

HuoXueQiaoLian
桂壮红皮书系列

●丛书主编/陈桂壮



活学巧练



名师讲义 权威学案

~~33A/10/00~~ 67A/10022

第2次修订

全国名校特高级教师联合编写

高二生物 下



北京大学出版社

榜文红了



桂壮红皮书系列

全国名校特高级教师联合编写

活学巧练

高二生物(下)

第2次修订

丛书主编 陈桂壮

本册主编 辛 涛

编 委 辛 涛 张春伟 邹 杰

北京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

活学巧练. 高二生物(下)/辛涛主编. ——北京:北京大学出版社,2005.9
(桂壮红皮书系列)
ISBN 7-301-06268-0

I. 活… II. 辛… III. 生物课—高中—解题 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 032066 号

书 名:活学巧练·高二生物(下)

著作责任者:辛涛 主编

策 划:刘建华

责 任 编 辑:赵艳萍

标 准 书 号:ISBN 7-301-06268-0/G·0844

出版发行者:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址:<http://cbs.pku.edu.cn> <http://www.hps365.com>

电 话:邮购部 62752015 发行部 62750672 51893513 编辑部 51893283

电 子 信 箱:zpup@pup.pku.edu.cn gz@hps365.com

排 版 者:北京科文恒信书业文化有限公司

印 刷 者:北京一鑫印务有限公司

经 销 者:新华书店

880 毫米×1230 毫米 大 16 开 11 印张 262 千字

2005 年 9 月第 3 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

定 价:14.80 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 翻版必究

致

读者

学习目标要求

明确目标,有的放矢,
让学生明确学习内容,
了解学习要求。

重点难点突破

把握重点难点知识,
提高学生解题能力,帮助
学生分析总结。

思维能力拓展

例题示范,分析透彻精
辟,拓展学生思路;跟踪
练习,巩固重点难点,培
养学生能力。

综合探究创新

融知识与能力于一体,
强调知识联系,培养学生
探究创新能力,学以致用。

误区障碍跨越

指点迷津,澄清心中疑
点难点,扫清学习中的易错
点、易混点、易漏点等障碍。



活学巧练·高二生物(下)

www.hps365.com

桂壮红皮书系列



第七章

生物的进化



学习目标要求

- 目标 1:知道达尔文自然选择学说的主要内容。
目标 2:识记种群、种群基因库、基因频率的概念,以及基因频率的计算方法。
目标 3:识记突变和基因重组为生物进化提供原材料的原因。
目标 4:识记自然选择在生物进化中的作用。
目标 5:识记隔离的概念和类型,以及隔离与物种形成的关系。



重点难点突破

1. 达尔文自然选择学说

主要内容:过度繁殖、生存斗争、遗传变异、适者生存。

点拨:自然选择学说是达尔文进化论的核心理论,也是现代生物进化理论的重要依据。掌握这一理论,重点从以下几方面进行突破:

.....

例 1 下列是 DDT(一种农药)对家蝇抗性(抗 DDT 而能存活的能力)的实验研究:将家蝇分成多组,每组再分 A、B 两部分。处理后,检查各组的死亡率,死亡率高的就是抗性低,反之就是抗性高。选死亡率最低的一组的 B 部分饲养,使之繁殖后代,把后代再按上述方法进行抗性实验。这样,经过若干代后,当用 DDT 处理其中 A 组的家蝇时发现其死亡率为 4%,再用 DDT 处理这一代的 B 组家蝇。则:

- (1) B 部分经 DDT 处理后存活率为 _____。
(2)

分析:本题看似一个实验题,而其实质是考查达尔文的自然选择学说,在自然选择学说中我们应掌握其关键点:生存斗争是动力,是外因,.....

答案:(1)96% (2)农药对害虫抗药性变异长期选择.....

方法提炼 对自然选择原理重在理解,遗传和变异是生物进化的内在因素,变异是自然选择的原始材料,变异是不定向的,.....



思维能力拓展

1. 种群和物种的区别和联系

例 7 种群和物种的关系是()

- A. 不同的生物种群通过自然选择而形成同一物种
B. 同一物种可以形成许多不同的种群
C. 种群间的个体相互交配而形成同一物种

D. 一个种群中可以有一个或多个物种

分析:该题易犯错主要体现在对物种和种群两个概念区分不开。种群是较小范围内的同种生物的个体,.....

答案:B

方法提炼 物种是生物分类的基本单位,同一物种在不同环境中可以形成不同的种群。判断不同的种群是否为同一物种的主要依据是看能否相互交配繁殖,并产生可育后代。

跟踪练习 1 有关种群和物种的叙述正确的是()

- A. 种群是生物进化的基本单位,物种是繁殖的基本单位
B. 种群的基因频率总是不断变化的,物种的基因频率保持不变
C. 种群的基因库的基因不如物种基因库的基因丰富
D. 同一种群的个体可以相互交配并产生后代,同一物种的个体也可以自由交配并产生后代



综合探究创新

关于互交种群隐性致死基因或不育基因的传递规律

例 9 如果在一种种群中,基因型为 AA 的个体比例占 25%, Aa 的个体比例占 50%, aa 的个体比例占 25%,已知基因型为 aa 的个体成体失去繁殖能力,在随机交配产生的后代中具有繁殖能力的个体比例占()

- A. $\frac{3}{4}$ B. $\frac{8}{9}$ C. $\frac{1}{9}$ D. $\frac{1}{16}$

分析:根据题意知,AA 占 25%,Aa 占 50%,aa 占 25%,且成体失去繁殖能力,则 AA:Aa=1:2,故 A 的.....

答案:B

拓展延伸 在高等生物中,一对显隐性不同的等位基因用 A、a 表示,则有三种不同的基因型:AA、Aa、aa。当隐性纯合致死或不育时,AA、Aa 基因型的个体则不受自然选择的影响,例:玉米隐性致死白化苗,.....

跟踪练习 2 已知果蝇的灰身和黑身是一对相对性状,基因位于常染色体上。将纯种的灰身果蝇和黑身果蝇杂交,F₁ 全为灰身。

让 F₁ 自由交配产生 F₂,将 F₂ 中的灰身果蝇取出,让其自由交配,后代中灰身和黑身果蝇的比例为()

- A. 3:1 B. 2:1 C. 1:1 D. 8:1



误区障碍跨越

障碍点 1 注意概念的区分

- (1) 种群和物种
① 概念不同。
② 范围不同。一般来讲,种群是指较小范围内的同种生物的个体,而物种是由许多分布在不同区域的同种生物的种群组成的。
.....



“桂壮红皮书系列”

之高中同步用书,依据最新《教学大纲》和高考要求,组织全国名校一线专家和教研组长精心修订。栏目设置科学,内容选取精当,帮您取得最佳的学习效果。下面是本书的主要栏目,基本思路是:针对目标,讲清重点,突破难点;用典型示例,分层次提高能力,点拨技巧,扫清障碍,总结方法规律;最后设置巩固练习;章(单元)末另有总结。



桂壮红皮书系列

www.hps365.com

第七章 生物的进化



方法规律总结

1. 关于达尔文自然选择学说的四个方面的内容,因四者之间存在必然的内在联系,学习时可孤立记忆。可结合某一新

物种的形成过程将四个方面有机联系,即生物之间都存在过度繁殖现象,为了争夺有限的资源空间,必然进行残酷的生存斗争,而这一切取决于自然选择,选择的结果适者生存,不适者被淘汰,……



优化题型展示

一、选择题

1. (基础题) 下列叙述中不属于达尔文自然选择的观点的是()

- A. 生物的繁殖能力超过了环境所能容纳的数量
- B. 自然选择决定生物进化的方向
- C. 可遗传的变异来源于基因突变、基因重组和染色体变异
- D. 现存生物具有适应性和多样性

2. (能力题) 在下列几种简式中,能较确切地说明达尔文进化论的是()

- A. 遗传变异→生存斗争→适者生存
- B. 环境变化→定向变异→去劣留优
- C. 生存斗争→用进废退→突变
- D. 变异→遗传→适者生存

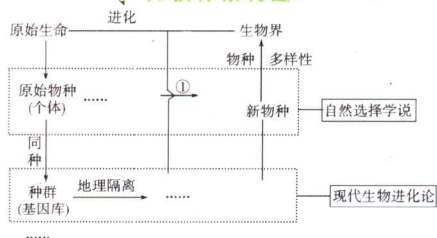
考查目标

←考查对达尔文自然选择学说的理解。

←考查分析理解能力。

本章回顾

知识体系构建



答案:①生存斗争 ②生存斗争 ③自然选择 ④生殖隔离 ⑤可遗传变异



专题归纳整合

专题一、自然选择的几个问题

1. 选择对象

表面上看,自然选择是对一个个不同生物个体的选择,实质上是对个体所包含的变异进行选择。从分子水平上看,现代生物进化理论认为,自然选择实质上是对变异所对应的基因的选择,从而改变着种群中不同基因的基因频率。

例1 青霉素是一种抗菌素,几十年来,由于反复使用致使某些细菌对青霉素的抗药性越来越强。请回答:

(1) 青霉素使用之前,细菌对青霉素的抗药性存在_____ ;患者使用青霉素……

分析:由于生物的变异是不定向的,细菌的个体在对青霉素的抗药性方面存在着差异,通过青霉素的选择作用,……

答案:(1) 差异 不适者被淘汰 适者生存

(2) 选择 生存斗争 积累 变异 自然选择 适应环境

(3) 有利

(4) 遗传和变异 生存斗争 适者生存

方法提炼 对于这类问题,应特别注意的是生物个体之间存在差异(即变异),而不是为了适应环境而产生变异,这一点是最易造成错误理解的。



高考趋向导引

现代生物进化理论简介是本课时的热点内容。本课时考点融会在选择题或填空题中,侧重考查学生的识记能力,在有关新情境中的识别能力,生物科学思维能力。解题时,要注意运用以达尔文自然选择学说为……



素质能力测试

一、选择题

1. 达尔文在加拉帕戈斯群岛上发现几种地雀,用现代进化理论解释错误的是()

- A. 经过长期的地理隔离而达到生殖隔离,导致原始地雀物种形成现在的地雀物种
- B. 生殖隔离一旦形成,原来属于同一物种的地雀很快进化形成不同的物种
- C. 这些地雀原先属于同一雀种,从南美大陆迁来后,逐渐分布在不同的群岛,出现不同的突变和基因重组
- D. 自然选择对不同的种群的基因频率的改变所起的作用有所差别,最终导致这些种群的基因库变得很不相同,并逐步出现生殖隔离

方法规律总结

归纳方法,便于学生生活活用;总结规律,促进学生融会贯通,举一反三。

优化题型展示

精选题目,培养学生解题能力,夯实基础知识,促进学生的稳步提高。

知识体系构建

用图表结构梳理知识,展示知识内在联系,便于学生理解记忆,掌握知识体系的规律。

专题归纳整合

概念规律分专题总结,以例题形式进行讲解,疏通相关知识。

高考趋向导引

回顾近年高考的规律,探究高考命题走向,预测未来高考题型。

素质能力测试

分层训练,巩固本章知识,考查学生知识掌握程度,提高学生综合素质,促进学生的全面发展。



桂壮红皮书系列

高中辅导用书

“桂壮红皮书系列”高中辅导用书

是依据高中《课程标准》和高考《考试大纲》的要求,在对图书产品不断完善与创新之后,奉献给广大读者的系列品牌图书。它以其经典的策划、优异的质量、精美的装帧和成熟的教学理念,为广大师生提供了全方位的服务,已成为广大师生日常教学的首选资料。

《活学巧练》 (同步)

- ◆ 注重解题方法与解题思路的讲解,起到举一反三的作用。
- ◆ 例题典范,贯彻高中课程标准的要求,拓展学生思维。
- ◆ 根据教学大纲和考纲编写,难易适中。
- ◆ 加强了基础知识与基本技能的训练,适应了高中教育发展的趋势。

《活学巧练》 (第一轮)

- ◆ 瞄准 2006 年高考,根据《考试大纲》编写,及时传达最新信息。
- ◆ 全面梳理知识,把握要点,突破难点,夯实基础。
- ◆ 解析角度多样,解析思路新颖,解析方法灵活,拓展学生思维,培养学生的解题能力。

《全程总复习试卷》 (第一轮)

- ◆ 编写思路明确,编写作者权威,考查范围全面。
- ◆ 各学科均按教材顺序,科学合理地安排试卷内容,满足高考第一轮总复习的同步测评之用。
- ◆ 答案准确详细,有详细的解题过程和解题方法揭示。

《活学巧练》 (第二轮)

- ◆ 搜索教育部考试中心关于 2006 年高考命题的最新动向,集中全国各校名师撰写。
- ◆ 注重能力提升,设置“能力提升”、“创新拓展”、“高考预测”等栏目拓宽学生思路,锻炼学生能力。
- ◆ 例题讲解透彻,习题设置科学,难点疑点分析精辟。

《全程总复习试卷》 (第二轮)

- ◆ 以专题突破为宗旨,巩固学生基础知识,提升综合能力。
- ◆ 命题与社会焦点、热点紧密结合,关注时代变化,体现高考改革方向。
- ◆ 材料题、问答题紧扣现实,计算题、证明题分析透彻,用新颖的题型、鲜活的素材,反映最新高考信息。

《全国名校新编标准模拟试卷》

- ◆ 命题兼顾全国各地高考试卷特点,关注社会,关注国内外焦点问题,注重探究性问题、开放性问题的考查。
- ◆ 试卷的高考备考指导部分,回顾当年高考,展望明年高考,为考生提供最切实的帮助。
- ◆ 试卷由全国各地著名重点中学的高三备考组长联合编写,充分体现全国顶级名校的备考思路。

《全国名校大联考冲刺》

- ◆ 选择题、填空题有解答提示,材料题、问答题有解题思路,计算题、证明题解答步骤完整,给考生备考提供真诚的帮助。
- ◆ 历年的高考红皮书大联考冲刺,各科命题都不同程度地贴近高考题,本书更是各位专家对 2006 年高考命题深入研究的成果发布。

《全国名校最后冲刺信息卷》

- ◆ 充分体现高考的命题要求,预测 2006 年高考命题趋势,信息全新。
- ◆ 试卷均是命题专家最权威的研究成果,题型、题量、难度等都直接瞄准 2006 年高考。
- ◆ 活页装订,练测两便;答案准确,提供详细的思路分析。

活学巧练

梦想实现

目



录

Contents

第六章 遗传和变异	(1)
第一节 遗传的物质基础	(1)
一 DNA 是主要的遗传物质	(1)
二 DNA 分子的结构和复制	(7)
三 基因的表达	(11)
第二节 遗传的基本规律	(16)
一 基因的分离定律	(16)
二 基因的自由组合定律	(24)
第三节 性别决定和伴性遗传	(32)
第四节 生物的变异	(41)
一 基因突变和基因重组	(41)
二 染色体变异	(46)
第五节 人类遗传病与优生	(52)
本章回顾	(58)
期中测试题	(66)
第七章 生物的进化	(70)
本章回顾	(77)
第八章 生物与环境	(81)
第一节 生态因素	(81)
第二节 种群和生物群落	(88)
第三节 生态系统	(95)
一 生态系统的类型	(95)
二 生态系统的结构	(101)
三 生态系统的能量流动	(105)
四 生态系统的物质循环	(110)
五 生态系统的稳定性	(115)
本章回顾	(119)
第九章 人与生物圈	(124)
第一节 生物圈的稳态	(124)
第二节 生物多样性及其保护	(129)
本章回顾	(134)
期末测试题	(138)
答案与导解	(143)
附:高中生物(第二册)教材习题答案	(160)



第六章

遗传和变异



第一节 遗传的物质基础

一 DNA 是主要的遗传物质



学习目标要求

目标 1: 理解 DNA 是主要的遗传物质。

目标 2: 理解肺炎双球菌的转化实验的原理和过程。

目标 3: 理解噬菌体侵染细菌实验的原理和过程。



重点难点突破

1. 肺炎双球菌的转化实验

(1) 格里菲思(Griffith)的实验(又叫体内转化实验)

①材料: 小鼠; R 型肺炎球菌: 菌落表面粗糙, 无毒性; S 型肺炎球菌: 菌落表面光滑, 有荚膜, 有毒性。

②原理: S 型肺炎球菌能使人患肺炎和使小鼠患败血症; R 型肺炎球菌对人和动物基本无影响。

③过程

a. R 型活细菌 $\xrightarrow{\text{注射}}$ 小鼠 $\rightarrow$ 不死亡;

b. S 型活细菌 $\xrightarrow{\text{注射}}$ 小鼠 $\rightarrow$ 死亡;

c. 加热杀死的 S 型细菌 $\xrightarrow{\text{注射}}$ 小鼠 $\rightarrow$ 不死亡;

d. 加热杀死的 S 型细菌 + R 型活细菌 $\xrightarrow{\text{注射}}$ 小鼠 $\rightarrow$ 死亡。

④结论: 杀死的 S 型细菌内含有“转化因子”, 这种“转化因子”的结构相当稳定。

(2) 艾弗里(Avery)及同事的实验(又称体外转化实验), 如图 6-1-1 所示:

①过程:

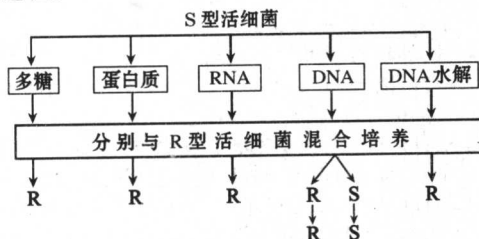


图 6-1-1

②结论: “转化因子”是 DNA, 即 DNA 具有转化作用。

③肺炎双球菌的转化实验的结论: DNA 是遗传物质。

注意: ①格里菲思的体内转化实验说明, S 型死细菌细胞中含有某种转化因子, 这种转化因子的结构相当稳定。

②艾弗里的体外转化实验说明 DNA 具有转化作用, 即能够引起可遗传的变异, 而且 DNA 只有保持分子结构的稳定性才能行使其遗传功能。

例 1 用下列哪种情况下获得的肺炎双球菌去感染无免疫力的小白鼠会使之生病或死亡()

