

第 17 课时 减数分裂和受精作用

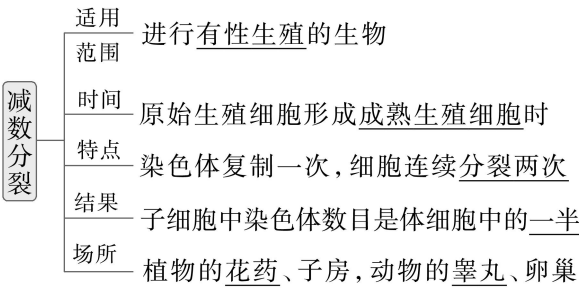
课标要求	1.阐明减数分裂产生染色体数量减半的精细胞或卵细胞。2.说明进行有性生殖的生物体，其遗传信息通过配子传递给子代。
考情分析	1.减数分裂的过程：2025·安徽·T11 2025·江苏·T14 2025·云南·T5 2024·山东·T6 2024·江西·T6 2023·江苏·T8 2023·天津·T8 2023·福建·T5 2023·山东·T6 2022·湖北·T18 2022·北京·T5 2022·福建·T6 2021·海南·T12 2021·重庆·T8
	2.受精作用：2021·湖北·T13

考点一 减数分裂及其相关概念

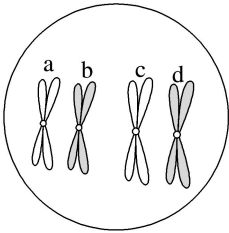
整合 · 必备知识

1. 减数分裂相关概念

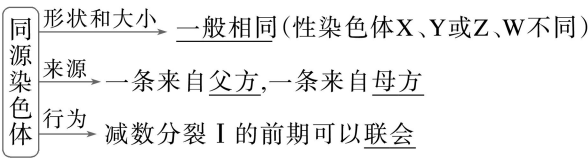
(1)减数分裂的概念



(2)同源染色体和非同源染色体



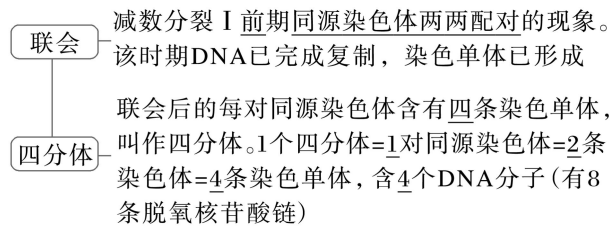
①同源染色体(图中的 a 和 b、c 和 d)



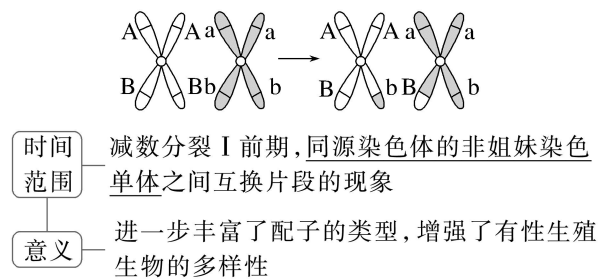
②非同源染色体

指形状、大小一般不相同，且在减数分裂过程中不发生联会的染色体。如图中的 a 和 c(或 d)、b 和 c(或 d)。

(3)联会和四分体

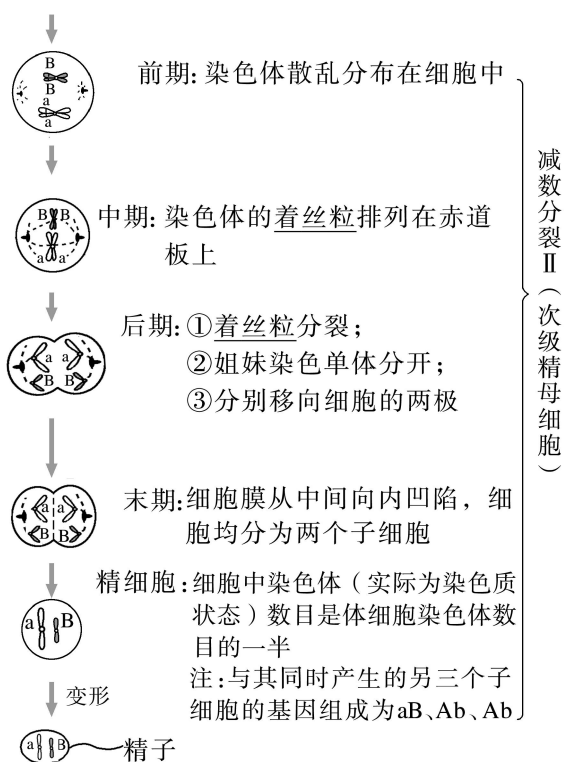


(4)互换



2. 精子的形成过程





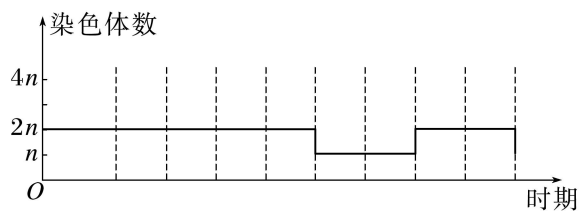
3. 精子和卵细胞形成过程的比较

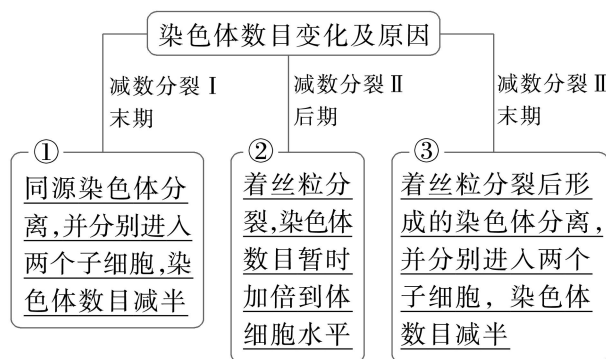
比较项目	精子	卵细胞
形成场所	睾丸(曲细精管)	卵巢
细胞质分裂	均等分裂	卵母细胞不均等分裂; 极体均等分裂
是否变形	变形	不变形
结果	1 个精原细胞→4 个精细胞→变形成为 4 个精子(成熟配子)	1 个卵原细胞→1 个较大的卵细胞(成熟配子)和 3 个较小的极体(退化消失, 不能受精)
相同点	染色体的变化行为相同: ①染色体都在减数分裂前的间期复制一次; ②减数分裂 I 都发生同源染色体分离; ③减数分裂 II 都发生着丝粒分裂, 姐妹染色单体分开; ④形成的精子和卵细胞中的染色体数目都减半	

