

第 18 课时 减数分裂与有丝分裂的比较及观察蝗虫精母细胞减数分裂装片

课标要求	活动：运用模型、装片或视频观察模拟减数分裂过程中染色体的变化。
考情分析	1.减数分裂和有丝分裂的辨析：2025·甘肃·T5 2025·广东·T4 2025·北京·T6 2025·浙江 1 月选考·T16 2024·北京·T5 2024·江苏·T17 2023·浙江 6 月选考·T17 2022·全国乙·T1 2021·福建·T12 2021·江苏·T7 2021·天津·T7 2021·辽宁·T12
	2.观察减数分裂：2023·北京·T5 2023·天津·T8 2021·北京·T5 2020·江苏·T22

考点一 减数分裂和有丝分裂的比较

整合 · 必备知识

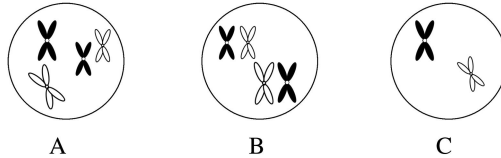
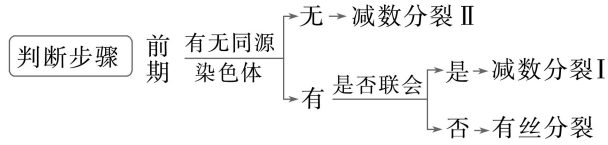
1. 减数分裂与有丝分裂基本过程的分析

项目		减数分裂	有丝分裂
不同点	分裂的细胞	<u>原始生殖细胞</u>	体细胞或原始生殖细胞
	细胞分裂次数	<u>两次</u>	<u>一次</u>
	同源染色体的行为	联会、互换、同源染色体分离	<u>不联会、不互换、不分离</u>
	非同源染色体的行为	<u>自由组合</u>	<u>不自由组合</u>
	子细胞染色体数目	<u>减半</u>	与体细胞相同
	子细胞的名称和数目	<u>4 个精细胞或 1 个卵细胞和 3 个极体</u>	<u>2 个体细胞或原始生殖细胞</u>
	子细胞间的遗传物质	<u>不一定相同</u>	<u>相同</u>
联系		(1)染色体都只复制 <u>一次</u> ；(2)分裂过程中都出现 <u>纺锤体</u> ，都有 <u>核仁</u> 、	

	核膜的消失和重建；(3)都有着丝粒分裂和姐妹染色单体分开的现象
--	---------------------------------

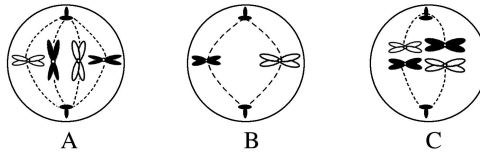
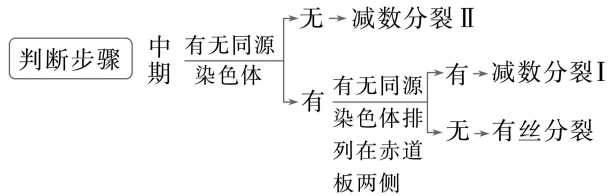
2.有丝分裂与减数分裂主要时期细胞分裂图像比较

(1)三个前期图像的判断



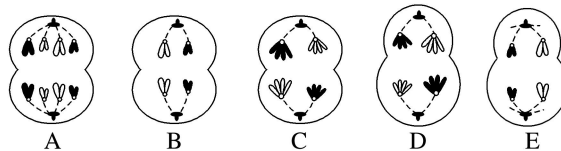
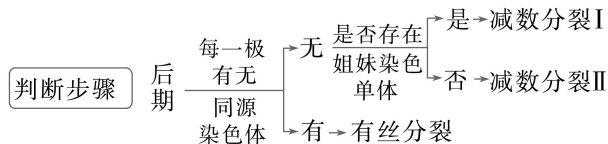
A: 有丝分裂前期, B: 减数分裂 I 前期, C: 减数分裂 II 前期

(2)三个中期图像的判断



A: 有丝分裂中期 B: 减数分裂 II 中期 C: 减数分裂 I 中期

(3)五个后期图像的判断



A: 有丝分裂后期 B: 减数分裂 II 后期(次级精母细胞或极体) C: 减数分裂 I 后期(初级精母细胞) D: 减数分裂 I 后期(初级卵母细胞) E: 减数分裂 II 后期(次级卵母细胞)

3. 减数分裂和有丝分裂过程中染色体、染色单体和核 DNA 数目变化曲线的比较(假设体细胞内染色体数为 $2n$)

