



## 第2讲



## 孟德尔的豌豆杂交实验(二)



自主回顾

感悟教材 学与思

ZIZHUHUIGU

GANWUJIAOCAIXUEYUSI

(相应学生用书P85)

## 知识梳理

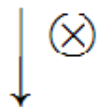
### 一、两对相对性状的杂交试验

#### 1. 过程与结果

P 黄圆 × 绿皱



F<sub>1</sub> 黄圆



F<sub>2</sub> 黄圆 : 黄皱 : 绿圆 : 绿皱

分离比: 9 : 3 : 3 : 1



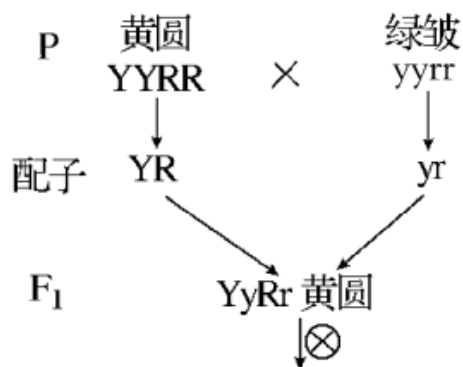
## 2. 理论解释——假说

### (1) 解释

① F<sub>1</sub>产生配子时，每对遗传因子彼此分离，不同对的遗传因子可以自由组合，这样F<sub>1</sub>产生雌雄配子各4种类型，且数目相等。

② 受精时雌雄配子随机结合，结合方式共16种，F<sub>2</sub>中共有基因型9种，表现型4种，数量比为9：3：3：1。

### (2) 图解





		F <sub>1</sub> ♀配子			
		YR	Yr	yR	yr
F <sub>1</sub> ♂配子	F <sub>2</sub>				
	YR	<u>YYRR</u> 黄圆	YYRr 黄圆	YyRR 黄圆	YyRr 黄圆
	Yr	<u>YYRr</u> 黄圆	<u>YYrr</u> 黄皱	YyRr 黄圆	Yyrr 黄皱
	yR	YyRR 黄圆	YyRr 黄圆	<u>yyRR</u> 绿圆	yyRr 绿圆
Yr	<u>YyRr</u> 黄圆	Yyrr 黄皱	yyRr 绿圆	<u>Yyrr</u> 绿皱	



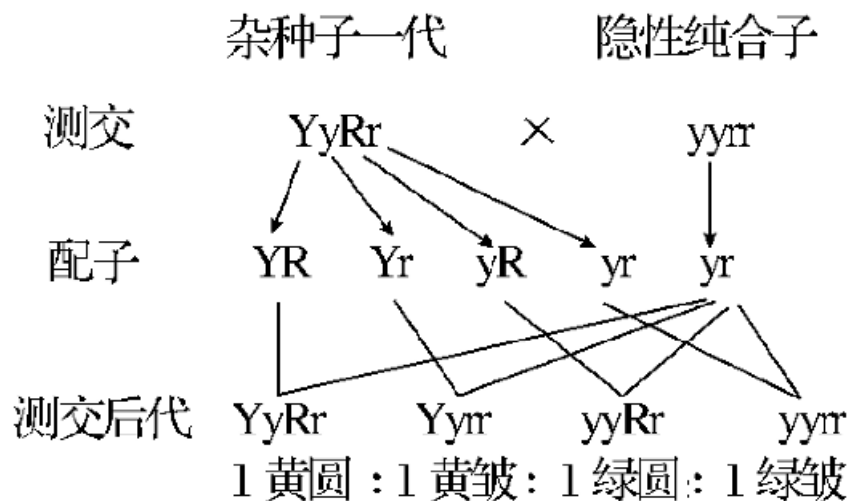
**问题探究1:** 在两对相对性状的杂交试验中, 每对相对性状是否符合分离定律?  
?