4. 减数分裂过程中相关物质变化

(1) 染色体数目变化曲线

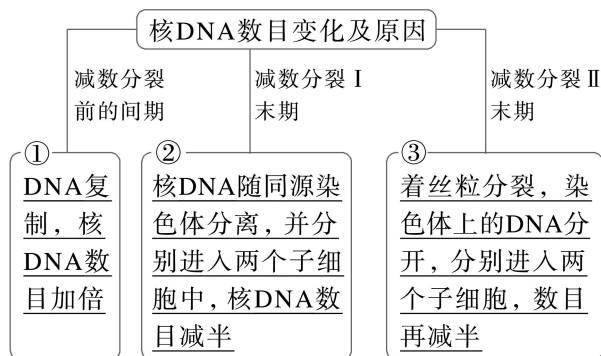
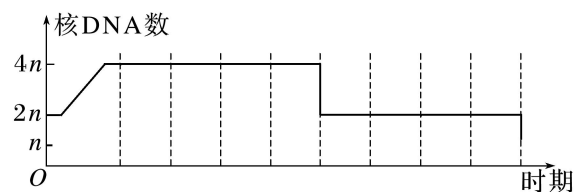
请结合减数分裂过程中的染色体变化, 分析回答:





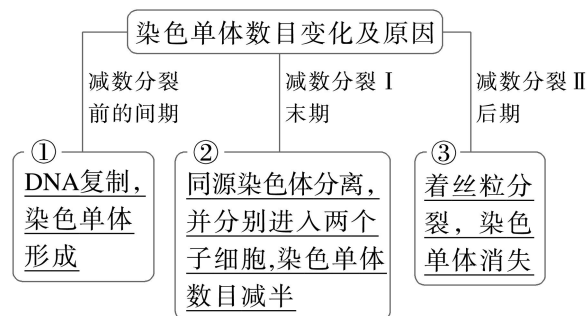
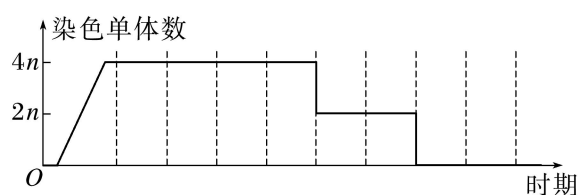
(2)核 DNA 数目变化曲线

结合减数分裂过程中的核 DNA 变化, 分析回答:



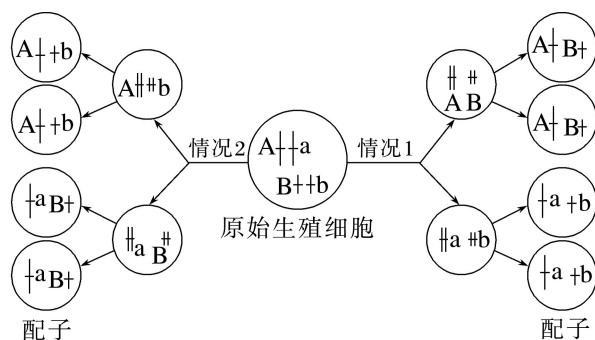
(3)染色单体数目变化曲线

请结合减数分裂过程中的染色单体数目变化, 分析回答:



5. 配子的多样性的成因

(1)自由组合(变异类型: 基因重组)

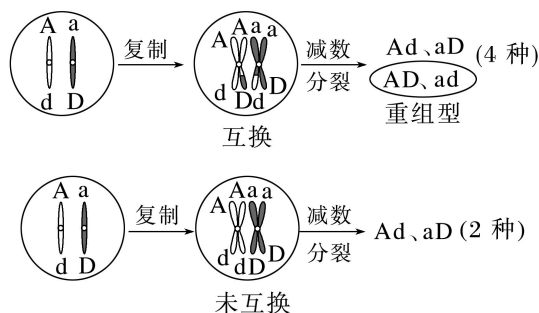


①据图分析可知，对于一个含有两对同源染色体的个体，在同源染色体分离，非同源染色体自由组合时，会有四种组合结果，因此会形成四种次级精(卵)母细胞，从而形成四种配子。

②请完善下表——减数分裂产生配子的类型(以含 n 对同源染色体为例，不考虑基因突变和同源染色体非姐妹染色单体间的互换)。

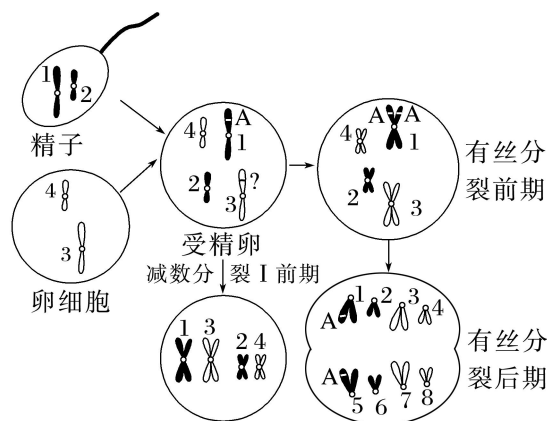
项目	可能产生配子的种类	实际能产生配子的种类
1 个精原细胞	2^n 种	2 种
1 个雄性个体	2^n 种	最多 2^n 种
1 个卵原细胞	2^n 种	1 种
1 个雌性个体	2^n 种	最多 2^n 种

(2)四分体中的非姐妹染色单体之间的互换(变异类型：基因重组)



形成·解题能力

1. 减数分裂相关概念辨析



(1)图中没有同源染色体的细胞是精子和卵细胞。

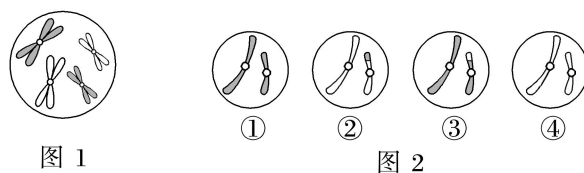
(2)减数分裂 I 前期有 2 个四分体，有丝分裂前期有 0 个四分体。

(3)有丝分裂后期有 4 对同源染色体，1 和 5 不是(填“是”或“不是”)同源染色体。

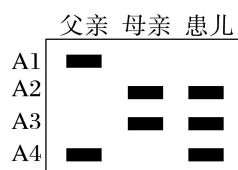
(4)受精卵中 1 号染色体上某位置有 A 基因，则 3 号染色体上相同位置有 A 基因或其等位基因。

