质分子应含有的标记元素是()

- A. ^{31}P 、 ^{32}P 、 ^{32}S B. ^{31}P 、 ^{32}P 、 ^{35}S C. ^{31}P 、 ^{32}S 、 ^{35}S D. ^{32}P 、 ^{32}S 、 ^{35}S

4. 1928 年格里菲思做的肺炎双球菌转化实验, 成功地表明了()

- A. DNA 是遗传物质
- B. DNA 是主要的遗传物质
- C. 已经加热杀死的 S 型细菌中, 含有能促成 R 型细菌发生转化的活性物质
- D. 已经加热杀死的 S 型细菌, 其中的 DNA 已失去活性而蛋白质仍具有活性

5. 1944 年, 美国科学家艾弗里和他的同事, 从 S 型活细菌中提取出了 DNA、蛋白质和多糖等物质, 然后将它们分别加入培养 R 型细菌的培养基中。结果发现加入了 DNA 的培养基中, R 型细菌中的一部分转化成了 S 细菌。而加入蛋白质、多糖等物质的培养基中, R 型细菌不能发生这种变化。这一现象说明()

- A. S 型细菌的性状是由其 DNA 决定
- B. 在转化过程中, S 型细菌的 DNA 可能进入 R 型细菌细胞中
- C. DNA 是遗传物质
- D. 蛋白质和多糖在该转化实验中, 正好起了对照作用

6. 鉴定 DNA 的试剂是()

- A. 斐林试剂 B. 双缩脲试剂 C. 苏丹 III 溶液 D. 二苯胺试剂

7. 下列哪项能作为“DNA 是遗传物质”的有力证据()

- A. 不少学者认为, 蛋白质是一切生命活动的体现者
- B. 染色体在生物的遗传中具有重要作用, 而染色体主要成分是 DNA 和蛋白质
- C. 加热杀死的 R 型细菌促成了 S 型细菌的转化
- D. T_2 噬菌体侵染细菌的实验表明: 在噬菌体中, 亲代和子代之间具有连续性的物质只是 DNA

8. 下列生物中, 既以 DNA 作为遗传物质, 又具有相同代谢类型的一组是()

- A. 硝化细菌和大肠杆菌 B. 大熊猫和香菇
- C. 烟草花叶病毒和 T_2 噬菌体 D. 硫细菌和人蛔虫

9. 用经 ^3H 标记的噬菌体 n 个侵染大肠杆菌, 在普通培养基中培养一段时间后, 统计得知培养基中共有噬菌体后代 m 个, 试问此时培养液中含被标记的噬菌体比例为()

- A. $\frac{n}{m}$ B. $\frac{2n}{m}$ C. $\frac{n}{2m}$ D. $\frac{n}{m+n}$

10. 玉米叶肉细胞中 DNA 的载体是()