**提醒:** 符合。



### 3. 测交试验(演绎与验证)

#### (1)过程及成果



(2)结论: 测交成果与预期相符, 证明了 $F_1$ 产生了4种配子,  $F_1$ 产生配子时, 决定同一性状的成对遗传因子彼此分离, 非同源染色体上的决定不同性状的遗传因子自由组合, 并进入不同的配子中。



**问题探究2：**为何测交能判断未知亲本的基因型？

**提醒：**测交是用未知亲本与隐性纯合子交配，隐性纯合子只能产生一种双隐性配子，所以，经过测交后裔的体现型及其种类就能判断测交后裔的基因型及其种类，进一步得到未知亲本产生配子的种类，最终拟定其基因型(遗传因子构成)。



## 二、自由组合定律的实质

1. 位于非同源染色体上的**非等位基因**的分离和组合是互不干扰的。
2. 在减数分裂过程中，同源染色体上的**等位基因**彼此在分离的同步，**非同源染色体上**的非等位基因自由组合。

## 三、孟德尔取得成功的原因

1. 正确选用**试验材料**。
2. 对性状分析是由**一对到多对**，遵照由单原因到多原因的研究措施。
3. 对实现成果进行**统计学**分析。
4. 科学地设计了试验程序。





## 自主检测

### 一、判断题

1. 孟德尔的豌豆杂交试验(二)没有应用假说—演绎法。( )

**【解 析】**

孟德尔的豌豆杂交与试验(二)同孟德尔的豌豆杂交试验(一)一样,应用了假说—演绎法。

**【答案】** ×

2. 在孟德尔两对相对性状的杂交试验中,重组类型即 $F_2$ 中与 $F_1$ 性状不同的类型。( )

**【解析】** 重组类型是指 $F_2$ 中与亲本性状不同的类型。

**【答案】** ×

3. 在孟德尔两对相对性状的杂交试验中, $F_2$ 纯合 $\frac{1}{4}$ 体占 $\frac{1}{4}$ 。( )

**【解析】** 同型配子结合为纯合体,即 $1/16 \times 4 = 1/4$



4. 两对相对性状的纯合亲本杂交， $F_2$ 重组类型占 $6/16$ 。( )

**【解析】** 两对相对性状的纯合亲本进行杂交， $F_2$ 重组类型占 $6/16$ 或 $10/16$ ，原因是，两对相对性状的纯合亲本杂交有两种杂交组合：① $AABB \times aabb$  ② $AAbb \times aaBB$ 。

**【答案】** ×

5. 位于非同源染色体上的非等位基因的分离和组合是互不干扰的。( )

**【答案】** √

6. 在减数分裂过程中，在等位基因分离的同时，非等位基因自由组合。( )

**【答案】** ×



## 二、选择题

7. (2023·临沂模拟)下列有关遗传的论述中,正确的是( )

A. 位于非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰

的

B. 两对相对性状遗传时分别符合基因分离定律,则这两对相对性状遗传一定符合基因自由组合定律

C. 根据基因的分离定律,减数分裂过程中产生的雌、雄配子数目比为1:1

D. 杂交后裔出现性状分离,且分离比为3:1,就一定为常染色体遗传

### 【 解 析 】

两对相对性状遗传时分别符合基因分离定律,这两对基因若位于一对同源染色体上,就不遵照基因自由组合定律;减数分裂过程中产生的雌、雄配子数目不相等,一般是雄配子数远多于雌配子数。



8. 用具有两对相对性状的两纯种豌豆作亲本杂交取得 $F_1$ ， $F_1$ 自交得 $F_2$ ， $F_2$ 中黄色圆粒、黄色皱粒、绿色圆粒、绿色皱粒的百分比为9: 3: 3: 1，与 $F_2$ 出现这么的百分比无直接关系的是( )

- A. 亲本必须是纯种黄色圆粒豌豆与纯种绿色皱粒豌豆
- B.  $F_1$ 产生的雄、雌配子各有4种，百分比为1: 1: 1: 1
- C.  $F_1$ 自交时4种类型的雄、雌配子的结合是随机的
- D.  $F_1$ 的16种配子结合方式都能发育成新个体