2. 减数分裂过程分析

(1)如图 1 所示为某动物初级精母细胞中的两对同源染色体，其减数分裂过程中，同源染色体非姐妹染色单体之间发生互换形成了如图 2 所示的四个精子，则来自同一个次级精母细胞的是①③、②④。



(2)(2022·湖北, T18 改编)为了分析某唐氏综合征患儿的病因，对该患儿及其父母的 21 号染色体上的 A 基因(A1~A4)进行 PCR 扩增，经凝胶电泳后，结果如图所示。请推测关于该患儿致病的原因：



①考虑同源染色体互换，可能是卵原细胞减数分裂 I 或减数分裂 II 21 号染色体分离异常；

②不考虑同源染色体互换，可能是卵原细胞减数分裂 I 21 号染色体分离异常。

强化·迁移应用

考向一 减数分裂的过程分析

1. (2024·江西, 6)与减数分裂相关的某些基因发生突变，会引起水稻花粉母细胞分裂失败而

导致雄性不育。依据表中各基因突变后引起的效应，判断它们影响减数分裂的先后顺序是()

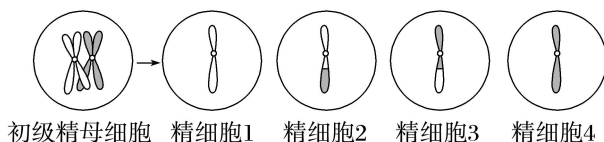
基因	突变效应
M	影响联会配对
O	影响姐妹染色单体分离
P	影响着丝粒与纺锤丝结合
W	影响同源染色体分离

- A. M—P—O—W B. M—P—W—O
C. P—M—O—W D. P—M—W—O

答案 B

解析 减数分裂过程中，联会配对发生在减数分裂Ⅰ前期，姐妹染色单体分离发生在减数分裂Ⅱ后期，着丝粒与纺锤丝结合发生在减数分裂Ⅰ后期和减数分裂Ⅱ前期，同源染色体分离发生在减数分裂Ⅰ后期；其中，M和P基因突变产生的影响都在减数分裂Ⅰ前期，根据减数分裂Ⅰ前期的特点可知，应该先影响联会配对，再影响着丝粒与纺锤丝结合，因此它们影响减数分裂的先后顺序是M—P—W—O，B符合题意。

2. (2025·安徽，11)某动物初级精母细胞中，一部分细胞的一对同源染色体的两条非姐妹染色单体间发生了片段互换，产生了4种精细胞，如图所示。若该动物产生的精细胞中，精细胞2、3所占的比例均为4%，则减数分裂过程中初级精母细胞发生交换的比例是()



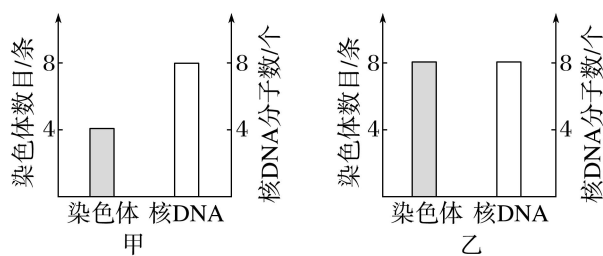
- A. 2% B. 4% C. 8% D. 16%

答案 D

解析 从题图可以看出，对于单个初级精母细胞来说，当其中两条非姐妹染色单体发生一次交换后，这4条染色单体最终会分离到4个精细胞中。对于任何一个发生了互换的初级精母细胞而言，它产生的后代精细胞中，重组型的比例是 $2/4=50\%$ ，题中重组型配子(精细胞2+精细胞3)在总配子中所占的总比例为 $4\%+4\%=8\%$ ，所以在减数分裂过程中，初级精母细胞发生交换的比例为 $8\%/50\%=16\%$ ，D正确。

考向二 减数分裂过程中的数量变化

3. (2023·浙江1月选考，20)某基因型为 $AaX^D Y$ 的二倍体雄性动物($2n=8$)，1个初级精母细胞的染色体发生片段交换，引起1个A和1个a发生互换。该初级精母细胞进行减数分裂过程中，某两个时期的染色体数目与核DNA分子数如图所示。



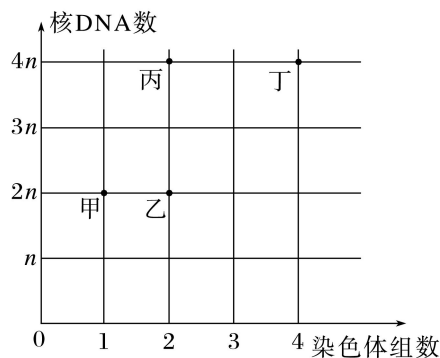
下列叙述正确的是()

- A. 甲时期细胞中可能出现同源染色体两两配对的现象
- B. 乙时期细胞中含有 1 条 X 染色体和 1 条 Y 染色体
- C. 甲、乙两时期细胞中的染色单体数均为 8 个
- D. 该初级精母细胞完成减数分裂产生的 4 个精细胞的基因型均不相同

答案 D

解析 图甲表示次级精母细胞的前期和中期, 则甲时期细胞中不可能出现同源染色体两两配对的现象, A 错误; 图乙表示减数分裂 II 后期或末期, 乙时期细胞中含有 2 条 X 染色体或 2 条 Y 染色体, B 错误; 图乙中染色体数目与核 DNA 分子数之比为 1:1, 无染色单体, C 错误; 因为初级精母细胞的染色体发生片段交换, 引起 1 个 A 和 1 个 a 发生互换, 产生了 AX^D 、 aX^D 、AY、aY 4 种基因型的精细胞, D 正确。

4. (2024·梅州检测)一个基因型为 AaX^BY 的精原细胞, 用荧光分子标记基因 A、a 和 B, 分裂过程中不同时期的 4 个细胞中染色体组数和核 DNA 数如图所示。不考虑基因突变、互换和染色体变异, 下列叙述不正确的是()