- A. 用含有从 S 型活菌中提取出的蛋白质培养过的 R 型细菌
- B. 用含有从活的 S 型细菌中提取的 DNA 培养过的 R 型的死细菌
- C. 用加热杀死的 S 型细菌与 R 型活细菌的混合培养液中的活细菌
- D. 用 DNA 酶处理过的 S 型细菌与 R 型活细菌的混合培养液中的活细菌

分析: 有完整结构的 S 型细菌的 DNA 方能诱导活的 R 型细菌转化为部分 S 型细菌。

答案: C

方法提炼 解答本题必须了解细菌转化实验的条件与本质。无毒的 R 型肺炎双球菌要转化成有毒的 S 型肺炎双球菌, 必须有转化因子——S 型细菌的 DNA, 且 R 型细菌应是活的。本题易错选 B, 是由于缺乏对细菌转化实验实质的深入认识。注意: C 项中的 S 型细菌虽然被加热杀死, 但 DNA 由于其分子结构具有相对的稳定性, 故加热未使其分子结构遭到破坏。

2. 噬菌体侵染细菌的实验

1951—1952 年, 美国的微生物学家赫尔希(A. D. Hershey)和蔡斯(M. Chase)运用放射性同位素标记技术, 把 T_2 噬菌体的核酸(只有 DNA)标记上 ^{32}P , 而其蛋白质外壳标记上 ^{35}S , 用不同标记的 T_2 噬菌体分别感染大肠杆菌, 结果噬菌体将带有 ^{35}S 标记的蛋白质外壳留在外面, 而只有噬菌体的带有 ^{32}P 的 DNA 全部注入到大肠杆菌内, 并能进行噬菌体的复制式繁殖, 如图 6-1-2 所示:

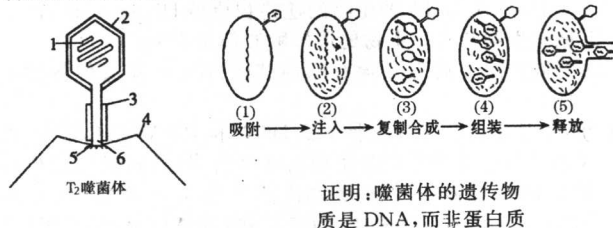


图 6-1-2

其实验过程及结果分析参见下表:

		T_2 噬菌体	大肠杆菌
	核苷酸	标记 ^{32}P	^{31}P
	氨基酸	标记 ^{35}S	^{32}S
噬菌体侵染细菌的实验过程	感染	1 吸附: 噬菌体末端吸附在细胞表面	
		2 注入: 噬菌体 DNA(含 ^{32}P)注入细菌细胞内, 而蛋白质外壳(含 ^{35}S)留在外面	
	增殖	3 合成: 在细菌体内, 噬菌体 DNA 复制和其蛋白质外壳合成	
		4 组装: 在细菌体内, 新复制的 DNA 与蛋白质外壳组装成新噬菌体	
	成熟	5 释放: 细菌体内新噬菌体释放出来	



注意:①进入细菌的只是噬菌体 DNA;②亲代噬菌体 DNA 在细菌体内复制;③子代噬菌体蛋白质外壳在细菌体内合成;④DNA 是连续的,即 DNA 是遗传物质;⑤DNA 能够复制,前后代保持了一定的连续性。

例②用 ^{32}P 标记噬菌体的 DNA, ^{35}S 标记大肠杆菌的蛋白质,然后进行“噬菌体侵染实验”,侵染后产生的子代噬菌体与母噬菌体形态完全相同,而子代噬菌体的 DNA 分子与蛋白质分子应含有的元素是()

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

分析:此题是对噬菌体侵染细菌实验的掌握情况的考查。要作出判断,首先要知道:①P 是 DNA 的组成元素,S 是蛋白质的组成元素;②当噬菌体侵染细菌时,噬菌体的 DNA 注入细菌体内,而蛋白质外壳留在细菌外;③噬菌体 DNA 进入细菌体后,是利用细菌的组成成分为原料合成噬菌体的 DNA 和蛋白质,所以子代噬菌体的 DNA 中既有自身的标记元素 ^{32}P ,又有细菌的标记元素 ^{31}P ,由于噬菌体的蛋白质没有进入细菌,所以子代噬菌体的蛋白质只含有细菌的标记元素 ^{35}S 。

答案:B

评注 扎实的基础知识是解答一切考题的基础。生物科学的习题应注重的是对生命现象及规律的探究思想与方法。

3. 生物的遗传物质

(1)一切生物的遗传物质都是核酸。

(2)细胞内既含有 DNA 又含有 RNA 的生物和体内只含有 DNA 的生物,遗传物质都是 DNA。

(3)由于绝大多数生物的遗传物质是 DNA,所以说 DNA 是主要的遗传物质。

(4)在只含 RNA 的少数病毒中 RNA 才作为遗传物质。

思考:既然一切生物的遗传物质都是核酸,那么如何去理解“DNA 是主要的遗传物质”?

例③关于生物遗传物质的叙述中,错误的是()

- A. 含 DNA 的病毒的遗传物质是 DNA
B. 含 DNA 和 RNA 的生物的遗传物质是 DNA 和 RNA
C. 原核生物与真核生物的遗传物质都是 DNA
D. 脊髓灰质炎病毒只含有一种核酸:RNA,其遗传物质是 RNA

分析:原核生物和真核生物中是 DNA 和 RNA 共存,DNA 起遗传作用。对于非细胞结构的生物而言:类病毒的遗传物质是 RNA。同一种病毒体内不可能同时存在 DNA 和 RNA,只含 DNA 的病毒(如噬菌体)的遗传物质是 DNA,只含 RNA 的病毒的(如烟草花叶病毒、艾滋病病毒、流感病毒、肝炎病毒等)遗传物质是 RNA。也就是说,病毒的遗传物质是 DNA 或 RNA。

答案:B

方法提炼 对生物体内遗传物质种类应准确的表述。

4. DNA 的粗提取与鉴定

(1)实验原理

①DNA 在 NaCl 溶液中的溶解度是随着 NaCl 溶液浓度的变化而改变的。当 NaCl 的物质的量浓度为 0.14 mol/L 时,DNA 的溶解度最低。

②DNA 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。

③DNA 遇二苯胺会染成蓝色。

(2)实验目的

初步掌握 DNA 的粗提取和鉴定方法,观察提取出来的

DNA 物质。

(3)实验步骤(见下表)

实验步骤	操作方法	实验原理
1. 制备鸡血细胞液	取质量浓度为 0.1 g/mL 的柠檬酸钠溶液 100 mL,与新鲜的鸡血混合并搅拌,然后静置一天	防止血液凝固,使血细胞与血浆分离
2. 提取细胞核物质	取 20 mL 蒸馏水与约 7 mL 的鸡血细胞液混合并充分搅拌,然后用单层纱布过滤,取滤液于烧杯中	使细胞过度吸水而破裂
3. 溶解 DNA	取物质的量的浓度为 2 mol/L 的氯化钠溶液 40 mL 与上述滤液混合后,轻轻摇动烧杯	DNA 在高浓度氯化钠溶液中溶解度最大
4. 析出 DNA 并滤取	沿烧杯内壁慢慢加入蒸馏水并轻轻搅拌,至白色丝状黏稠物不再增加时停止加水,然后用多层纱布过滤,取纱布上的黏稠物	DNA 的溶解度随氯化钠溶液浓度的降低而降低
5. DNA 的再溶解	用镊子夹取纱布上的黏稠物放入 20 mL 物质的量的浓度为 2 mol/L 氯化钠溶液中,搅拌至完全溶解,然后用两层纱布过滤,取其滤液放入小烧杯中	同 3
6. 提取较纯净的 DNA	取体积分数为 95% 的、冷却的酒精(约为滤液的 1.5~2 倍)与滤液混合搅拌,待出现丝状物时用玻璃棒将其卷起	DNA 不溶于酒精,出现沉淀
7. 鉴定 DNA	取少许丝状物置于载玻片上,滴 1 滴甲基绿溶液,片刻后用水冲洗,丝状物被染成蓝绿色	甲基绿可作为鉴定 DNA 的试剂

注意:实验成功的关键及注意事项:

①血细胞加水以后,必须充分搅拌,不应少于 5 min。否则,血细胞核不会充分破碎,释放出的 DNA 就会减少,过滤时采用单层纱布。

②当 NaCl 溶液加入到血细胞滤液中后,必须充分晃动烧杯,使二者混合均匀,这样可以加速核蛋白解离,游离出 DNA,并使 DNA 充分溶解于 NaCl 溶液中。

③析出 DNA 的步骤中必须充分加水,才能稀释 NaCl 溶液,使 DNA 溶解度变小,蛋白质溶解度增大,二者分离。同时应用玻璃棒不停地缓缓搅动,使 DNA 聚集(玻璃棒有吸附 DNA 的作用)。如果在此步骤中,再增加离心或过滤,则可得较黏稠的丝状物(含 DNA)。

④在析出的 DNA 再溶解步骤中,加入浓 NaCl 溶液之后,必须充分搅拌,使 DNA 充分溶解。

⑤用冷酒精浓缩和沉淀 DNA 时,所用的 95% 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 NaCl 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。

例④如图 6-1-3 所示是关于“DNA 的粗提取和鉴定”实验:

(1)有关 DNA 的粗提取和鉴定的实验原理的叙述正确的是()

- A. DNA 在 NaCl 溶液中的溶解度随 NaCl 溶液浓度的增大

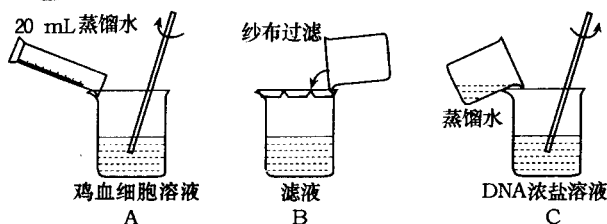


图 6-1-3

而增大

B. DNA 属于有机物,故 DNA 易溶于有机溶剂酒精,故可用酒精进一步提纯 DNA

C. 蛋白质在浓的 NaCl 溶液中溶解度较大,而 DNA 的却较小,故可通过改变盐溶液的浓度使二者分离

D. 用二苯胺法鉴定 DNA 时溶液呈紫色或紫红色,且溶液颜色的深浅与溶液中 DNA 的含量有关

(2)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有较高含量的_____。

(3)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 溶液的的目的是_____;图 C 中所示实验步骤中加蒸馏水的目的是_____。

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

分析:(1)DNA 在 NaCl 溶液中的溶解度是随 NaCl 的浓度增大而增大的,但蛋白质的溶解度却相反,正因如此,本实验就是利用改变 NaCl 溶液浓度的方法来提取 DNA 和分离蛋白质的。DNA 不溶于酒精,故可用冷的 95% 的酒精来沉淀和浓缩 DNA。DNA 与二苯胺反应的特殊颜色为蓝色而非紫色,不要将蛋白质与双缩脲试剂反应的颜色搞混;(2)鸡全血含有占 55% 左右的血浆,而 DNA 只存在于鸡血细胞中;(3)图 A 所示加水是为使鸡血细胞破裂,这可结合渗透作用的原理理解,而图 C 中加水是为稀释 NaCl 的浓度从而降低 DNA 的溶解度便于析出;(4)鉴定 DNA 可用二苯胺法,显现出的特征颜色为蓝色。

答案:(1)A (2)DNA (3)使血细胞破裂 使滤液中的 DNA 溶入盐溶液 使 DNA 析出 (4)二苯胺

拓展提升 本题主要考查对“DNA 粗提取和鉴定”实验原理的理解与掌握。生物学是一门实验科学,请同学们务必重视实验内容,不断提高自己实验探究的能力,为将来从事科学研究打下基础。



思维能力拓展

1. 证明 RNA 也是某些生物的遗传物质的实验

例 5 (“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 6-1-4 所示):

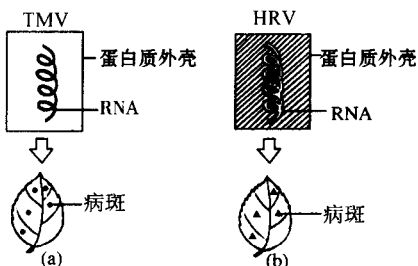


图 6-1-4

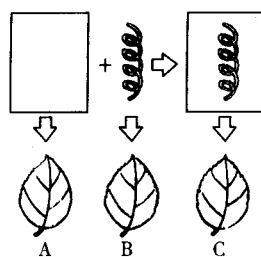


图 6-1-5

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 6-1-5)

(1)图 a、图 b 表现症状不同其根本原因是_____。

(2)画出叶片 A、叶片 B、叶片 C 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_____。

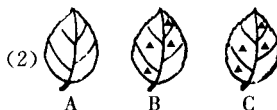
(4)画出叶片 C 中繁殖产生的子代病毒的图示。

(5)以上实验证明_____。

(6)该实验的设计思路是_____。

分析:此实验用于证明 TMV 和 HRV 的遗传物质是 RNA。在实验设计思路上仍然遵循教材中“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



(3)病毒的 RNA



(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

方法技巧 此题的创新之处是用 TMV 的蛋白质和 HRV 的 RNA 形成杂种病毒,是有关 RNA 在病毒繁殖和遗传中的作用两个经典实验的结合。此题解答关键是弄清楚杂交病毒的 RNA 是谁的以及对应现象的比较。

跟踪练习 1 在噬菌体、烟草、烟草花叶病毒中,构成核酸的碱基种类依次有();构成核酸的基本单位种类依次有()

- A. 4, 4, 4 B. 4, 8, 4
C. 4, 5, 4 D. 8, 8, 4

2. 染色体在传种接代过程中的稳定性和连续性

例 6 阅读下列材料,分析并回答下列问题:

材料一 通过对生物在传种接代中的细胞学分析,染色体的数目在生物的生殖与发育过程中的变化如图 6-1-6 (N 为生殖细胞中染色体的个数)。

材料二 通过对染色体化学成分的分析发现,染色体主要由 DNA 和蛋白质组成,其中 DNA 的含量稳定而蛋白质的含量不稳定。

材料三 病毒只有核酸(核心)和蛋白质(外壳)两种物质组成,用病毒侵染相应的生物细胞时发现,病毒的蛋白质



外壳都没有进入相应的被侵染的细胞,只有核酸被注入到受侵染的细胞内,被侵染的细胞最后裂解能释放出很多新的病毒。

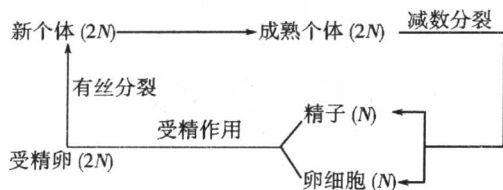


图 6-1-6

(1)从遗传学的角度分析“材料一”,可以看出染色体在生物的传种接代中保持着_____和_____。

(2)从遗传物质应该具备的特点看,通过“材料二”,认为_____应该是遗传物质。

(3)通过分析“材料三”,你认为在病毒中起遗传作用的物质应该是_____。

分析:此题是一道阅读理解题,体现新课标的能够搜集生物学的信息,学会鉴别、选择、运用和分享信息。解题关键是仔细阅读,找到关键信息“染色体”“DNA”和“核酸”等。

答案:(1)连续性 稳定性 (2)DNA (3)核酸

方法提炼 分析材料一,在生物的传种接代过程中,生物的体细胞染色体为 $2N$,经减数分裂形成精子和卵细胞,染色体减半为 N 。然后通过受精作用,染色体又恢复到 $2N$ 水平的受精卵,经有丝分裂、细胞分化,组织器官的形成成为一个新个体,染色体为 $2N$ 。由此可见染色体在上下代之间保持了稳定性和连续性。由材料二知染色体中 DNA 含量稳定,是遗传物质。材料三说明病毒繁殖过程中核酸具有连续性,病毒是通过核酸来传递它的信息,表达病毒的性状,所以核酸是遗传物质。

跟踪练习 2 下列有关染色体的叙述,不正确的是()

- A. 染色体主要是由 DNA 和蛋白质组成
- B. 染色体是遗传物质的主要载体
- C. 细胞内的 DNA 都存在于染色体上
- D. DNA 在染色体上含量稳定



综合探究创新

科学研究离不开科学技术的发展和支持,科学技术必须以科学为基础

例 7 科学家做“噬菌体侵染细菌的实验”,分别用同位素 ^{32}P 、 ^{35}S 做了如下表的标记。

	噬菌体(T_2)的成分	细菌(大肠杆菌)的成分
核苷酸	标记 ^{32}P	^{31}P
氨基酸	^{32}S	标记 ^{35}S

此实验所得结果是:子代噬菌体与母噬菌体的外形和侵染细菌的特点均相同。请分析回答:

(1)子代噬菌体的 DNA 分子中含有的上述元素是_____,原因是_____。

(2)子代噬菌体的蛋白质中含有的上述元素是_____,原因是_____。

(3)此实验结果证明了_____。

分析: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 ^{32}P 和 ^{31}P 。子代噬菌体的蛋白质又是在亲代 DNA 指导下,以细菌体内的氨基酸为原料合成的,故子代的蛋白质只含有 ^{35}S 。

答案:(1) ^{31}P 和标记 ^{32}P 噬菌体的 DNA(^{32}P)进入细菌后,利用细菌中未标记的含 ^{31}P 的核苷酸为原料合成自身 DNA
(2)标记 ^{35}S 因为噬菌体蛋白质外壳(^{35}S)未进入细菌体内,而是以细菌内的含标记 ^{35}S 的氨基酸合成蛋白质的
(3)DNA 是遗传物质

拓展延伸 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人们跟踪 DNA 的行为提供了有力武器。

跟踪练习 3 现将哺乳动物的细胞放在含 ^{31}P 磷酸的培养基中培养,连续培养数代后得到 G_0 代细胞。然后将 G_0 代细胞移至含有 ^{32}P 磷酸的培养基中培养,经过 1、2 次细胞分裂后,分别得 G_1 、 G_2 代细胞。再从 G_0 、 G_1 、 G_2 代细胞中提取 DNA,经密度梯度离心后得到的结果如图 6-1-7 所示: G_0 、 G_1 、 G_2 三代 DNA 离心后的试管依次是()

