

第2章

基因和染色体的关系

第1节 减数分裂和受精作用

第1课时 减数分裂



对点上分

- 1. C** 【解析】同源染色体在减数分裂Ⅰ前期会发生联会,即能联会的两条染色体是一对同源染色体,**A 正确**。姐妹染色单体是指一条染色体复制后形成的由同一个着丝粒连接的两条染色单体;非姐妹染色单体是指一对同源染色体中不同染色体上的染色单体;题图中的1和2、3和4均互为姐妹染色单体,1和3、1和4、2和3、2和4均互为非姐妹染色单体,**B 正确**。题图中发生同源染色体联会,只发生在减数分裂Ⅰ,有丝分裂过程中不发生,**C 错误**。题图包括1对同源染色体,在减数分裂Ⅰ形成1个四分体,每对同源染色体含有2条染色体、4条染色单体,**D 正确**。
- 2. A** 【解析】若减数第一次分裂时发生染色体互换,则一个精原细胞经分裂可能会产生四种精细胞,但一个卵原细胞经分裂仍然只能产生一种卵细胞,**A 错误**;卵细胞形成过程中,初级卵母细胞和次级卵母细胞都能发生细胞质的不均等分裂,**B 正确**;精子与卵细胞形成过程中,染色体都要在减数分裂前的间期发生复制,且都经过减数分裂Ⅰ和减数分裂Ⅱ两个过程,**C 正确**;精子的形成过程中,精细胞需要经过复杂的变形才能成为精子,但卵细胞的形成过程不需要变形,**D 正确**。
- 3. D** 【解析】由题图可知,该细胞中的同源染色体发生联会形成四分体,处于减数第一次分裂前期,因此该细胞为初级精母细胞,**A 正确**;据题图可知,题图中有两对同源染色体,2个四分体,8条染色单体,**B 正确**;该细胞继续分裂会发生同源染色体分离、非同源染色体自由组合,即1与2分离、3与4分离,1与3或1与4自由组合,**C 正确**;该细胞处于减数第一次分裂,在后期会发生同源染色体分离,因此分裂产生的子细胞中染色体数目减半,但获得的2条染色体并不属于1对同源染色体,**D 错误**。
- 4. D** 【解析】由题图可知,该细胞处于减数分裂Ⅱ后期,且细胞质不均等分裂,为次级卵母细胞,不含同源染色体和染色单体,其分裂后形成1个卵细胞和1个极体,**A、B 错误,D 正确**;同源染色体的分离、非同源染色体的自由组合发生在减数分裂Ⅰ后期,不发生在题图细胞所处时期,**C 错误**。
- 5. C** 【解析】在观察蝗虫精母细胞减数分裂装片时,应先在低倍镜下找到待观测对象,再在高倍镜下进行观察,在高倍镜下不能使用粗准焦螺旋,**A 错误**;处于减数分裂Ⅱ后期的细胞不含同源染色体,**B 错误**;减数分裂Ⅰ中期,联会的同源染色体排列在赤道板两侧,故若同学丙发现某细胞中同源染色体排列在赤道板两侧,表明该细胞目前尚未完成减数分裂Ⅰ,**C 正确**;减数分裂Ⅰ

前的间期进行 DNA 的复制,即 DNA 的复制不发生在减数分裂 II 前期的前一时期,D 错误。



能力上分

1. **C** 【解析】题图甲细胞中没有同源染色体,染色体的着丝粒排列在赤道板上,所以该细胞处于减数第二次分裂中期,为次级精母细胞,图乙细胞中没有同源染色体和染色单体,为精细胞,因此动物的睾丸中可能同时出现甲、乙两种细胞,A 正确,C 错误;根据图中染色体的形态和颜色可确定,分裂过程中发生了染色体片段的交换,B 正确;甲细胞处于减数第二次分裂中期,分裂结束不会产生两个乙细胞,因为乙细胞的染色体情况与甲细胞有较大的差异,即乙细胞来自另一个次级精母细胞,D 正确。
2. **D** 【解析】题图甲表示的细胞分裂方式可以为有丝分裂,也可以为减数分裂,A 正确;题图甲 CD 段形成的原因是着丝粒分裂,姐妹染色单体随之分开,B 正确;题图甲 BC 段表示每条染色体上含有 2 个 DNA 分子,说明该阶段染色体已复制,存在姐妹染色单体,C 正确;题图乙所示细胞处于减数分裂 I 后期,且细胞质均等分裂,是初级精母细胞,据此可推知该生物的性别为雄性,该细胞所处时期对应题图甲的 BC 段,D 错误。
3. **B** 【解析】题图中 1 所代表的时期细胞中核 DNA 分子数和染色体数均与体细胞相同,且不含染色单体,所以对应细胞可为精原细胞或卵原细胞,也可表示处于减数分裂 II 后期和末期的次级精母细胞、次级卵母细胞;题图中 2 所代表的时期细胞中核 DNA 分子数加倍,但染色体数没有增加,染色单体数与核 DNA 分子数相同,对应细胞可为初级精母细胞或初级卵母细胞;题图中 3 所代表的时期细胞中核 DNA 分子数与体细胞的相同,染色单体数与核 DNA 分子数相同,染色体数为体细胞的一半,所以对应细胞可为次级精母细胞、次级卵母细胞或第一极体;题图中 4 所代表的时期细胞中核 DNA 分子数和染色体数均为体细胞的一半,不含染色单体,所以对应细胞可为精细胞(精子)、卵细胞或第二极体。综上所述,B 符合题意。
4. **ABD**

题目简析

分析题图可先找出表示染色单体的图例,细胞分裂过程中,始终存在染色体和核 DNA,但有的时期不存在染色单体,因此物质②为染色单体;细胞内存在染色单体时,染色单体的数量始终与核 DNA 数量相同,因此物质③为核 DNA,物质①为染色体。

【解析】由题目简析可知,A 正确。据题图可知,处于 I 阶段的细胞中不含染色单体,且染色体数为 8,与果蝇体细胞中染色体数相等,因此 I 阶段表示减数分裂 II 后期或末期,该时期不含同源染色体;处于 IV 阶段中的细胞不含染色单体,且染色体数为 4,是体细胞中染色体数的一半,因此 IV 阶段的细胞为精细胞,不含同源染色体,B 正确。处于 II 阶段的细胞中含有染色单体,且其核 DNA 数为体细胞的 2 倍,因此有同源染色体,且染色体数与体细胞相等,故表示减数分裂 I 时期,只含有 1 条 Y 染色体;处于 III

阶段的细胞中,染色体数是体细胞的一半,含有染色单体,因此该阶段表示减数分裂Ⅱ的前期或中期,细胞中可能含有1条Y染色体或不含Y染色体,**C 错误**。结合C项分析,Ⅱ阶段是减数分裂Ⅰ时期,若细胞处于减数分裂Ⅰ前期,则含有4个四分体,16条染色单体,**D 正确**。

- 5. B 【解析】**正常情况下,初级卵母细胞在减数分裂Ⅰ后期时,染色体的两条姐妹染色单体不发生分离,**A 错误**;父亲的一个初级精母细胞在减数分裂Ⅰ后期同源染色体X与Y未分离,会形成基因型为 X^BY 的精子,该精子与正常含 X^b 的卵细胞结合,就会形成基因型为 X^BX^bY 的受精卵,即可产生克氏综合征患者,**B 正确**;若为卵细胞异常所致,则应为母亲的一个初级卵母细胞在减数分裂Ⅰ后期同源染色体 X^B 与 X^b 未分离,减数分裂Ⅱ后期姐妹染色单体正常分开,形成基因型为 X^BX^b 的卵细胞,并与正常含Y的精子结合形成基因型为 X^BX^bY 的受精卵,**C 错误**;父亲的一个次级精母细胞在减数分裂Ⅱ后期X染色体的两条姐妹染色单体未分离,会形成含 X^BX^B 或不含性染色体的异常精子,与卵细胞结合不会形成基因型为 X^BX^bY 的个体,**D 错误**。

第2课时 受精作用



对点上分

- 1. C 【解析】**若Aa和Bb位于1对同源染色体上,若发生染色体互换,则该个体的1个精原细胞可能会产生4种类型的精子,**A 正确,C 错误**;若Aa和Bb位于2对同源染色体上,则它们的遗传遵循基因的自由组合定律,该个体会产生4种类型的精子,**B 正确**;若Aa和Bb位于2对同源染色体上,若减数分裂过程中发生染色体互换,1个精原细胞可能产生4种类型的精子,**D 正确**。
- 2. C 【解析】**联会时,同源染色体(大小相同,颜色不同代表来源不同)配对,**A 正确**;染色体互换发生在同源染色体的非姐妹染色单体之间,模型中用大小相同、颜色不同的橡皮泥区分同源染色体,可模拟染色体互换,**B 正确**;减数分裂Ⅰ后期,同源染色体分离,非同源染色体自由组合,移向细胞同一极的橡皮泥颜色可能相同(如移向细胞同一极的染色体均来自父亲),**C 错误**;减数分裂Ⅱ后期,姐妹染色单体分开,移向细胞同一极的染色体若为同一来源,则橡皮泥的颜色可能相同,**D 正确**。
- 3. C 【解析】**受精后受精卵的染色体数目恢复到本物种体细胞的染色体数目,其中有一半的染色体来自精子(父方),一半的染色体来自卵细胞(母方),**A、D 正确**;受精时,一个卵细胞一般只能与一个精子结合形成受精卵,**B 正确**;由题意可知,受精卵中的细胞质主要来自卵细胞,**C 错误**。

4. D

题目简析 由题意可知,当卵细胞与精子融合后,卵细胞会特异性表达和分泌 BF_1 蛋白和 BF_2 蛋白,这两种蛋白质能避免受精卵再度与精子融合,有利于维持生物前后代染色体数目的恒定。

