



教育改变人生

JIAOYU GAIBIAN RENSHENG

江西教育出版社

新高中课程

目标·素养·评价 丛书

MOBIHOU SHUYANG PINGJIA CONGSHU

生物

SHENGWU

新高中课程目标·素养·评价丛书编写组 编

二年级·下学期



江西教育出版社

JIAOXI EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

新高中课程目标·素养·评价. 生物. 二年级下学期/
《新高中课程目标·素养·评价》丛书编写组编.

—南昌:江西教育出版社,2005.12

ISBN 7-5392-4094-6

I. 新… II. 新… III. 生物课—高中—教学参考资料. IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 119583 号

新高中课程目标·素养·评价丛书

生 物

二年级·下学期

“新高中课程目标·素养·评价”丛书编写组编

江西教育出版社出版

(南昌市抚河北路 61 号 330008)

江西省新华书店发行

南昌市印刷十二厂印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 7.75 印张

2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 7-5392-4094-6/G·3828 定价:8.75 元

赣教版图书如有印装质量问题,可向我社产品制作部调换

电话:0791-6710427(江西教育出版社产品制作部)

出版说明

根据教育部 2002 年颁布的《全日制普通高级中学课程计划(试验修订稿)》和《全日制普通高级中学各科教学大纲(试验修订版)》的精神,新《全日制普通高级中学教科书》已在逐步推广使用。新教材旨在体现素质教育,对学生“加强基础、培养能力、开发智力、发展个性、减轻负担、提高质量”。新教学大纲、新教材在教学思想、教学目的要求、教学内容方法等方面与老教学大纲、老教材相比都有明显的改进。为了帮助广大高中师生更好地贯彻新教学大纲、掌握新教材,特别是配合新高中课程的试验工作,解决好新教材中的重点、难点和关键问题,以期达到预定的教学目的要求,我们组织了三省市一批重点学校一线骨干教师,在总结几年教学实验经验的基础上,几经修订,编写了这套丛书。

这套丛书根据新教学大纲和新教材的要求,参照教育目标分类理论、掌握学习理论和现代教育评价理论,紧密结合新高中课程教学实际,严格与课堂教学同步,着重加强学生的基础知识、基本技能和基本方法的训练。既考虑了大部分中等水平学生的学习需求,又考虑了一部分较高水平学生提高的愿望,抓住重点,突破难点,示范引路,开拓思维,举一反三,灵活运用,注重素质,培养能力。各册均按新教材中的课(单元)设课(单元),每课(单元)由“学习目标”、“学习素养”和“单元评价”等部分组成。

“学习目标”主要是使读者在每课(单元)开篇就有一个高屋建瓴的认识,明确为什么要学这课(单元),学什么,怎样学等,将大纲要求和教材要点具体化、细化,概述学习目的要求、内容结构体系,阐明本课(单元)的重点、难点和关键问题,帮助读者掌握知识要点,明确学习目标。

“学科素养”主要是针对本课(单元)的重点、难点和关键问题,对有关的知识、

高中二年级下学期
生物

技能、注重事项、解题思路、解题技巧、学科素养等作出精要点评,有论述、有范例、有练习,帮助读者掌握学习方法,提高解题技巧。

“单元评价”是按新教学大纲要求、新教材(修订本)内容编拟的检测本章学习成效的自测自评题,选择最新流行的各类题型,题目知识覆盖面大,应试性强,对各章的基本点、重点、难点进行系统的全面的训练,帮助读者加深理解,巩固所学知识。

为了便于读者全面评价自己掌握知识程度,书末配有“综合评价”,对全学期所学知识进行达标测验,并配有参考答案与提示,对书中的练习、单元评价、综合评价均给出了提示或解答。

本书由王忠江、周建良、陈益媛、刘镒、宋会明、胡萍康、贺芳萍、易德明、文家琪编写,王忠江统稿,曾鹤鸣审定。

江西教育出版社

2005年12月

目 录

第六章 遗传和变异.....	(1)
第一节 遗传的物质基础.....	(2)
(一)DNA 是主要的遗传物质	(2)
实验十一 DNA 的粗提取与鉴定	(6)
(二)DNA 分子的结构和复制	(9)
(三)基因的表达	(13)
第二节 遗传的基本规律	(18)
(一)基因的分离定律	(18)
(二)基因的自由组合定律	(24)
第三节 性别决定与伴性遗传	(31)
第四节 生物的变异	(37)
(一)基因突变和基因重组	(37)
(二)染色体变异	(40)
第五节 人类遗传病与优生	(44)
单元评价	(45)
第七章 生物的进化	(50)
现代生物进化理论简介	(50)
单元评价	(53)
第八章 生物与环境	(57)
第一节 生态因素	(58)
第二节 种群和生物群落	(62)
第三节 生态系统	(67)
(一)生态系统的类型与结构	(67)
(二)生态系统的能量流动、物质循环和生态系统的稳定性.....	(75)
单元评价	(83)