**【解析】** 具有两对相对性状的纯种个体杂交， $F_2$  中出现性状分离比为9:3:3:1的现象，其中亲本除了能够是纯种黄色圆粒与纯种绿色皱粒外，也能够是纯种黄色皱粒与纯种绿色圆粒； $F_1$  产生的雄、雌配子各有4种，百分比应为1:1:1:1； $F_1$  自交时雄、雌配子的结合必须是随机的，且不同种配子结合方式都能发育良好。

**【答案】** A



9. (2023·北京高考)决定小鼠毛色为黑(B)/褐(b)色、有(s)/无(S)白斑的两对等位基因分别位于两对同源染色体上。基因型为BbSs的小鼠间相互交配, 后裔中出现黑色有白斑小鼠的百分比是( )

- A. 1/16
- B. 3/16
- C. 7/16
- D. 9/16

**【解析】**因为BbSs的小鼠相互交配, 后裔类型为: 3:3:3:1, 其黑色有白斑鼠(基因型为B\_ss)的百分比为

6。

**【答案】** B



10. 基因的自由组合定律发生于下图中哪个过程( )

AaBb 1AB: 1Ab: 1aB: 1ab 雌雄配子随机结合 子代9种基因型4

种体现型

A. ①

B. ②

C. ③

D. ④

【 解 析 】

基因的自由组合定律的实质是在减数分裂过程中，非同源染色体上的非等位基因伴随非同源染色体的组合而自由组合。

【答案】 A



### 三、非选择题

11. (2023·福建高考)已知桃树中, 树体乔化与矮化为一对相对性状(由等位基因D、d控制), 蟠桃果形与圆桃果形为一对相对性状(由等位基因H、h控制), 蟠桃对圆桃为显性。下表是桃树两个杂交组合的试验统计数据:

亲本组合		后代的表现型及其株数			
组别	表现型	乔化蟠桃	乔化圆桃	矮化蟠桃	矮化圆桃
甲	乔化蟠桃 × 矮化圆桃	41	0	0	42
乙	乔化蟠桃 × 乔化圆桃	30	13	0	14





(1)根据组别\_\_\_\_\_的成果，可判断桃树树体的显性性状为\_\_\_\_\_。

(2)甲组的两个亲本基因型分别为\_\_\_\_\_。

(3)根据甲组的杂交成果可判断，上述两对相对性状的遗传不遵照自由组合定律。理由是：假如这两对性状的遗传遵照自由组合定律，则甲组的杂交后裔应出现\_\_\_\_\_种体现型，百分比应为\_\_\_\_\_。



(4)桃树的蟠桃果形具有较高的欣赏性。已知既有蟠桃树种均为杂合子，欲探究蟠桃是否存在显性纯合致死现象(即HH个体无法存活)，研究小组设计了下列遗传试验，请补充有关内容。

试验方案：\_\_\_\_\_，分析比较子代的体现型及百分比；

预期试验成果及结论：

①假如子代\_\_\_\_\_，

则蟠桃存在显性纯合致死现象；

②假如子代\_\_\_\_\_，

则蟠桃不存在显性纯合致死现象。



(1)  $dHh$ 和 $hh$ (3)  $11$ (4)  $4HH2/4Hh1/4hh$

1。



**【答案】** (1)乙 乔化 (2) $DdHh$ 、 $ddhh$

(3)4 1: 1: 1: 1 (4)蟠桃( $Hh$ )自交(蟠桃与蟠桃杂交)

①体现型为蟠桃和圆桃，百分比为2: 1

②体现型为蟠桃和圆桃，百分比为3: 1



互动探究

核心突破 导与练

HUDONGTANJIU HEXINTUPODAOYULIAN

(相应学生用书P86)

### 考点1 两对相对性状的遗传试验分析与基因的自由组合定律

#### 1. 实验分析

P YYRR(黄圆) × yyrr(绿皱)



F<sub>1</sub> YyRr(黄圆)

⊗ ↓ →  $\begin{cases} Yy \times Yy \rightarrow 1YY : 2Yy : 1yy \\ Rr \times Rr \rightarrow 1RR : 2Rr : 1rr \end{cases}$