【解析】细胞膜上的糖蛋白,与细胞之间的识别等有关,因此精子与卵细胞的识别和融合,与细胞膜的信息交流功能有关,**A 错误**;减数分裂实现了非同源染色体上的非等位基因的自由组合,**B 错误**;多精入卵会导致子代有来自卵细胞和多个精子的染色体,破坏亲子代之间遗传信息的稳定性,不会导致产生双胞胎甚至多胞胎,**C 错误**; BF_1 和 BF_2 两种蛋白质能避免受精卵再度与精子融合,有利于维持生物前后代染色体数目的恒定,**D 正确**。

易错警示 受精过程是雌、雄配子之间的随机结合,非同源染色体上的非等位基因的自由组合只发生在减数分裂 I 后期。

5. A 【解析】减数分裂中导致配子多样性的主要原因是非同源染色体的自由组合和同源染色体的非姐妹染色单体之间片段的交换,而非“同源染色体组合的多样性”,同源染色体在减数第一次分裂时配对并分离,其组合方式固定,**A 错误**;受精作用中,卵细胞和精子的随机结合增加了配子组合的可能性,导致同一双亲的后代呈现多样性,**B 正确**;有性生殖过程产生后代的多样性有利于生物适应多变的自然环境,**C 正确**;减数分裂使配子的染色体数目减半,受精作用使染色体数目恢复到本物种体细胞中的数目,减数分裂和受精作用保证了每种生物前后代染色体数目的恒定,维持了生物遗传的稳定性,**D 正确**。

知识小记

	遗传的稳定性	遗传的多样性
配子形成	减数分裂形成的配子中染色体数目减半,而且每个配子中的染色体是一整套非同源染色体的组合	在减数分裂过程中,四分体时期同源染色体非姐妹染色单体间相应片段的互换以及减数分裂 I 时非同源染色体的自由组合,都导致配子中染色体组合的多样性
受精作用	卵细胞和精子的结合,使受精卵中的染色体数目又恢复到体细胞中的数目,生物体的性状是由染色体上的遗传物质控制的,因此,染色体数目的恒定维持了遗传的稳定性	卵细胞和精子的随机结合,进一步增加了受精卵中染色体组合的多样性,因而增加了遗传的多样性

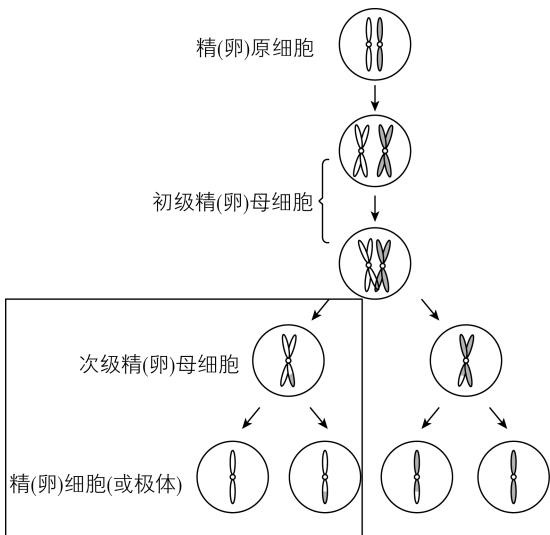
第 1 节 节测上分

1. A 【解析】初级卵母细胞含两条 X 染色体,初级精母细胞含一条 X 染色体,**A 错误**。次级卵母细胞在减数分裂 II 的前期和中

期,可含一条 X 染色体;次级精母细胞在减数分裂 II 的后期,染色体数目加倍,所以可含两条 X 染色体,**B 正确**。精原细胞和卵原细胞都可通过有丝分裂增殖,**C 正确**。一个精原细胞经减数分裂得到 4 个精细胞,一个卵原细胞经减数分裂得到 1 个卵细胞,二者产生的生殖细胞数量不同,**D 正确**。

2. B

题图解读 掌握教材中存在染色体互换的减数分裂过程示意图,染色体除发生交换的部分外,来自同一个次级精(卵)母细胞的子细胞的染色体颜色是相同的(见图),再多加一对染色体亦如此。



【解析】据题图分析,来自同一个次级精母细胞的两个精细胞,它们的染色体除互换部分外,其余部分的染色体形态(颜色)和数目应该是相同的,所以符合题意的是①③,**B 符合题意**。

3. D 【解析】题图 1 中配子①②存在同源染色体,配子③④没有相应的染色体,应是减数分裂 I 后期同源染色体没有分离,进入了同一个子细胞中导致的,**A 错误**;题图 1 中的②比正常配子多一条染色体,它与正常配子结合形成的受精卵中也多一条染色体(即三体),理论上,该三体产生的配子中异常的配子占 $\frac{1}{2}$,**B 错误**;题图 2 中甲→乙的变化是指染色体复制,发生在减数分裂前的间期,**C 错误**;题图 2 甲细胞中基因 A、b 位于同一条染色体,基因 a、B 位于同一条染色体,但其分裂产生了基因型为 AB 的精细胞,说明形成精细胞的过程中染色体发生了互换,则另外三个精细胞的基因型可能是 Ab、ab、aB,**D 正确**。

4. C 【解析】若题图中染色体为常染色体,则甲、乙、丙的性染色体组成都为 XX 或都为 XY,则由甲、乙、丙发育成的个体性别相同,**A 正确**;若某对同源染色体全部来自父方或母方,则称为单亲二体,甲、乙、丙三种细胞中只有丙细胞的一对同源染色体全部来自母方,可以发育为单亲二体,**B 正确**;题图中二体卵子中含有同源染色体,说明同源染色体没有正常分离,所以其形成原因是母方减数分裂 I 出现了异常,**C 错误**;受精卵不可能发生减数分

裂,所以题图中受精卵发生“三体自救”时,不会出现联会现象,D 正确。

5. B 【解析】形成受精卵是在减数第二次分裂完成并释放第二极体后,卵细胞与精子的细胞核融合才完成受精,题图中①是精子与初级卵母细胞接触的瞬间,发生在减数分裂 I,故题图中①过程对应的是减数分裂 I 时期的变化,①过程中正在发生同源染色体分离和非同源染色体自由组合,A 错误,B 正确;题图放出第一极体后,②过程的大细胞应为次级卵母细胞,而非初级卵母细胞,C 错误;题图中③过程已经释放出第二极体,是减数分裂 II 完成后形成的受精卵,③过程可表示有丝分裂,着丝粒分裂后染色体数目加倍,此时染色体数目和体细胞染色体数目不同,D 错误。

6. (1) 碱基(对)的排列顺序不同

(2) 8~9、EF

(3) A、B、D 极体

(4) 促进同源染色体的分离

【解析】(1)基因具有多样性的原因主要是构成基因的碱基(对)的排列顺序不同;故题图 1 甲细胞中基因 B 和基因 a 的本质区别是碱基(对)的排列顺序不同。

(2)结合题图 1 分析,甲细胞处于减数分裂 II 后期,即题图 1 乙曲线中的 8~9 段,丙曲线中的 EF 段。

(3)联会时配对的两条染色体形态、大小一般都相同,一条来自父方,一条来自母方,称为同源染色体,分析可知题图 2 中的 A、B、D 细胞中具有同源染色体。题图 2 中 A 是基因型为 AaBb 的雌性小鼠体细胞染色体示意图,B~F 是 A 的各分裂时期图,F 细胞中没有同源染色体,且细胞质均等分裂,处于减数分裂 II,名称是极体。

(4)研究发现,CyclinB3 缺失会导致卵母细胞阻滞在减数分裂 I 中期,从而无法进入减数分裂 I 后期,推测 CyclinB3 在减数分裂中具有促进同源染色体的分离的作用。

7. (1) a、b、c、d、e、f 有丝分裂后期 细胞内含有同源染色体,且着丝粒分裂,姐妹染色单体分开

(2) 减数第二次分裂前期或中期 基因突变或染色体互换

(3) aX^b 、 aX^b 、Y

(4) 减数分裂过程中,同源染色体的非姐妹染色单体间片段互换,非同源染色体自由组合,产生多种类型的配子

【解析】(1)体细胞、进行有丝分裂的细胞以及处于减数第一次分裂时期的细胞内都含有同源染色体,d 是有丝分裂后期,e 是分化后的体细胞,f 是分化后的神经细胞,a 是精原细胞,b、c 是初级精母细胞,因此题图 1 中含有同源染色体的细胞有 a、b、c、d、e、f。细胞 d 内含有同源染色体,且着丝粒分裂,姐妹染色单体分开,因此为有丝分裂后期。

(2)题图 2 中 B 有些时期为 0,是染色单体;II、III 时期 A 的数量比 C 少,则 A 是染色体,C 是核 DNA;III 所处的时期染色体数为体细胞的一半,含有染色单体,故为减数第二次分裂的前期或中

期。若此时细胞中出现了等位基因,则可能是发生了基因突变,或减数第一次分裂前期发生了染色体互换。

(3)若该动物某个精原细胞(AaX^bY)因减数分裂发生一次异常,产生了 AAY 的精子,说明减数第一次分裂时 A 所在的染色体和 Y 染色体分到了一个次级精母细胞中,则另一个次级精母细胞内应含有 X^b 和 a,该次级精母细胞经减数第二次分裂正常分离后形成的精子基因型为 aX^b 、 aX^b 。由于一个精子内含有 AAY,说明其次级精母细胞内 A 所在的姐妹染色单体分离后移向了细胞的同一极,故该次级精母细胞产生的另一个精子内含有 Y 染色体,即其他三个精子的基因型为 aX^b 、 aX^b 、Y。