第九章 人与生物圈	(89)
第一节 生物圈的稳态	(89)
第二节 生物多样性及其保护	(91)
单元评价	(92)
综合评价(A)(期中测试)	(96)
综合评价(B)(期末测试)	(103)
参考答案	(110)

第六章 遗传和变异

学 习 目 标

节 次	知 识 要 点	教学要求			
		知道	识记	理解	应用
第一节 遗传的物质基础	1. DNA 是主要的遗传物质			✓	
	2. DNA 的分子结构和复制			✓	
	3. 基因的表达		✓		
第二节 遗传的基本规律	1. 基因的分离定律				✓
	2. 基因的自由组合定律			✓	
第三节 性别决定与伴性遗传	性别决定与伴性遗传			✓	
第四节 生物的变异	1. 基因突变		✓		
	2. 染色体变异		✓		
第五节 人类遗传病与优生	人类遗传病与优生	✓			

实验:

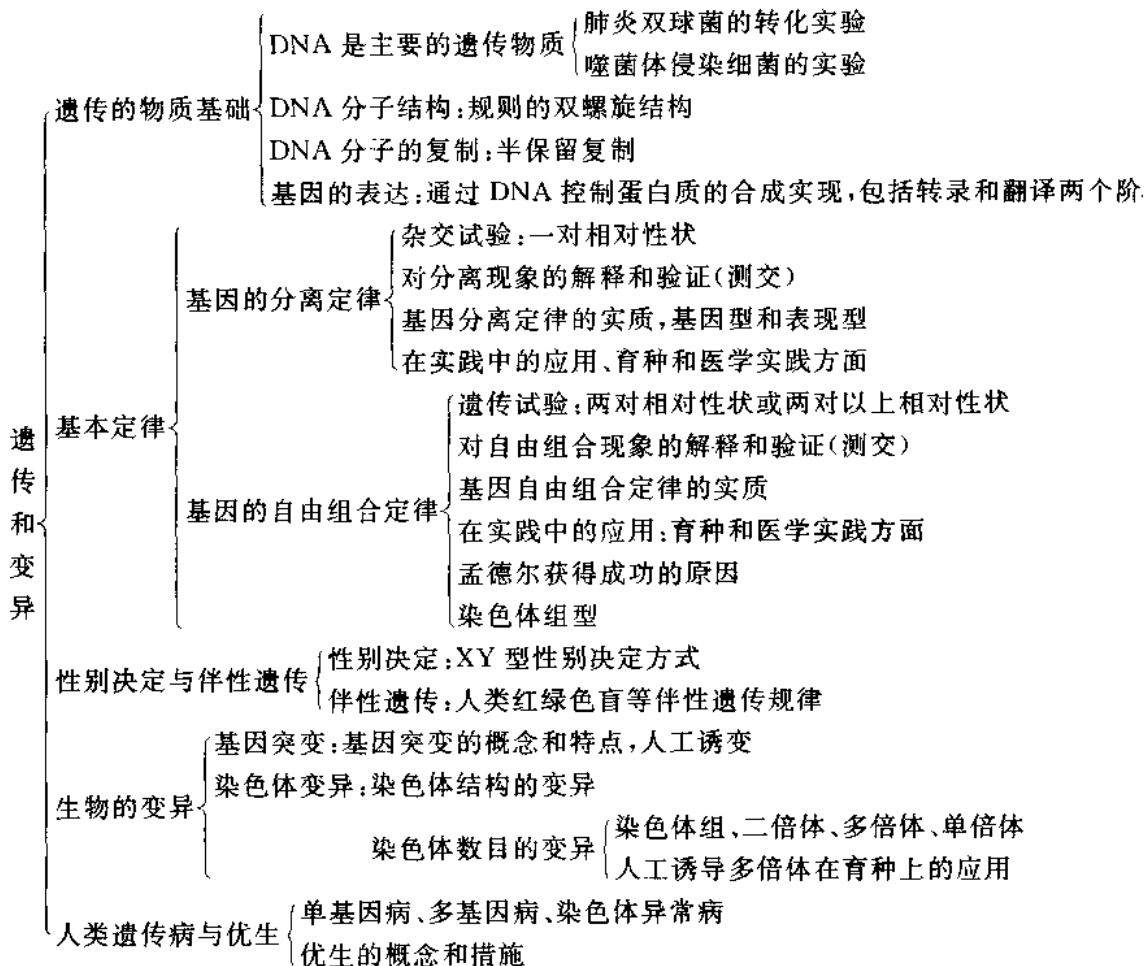
1. DNA 的粗提取与鉴定 I
2. 制作 DNA 双螺旋结构模型 I
3. 性状分离比例几率的模拟 I 或 II