- A. 线粒体、中心体、染色体 B. 叶绿体、核糖体、染色体

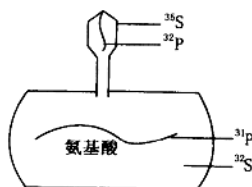


图 6-1-8

点击知识点

考查知识点 4

考查知识点 1

考查知识点 1、8

考查知识点 1

考查知识点 1

考查知识点 5

考查知识点 1、4

考查知识点 3

考查知识 1、8

考查知识点 3

- C. 染色体、中心体、核糖体 D. 染色体、叶绿体、线粒体
11. 用某种酶处理转化因子后, R 型细菌不能再转化为 S 型细菌, 这种酶是()
- A. 蛋白酶 B. 分解多糖荚膜的酶
C. DNA 酶 D. S 型的 DNA
12. 从蝾螈内脏中提取 DNA 注入金鱼的受精卵中, 结果约有 1% 的小金鱼在嘴后长有一根有尾两栖类的棒状平衡器, 这个实验证明 DNA()
- A. 分子结构相对稳定 B. 能够自我复制
C. 能控制蛋白质合成 D. 能产生可遗传的变异
13. 在噬菌体侵染细菌的实验中, 证明 DNA 是遗传物质的关键是()
- A. 噬菌体吸附在细菌细胞壁上
B. 噬菌体把 DNA 注入到细菌体内而蛋白质外壳留在细菌体外
C. 释放的子代噬菌体与感染的亲代噬菌体相同
D. DNA 有自我复制现象
14. 染色体是遗传物质的主要载体, 主要是因为()
- A. 染色体中 DNA 的含量稳定
B. 细胞分裂时染色体复制和 DNA 复制是同步
C. 染色体容易被碱性染料染成深色
D. 细胞内的 DNA 大部分在染色体上
15. 与析出 DNA 黏稠物有关的叙述, 不正确的是()
- A. 操作时缓缓滴加蒸馏水, 降低 DNA 的溶解度
B. 在操作 A 时, 用玻璃棒轻缓搅拌, 以保证 DNA 分子完整
C. 加蒸馏水可同时降低 DNA 和蛋白质的溶解度, 两者均可析出
D. 当丝状黏稠物不再增加时, 此时 NaCl 的浓度相当于 0.14 mol/L
16. 在研究 DNA 的基因样本前, 采集来的血样需用蛋白酶处理, 然后用有机溶剂除去蛋白质。用蛋白酶处理血样的目的是()
- A. 除去血浆中的蛋白质
B. 除去染色体上的蛋白质
C. 除去血细胞表面的蛋白质
D. 除去血细胞中的所有蛋白质, 使 DNA 释放, 便于进一步提纯
17. 科学家将大肠杆菌的核糖体用 ^{15}N 标记并放入含 ^{32}P 和 ^{35}S 的培养基中培养一段时间, 然后由噬菌体侵染这种大肠杆菌, 如图 6-1-9 所示:

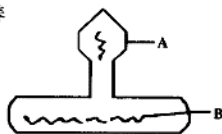


图 6-1-9

- (1) 图中 A 是 _____ B 是 _____。
- (2) 与酵母菌相比, 大肠杆菌最明显的特点是缺少 _____。
- (3) 在产生的子代噬菌体的 DNA 中发现了 ^{32}P , 在蛋白质中发现 ^{35}S , 这说明 _____。
- (4) 该实验证明了 _____。
18. 烟草花叶病毒(TMV)、车前草花叶病毒(HRV), 都能感染烟草叶片, 但二者致病斑不同, 有人用这两种病毒做实验, 具体步骤和结果如图所示, 请分析图 6-1-10 中所示的实验结果, 回答下列问题:
- (1) ①表示用 TMV 的 _____ 感染叶片, 结果 _____。
- (2) ②表示用 HRV 的 _____ 感染叶片, 结果 _____。
- (3) ③表示用 _____ 和 _____ 组成的“杂种病毒”感染叶片, 结果 _____。
- (4) ④表示用人工合成的“杂种病毒”产生的后代是 _____。
- (5) 该实验说明了 _____。

考查知识点 1

考查知识点 5

考查知识点 1

考查知识点 4、7

考查知识点 5

考查知识点 5

考查知识点 1

考查知识点 2、8

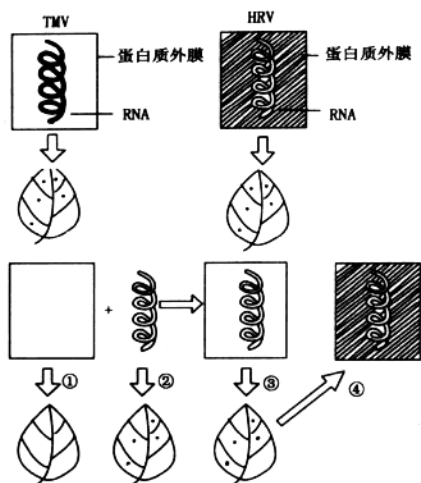


图 6-1-10

19. DNA 在 NaCl 溶液中的溶解度有二重性,随着 NaCl 溶液浓度的变化而变化。

考查知识点 5

(1)请在下列浓度的 NaCl 溶液中,选出能使 DNA 析出最彻底的一种和溶解度最高的一种()