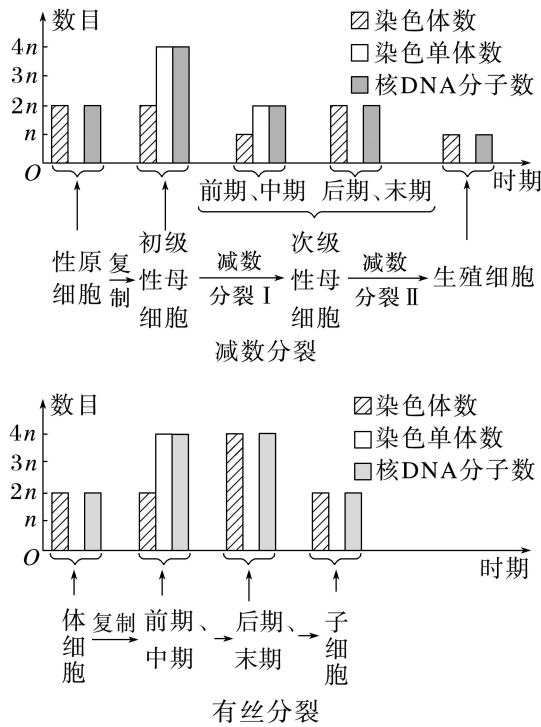
项目	染色体	染色单体	核 DNA 分子
----	-----	------	----------

减数分裂			
有丝分裂			

注：减 I 表示减数分裂 I，减 II 表示减数分裂 II。

4. 减数分裂和有丝分裂柱形图分析(以二倍体生物为例)

(1)柱形图



(2)相关分析

①只有染色单体的数目才可能是 0，染色体和核 DNA 分子的数目不可能是 0。染色单体会因着丝粒的分裂而消失，所以柱形图中表示的某结构若出现 0，则其一定表示染色单体。

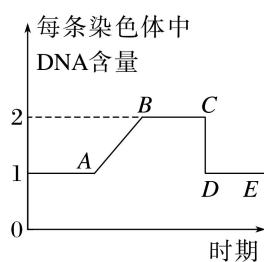
②核 DNA 分子未复制时，其数目与染色体一样多，而复制后，每条染色体上含有 2 个 DNA 分子，即核 DNA 分子数：染色体数可能为 1：1 或 2：1，但不可能是 1：2。

形成·解题能力

有丝分裂和减数分裂过程中的数量变化曲线分析

1.如图表示细胞分裂过程中，不同分裂时期每条染色体中 DNA 含量的变化，请根据曲线图

回答问题：



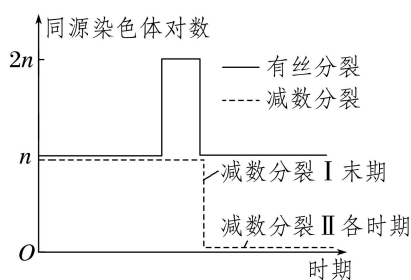
(1)若表示有丝分裂： AB 段表示间期 DNA 复制， BC 段表示前期、中期， CE 段表示后期、末期。

(2)若表示减数分裂： AB 段表示间期 DNA 复制， BC 段表示减数分裂 I 的前期到减数分裂 II 的中期， CE 段表示减数分裂 II 的后期、末期。

(3) CD 段形成原因是着丝粒分裂，姐妹染色单体分开。

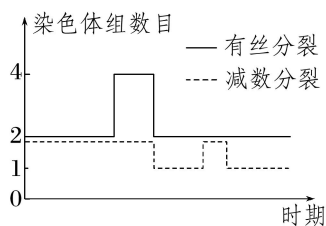
2. 以二倍体生物为例，分析卵原细胞有丝分裂和减数分裂过程中同源染色体的变化规律，做出减数分裂和有丝分裂中同源染色体对数变化的曲线。

提示 如图所示



3. 以二倍体生物为例，分析卵原细胞有丝分裂和减数分裂过程中染色体组数目的变化规律，做出减数分裂和有丝分裂中染色体组数目变化的曲线。

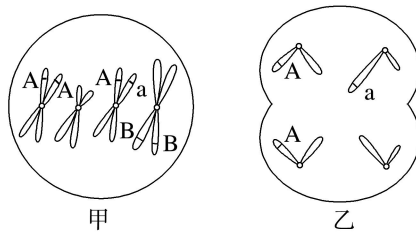
提示 如图所示



强化·迁移应用

考向一 减数分裂与有丝分裂的比较

1. (2023·浙江 6 月选考, 17)某动物($2n=4$)的基因型为 $AaX^B Y$, 其精巢中两个细胞的染色体组成和基因分布如图所示, 其中一个细胞处于有丝分裂某时期。下列叙述错误的是()