实验、实习的教学要求,划分为 I 和 II 两类

I:理解实验的目的、原理和方法步骤,初步学会有关的操作技能,进一步理解有关的生物学知识。

II:能够独立完成实验或实习、理解探索性实验的基本过程,初步学会探索性实验的一般方法。

【本章知识结构网络】



第一节 遗传的物质基础

(一) DNA 是主要的遗传物质

【自学指导】

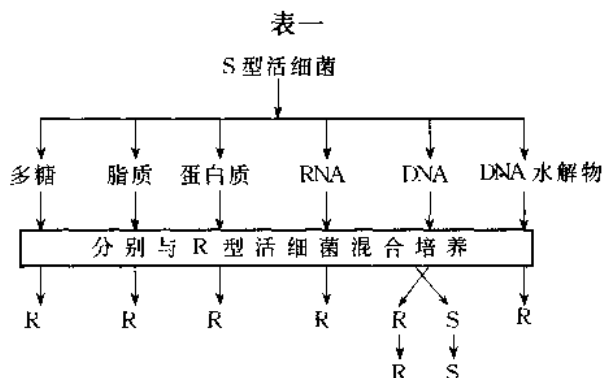
一、知识要点

1. 生物体内主要的遗传物质是 DNA, 而不是蛋白质。
2. 证明 DNA 是遗传物质的两个实验: (1) 肺炎双球菌的转化实验: R 型的细菌转化为 S 型细菌的转化因子是 DNA。 (2) 噬菌体侵染细菌的实验: 进入细菌体内的是噬菌体 DNA, 蛋白质没有进入。

二、重点难点讲解

1. DNA 是遗传物质的证据——两个著名的实验的原理和过程 怎样证明 DNA 是遗传

物质呢? 科学家们设法把 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。(1)肺炎双球菌的转化实验: 所谓转化是指从甲种细菌提取转化因子(遗传物质)来处理乙种细菌, 使乙种细菌获得甲种细菌的某些特性。1928 年, 英国科学家格里菲斯通过肺炎双球菌的转化实验证实某种“转化因子”能够使 R 型活细菌转化成 S 型活细菌; 1944 年, 美国科学家艾弗里等又通过该实验进一步证明“转化因子”是 DNA 而不是蛋白质等其它物质, 也就是说遗传物质是 DNA 而不是蛋白质(见表一)。



(2)噬菌体侵染细菌的实验: 1952 年, 两位科学家 Hershey 和 Martha Chase 用放射性同位素标记法发现噬菌体在侵染大肠杆菌的过程中, 蛋白质外壳与 DNA 核心发生分离, 前者留在大肠杆菌外部而后者却进入了大肠杆菌的细胞内部, 进而合成出若干(10--1000)个子代噬菌体。说明了噬菌体的各种性状是通过 DNA 传给后代的, 从而证明了 DNA 是遗传物质。

怎样知道噬菌体注入细菌内部的物质只是 DNA 呢? 这主要是通过同位素的标记实验知道的。(见表二)

表二

亲代噬菌体	寄主细胞内	子代噬菌体	实验结论
^{32}P 标记 DNA	有 ^{32}P 标记 DNA	DNA 有 ^{32}P 标记	DNA 分子具有连续性, 是遗传物质
^{35}S 标记蛋白质	无 ^{35}S 标记蛋白质	外壳蛋白无 ^{35}S 标记	

3. 生物的遗传物质例析: 绝大多数生物(包括原核生物、真核生物、DNA 病毒)以 DNA 作为遗传物质, 只有少数生物(RNA 病毒)以 RNA 为遗传物质。

三、例题选讲

【例 1】用噬菌体侵染内含 ^{32}P 的细菌, 在细菌解体后含 ^{32}P 是()

- A. 所有子代噬菌体 DNA B. 子代噬菌体蛋白质外壳
C. 子代噬菌体的所有部分 D. 只有两个子代噬菌体 DNA

【解析】由于 99% 的磷是在 DNA 中, 所以噬菌体的蛋白质不含 P, 可排除 B、C 两项, 侵染细菌时, 只有噬菌体中的 DNA 进入细菌, 复制产生子链所需的原料均由细菌提供, 所以子代噬菌体的 DNA 均含 ^{32}P 。其中两个 DNA 的一条链含 ^{32}P , 另一条链不含 ^{32}P 。

【答案】A

【例 2】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

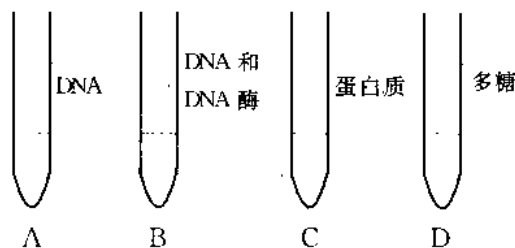
C. 染色体、中心体、核糖体

D. 染色体、叶绿体、线粒体

【解析】真核细胞的遗传物质 DNA 主要在染色体上,染色体是遗传物质主要载体。在细胞质的线粒体和叶绿体中也有少量 DNA,因此,线粒体和叶绿体也是遗传物质 DNA 的载体。玉米叶肉细胞中既有线粒体又有叶绿体。

【答案】D

【例 3】肺炎双球菌转化实验中,在培养有 R 型细菌的 A、B、C、D 四个试管中,依次分别加入从 S 型活细菌中提取的 DNA 和 DNA 酶、蛋白质、多糖,经过培养,检查结果发现有 R 型细菌转化的是()



