

高中新课标

◎根据教育部最新教材编写◎



教材全解丛书

# 中学教材全解

ZHONGXUEJIAOCAI  
QUANJIE

总主编 / 薛金星

## 高中生物学

——遗传与进化(必修)

配套中国地图出版社实验教科书



陕西人民教育出版社

根据教育部最新教材编写

# 中学教材全解

高中生物学——遗传与进化（必修）

配套中国地图出版社实验教科书



|      |     |
|------|-----|
| 总主编  | 薛金星 |
| 本册主编 | 郑敦义 |
|      | 刘芳  |
| 副主编  | 裴加亮 |
|      | 王敬  |

陕西人民教育出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

中学教材全解. 高中生物. 2:必修/薛金星主编;郑敦义分册主编. —西安:陕西人民教育出版社, 2005. 3

ISBN 7—5419—9456—1

I. 中... II. ①薛...②郑... 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(2005)第 028936 号

## 中学教材全解

高中生物学——遗传与进化(必修)

配套中国地图出版社实验教科书

陕西人民教育出版社出版发行

(西安市长安南路 181 号)

各地书店经销 北京市昌平兴华印刷厂印刷

890×1240 毫米 32 开本 8.75 印张 280 字

2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-5419-9456-1/G·8244

定价:11.80 元

# 出版前言

《中学教材全解》系列丛书根据教育部最新教材编写。值此出版之际,我们祝愿《中学教材全解》将伴随您度过中学阶段的美好时光,帮您迈向日夜向往的高等学府。

这套丛书与其他同类书相比具有以下几个鲜明特色:

## 第一,新。

首先是教材新。本书以最新教改精神为依据,以现行初、高中最新教材为蓝本编写。其次是体例新。紧扣教材,步步推进,设题解题、释疑解难、课后自测、迁移延伸,逐次深入。其三是题型(材料)新。书中选用的题型(材料)都是按中考、高考要求精心设计挑选的,让读者耳目一新。

## 第二,细。

首先是对教材讲解细致入微。以语文科为例,小到字的读音、词的辨析,大到阅读训练和作文训练都在本书中有所体现。其次是重点难点详细讲析,既有解题过程又有思路点拨。其三是解题方法细,一题多解,多题一法,变通训练,总结规律。

## 第三,精。

首先是教材内容讲解精。真正体现围绕重点,突破难点,引发思考,启迪思维。根据考点要求,巧设问题,精讲精练,使学生举一反三,触类旁通。其次是练习配置精,注重典型性,避免随意性,注重迁移性,避免孤立性,实现由知识到能力的过渡。

## 第四,透。

首先是对教纲考纲研究得透。居高临下把握教材,立足于教材,又不拘泥于教材。其次是对学生知识储备研究得透。学习目标科学可行,注重知识“点”与“面”的联系,“教”与“学”的联系。再次是对问题讲解得透,一题多问,一题多解,培养求异思维和创新思维能力。

## 第五,全。

首先是知识分布全面。真正体现了“一册在手,学习内容全有”的编写指导思想。其次是该书的信息量大。它涵盖了中学文化课教学全部课程和教与学的全部过程,内容丰富,题量充足。再次是适用对象全面。本书着眼于面向全国重点、普通中学的所有学生,丛书内容由浅入深,由易到难,学生多学易练,学习效果显著。

本系列丛书虽然从策划、编写,再到出版,精心设计,细致操作,可谓尽心尽力,但疏漏之处在所难免,诚望广大读者批评指正。

薛金星于北师大

# 目 录

## 第一单元 遗传与变异的细胞学基础

### 第一章 染色体在有性生殖中的

变化 ..... ( 1 )

本章综合解说 ..... ( 1 )

#### 第一节 减数分裂与配子形成

..... ( 3 )

最新标准要求 ..... ( 3 )

教材内容全解 ..... ( 3 )

典型例题讲解 ..... ( 12 )

本节内容小结 ..... ( 17 )

综合素质训练 ..... ( 17 )

综合素质训练答案 ..... ( 20 )

课后巩固提高答案 ..... ( 21 )

#### 第二节 受精作用 ..... ( 21 )

最新标准要求 ..... ( 21 )

教材内容全解 ..... ( 22 )

典型例题讲解 ..... ( 24 )

本节内容小结 ..... ( 24 )

综合素质训练 ..... ( 24 )