- A. 0.14 mol/L B. 2 mol/L C. 0.15 mol/L D. 0.3 mol/L

(2)欲使溶有 DNA 的 2 mol/L 的 NaCl 溶液中的 DNA 析出,需降低 NaCl 溶液的浓度,最有效的方法是()

- A. 加蒸馏水 B. 加矿泉水 C. 加清水 D. 加生理盐水

(3)DNA 不溶于酒精溶液,但细胞中的某些物质却可以溶于酒精溶液,利用这一原理可以_____,可以推测溶于酒精的物质中可能有_____。

(4)利用 DNA 遇_____呈蓝色的特性,将该物质作为鉴定_____的试剂。其实验过程要点是向放有_____的试管中加入 4 mL 的_____。混合均匀后,将试管置于_____ 5 min,待试管_____,观察试管中溶液颜色的变化。这个实验也说明 DNA 耐_____温,前次温度有利于_____,后次温度则有利于 DNA _____。

20. 利用噬菌体侵染细菌的实验,证明 DNA 是遗传物质。首先用³⁵S 标记噬菌体的_____,用³²P 标记噬菌体的_____。然后分别侵染细菌,在侵染的细菌体内发现_____。

考查知识点 1、3、8

总结肺炎双球菌转化和噬菌体侵染细菌的实验设计思路,设计实验证明烟草花叶病毒的遗传物质是 RNA。

第一步:将烟草花叶病毒的 RNA 和蛋白质衣壳分开。

第二步:①_____。

②_____。

③_____。

结果:_____。

结论:_____。

二、DNA 分子的结构和复制

同步教材解读
名师精英解密典题例析
了解题型

知识要点归纳

DNA 分子的结构

(1) 结构层次(图 6-1-11)

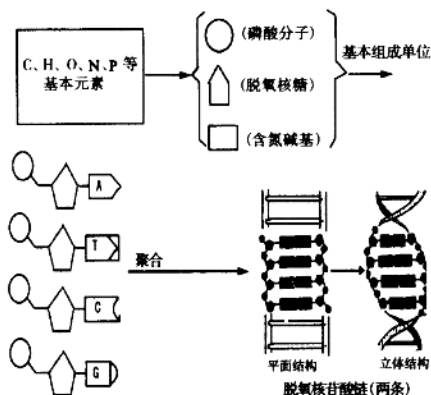
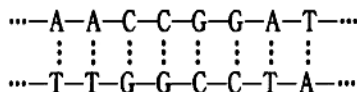


图 6-1-11

(2) 立体结构的特点有三:

- ①从整体上看, DNA 分子由两条反向平行的脱氧核苷酸链盘旋而成。
- ②外侧, 磷酸和脱氧核糖交替连结, 构成基本骨架。
- ③内侧: 两条链上的碱基通过氢键连成碱基对。

- (3) 碱基对的组成规律——碱基互补配对原则: 由于碱基的结构特点, 决定了一个嘌呤只能与一个嘧啶配对, 并且 A 一定与 T 配对, G 一定与 C 配对。也就是说在双链 DNA 分子中, 如果一条链上的碱基是 A, 则另一条链上对应的碱基一定是 T, 反之亦然; 如果一条链的碱基是 G, 则另一条链上与它配对的碱基一定是 C, 反之亦然。碱基互补配对原则可用下列图解表示。