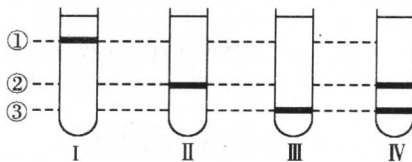


图 6-1-7

- A. I、II、III
- B. II、III、IV
- C. I、II、IV
- D. II、I、IV



误区障碍跨越

障碍点 1 作为遗传物质必须具备的四个特点

(1)分子结构具有相对的稳定性。第一,是指遗传物质在化学组成和结构方面是相对稳定的,不像糖类、脂类和蛋白质等物质那样经常处于变化的状态;第二, DNA 分子是由成百上千个脱氧核苷酸组成的规则的双螺旋结构,碱基配对是严格的,碱基的配对方式是稳定不变的。

(2)能够进行自我复制,使前后代保持一定的连续性。是指遗传物质可以将自身复制出一份传递给子代,使亲子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,这是遗传物质特点在生物个体发育中的表现。遗传物质将遗传信息传递到子代,只有在子代个体发育中控制合成特定结构的蛋白质,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,引起遗传信息的改变;相应性状随之改变,变化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。

障碍点 2 细菌与病毒

(1)细菌是原核生物,由原核细胞构成。

(2)病毒是没有细胞结构的生物,外围是蛋白质,中心是遗传物质。

(3)病毒不能独立生活,只能寄生在其他活体细胞内。

(4)植物病毒 如烟草花叶病毒,主要含 RNA。

动物病毒 如鸡瘟病毒,有的含 DNA,有的含 RNA。

细菌病毒 如噬菌体,含 DNA。

障碍点 3 朊病毒

朊病毒是由 1977 年诺贝尔医学奖获得者——美国生物化学家坦利·普鲁辛纳发现的,其本质是具有感染性的蛋白质。能引起羊“瘙痒症”和疯牛病(症状:丧失协调性,站立不稳,烦躁不安,奇痒难熬,直到瘫痪死亡),人的朊病毒病已发



现四种。

朊病毒的遗传物质是蛋白质。朊病毒蛋白质有两种构象：细胞型(PrP^C)和瘙痒型(致病型 PrP^{Sc}，可胁迫 PrP^C 转化为 PrP^{Sc}，实现自我复制，并产生病理效应，使生物个体致病)。

疯牛病的传播途径是饲喂带有朊病毒的肉骨粉等蛋白质饲料。

朊病毒的发现意义在于：①对遗传学理论有一定的补充作用，蛋白质可以复制蛋白质；②对探索生命起源与生命现象的本质有重要意义；③为新药物的开发研究奠定了基础。

障碍点4 对噬菌体侵染细菌实验的几个问题的理解

(1)噬菌体为细菌病毒，细菌是原核生物，所以两者在结构上最大区别是有无细胞结构。两种生物体内均没有染色体，只有 DNA，在两种生物的结构模式图中，表示遗传物质位置的黑线不能误看为染色体。

(2)如何说明侵染细菌时，进入细菌内的是噬菌体 DNA，而非外壳。用放射性元素³⁵S 和³²P 分别标记噬菌体外壳蛋白和内部的 DNA，在细菌体内只能检测到³²P，检测不到³⁵S，由此证明侵染时，注入细菌的是 DNA，蛋白质成分的外壳未进入细菌体内，说明蛋白质分子不具备连续性。

(3)细菌细胞内噬菌体 DNA 复制及噬菌体蛋白质合成所需要的原料、酶、能量、场所等条件均由细菌提供，这时细菌细胞的一切变化是为噬菌体服务，这时的代谢活动是由噬菌体的 DNA 控制。

(4)噬菌体侵染细菌实验还说明了噬菌体特有的增殖方式，这种方式不同于无性生殖和有性生殖，称为复制式繁殖。

(5)该实验能证明遗传物质的 4 个理论特点中的 2 个：能够自我复制，使前后代保持一定的连续性；能够指导蛋白质的合成，从而控制新陈代谢过程和性状。正因如此，该实验方能证明 DNA 是遗传物质。但不能证明 DNA 是主要遗传物质。



方法规律总结

从知识结构看，本节内容是在初中知识和高中生物第二章中细胞部分的基础上，通过三大经典实验，阐述 DNA 是主要的遗传物质，通过回忆有丝分裂、减数分裂、受精作用中染色体的数量变化及其成分，推导出染色体是遗传物质的主要载体；从能力要求看，重点考查学生对验证 DNA 是遗传物质三个经典实验原理的理解能力，实验设计的科学性的掌握程度以及对实验现象合理解释的表达能力，得出结论的逻辑推理能力；从试题知识载体看，高考试题主要集中在三大经典实验的原理和方法上。



跟踪练习答案

1. C B 2. C 3. C



优化题型展示

一、选择题

- (基础题)(2005 年广东高考)SARS 病原体是一种冠状病毒，其遗传物质是一条单链 RNA。下列关于 SARS 病毒的叙述中，正确的是()
A. 能在寄主细胞内合成多种蛋白质 B. DNA 和 RNA 同时存在
C. 可独立生活和复制 D. 含有简单的细胞器
- (能力题)用噬菌体去感染体内含³²P 的细菌，在细菌解体后，含³²P 的应是()
A. 子代噬菌体 B. 子代噬菌体蛋白质外壳
C. 子代噬菌体所有部分 D. 子代噬菌体不含³²P
- (提高题)(多选)噬菌体侵染细菌的实验不能证明的是()
A. DNA 是遗传物质 B. 蛋白质不是遗传物质
C. DNA 能自我复制，并能控制蛋白质的合成 D. DNA 是主要的遗传物质
- (能力题)某生物核酸的碱基组成为：嘧啶含量为 61%，嘌呤含量为 39%，该生物肯定不会是()
A. 噬菌体 B. 人 C. 青霉菌 D. 蓝藻
- (基础题)能证明 DNA 是遗传物质的实验或事实是()
A. 烟草花叶病毒的重建实验 B. 普鲁辛纳证明疯牛病病原体的化学本质
C. 肺炎双球菌的转化实验 D. DNA 的粗提取与鉴定实验
- (探究题)以下说法和做法正确的是()
A. 在 DNA 的粗提取的实验中，盛放鸡血细胞液的容器最好是用塑料容器代替玻璃容器
B. 实验中使用冷酒精，主要是考虑到酒精容易挥发
C. 实验中得到的丝状物的粗细即为一个 DNA 分子的直径大小
D. 实验中也可用斐林试剂鉴定 DNA 的存在
- (基础题)T₂ 噬菌体的寄主生物的特点是()
①有染色体 ②无细胞核 ③无核膜 ④有细胞壁 ⑤有荚膜 ⑥无荚膜 ⑦有核糖体 ⑧有 RNA
A. ①②⑤⑦ B. ②④⑥⑦ C. ③④⑦⑧ D. ③④⑤⑧
- (创新题)T₂ 噬菌体侵染细菌的过程中，起决定性作用的步骤是()
A. 噬菌体 DNA 注入活细菌内
B. 利用细菌结构和原料，合成噬菌体 DNA 和外壳蛋白质
C. 利用病毒的结构和原料，合成噬菌体外壳蛋白质
D. 子代噬菌体的组装、成熟、释放

考查目标

←考查病毒与细胞生物的区别。

←考查分析理解能力。

←考查对经典实验的理解。

←考查对 DNA 和 RNA 组成的理解。

←考查对经典实验的了解。

←考查对实验的探究能力。

←考查原核细胞的特点。

←考查 T₂ 噬菌体侵染细菌的过程。



9. (探究题)如图 6-1-8 示,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、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()

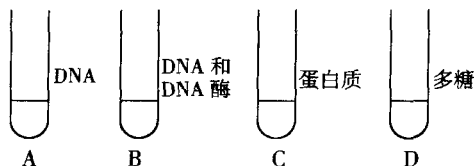


图 6-1-8

← 考查对经典实验的理解。

二、非选择题

10. (基础题)请根据噬菌体侵染细菌的实验过程,回答下列问题:

- (1)该实验采用同位素标记方法可断定进入细菌体内的是_____而不是_____。具体是用 ^{32}P 标记_____,用 ^{35}S 标记_____。
- (2)由细菌提供的复制噬菌体自身 DNA 必须具备的条件是_____。
- (3)合成噬菌体的蛋白质是在_____中的_____上进行的。

← 考查噬菌体侵染细菌的实验。

11. (探究题)关于 DNA 粗提取的实验材料的选择,也经过了多次实验效果的比较,最终选择鸡血做实验材料的原因是什么? 请据图 6-1-9 回答问题:

← 考查科学探究的能力。

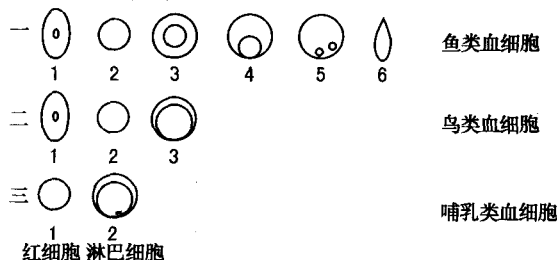


图 6-1-9

- (1)鸡血细胞中红细胞含_____,家鸡属于鸟类,新陈代谢旺盛,因而血液中_____细胞数目较多,可以提供丰富的_____。
- (2)实验前由老师制备血细胞液供同学们做实验材料,而不用鸡全血,主要原因是_____。
- (3)生活在牧区的人们,采集牛、羊和马血比较方便,若他们按实验要求完成实验步骤后,结果是_____,这是因为这些动物和人类一样,_____,但若改用动物肝脏做实验材料,实验能顺利进行,这是因为_____。
- (4)若选用动物肝脏做实验材料,在提取之前,最好增加_____程序,使组织细胞更易分离、破碎。
12. (探究题)某科研小组对禽流感病毒的遗传物质进行了如下实验:

← 考查设计和完成实验的能力。

实验原理:略

实验目的:探究禽流感病毒的遗传物质是 DNA 还是 RNA。

材料用具:显微注射器、禽流感病毒的核酸提取物、活鸡胚、DNA 酶、RNA 酶等。

实验步骤:

第一步:取等量活鸡胚两组,用显微注射技术,分别向两组活鸡胚细胞中注射有关物质。

第二步:在适宜条件下培养。

第三步:分别从培养后的鸡胚中抽取样品,检测是否产生禽流感病毒。

请将与实验相关的内容填入下表:

	注射的物质	实验现象预测 (有无禽流感病毒产生)	相关判断 (禽流感病毒的遗传物质)
第一组		如果_____	则_____是遗传物质
		如果_____	则_____是遗传物质
第二组		如果_____	则_____是遗传物质
		如果_____	则_____是遗传物质



二 DNA 分子的结构和复制



学习目标要求

目标 1: 理解 DNA 分子的结构特点。

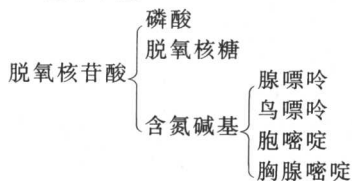
目标 2: 理解 DNA 分子复制的过程和意义。



重点难点突破

1. DNA 分子的化学组成

(1) 基本单位



(2) 组成: DNA 是一种高分子化合物, 每个分子都是由成百上千个 4 种脱氧核苷酸聚合而成的长链, 简称脱氧核苷酸链。

点拨: DNA 分子的基本结构单位是脱氧核苷酸, 4 种脱氧核苷酸的根本区别在于含氮碱基的不同, 它们聚合成多核苷酸链。

例 1 有关鲫鱼的遗传物质完全水解的结果下列说法正确的是 ()

- A. 得到 4 种脱氧核苷酸
- B. 得到 4 种碱基
- C. 得到 5 种核苷酸
- D. 得到 5 种碱基, 2 种五碳糖和许多磷酸分子

分析: 解答本题先要清楚鲫鱼的遗传物质是什么? 并须明确 DNA 完全水解后的产物。

答案: B

评注: 本题易错选 A。虽然组成 DNA 的结构单位为四种脱氧核苷酸, 但 DNA 完全水解得到的是组成脱氧核苷酸的几个部分, 即磷酸、脱氧核糖、4 种碱基。注意: 蛋白质完全水解后的产物为其组成单位——氨基酸。此处不要因此而类比。

2. DNA 分子的结构和特性

(1) 主要特点

- ① 由两条脱氧核苷酸链反向平行盘旋而成双螺旋结构。
- ② 外侧: 由磷酸和脱氧核糖交替连接构成基本骨架。
- ③ 内侧: 两条链上的碱基通过氢键形成碱基对。碱基对的形式遵循碱基互补配对原则, 即 A 一定与 T 配对 (氢键有 2 个), G 一定与 C 配对 (氢键有 3 个)。

(2) 特性

- ① 多样性: 是由于碱基对的排列顺序多种多样。
- ② 特异性: 是由于特定的碱基对的排列顺序。
- ③ 遗传信息: DNA 分子中碱基对排列顺序代表遗传信息。DNA 分子能够储存大量遗传信息。

点拨: DNA 分子结构对初学者来说往往感到抽象, 这主要是由于缺乏感性认识, 为此新教材特地增加了“制作 DNA 双螺旋结构模型”的实验内容, 让抽象的描述性内容以实物模型体现, 想必能强化印象。通过制作 DNA 的结构模型你会发现 DNA 分子结构在构建层次上有一定的规律性, 即由脱氧核苷酸 (点) 连接成两条核苷酸链 (线), 中间有横档——由氢键连接的碱基对, 将两条核苷酸链连成梯形 (面), 两条核苷酸链互相缠绕形成规则的双螺旋结构 (体)。所以在学上注意将抽象内容形象化。

例 2 包含 $(n-1)$ 个核苷酸对的 DNA 分子片段, 理论上可以编码出不同的遗传信息种类最多是 ()

- A. $(n-1)^4$
- B. $4^{(n-1)}$
- C. $2(n-1)^4$
- D. $2^{4(n-1)}$

分析: DNA 分子中核苷酸的排列顺序即为遗传信息, 故其遗传信息的种类可以 DNA 分子一条链上碱基的排列顺序的种类数来反映。由于一条链的每个位点上的碱基均有 4 种变化, 故一条链上 $(n-1)$ 个碱基共有的排列种类数为 $4^{(n-1)}$ 。

答案: B

方法提炼 本题涉及对遗传信息含义的理解, 但是具体解答还需运用一定的数学知识。通过解答本题, 有助于理解 DNA 结构具有多样性的特点。

3. DNA 分子的复制

复制概念	以亲代 DNA 为模板合成相同的子代 DNA 的过程	
复制时间	有丝分裂间期, 减数分裂第一次分裂间期	
复制场所	细胞核 (主要)、线粒体、叶绿体	
复制条件	模板 (DNA 两条链), 能量 (ATP), 原料 (4 种脱氧核苷酸), 酶 (解旋酶、DNA 合成酶)	
复制原因	规则的双螺旋结构、碱基互补配对能力	
复制过程	解旋: 在 ATP 和解旋酶的作用下, A—T、G—C 之间氢键断裂。复制: 以 DNA 二条母链为模板, 按碱基互补配对形成两条子链, 然后母链与子链 (对应) 盘绕成双螺旋结构	
复制特点	边解旋边复制, 半保留复制: 新 DNA = 母链 + 子链	
复制的意义	新的 DNA 随细胞分裂传递到子细胞或生殖细胞中去, 通过控制蛋白质合成表现一定性状, 从而保证物种的相对稳定和连续	

注意: 计算复制多代后含有亲代 DNA 链数和分子数, 所需某种原料的量是本节内容常见题型, 解答这类习题往往要重视与数学、物理、化学相关知识的运用, 如运用数学方面的数列知识, 运用物理方面的离心运动以及化学上的放射性元素示踪知识等。

例 3 某 DNA 分子共有 Q 个碱基, 其中胸腺嘧啶 m 个, 则其复制 n 次, 需要游离的胞嘧啶脱氧核苷酸数为 ()

- A. $\frac{Q-2m}{2} \times 2^{n-1}$
- B. $\frac{Q-2m}{2} \times (2^n - 1)$
- C. $\frac{Q-2m}{2} \times n$
- D. $2m \cdot 2^n$

分析: 该 DNA 分子有 Q 个碱基, 且胸腺嘧啶有 m 个, 则胞嘧啶的个数为 $\frac{Q-2m}{2}$, 复制 n 次后, DNA 分子总数为 2^n 个,



故净增 $(2^n - 1)$ 个 DNA 分子, 所以共需游离的胞嘧啶脱氧核苷酸数为 $(2^n - 1) \cdot \frac{Q-2m}{2}$ 个。

答案: B

解本题的思路是先求出单个 DNA 分子中某种碱基的个数, 再计算出净增的 DNA 分子数, 最后求所需某种碱基的个数。这种计算思路的依据仍然是 DNA 半保留复制的方式, 因为原 DNA 分子的两条链不会消失, 会分别进入到新的 DNA 分子中去, 但这两条链是不需要原料构建的。

4. 碱基互补配对原则及碱基比例的计算

(1) 碱基互补配对原则:

内容: $A=T, C \equiv G, A \equiv U$

意义: 该原则保证了生物体内遗传信息的准确传递和表达, 具体体现在“中心法则”的每一个环节中, 是“中心法则”的基础。

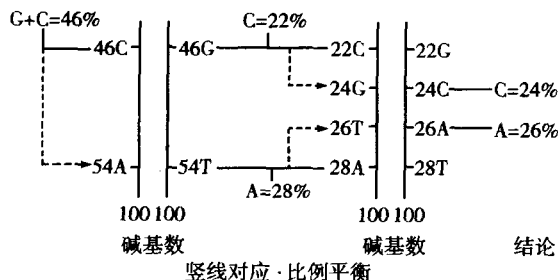
(2) 碱基比例计算:

理论依据: 碱基互补配对原则。具体简便有效的方法是“竖线对应, 比例平衡”的分析方法。

例 4 在一个双链 DNA 分子中, G 和 C 之和占全部碱基数的 46%, 又知在该 DNA 分子的一条链中, A 和 C 分别占碱基数的 28% 和 22%, 则该 DNA 分子的另一条链中, A 和 C 分别占碱基数的 ()

- A. 28%、22% B. 22%、28%
C. 28%、27% D. 26%、24%

分析: 为了分析方便和灵活性, 首先按照碱基比例假定 DNA 片段的碱基总数为 100 或 200 等整百数。然后进行如下所示, 从左到右进行分析。最后, 求值时务必根据题意审清“分子”与“分母”各是什么。