F<sub>2</sub>



	1YY(黄) 2Yy(黄)	1yy(绿)
1RR(圆) 2Rr(圆)	1YYRR 2YyRR 2YYRr 4YyRr (黄圆)	1yyRR 2yyRr (绿圆)
1rr(皱)	1YYrr 2Yyrr (黄皱)	1yyrr(绿皱)



2. 相关结论:  $F_2$  共有 16 种组合, 9 种基因型, 4 种表现型

(1) 表现型 {

- 双显性状( $Y\_R\_$ ) 占  $9/16$
- 单显性状( $Y\_rr + yyR\_$ ) 占  $3/16 \times 2$
- 双隐性状( $yyrr$ ) 占  $1/16$
- 亲本类型( $Y\_R\_ + yyrr$ ) 占  $10/16$
- 重组类型( $Y\_rr + yyR\_$ ) 占  $6/16$

(2) 基因型 {

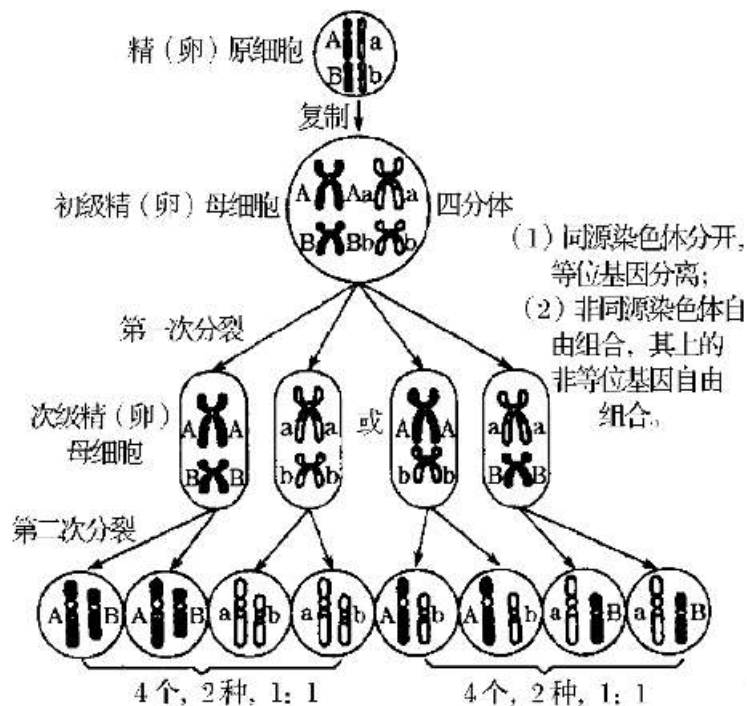
- 纯合子( $YYRR + YYrr + yyRR + yyrr$ )  
共占  $1/16 \times 4$
- 双杂体( $YyRr$ ) 占  $4/16$
- 单杂体( $YyRR + YYRr + Yyrr + yyRr$ )  
共占  $2/16 \times 4$



### 3. 自由组合定律的细胞学基础

(1)实质：等位基因分离的同步，位于非同源染色体上的非等位基因自由组合。

#### (2)细胞学基础——配子的产生







由上图可看出， $F_1(AaBb)$ 个体能产生AB、Ab、aB、ab 4种数量相等的配子。

### 5. 孟德尔遗传规律的合用范围

(1)合用生物类别：真核生物，凡原核生物及病毒的遗传均不遵照此规律。

(2)遗传方式：细胞核遗传，真核生物的细胞质遗传不遵照此规律。

(3)发生时间：进行有性生殖的生物经减数分裂产生配子时，减数第一次分裂后期，随同源染色体分开等位基因分离(基因的分离定律)，而随非同源染色体的自由组合非同源染色体上的非等位基因也自由组合(基因的自由组合定律)。在进行有丝分裂或无性生殖的过程中不发生这两大规律。



典

例

1

(1)已知玉米子粒黄色对红色为显性，非甜对甜为显性。纯合的黄色非甜玉米与红色甜玉米杂交得到  $F_1$ ， $F_1$  自交或测交，下列预期成果不正确的是( )