【解析】肺炎双球菌的遗传物质是 DNA,蛋白质和多糖都不是遗传物质。将 R 型无毒细菌转化成 S 型有毒细菌的“转化因子”是 DNA。用 DNA 酶处理 DNA,就会使 DNA 分解,失去转化功能。

【答案】A

【达标评价】

基础试题(A)

1. 一切生物的遗传物质是()

A. 核酸

B. 变异

C. RNA

D. 蛋白质

2. 下列对遗传物质的叙述正确的是()

A. DNA 是一切生物的遗传物质

B. DNA 的主要载体是染色体

C. RNA 是噬菌体的主要遗传物质

D. DNA 是烟草花叶病毒的主要遗传物质

3. 用噬菌体侵染内含大量 ^3H 的细菌,待细菌解体后, ^3H 应()

A. 随细菌的解体而消失

B. 发现于子代噬菌体外壳及 DNA 中

C. 仅发现于子代噬菌体的 DNA 中

D. 仅发现于子代噬菌体的外壳中

4. 在噬菌体侵染细菌的实验中,新噬菌体的蛋白质外壳是()

A. 在细菌 DNA 指导下,用细菌的物质合成的

B. 在噬菌体 DNA 指导下,用噬菌体的物质合成的

C. 在细菌 DNA 指导下,用噬菌体的物质合成的

D. 在噬菌体 DNA 指导下,用细菌的物质合成的

5. 从肺炎双球菌的 S 型活菌中提取 DNA,将 S 型活菌的 DNA 与 R 型活菌混合培养时, R 型活菌繁殖的后代中有少量 S 型菌体。这个实验表明 DNA()

A. 分子结构相对稳定

B. 能够自我复制

C. 能够指导蛋白质的合成 D. 是遗传物质

6. 噬菌体侵染细菌的正确顺序是()

A. 注入→吸附→释放→组装→复制 B. 复制→组装→释放→吸附→注入

C. 吸附→注入→复制→组装→释放 D. 吸附→注入→组装→复制→释放

7. 20 世纪 40~60 年代间,科学家相继用不同的实验证明了 DNA 是遗传物质,这些实验都是设法把_____和_____分开,以便能够_____去观察 DNA 的作用。

8. 某科学家做的“噬菌体侵染细菌的实验”,分别用同位素 ^{32}P 、 ^{35}S 做了如表所示的标记:此实验所得的结果是:子噬菌体与母噬菌体的外形和侵染特性均相同,请分析回答:

	噬菌体(T ₂)成分	细菌(大肠杆菌)
核苷酸	标记 ^{32}P	^{31}P
氨基酸	^{35}S	标记 ^{35}S

①子噬菌体的 DNA 分子中含有的上述元素是_____。

②子噬菌体的蛋白质分子中含有的上述元素是_____。

③此实验证明了_____。

提高试题(B)

1. 我国学者童第周等人将从蝾螈内脏中提取出的 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巴两栖类的棒状平衡器,这个实验证明了 DNA()

A. 分子结构相对稳定 B. 能够自我复制
C. 能够控制蛋白质的合成 D. 能产生可遗传的变异

2. 在证明 DNA 是遗传物质的几个著名经典实验中,其实验设计思路中最关键的是

()

A. 要用同位素标记 DNA 和蛋白质 B. 要分离 DNA 和蛋白质

C. 要得到噬菌体和肺炎双球菌

D. 要区分 DNA 和蛋白质,单独观察它们的作用

3. 肺炎双球菌的转化实验过程中,发生转化的细菌和含转化因子的细菌分别是()

A. R 型细菌和 S 型细菌 B. R 型细菌和 R 型细菌

C. S 型细菌和 R 型细菌 D. S 型细菌和 S 型细菌

4. 噬菌体侵染细菌的实验,除证明 DNA 是遗传物质外,还间接地说明了 DNA()

A. 能产生可遗传的变异 B. 能进行自我复制,上下代保持连续性

C. 是生物的主要遗传物质 D. 能控制蛋白质的合成

5. 关于病毒遗传物质的叙述,下列哪一项是正确的()

A. 都是脱氧核糖核酸 B. 都是核糖核酸

C. 同时存在脱氧核糖核酸和核糖核酸 D. 有的是脱氧核糖核酸,有的是核糖核酸

6. 病毒甲具有 RNA 甲和蛋白质甲,病毒乙具有 RNA 乙和蛋白质乙。若将 RNA 甲和蛋白质乙组成一种病毒丙,再以病毒丙去感染宿主细胞,则细胞中的病毒具有()

A. RNA 甲和蛋白质乙

B. RNA 甲和蛋白质甲

C. RNA 乙和蛋白质甲

D. RNA 乙和蛋白质乙

7. 下列关于 DNA 的说法, 正确的说法是()