- A. 甲细胞中一定无同源染色体, 细胞内含有 2 个或者 4 个荧光标记
- B. 乙细胞中一定有同源染色体, 染色体数: 核 DNA 分子数=1:1
- C. 丙细胞中一定有姐妹染色单体, 可能存在四分体
- D. 丁细胞一定处于有丝分裂, 细胞内有 2 条 Y 染色体

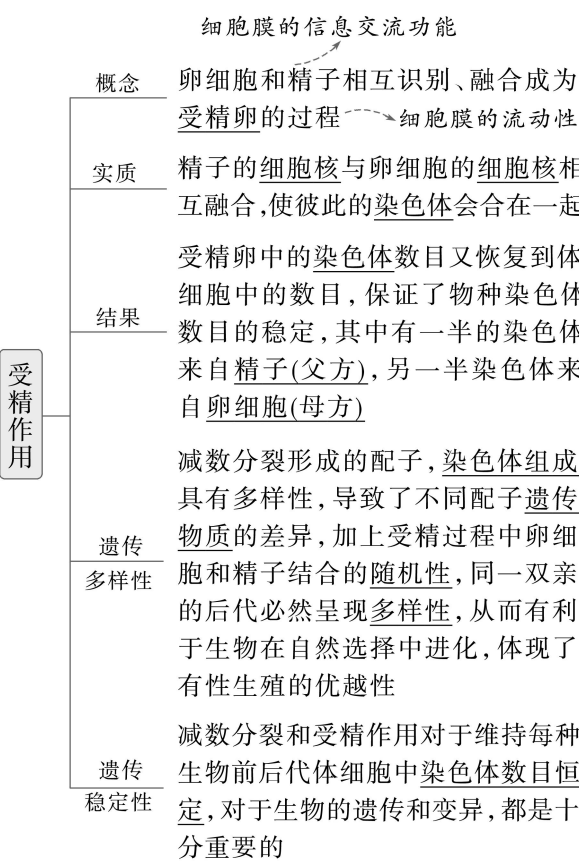
答案 B

解析 甲细胞中含有 1 个染色体组, 核 DNA 数为 $2n$, 说明甲细胞是减数分裂 II 的前期和中期的细胞, 则甲细胞中一定无同源染色体, 其基因型为 AAX^BX^B 和 $aaYY$ 或 aaX^BX^B 和 $AAYY$, 细胞内含有 2 个或 4 个荧光标记, A 正确; 乙细胞中含有 2 个染色体组, 核 DNA 数为 $2n$,

说明乙细胞为精原细胞，或者是间期的 G₁ 期细胞，或者是减数分裂 II 的后期和末期的细胞，染色体数：核 DNA 分子数=1：1；精原细胞、G₁ 期细胞有同源染色体，但减数分裂 II 的后期和末期的细胞无同源染色体，B 错误；丙细胞中含有 2 个染色体组，核 DNA 数为 4*n*，说明丙细胞为间期的 G₂ 期细胞或者是减数分裂 I 的细胞或者有丝分裂前期和中期的细胞，这些细胞中都有姐妹染色单体，且减数分裂 I 的前期会形成四分体，C 正确；丁细胞中含有 4 个染色体组，核 DNA 数为 4*n*，说明丙细胞是有丝分裂后期的细胞，其基因型为 AAaaX^BX^BYY，细胞内有 2 条 Y 染色体，D 正确。

考点二 受精作用

整合·必备知识



[提醒] 由于细胞质 DNA 主要来自卵细胞，受精卵中来自母方的遗传物质更多一些。

强化·迁移应用

考向三 受精作用

5. (2021·湖北, 13)植物的有性生殖过程中，一个卵细胞与一个精子成功融合后通常不再与其他精子融合。我国科学家最新研究发现，当卵细胞与精子融合后，植物卵细胞特异表达和分

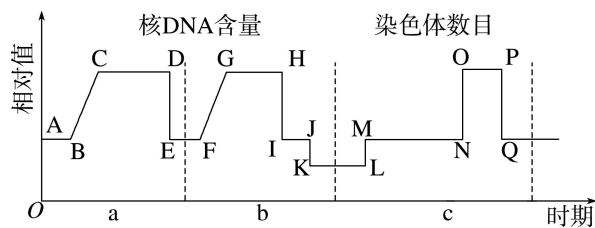
泌天冬氨酸蛋白酶 ECS1 和 ECS2。这两种酶能降解一种吸引花粉管的信号分子，避免受精卵再度与精子融合。下列叙述错误的是()

- A. 多精入卵会产生更多的种子
- B. 防止多精入卵能保持后代染色体数目稳定
- C. 未受精的情况下，卵细胞不分泌 ECS1 和 ECS2
- D. ECS1 和 ECS2 通过影响花粉管导致卵细胞和精子不能融合

答案 A

解析 多精入卵会导致子代有来自卵细胞和多个精子的染色体，不会产生更多种子，且防止多精入卵可以保证子代遗传信息来自一个精子和一个卵细胞，能保持后代染色体数目稳定，A 错误，B 正确；由题干信息“当卵细胞与精子融合后，植物卵细胞特异表达和分泌天冬氨酸蛋白酶 ECS1 和 ECS2”可知，未受精的情况下，卵细胞不分泌 ECS1 和 ECS2，C 正确；据题意可知，ECS1 和 ECS2 能降解一种吸引花粉管的信号分子，避免受精卵再度与精子融合，推测该过程是由于 ECS1 和 ECS2 通过影响花粉管导致卵细胞和精子不能融合，D 正确。

6. (2024·汕头检测)如图表示某生物个体不同时期的细胞分裂和受精作用过程中核 DNA 含量和染色体数目的变化。据图分析，下列叙述不正确的是()



- A. 图中所示时期发生了三次 DNA 的复制
- B. AC 段和 NO 段形成的原因不都是 DNA 的复制
- C. LM 段发生受精作用，受精卵中的 DNA 一半来自卵细胞、一半来自精子
- D. GH 段和 OP 段含有的染色体数目不相同，但都含有同源染色体