(4)由于减数分裂过程中,同源染色体的非姐妹染色单体间片段互换,非同源染色体自由组合,均会导致基因重组,进而产生多种类型的配子,因此有性生殖能保证遗传多样性。

专题上分四 有丝分裂和减数分裂的综合分析

1. **A** 【解析】一般情况下,细胞分化程度越高,细胞增殖能力越低,A 错误;有丝分裂前期和减数分裂 I 前期均会发生核膜解体(消失),在有丝分裂末期和减数分裂 II 末期重新形成核膜(重建),B 正确;细胞分裂前需经历间期,完成 DNA 复制和相关蛋白质合成等物质的准备,C 正确;同源染色体分离仅发生在减数第一次分裂,有丝分裂和无丝分裂均无同源染色体分离,D 正确。

2. **D** 【解析】根据题意可知,山羊体细胞的核 DNA 数量为 60,则处于有丝分裂后期的细胞中核 DNA 数量为 120,但是山羊细胞线粒体中也存在少量 DNA,因此,其处于有丝分裂后期的细胞中 DNA 多于 120 个,此时期细胞中无染色单体,A 错误;一个卵原细胞经减数分裂只能产生一个(即一种基因型)的卵细胞,B 错误;减数分裂 I 前期,等位基因位于一对同源染色体上,若非姐妹染色单体之间发生染色体互换,则等位基因可能会位于姐妹染色单体上,C 错误;减数分裂过程中,山羊细胞内染色体数目减半发生在减数分裂 I,D 正确。

易错警示 真核细胞的 DNA 主要分布在细胞核中,线粒体、叶绿体中也含有少量的 DNA。

3. **B** 【解析】乙和丙细胞中的染色体数相同,均为 6 条,但乙细胞中含有 12 个核 DNA 分子,丙细胞中含有 6 个核 DNA 分子,A 错误;依据题图信息可知,乙细胞着丝粒整齐地排列在细胞中央的赤道板上,处于有丝分裂中期,丙细胞不存在同源染色体,着丝粒分裂,处于减数分裂 II 后期,卵原细胞或精原细胞可以发生有丝分裂和减数分裂,因此乙、丙细胞可同时出现在该动物体内的同一器官中,B 正确;乙细胞产生的子细胞的基因型与亲代细胞相同,即 AaBbCC,丙细胞发生姐妹染色单体分离,若不考虑变异,丙产生的两个子细胞的基因型相同,若一个为 ABC,则另一个也为 ABC,C 错误;等位基因的分离和非等位基因的自由组合发生在减数第一次分裂后期,而丙细胞处于减数第二次分裂后期,正常情况下,丙细胞不会发生等位基因的分离和非等位基因的自由组合,D 错误。

4. D 【解析】①所处的阶段可表示有丝分裂前的间期、有丝分裂的前期或中期,不会出现同源染色体的联会,①错误;②所处阶段可表示有丝分裂后期,此时着丝粒分裂,姐妹染色单体分开,且在纺锤丝的牵引下均匀地移向细胞两极,②正确;③所处阶段可表示减数分裂 I,而题图细胞中同源染色体未发生联会,未成对排列在赤道板两侧,也未发生分离,③错误;④所处阶段可表示减数分裂 II 中期,此时细胞中没有同源染色体,且着丝粒排列在赤道板上,④正确;⑤所处阶段可表示减数分裂 II 后期,此时细胞中没有同源染色体,且着丝粒分裂,姐妹染色单体分开,并在纺锤丝的牵引下均匀地移向细胞两极,⑤正确。综上所述,D 符合题意。

5. C 【解析】有丝分裂过程中始终存在同源染色体,题图中 A~E 属于有丝分裂,减数第一次分裂结束后同源染色体分离,减数第二次分裂过程中不存在同源染色体,因此 F~I 属于减数分裂,FH 段不能表示一次完整的减数分裂,A 错误;题图中 BC 段表示着丝粒分裂,导致同源染色体对数加倍,处于有丝分裂后期,此时 DNA 数目不变,B 错误;GH 段同源染色体对数下降为 0,即在 FG 段发生了同源染色体的分离,FG 段可表示减数第一次分裂,会发生同源染色体的联会和分离,C 正确;HI 段表示减数第二次分裂,在减数第二次分裂前期、中期存在姐妹染色单体,而减数第二次分裂后期、末期着丝粒分裂,姐妹染色单体分开,不存在姐妹染色单体,D 错误。

6. B 【解析】基因分离定律和自由组合定律的实质均发生在减数分裂产生配子的时候,也就是过程②中,A 正确。过程①始终存在同源染色体,花粉粒不含同源染色体,因此过程③和④进行有丝分裂的细胞中不含同源染色体,B 错误。减数分裂过程进行两次连续的细胞分裂,有丝分裂过程仅进行一次细胞分裂,在有丝分裂和减数分裂前的间期均只进行一次 DNA 复制,因此由细胞 W 产生精子的过程中经历了四次 DNA 复制和五次细胞分裂,C 正确。过程②中的一个细胞可能处于减数分裂 I,则含有 1 条 Y 染色体;细胞可能处于减数分裂 II 前期或中期,则含有 1 条或 0 条 Y 染色体;细胞可能处于减数分裂 II 后期或末期,则含有 0 条或 2 条 Y 染色体,D 正确。

7. B 【解析】若着丝粒分裂发生在 E 点之后(不含 E 点),在着丝粒分裂(有丝分裂后期或减数分裂 II 后期)之前发生了物质数量减半,则该细胞进行减数分裂,A 正确;DE 段发生核 DNA 数或染色体数减半,对应的时期可以是有丝分裂末期结束、减数分裂 I 末期结束或减数分裂 II 末期结束,若 CD 段没有发生同源染色体分离,则题图细胞不一定进行有丝分裂,也可能进行减数分裂 II,B 错误;果蝇体细胞中有 8 条染色体,若题图表示减数分裂 II 过程中核 DNA 分子数目变化,则 CD 段核 DNA 分子数目为 8,DE 段减半,核 DNA 分子数目为 4,所以 $a=4$,C 正确;若题图表示有丝分裂过程中染色体数目变化,则 CD 段可表示有丝分裂后期,染色体数目为 16,在有丝分裂末期结束发生了染色体数目减半,则 $a=8$,D 正确。

8. AD 【解析】题图中细胞包括有丝分裂的细胞和减数分裂的细胞,该装片的组织细胞可能取自百合的花药,**A 正确**;a 为有丝分裂后期或末期的细胞,b 可为有丝分裂前期或中期的细胞,c 可为体细胞,一个完整的有丝分裂周期应表示为 $c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow c$,**B 错误**; $b \rightarrow d$ 是由于同源染色体分离,减数分裂 I 结束形成子细胞,染色体数和核 DNA 数减半, $d \rightarrow c$ 是由于着丝粒分裂,染色体数目暂时加倍,**C 错误**;c 可表示减数分裂 II 的后期或末期,d 处于减数分裂 II 的前期或中期,即都可用于表示次级精母细胞,**D 正确**。

9. BCD 【解析】题图甲 bc 段 DNA 正在复制,处于分裂前的间期,有 8 条染色体,题图乙中 c 组染色体数是 16,**A 正确**;题图甲 cd 段可表示有丝分裂的前期或中期、减数第一次分裂、减数第二次分裂前期或中期,若 cd 段处于减数第二次分裂前期或中期,则不含同源染色体,**B 错误**;题图乙 a 组细胞中染色体数目是体细胞数目的一半,可表示减数第二次分裂前期、中期或者精细胞,题图甲 ef 段可表示有丝分裂后期、末期或者减数第二次分裂后期、末期,**C 错误**;有丝分裂中期染色体形态稳定、数目清晰,是观察染色体形态和数量的最佳时期,应该选择题图乙 b 组细胞,雄果蝇体细胞中染色体有 5 种形态,**D 错误**。

10. (1) 雌性 ①细胞的细胞质不均等分裂 卵巢

(2) 极体 ①② 8 2

(3) 核 DNA 分子 2 受精作用 1:2:2

(4) 间期的 G_2 期、有丝分裂的前期和中期,减数第一次分裂的全过程,减数第二次分裂的前期和中期

【解析】(1)题图甲中,①细胞中同源染色体分离、非同源染色体自由组合,处于减数第一次分裂后期,且细胞质不均等分裂,因此①细胞为初级卵母细胞,该生物是雌性动物,题图甲所示细胞可存在于该动物的卵巢中。

(2)题图甲中③细胞不含同源染色体,且染色体的着丝粒都排列在赤道板上,处于减数第二次分裂中期,对比①细胞可知,③细胞中含有较大的白色染色体和较小的黑色染色体,则③细胞的名称是极体。题图甲中①②细胞含有同源染色体。根据题干信息可知,该生物的体细胞中含有 4 条染色体,在有丝分裂后期的细胞中染色体数最多,为 8 条,该生物的体细胞中有 2 对同源染色体,因此在产生配子的过程中可形成 2 个四分体。

(3)题图乙的曲线中 BC 段物质含量逐渐加倍,所以其表示核 DNA 分子的含量变化曲线,由题干可知该动物体细胞中含有 4 条染色体,由题图乙可知体细胞核 DNA 分子数为 $2n$,故 $2n=4$, $n=2$ 。题图乙中 H→I 表示核 DNA 分子数目加倍,恢复到体细胞中的含量,说明发生了受精作用;题图乙 CD 段,每条染色体上含两条染色单体、两个 DNA 分子,所以此时细胞中染色体、染色单体和核 DNA 分子数量之比为 1:2:2。