综合素质训练答案 ..... ( 26 )

课后巩固提高答案 ..... ( 26 )

#### 本章知识大综合 ..... ( 27 )

知识网络图示 ..... ( 27 )

高考趋势分析 ..... ( 27 )

专题归纳总结 ..... ( 27 )

专题综合检测 ..... ( 28 )

专题综合检测答案 ..... ( 32 )

### 第二章 染色体变异对性状的

影响 ..... ( 34 )

本章综合解说 ..... ( 34 )

#### 第一节 染色体数目变异对性状

的影响 ..... ( 35 )

最新标准要求 ..... ( 35 )

教材内容全解 ..... ( 35 )

典型例题讲解 ..... ( 40 )

本节内容小结 ..... ( 43 )

综合素质训练 ..... ( 43 )

综合素质训练答案 ..... ( 45 )

课后巩固提高答案 ..... ( 45 )

#### 第二节 染色体结构变异对性状

的影响 ..... ( 45 )

最新标准要求 ..... ( 45 )

教材内容全解 ..... ( 45 )

典型例题讲解 ..... ( 47 )

本节内容小结 ..... ( 48 )

综合素质训练 ..... ( 48 )

综合素质训练答案 ..... ( 49 )

|                |      |                |      |
|----------------|------|----------------|------|
| 课后巩固提高答案 ..... | (49) | 专题归纳总结 .....   | (49) |
| 本章知识大综合 .....  | (49) | 专题综合检测 .....   | (50) |
| 知识网络图示 .....   | (49) | 专题综合检测答案 ..... | (53) |
| 高考趋势分析 .....   | (49) |                |      |

## 第二单元 遗传的基本规律

### 第一章 基因的分离规律

|                  |      |                |       |
|------------------|------|----------------|-------|
| .....            | (57) | 课后巩固提高答案 ..... | (83)  |
| 本章综合解说 .....     | (57) | 第四节 伴性遗传 ..... | (83)  |
| 第一节 孟德尔遗传实验的科    |      | 最新标准要求 .....   | (83)  |
| 学方法 .....        | (58) | 教材内容全解 .....   | (83)  |
| 最新标准要求 .....     | (58) | 典型例题讲解 .....   | (88)  |
| 教材内容全解 .....     | (58) | 本节内容小结 .....   | (92)  |
| 典型例题讲解 .....     | (59) | 综合素质训练 .....   | (93)  |
| 本节内容小结 .....     | (60) | 综合素质训练答案 ..... | (97)  |
| 综合素质训练 .....     | (60) | 课后巩固提高答案 ..... | (97)  |
| 综合素质训练答案 .....   | (61) | 本章知识大综合 .....  | (97)  |
| 课后巩固提高答案 .....   | (61) | 知识网络图示 .....   | (97)  |
| 第二节 分离规律试验 ..... | (61) | 高考趋势分析 .....   | (97)  |
| 最新标准要求 .....     | (61) | 专题归纳总结 .....   | (98)  |
| 教材内容全解 .....     | (61) | 专题综合检测 .....   | (98)  |
| 典型例题讲解 .....     | (66) | 专题综合检测答案 ..... | (103) |
| 本节内容小结 .....     | (68) |                |       |
| 综合素质训练 .....     | (68) | 第二章 基因的自由组合规律  |       |
| 综合素质训练答案 .....   | (71) | .....          | (104) |
| 课后巩固提高答案 .....   | (72) | 本章综合解说 .....   | (104) |
| 第三节 分离规律在实践中的    |      | 第一节 自由组合规律试验   |       |
| 应用 .....         | (73) | .....          | (105) |
| 最新标准要求 .....     | (73) | 最新标准要求 .....   | (105) |
| 教材内容全解 .....     | (73) | 教材内容全解 .....   | (105) |
| 典型例题讲解 .....     | (77) | 典型例题讲解 .....   | (110) |
| 本节内容小结 .....     | (80) | 本节内容小结 .....   | (113) |
| 综合素质训练 .....     | (80) | 综合素质训练 .....   | (113) |
| 综合素质训练答案 .....   | (82) | 综合素质训练答案 ..... | (115) |
|                  |      | 课后巩固提高答案 ..... | (115) |