答案 C

解析 图中所示过程发生了三次分裂，第一次是有丝分裂，第二次是减数分裂，第三次是有丝分裂，故发生了三次 DNA 的复制，即 AC 段、FG 段、MN 段，A 正确；AC 段形成的原因是 DNA 的复制，NO 段形成的原因是着丝粒分裂，导致染色体数目加倍，B 正确；LM 段发生受精作用，受精卵中的细胞核中的 DNA 一半来自卵细胞、一半来自精子，但细胞质中的 DNA 几乎都来自卵细胞，C 错误；图中 GH 段表示减数分裂 I 过程，含有同源染色体，染色体数目与体细胞相同，OP 段表示有丝分裂后期、末期，染色体数目是体细胞的两倍，含有同源染色体，因此 GH 段和 OP 段含有的染色体数目不相同，但都含有同源染色体，D 正确。

课时精练

选择题 1~2 题，每小题 5 分，3~14 题，每小题 6 分，共 82 分。

一、选择题

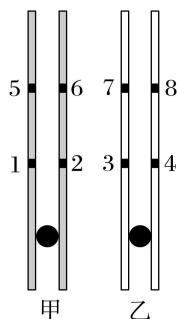
1. (2024·东莞模拟)某高等动物体细胞的染色体数目为 $2n$ ，下列关于该高等动物减数分裂的叙述，正确的是()

- A. 细胞内染色体在减数分裂 I 前期配对，着丝粒在减数分裂 I 后期分裂
- B. 减数分裂的结果是染色体数目减半，核 DNA 分子数目不变
- C. 减数分裂前的间期进行 DNA 复制，染色体数目减半发生在减数分裂 I
- D. 减数分裂 II 后期细胞内染色体数目为 $2n$ ，形态与体细胞相同

答案 C

解析 细胞内染色体在减数分裂 I 前期联会，着丝粒在减数分裂 II 后期分裂，A 错误；减数分裂的结果是染色体数目和核 DNA 分子数目都减半，B 错误；减数分裂 I 结束后子细胞中染色体数目已经减半为 n ，在减数分裂 II 后期，由于着丝粒分裂，姐妹染色单体分离成两条染色体，染色体数目暂时加倍为 $2n$ ，由于没有同源染色体，染色体形态与体细胞不完全相同，D 错误。

2. 如图为减数分裂时的一对同源染色体示意图，图中 1~8 表示基因，下列相关叙述正确的是()



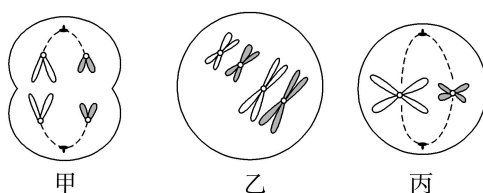
- A. 染色体甲和染色体乙在减数分裂 I 前期会发生联会
- B. 基因 1 与 2 为相同基因，基因 1 与 3 或 4 互为等位基因
- C. 基因 5 和 6 分离发生的时间与基因 6 和 7 分离发生的时间相同
- D. 基因 5、8 所在的片段断裂重连时发生互换，发生在间期染色体复制时

答案 A

解析 染色体甲和染色体乙为同源染色体，在减数分裂 I 前期会发生联会，A 正确；若该个体为纯合子，则 1 与 2、3、4 都为相同基因，B 错误；基因 5 和 6 分离发生在减数分裂 II 后期，基因 6 和 7 分离发生在减数分裂 I 后期，两者分离发生的时间不同，C 错误；基因 5、8 所在片段若发生互换，应发生在减数分裂 I 前期形成四分体时，D 错误。

3. (2023·天津，8)如图甲、乙、丙是某动物精巢中细胞减数分裂图像，有关说法正确的是

()

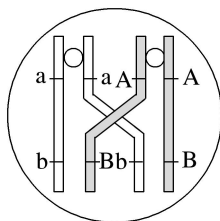


- A. 甲图像中细胞处于减数分裂Ⅱ中期
- B. 乙中染色体组是丙中两倍
- C. 乙中同源染色体对数是丙中两倍
- D. 乙、丙都是从垂直于赤道板方向观察的

答案 B

解析 甲图像中无同源染色体，姐妹染色单体分离形成两条子染色体，染色体移向细胞两极，处于减数分裂Ⅱ后期，A 错误；乙为减数分裂Ⅰ前期，有两对同源染色体，2 个染色体组，丙为减数分裂Ⅱ中期，无同源染色体，有 1 个染色体组，B 正确，C 错误；丙是从平行于赤道板方向观察的，D 错误。

4. (2022·福建, 6)某哺乳动物的一个初级精母细胞的染色体示意图如图，图中 A/a、B/b 表示染色体上的两对等位基因。下列叙述错误的是()



- A. 该细胞发生的染色体行为是精子多样性形成的原因之一
- B. 图中非姐妹染色单体发生交换，基因 A 和基因 B 发生了重组
- C. 等位基因的分离可发生在减数分裂Ⅰ和减数分裂Ⅱ
- D. 该细胞减数分裂完成后产生 AB、aB、Ab、ab 四种基因型的精细胞

答案 B

解析 该细胞正在发生互换，原来该细胞减数分裂只能产生 AB 和 ab 两种精细胞，经过互换，可以产生 AB、Ab、aB、ab 四种精细胞，所以互换是精子多样性形成的原因之一，A、D 正确；图中非姐妹染色单体发生交换，基因 A 和基因 b，基因 a 和 B 发生了重组，B 错误；由于发生互换，等位基因的分离可发生在减数分裂Ⅰ和减数分裂Ⅱ，C 正确。

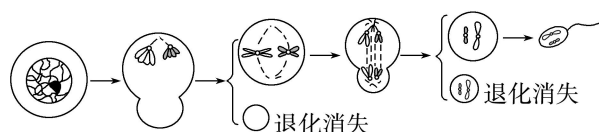
5. (2023·福建, 5)从基因型为 AaBb 的母羊输卵管中采集卵子进行体外受精，被激活的卵子排出的第二极体的基因组成是 aB，则该卵子及其对应的初级卵母细胞的基因组成分别是()

- A. AA bb AAaaBBbb
- B. aaBB AaBb
- C. aaBB AAaaBBbb
- D. AA bb AaBb

答案 C

解析 基因型为 AaBb 的卵原细胞,在减数分裂前的间期发生染色体复制成为初级卵母细胞,其基因型为 AAaaBBbb;在母羊输卵管采集的卵子是次级卵母细胞,在精子入卵后被激活的卵子完成减数分裂 II,排出第二极体(基因组成是 aB),则形成该极体的次级卵母细胞的基因组成成为 aaBB, C 符合题意。