(4) DNA 分子结构的特性

- ①稳定性: DNA 分子结构的双螺旋结构是相对稳定的。因为在 DNA 分子双螺旋结构的内侧, 通过氢键形成的碱基对, 把两条脱氧核苷酸长链稳固地联结起来。碱基对之间纵向的相互作用力也进一步加固了 DNA 分子的稳定性。
- ②多样性: 组成 DNA 分子的碱基虽然只有四种, 但是, 由于 DNA 分子碱基对的数量不同, 碱基对的排列顺序千变万化, 就构成了 DNA 分子的多样性。

名师解题

- 例 1** (2002 年上海) 大豆根尖细胞所含的核酸中, 含有碱基 A、G、C、T 的核苷酸种类数共有 ()

A. 8 B. 7 C. 5 D. 4



本题考查学生有关核酸的化学组成的知识, 真核生物的细胞中既有 DNA, 也有 RNA。组成 DNA 的基本单位为四种脱氧核糖核苷酸, 组成 RNA 的基本单位为四种核糖核苷酸。含有碱基 A、G、C、T 的核苷酸种类则有七种(腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶、胸腺嘧啶脱氧核糖核苷酸和腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶核糖核苷酸)。答案: B

- 例 2** 在含有四种碱基的 DNA 片段中, 有腺嘌呤 a 个, 占该区段全部碱基比例为 b, 则 ()

A. $b \leq 0.5$ B. $b \geq 0.5$ C. 胞嘧啶为 $a(\frac{1}{2b} - 1)$ 个 D. 胞嘧啶为 $b(\frac{1}{2a} - 1)$ 个

本题考查了碱基互补配对原则。在双链 DNA 分子中, $A = T$, $C = G$ 成立。在本题中则 $A = T = a$ (个), 设碱数总数为 x 个, 那么, $\frac{(A+T)}{(A+T+G+C)} = \frac{2a}{x} < 1$ 即 $\frac{a}{x} = b < 0.5$ 。据此, A、B 两项均不正确。又 $\frac{A}{(A+T+G+C)} = \frac{a}{2a+2c} = b$ 可知 $C = \frac{a}{2b} - a = a(\frac{1}{2b} - 1)$ 个。答案: C

- 例 3** 从某生物组织中提取 DNA 进行分析, 其四种碱基数的比例是: 鸟嘌呤与胞嘧啶之和占全部碱基总数的 46%。又知该 DNA 的一条链(H 链)所含的碱基中 28% 是腺嘌呤, 问与 H 链对应的另一条链中腺嘌呤占该链全部碱基数的 ()

A. 42% B. 27% C. 26% D. 14%

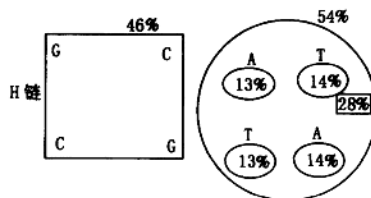


图 6-1-15



“图示法”是解答此类试题的简便方法。应用过程中要特别注意题目提供的条件或所推导出的结论是占 DNA 双链或单

例如,一个具有4 000个碱基对的DNA分子所携带的遗传信息是 4^{4000} 。

- ③特异性:不同的DNA分子碱基对的排列顺序不同,因此,每一个DNA分子都有特定的碱基排列顺序,这种特定的排列顺序就代表特定的遗传信息,从而使DNA分子具有特异性。(对应例1.2.3)

2 DNA分子的复制——遗传信息的传递

- (1)复制的时间:体细胞的DNA分子复制发生在有丝分裂的间期。生殖细胞的DNA复制发生在减数第一次分裂的间期。
- (2)复制的场所:DNA主要分布在细胞核内,细胞核是DNA复制的主要场所。
- (3)复制的过程:(图6-1-12)