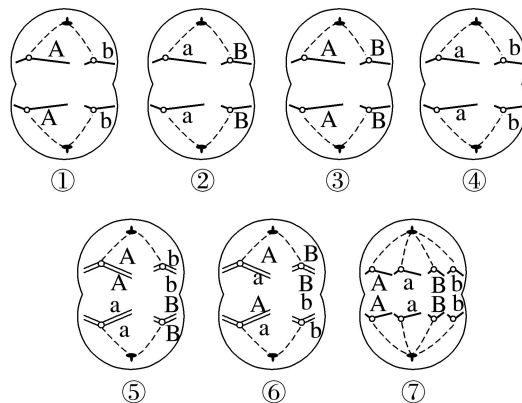


- A. 甲细胞处于有丝分裂中期、乙细胞处于减数分裂Ⅱ后期
- B. 甲细胞中每个染色体组的 DNA 分子数与乙细胞的相同
- C. 若甲细胞正常完成分裂则能形成两种基因型的子细胞
- D. 形成乙细胞过程中发生了基因重组和染色体变异

答案 B

解析 甲细胞含有同源染色体，且着丝粒整齐地排列在赤道板上，处于有丝分裂中期，乙细胞不含有同源染色体，着丝粒分裂，处于减数分裂Ⅱ后期，A 正确；甲细胞含有 2 个染色体组，每个染色体组含有 4 个 DNA 分子，乙细胞含有 2 个染色体组，每个染色体组含有 2 个 DNA 分子，B 错误；甲细胞分裂后产生 AAX^BY 、 AaX^BY 两种基因型的子细胞，C 正确；形成乙细胞的过程中发生了 A 基因所在的常染色体和 Y 染色体的组合，发生了基因重组，同时 a 基因所在的染色体片段转移到了 Y 染色体上，发生了染色体结构变异，D 正确。

2. (2025·甘肃, 5)某动物($2n=4$)的基因型为 $AaBb$ ，有一对长染色体和一对短染色体。A/a 和 B/b 基因是独立遗传的，位于不同对的染色体上。关于该动物的细胞分裂(不考虑突变)，下列叙述错误的是()



- A. 图①、②、③和④代表减数分裂Ⅱ后期细胞，最终形成 Ab 、 aB 、 AB 和 ab 四种配子
- B. 同源染色体分离，形成图⑤减数分裂Ⅰ后期细胞，进而产生图①和②两种子细胞
- C. 非姐妹染色单体互换，形成图⑥减数分裂Ⅰ后期细胞，进而产生图③和④两种子细胞
- D. 图⑦代表有丝分裂后期细胞，产生的子代细胞在遗传信息上与亲代细胞保持一致

答案 C

解析 通过观察染色体形态发现，图①、②、③和④细胞中无同源染色体且着丝粒分裂，属于减数分裂Ⅱ后期细胞，从图⑤、⑥细胞质均等分裂可判断该动物为雄性，所以图①、②、

③和④细胞经过减数分裂Ⅱ最终形成 Ab、aB、AB 和 ab 四种精细胞(不考虑突变), A 正确; 观察图⑤, 同源染色体分离, 非同源染色体自由组合, 细胞质均等分裂, 属于减数分裂Ⅰ后期细胞(雄性), 减数分裂Ⅰ结束后会产生基因型为 AAbb 和 aaBB 的次级精母细胞, 图①和②符合次级精母细胞减数分裂Ⅱ后期的情况, 所以能产生图①和②两种子细胞, B 正确; 观察图⑥, 同源染色体非姐妹染色单体互换发生在减数分裂Ⅰ前期, 形成图⑥减数分裂Ⅰ后期细胞(同源染色体分离), 减数分裂Ⅰ结束后会产生基因型为 AaBB 和 Aabb 的次级精母细胞, 到达减数分裂Ⅱ后期时一个细胞的一极含有基因 A 和 B, 另一极含有基因 a 和 B, 另一个细胞的一极含有基因 A 和 b, 另一极含有基因 a 和 b, 图③和④不符合次级精母细胞减数分裂Ⅱ后期的情况, C 错误; 观察图⑦, 有同源染色体且着丝粒分裂, 代表有丝分裂后期细胞, 有丝分裂产生的子代细胞在遗传信息上与亲代细胞保持一致, D 正确。