A. 自交成果中黄色非甜与红色甜百分比为9: 1

B. 自交成果中黄色与红色百分比3: 1，非甜与甜百分比为3:

1

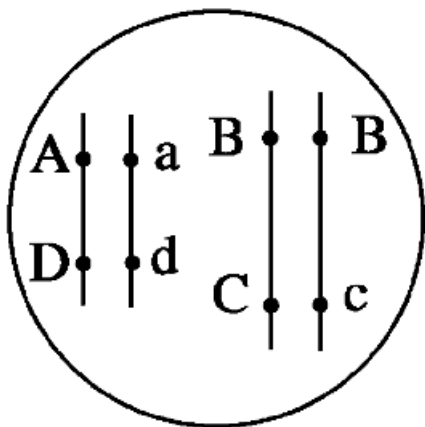
C. 测交成果中红色甜: 黄色非甜: 红色非甜: 黄色甜百分比为9: 3: 1: 1

D. 测交成果为红色与黄色百分比1: 1，甜与非甜百分比为1:

1



(2)(2023·济南模拟)据图,下列选项中不遵照基因自由组合定律的是( )



A.  $\frac{A}{a}$  与  $\frac{D}{d}$

B.  $\frac{B}{B}$  与  $\frac{A}{a}$

C.  $\frac{A}{a}$  与  $\frac{C}{c}$

D.  $\frac{C}{c}$  与  $\frac{D}{d}$



## 【 解 析 】

(1)两对等位基因控制两对相对性状的遗传,符合基因的自由组合定律(不考虑连锁互换)。显性纯合子与双隐性纯合子杂交得 $F_1$ ,其基因型是 $AaBb$ 。让 $F_1$ 自交, $F_2$ 有16种组合,9种基因型,4种体现型,双显性性状和双隐性性状分别占 $9/16$ 和 $1/16$ ,就一对看显性:1;让 $F_1$ 测交,有4种基因型,4种体现型,比例为 $1:1:1:1$ ,就一对看显性:1。

(2)自由组合定律为非同源染色体上的非等位基因的传递规律。

**【答案】** (1)C (2)A



## 规律方法

### 1. $F_2$

中亲本类型指试验所用的纯合显性和纯合隐性亲本即黄圆和绿皱，重组类型是指黄皱、绿圆。

2.  $(Yr)(yR)$  则  $(rr)(R_)$   $69/1610/16$   $(rr)(R_)$   $63/166/1$

6。

### 3. 基因自由组合定律与分离定律的关系

#### (1) 两大基本遗传定律的区别



项目 \ 定律	分离定律	自由组合定律
研究性状	一对	两对或两对以上
• 控制性状的等位基因	一对	两对或两对以上
等位基因与染色体关系	位于一对同源染色体上	分别位于两对或两对以上同源染色体上
• 细胞学基础(染色体的活动)	减 I 后期同源染色体分离	减 I 后期非同源染色体自由组合
遗传实质	等位基因分离	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 非同源染色体上</li> <li>• 非等位基因之间</li> <li>• 的自由组合</li> </ul>



$F_1$	基因对数	1	$n(n \geq 2)$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>配子类型</li> <li>及其百分比</li> </ul>	2 1: 1	$2^n$ 数量相等
$F_2$	配子组合数	4	$4^n$
	基因型种类	3	$3^n$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>体现型种类</li> </ul>	2	$2^n$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>体现型比</li> </ul>	3: 1	$(3: 1)^n$
$F_1$ 测交 子代	基因型种类	2	$2^n$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>体现型种类</li> </ul>	2	$2^n$
	<ul style="list-style-type: none"> <li>体现型比</li> </ul>	1: 1	数量相等