(4)题图丙表示每条染色体上的 DNA 含量的变化,则 AB 段表示 DNA 复制,处于分裂前的间期的 S 期;BC 段可代表间期的 G_2 期、有丝分裂的前期和中期,还可表示减数第一次分裂的全过程、减数第二次分裂的前期和中期。

第2节 基因在染色体上



对点上分

1. D 【解析】基因和染色体在体细胞中都是成对存在的,在配子中只有成对的染色体中的一条和成对的基因中的一个,**A 错误**;体细胞中成对的基因一个来自父方,一个来自母方,同源染色体一条来自母方,一条来自父方,**B 错误**;非同源染色体上的非等位基因在形成配子时自由组合,非同源染色体在减数分裂 I 后期也是自由组合的,**C 错误**;基因在杂交过程中能保持完整性和独立性,染色体在配子形成和受精过程中,也有相对稳定的形态结构,**D 正确**。

2. B 【解析】白眼突变体与野生型个体杂交, F_1 全部表现为野生型,则证明白眼基因为隐性基因,可能位于常染色体上,也可能位于 X 染色体上,不能判断白眼基因是否位于 X 染色体上,**A 错误**;摩尔根的果蝇杂交实验中, F_1 均表现为野生型, F_1 自由交配,后代白眼全部是雄性,则满足伴性遗传的特点,可以判断白眼基因位于 X 染色体上,**B 正确**; F_1 雌果蝇的相关基因为杂合,与白眼雄性杂交,

→当性状表现与性别相关联时,可判断基因位于性染色体上

后代雌雄中的表型及比例相同,不能判断白眼基因是否位于 X 染色体上,**C 错误**;白眼雌性与野生型雄性杂交,后代白眼全部为雄性,野生型全部为雌性,属于摩尔根果蝇杂交实验中的验证实验,并不是最早判断白眼基因位于 X 染色体上的实验,**D 错误**。

3. D 【解析】①黄体雌性(X^hX^h) \times 黄体雄性(X^hY) \rightarrow 子代雌性全为 X^hX^h (黄体),雄性全为 X^hY (黄体),若基因位于常染色体上,亲本均为隐性纯合子,结果相同,无法验证 H/h 基因在 X 染色体上,①不符合题意;②黄体雌性(X^hX^h) \times 灰体雄性(X^HY) \rightarrow 子代雌性为 X^HX^h (灰体),雄性为 X^hY (黄体),雌性全显性,雄性全隐性,表型与性别完全关联,可验证 H/h 基因在 X 染色体上,②符合题意;③灰体雌性(X^HX^h) \times 黄体雄性(X^hY) \rightarrow 子代雌性为 X^HX^h (灰体)或 X^hX^h (黄体),雄性为 X^HY (灰体)或 X^hY (黄体),雌雄中均出现两种表型,性状表现无性别差异,③不符合题意;④灰体雌性(X^HX^h) \times 灰体雄性(X^HY) \rightarrow 子代雌性全为 X^HX^H 或 X^HX^h (灰体),雄性为 X^HY (灰体)或 X^hY (黄体),子代雄性的隐性基因仅来自母方,体现交叉遗传,可验证 H/h 基因在 X 染色体上,④符合题意。综上所述,②④符合题意,①③不符合题意,**D 正确**,A、B、C 错误。

4. C 【解析】由题图可知,一条染色体上有很多个基因,基因在染色体上呈线性排列,**A 正确**;摩尔根用果蝇杂交实验通过假说—演绎法证明了基因在染色体上,**B 正确**;控制体色和眼色的两对等位基因位于一对同源染色体上,其遗传不遵循基因的自由组合定律,**C 错误**;依题意,一对同源染色体上相邻基因之间很少出现交换,距离较远的基因之间则易出现交换,与 A/a 相比,决定果蝇触角长短的基因距离 B/b 更远,更易与 B/b 发生交换,**D 正确**。

5. A 【解析】分离定律和自由组合定律的实质是在减数第一次分裂后期,等位基因随同源染色体的分开而分离,与此同时,非同

源染色体上的非等位基因自由组合, **A 正确, C 错误**; 形成配子时, 非同源染色体上的非等位基因可以自由组合, 但同源染色体上的非等位基因连锁, 无法自由组合, **B 错误**; 雌、雄两种配子在自然界中的数量是不相等的, 分离定律的核心内容是 F_1 杂合子

→ 雄配子的数量远远大于雌配子的数量

在形成配子时, 成对的遗传因子发生分离, 分别进入不同的配子中, **D 错误**。



能力上分

- 1. C** 【解析】相对性状是由等位基因控制的, 题图中控制白眼的基因和控制紫眼的基因位于非同源染色体上, 不属于等位基因, 因此果蝇的白眼和紫眼不是相对性状, **A 错误**; 染色体主要由 DNA 和蛋白质组成, **B 错误**; 题图中三条染色体属于非同源染色体, 在减数分裂 I 后期, 非同源染色体可发生自由组合, **C 正确**; 若在减数分裂 I 后期基因 w 、 dp 、 e 所在的染色体移到细胞的同一极, 则在减数分裂 II 后期, 基因 w 、 dp 、 e 将出现在细胞的同一极, **D 错误**。

易错警示 等位基因位于一对同源染色体的同一位置上, 非等位基因的位置关系有两种: 一种是位于同源染色体上的非等位基因, 一种是位于非同源染色体上的非等位基因。

- 2. C** 【解析】若两对等位基因位于非同源染色体上, 即独立遗传, Aa 自交后代的表型及比例为红花: 白花 = 3:1, Ii 自交后代的表型及比例为黄子叶: 绿子叶 = 3:1, 组合后性状分离比为 $(3:1) \times (3:1) = 9:3:3:1$, **A 正确**; 若两对等位基因位于非同源染色体上, 测交时, $AaIi$ 产生的配子类型及比例为 $AI: Ai: aI: ai = 1:1:1:1$, 其测交后代的性状分离比为 1:1:1:1, **B 正确**; 若两对等位基因位于同源染色体上, 杂合子 $AaIi$ 自交时, 假设 A 与 I 连锁、 a 与 i 连锁, 后代表型及比例为红花黄子叶: 白花绿子叶 = 3:1, 但若 A 与 i 连锁、 a 与 I 连锁, 后代表型及比例则为红花绿子叶: 红花黄子叶: 白花黄子叶 = 1:2:1, **C 错误**; 若两对等位基因位于同源染色体上, 测交时, $AaIi$ 仅产生两种配子, 与隐性纯合体测交后代的性状分离比为 1:1, **D 正确**。

3. B

题目简析 表型正常的男性产生的精子的基因型及比例为 $aB: Ab: AB: ab = 4:4:1:1$, 说明该男性基因型为 $AaBb$ 。由于 A/a 和 B/b 位于一对同源染色体, 即 a 和 B 连锁、 A 和 b 连锁 (或 A 和 B 连锁、 a 和 b 连锁), 则正常情况下该男子产生的配子基因型及比例应为 $aB: Ab = 1:1$ (或 $AB: ab = 1:1$), 但该男性精子的比例为 4:4:1:1, 因而可知在减数分裂过程中发生了互换。由于基因型为 aB 和 Ab 的配子占比较大, 因此是含基因 a 、 B 的染色体和含基因 A 、 b 的染色体发生互换产生了基因型为 AB 和 ab 的配子, 假设发生互换的比例为 α , 则有 $aB: Ab: AB: ab = (1-\alpha): (1-\alpha): \alpha: \alpha = 4:4:1:1$, 解得 α 为 $\frac{1}{5}$, 即 20%。

【解析】由题干信息可知,基因型为 $aabb$ 的个体患该病,某表型正常的男性产生的基因型为 ab 的精子占 $\frac{1}{10}$,此人与某女性生的孩子预期患病概率为 $\frac{1}{25}$,假设该女性产生基因型为 ab 的卵细胞的概率为 p ,则有 $p \times \frac{1}{10} = \frac{1}{25}$,因此 $p = \frac{2}{5} \neq 1$,说明该女性含 A 、 B 基因,故该女性基因型为 $AaBb$,产生基因型为 ab 配子的概率为 $\frac{2}{5}$,产生基因型为 AB 配子的概率也为 $\frac{2}{5}$,发生交换而产生的基因型为 aB 配子和基因型为 Ab 配子的概率共占 $\frac{1}{5}$,因此该女性的这 2 对等位基因的相对位置关系是 A 和 B 连锁、 a 和 b 连锁, **B 符合题意**。

4. **B** 【解析】正常情况下 F_2 的雌雄比应为 $1:1$,但题干信息显示, F_2 中雌果蝇:雄果蝇 $= 2:1$,说明致死基因 d 位于 X 染色体上, F_2 雄果蝇只有分叉毛而没有直毛(也就是不含 B 基因),说明 B 基因与致死基因 d 位于同一条染色体上,即 B 、 d 基因连锁, **B 符合题意**。

5. **C** 【解析】基因 A 和基因 B 均为纯合致死基因,则品系 M 果蝇基因型为 $AaBb$,又因为品系 M 雌雄个体交配,后代均为卷翅星状眼,没有出现其他性状的个体,故品系 M 果蝇的卷翅基因和正常眼基因位于同一条染色体上,即 A 和 b 连锁, a 和 B 连锁, **A 正确**;品系 M 果蝇基因型为 $AaBb$,且 A 和 b 连锁, a 和 B 连锁,品系 M 雌雄个体交配,后代中卷翅星状眼果蝇均为杂合子, **B 正确**;正常翅正常眼果蝇基因型为 $aabb$,只产生一种配子,基因型为 ab ,品系 M 果蝇基因型为 $AaBb$,能产生两种类型的配子,基因型分别为 Ab 和 aB ,即品系 M 与正常翅正常眼果蝇杂交后代只有两种表型, **C 错误**;任选两只卷翅星状眼果蝇杂交不一定能获得卷翅星状眼子代,如 A 和 B 基因连锁, a 和 b 基因连锁的基因型为 $AaBb$ 的雌雄个体交配,不考虑互换,子代中可能只出现正常翅正常眼果蝇, **D 正确**。