## 第二节 自由组合规律在实践

|          |       |
|----------|-------|
| 中的应用     | (116) |
| 最新标准要求   | (116) |
| 教材内容全解   | (116) |
| 典型例题讲解   | (119) |
| 本节内容小结   | (126) |
| 综合素质训练   | (126) |
| 综合素质训练答案 | (128) |

|          |       |
|----------|-------|
| 课后巩固提高答案 | (129) |
|----------|-------|

|          |       |
|----------|-------|
| 本章知识大综合  | (130) |
| 知识网络图示   | (130) |
| 高考趋势分析   | (130) |
| 专题归纳总结   | (130) |
| 专题综合检测   | (131) |
| 专题综合检测答案 | (136) |

# 第三单元 遗传与变异的分子基础

## 第一章 遗传的物质基础

|             |       |
|-------------|-------|
|             | (141) |
| 本章综合解说      | (141) |
| 第一节 遗传物质的发现 | (143) |
| 最新标准要求      | (143) |
| 教材内容全解      | (143) |
| 典型例题讲解      | (147) |
| 本节内容小结      | (149) |
| 综合素质训练      | (149) |
| 综合素质训练答案    | (150) |
| 课后巩固提高答案    | (150) |

## 第二节 DNA 的分子结构

|          |       |
|----------|-------|
| 最新标准要求   | (151) |
| 教材内容全解   | (151) |
| 典型例题讲解   | (154) |
| 本节内容小结   | (156) |
| 综合素质训练   | (156) |
| 综合素质训练答案 | (158) |
| 课后巩固提高答案 | (158) |

## 第三节 DNA 的复制

|        |       |
|--------|-------|
| 最新标准要求 | (158) |
| 教材内容全解 | (159) |
| 典型例题讲解 | (161) |
| 本节内容小结 | (163) |

|          |       |
|----------|-------|
| 综合素质训练   | (163) |
| 综合素质训练答案 | (165) |
| 课后巩固提高答案 | (165) |
| 本章知识大综合  | (165) |
| 知识网络图示   | (165) |
| 高考趋势分析   | (165) |
| 专题归纳总结   | (166) |
| 专题综合检测   | (168) |
| 专题综合检测答案 | (171) |

## 第二章 基因对性状的控制

|  |       |
|--|-------|
|  | (173) |
|--|-------|

## 本章综合解说

|          |       |
|----------|-------|
| 第一节 认识基因 | (175) |
| 最新标准要求   | (175) |
| 教材内容全解   | (175) |
| 典型例题讲解   | (178) |
| 本节内容小结   | (179) |
| 综合素质训练   | (180) |
| 综合素质训练答案 | (181) |
| 课后巩固提高答案 | (181) |

## 第二节 基因的表达

|        |       |
|--------|-------|
| 最新标准要求 | (181) |
| 教材内容全解 | (181) |
| 典型例题讲解 | (186) |

|                       |       |                   |       |
|-----------------------|-------|-------------------|-------|
| 本节内容小结 .....          | (188) | 第五节 人类基因组计划 ..... | (206) |
| 综合素质训练 .....          | (188) | 最新标准要求 .....      | (206) |
| 综合素质训练答案 .....        | (190) | 教材内容全解 .....      | (206) |
| 课后巩固提高答案 .....        | (191) | 典型例题讲解 .....      | (209) |
| 第三节 基因与性状 .....       | (191) | 本节内容小结 .....      | (210) |
| 最新标准要求 .....          | (191) | 综合素质训练 .....      | (210) |
| 教材内容全解 .....          | (191) | 综合素质训练答案 .....    | (211) |
| 典型例题讲解 .....          | (194) | 课后巩固提高答案 .....    | (212) |
| 本节内容小结 .....          | (197) | 第六节 人类遗传病 .....   | (212) |
| 综合素质训练 .....          | (197) | 最新标准要求 .....      | (212) |
| 综合素质训练答案 .....        | (198) | 教材内容全解 .....      | (212) |
| 课后巩固提高答案 .....        | (199) | 典型例题讲解 .....      | (216) |
| 第四节 转基因生物和转基因食品 ..... | (199) | 本节内容小结 .....      | (217) |
| 最新标准要求 .....          | (199) | 综合素质训练 .....      | (217) |
| 教材内容全解 .....          | (199) | 综合素质训练答案 .....    | (218) |
| 典型例题讲解 .....          | (201) | 课后巩固提高答案 .....    | (219) |
| 本节内容小结 .....          | (204) | 本章知识大综合 .....     | (219) |
| 综合素质训练 .....          | (204) | 知识网络图示 .....      | (219) |
| 综合素质训练答案 .....        | (206) | 高考趋势分析 .....      | (219) |
| 课后巩固提高答案 .....        | (206) | 专题归纳总结 .....      | (219) |
|                       |       | 专题综合检测 .....      | (221) |
|                       |       | 专题综合检测答案 .....    | (225) |