## (2) 联络

①发生时间：两定律均发生于减 I 后期，是同步进行，同步发挥作用的。

②有关性：非同源染色体上非等位基因的自由组合是在同源染色体上等位基因分离的基础上实现的，即基因分离定律是自由组合定律的基础。

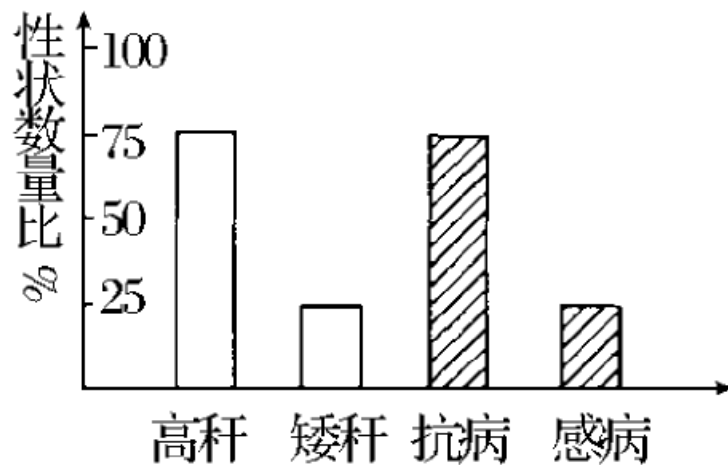
③范围：两定律均为真核生物细胞核基因在有性生殖中的传递规律。





## 举一反三

1. (2023·济南模拟)水稻高秆(T)对矮秆(t)为显性,抗病(R)对感病(r)为显性,这两对基因在非同源染色体上。现将一株体现型为高秆抗病的植株的花粉授给另一株体现型相同的植株,所得后裔体现型如图所示。根据以上试验成果,判断下列论述错误的是( )





- A. 以上后裔群体的体现型有4种
- B. 以上后裔群体的基因型有9种
- C. 以上两株亲本能够分别经过不同杂交组合取得
- D. 以上两株体现型相同的亲本，基因型不相同

**【 解 析 】**

根据题意可知，每对性状的分离比都是3: 1，所以杂交亲本的基因型为TtRr、TtRr，上述答案中D项错。

**【答案】 D**



2. (2023·福州模拟)假如已知子代基因型及百分比为1YYRR: 1YYrr: 1YyRR: 1Yyrr: 2YYRr: 2YyRr, 而且也懂得上述成果是按自由组合定律产生的。那么亲本的基因型是( )

- A. YYRR×YYRr
- B. YYRr×YyRr
- C. YyRr×YyRr
- D. YyRR×YyRr

**【 解 析 】**

因为子代中,  $YY : Yy = (1 + 1 + 2) : (1 + 1 + 2) = 1 : 1$ ,  $RR : Rr : rr = (1 + 1) : (2 + 2) : (1 + 1) = 1 : 2 : 1$ , 故亲本基因型为YYRr×YyRr。

**【答案】** B



3. (2023·河北质量监测(一))假如水稻高秆(D)对短秆(d)为显性,抗稻瘟病(R)对易感稻瘟病(r)为显性,两对性状独立遗传,用一种纯合易感病的矮秆品种(抗倒伏)与一纯合抗病高秆品种(易倒伏)杂交得到 $F_1$ ,  $F_1$ 自交得到 $F_2$ 。下列说法不正确的是( )