6. (2024·广东六校联考)蜜蜂群体中蜂王和工蜂为二倍体($2n=32$),雄蜂由卵细胞直接发育而来。如图为雄蜂产生精子过程中染色体行为变化示意图(染色体未全部呈现),下列相关叙述正确的是()

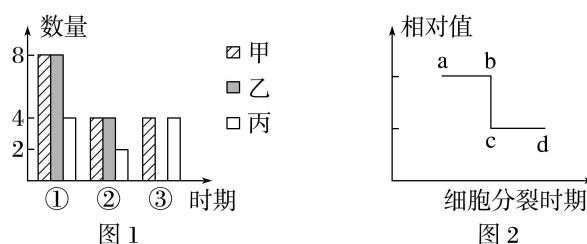


- A. 雄蜂的减数分裂机制能保证 1 个精原细胞产生 4 个正常的精子
- B. 雄蜂和蜂王的生殖细胞减数分裂过程中都存在同源染色体的分离
- C. 雄蜂有丝分裂后期与减数分裂 II 后期细胞中都含有 32 条染色体
- D. 雄蜂产生精子时非同源染色体的自由组合提高了精子中染色体组成的多样性

答案 C

解析 雄蜂的减数分裂机制能保证 1 个精原细胞产生 1 个正常的精子, A 错误;雄蜂不含同源染色体,其生殖细胞减数分裂过程中不会出现同源染色体的分离, B 错误;雄蜂有丝分裂后期与减数分裂 II 后期,着丝粒分裂,细胞中都含有 32 条染色体, C 正确;雄蜂不含同源染色体,产生精子的过程中不会发生同源染色体分离和非同源染色体的自由组合, D 错误。

7. (2024·广州阶段考)如图 1 是减数分裂过程中不同时期细胞中核 DNA、染色单体与染色体的数量关系,图 2 为某高等动物减数分裂过程中物质相对含量的变化示意图。下列有关说法正确的是()



- A. 图 1 中甲、乙、丙分别代表染色体、染色单体、核 DNA
- B. 若图 2 纵坐标表示染色体/核 DNA 的比值,则图 1 所示②时期处于图 2 中 cd 段
- C. 若图 2 纵坐标表示细胞中染色体含量的相对值,则图 2 的 ab 段一定会发生基因重组
- D. 若图 2 纵坐标表示细胞中核 DNA 含量的相对值,则处于 cd 段的细胞中有姐妹染色单体

答案 B

解析 图 1 中乙在③时期不存在,为染色单体,在①时期甲:丙=2:1,则甲为核 DNA,丙

为染色体，A 错误；②时期染色体：核 DNA：染色单体=1：2：2，且染色体数目是体细胞的一半，处于减数分裂Ⅱ前期和中期，若图 2 纵坐标表示染色体/核 DNA 的比值，则图 1 所示②时期处于图 2 中 cd 段，B 正确；若图 2 纵坐标表示细胞中染色体含量的相对值，且存在染色体数目减半，可表示减数分裂过程中染色体含量的相对值，减数分裂Ⅰ、减数分裂Ⅱ均存在 ab 过程，但减数分裂Ⅱ后期不发生基因重组，C 错误；若图 2 纵坐标表示细胞中核 DNA 含量的相对值，则 cd 段处于减数分裂Ⅱ，此时的细胞中无姐妹染色单体，D 错误。

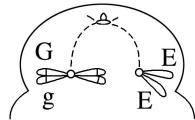
8. 同一双亲所生子代之间的性状往往存在差异。下列有关原因的叙述错误的是()

- A. 亲代进行减数分裂时同源染色体发生互换，提高了配子遗传组成的多样性
- B. 受精卵核遗传物质来自父母双方，提高了遗传组成的多样性
- C. 受精时非同源染色体自由组合，提高了子代性状的多样性
- D. 受精时卵细胞和精子随机结合，提高了子代性状的多样性

答案 C

解析 非同源染色体自由组合发生在减数分裂Ⅰ后期，C 错误。

9. (2025·汕尾模拟)如图为某昆虫($2n=8$)体内一个减数分裂Ⅰ后期细胞的局部示意图(图中只显示其中 2 条染色体)，细胞另一极的结构未绘出，已知该昆虫的基因型为 GgX^EY (只考虑一次变异)。下列叙述正确的是()

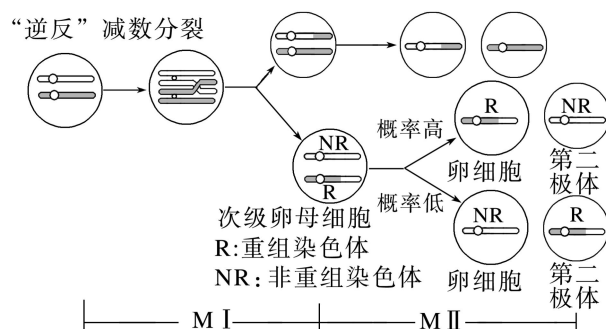


- A. 图示完整细胞内应有 8 条染色单体
- B. 图示细胞的子细胞染色体和 DNA 数均减半
- C. 图示细胞经过分裂能得到 3 种或 4 种配子
- D. 图示细胞为次级精母细胞，应进行均等分裂

答案 C

解析 由题图分析可知，该昆虫 $2n=8$ ，图示细胞处于减数分裂Ⅰ后期，完整细胞内应有 8 条染色体，16 条染色单体，A 错误；该细胞处于减数分裂Ⅰ后期，同源染色体分离，所以分裂产生的子细胞中染色体和核 DNA 数均减半，细胞质中的 DNA 数目情况未知，B 错误；图示细胞经过分裂能得到 3 种配子(发生的是基因突变)或 4 种配子(发生的是同源染色体非姐妹染色单体之间的互换)，C 正确；根据该动物的基因型(GgX^EY)可知，该动物的性别为雄性，则该细胞为初级精母细胞，D 错误。

10. (2025·深圳月考)果蝇($2n=8$)卵原细胞减数分裂存在“逆反”减数分裂现象，如图是“逆反”减数分裂过程(MⅠ、MⅡ分别表示减数分裂Ⅰ和减数分裂Ⅱ)，下列相关叙述错误的是()



- A. “逆反”减数分裂的 M I 发生非姐妹染色单体的互换和姐妹染色单体分离
- B. “逆反”减数分裂的 M II 不发生同源染色体的分离
- C. “逆反”减数分裂的 M II 过程中核 DNA 数目和染色体数目都发生减半
- D. M II 过程重组染色体高概率地进入卵细胞有利于提高子代的变异率