## 第四单元 遗传变异与进化

|                    |       |                        |       |
|--------------------|-------|------------------------|-------|
| 第一章 生物进化理论 .....   | (229) | 课后巩固提高答案 .....         | (242) |
| 本章综合解说 .....       | (229) | 第二节 自然选择对基因频率的影响 ..... | (242) |
| 第一节 现代生物进化理论 ..... | (231) | 最新标准要求 .....           | (242) |
| 最新标准要求 .....       | (231) | 教材内容全解 .....           | (242) |
| 教材内容全解 .....       | (231) | 典型例题讲解 .....           | (245) |
| 典型例题讲解 .....       | (237) | 本节内容小结 .....           | (247) |
| 本节内容小结 .....       | (240) | 综合素质训练 .....           | (247) |
| 综合素质训练 .....       | (240) | 综合素质训练答案 .....         | (248) |
| 综合素质训练答案 .....     | (241) | 课后巩固提高答案 .....         | (248) |

|                          |       |                      |       |
|--------------------------|-------|----------------------|-------|
| 本章知识大综合 .....            | (249) | 课后巩固提高答案 .....       | (261) |
| 知识网络图示 .....             | (249) | <b>第二节 生物多样性的形成</b>  |       |
| 高考趋势分析 .....             | (249) | .....                | (262) |
| 专题归纳总结 .....             | (250) | 最新标准要求 .....         | (262) |
| 专题综合检测 .....             | (251) | 教材内容全解 .....         | (262) |
| 专题综合检测答案 .....           | (253) | 典型例题讲解 .....         | (265) |
| <b>第二章 进化与生物多样性</b>      |       | 本节内容小结 .....         | (266) |
| .....                    | (254) | 综合素质训练 .....         | (266) |
| 本章综合解说 .....             | (254) | 综合素质训练答案 .....       | (267) |
| <b>第一节 生物多样性简介</b> ..... | (256) | 课后巩固提高答案 .....       | (267) |
| 最新标准要求 .....             | (256) | <b>本章知识大综合</b> ..... | (267) |
| 教材内容全解 .....             | (256) | 知识网络图示 .....         | (267) |
| 典型例题讲解 .....             | (259) | 高考趋势分析 .....         | (267) |
| 本节内容小结 .....             | (260) | 专题归纳总结 .....         | (269) |
| 综合素质训练 .....             | (260) | 专题综合检测 .....         | (269) |
| 综合素质训练答案 .....           | (261) | 专题综合检测答案 .....       | (271) |



# 第一章

## 染色体在有性生殖 中的变化

本章综合解说

### 内容简析

染色体是遗传物质的载体,携带着遗传信息在亲子代细胞间通过减数分裂和受精作用有规律地传递,保证了物种的稳定。所以减数分裂和受精作用是本章的重点内容。减数分裂过程中,染色体只复制一次,而细胞分裂两次,其结果是使生殖细胞中的染色体数目减半。受精作用是精卵细胞结合成受精卵的过程。受精过程使配子中已经减半了的染色体数目,恢复为受精卵中与亲代一样的染色体数,使遗传性状相对稳定。