A. 细胞中的所有 DNA 都是染色体的组成成分

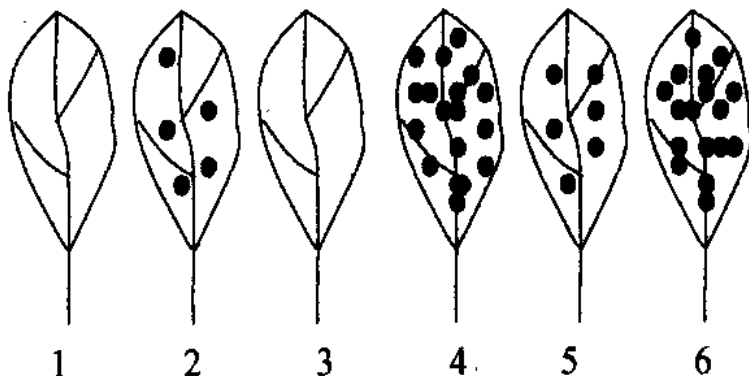
B. 真核生物细胞中的遗传物质都是 RNA

C. 真核生物细胞中的细胞核、叶绿体和线粒体中都含有遗传物质 DNA

D. 原核生物细胞中的细胞核、叶绿体和线粒体中都含有遗传物质 DNA

8. 烟草花叶病毒(TMV)和车前草病毒(HRV)均为能感染烟草使之出现感染斑的 RNA 病毒, 都可用苯酚处理发生 RNA 与蛋白质的分离, 由于亲缘关系很近, 两者能重组, 其 RNA 和蛋白质形成“杂种”。用病毒感染烟叶, 请依图简答下列问题:

烟叶被不同病毒成分感染图解:



I { 1. TMV 的蛋白质感染

2. TMV 的 RNA 感染

II { 3. HRV 的蛋白质感染

4. HRV 的 RNA 感染

III { 5. HRV 的蛋白质与 TMV 的 RNA 杂交后感染

6. TMV 的蛋白质与 HRV 的 RNA 杂交后感染

(1) 1 与 2, 3 与 4 的结果不同, 说明_____。

(2) 2 与 4 的结果不同, 说明_____。

(3) 图中的 5 被杂交病毒感染后, 在繁殖子代病毒过程中合成蛋白质的模板来自_____, 合成蛋白质的原料氨基酸来自_____提供。

(4) 图中 6 被杂交病毒感染后, 繁殖出子代病毒将具有来自_____的 RNA 和来自_____的蛋白质。

实验十一 DNA 的粗提取与鉴定

【自学指导】

一、方法与原理

DNA 在氯化钠溶液中的溶解度, 是随着氯化钠的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。利用这一原理, 可以使溶解在氯化钠溶液中的 DNA 析出。DNA 不溶于酒精, 但是细胞中的某些物质则可以溶于酒精, 利用这一原理, 可以进一步提出含杂质较少的 DNA。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。

二、实验解疑及注意事项

1. 实验成功的关键:实验较为复杂,其中许多操作步骤都会影响到该实验的成功与否,因此,须认真理解与领会。能否提取到较纯净的 DNA 丝状物,是成功的关键。提取较纯净的 DNA 的关键步骤:①充分搅拌鸡血细胞液。用玻璃棒沿一个方向快速搅拌,使细胞充分破裂。②沉淀 DNA 必须用冷酒精。用冷酒精浓缩和沉淀 DNA 时,所用 95% 的酒精,必须经过充分预冷后才能使用,二者的体积比为 1:2,即将 1 份含 DNA 的氯化钠溶液加入 2 份冷的酒精中。卷起 DNA 丝状物的方法是,缓缓旋转玻璃棒。如果用冷酒精处理后,悬浮于溶液中的丝状物较少,可将混合液放入冰箱中再冷却几分钟,然后再用玻璃棒卷起丝状物。③正确搅拌含有悬浮物的溶液,必须用玻璃棒沿一个方向搅拌。

2. 实验过程中两次加入蒸馏水的作用不同:第一次加蒸馏水的目的是为了外界溶液浓度低于血细胞内细胞液的浓度,细胞大量吸水胀破得到 DNA,同时应充分搅拌。第二次加蒸馏水的目的是降低氯化钠溶液到 DNA 溶解度最低点,这样, DNA 分子可以从氯化钠溶液中析出。

3. 制备鸡血细胞液时离心后除去上清液。因为血液分两部分,一部分是血浆,一部分是血细胞,离心后除去的上清液是血浆,不含血细胞,不含 DNA,故除去。

4. 盛放鸡血细胞液的容器,最好是塑料容器。鸡血细胞破碎以后释放出的 DNA,容易被玻璃容器吸附,由于细胞内 DNA 的含量本来就比较少,再被玻璃容器吸附去一部分,提取到的 DNA 就会更少。因此,实验过程中最好使用塑料的烧杯和试管,这样可以减少提取过程中的 DNA 的损失。

三、例题选讲

【例 1】 在实验中,有两次 DNA 的沉淀析出,其依据的原理是()