第 3 节 伴性遗传



对点上分

1. **C** 【解析】生物的性别决定方式包括 XY 型、 ZW 型、环境决定(如温度)等,由性染色体决定性别是其中常见的一种, **A 正确**; X 、 Y 染色体同源区段上的等位基因(如 $X^A Y^a$)在遗传时,由于性别的差异(如男性只能将 Y 染色体传给儿子),其性状传递与性别有关, **B 正确**;与性别相关的性状不一定是伴性遗传,例如,由常染色体基因控制的从性遗传,虽性状表现与性别相关,但基因位于常染色体,不属于伴性遗传, **C 错误**; ZW 型性别决定方式的生物中,雌性性染色体组成为 ZW ,雄性性染色体组成为 ZZ ,雌性产生的配子所含性染色体为 Z 或 W , **D 正确**。

知识联动

伴性遗传是指性染色体上的基因控制的性状在遗传时总是与性别相关联的现象;从性遗传是指常染色体上的基因控制的性状在遗传时与性别相关联的现象。

2. ACD 【解析】多只慢羽雌鸭(ZW)与多只纯合快羽雄鸭(ZZ)杂交, F_1 有慢羽和快羽,说明慢羽雌鸭含显性基因,慢羽为显性性状,**A 正确**;亲本慢羽雌鸭(Z^AW)与纯合快羽雄鸭(Z^aZ^a)杂交, F_1 基因型为 Z^AZ^a 和 Z^aW ,即 F_1 雌鸭均为快羽,雄鸭均为慢羽,**B 错误**;亲本慢羽雌鸭(Z^AW)与 F_1 慢羽雄鸭(Z^AZ^a)杂交,子代基因型(表型)及比例为 Z^AZ^A (慢羽雄): Z^AZ^a (慢羽雄): Z^AW (慢羽雌): Z^aW (快羽雌)=1:1:1:1,则快羽个体(Z^aW)占 $\frac{1}{4}$,**C 正确**;快羽雄鸭(Z^aZ^a)与慢羽雌鸭(Z^AW)杂交,子代雄鸭基因型为 Z^AZ^a ,表现为慢羽,雌鸭基因型为 Z^aW ,表现为快羽,根据表型可直接判断性别,**D 正确**。

3. B 【解析】刚毛为显性性状,若子代表现为显性,则至少有一个显性基因来自亲代,因此,刚毛果蝇的双亲中至少有一个为刚毛,**A 正确**;基因型为 X^aY^A 的雄果蝇在减数分裂时, X 和 Y 染色体的同源区段可能发生互换,产生含 X^A 或 Y^a 的配子,若父方产

→在 X 、 Y 染色体同源区段的基因会随着同源染色体的互换而交换

生 Y^a 的精子,子代雄果蝇的基因型可能为 X^aY^a (来自母方的 X^a 和来自父方的 Y^a 结合),表现为截毛,**B 错误**;若双亲的基因型(表型)为 X^AY^a (刚毛)和 X^AX^a (刚毛),子代雄果蝇可能为 X^aY^a (截毛),**C 正确**;若基因位于性染色体同源区段,父方 Y 染色体仅传递给子代雄性, X 染色体传递给子代雌性,若 X 和 Y 染色体上基因不同,则可能会导致性状表现与性别相关联,**D 正确**。

4. B

题表解读

亲本都是阔叶, F_1 的表型及比例为
♀阔叶:
♂阔叶:
♂窄叶≈
2:1:1,
说明阔叶为显性性状,窄叶为隐性性状,且性状与性别相关联,则 A/a 位于 X 染色体上

组合		1	2	3
亲代	父本	阔叶	窄叶	阔叶
	母本	阔叶	阔叶	窄叶
子代	雌株	阔叶234	阔叶83 窄叶78	阔叶131
	雄株	阔叶119 窄叶122	阔叶79 窄叶80	窄叶127

子代♀全为阔叶,♂全为窄叶,说明性状与性别相关联,即 A/a 位于 X 染色体上;由于子代中♀均为杂合子,说明阔叶为显性性状

子代♀和♂中均有阔叶和窄叶,且比例均约为1:1,无法判断性状显隐性关系和基因的位置

【解析】由题表解读可知,根据第1组或第3组实验可以确定叶型的显隐性关系和基因的位置(位于 X 染色体上),根据第2组实验不可以判断出来,**A 错误, B 正确**;根据第1组实验结果可知,阔叶与阔叶杂交的后代出现窄叶,即发生了性状分离,说明阔叶为显性性状,窄叶为隐性性状,第3组父本为阔叶(X^AY),母本为窄叶(X^aX^a),子代雌株为阔叶(X^AX^a),雄株为窄叶(X^aY),子代雌雄株杂交得到的后代基因型及比例为 X^AX^a : X^aX^a : X^AY : X^aY =1:1:1:1,**C 错误**;第2组的子代阔叶雌株(X^AX^a)与阔叶雄株(X^AY)杂交,后代的基因型及比例为 X^AX^A : X^AX^a : X^AY : X^aY =1:1:1:1,窄叶植株占 $\frac{1}{4}$,**D 错误**。

5. B 【解析】抗维生素 D 佝偻病为伴 X 染色体显性遗传病,因此患者中女性多于男性,基因型为 $X^D X^D$ 的女性患者患病程度要高于基因型为 $X^D X^d$ 的, **A 错误**;据题图可知,甲的基因型为 $X^D X^d$,乙为 $X^D Y$,丙为 $X^d Y$,丁为 $X^d X^d$,可知丁为甲的女儿,其不含 X^D 基因,因此乙和丁不是父女关系,所以丙为甲的配偶,乙和丁均为甲的孩子,双胞胎分别为男孩和女孩, **B 正确, C 错误**;乙的基因型为 $X^D Y$,其与正常异性($X^d X^d$)婚配,后代中女儿的基因型均为 $X^D X^d$ (患病),儿子的基因型均为 $X^d Y$ (正常), **D 错误**。

6. B 【解析】♀白眼果蝇($X^r X^r$) \times ♂红眼果蝇($X^R Y$)的子代只有 $X^r Y$ (白眼雄性)和 $X^R X^r$ (红眼雌性)两种基因型(表型),因此能根据眼色判断果蝇性别, **A 正确**。当红眼雌果蝇的基因型为 $X^R X^R$ 时,♂白眼果蝇($X^r Y$) \times ♀红眼果蝇($X^R X^R$)的子代均为红眼;当红眼雌果蝇的基因型为 $X^R X^r$ 时,二者后代的基因型及比例为 $X^R X^r : X^r X^r : X^R Y : X^r Y = 1 : 1 : 1 : 1$,雌雄群体中的表型比例相同, **B 错误**。亲本均为芦花鸡(即均含 Z^B)时,子代雄鸡均含 Z^B ,均为芦花,非芦花表型只能出现在雌鸡中(非芦花雌鸡基因型为 $Z^b W$), **C 正确**。当芦花雄鸡的基因型为 $Z^B Z^b$ 时,与非芦花雌鸡($Z^b W$)杂交产生的子代中,雄鸡($Z^B Z^b$)和雌鸡($Z^B W$)中都有芦花鸡, **D 正确**。

7. D 【解析】根据题意, F_1 个体全为红眼,则亲本的基因型组合可能是 $aaBB$ (♀) \times $AAbb$ (♂)或 $aaX^B X^B \times AAX^b Y$, **A 错误**。若亲本的基因型组合为 $aaX^B X^B \times AAX^b Y$, F_2 中雌性群体只有两种表型,这两对等位基因能够独立遗传, **B 错误**。若 F_2 红眼:粉红眼:白眼=2:1:1,说明亲本基因型组合为 $aaBB$ (♀) \times $AAbb$ (♂),且这两对等位基因位于一对同源染色体上, F_1 基因型为 $AaBb$ (A、b 位于一条染色体上),这两对等位基因的遗传不遵循基因的自由组合定律,但均遵循分离定律, **C 错误**。 F_2 雌性群体或雄性群体的眼色性状分离比若均为红眼:粉红眼:白眼=9:3:4,说明这两对等位基因位于两对常染色体上;若均为红眼:粉红眼:白眼=2:1:1,说明这两对等位基因位于一对常染色体上;若 F_2 雌性群体中红眼:粉红眼=3:1,雄性群体中红眼:粉红眼:白眼=3:1:4,说明等位基因 A、a 位于常染色体上,等位基因 B、b 位于 X 染色体上, **D 正确**。

8. ABC 【解析】 II_3 和 II_4 都不患甲病,却生了个患甲病的儿子,说明甲病是隐性遗传病,又知 II_4 不携带甲病的致病基因,则甲病为伴 X 染色体隐性遗传病, II_1 和 II_2 都不患乙病,但他们生有患乙病的女儿 III_3 ,说明乙病为常染色体隐性遗传病, **A 正确**。 III_1 患乙病(bb), III_3 患甲病($XX^a X^a$), II_1 表型正常,所以 II_1 的基因型为 $BbX^A X^a$; III_7 患甲病,不患乙病但携带乙病致病基因(因乙病是常染色体隐性遗传病,且 II_4 患乙病),所以 III_7 的基因型为 $BbX^a Y$, **B 正确**。 II_2 患甲病且生有患乙病的女儿,因此 II_1 和 II_2 的基因型分别为 $BbX^A X^a$ 、 $BbX^a Y$,则二者再生一个孩子,两病都患的概率是 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$, **C 正确**。 II_3 与 II_4 的基因型分别为 $BbX^A X^a$ 、 $bbX^A Y$,二者的后代理论上共有 $2 \times 4 = 8$ (种)基因型, $2 \times 3 = 6$ (种)表型, **D 错误**。