### 学法指导

由于减数分裂与有丝分裂有相同点,也有不同点,所以学习这部分知识应将两者进行比较,找出它们的共性与区别,尤其是这两个过程

中的染色体变化,因为染色体的规律性变化是细胞分裂过程的本质。

## 第一节 减数分裂与配子形成



### 最新标准要求

1. 减数分裂的概念
2. 精子和卵细胞的形成过程



### 教材内容全解

#### 一、减数分裂

##### 1. 减数分裂的概念

减数分裂是配子形成过程中进行的一种特殊的有丝分裂,其间染色体复制一次,而细胞连续分裂两次。分裂的结果是每个细胞中染色体数目只有原来细胞的一半。

**注意:**在整个减数分裂过程中,染色体只复制了一次,而细胞连续分裂两次。结果是产生的生殖细胞中,染色体数目是原始生殖细胞的一半。

**实例 1** 已知某动物的体细胞内含  $2N$  条染色体,那么该动物经过减数分裂产生的生殖细胞中含有染色体多少条( )。

- A.  $2N$       B.  $4N$       C.  $N$       D.  $3N$

**讲解:**根据题意分析,如果某动物体细胞内含  $2N$  条染色体,那么该动物的原始生殖细胞中也含有  $2N$  条染色体。原始生殖细胞经过减数分裂产生的生殖细胞中,染色体数目比原始细胞减少了一半。

**答案:**C

##### 2. 精细胞的形成

精细胞是由睾丸里的精原细胞经过两次连续的细胞分裂——减数第一次分裂和减数第二次分裂形成的(如图 1-1)。

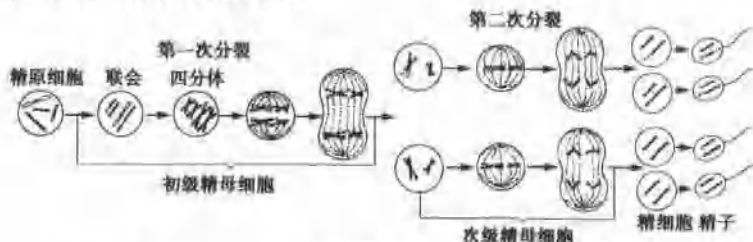


图 1-1

在减数第一次分裂的分裂间期,精原细胞的体积略微增大,染色体进行复制,成为初级精母细胞。染色体复制的结果是,每条染色体都含有两条姐妹染色单体,这两

条姐妹染色单体并列在一起,由同一个着丝点连接着。

**注意:**染色体复制后,染色体数目不变,构成染色体的 DNA 数目加倍,在每个染色体中形成由一个着丝点连接的两个姐妹染色单体。

初级精母细胞形成之后,就进入了减数第一次分裂的分裂期。分裂期开始后不久,初级精母细胞中最显著的变化是,原来分散存在的染色体(同源染色体)进行配对。配对的两条染色体,形状和大小一般相同,一条来自父方,一条来自母方,叫做同源染色体。同源染色体两两配对的现象就叫做联会。这时,由于每一条染色体都含有两条姐妹染色单体,因此,联会后的每对同源染色体就含有四条染色单体,叫做四分体。减数分裂的这一时期,就叫四分体时期。联会时期和四分体时期合在一起就是减数第一次分裂的前期。

经过四分体时期,各对同源染色体排列在细胞的赤道板上,进入减数第一次分裂的中期。与有丝分裂中期相比较,有丝分裂中期染色体的着丝点都排列在细胞中央的一个平面(赤道板)上,而减数第一次分裂的中期着丝点是成对排列在赤道板两侧,为同源染色体的分开作好了准备。这时,每条染色体的着丝点都附着在纺锤丝上。不久,在纺锤丝牵引下,配对的同源染色体彼此分离,分别向细胞的两极移动,成为新的两组染色体。这一时期就是减数第一次分裂的后期。这样,细胞的每个极只得到各对同源染色体中的一条。在两组染色体到达细胞两极的同时,细胞分裂为两个子细胞,也就是说,一个初级精母细胞分裂成了两个次级精母细胞。到此,减数第一次分裂就结束了。

在这次分裂过程中,由于没有发生着丝点的分裂,而是同源染色体相互分离,分别进入到不同的子细胞中去,使得每个次级精母细胞只得到初级精母细胞中染色体总数的一半。并且,在此过程中出现的联会,四分体等染色体变化行为都是为同源染色体分开,染色体数目减少一半做准备的(联会、四分体是减数分裂特有的染色体变化行为,有丝分裂无此现象)。因此,减数分裂过程中染色体数目的减半,发生在减数第一次分裂中。