考点二 观察蝗虫精母细胞减数分裂装片

整合·必备知识

1. 实验原理

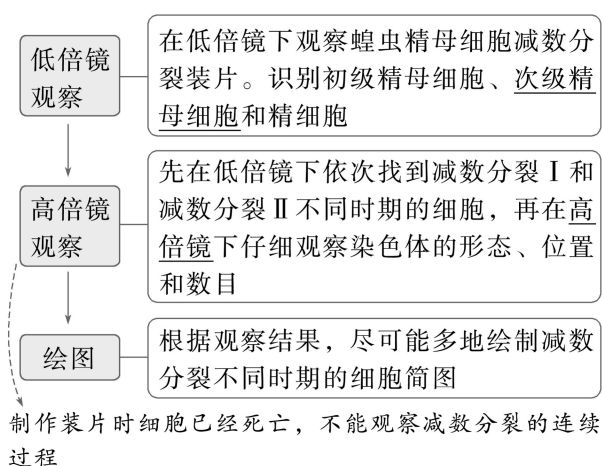
减数分裂过程中, 细胞中的染色体形态、位置、数目都在不断地发生变化, 因而可据此识别减数分裂的各个时期。

2. 实验流程

(1)装片制作(同有丝分裂装片制作过程)

解离→漂洗→染色→制片。

(2)显微观察和绘图(以蝗虫精母细胞为例)



强化·迁移应用

考向二 观察减数分裂装片

3. (2025·广东, 4)某同学用光学显微镜观察网球花胚乳细胞分裂, 视野中(如图)可见()



- A. 细胞质分离
- B. 等位基因分离
- C. 同源染色体分离
- D. 姐妹染色单体分离

答案 D

解析 网球花的胚乳细胞通过有丝分裂增殖，胞质分裂发生在有丝分裂末期，图中为有丝分裂后期，A 不符合题意；等位基因分离发生在减数分裂 I 后期，且显微镜下可观察到染色体，但无法直接看到基因，B 不符合题意；同源染色体分离是减数分裂 I 的特征，有丝分裂中同源染色体不分离，C 不符合题意；有丝分裂后期着丝粒分裂，原本的两条姐妹染色单体分离成为独立的两条子染色体，分别移向细胞两极，D 符合题意。

4. (2025·茂名模拟)如图为某植物($2n=24$ ，基因型为 AaBb，两对基因位于两对同源染色体上)减数分裂过程中不同时期的细胞图像，下列有关叙述正确的是()



- A. 应取该植物的子房制成临时装片，才能观察到上面的图像
- B. 图甲、乙细胞中均含有 12 对同源染色体
- C. 与图丙细胞相比，图丁的每个细胞中染色体和核 DNA 的数目均加倍
- D. 图戊中 4 个细胞的基因型最可能为 AB、Ab、aB、ab

答案 B

解析 应取该植物的花药制成临时装片，才能观察到上面的图像，A 错误；甲细胞是减数分裂 I 中期、乙细胞是减数分裂 I 后期，甲、乙细胞中均有 12 对同源染色体，B 正确；与丙细胞(减数分裂 II 中期)相比，丁(减数分裂 II 后期)的每个细胞中染色体数目加倍，但是核 DNA 的数目一样多，C 错误；通过题干信息可知，图戊中 4 个细胞的基因型最可能为 AB、AB、ab、ab 或 Ab、Ab、aB、aB，D 错误。

课时精练

选择题 1~14 题，每小题 6 分，共 84 分。

一、选择题

1. (2024·北京，5)水稻生殖细胞形成过程中既发生减数分裂，又进行有丝分裂，下列相关叙

述错误的是()

- A. 染色体数目减半发生在减数分裂 I
- B. 同源染色体联会和互换发生在减数分裂 II
- C. 有丝分裂前的间期进行 DNA 复制
- D. 有丝分裂保证细胞的亲代和子代间遗传的稳定性

答案 B

解析 同源染色体联会和互换发生在减数分裂 I 的前期, B 错误。

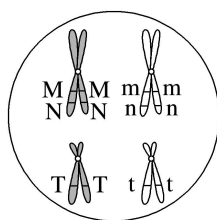
2. (2020·海南, 13)某哺乳动物的体细胞染色体数为 $2n$ 。下列有关该动物精原细胞的叙述, 正确的是()

- A. 既能进行有丝分裂, 又能进行减数分裂
- B. 分裂过程中的染色体数目不会为 n
- C. 在有丝分裂后期会发生基因重组
- D. 经过染色体复制产生的初级精母细胞中没有同源染色体

答案 A

解析 动物的精原细胞能通过有丝分裂增加精原细胞数量, 也能通过减数分裂产生精细胞进行生殖, A 正确; 精原细胞若进行减数分裂, 在减数分裂 II 前期和中期, 以及产生的子细胞中染色体数目均为 n , B 错误; 在有丝分裂后期不会发生基因重组, 基因重组发生在减数分裂 I 过程中, C 错误; 经过染色体复制产生的初级精母细胞中含有同源染色体, 减数分裂 I 后期同源染色体分离, 产生的次级精母细胞中不含同源染色体, D 错误。

