

人教版

本书编写组◎编

实验指导 与实验报告

高中必修 2



湖南教育出版社

人教版

本书编写组◎编

实验指导 与实验报告

高中必修 2



CS 湖南教育出版社



目 录

<<< 生物·高中必修2 (人教版)

实验 1 性状分离比的模拟	1
实验 2 观察蝗虫精母细胞减数分裂固定装片	8
实验 3 建立减数分裂中染色体变化的模型	16
实验 4 制作 DNA 双螺旋结构模型	23
实验 5 探究脱氧核苷酸序列与遗传信息的多样性	30
实验 6 低温诱导植物染色体数目的变化	36
实验 7 调查人群中的遗传病	43
实验 8 探究自然选择对种群基因频率的影响	51
部分参考答案	58

实验1

性状分离比的模拟

自主准备

· 材料阅读 ·

维多利亚女王 (Alexandrina Victoria, 1819—1901) 是英国历史上在位时间第二长的君主, 在位时间长达 64 年。她也是第一个以“大不列颠和爱尔兰联合王国女王和印度女皇”名号称呼的英国君主。她在位的 64 年期间 (1837—1901) 是英国最强劲的所谓“日不落帝国”时期。

这位维多利亚女王携带血友病基因, 血友病是一种 X 染色体上的隐性遗传病。女性必须两条 X 染色体都含有致病基因才发病, 而男性一旦携带致病基因, 必患血友病。患者体内缺乏凝血因子, 凝血速度极慢, 甚至体内会自发性出血, 导致关节和肌肉肿胀, 疼痛难忍。利奥波德 (Leopold) 公爵是女王最疼爱的儿子, 患血友病的他于 1884 年 3 月在戛纳跌倒, 膝部和头部受伤, 次日 (因血友病导致的流血不止) 死亡。女王在日记里写道: “我彻底崩溃了。” 然而, 她对后代造成的伤害还不止于此。女王有九个儿女, 其中一个为血友病患者, 两个为致病基因携带者。她在执政期间不遗余力地让后代与欧洲各国王室通婚, 血友病基因被带到西班牙、普鲁士和俄国等。就这样, 被称为“欧洲祖母” (the grandmother of Europe) 的维多利亚女王, 她的血友病基因被带到了多个欧洲王室, 导致这些王室成员中出现好些人因血友病早逝。

思考: 倘若维多利亚女王的父母都没有血友病基因, 那么女王的致病基因从何而来? 维多利亚女王本身并没有血友病, 她的后代为什么会表现出血友病? 她的致病基因如何传递给子代? 她的后



代出现了性状分离，这其中有没有规律可循呢？

• 原理学习 •

1. 遗传因子在体细胞中成对存在，亲本通过有性生殖形成_____，遗传因子随之分离，受精时，雌雄配子_____结合。

2. 性状分离比的模拟实验，用甲、乙两桶分别表示_____，甲、乙两桶内的彩球分别表示_____，不同彩球随机结合的过程，恰好模拟雌雄配子随机结合的过程。

【合作探究】

• 实验指导 •

甲、乙两桶放入相同数目的彩球，分别充分混匀，再随机抓取并记录字母组合方式，以确保模拟雌雄配子的随机结合过程。记录完数据，彩球要放回原来的桶内，再次摇匀，才能保证每种“配子”抓取的概率相等。建议两人一组合作完成。