①DNA 在氯化钠溶液的物质的量浓度为 0.14 mol/L 时溶解度最低。

②DNA 在冷却的体积分数为 95% 的酒精中能沉淀析出。

A. 两次都是①

B. 两次都是②

C. 第一次是①,第二次是②

D. 第一次是②,第二次是①

【解析】 在实验步骤 3 中,利用的是原理①,因为在这种浓度的氯化钠溶液中, DNA 的溶解度最低,而蛋白质的溶解度增加,所以通过过滤能将 DNA 分离开,以除去蛋白质。在实验步骤 7 中,利用的是原理②,即冷酒精能使 DNA 沉淀,因为这时已基本无蛋白质。如果在步骤 3 中就使用冷酒精, DNA 和蛋白质都能被酒精所沉淀,就无法将 DNA 与蛋白质分离开。所以 DNA 的两次析出所依据的原理不同,且不能前后颠倒。

【答案】 C

【例 2】 对三次过滤的叙述中,不正确的是()

A. 第一次过滤时,核物质存在于滤出的固体物中

B. 第二次过滤时,使用多层纱布, DNA 存在于纱布的黏稠物中

C. 第三次过滤后, DNA 存在于滤液中,可进一步除去非 DNA 物质

D. 上述 BC 均正确

【解析】 三次过滤的目的是不同的。第一次过滤是为了滤出膜碎片等大量杂质,留下核物质于滤液中。第二次过滤是为了分离 DNA 和蛋白质,留下 DNA 于纱布上。第三次过滤是为了进一步出去溶解度较低的蛋白质,留下 DNA 于滤液中。随着三次过滤, DNA 纯度越来越

越高。

【答案】 A

【例 3】 在“DNA 的粗提取与鉴定”实验中,将提取获得的含 DNA 的黏稠物(还含有较多杂质)分别处理如下:

第一,放入 0.14 mol/L 氯化钠溶液中,搅拌后过滤,得滤液 A 和黏稠物 a。

第二,放入 2 mol/L 氯化钠溶液中,搅拌后过滤,得滤液 B 和黏稠物 b。

第三,放入冷却的 95% 的酒精溶液中,搅拌后过滤,得滤液 C 和黏稠物 c。

以上过程获得的滤液和黏稠物中,因含 DNA 少而可以丢弃的是_____。

【解析】 在不同浓度的氯化钠溶液中 DNA 的溶解度不同。在 0.14 mol/L 氯化钠溶液中溶解度最小,DNA 析出,呈丝状物,过滤后存在于黏稠物中;在 2 mol/L 氯化钠溶液中溶解度最大,所以 DNA 呈溶解状态,过滤后存在于溶液中;酒精溶液可使 DNA 分子凝集。因此,在冷却的 95% 的酒精溶液中 DNA 凝集,呈丝状物,过滤后存在于黏稠物中。

【答案】 A、b、C

【达标评价】

1. DNA 在下列哪种浓度的氯化钠溶液中溶解度最低()
A. 2 mol/L B. 0.14 mol/L C. 0.015 mol/L D. 0.1 mol/L
2. 在向溶解 DNA 的氯化钠溶液中,不断加入蒸馏水的目的是()
A. 加快溶解 DNA 的速度 B. 加快溶解杂质的速度
C. 减少 DNA 的溶解度,加快 DNA 的析出 D. 减少杂质的溶解度,加快杂质的析出
3. 检测 DNA 物质的试剂是()
A. 斐林试剂 B. 95% 的酒精 C. 0.14 mol/L 氯化钠溶液 D. 二苯胺试剂
4. 含有 DNA 的氯化钠(0.015 mol/L 浓度)溶液中加入二苯胺试剂加热煮沸 5 min,溶液呈()
A. 紫色 B. 蓝色 C. 砖红色 D. 红色
5. 从细胞中提取细胞核物质所用的提取液是()
A. 氯化钠溶液 B. 酒精 C. 蒸馏水 D. 柠檬酸钠
6. 提取含杂质较少的 DNA 所用的溶液是()
A. 冷却的、酒精体积分数为 90% 的溶液 B. 加热的、酒精体积分数为 95% 的溶液
C. 加热的、酒精体积分数为 90% 的溶液 D. 冷却的、酒精体积分数为 95% 的溶液
7. 在 DNA 提取过程中,最好使用塑料试管和烧杯,目的是()
A. 不易破碎 B. 减少提取过程中 DNA 的损失 C. 增加 DNA 的含量 D. 容易洗刷
8. 关于 DNA 在氯化钠溶液中的溶解度,下面的叙述哪一项是正确的()
A. 随着氯化钠溶液浓度增大,DNA 在氯化钠溶液中的溶解度也增大
B. 随着氯化钠溶液浓度减小,DNA 在氯化钠溶液中的溶解度也减小
C. DNA 在氯化钠溶液中的溶解度与氯化钠溶液浓度无关
D. 当氯化钠溶液浓度为 0.14M 时,DNA 的溶解度最低