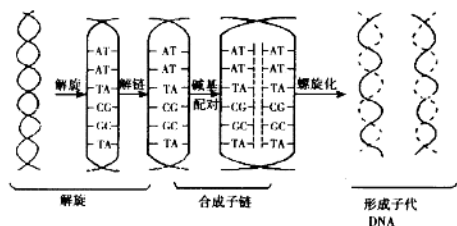


图 6-1-12

注意:新合成的子链中的碱基排列顺序是母链经碱基互补配对决定的。

- ①解旋:亲代DNA在解旋酶的作用下,把两条螺旋的双链解开,形成两条单链(母链)。解旋是使两条链之间的氢键断裂,需ATP提供能量。
- ②子链合成:以解开的两条母链为模板,以周围环境中游离的脱氧核苷酸为原料各自合成与母链互补的一条子链。
- ③子代DNA分子的形成:两条母链分别与各自决定的子链组成两个完全相同的DNA分子。
- (4)复制的基本条件:模板、原料、能量以及酶等。
- (5)复制的方式:一是边解旋边复制,二是半保留复制。
- (6)复制结果:一个亲代DNA分子形成了两个完全相同的子代DNA。
- (7)复制与结构的关系:DNA分子独特的双螺旋结构的两条链都可以作为模板;碱基具有互补配对的能力,这种结构基础,保证了复制能准确无误的进行。(对应例4.5)

3 制作DNA双螺旋结构模型

- (1)制作之前应明确的问题:
- ①明确DNA双螺旋结构的三个特点。
- ②DNA的基本单位是脱氧核苷酸。它可以再分解成三个更小的分子;明确三个分子用什么形状的薄片表示,并正确连结(图6-1-13)。
- ③DNA分子中,每个脱氧核苷酸之间是通过磷酸和脱氧核糖的一个碳原子形成化学键而连结在一起。

链的碱基比例或数目。

图6-1-15则是利用A、G、C、T分别代表DNA分子两条链中碱基的比例(占双链或单链)或数目,即图中□数据为已知条件,○数据为推理的结论。值得注意的是28%是H链中的A占单链(H链)的比例,图示时应换算成占双链碱基的比例数为14%,据图由碱基互补配对规律,可直接写出与H链对应的另一条链中A占双链的比例为13%,换算成占单链的比例则为26%。答案:C

- 例4 (2002年上海)基因研究最新发现表明,人与小鼠的基因约80%相同。则人与小鼠DNA碱基序列相同的比例是()
- A.20% B.80% C.100% D.无法确定



本题考查学生对基因与DNA的关系的理解。基因是有遗传效应的DNA片段。据估计,人的一个染色体组中的DNA约有30亿个碱基对,其中构成基因的碱基数不超过全部碱基的10%。基因研究结果虽表明人与小鼠的基因碱基序列约80%相同,但不能根据部分碱基序列相同的比例来推断全部碱基序列相同的比例。答案:D

- 例5 一个DNA分子中有碱基A 20个,占全部碱基的20%,若DNA连续复制2次,需要碱基C()
- A.20个 B.30个 C.90个 D.120个



首先由碱基A的数目和所占的比例,计算出DNA分子中碱基总数为 $20 \div 20\% = 100$ 个;再计算出每个DNA分子中碱基C所占的比例和数目,由于A占20%,则C所占的比例为 $50\% - 20\% = 30\%$,因为两个非互补碱基之和占整个DNA分子碱基总数的50%,这样该DNA分子中的碱基C的数目为30个。又由于1个DNA分子连续复制2次共产生4个DNA分子,其中有2条链来自亲代的DNA分子,DNA分子复制所需要的碱基数目相当于3个DNA分子中的碱基总数。每个DNA分子中有碱基C 30个,3个DNA分子共需要碱基C 90个。答案:C

- 例6 将 ^{15}N 标记的一个DNA分子放入 ^{14}N 培养基中连续培养四代,则后代DNA分子中只含 ^{14}N 的DNA分子与含有 ^{15}N 的DNA分子之比为()
- A.1:1 B.7:1 C.8:1 D.5:1



DNA复制是半保留复制,它无论复制多少次,后代DNA分子中含有原DNA链(即含 ^{15}N 的链)的DNA始终只有2个。连续培养四代即DNA连续复制4次,DNA总数为 $2^4 = 16$,后代DNA分子中只含 ^{14}N 的分子数为 $16 - 2 = 14$ 。答案:B