► 操作平台 •

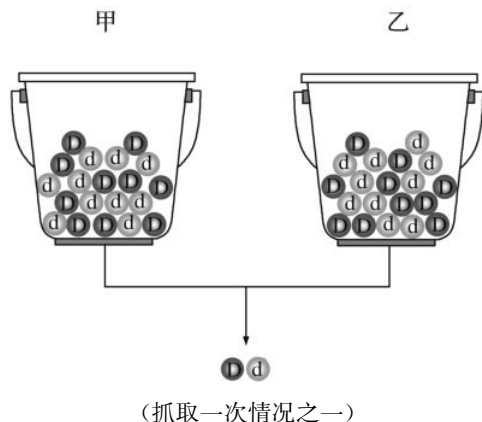
时间_____ 组别_____ 合作者_____

目的要求：

1. 认识和理解遗传因子的分离、配子的随机结合与性状之间的数量关系；
2. 通过模拟实验，体验孟德尔的假说。

材料用具：

小桶 2 个，分别标记甲、乙；两种不同颜色（蓝色和黄色）的彩球各 20 个，一种彩球标记为 D，另一种彩球标记为 d；记录用的纸和笔。



方法步骤：

- 1. 在甲、乙两个小桶中放入两种彩球各 10 个。
- 2. 摇动两个小桶，使小桶内的彩球充分混合。
- 3. 分别从两个桶内随机抓取一个小球，组合在一起，记录两个彩球的字母组合。
- 4. 将抓取的彩球放回原来的桶内，摇匀，按步骤 3 重复做 50~100 次。

【交流评价】

1. (1) 我（我们组）的实验结果：

组合方式	雄配子	D（蓝色）	D（蓝色）	d（黄色）	d（黄色）
	雌配子	D（蓝色）	d（黄色）	D（蓝色）	d（黄色）
画“正”字，表示四种雌雄配子结合方式出现的次数					
次数统计					
遗传因子		DD	Dd		dd
比例					
表现型		显性性状			隐性性状
比例					

(2) 统计全班的实验结果，求平均值。计算小球组合类型之间的数量比。

2. 我（我们组）得出的实验结论是：

3. 在自然界中,雌雄配子的数目相等吗?如果不相等,那么本实验两个桶内的彩球数目相等,是为了确保什么相等呢?

4. 为什么要重复做实验 50~100 次?如果只重复 5 次,会出现表现型的比例 3:1 吗?为什么?

5. 我(我们组)在实验中遇到的问题是什么?原因有哪些?

【方法应用】

• 基本方法 •

1. 下列关于分离现象的假说不正确的是 ()
 - A. 生物的性状是由遗传因子决定的
 - B. 雌雄配子中遗传因子是成对存在的
 - C. 受精过程中,雌雄配子的结合是随机的
 - D. 生物体在形成生殖细胞的过程中,成对的遗传因子彼此分离,分别进入不同配子中
2. 孟德尔通过杂交实验发现了一些有规律的遗传现象,通过研究这些现象而揭示了遗传的分离定律。下列选项中,除哪一项外,其余都是出现这些有规律的遗传现象必不可少的因素 ()

- A. F_1 体细胞中各种遗传因子的表达机会相等
 B. F_1 形成配子时, 各种遗传因子传递的机会相等
 C. F_1 自交时, 雌雄配子结合的概率相等
 D. F_1 自交后, 各种遗传因子组合形成的个体, 成活概率相等
3. 下列有关“性状分离比的模拟”实验中, 不正确的是 ()
- A. 甲、乙两个小桶内彩球形状、大小、质地要一致
 B. 装彩球的甲、乙两桶是透明的, 不会影响实验结果
 C. 闭眼抓取甲、乙两桶内的彩球, 更有利于实验
 D. 每次抓取小球统计数据后, 都应该把彩球放回原来的桶内, 并充分混匀
4. 在甲桶内放入两种 (标有 D、d) 的彩球各 40 个, 从中随机抓取 1 个小球, 你认为抓到标有 D 的彩球的概率是 ()
- A. 1/80 B. 1/40 C. 1/20 D. 1/2
5. 在“性状分离比的模拟”实验中, 如果 D 表示控制高茎的遗传因子, d 表示控制矮茎的遗传因子, 理论上, 同时从两桶中抓取一个小球, 组合后能显现出高茎性状的概率是 ()
- A. 1/2 B. 1/4 C. 3/4 D. 1/8
6. 在“性状分离比的模拟”实验中, 不会影响实验结果的是 ()
- A. 甲、乙两桶中彩球数目不相等, 甲桶中放入 60 个, 乙桶中放入 20 个
 B. 每次抓出一个小球后, 不再放入桶内, 直到抓完为止
 C. 抓取过程中, 发现甲桶内一个彩球破损, 拿出该彩球, 继续做实验
 D. 实验过程中, 没有充分摇匀就开始抓取
7. 某同学连续三次抓取的彩球组合都是 DD, 则他第四次抓取的彩球组合是 ()
- A. 一定是 DD B. 1/2 的概率是 DD
 C. 3/4 的概率是 Dd D. 各种可能性都有
8. 模拟实验在科学研究中是一种常用的方法, 以下方法步骤是用来认识和理解遗传因子的分离和配子的随机结合与性状之间的数量关系, 阅读后, 请回答相关问题。