9. (1) 常 显 伴 X 隐

(2) 1 号

(3) aaX^BX^b AAX^BX^B 或 AAX^BX^b 或 AaX^BX^B 或 AaX^BX^b

(4) $\frac{5}{24}$ 0

【解析】(1) 由 6、7 号均患甲病, 二人的女儿 15 号不患甲病, 可推知甲病为显性遗传病, 且父病女不病, 可知甲病致病基因位于常染色体上, 故甲病的遗传方式为常染色体显性遗传; 由 6、7 号均不患乙病, 但其儿子 14 号患乙病, 可推知乙病为隐性遗传病, 且 7 号不携带乙病的致病基因, 可知乙病致病基因位于 X 染色体上, 故乙病的遗传方式为伴 X 染色体隐性遗传。

(2) 5 号关于乙病的基因型是 X^bY , 其致病基因 b 来自 1 号。

(3) 4 号不患病, 但生了患乙病的女儿 10 号, 故 4 号的基因型为 aaX^BX^b ; 由 16 号患甲病但不患乙病可知, 其基因型是 $A_X^BX^-$, 14 号、15 号不患甲病, 13 患两种病, 则 6 号、7 号的基因型分别是 AaX^BX^b 、 AaX^BY , 故 16 号的基因型可能是 AAX^BX^B 或 AAX^BX^b 或 AaX^BX^B 或 AaX^BX^b 。

(4) 分析题图可知, 12 号的基因型相同的女性基因型为 AaX^BX^b , 13 号的基因型是 A_X^bY ($\frac{1}{3}AAX^bY$ 、 $\frac{2}{3}AaX^bY$), 二者生育一个患甲病孩子的概率是 $1 - \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{5}{6}$, 生育一个患乙病男孩的概率是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, 故生育一个两病皆患的男孩的概率是 $\frac{5}{6} \times \frac{1}{4} = \frac{5}{24}$ 。15 号关于甲病的基因型是 aa , 其与正常男子 (aa) 结婚不可能生出患甲病的孩子, 因此二者生出同时患甲病和乙病的孩子概率是 0。



能力上分

1. B **【解析】**实验①结果显示, 后代雌、雄个体表型不同, 性状表现与性别有关, 且表现为交叉遗传, 说明控制叶形的基因在 X 染色体上, **A 正确**; 实验②结果显示, 子代均表现为阔叶, 说明阔叶对窄叶为显性, **B 错误**; 分析实验①②结果可知, 若相关基因用 B/b 表示, 则实验①的亲本基因型为 X^bX^b 、 X^BY , 子代中的雌性植株基因型是 X^BX^b , 实验②亲本的基因型为 X^BX^B 、 X^bY , 子代中的雌性植株基因型也是 X^BX^b , 所以实验①②子代中的雌性植株基因型相同, **C 正确**; 实验②亲本的基因型为 X^BX^B 、 X^bY , 子代个体的基因型为 X^BX^b 、 X^BY , 子代雌、雄植株杂交得到的后代中的雌性植株均表现为阔叶, **D 正确**。

2. AD **【解析】**若该致病基因是隐性基因, 则 2 的基因型为 X^aX^a , 4 的基因型为 X^aY^a , 由于 3 正常, 因此 3 的基因型为 X^AX^a , 其 X^A 从 1 遗传而来, 因此 1 的 X 染色体上含基因 A, 结合 4 的基因型可知, 1 的 Y 染色体上不含 A 基因, 因此 1 的基因型只能为 X^AY^a , **A 错误**。若该致病基因是显性基因, 则 1 的基因型为 X^aY^a , 3 的基因型为 X^aX^a , 4 的基因型为 X^AY^a , 因此 2 为杂合子,

基因型为 $X^A X^a$, **B 正确**。若 5 为该病致病基因的携带者,则说明该病的致病基因为隐性基因,结合 A 项分析可知,4 的基因型为 $X^a Y^a$,5 的基因型为 $X^A X^a$,因此若 6 为男孩,则其基因型可能为 $X^A Y^a$,不患病, **C 正确**。若该病为隐性基因控制的遗传病,则结合 A、C 项分析,6 为女孩时有可能患病(基因型为 $X^a X^a$)也可能不患病(基因型为 $X^A X^a$),不满足题设条件;若该病为显性基因控制的遗传病,结合 B 项分析可知,4 的基因型为 $X^A Y^a$,5 的基因型为 $X^a X^a$,则所生女儿基因型只能为 $X^A X^a$,一定患病,因此,若 4 和 5 所生女儿一定患病,则该病为显性基因控制的遗传病, **D 错误**。

- 3. A 【解析】**用 S/s 表示 SHOX 基因(S 为显性的致病基因,s 为相应的正常基因),用 B/b 表示白化病相关基因。基因 S/s 位于 X、Y 染色体的同源区段上,而该家庭中 2 号 Y 染色体上的 SHOX 基因发生了显性突变,正常情况下该致病基因只能遗传给男性后代,但题图显示 2 号的孙女(5 号)患病,说明 3 号 Y 染色体(同源区段)上的 S 基因在减数分裂产生精细胞时转移到了 X 染色体上,也就是发生了染色体互换,该过程发生在 3 号初级精母细胞进行减数分裂 I 时,产生了基因型为 X^S 的精子,而不是 5 号祖父的初级精母细胞发生染色体互换, **A 错误**;由 A 项分析可知,3 号个体基因型为 $X^S Y^S$,正常情况下其产生的精子类型及比例为 $X^S : Y^S = 1 : 1$,即产生的精子携带甲病致病基因的概率为 $\frac{1}{2}$, **B 正确**;由题图可知,7 号既患甲病又患白化病,说明 7 号的基因型为 $bbX^S Y^s$,由于 5 号和 6 号都不患白化病,4 号正常(4 号关于 S/s 的基因型只能为 $X^S X^S$),即 5 号基因型为 $BbX^S X^s$,6 号的基因型为 $BbX^S Y^s$,因此 5 号和 6 号所生女孩表型正常的概率为 $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$, **C 正确**;6 号的基因型为 $BbX^S Y^s$,8 号的基因型为 $B_X^S Y^s$,有可能是 $BBX^S Y^s$,也可能是 $BbX^S Y^s$,其基因型为 $BbX^S Y^s$ 的概率为 $\frac{2}{3}$, **D 正确**。

- 4. (1) X 子代雄鼠中出现正常尾,雌鼠全为弯曲尾,性状与性别相关联**

$$(2) BbX^A X^a, BbX^A Y \quad \frac{1}{6}$$

(3) 用纯合的黑色毛雌鼠与褐色毛雄鼠杂交,纯合的褐色毛雌鼠与黑色毛雄鼠杂交(即正反交实验) 若子代雌雄小鼠均为同一毛色(或正反交结果相同) 若子代雌鼠和雄鼠的表型及比例不同,且与性别相关联(或正反交结果不同)

题目简析

由题图可知, F_1 中雄性的表型及比例为灰身弯曲尾:灰身正常尾:黑身弯曲尾:黑身正常尾 $\approx 3:3:1:1$,雌性的表型及比例为灰身弯曲尾:黑身弯曲尾 $\approx 3:1$ 。

据灰身 \times 灰身 \rightarrow 子代出现黑身,得出灰身为显性;据弯曲尾 \times 弯曲尾 \rightarrow 子代出现正常尾,得出弯曲尾为显性;由于 F_1 中雌性只有弯曲尾,雄性中既有弯曲尾又有正常尾,可知控制弯曲尾与正常尾的基因位于 X 染色体上, F_1 雌雄个体中都有灰身与黑身,且比例均为 3:1,则控制黑身与灰身的基因位于常染色体上。

【解析】(1)由题目简析可知,正常尾与弯曲尾的性状表现与性别相关联,所以可判断控制该性状的基因位于 X 染色体上。

(2)对于灰身和黑身这对相对性状,亲本都是灰身,子代出现了黑身,说明灰身是显性性状,亲本基因型均为 Bb;对于弯曲尾和正常尾这对相对性状,结合(1)可知亲本雌鼠基因型为 $X^A X^a$,雄鼠基因型为 $X^A Y$ 。所以亲本的基因型是 $BbX^A X^a$ 、 $BbX^A Y$ 。从弯曲尾和正常尾看,子代中雌鼠弯曲尾的基因型是 $X^A X^A$ 和 $X^A X^a$,其中纯合子占 $\frac{1}{2}$;从灰身和黑身看,灰身中 BB 占 $\frac{1}{3}$,所以子代的灰身弯曲尾雌鼠中纯合子所占的比例是 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$ 。

(3)实验设计思路:让纯合的黑色毛雌鼠与褐色毛雄鼠杂交,纯合的褐色毛雌鼠与黑色毛雄鼠杂交(即正反交实验),观察并统计后代的表型及比例。

若正反交后代的表型及比例相同,则控制黑色毛和褐色毛的基因位于常染色体上,因为常染色体上的基因的遗传,正反交结果不受性别影响。若正反交后代的表型及比例不同,且与性别相关联,则控制黑色毛和褐色毛的基因位于 X 染色体上,因为 X 染色体上的基因遗传,性状表现与性别有关,正反交结果会出现差异。

预期结果及结论:若子代雌雄小鼠均为同一毛色(或正反交结果相同),则控制黑色毛和褐色毛的基因位于常染色体上;若子代雌鼠和雄鼠表型及比例不同,且与性别相关联(或正反交结果不同),则控制黑色毛和褐色毛的基因位于 X 染色体上。