**注意:**次级精母细胞中不含同源染色体。

减数第一次分裂结束后,紧接着进入到减数第二次分裂的分裂期。这时候,在次级精母细胞中的染色体的着丝点先排列到细胞中央的赤道板上,此时是减数第二次分裂的中期,与有丝分裂相比,有丝分裂中期含同源染色体,而减数第二次分裂中期不含同源染色体,相同的是它们的每个染色体都含有两个姐妹染色单体。当染色体的着丝点排列到细胞中央的赤道板上以后,紧接着每条染色体的着丝点分开,两条姐妹染色单体也随着分开,成为两条染色体。在纺锤丝的牵引下,这两条染色体分别向细胞的两极移动。此时期就是减数第二次分裂的后期,与有丝分裂后期相比,不含同源染色体,其余相同。分别向细胞两极移动的染色体,随着细胞的分裂,进入到两个子细胞中。这样,在减数第一次分裂中形成的两个次级精母细胞,经过减数第二次分裂,就形成了四个精细胞。与初级精母细胞相比,每个精细胞都含有数目减半的染色体。至此,减数第二次分裂结束。

在减数第二次分裂过程中,由于着丝点分裂,染色单体变为染色体,使得染色体在这

次分裂过程中数目并没有发生改变,即精细胞与次级精母细胞中染色体数目相等(后期除外),都是初级精母细胞的一半。到此整个减数分裂过程就全部结束了。

精原细胞经过减数分裂产生的精细胞,必须再经过一系列复杂的形态变化,才能形成精子。精子呈蝌蚪状,头部含有细胞核,尾很长,所以精子能够摆动,有利于受精作用的完成。

**注意:**减数分裂的结果是形成精细胞,而不是精子。

**实例 2** 下列关于减数分裂的叙述,正确的是( )。

- ①减数分裂包括两次连续的细胞分裂 ②在次级精母细胞中存在同源染色体  
③着丝点在第一分裂后期一分为二 ④减数分裂的结果是染色体数减半,DNA 数不变  
⑤同源染色体分离,导致染色体数目减半 ⑥联会后染色体复制,形成四分体  
⑦染色体数目减半发生在第二次分裂的末期

A. ①②③

B. ④⑤⑥

C. ①⑤

D. ⑥⑦

**讲解:**解此题的关键是准确掌握减数分裂过程中染色体和 DNA 变化的规律。只有①和⑤是正确的,其余叙述都是错误的。次级精母细胞中不再存在同源染色体,因为第一次分裂的后期,同源染色体分开,而着丝点是在第二次分裂后期一分为二的,不是第一次分裂后期;减数分裂的结果是生殖细胞中的染色体数和 DNA 分子数都减少了一半;染色体的复制是在联会之前完成的,染色体数目的减半发生在减数第一次分裂的末期。

**答案:**C

减数分裂与精细胞的形成可归纳如下(见图 1-2):

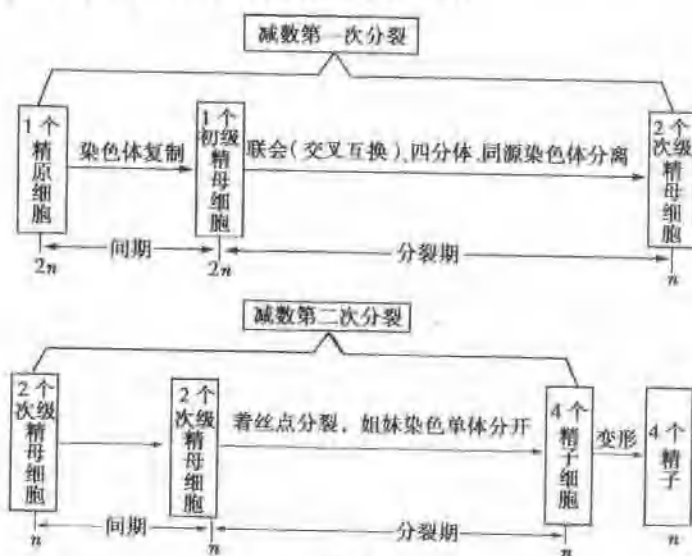


图 1-2

### 3. 减数分裂过程中的概念及染色体行为变化

(1)染色体复制:发生在减数第一次分裂的间期,复制的结果是,每个染色体含有两个姐妹染色单体,并由一个着丝点连接着。因此,染色体复制之后,染色体数目不变,DNA含量加倍。

#### (2)同源染色体和非同源染色体

同源染色体是指形状、大小一般相同,一个来自父方,一个来自母方,且在减数第一次分裂过程中能两两配对(即联会)的一对染色体。如图1-3中的1和2为一对同源染色体,3和4是另一对同源染色体。