实验用具:

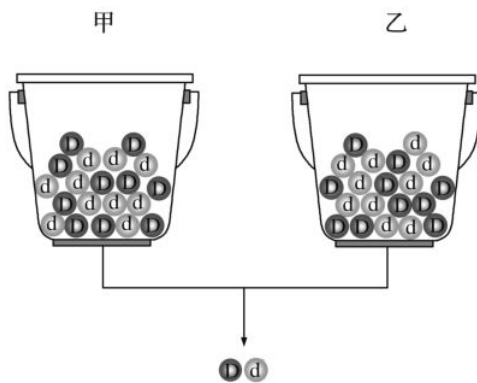
水桶、彩球。

方法步骤:

I. 如右图所示, 在甲、乙两个小桶内分别放入两种颜色的彩球, 每种颜色各 50 个 (在这两种颜色的彩球上分别标有字母 D 和 d)。摇动甲、乙两个小桶, 使桶内彩球充分混匀。

II. 分别从两个小桶内抓取一个彩球, 记录这两个彩球上的字母。

III. 将抓取的彩球重新放入原桶, 混合



(抓取一次情况之一)

均匀，重复做实验 50 次，并记录实验结果。

(1) 每次抓取彩球后，重新放入小桶内，理由是_____。

(2) 分析实验数据发现，甲、乙两桶内摸出 D、d 彩球数量基本相等，这意味着：_____。

(3) 彩球组合 DD、Dd、dd 的数量比接近于_____。

(4) 凡是具有细胞结构的生物体内，都能出现第 (3) 问中 DD、Dd、dd 的数量比吗？_____ (填“能”或“不能”)。

应用创新

某生物兴趣小组进行了“性状分离比的模拟”实验后，有学生质疑，为什么书本上没有“性状自由组合比的模拟”实验呢？为此，该小组尝试设计了实验方案，以便进一步体会孟德尔的自由组合定律。

(1) 提出问题：

能够用“性状自由组合比的模拟”实验体会孟德尔的自由组合定律吗？

(2) 作出假设：

① 两对相对性状的“性状自由组合比的模拟”实验可以进行，但是实验的操作过程繁琐，思想和方法与“性状分离比的模拟”实验类似，没有必要重复设置实验，因此，书本未出现“性状自由组合比的模拟”实验。

② _____。

(3) 设计方案：

① 材料用具：

记录笔和纸，甲、乙两个小桶，四种不同颜色的彩球各 20 个，四种彩球依次标记为 AB、Ab、aB、_____。

② 方法步骤：

首先，在甲、乙两桶内分别放入 4 种颜色的彩球各 10 个；

其次，摇动小桶，使各种颜色的彩球混合均匀；

然后，分别从甲、乙两桶内随机抓取小球，记录两个彩球的字母组合；

最后，将抓取的小球重新放入桶内，摇匀，重复做实验 50~100 次。

(4) 实验数据：

该生物兴趣小组设计了如下表格，用于记录每次抓取小球后的字母组合形式。

配子类型	AB	AB	Ab	AB	AB	Ab	aB	aB	ab
	AB	Ab	Ab	aB	ab	ab	aB	ab	ab
组合类型	AABB	AABb	AAbb	AaBB	AaBb	Aabb	aaBB	aaBb	aabb
画“正”字，统计各种类型出现的次数									

①彩球组合类型有_____种, 分别是 AABB、AABb、AAbb、AaBB、_____, Aabb、_____, aaBb、aabb。

②各种彩球组合之间的数量比是_____。

(5) 实验结论:

A__B__ : A__b__ : a__B__ : aabb 的数量比是_____, 符合孟德尔自由组合定律。

• 拓展链接 • ●●

1. 孟德尔与卡尔·威廉·内格里

卡尔·威廉·内格里是孟德尔所处年代的植物学权威, 他曾写信要求孟德尔用山柳菊进行实验, 检验孟德尔假说的正确性。这种植物大多进行无性生殖, 显然不是理想的实验材料。正如一位历史学家所言, “孟德尔和内格里的交往完全是一场灾难”。