专题上分五 探究基因在染色体上的位置

1. C

题目简析

P ♀ 猩红棒状眼 × ♂ 猩红棒状眼

↓

F_1 ♀ : 猩红棒状眼 : 亮红棒状眼 = 3 : 1

♂ : 猩红棒状眼 : 猩红正常眼 : 亮红棒状眼 : 亮红正常眼 =

3 : 3 : 1 : 1

亲本均为猩红眼, F_1 中存在亮红眼,说明猩红眼为显性性状,且 F_1 雌雄个体中有关眼色的表型及比例均为猩红眼 : 亮红眼 = 3 : 1,说明控制眼色的基因位于常染色体上。

亲本均为棒状眼, F_1 中存在正常眼,说明棒状眼为显性性状, F_1 中雌性个体均为棒状眼,雄性个体中既有棒状眼又有正常眼,说明该性状的遗传与性别相关联,即控制该性状的基因位于 X 染色体上。

【解析】由题目简析可知,猩红眼为显性性状且相关基因位于常染色体上,棒状眼为显性性状且相关基因位于 X 染色体上, A、B 正确。假设猩红眼与亮红眼由基因 A/a 控制,棒状眼与正常眼由基因 B/b 控制,则亲本雌果蝇的基因型为 $AaX^B X^b$ (杂合子),

雄果蝇的基因型为 AaX^BY , F_1 猩红棒状眼雌果蝇的基因型为 $A_X^BX^-$, 其中纯合子所占比例为 $\frac{1}{3}(AA) \times \frac{1}{2}(X^BX^B) = \frac{1}{6}$, C 错误。
 F_1 猩红棒状眼雌果蝇 ($\frac{1}{3}AA$ 、 $\frac{2}{3}Aa$; $\frac{1}{2}X^BX^B$ 、 $\frac{1}{2}X^BX^b$) 与雄果蝇 ($\frac{1}{3}AA$ 、 $\frac{2}{3}Aa$; X^BY) 自由交配, 亮红正常眼雄果蝇 (aaX^BY) 需同时获得亲本双方的基因 a (雌配子中概率为 $\frac{1}{3}$, 雄配子中概率为 $\frac{1}{3}$)、母方的 X^b (雌配子中概率为 $\frac{1}{4}$) 和父方的 Y 染色体 (雄配子中概率为 $\frac{1}{2}$), 故 F_2 中亮红正常眼雄果蝇占 $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{72}$, D 正确。

2. (1) 灰身 F_1 雌雄果蝇均为灰身, 具有相对性状的两个个体杂交, F_1 表现出来的为显性性状, 故灰身为显性性状 (基因的) 分离

(2) F_2 雌、雄群体中灰身和黑身的比例

(3) 黑身雌果蝇与灰身雄果蝇 子代雌果蝇均为灰身, 雄果蝇均为黑身 子代均表现为灰身

【解析】(1) 用纯合的灰身雌果蝇与黑身雄果蝇进行杂交, F_1 雌雄果蝇均为灰身, 具有相对性状的两个个体杂交, F_1 表现出来的为显性性状, 故灰身为显性性状。让 F_1 雌雄果蝇随机交配得到 F_2 , F_2 果蝇中灰身: 黑身 = 3: 1, 符合一对等位基因杂交后代的性状分离比, 故从 F_2 的结果可看出, 果蝇体色的遗传符合基因的分离定律。

(2) 控制体色的相关基因用 B/b 表示, 若 B/b 位于常染色体上, F_2 中雌、雄群体中灰身和黑身的比例相同, 若 B/b 位于性染色体上, 则该比例不同, 因此, 为确定 B/b 是位于性染色体上还是位于常染色体上, 还应该统计分析 F_2 雌、雄群体中灰身和黑身的比例。

(3) 有纯种灰身和黑身的雌雄果蝇若干, 若要探究基因 B/b 在常染色体上还是在 X 染色体上可采用隐性纯合母本和显性纯合父本的杂交组合, 即让多对黑身雌果蝇与灰身雄果蝇杂交, 观察子代雌雄果蝇的体色。若子代雌果蝇均为灰身, 雄果蝇均为黑身, 则基因 B/b 位于 X 染色体上; 若子代均表现为灰身, 则基因 B/b 位于常染色体上。

3. (1) 细胞内染色体数目少; 后代数量多; 生长周期短; 繁殖快; 易饲养 (任答两点即可)

(2) X 染色体 正反交结果不同且不考虑 X 、 Y 染色体的同源区段

(3) 无论雌雄果蝇, 黑色: 灰色 = 9: 7 黑色雌蝇: 黑色雄蝇: 灰色雌蝇: 灰色雄蝇 = 6: 3: 2: 5

(4) 将 F_2 的黑色雌性与 F_1 的黑色雄性杂交, 若后代全为黑色, 则 F_2 的黑色雌性为纯合子, 若后代出现灰色, 则为杂合子

【解析】(1) 果蝇有易于区分的相对性状以及细胞内染色体数目少; 后代数量多; 生长周期短; 繁殖快; 易饲养等特点, 故常选用

果蝇作为遗传学研究的材料。

(2)用直刚毛(♀)和焦刚毛(♂)果蝇进行正交实验,得到的 F_1 只有直刚毛;用直刚毛(♂)和焦刚毛(♀)果蝇进行反交实验,得到的 F_1 雌果蝇全为直刚毛,雄果蝇全为焦刚毛,正反交的结果不同,且与性别相关联,不考虑X、Y染色体的同源区段,可知控制直刚毛、焦刚毛的基因位于X染色体上。

(3)黑色个体的基因型为 $B_F_$,灰色个体的基因型为 $bbF_$ 、 B_ff 、 $bbff$,选择一对灰色果蝇杂交, F_1 全部表现为黑色,已知基因B/b位于2号常染色体上,由于不确定基因F/f与B/b的位置关系,故亲本的基因型为 $BBff$ 和 $bbFF$ 或 $bbX^F X^F$ 和 $BBX^f Y$ 。①如果F/f基因位于2号染色体上,那么B/b基因、F/f基因位于一对同源染色体上, F_1 的基因型为 $BbFf$,B、f位于同一条染色体上,b、F位于同源的另一条染色体上, F_2 的基因型及比例为 $BBff : BbFf : bbFF = 1 : 2 : 1$,故子代无论雌雄果蝇,表型及比例均为黑色:灰色=1:1。②如果F/f基因位于其他常染色体上,那么B/b基因、F/f基因分别位于两对同源染色体上,那么 F_1 的基因型为 $BbFf$, F_2 无论雌雄果蝇,表型及比例均为黑色:灰色=9:7。③如果F/f基因位于X染色体上,那么 F_1 的基因型为 $BbX^F X^f$ 、 $BbX^F Y$, F_2 的表型及比例为黑色雌蝇:黑色雄蝇:灰色雌蝇:灰色雄蝇=6:3:2:5。

(4)若实验结果证明F/f基因位于X染色体上,黑色雌性果蝇的基因型为 $BBX^F X^F$ 、 $BBX^F X^f$ 、 $BbX^F X^F$ 、 $BbX^F X^f$,欲从 F_2 中筛选出黑色雌性果蝇纯合体($BBX^F X^F$),可将其与 F_1 的黑色雄性($BbX^F Y$)杂交,若其基因型为 $BBX^F X^F$,则后代无论雌雄全为黑色,若其基因型为 $BBX^F X^f$ 、 $BbX^F X^F$ 、 $BbX^F X^f$,则后代一定会出现灰色个体。

4. (1) F_2 中四种表型比例为6:2:3:5(3:5:3:5),符合9:3:3:1的变式 正交、反交结果不一致

(2) $aaZ^B Z^B$ 、 $AAZ^b W$ $AaZ^B Z^b$ 、棕眼

(3)A和B(或“B和A”) 红色和棕色

【解析】(1)依据题表信息可知,无论是正交 F_2 的表型比例6:2:3:5,还是反交 F_2 的表型比例3:5:3:5,均是9:3:3:1的变式,故可判断太阳鹦鹉的眼色至少由两对等位基因控制;但正交和反交结果不同,说明其中一对基因位于Z染色体上。

(2)依据正交结果, F_2 中棕眼:红眼=9:7,说明棕眼性状为双显性,红眼性状为单显性或双隐性,鹦鹉性别决定为ZW型,在雄性个体中,棕眼占比为 $\frac{6}{8} = \frac{3}{4} \times 1$,在雌性个体中,棕眼占比为

$\frac{3}{8} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$,故可推知, F_1 的基因型为 $AaZ^B Z^b$ 、 $AaZ^B W$,表型均为棕色,亲本为纯系,基因型为 $aaZ^B Z^B$ (父本)、 $AAZ^b W$ (母本)。可推知反交实验亲本的基因型为 $AAZ^b Z^b$ 、 $aaZ^B W$,则反交 F_1 的基因型为 $AaZ^B Z^b$ 、 $AaZ^b W$,雄性个体的基因型及表型为 $AaZ^B Z^b$ 、棕眼。

(3)结合(2)分析可知,棕眼性状为双显性,红眼性状为单显性或

双隐性,则基因①为 A(或 B),控制酶 1 的合成,促进红色前体物合成③红色中间物,基因②为 B(或 A),控制酶 2 的合成,促进红色中间物合成④棕色产物。

5. (1) 灰体长翅 遵循 子代表型及比例为灰体长翅 : 灰体残翅 : 黄体长翅 : 黄体残翅 = 9 : 3 : 3 : 1

(2) BbX^AY

(3) 选择纯合的灰体雄果蝇与黄体雌果蝇杂交,观察其子代中雄果蝇的表型 ①雄果蝇全为黄体(或“雄果蝇全为黄体,雌果蝇全为灰体”) ②雄果蝇全为灰体(或“雌雄果蝇全为灰体”)