3. (2024·江苏, 17 改编)图示哺乳动物的一个细胞中部分同源染色体及其相关基因。下列相关叙述正确的有()



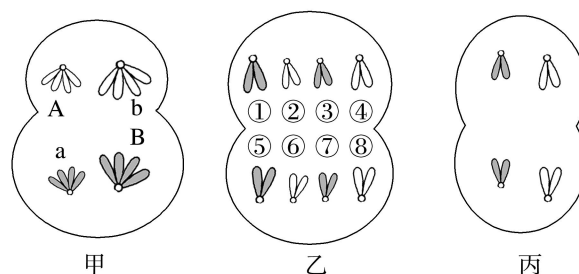
- A. 有丝分裂或减数分裂前, 普通光学显微镜下可见细胞中复制形成的染色单体
- B. 有丝分裂或减数分裂时, 丝状染色质在纺锤体作用下螺旋化成染色体
- C. 有丝分裂后期着丝粒分开, 导致染色体数目及其 3 对等位基因数量加倍
- D. 减数分裂 I 完成时, 能形成基因型为 $MmNnTt$ 的细胞

答案 D

解析 在有丝分裂或减数分裂前的间期, 染色质进行复制, 但此时形成的染色单体在普通光学显微镜下不可见, A 错误; 纺锤体的作用是牵引染色体运动, 而不是使丝状染色质螺旋化成染色体, 染色质螺旋化是自身的变化, B 错误; 有丝分裂后期着丝粒分开, 姐妹染色单体分离, 导致染色体数目加倍, 但基因数量不变, C 错误; 在减数分裂 I 前期, 同源染色体的

非姐妹染色单体可能会发生互换,增加了配子基因组成的多样性,所以减数分裂Ⅰ完成时能形成基因型为 $MmNnTt$ 的细胞, D 正确。

4. (2025·佛山月考)在某动物($2n=4$)细胞分裂装片中,观察到如图所示的3个细胞图像,其中数字表示染色体,字母表示染色体上的基因。不考虑突变,下列有关分析正确的是()

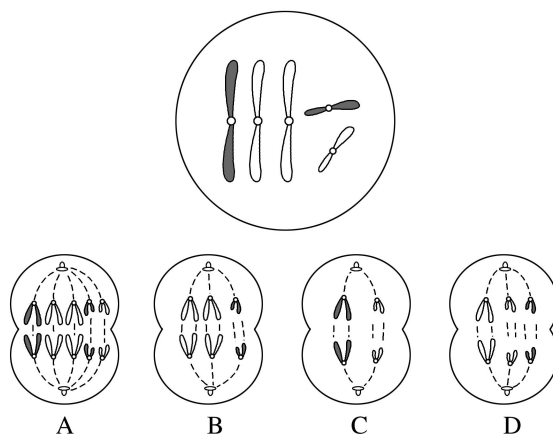


- A. 甲、乙、丙可能来自同一细胞,形成的先后顺序为乙→甲→丙
 B. 乙细胞含有4个染色体组,分别是①②、③④、⑤⑧和⑥⑦
 C. 甲细胞中发生同源染色体分离,丙细胞中发生非同源染色体自由组合
 D. 若乙细胞中②号染色体是X染色体,则丙细胞的基因型为 bbX^aX^a

答案 D

解析 根据染色体的大小、颜色和细胞质的分裂方式判断,甲细胞可以来自乙细胞有丝分裂后产生的卵原细胞,但丙不可能来自甲细胞减数分裂Ⅰ产生的次级卵母细胞或第一极体, A 错误;一个染色体组含有的染色体均为非同源染色体,乙细胞处于有丝分裂后期,含有4个染色体组,但⑤⑧和⑥⑦是同源染色体,不能构成染色体组, B 错误;甲细胞发生同源染色体分离的同时,非同源染色体自由组合,丙细胞发生姐妹染色单体分离, C 错误;结合题图信息可知,若乙细胞中②号染色体是X染色体,结合甲细胞可知,则丙细胞灰色染色体为X染色体,含基因a,白色染色体为常染色体,含基因b,丙细胞的基因型为 bbX^aX^a , D 正确。

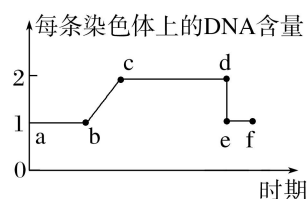
5.(2021·天津,7)如图为某二倍体昆虫精巢中一个异常精原细胞的部分染色体组成示意图。若该细胞可以正常分裂,下列哪种情况不可能出现()