能够检验孟德尔遗传定律的实验材料, 它们具有哪些共性? 面对权威的蔑视, 孟德尔是如何坚守自己的科研阵地的呢? 大家若对此感兴趣, 请以“孟德尔”或者“卡尔·威廉·内格里”为关键词搜索, 进一步学习。

2. 对性状分离比实验改进的思考

人教版的教材上设计的实验利用两个小桶分别模拟雌、雄配子, 用不同颜色的彩球模拟 D 或 d 基因。这样的模拟设置非常科学合理, 但是小桶和彩球成本较高, 携带或放置均有不便, 实际上我们可以换一种常见的道具——扑克牌, 也能很好地模拟探究性状分离比。我们可以用两副扑克牌分别模拟雌、雄配子, 用黑色(黑桃、梅花)和红色(方块、红桃)花色扑克牌分别模拟 D 和 d 基因。这样进行模拟实验, 取材和实验过程都很简单。具体如何操作, 请同学们仔细思考一下吧。

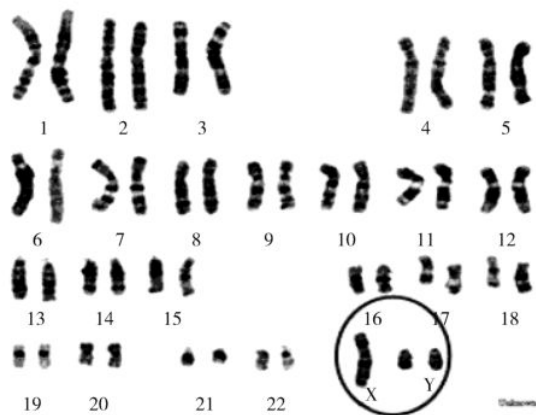
实验2

观察蝗虫精母细胞减数分裂固定装片

自主准备

· 材料阅读 ·

正常男性的精原细胞中只有一条 Y 染色体, XYY 综合征患者却有两条 Y 染色体。造成这一现象的原因, 可能是受精卵早期细胞分裂过程中 Y 染色体不分离, 也可能是减数分裂异常进行, 产生了带两条 Y 染色体的精子。该病存在偶发性, 与父母的关联性不大, 又被称为超男综合征。



XYY男性染色体组成

患病男性外观上与正常男性差不多, 只是牙齿可能比较大, 耳朵较为明显, 身材更高大, 智力则偏低, 注意力不集中, 容易动怒。每一千个新生男婴中大概有一人患此病, 美国每天大约有 5~10 个患儿出生。大多数患者可以生育下一代, 甚至后代的 Y 染色体数目正常。遗憾的是, 目前的医疗水平无法治疗 XYY 综合征。

思考: 1. 减数分裂各时期的特征分别是什么?

2. 在减数分裂过程中, 哪个时期出了问题, 可能导致 XYY 综合征的出现?

• 原理学习 •

1. 减数分裂是指进行_____生殖的真核生物,在产生成熟生殖细胞时进行的染色体数目_____的细胞分裂。在该过程中,染色体复制_____次,细胞连续分裂_____次,其结果是成熟生殖细胞中的染色体数目比原始生殖细胞的_____。

2. 减数分裂的过程

(1) 间期: DNA 分子进行_____,有关蛋白质进行合成。

(2) 减数第一次分裂

前期: _____染色体联会、配对形成_____。其中,部分_____发生交叉互换。

中期: _____排列在赤道板两侧。

后期: 同源染色体_____,非同源染色体_____,并移向两极。

末期: 同源染色体平均分配到两个子细胞中,染色体和 DNA 数目_____。

(3) 减数第二次分裂

前期: 染色体散乱分布。

中期: 染色体的_____排列在赤道板中央。

后期: _____分裂,染色单体为零,染色体数目_____并移向两极。

末期: 细胞一分为二。

3. 精、卵细胞的形成

(1) 人和其他哺乳动物的精子在_____中形成,经过减数分裂一个精原细胞形成_____个精细胞。精细胞需要经过_____才能成为精子。

(2) 人和其他哺乳动物的卵细胞在_____中形成,经过减数分裂一个卵原细胞形成_____个卵细胞和_____个极体。

【合作探究】

• 实验指导 •

对二倍体生物而言,减数第一次分裂存在同源染色体,而减数第二次分裂任何时期都没有同源染色体存在。若发现同源染色体位于赤道板两侧,则为 M I 中期;同源染色体若分离,非同源染色体自由组合,则为 M I 后期。若没有同源染色体,着丝点位于赤道板中央,则为 M II 中期;若着丝点分裂,染色单体为零,且不存在同源染色体,则为 M II 后期。