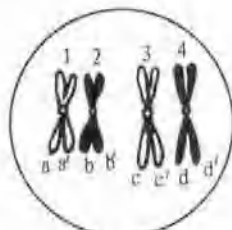


图 1-3

**注意:**同源染色体也有大、小不同的,如男性体细胞中含有一对性染色体,称为X染色体和Y染色体,X染色体较大,Y染色体较小。

非同源染色体是形状、大小不相同,且在减数分裂过程中不联会的染色体。如图1-3中的1和3;1和4;2和3;2和4分别是非同源染色体。

(3)联会:在减数第一次分裂开始不久,同源染色体在纵的方向上两两配对的现象叫联会。

**说明:**联会时期的每条染色体已经复制,即一个染色体含有两个姐妹染色单体。

(4)四分体:在减数第一次分裂时,由于同源染色体的联会,使得每对同源染色体中含有四个染色单体,这时的一对同源染色体又叫一个四分体。所以细胞中四分体的个数就等于同源染色体的对数。如人有23对同源染色体,在减数分裂时就能形成23个四分体。

在减数分裂的四分体时期,父方染色体中的一个染色单体与母方染色体中的一个染色单体(即非姐妹染色单体)之间常常发生交叉,并且相互交换一部分染色体。这是“基因连锁互换规律”的细胞学基础,这在遗传学上有着重要的意义。

(5)同源染色体分离:在减数第一次分裂中,同源染色体联会和非姐妹染色单体进行部分片段的互换后,同源染色体彼此分开,分别移向细胞的两极,并进入两个子细胞中。同源染色体分离是“基因分离规律”的细胞学基础。同源染色体分离是减数第一次分裂的主要变化。

(6)非同源染色体的自由组合:在同源染色体分离时,同源的两个染色体,各移向细胞的哪一极是随机的,也就是说,非同源染色体之间是自由组合的。这是“基因自由组合规律”的细胞学基础。

(7)着丝点分裂,染色单体分开:在减数第二次分裂中,每个染色体的着丝点分裂为二,姐妹染色单体分开,成为两个染色体。这就是减数第二次分裂的主要变化。

### 4. 减数第一次分裂与减数第二次分裂的比较

减数第一次分裂与减数第二次分裂有许多不同之处,现比较如下:

|         | 减数第一次分裂                  | 减数第二次分裂                                |
|---------|--------------------------|----------------------------------------|
| 着丝点     | 不分裂                      | 分裂                                     |
| 染色体数目   | $2N \rightarrow N$ , 减半  | $N \rightarrow 2N \rightarrow N$ , 不减半 |
| DNA 含量  | $4C \rightarrow 2C$ , 减半 | $2C \rightarrow C$ , 减半                |
| 染色体主要行为 | 同源染色体分离                  | 着丝点分裂, 染色单体分开                          |

### 5. 减数分裂过程中染色体数量和 DNA 含量的变化

在减数分裂过程中, 染色体数量的变化和 DNA 含量的变化本来应该是平行的。但是由于复制后的染色体仍由一个着丝点连接着, 没有马上完全分开。所以在减数分裂的不同时期, 细胞中的染色体数量与 DNA 的含量有时不相同。下面以精子的形成过程为例, 将减数分裂过程中染色体数量和 DNA 含量的变化列表比较如下:

|         | 精原细胞                | 初级精母细胞 | 次级精母细胞 |      | 精子细胞 |
|---------|---------------------|--------|--------|------|------|
|         |                     |        | 前、中期   | 后期   |      |
| 染色体数    | $2N$                | $2N$   | $N$    | $2N$ | $N$  |
| DNA 分子数 | $2C \rightarrow 4C$ | $4C$   | $2C$   | $2C$ | $C$  |

注意: ①在减数第二次分裂的后期, 由于着丝点分裂, 染色单体分开变为染色体, 所以, 此时期染色体数目暂时加倍。即与初级精母细胞染色体数目相同。

②染色体在减数分裂过程中只有一次减半, 而 DNA 有两次减半。

实例 3 蟾蜍的次级精母细胞中与其体细胞相比较, 染色体数目 \_\_\_\_\_, DNA 含量 \_\_\_\_\_。

讲解: 该题属于理解水平的试题, 要求不仅要明确经过减数第一次分裂产生的次级精母细胞中染色体数目和 DNA 含量的变化, 而且要与其体细胞加以比较。染色体复制后并没有加倍, 仅仅是每条染色体含有两个并列的姐妹染色单体。因此, 同源染色体分离, 造成次级精母细胞中染色体数目减半。DNA 复制后含量加倍, 经第一次分裂后 DNA 含量减少一半, 恰好与一般体细胞 DNA 含量相等。