9. “DNA 的粗提取与鉴定”的实验中,有五次用玻璃棒搅拌。第一次搅拌加蒸馏水的鸡血细胞液是为了_____;第二次搅拌加 2 mol/L 的氯化钠溶液的滤液是为了使其_____;第三次搅拌加蒸馏水至 0.14 mol/L 的氯化钠溶液是为了_____;第四次搅拌放入 2 mol/L 的

氯化钠溶液中纱布上的黏稠物是为了_____；第五次搅拌体积分数为 95% 的酒精是为了_____。

(二) DNA 分子的结构和复制

【自学指导】

一、知识要点

1. DNA 分子的结构 (1)基本单位:脱氧核苷酸(如图 3)。①碱基有 4 种:腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)、胸腺嘧啶(T)。②脱氧核糖。③磷酸。因此脱氧核苷酸也有 4 种,即腺嘌呤脱氧核苷酸、鸟嘌呤



脱氧核苷酸、胞嘧啶脱氧核苷酸和胸腺嘧啶脱氧核苷酸。(2)空间结构:DNA 分子为规则的双螺旋结构。DNA 是由 A、G、T、C 四种碱基核苷酸连结而成多核苷酸的两条单链,并且通过氢键把两条单链上相对的碱基连接起来,两条单链之间的空间是一定的。

2. DNA 分子的多样性 DNA 分子由于碱基对的数量不同,碱基对的排列顺序千变万化,因而构成了 DNA 分子的多样性。例如,一个具有 4000 个碱基对的 DNA 分子所携带遗传信息是 4^{4000} 种,即 10^{2408} 种。

3. DNA 分子的特异性 不同的 DNA 分子由于碱基对的排列顺序存在差异,因此,每一个 DNA 分子的碱基对都有其特定的排列顺序,这种特定的排列顺序包含着特定的遗传信息,从而使 DNA 分子具有特异性。

4. DNA 分子的稳定性 DNA 分子的双螺旋结构是相对稳定的,因为在 DNA 分子双螺旋内侧,通过氢键形成的碱基对,使两条脱氧核苷酸长链稳固地并联起来。

5. DNA 分子的复制 所谓复制就是以亲代 DNA 分子为模板合成子代 DNA 分子的过程,这种复制方式叫做半保留复制。①场所:细胞核内。②时期:细胞有丝分裂的间期和减数第一次分裂的间期。③条件:需要模板、原料、能量和酶等。④意义:将亲代的遗传信息传递给子代,使前后代保持了一定的连续性,从而保证了亲子代间性状相似。

二、重点难点讲解

1. DNA 分子的结构特点 DNA 分子是由两条多核苷酸单链反向平行双螺旋形成的,其特点如下:

	主 链	碱 基 对
构成方式	①脱氧核糖与磷酸交替排列 ②两条主链呈反向平行 ③盘绕成规则的双螺旋	①主链上对应碱基以氢键连接成对 ②碱基互补配对(A—T、G—C) ③碱基对平面之间平行
位 置	双螺旋外侧	双螺旋内侧

2. 碱基互补配对原则及应用 (1)DNA 分子结构中,即在双链 DNA 分子中, $A=T$ 、 $G=C$ 或 $A+C=G+T$ 、 $(A+G)/(T+C)=1$,在此基础上还可以推导出其他的数量关系:一条链中的 $A+T$ 与另一条链中的 $T+A$ 的和相等,一条链中的 $G+C$ 与另一条链中的 $C+G$ 相等;如一条链中的 $(A+T)/(G+C)=a$,那么另一条链中其比例也是 a ;如一条链中的 $(A+G)/(T+C)=b$,那么在另一条链中其比例为 $1/b$ 。另外,根据碱基互补配对原则可知,两个非互补碱

基之和占 DNA 碱基数 50%, 因为 $A+C=G+T$ 、 $A+G=T+C$ 。(2)DNA 分子复制中, 碱基互补配对是很有规律的。只有 A 与 T 配对, G 与 C 配对, 必须由一个嘌呤与一个嘧啶组成。在有关酶的作用下, 将新合成的子链片段连接起来, 形成一条完整的新的 DNA 子链, 每条子链与其相对应的母链盘绕成规则的反向的 DNA 双螺旋结构。

三、例题选讲

【例 1】 在含有四种碱基的 DNA 区段中, 有腺嘌呤 a 个, 占该区段全部碱基的比例为 b , 则()

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

【解析】 设 DNA 分子有 x 个碱基, 则 DNA 分子中 $G=x/2-a$, $C=G(x/2)-a$ 。由题意可知 $a/x=b$, $x=a/b$, 代入 $C=G(x/2)-a$, 化简后得 $C=a(1/2b-1)$ 个。

【答案】 C

【例 2】 将用 ^{15}N 标记的一个 DNA 分子放在含有 ^{14}N 的培养基中让其复制三次, 则含有 ^{15}N 的 DNA 分子占全部 DNA 分子的比例和占全部 DNA 单链的比例依次是()