对于多倍体生物而言,减数第二次分裂的时候,可能同一个子细胞中,仍然存在同源染色体,只是染色体数目在减数第二次分裂前、中、末期比初级性母细胞中少一半。

操作平台

时间_____ 组别_____ 合作者_____

目的要求:

通过观察蝗虫精母细胞减数分裂固定装片, 识别减数分裂不同阶段的染色体的形态、位置和数目, 加深对减数分裂过程的理解。

材料用具:

蝗虫精母细胞减数分裂固定装片, 显微镜。

方法步骤:

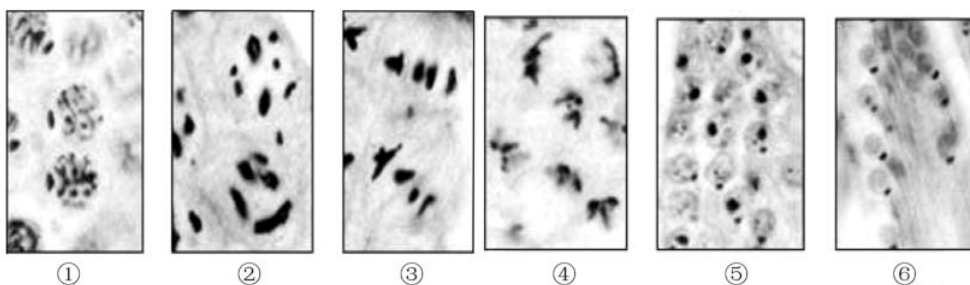
1. 在低倍显微镜下观察蝗虫精母细胞减数分裂固定装片。识别初级精母细胞、次级精母细胞和精细胞。

显微镜的操作顺序 (一)	
安装	(1) 取显微镜, 一手握镜臂, 一手托镜座
	(2) 将显微镜安放在实验桌略偏左, 距边缘适当距离的位置
对光	(1) 低倍物镜对准通光孔
	(2) 一只眼注视目镜, 另一只睁开
	(3) 调节反光镜和遮光器, 看到明亮的视野
低倍镜观察	(1) 标本放在载物台上, 压住, 正对通光孔中央
	(2) 眼看物镜, 调节粗准焦螺旋下降镜筒, 直到接近标本
	(3) 一只眼注视目镜, 调节粗准焦螺旋, 镜筒缓缓上升, 直到看清物像
	(4) 缓慢调节细准焦螺旋, 使看到的物像更加清晰

2. 先在低倍显微镜下依次找到 M I 中期、后期和 M II 中期、后期的细胞, 再在高倍镜下仔细观察染色体的形态、位置和数目。

显微镜的操作顺序 (二)	
高倍镜观察	(1) 将要观察的对象移到视野正中央
	(2) 转动转换器将低倍镜换成高倍镜
	(3) 调节细准焦螺旋, 直至看到清晰的物像

3. 根据观察结果, 尽可能多地绘制减数分裂不同时期的细胞简图。



①减数第一次分裂开始 ②四分体时期 ③减数第一次分裂时，染色体排列在赤道板上 ④减数第二次分裂时，染色体向两极移动 ⑤精细胞 ⑥正在形成中的精子

【交流评价】

1. 实验结果：

(1) 画出观察到的细胞简图，标出细胞所处的分裂时期。

(2) 为什么装片中绝大多数细胞处于细胞分裂的间期呢？

2. 如何判断显微镜视野中的某个细胞是处于减数第一次分裂时期, 还是处于减数第二次分裂时期? 减数第一次分裂与减数第二次分裂相比, 中期细胞中染色体的不同点是什么? 末期呢?

3. 我们是通过比较同一时刻同一种生物不同细胞的染色体特点, 来推测一个精母细胞在不同分裂时期的染色体变化的。这一做法能够成立的逻辑前提是什么?