答案 B

解析 由图可知，“逆反”减数分裂的 M I 发生同源染色体的非姐妹染色单体的互换和着丝粒分裂，姐妹染色单体分离，A 正确；由图可知，“逆反”减数分裂中，同源染色体的分离发生在 M II 后期，B 错误；“逆反”减数分裂的 M II 过程中核 DNA 和染色体均分到两个子细胞中，核 DNA 数目和染色体数目都发生减半，C 正确；M II 过程重组染色体高概率地进入卵细胞，通过卵细胞传给予子代，有利于提高子代的变异率，D 正确。

11. (2023·山东, 6)减数分裂 II 时，姐妹染色单体可分别将自身两端粘在一起，着丝粒分开后，2 个环状染色体互锁在一起，如图所示。2 个环状染色体随机交换一部分染色体片段后分开，分别进入 2 个子细胞，交换的部分大小可不相等，位置随机。某卵原细胞的基因组成为 Ee，其减数分裂可形成 4 个子细胞。不考虑其他突变和基因被破坏的情况，关于该卵原细胞所形成子细胞的基因组成，下列说法正确的是()



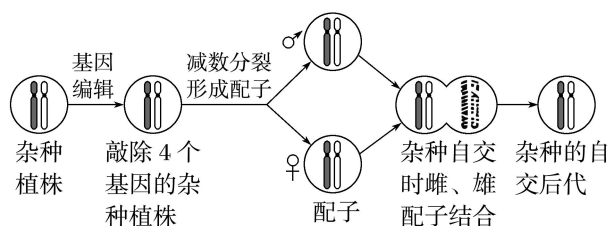
- A. 卵细胞基因组成最多有 5 种可能
- B. 若卵细胞为 Ee，则第二极体可能为 EE 或 ee
- C. 若卵细胞为 E 且第一极体不含 E，则第二极体最多有 4 种可能
- D. 若卵细胞不含 E、e 且一个第二极体为 E，则第一极体最多有 3 种可能

答案 C

解析 正常情况下，卵细胞的基因型可能为 E 或 e，减数分裂 II 时，姐妹染色单体上的基因为 EE 或 ee，着丝粒分开后，2 个环状染色体互锁在一起，2 个环状染色体随机交换一部分染色体片段后分开，卵细胞的基因型可能为 EE、ee、_ _ (表示没有相应的基因)、E、e，若减数分裂 I 时同源染色体中的非姐妹染色单体发生互换，卵细胞的基因组成还可以是 Ee，卵细胞

基因组成最多有 6 种可能，A 错误；不考虑其他突变和基因被破坏的情况，若卵细胞为 Ee，则减数分裂 I 时同源染色体中的非姐妹染色单体发生互换，次级卵母细胞产生的第二极体基因型为 __，第一极体产生的第二极体可能为 E、e 或 Ee、__，B 错误；若卵细胞为 E，且第一极体不含 E，说明未发生互换，次级卵母细胞产生的第二极体为 E，另外两个极体为 e 或 ee、__，C 正确；若卵细胞不含 E、e 且一个第二极体为 E，则与卵细胞同时产生的第二极体为 ee 或 Ee，第一极体为 EE 或 Ee，第一极体产生的第二极体为 E 或 e，D 错误。

12. (2025·珠海开学考)我国科研人员尝试利用基因编辑技术敲除杂交水稻的 4 个相关基因，实现杂种的“无融合生殖”，如图所示。试推测图中敲除的 4 个基因在正常减数分裂过程中的作用可能为()



- A. 使同源染色体分离
B. 促进着丝粒分裂
C. 抑制纺锤体形成
D. 抑制染色体复制

答案 A

解析 结合题图分析，杂种植株敲除 4 个基因后，其经减数分裂产生的配子染色体组成与亲本相同，与有丝分裂相似，推测敲除的 4 个基因在正常减数分裂过程中的作用可能为促进同源染色体分离，使染色体数目减半，A 符合题意。

13. (2024·中山联考)如图 1 是某动物细胞分裂局部图，该动物的基因型为 $AaX^B X^b$ ，图 2 是分裂过程中同源染色体对数的数学模型。下列叙述错误的是()



图 1

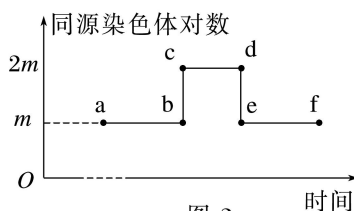


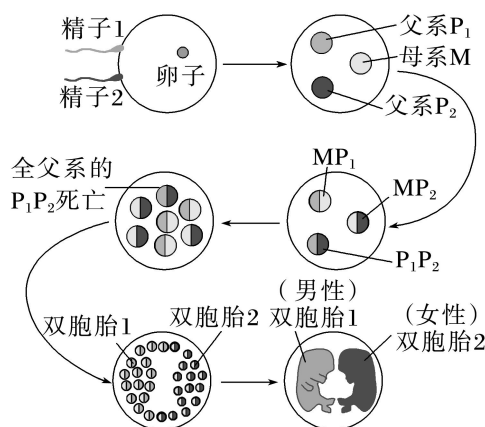
图 2

- A. 图 1 甲细胞分裂后形成的子细胞是次级卵母细胞和极体
B. 图 1 乙细胞在图 2 中对应的区段是 cd 段
C. 不考虑变异的情况下，形成图 1 丙细胞的过程中所产生的卵细胞的基因型是 aX^B
D. 若某卵细胞内有 2 个 a 基因，应是初级卵母细胞减数分裂 I 后期同源染色体未分离所致

答案 D

解析 图1甲细胞中同源染色体彼此分离,且细胞质表现为不均等分裂,因此该细胞为初级卵母细胞,其分裂后形成的子细胞是次级卵母细胞和极体,A正确;乙细胞有同源染色体,且着丝粒分裂,姐妹染色单体分离,处于有丝分裂后期,此时细胞中同源染色体的对数由 m 变成了 $2m$,即对应图2中的cd段,B正确;图中丙细胞中不含同源染色体,且表现为均等分裂,其基因型为 AAX^bX^b ,则与该细胞同时产生的次级卵母细胞的基因型为 aaX^BX^B ,随后次级卵母细胞经过减数分裂Ⅱ后产生的卵细胞的基因型是 aX^B ,C正确;若某卵细胞内有2个a基因,应是次级卵母细胞减数分裂Ⅱ后期姐妹染色单体未分离所致,D错误。