- A. $1/2$ 、 $1/4$ B. $1/4$ 、 $1/8$ C. $1/4$ 、 $1/16$ D. $1/8$ 、 $1/8$

【解析】 DNA 分子复制为半保留复制, 复制过程中 DNA 的两条链在解旋酶作用下解开, 两条链均作母链(模板链)而形成子链, 形成两个 DNA 分子。子代 DNA 的两条链中, 一条是来自母链, 一条是新合成的子链。连续复制三次形成 8 个 DNA 分子, 在 8 个 DNA 分子的 16 条单链中, 只有某 2 个 DNA 分子含有原来的那条母链(含 ^{15}N)。因此, 含 ^{15}N 的 DNA 分子占全部 DNA 分子数的 $1/4$, 占全部 DNA 单链的 $1/8$ 。

【答案】 B

【例 3】 在 DNA 复制过程中, 保证复制准确无误进行的关键步骤是()

- A. 破坏氢键并使用 DNA 双链分开 B. 游离核苷酸与母链碱基互补配对
C. 配对的游离核苷酸连接成子链 D. 子链与模板母链盘绕成双螺旋结构

【解析】 DNA 半保留复制很复杂, 大致可分为解旋、配对、连接和螺旋化等步骤。其中, DNA 聚合酶系的催化下, 按照碱基互补配对原则, 游离脱氧核苷酸与模板母链上互补碱基以氢键配对, 是 DNA 准确复制关键步骤。

【答案】 B

【达标评价】

基础试题(A)

1. DNA 分子具有多样性的原因是()

- A. DNA 是由 4 种脱氧核苷酸组成的 B. DNA 的分子量很大
C. DNA 具有规则的双螺旋结构 D. DNA 的碱基对有很多种不同的排列顺序

2. 一条染色单体含有 1 个双链的 DNA 分子, 那么, 四分体时期中的 1 条染色体含有

()

- A. 4 个双链的 DNA 分子 B. 2 个双链的 DNA 分子
C. 2 个单链的 DNA 分子 D. 1 个双链的 DNA 分子

3. 在一个标准的双链 DNA 分子中, 含有 35% 的腺嘌呤, 它所含的胞嘧啶应该是()

- A. 15% B. 30% C. 35% D. 70%

4. 具有 100 个碱基对的一个 DNA 分子区段, 内含 40 个胸腺嘧啶, 如果连续复制 2 次, 则需游离的胞嘧啶核苷酸()

- A. 60 个 B. 80 个 C. 120 个 D. 180 个

5. 一个 DNA 分子经严格复制后, 新形成的 DNA 分子的子链应该是()

- A. 和 DNA 母链之一完全相同 B. DNA 母链的片段
C. 和 DNA 母链相同, 但 T 被 U 所替代 D. 和 DNA 母链稍有不同

6. DNA 分子结构多样性的原因是()

- A. 碱基配对方式的多样性 B. 磷酸和脱氧核糖排列顺序的多样性
C. 螺旋方向的多样性 D. 碱基对排列顺序的多样性

7. 在 DNA 双链片段中, 若碱基 A 有 P 个, 占该片段全部碱基的比例为 N/M ($M > 2N$), 则该片段含有的碱基 C 数为()

- A. PM/N B. $PM/2N$ C. $(PM/N) - P$ D. $(PM/2N) - P$

8. 如果把细胞中的一个 DNA 分子进行标记, 然后放在没有标记的培养基中连续进行六次有丝分裂后, 含有标记细胞占所有细胞的比例为()

- A. $1/4$ B. $1/8$ C. $1/16$ D. $1/32$

9. 现有从生物体中提取的一个 DNA 分子(称第一代 DNA)和以放射性同位素 ^3H 标记的 4 种脱氧核苷酸。在实验室合成新的 DNA 分子。

(1) 第二代的一个 DNA 分子中有 _____ 条含 ^3H 的多核苷酸链。

(2) 第五代的全部 DNA 分子中有 _____ 条不含 ^3H 的多核苷酸链。

(3) 第一代 1 个 DNA 分子的 100 对脱氧核苷酸中有 30 个碱基 T, 那么第二代的一个 DNA 分子中应有碱基 G _____ 个。

10. 根据 DNA 复制的过程, 回答下列问题:

(1) DNA 分子的 _____ 能够为复制 DNA 提供精确的模板。

(2) DNA 复制的基本条件有 _____、_____、_____ 和 _____ 等。

(3) DNA 复制时所需的原料是 _____。

(4) 新形成的两个 DNA 分子和原 DNA 分子的碱基对排列顺序是 _____ 的; 而新形成的 DNA 的母链与子链之间的碱基排列顺序是 _____ 的。

(5) 如果一个 DNA 分子连续复制 3 次, 则形成的新 DNA 分子中, 有 _____ 条新合成的脱氧核苷酸长链。

提高试题(B)

1. 已知多数生物的 DNA 是双链, 个别生物的 DNA 是单链。有人从三种生物体内提取出核酸后, 分析它们的碱基含量如表。属于双链 DNA 和 RNA 的分别是: ()

含量 生物	碱基				
	A	G	U	T	C
甲	25	24	0	33	19
乙	23	24	27	0	25
丙	31	19	0	31	19