A. 该育种措施的原理是基因重组

B. 以秋水仙素处理 $F_1$ 只能得到1种体现型的后裔

C. 利用  $F_1$

的花药进行离体培养能够提前取得既抗病又抗倒伏的纯合子

D.  $F_2$

中既抗病又抗倒伏类型的基因型为ddRR和ddRr, 所占百分比分别为1/6、1/8



**【解析】**

利用单倍体育种措施： $F_1$ 的花药进行离体培养对单倍体幼苗进行秋水仙素处理，能够提前取得既抗病又抗倒伏类型。

**【答案】 C**



## 考点2 用分离定律处理自由组合问题

**1.原理：**因为任何一对同源染色体上的任何一对等位基因，其遗传时总遵照分离定律，所以，可将多对等位基因的自由组合现象分解为若干个分离定律问题(互为独立事件)分别分析，最终将各组情况进行组合。

### 2. 应用

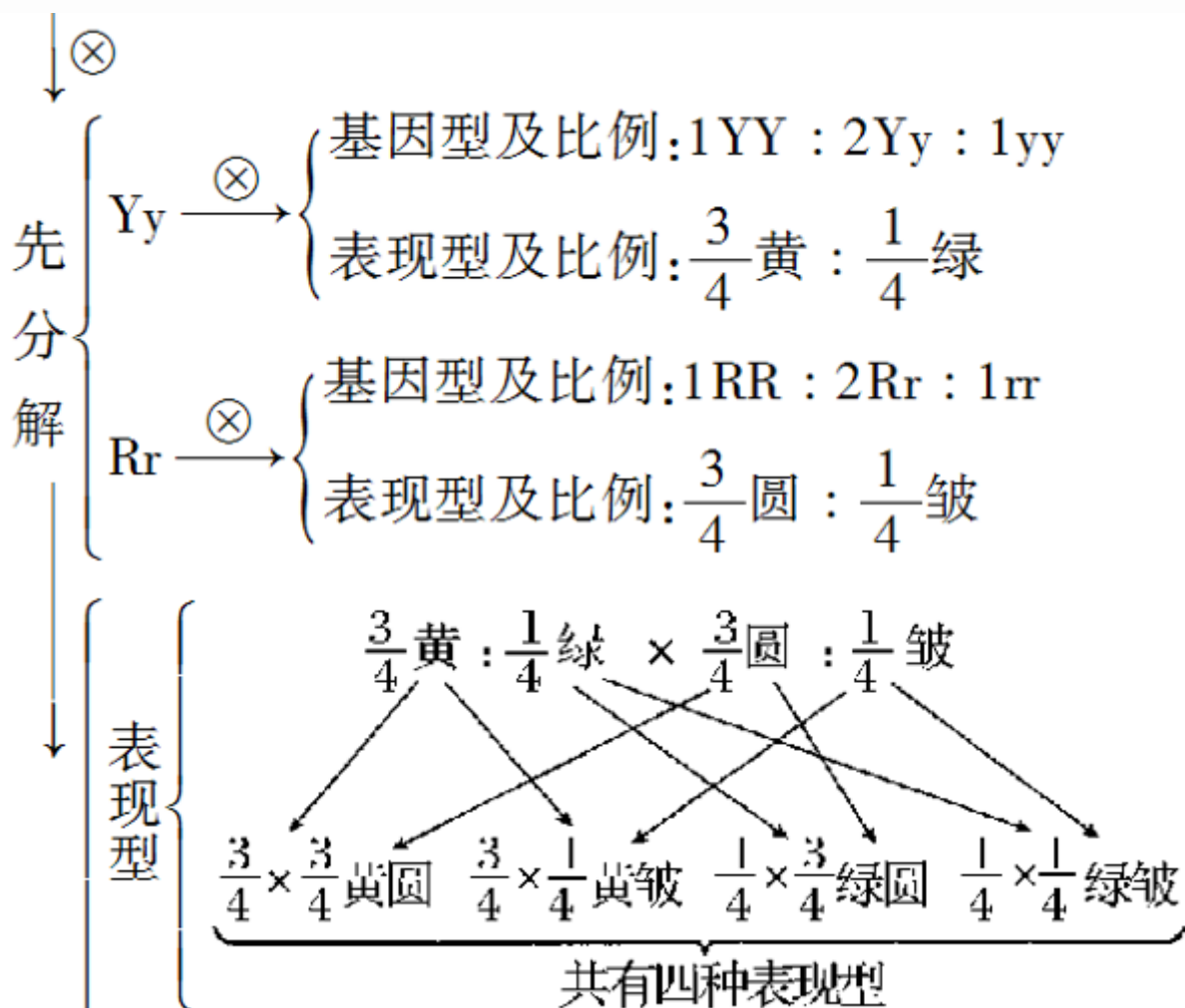
#### (1)有关基因自由组合的计算问题

将问题分解为多种1对基因(相对性状)的遗传问题并按分离定律分析→利用乘法原理组合出后裔的基因型(或体现型)及概率。



示例:

$F_1 (YyRr)$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/725331001133011324>