答案 D

解析 若该细胞进行正常的有丝分裂，则有丝分裂后期会出现图 A 所示的情况，A 不符合题意；图 B 为该异常精原细胞进行减数分裂 II 后期时可能出现的情况，B 不符合题意；图 C 为该异常精原细胞进行减数分裂 II 后期时可能出现的情况，C 不符合题意；正常分裂时，形态较小的那对同源染色体应该在减数分裂 I 后期分离，图 D 所示的减数分裂 II 后期不会出现同源染色体，D 符合题意。

6. 如图所示为人体内的细胞在分裂过程中每条染色体上的 DNA 含量的变化曲线。下列叙述正确的是()

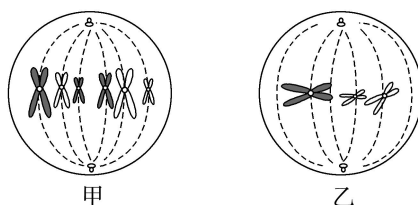


- A. 该图若为有丝分裂，则细胞板的出现和纺锤体的消失都在 ef 段
- B. 该图若为减数分裂，则基因的分离和自由组合发生在 cd 段的某一时期
- C. 该图若为有丝分裂，则 cd 段的细胞都含有 46 对同源染色体
- D. 该图若为减数分裂，则 cd 段的细胞都含有 23 对同源染色体

答案 B

解析 该图若为有丝分裂，图中 ef 段表示有丝分裂后期和末期，人体细胞分裂的末期不形成细胞板，A 错误；该图若为减数分裂，则图中 cd 段表示减数分裂 I 以及减数分裂 II 的前期、中期，基因的分离和自由组合都发生在减数分裂 I 过程中，B 正确；该图若为有丝分裂，则图中 cd 段表示分裂间期的 G₂ 期以及有丝分裂的前期、中期，细胞中的染色体数目没变，仍为 46 条，则 cd 段的细胞都含有 23 对同源染色体，C 错误；该图若为减数分裂，则 cd 段的前段即减数分裂 I 有同源染色体，但是后一阶段(减数分裂 II 的前期、中期)的细胞不含有同源染色体，D 错误。

7. (2024·广州番禺中学月考)如图为雌性斯氏按蚊($2n=6$)细胞分裂不同时期的示意图，下列叙述正确的是()



- A. 图甲细胞中含有 3 个四分体，可发生基因重组
- B. 图乙细胞中含有 6 个 DNA 分子，不可能含有等位基因
- C. 图乙细胞分裂产生的子细胞是卵细胞
- D. 斯氏按蚊卵巢内的细胞中可含有 1 个、2 个或 4 个染色体组

答案 D

解析 图甲细胞处于有丝分裂中期,不存在四分体,不发生基因重组,A 错误;图乙细胞中无同源染色体,且着丝粒排列在赤道板上,处于减数分裂Ⅱ中期,图中核 DNA 分子数为 6,若减数分裂Ⅰ前期发生染色体互换,则图乙细胞中也可能产生等位基因,B 错误;图乙细胞分裂产生的子细胞是卵细胞或极体,C 错误;斯氏按蚊卵巢内的细胞既可进行有丝分裂,也可进行减数分裂,其细胞中可含有 1 个染色体组(如减数分裂Ⅱ前、中期)、2 个染色体组(如体细胞、减数分裂Ⅰ、减数分裂Ⅱ后期等)或 4 个染色体组(如有丝分裂后期),D 正确。

8. (2025·佛山顺德联考)某二倍体动物(性别决定方式为 XY 型)的每个染色体组内有 7 条常染色体和 1 条性染色体。在观察该动物细胞的永久装片时发现,某增殖细胞内有 16 条染色体,呈现 8 种不同的形态。不考虑突变,下列关于该增殖细胞的叙述,错误的是()

- A. 若该增殖细胞内有同源染色体,则该细胞进行的是有丝分裂
- B. 该增殖细胞内有 2 个染色体组,2 条 X 染色体
- C. 若该增殖细胞内无同源染色体,则该细胞进行的是减数分裂
- D. 该增殖细胞内染色体上的 DNA 总数是 16 或者 32

答案 A

解析 根据题干信息可知,若该增殖细胞内有同源染色体,该细胞进行的可能是有丝分裂,也可能是减数分裂,A 错误。若该增殖细胞进行的是有丝分裂,则处于有丝分裂的前期、中期,该细胞来自雌性个体,细胞内有同源染色体,2 个染色体组,2 条 X 染色体,32 个核 DNA 分子;若该增殖细胞进行的是减数分裂,则处于减数分裂Ⅰ或减数分裂Ⅱ后期,减数分裂Ⅰ的细胞内有同源染色体,2 个染色体组,2 条 X 染色体,32 个核 DNA 分子,减数分裂Ⅱ后期的细胞内无同源染色体,但有 2 个染色体组,2 条 X 染色体,16 个核 DNA 分子,B、D 正确。若该增殖细胞内无同源染色体,则该细胞处于减数分裂Ⅱ后期,C 正确。