- 例7 已知双链DNA分子中的一条链中 $\frac{A+G}{T+C} = m$,求:

(1)在其互补链中的上述比例是_____,据此可得结论_____。



图 6-1-13

④DNA 分子的两条链是反向的,可通过表示脱氧核糖的正五边形的顶点表示出来,两条链上的碱基通过氢键连结,并遵循碱基互补配对原则。

⑤DNA 分子的立体结构是两条反向平行脱氧核苷酸链盘旋形成的规则的双螺旋结构。

(2) 注意事项及成功关键:

- ①严格按实验程序操作,按结构层次从小到大,从简单到复杂依次完成。
- ②剪裁三个小分子时,应注意比例大小恰当。
- ③两条链的脱氧核苷酸的数目相同,长度一致,以保证模型的美观。
- ④各部件的连接应注意牢固性,以免旋转时部件脱落。

(对应例 6.7)



思维能力拓展

4. 碱基互补配对原则及其拓展

(1)碱基互补配对原则是指在 DNA 分子形成碱基对时, A 一定与 T 配对, G 一定与 C 配对的——对应关系。该原则是核酸中碱基数量计算的基础。根据该原则可推知多条用于碱基计算的规律。

(2) 碱基互补配对原则的一般规律

规律一:一个双链 DNA 分子中, $A = T, C = G, A + G = C + T$, 即嘌呤碱基总数等于嘧啶碱基总数。

规律二:在双链 DNA 分子中,互补的两碱基和(如 $A + T$ 或 $C + G$)占全部碱基的比等于其任何一条单链中该种碱基比例的比值且等于其转录形成的 mRNA 中该种比例的比值。

规律三:DNA 分子一条链中 $\frac{A+G}{C+T}$ 的比值的倒数等于其互补链中该种碱基的比值。

规律四:DNA 分子一条链中 $\frac{A+T}{C+G}$ 的比值等于其互补链和整个 DNA 分子中该种比例的比值。

(对应例 8)

5. DNA 半保留复制的实验——氯化铯密度梯度离心实验

(1) 氯化铯密度梯度离心:

氯化铯超速离心时,盐离子由于受到强大的离心力而被拉向离心管底部,同时溶液中存在的扩散作用与离心力相对抗,使 Ca^{2+} 与 Cl^{-} 分散在整个溶液中, CsCl 经过离心后,溶液达到一种平衡状态,扩散和沉淀的两种相

(2)在整个 DNA 分子中上述比例为 _____,据此可得结论 _____。

如果在单链中, $\frac{A+T}{G+C} = n$ 时,求:

(3)在其互补链中的上述比例是 _____。

(4)在整个 DNA 中上述比例为 _____。

据(3)和(4)可得结论 _____。



(1)设 DNA 双链分别为 a 链和 b 链,其中 a 链为已知链,则 b 链为互补链。根据碱基互补配对原则,在双链 DNA 分子中有如下关系:

$Aa = Tb, Ab = Ta, Ga = Cb, Cb = Ca$; 所以 $\frac{Aa + Ga}{Ta + Ca} = \frac{Tb + Cb}{Ab + Gb} = m$, 其互补链中 $\frac{Ab + Cb}{Tb + Gb} = \frac{1}{m}$, 即两条互补链中这种碱基的比例互为倒数。

(2)在双链 DNA 分子中,由于 $A = T, G = C$, 所以 $\frac{A+G}{T+C} = 1$, 即整个双链 DNA 分子中的嘌呤碱基之和等于嘧啶碱基之和。

(3)根据以上分析可知,整个 DNA 分子中的 $Aa + Ta = Tb +$

$Ab, Ga + Ca = Cb + Gb$, 所以有 $\frac{Aa + Ta}{Ga + Ca} = \frac{Tb + Ab}{Gb + Cb} = n$ 。