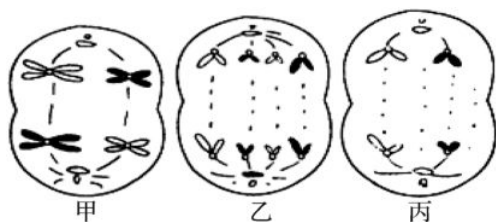
4. 一块固定装片中通常只存在 3~4 个分裂时期, 想尽快观察到减数分裂的各个时期, 该怎样进行小组之间的合作?

5. 我(我们组)在实验中遇到的问题是什么? 原因有哪些?

【方法应用】

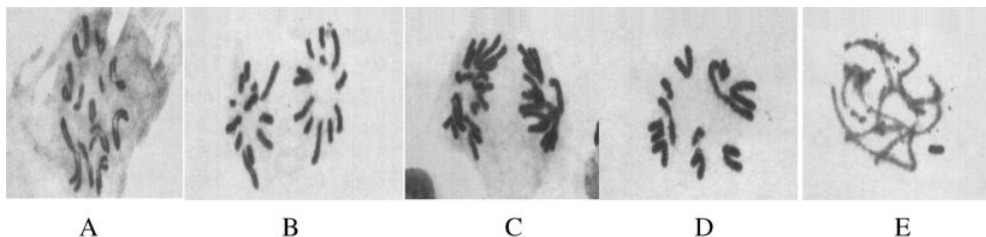
● 基本方法 ●

1. 制作装片的精母细胞取自蝗虫的哪个部位 ()
A. 卵巢 B. 精巢
C. 大脑 D. 肝脏
2. 通过减数分裂和变形, 精子中的染色体数目与精原细胞相比 ()
A. 不变 B. 减半
C. 加倍 D. 无法确定
3. 在显微镜下观察初级精母细胞时, 不可能看到的是 ()
A. 同源染色体联会、配对
B. 同源染色体分离
C. 着丝点位于赤道板中央
D. 非同源染色体自由组合
4. 在显微镜下观察次级精母细胞时, 不可能看到的是 ()
A. 染色单体为零
B. 染色体数目加倍
C. 着丝点分裂
D. 同源染色体位于赤道板两侧
5. 卵细胞和精子形成过程中, 主要区别是 ()
A. 同源染色体是否联会、配对, 形成四分体
B. 细胞质的分配是否均匀
C. 染色体复制次数是否相同
D. 细胞分裂次数是否相同
6. 4 个精原细胞和 2 个卵原细胞经过减数分裂, 形成 ()
A. 16 个精细胞和 16 个卵细胞
B. 16 个精细胞和 2 个卵细胞
C. 8 个精细胞和 2 个卵细胞
D. 8 个精细胞和 8 个卵细胞
7. 人的体细胞有 23 对染色体, 那么在人的初级卵母细胞中有多少个染色体和四分体 ()
A. 46; 23 B. 23; 46
C. 46; 46 D. 23; 0
8. 下图中甲、乙、丙三图分别表示某种生物的三个正在进行分裂的细胞, 以下说法不正确的是 ()



- A. 甲细胞正在进行减数第一次分裂, 该动物为雄性
 B. 乙细胞正在进行减数第二次分裂, 该动物为雌性
 C. 丙细胞在进行减数第二次分裂, 该动物为雄性
 D. 乙细胞处于有丝分裂后期, 该动物为雄性

9. 雄蝗虫 ($2N=23$) 有 11 对常染色体, 性染色体只有 1 条 X 染色体, 产生的精子有两种: 含 X 染色体的精子和不含 X 染色体的精子。其染色体均为端着丝粒染色体, 其形态如下图所示。图 A~E 为某小组观察蝗虫精母细胞减数分裂固定装片时的一组图像, 请据图回答:



- (1) 在这些图像中属于初级精母细胞的是_____；含有姐妹染色单体的细胞是_____；不含同源染色体的细胞是_____。
 (2) 正在进行染色体交叉互换的是_____。
 (3) A 图中含有染色体_____条, 染色单体_____条, DNA 分子_____个。
 (4) C 图细胞所处的时期为减数第_____次分裂_____期, 原因是: _____。

应用创新

图 1 表示某动物精巢内细胞分裂不同时期染色体、染色单体和 DNA 分子数目的比例, 图 2 表示同种动物体内处于细胞分裂不同时期的细胞图像。请据图分析回答下面的问题。