14. (2024·珠海三模)半同卵双胞胎是指由一个卵子和两个精子融合的受精卵发育而来的双生现象或方式。这种双生方式相当罕见,在形成过程中,一个卵子(核基因用M表示,染色体正常)与两个精子(核基因分别用 P_1 和 P_2 表示,染色体正常)受精,进而发育成一个能够存活的胚胎,然后这个胚胎分裂为双生儿。如图表示“三倍体”受精卵经“特殊分裂”形成“二倍体”细胞,最终形成半同卵双胞胎的示意图。下列叙述正确的是()



- A. 图中精子1和精子2有可能来自同一个次级精母细胞
- B. 两个精子可能同时触及卵细胞膜,进而形成三倍体受精卵
- C. 父方和母方各提供了一半DNA组成半同卵双胞胎的DNA分子
- D. 一个精原细胞完成减数分裂,即可得到两两相同的精子

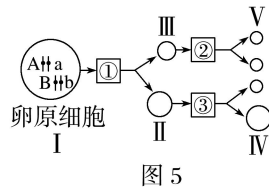
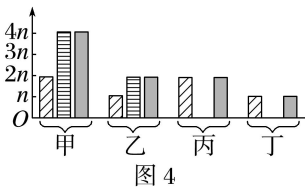
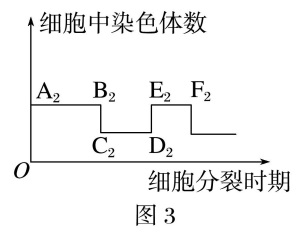
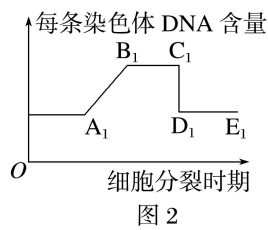
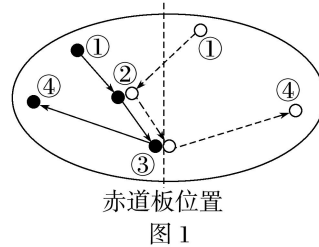
答案 B

解析 图示半同卵双胞胎中一个是男性,一个是女性,说明图中精子1和精子2所含性染色体不同,因此图中精子1和精子2不可能来自同一个次级精母细胞,A错误;当精子头部触及卵细胞膜时,会启动透明带反应,阻止其他精子向卵细胞游动,可见,当两个精子同时触及卵细胞膜时,有可能形成“三倍体”受精卵,B正确;半同卵双胞胎的核DNA分子都是父方和母方各提供一半,但细胞质中的DNA分子几乎全部来自母方,C错误;一个精原细胞完成减数分裂,可形成4个精细胞,然后通过变形才能形成精子,D错误。

二、非选择题

15. (18分)(2025·广州广雅中学月考)图1表示用不同颜色的荧光标记某雄性动物($2n=8$)中两

条染色体的着丝粒(分别用“●”和“○”表示),在荧光显微镜下观察到它们的移动路径如箭头所示;图2表示细胞分裂过程中每条染色体DNA含量变化;图3表示减数分裂过程中细胞核内染色体数变化;图4表示减数分裂过程(甲~丁)中的染色体数、染色单体数和核DNA分子数的数量关系;图5表示某哺乳动物的基因型为AaBb,某个卵原细胞进行减数分裂的过程,不考虑染色体互换,①②③代表相关过程,I~IV表示细胞。回答下列问题:



- (1)图1中①→②过程表示同源染色体出现_____行为;细胞中③→④过程每条染色体中DNA含量相当于图2中_____段的变化。
- (2)图2中A₁B₁段上升的原因是细胞内发生_____,若图2和图3表示同一个细胞分裂过程,则图2中发生C₁D₁段变化的原因与图3中_____段的变化原因相同。
- (3)非同源染色体的自由组合发生在图4的_____(填“甲”“乙”“丙”或“丁”)时期;等位基因的分离发生在图5中的_____(填序号)过程中。
- (4)图5中细胞II中可形成_____个四分体,若细胞IV的基因型为ABb,原因可能是_____。

该异常卵细胞IV与基因型为ab的精子形成的受精卵发育为雄性个体,且该雄性个体减数分裂时同源染色体中的两条分别移向细胞两极,另一条随机移动。若不考虑其他异常情况,则其产生基因型为abb配子的概率是_____。

答案 (1)联会 B₁C₁ (2)DNA的复制 D₂E₂

(3)甲 ① (4)0 减数分裂I后期,B、b基因所在的同源染色体没有分开,移向了细胞的同一极 1/12

解析 (1)图1中①→②过程结果显示,染色体的着丝粒(“○”)和(“●”)靠近,表示同源染

染色体联会配对过程。细胞中③→④过程表示同源染色体分离，发生在减数分裂Ⅰ后期，此时每条染色体上含有2个DNA分子，对应图2中B₁C₁段的变化。(2)图2中A₁B₁段每条染色体上的DNA数目加倍，发生DNA的复制。若图2和图3表示同一个细胞分裂过程，图2减数分裂中C₁D₁段表示减数分裂Ⅱ后期着丝粒分裂，与图3中D₂E₂段变化原因相同。(3)非同源染色体的自由组合发生在减数分裂Ⅰ后期，对应图4中的甲时期；等位基因的分离发生在减数分裂Ⅰ后期，对应图5中的①过程。(4)图5中细胞Ⅱ的名称为次级卵母细胞，该细胞不含同源染色体，不含四分体。基因型为AaBb的细胞进行减数分裂时，若形成的生殖细胞Ⅳ的基因型为ABb，存在等位基因，则最可能的原因是B、b这对等位基因所在的同源染色体，在减数分裂Ⅰ后期没有分离。该异常卵细胞Ⅳ与基因型为ab的精子形成的受精卵的基因型为AaBbb，将两对等位基因进行拆分研究，Aa减数分裂产生的配子中A:a=1:1，a的概率为1/2，Bbb减数分裂产生的配子中B:bb:Bb:b=1:1:2:2，产生bb的概率为1/6，则产生基因型为abb配子的概率是 $1/2 \times 1/6 = 1/12$ 。