9. (2024·清远质检)对雄蛙(基因型为 AaBb)的性腺组织细胞进行荧光标记,等位基因 A、a 都被标记为黄色,等位基因 B、b 都被标记为绿色,两对等位基因位于两对同源染色体上,在荧光显微镜下观察处于四分体时期的细胞;雄蛙的一个体细胞经有丝分裂形成两个子细胞(C_1 、 C_2),一个初级精母细胞经减数分裂Ⅰ形成两个次级精母细胞(S_1 、 S_2),比较 C_1 与 C_2 、 S_1 与 S_2 细胞核中 DNA 数目及其储存的遗传信息。下列有关推测正确的是()

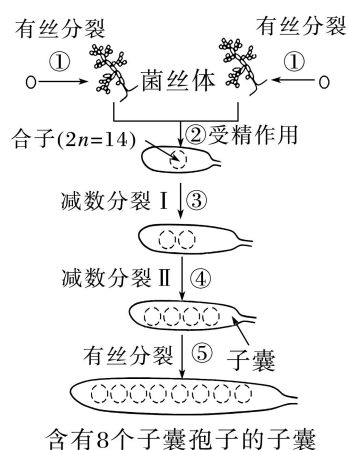
- A. 荧光显微镜观察处于四分体时期的细胞有 1 个四分体中出现 2 个黄色、2 个绿色荧光点
- B. 荧光显微镜观察处于四分体时期的细胞有 1 个四分体中出现 4 个黄色、4 个绿色荧光点
- C. 遗传信息 C_1 与 C_2 相同, S_1 与 S_2 不同
- D. 核 DNA 数目 C_1 与 C_2 不同, S_1 与 S_2 相同

答案 C

解析 由于染色体经过复制,基因也随之加倍,使每个四分体上的等位基因含有 4 个,即 2 个 A 和 2 个 a 或 2 个 B 和 2 个 b,则能观察到细胞有 2 个四分体中出现 4 个黄色、4 个绿色荧光点,A、B 错误。有丝分裂形成的两个子细胞所含的遗传信息相同,所以遗传信息 C_1

与 C_2 相同；减数分裂 I 完成后，由于非同源染色体的自由组合，所形成的两个次级精母细胞的遗传信息不同，所以遗传信息 S_1 与 S_2 不同，C 正确。有丝分裂形成的两个子细胞的核 DNA 数目相同，减数分裂 I 形成的两个次级精母细胞的核 DNA 数目也相同，即 C_1 与 C_2 相同， S_1 与 S_2 也相同，D 错误。

10. 粗糙型链孢霉($2n=14$)的 1 个子囊中有 8 个孢子，孢子经过有丝分裂发育成菌丝体，两个菌丝体的细胞通过受精作用形成合子，合子经过减数分裂和 1 次有丝分裂形成 8 个子囊孢子，过程如图所示。下列叙述正确的是()



- A. 处于过程①③的细胞中有同源染色体，但过程①中不包括联会过程
- B. 处于过程③的细胞中，核 DNA 数与染色单体数都是处于过程④的细胞中的 2 倍
- C. 处于过程③④⑤的细胞中，染色体数最多时都是 14
- D. 仅考虑独立遗传的 2 对等位基因，同一子囊中的孢子只有 2 种基因型

答案 C

解析 由图可知，子囊孢子由合子减数分裂得到，过程①表示孢子的有丝分裂，因此该过程不含有同源染色体，A 错误；过程③表示减数分裂 I，细胞中核 DNA 数是 28，染色单体数也是 28，过程④表示减数分裂 II，细胞中核 DNA 数是 14，染色单体数是 0 或 14，所以过程③的细胞中核 DNA 数是过程④的 2 倍，但染色单体数不一定是 2 倍，B 错误；过程③是减数分裂 I，染色体数是 14，过程④是减数分裂 II，在减数分裂 II 的后期染色体数是 14，过程⑤是有丝分裂，染色体数最多时是 14，C 正确；仅考虑独立遗传的 2 对等位基因，若在减数分裂 I 前期发生互换现象，则同一子囊中的孢子有 4 种基因型，D 错误。