答案: D

本例解答过程中存在一个等量变化的推理过程, 并由此得出某种经验, 这种经验是推理过程产生的, 故印象深刻。这有助于解题能力的提高。



思维能力拓展

1. 正确理解 DNA 分子结构的稳定性、多样性和特异性

例 5 (2003 年江苏高考) 决定 DNA 遗传特异性的是 ()

- A. 脱氧核苷酸链上磷酸和脱氧核糖的排列顺序
B. 嘌呤总数与嘧啶总数的比值
C. 碱基互补配对的原则
D. 碱基排列顺序

分析: 由 DNA 的双螺旋模型知道, 组成 DNA 的碱基虽然只有 4 种, 但碱基对的排列顺序却千变万化, 因此碱基对的排列顺序就代表了遗传信息。碱基对排列顺序的千变万化构成了 DNA 分子的多样性, 而碱基对的特定的排列顺序又决定了每一个 DNA 分子的特异性。

答案: D

独特的双螺旋结构, 使 DNA 分子具有相对的稳定性 (决定物种的稳定性); 组成 DNA 分子的碱基有 4 种, 每个碱基对可能的排列有 4 种: $A-T, T-A, G-C, C-G$; 两个碱基对可能的排列方式有

$4^2 = 16$ 种, n 个碱基对可能有的排列方式有 4^n 种。碱基对的排列顺序就代表了遗传信息。碱基对的排列次序千变万化, 构成了 DNA 分子的多样性 (生物多样性的原因); 碱基对的特定排序又构成了 DNA 分子的特殊性 (区分物种的一个标准)。

跟踪练习

1 (2004 年全国春季高考) 现有一待测核酸样品, 经检测后, 对碱基个数统计和计算得到下列结果: $(A+T):(G+C) = (A+G):(T+C) = 1$ 。根据此结果, 该样品 ()

- A. 无法被确定是脱氧核糖核酸还是核糖核酸
B. 可被确定为双链 DNA
C. 无法被确定是单链 DNA 还是双链 DNA
D. 可被确定为单链 DNA

2. DNA 分子复制前后某种碱基数的计算

例 6 (2003 年上海高考) 某 DNA 分子共有 a 个碱基, 其中含胞嘧啶 m 个, 则该 DNA 分子复制 3 次, 需要游离的胸腺嘧啶脱氧核苷酸数为 ()

- A. $7(a-m)$ B. $8(a-m)$
C. $7(\frac{1}{2}a-m)$ D. $8(2a-m)$

分析: 该题主要考查了 DNA 分子复制的特点及其有关的计算问题, 解题过程如下:

方法一: 根据碱基互补配对原则, $G=C, A=T$, DNA 分子复制了 3 次, 则会出现 2^3 个 DNA 分子, 一个 DNA 分子中 T 的数量是 $\frac{a-2m}{2}$, 复制 3 次后, 共有 $T = \frac{a-2m}{2} \times 2^3$, 则需要游离的 $T = \frac{a-2m}{2} \times 2^3 - \frac{a-2m}{2} = 7(\frac{1}{2}a-m)$ 。

方法二: DNA 分子复制后, 产生的 DNA 分子与亲代 DNA 分子是完全相同的, 即碱基的种类、数量及排列顺序都是相同的, 利用公式 $x = A \times (2^n - 1)$, 其中 x 为 DNA 分子复制过程中需要某种游离的脱氧核苷酸的数量, A 为亲代 DNA 分子中该种脱氧核苷酸的数目, n 为 DNA 分子复制的次数。则由题知亲代 DNA 分子中, $T = \frac{a-2m}{2} \times (2^3 - 1)$ 。

答案: C

解此类题要以遵守“碱基互补配对原则”为出发点。另外, 熟悉并掌握 $a \cdot (2^n - 1)$ (a 为某种碱基在 DNA 片段中的含量, n 为复制次数) 规律的应用是解答这类题目的有效方法。

跟踪练习

2 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, 需游离的胞嘧啶脱氧核苷酸数目为 ()

- A. 60 个 B. 80 个
C. 120 个 D. 180 个



综合探究创新

同位素示踪法和离心技术证明 DNA 的半保留复制

例 7 (2003 年江苏高考) 胸腺嘧啶脱氧核糖核苷 (简称胸苷) 在细胞内可以转化为胸腺嘧啶脱氧核糖核苷酸, 后者是合成 DNA 的原料, 用含有 3H -胸苷的营养液, 处理活的小肠黏膜层, 半小时后洗去游离的 3H -胸苷。连续 48 小时检测小肠绒毛的被标记部位, 结果如图 6-1-10 (黑点表示放射性部位)。请回答:

(1) 处理后开始的几小时, 发现只有 a 处能够检测到放射性, 这说明什么?

(2) 处理后 24 小时左右, 在 b 处可以检测到放射性, 48 小时左右, 在 c 处检测到放射性, 为什么?

(3) 如果继续跟踪检测, 小肠黏膜层上的放射性将发生怎样的变化?

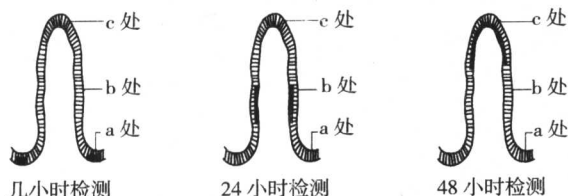


图 6-1-10

(4) 上述实验假如选用含有 ^3H -尿嘧啶核糖核苷的营养液, 请推测几小时内小肠黏膜层上放射性出现的情况将会怎样? 为什么?

分析: 用含有 ^3H -胸苷的营养液处理活的小肠黏膜层, 半小时后洗去游离的 ^3H -胸苷, 由于小肠黏膜层细胞具有吸收功能, 此时每个细胞都能够检测到放射性; 此后黏膜层细胞再将吸收的 ^3H -胸苷转运到毛细血管; 但实验发现只有在 a 处能够检测到放射性, 说明 a 处的一些黏膜层细胞并没有将 ^3H -胸苷转运到毛细血管, 根据题意, 胸苷在细胞内可转化为胸腺嘧啶脱氧核糖核苷酸, 而 DNA 只有在复制过程中才需要该物质。此现象说明该处细胞能进行分裂, 此时 ^3H 存在于 DNA 上。随着时间的延长, a 处持续的细胞分裂, 原先分裂产生的含有 ^3H 的黏膜层细胞被推向 b 处, 甚至 c 处, 以弥补衰老、死亡的细胞; 如果继续跟踪检测, 小肠黏膜层上的放射性将会随着细胞的衰老、死亡而脱落和消失, 取而代之的将是由 a 处细胞继续分裂的、并被推向 b 处、c 处的无放射性黏膜层细胞。若该实验选用含有 ^3H -尿嘧啶核糖核苷的营养液, 依题意推之, 该物质在细胞内可转化为尿嘧啶核糖核苷酸, 它是 DNA 转录为 mRNA 的基本单位之一。由于活细胞代谢需要各种酶及其他蛋白质, 故每个黏膜层细胞时刻都要进行转录和翻译。因此, 可以推测在几小时内, 放射性在小肠黏膜层的每个细胞上都可以检测到。

答案: 见分析。

评注: 这是一道理论性和推理性都非常强的实验分析题。解答此题, 考生应聚焦三个知识点: 一是小肠黏膜层的结构和功能; 二是细胞分裂、分化和衰老的细胞生理。肠黏膜层是由单层细胞构成的, 题干图形中也隐含了这个条件, 图中黏膜层单层细胞构成的隆起部分称为小肠绒毛, 每个小肠绒毛内含有一毛细血管网; 此种结构特点与小肠黏膜层的吸收功能相适应。生物体内绝大多数的细胞, 都要经过细胞分裂、分化、衰老和死亡这几个阶段。细胞分裂的前提是 DNA 复制, 或者说细胞分裂是 DNA 复制的结果; 细胞分化则是基因选择性表达的结果。细胞分裂、分化弥补了衰老、死亡的细胞, 使机体的生理活动维持正常; 三是要清楚胸腺嘧啶脱氧核糖核苷酸是 DNA 特有, 而尿嘧啶核糖核苷酸是 RNA 所特有。在此知识理论的基础上, 考生应灵活运用上述知识点, 以生命的动态形式分析题干中的图形, 推知题干中所陈述问题的结论。

跟踪练习 9 如图 6-1-11 所示, 含有 ^{32}P 或 ^{31}P 的磷酸, 两者化学性质几乎相同, 都可以参与 DNA 分子的组成, 但 ^{32}P 比 ^{31}P 质量大。现将某哺乳动物的细胞放在含有 ^{31}P 磷酸的培养基中, 连续培养数代后得到 G_0 代细胞。然后将 G_0 代细胞移至含有 ^{32}P 磷酸的培养基中培养, 经过第 1、2 次细胞分裂后, 分别得到 G_1 、 G_2 代细胞。再从 G_0 、 G_1 、 G_2 代细胞中提取 DNA, 经密度梯度离心后得到结果如图 6-1-11 所示, 由于 DNA 分子质量不同, 因此在离心管内的分布不同。若①②③分别表示轻、中、重三种 DNA 分子的位置, 请回答:

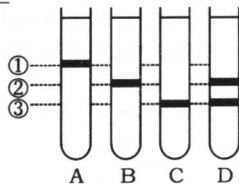


图 6-1-11

(1) G_0 、 G_1 、 G_2 三代 DNA 离心后的试管分别是图中的: G_0 _____, G_1 _____, G_2 _____。

(2) G_2 代在①②③三条带中 DNA 数的比例是 _____。

(3) 图中①②两条带中 DNA 分子所含的同位素磷分别是: 条带① _____, 条带② _____。

(4) 上述实验结果证明 DNA 的复制方式是 _____。DNA 的自我复制能使生物的 _____ 保持相对稳定。



误区障碍跨越

障碍点 1 碱基互补配对的原因及意义

在碱基对的组成过程中, 嘌呤只能与嘧啶配对, 嘌呤之间或嘧啶之间不能配对, 而且腺嘌呤(A)一定与胸腺嘧啶(T)配对, 鸟嘌呤(G)一定与胞嘧啶(C)配对, 而 A 与 C 之间或 G 与 T 之间也不能配对。这是因为 DNA 分子之间的空间是一定的, 其距离为 2 nm。嘌呤和嘧啶的分子结构不同。嘌呤是双环化合物, 嘧啶是单环化合物。因此, 若两条链上相对应的碱基都是嘌呤环, 则所占的空间太大; 若两条链上相对应的碱基都是嘧啶环, 则相距太远, 不能形成氢键。只能一个嘌呤与一个嘧啶配成碱基对, 其长才为 2 nm, 所以碱基配对必须嘌呤与嘧啶配对。另外, A 与 T 配对是通过两个氢键相连, G 与 C 配对是通过三个氢键相连, 因此碱基配对只能是 A 与 T 或 G 与 C, 不能是 A 与 C 或 G 与 T, 因为在氢键位置上彼此不相适应。

意义: (1) 由于碱基互补配对原则, 使四种脱氧核苷酸组成的 DNA 分子在结构上具有稳定性。

(2) 由于碱基互补配对原则, 确保了 DNA 的自我复制能够准确无误地完成。

障碍点 2 如何理解 DNA 分子的多样性和 DNA 分子的特异性

这是由构成 DNA 分子的脱氧核苷酸中的碱基对种类、数目, 特别是它们的排列顺序来决定的。虽然构成 DNA 主链的脱氧核苷酸的碱基种类只有 4 种, 但构成 DNA 的脱氧核苷酸数目可以成千上万, 加上碱基对的排列顺序可以千变万化, 从而决定了 DNA 分子多种多样。例如某 DNA 分子上有 10 个碱基对, 其 4 种碱基的排列组合方式就有 $4^{10} = 1048576$ 种; 若有 100 个碱基对, 排列组合方式更多, 为 $4^{100} = 1.61 \times 10^{60}$ 种, 这个数目超过了太阳系中的原子总数目。事实上, 在一个小小的结构简单的细菌中, 碱基对就达 500 万个; 人体内的每个细胞具有 23 对同源染色体。碱基对估计有 30 亿个, 由它们排列组合成的 DNA 分子种数, 将是多大的天文数字啊! 这样, 我们就不难理解 DNA 分子的多样性了。正因为每个特定的 DNA 分子都具有其特定的碱基排列顺序, 所以, 这种特定的碱基排列顺序就构成了 DNA 分子的特异性。



方法规律总结

在进行 DNA 分子中有关碱基种类和数目的计算时要根据碱基配对规律, 明确两链之间的关系。

如图 6-1-12 中① DNA 分子中两条链上全部碱基数目相等: 在整个 DNA 分子中 $A = T$, $C = G$; ② 在两条链之间存在着 $A_1 = T_2$, $T_1 = A_2$, $C_1 = G_2$, $G_1 = C_2$ 的关系。抓住上述两条基本关系, 可相应推出其他关系完成各种运算。③ 进行 DNA 分子复制的有关计算时, 要明确 DNA 复制是半保留复制。如果复制 n 次, 将形成 2^n 个新的 DNA 分子, 包含 2^{n+1} 条链, 其中两条母链, 其余为新链。所以计算某 DNA 分子复制几次需某种脱氧核苷酸的数目, 可先求出该 DNA 中这一种脱氧核苷酸数目 a , 再用 $a(2^n - 1)$ 来求值。

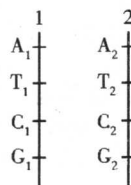


图 6-1-12



跟踪练习答案

1. C 2. D 3. (1) A B D (2) 0:1:1 (3) ^{31}P ^{31}P 和 ^{32}P (4) 半保留复制 遗传信息(遗传特性)



优化题型展示

一、选择题

- (基础题)生化分析得知,间期细胞中脱氧核苷酸含量开始时很低,不久急剧增加,以后又逐渐降低到初始水平。随着脱氧核苷酸含量的动态变化,DNA聚合酶的活性显著增高。这个事实表明()
A. 间期是新的细胞周期的开始 B. 间期细胞内DNA复制
C. 间期细胞内蛋白质合成 D. 间期细胞内转录RNA
- (基础题)下列有关DNA的叙述中正确的是()
A. 同一生物个体各种体细胞核中的DNA,具有相同的碱基组成
B. 双链DNA分子的碱基含量是 $A+T=G+C$ 或 $A+G=T+C$
C. 细胞缺水和营养不良将影响DNA的碱基组成
D. DNA只存在于细胞核中
- (基础题)DNA分子结构具有多样性的原因是()
A. 四种碱基的配对方式千变万化 B. 碱基和脱氧核糖排列顺序千变万化
C. 碱基对的排列顺序千变万化 D. 两条长链的空间结构千变万化
- (提高题)通过某实验发现甲、乙两个不同种生物的细胞中,DNA碱基总量完全相同,而且四种碱基的量也分别相同。下列说法正确的是()
A. 这两种生物的遗传信息必定相同 B. 这两种生物的DNA分子数一定相等
C. 这两种生物的遗传性状相似 D. 还不足以作出相应的判断
- (综合题)下列叙述中正确的是()
A. 细胞中的DNA都在染色体上 B. 细胞中每条染色体都只有一个DNA分子
C. 减数分裂过程中染色体与基因的行为一致 D. 以上叙述均对
- (基础题)在双链DNA分子中,有关四种碱基的关系,下列等式中有错误的是()
A. $\frac{C}{T} = \frac{C}{A}$ B. $\frac{A}{T} = \frac{G}{C}$ C. $A+T=G+C$ D. $A+G=T+C$
- (综合题)RNA的碱基中含A 20%、U 60%,则转录它的DNA中G的含量和DNA非模板链中T的含量分别是()
A. 30%、70% B. 10%、60% C. 36%、20% D. 32%、16%
- (提高题)分析一个双链DNA分子时,发现40%的脱氧核苷酸含有腺嘌呤,由此可知该分子中一条链上胞嘧啶含量的最大值可占该链碱基总数的()
A. 20% B. 30% C. 40% D. 60%
- (基础题)下列哪项对双链DNA分子的叙述是不正确的()
A. 若一条链中A和T的数目相等,则另一条链中A和T的数目也相等
B. 若一条链中A和C的数目相等,则另一条链中A和C的数目也相等
C. 若一条链中 $A:T:G:C=4:3:2:1$,则另一条链中 $A:T:G:C=3:4:1:2$
D. 若一条链中 $(A+G)=(T+C)$,则另一条链中的 $(A+G)=(T+C)$
- (创新题)某同学为做一个含150个脱氧核苷酸的双链DNA模型,他准备了30个胞嘧啶碱基的塑料片,那么他还要准备代表腺嘌呤、胸腺嘧啶、鸟嘌呤、尿嘧啶、磷酸、脱氧核糖、核糖的塑料片分别多少个()
A. 30,30,30,30,150,75,75 B. 45,45,30,0,150,150,0
C. 45,45,30,30,75,75,75 D. 30,0,45,45,150,0,150

二、非选择题

11. (综合题)下列是有关细胞分裂的问题。图6-1-13表示细胞分裂不同时期与每条染色体DNA含量变化的关系;图6-1-14表示处于细胞分裂不同时期的细胞图像。请据图回答:

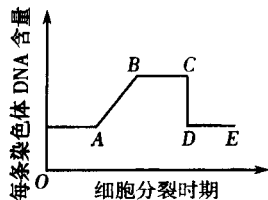


图 6-1-13

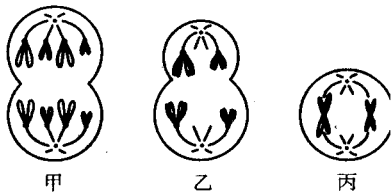


图 6-1-14

- (1)图6-1-13中AB段形成的原因是_____,该过程发生于细胞分裂间期的_____

考查目标

←考查DNA复制的时期。

←考查DNA分子的特性。

←考查DNA分子的结构特性。

←考查推理判断能力。

←考查DNA与染色体的关系。

←考查碱基互补配对原则。

←考查“中心法则”碱基互补配对。

←考查有关碱基比例计算。

←考查DNA分子碱基配对规律及应用。

←考查学生动手、分析能力。

←综合考查DNA分子的复制、细胞分裂等相关内容。