答案: 减少一半 相等

### 6. 用坐标曲线表示减数分裂过程中, 染色体和 DNA 数量的变化

图 1-4 中的横坐标表示细胞分裂的各个时期, 纵坐标表示染色体或 DNA 数量的变化。

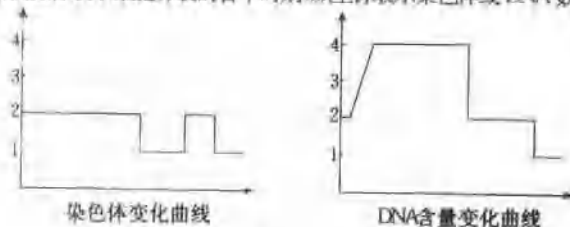


图 1-4

**注意:**从上图可以看出,减数分裂过程中染色体数目减半只有一次,而DNA分子数减半发生两次,并且在减数第一次分裂的间期,染色体复制数目不变,DNA含量加倍。

**实例4** (1996年上海高考题)假设下图为动物精巢内的一个精原细胞在减数分裂过程中染色体数量变化的曲线图。(1表示精原细胞的分裂间期)

(1)请据图1-5回答问题:

①图中处于2~4时期的细胞名称是\_\_\_\_\_,这细胞有\_\_\_\_\_条染色体,有\_\_\_\_\_对同源染色体。

②图中8时期是减数分裂\_\_\_\_\_期,细胞的名称是\_\_\_\_\_。

③图中4~5时期,染色体数目发生变化是由于\_\_\_\_\_分离,并分别进入到两个子细胞。

④图中7~8时期,染色体数目发生变化是由于\_\_\_\_\_ ;并分别进入到两个子细胞,处于时期9的子细胞的名称是\_\_\_\_\_。

(2)在图1-6空白坐标上画出该细胞减数分裂过程中DNA分子数目变化曲线图。

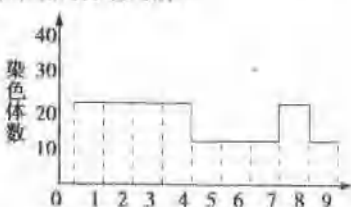


图1-5

**讲解:**这是一道识图解答的综合分析题,要求学生熟练运用知识迁移能力,对照图中曲线变化,找到减数分裂过程中染色体的数量变化规律。通过识图首先确定该细胞有20条染色体,有同源染色体10对。已知时期1为分裂间期,即可推导出2~4为减数第一次分裂,由于同源染色体的分离,所以时期4~5染色体数减少一半(图中曲线往下降一半)。时期5~8即为减数第二次分裂,其中时期7~8是由于每个染色体的着丝点分裂形成两个染色体(图中曲线向上升回到原来水平)。这时处于减数第二次分裂后期(这一点容易疏忽,应特别注意),所以处于时期9的细胞为精细胞。

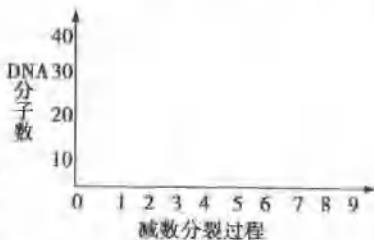


图1-6

本题还要求在空白坐标上,画出该细胞减数分裂过程中DNA分子数目变化曲线,同样这也是在考查学生的知识迁移能力。染色体虽是DNA分子的载体,但在减数分裂过程中,数量变化并不完全一致。要知道,复制的染色体,由于存在染色单体,DNA分子数目都要比染色体数多一倍,因此有染色单体存在的细胞中染色体数目与DNA分子数目之比为1:2。绘此曲线注意一定要参照染色体数目变化曲线图,依据DNA分子数量(反映在纵坐标上)与分裂过程各时期(反映在横坐标上)的对应关系,按DNA分子数目变化规律( $2a \rightarrow 4a \rightarrow 2a \rightarrow a$ ),先在空白坐标中确定关键的几点:间期DNA分子复制,数目由20→40,确定A点;减数第一次分裂染色体减半,DNA分子数目由40→20,确定B、C点;减数第二次分裂DNA分子数目又一次减半,则20