【解析】(1) 已知亲本都是灰体长翅,子代中灰体 : 黄体 = 3 : 1,长翅 : 残翅 = 3 : 1,所以灰体长翅是显性性状;又由于子代中雌性都是灰体,雄性有黄体 and 灰体,可以判断体色遗传与性别相关,相关基因在性染色体上;而子代中无论雌雄,均为长翅 : 残翅 = 3 : 1,故控制灰体与黄体的基因在性染色体上,控制长翅与残翅的基因在常染色体上,两对基因位于非同源染色体上,则遵循基因的自由组合定律。

(2) 由题干信息可知,假如控制灰体和黄体的这对等位基因位于 X 染色体的非同源区段上,且灰体长翅是显性性状,则亲代中灰体长翅雄果蝇的基因型是 BbX^AY 。

(3) 实验思路:选择纯合的灰体雄果蝇与黄体雌果蝇杂交,观察其子代中雄果蝇的表型(或观察其子代的表型)。①如果子代中雄果蝇全为黄体,雌果蝇全为灰体,则该对基因位于 X 染色体的非同源区段上($X^aX^a \times X^AY \rightarrow X^AX^a$ 和 X^aY);②如果子代中(雌)雄果蝇全为灰体,则该对基因位于 X 染色体与 Y 染色体的同源区段上($X^aX^a \times X^AY^A \rightarrow X^AX^a$ 和 X^aY^A)。

素养 上分

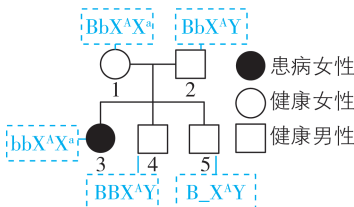
1. B

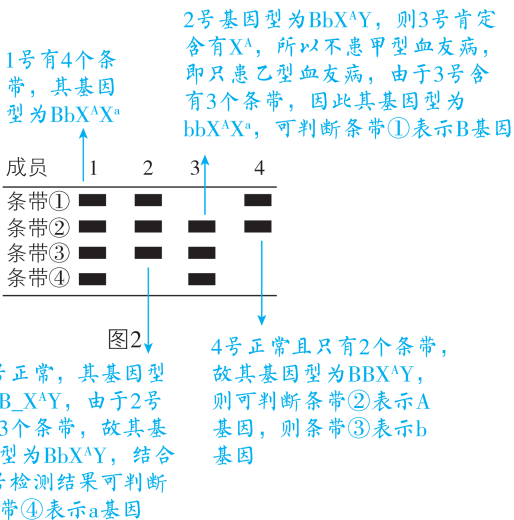
题目简析 由题中信息可知,当个体 X 染色体或 Y 染色体上含 S 基因时发育为雄性,若个体性染色体组成为 XX(不含 S 基因)或 XY(不含 S 基因),则发育为雌性。

【解析】由题目信息可知,该雄性个体的基因型是 X^SY ,当其与基因型为 XY(不含 S 基因)的个体杂交时,由于性染色体组成为 YY 的个体不能存活,所以 F_1 的基因型及其比例为 $X^SX : X^SY : XY = 1 : 1 : 1$,表型及比例为雌性 : 雄性 = 1 : 2;当其与基因型为 XX 的个体杂交时, F_1 的基因型及其比例为 $X^SX : XY = 1 : 1$,表型及比例为雌性 : 雄性 = 1 : 1, B 符合题意。

2. A

题图解读





【解析】由题图解读可知：条带①表示B基因、条带②表示A基因、条带③表示b基因、条带④表示a基因，该家族中3号患有乙型血友病，**A 正确**；5号的基因型为 B_X^AY ，其基因检测结果可能含有①②③条带或①②条带，**B 错误**；5号的基因型及概率为 $\frac{1}{3}BBX^AY$ 、 $\frac{2}{3}BbX^AY$ ，与基因型和3号相同的女性 (bbX^AX^a) 婚配，他们生育患甲型血友病孩子 (X^aY) 的概率为 $\frac{1}{4}$ ，他们生育患乙型血友病孩子 (bb) 的概率为 $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ ，则他们生育正常孩子的概率为 $\left(1 - \frac{1}{4}\right) \times \left(1 - \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{2}$ ，所以他们生育一患血友病孩子的概率为 $1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ ，**C 错误**；结合题图解读可知，4号个体的基因型为 BBX^AY ，其减数分裂只能产生 BX^A 和 BY 两种类型的精子，**D 错误**。

3. (1) 常

(2) $4 \times \frac{1}{4}$

(3) bbX^AY^A 、 BBX^aX^a $\frac{5}{6}$

(4) ① BBX^AX^a ② BbX^AX^a ③ 3 48 : 7 : 9

【解析】(1)据题意分析，由 F_2 表型比例为 1 : 3 : 4 : 8，属于 9 : 3 : 3 : 1 的变式可知，控制眼色性状的两对基因 (A/a 、 B/b) 位于两对同源染色体上，且后代表型与性别有关，依题意，有一对基因位于 X、Y 染色体的同源区段上，则另一对位于常染色体上。基因 B 控制红眼，基因 b 控制紫眼，基因 A 存在时会抑制基因 B 和基因 b 表达，基因 a 无此作用。若基因 B/b 位于 X、Y 染色体的同源区段上，则甲组实验亲本的基因型为 aaX^BY^B 、 AAX^bX^b ， F_1 的基因型为 AaX^BX^b 、 AaX^bY^B ，则 F_2 雄果蝇中不会出现紫眼个体，与事实不符，故基因 B/b 位于常染色体上。

(2)甲组亲本为纯合子，其基因型为 BBX^aY^a 、 bbX^AX^A ， F_1 的基因型为 BbX^AX^a 、 BbX^AY^a ，根据自由组合定律可知， F_1 雄果蝇的精

原细胞减数分裂能够产生四种配子,其基因型分别为 BX^A 、 BY^a 、 bX^A 、 bY^a , F_2 中白眼雄性果蝇的基因型及比例为 BBX^AY^a : BbX^AY^a : $bbX^AY^a = 1 : 2 : 1$, 其与基因型为 bbX^aX^a 的果蝇测交, 子代基因型及比例为 BbX^AX^a : bbX^AX^a : BbX^aY^a : $bbX^aY^a = 1 : 1 : 1 : 1$, 其中紫眼果蝇(bbX^aY^a)所占比例为 $\frac{1}{4}$ 。

(3) 乙组实验中, 亲本的基因型是 bbX^AY^A 、 BBX^aX^a , F_1 的基因型为 BbX^AX^a 、 BbX^aY^A , F_2 中白眼雄蝇的基因型及比例为 BBX^AY^A : BbX^AY^A : bbX^AY^A : BBX^aY^A : BbX^aY^A : $bbX^aY^A = 1 : 2 : 1 : 1 : 2 : 1$, 白眼雌果蝇的基因型及比例为 BBX^AX^a : BbX^AX^a : $bbX^AX^a = 1 : 2 : 1$, 则让 F_2 全部白眼雌雄果蝇自由交配, 子代白眼雌果蝇的基因型及比例为 BBX^AX^A : BbX^AX^A : bbX^AX^A : BBX^AX^a : BbX^AX^a : $bbX^AX^a = 1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2$, 可见其中杂合子所占比例是 $\frac{5}{6}$ 。

(4) 白眼雌蝇的基因型可能为 BbX^AX^A 、 BbX^AX^a 、 BBX^AX^a 、 BBX^aX^A 、 bbX^AX^a 、 bbX^aX^A , 将该白眼雌果蝇与一纯合紫眼雄果蝇(bbX^aY^a)杂交, ①若该白眼雌蝇的基因型为 BBX^AX^a , 则 F_1 表型(基因型)及比例为白眼(BbX^AX^a 、 BbX^aY^a) : 红眼(BbX^aX^a 、 BbX^aY^a) = 1 : 1; ②若该白眼雌蝇的基因型为 BbX^AX^a , 则 F_1 表型(基因型)及比例为白眼(BbX^AX^a 、 BbX^aY^a 、 bbX^AX^a 、 bbX^aY^a) : 红眼(BbX^aX^a 、 BbX^aY^a) : 紫眼(bbX^aX^a 、 bbX^aY^a) = 2 : 1 : 1; ③若该白眼雌蝇的基因型为 BbX^AX^A 、 BBX^AX^A 或 bbX^AX^A , 则 F_1 均表现为白眼, 若该白眼雌蝇为杂合子, 即 BbX^AX^A , 则 F_1 的基因型为 BbX^AX^a 、 BbX^aY^a 、 bbX^AX^a 、 bbX^aY^a , 再让 F_1 雌雄果蝇相互交配, 两对基因分别考虑, 只考虑基因 B、b, F_1 产生的配子种类及概率为 $\frac{1}{4}B$ 、 $\frac{3}{4}b$, 子代基因型及概率为 $\frac{7}{16}B$ 、 $\frac{9}{16}bb$, 只考虑基因 A、a, 子代基因型及比例为 X^AX^A : X^AX^a : X^aY^a : $X^aY^a = 1 : 1 : 1 : 1$, 则子代白眼所占比例为 $\frac{3}{4}$, 紫眼所占比例为 $\frac{9}{16} \times \frac{1}{4} = \frac{9}{64}$, 红眼所占比例为 $1 - \frac{3}{4} - \frac{9}{64} = \frac{7}{64}$, 即子代表型及比例为白眼 : 红眼 : 紫眼 = 48 : 7 : 9。