(4)整个 DNA 分子中的 $Aa = Tb, Ab = Ta, Ga = Cb, Cb = Ca$, 所以有 $\frac{A+T}{G+C} = \frac{(Aa + Ab) + (Ta + Tb)}{(Ga + Gb) + (Ca + Cb)} = \frac{2(Aa + Ta)}{2(Ga + Ca)} = n$ 。

根据(3)和(4)知,整个 DNA 分子中, $\frac{A+T}{G+C}$ 与分子内任一链上的该比例相同。

答案:(1) $\frac{1}{m}$ 两条互补链中该碱基比例互为倒数

(2)1 嘌呤碱基之和等于嘧啶碱基之和

(3)n (4)n 在整个 DNA 分子中, $\frac{A+T}{G+C}$ 的比例与任一条链上的该比例相同

例 8 已知 DNA 的一条单链中 $\frac{A+G}{T+C} = 0.4$, 上述比例在其互补单链和整个 DNA 分子中分别是()

- A. 0.4 和 0.6 B. 2.5 和 1.0
C. 0.4 和 0.4 D. 0.6 和 1.0



(1)先根据题意画出图示,并标上符合已知条件的特殊值。

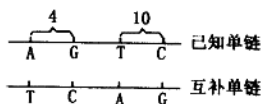


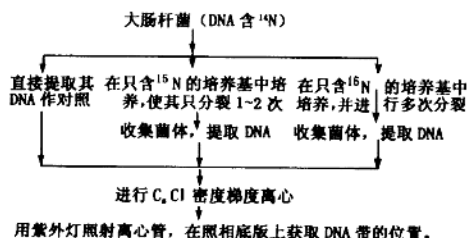
图 6-1-16

(2)由图示可求互补单链的 $A + C = 4, A + G = 10$, 则互补单链的 $\frac{A+G}{T+C} = \frac{10}{4} = 2.5$ 。

(3)因为整个 DNA 分子中遵循碱基互补配对原则,即 $A = T, G = C$, 所以整个 DNA 分子中 $\frac{A+G}{T+C} = 1$ 。答案:B

对力量保持平衡,形成一个连续的 CsCl 浓度梯度,溶液的密度在离心管底部最大,顶部最小。如果 DNA 分子溶解在 CsCl 中,它们会逐渐集中在一条狭窄的带上,则 DNA 分子的密度恰好与那一点的 CsCl 密度相等。若用同位素标记 DNA 分子,则使 DNA 的密度不同,然后利用 DNA 能吸收紫外线的特点,用光源照射,则在照相底版上就出现了 DNA 的不同位置。

(2)过程:



(3)结果:

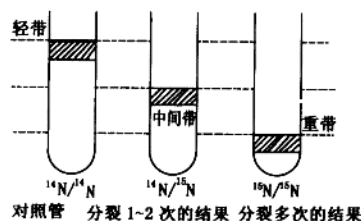


图 6-1-14

注意:分裂多次的结果中其实还有两条 DNA 单链为 ^{14}N 标记的,但因分裂多次,在整个 DNA 中含量很少,可以忽略。(对应例 9)

DNA 分子的结构特点

(1)分子结构的相对稳定性:

- ①DNA 的基本骨架由脱氧核糖和磷酸交替连接排列在外侧,这种顺序稳定不变。
- ②碱基对之间有氢键相连。
- ③碱基与脱氧核糖之间也能形成氢键而使两条链发生螺旋状扭曲。
- ④DNA 分子是由两条脱氧核苷酸长链盘旋成粗细均匀、螺距相等的规则双螺旋结构。
- ⑤大量碱基堆积在 DNA 分子内部,出现一个疏水区而形成碱基堆积力。

(2)DNA 分子的多样性:

构成 DNA 的脱氧核苷酸虽只有四种,配对方式仅两种,连接方式只四种,但其数目却可以成千上万,最重要的是形成的碱基对的排列顺序可以千变万化,从而决定了 DNA 分子的多样性。

例如:某 DNA 分子有 10 个碱基对,那么四种碱基的排列顺序有 $4^{10} = 1\,048\,576$ 种。

例 9 将大肠杆菌放在含有同位素 ^{15}N 培养基中培育若干代后,细菌 DNA 所有氮均为 ^{15}N ,它比 ^{14}N 分子密度大。然后将 DNA 被 ^{15}N 标记的大肠杆菌再移到 ^{14}N 培养基中培养,每隔 4 h(相当于分裂繁殖一代的时间)取样一次,测定其不同世代细菌 DNA 的密度。实验结果:DNA 复制的密度梯度离心试验如下图所示。

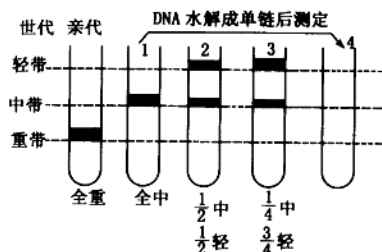


图 6-1-17

- (1)中带含有的氮元素是_____。
- (2)如果测定第四代 DNA 分子的密度, ^{15}N 标记的比例表示为_____。
- (3)如果将第一代(全中)DNA 链的氢键断裂后再测定密度,它的两条 DNA 单链在试管中的分布位置应为_____。
- (4)上述实验表明,子代 DNA 合成的方式是_____。



考查 DNA 分子复制的特点。DNA 的复制是半保留复制,即以亲代 DNA 分子的每条链为模板,合成相应的子链,子链与对应的母链形成新的 DNA 分子,一个 DNA 分子经复制形成两个子代 DNA 分子。将 DNA 被 ^{15}N 标记的大肠杆菌移到 ^{14}N 培养基中培养,因合成 DNA 的原料中含 ^{14}N ,所以新合成的 DNA 链均含 ^{14}N 。根据半保留复制的特点,第一代的 DNA 分子应一条链含 ^{15}N ,一条链含 ^{14}N 。一个亲代 DNA 分子复制到第二代形成 $2^2 = 4$ 个 DNA,其中两个各保留亲代 DNA 分子的一条链(含 ^{15}N),另一条链为 ^{14}N ,另两个 DNA 分子的两条链均含 ^{14}N ;以后各代中含有一条 ^{15}N 链、一条 ^{14}N 链的 DNA 分子始终为 2 个(来自于同一个亲代 DNA),其余 DNA 分子两条链均含 ^{14}N 。全含 ^{15}N 的 DNA 分子比纯含 ^{14}N 的 DNA 分子密度大,在密度梯度离心试验中,含 ^{15}N 的 DNA 分子均位于试管下部,而含 ^{14}N 的 DNA 分子应位于试管中较靠上的位置。一条链含 ^{15}N ,一条链含 ^{14}N 的 DNA 分子位置应后于前两者之间,试验的结果也证明了这一点。据此可知,(1)中带(DNA)含有氮元素为两种: ^{14}N 和 ^{15}N ;(2)第四代中由一个亲代 DNA 分子产生的子代 DNA 数为 $2^4 = 16$ 个,一条链为 ^{14}N ,一条链为 ^{15}N 的 DNA 分子为 2 个,占总数的 $\frac{1}{8}$,位于梯度离心分离的中带,其余 DNA 分子含 ^{14}N ,有 14 个,占 $\frac{7}{8}$,位于轻带;(3)将第一代 DNA 链(一条含 ^{15}N ,一条含 ^{14}N)氢键断裂后(两链分开)测定密度,应一半链在轻带,一半链在重带。

答案:(1) ^{14}N 和 ^{15}N (2) $\frac{1}{8}$ 中, $\frac{7}{8}$ 轻 (3) $\frac{1}{2}$ 重, $\frac{1}{2}$ 轻