11. (2025·广东部分学校期中)DNA 分子上的短串联重复序列(STR)在染色体之间存在差异，现已筛选出一系列不同位点的 STR 用作亲子鉴定。某女性的两条 7 号染色体上的 STR 位点以“GATA”为单元，分别重复 8 次和 14 次，记作 $(GATA)_8$ 和 $(GATA)_{14}$ ；两条 X 染色体上的 STR 位点以“ATAG”为单元，分别重复 11 次和 13 次，记作 $(ATAG)_{11}$ 和 $(ATAG)_{13}$ 。不考虑其他染色体，下列分析错误的是()

- A. 有丝分裂时细胞两极都含有 $(GATA)_8$ 和 $(GATA)_{14}$
- B. 减数分裂 I 后期， $(ATAG)_{11}$ 和 $(ATAG)_{13}$ 分开后移向细胞两极

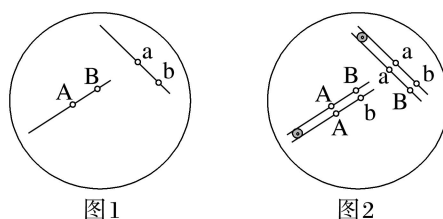
C. 若在细胞中能同时观察到 8 个 STR, 则该细胞可能处于有丝分裂后期

D. 在该女性所生儿子的细胞中不可能同时存在 $(GATA)_8$ 和 $(ATAG)_{13}$

答案 D

解析 有丝分裂后期着丝粒分裂, 姐妹染色单体分离, 得到两个与亲代一样的子细胞, 所以有丝分裂时细胞两极都含有 $(GATA)_8$ 和 $(GATA)_{14}$, A 正确; $(ATAG)_{11}$ 和 $(ATAG)_{13}$ 分别位于两条 X 染色体(同源染色体)上, 因此, 减数分裂 I 后期 $(ATAG)_{11}$ 和 $(ATAG)_{13}$ 随着同源染色体的分离而分离, 分别移向细胞两极, B 正确; 只考虑两条 7 号和两条 X 染色体, 当该细胞处于有丝分裂后期时, 着丝粒分裂, 姐妹染色单体分开, 染色体数目加倍, 此时可同时观察到 8 个 STR, 即 $(GATA)_8$ 、 $(GATA)_{14}$ 、 $(ATAG)_{11}$ 和 $(ATAG)_{13}$ 各两个, C 正确; 该女性的卵原细胞在进行减数分裂时, 同源染色体分离, 非同源染色体自由组合, 可形成同时含 $(GATA)_8$ 和 $(ATAG)_{13}$ 的卵细胞, 与精子结合形成的儿子的细胞中同时存在 $(GATA)_8$ 和 $(ATAG)_{13}$, D 错误。

12. (2024·揭阳二模)精原细胞进行有丝分裂时, 在特殊情况下一对同源染色体的非姐妹染色单体之间也可能发生交换。基因型为 AaBb 的雄果蝇(基因位置如图 1)的一个精原细胞进行有丝分裂产生的两个子细胞均进入减数分裂。若此过程中只有一个细胞发生一次如图 2 所示的交换, 仅考虑图中的染色体且未发生其他变异。下列说法错误的是()



- A. 无论交换发生在有丝分裂还是减数分裂中, 该精原细胞均可产生 4 种精细胞
- B. 若精原细胞分裂产生基因组成为 aaBB 的细胞, 则交换只能发生在有丝分裂过程中
- C. 若精原细胞分裂产生基因组成为 aaBb 的细胞, 则交换只能发生在减数分裂过程中
- D. 无论交换发生在有丝分裂还是减数分裂中, 基因重组型精细胞所占比例均为 1/2

答案 D

解析 若精原细胞分裂产生基因组成为 aaBB 的细胞, 则交换只能发生在有丝分裂过程中, 因为 aaBB 的细胞中没有等位基因, 所以交换只能发生在有丝分裂过程中, B 正确; 若精原细胞分裂产生基因组成为 aaBb 的细胞, aaBb 的细胞中有等位基因, 所以交换只能发生在减数分裂过程中, C 正确; 若该精原细胞有丝分裂产生的两个子细胞的基因型分别是 AaBB(其中 A 和 B 连锁, a 和 B 连锁)、Aabb(其中 A 和 b 连锁, a 和 b 连锁), 两个子细胞进行减数分裂一共产生 8 个精细胞, 其中基因型为 aB、Ab 的精细胞的个数均为 2 个, 所占比例为 $4/8=1/2$; 若该精原细胞有丝分裂产生的两个子细胞的基因型分别是 AaBb(其中 A 和 B 连锁, a 和 b 连锁)、AaBb(其中 A 和 b 连锁, a 和 B 连锁), 只有基因型是 AaBb(其中 A 和 b 连锁, a 和 B 连锁)的子细胞可以产生基因型为 aB、Ab 的精细胞, 两个子细胞进行减数分裂一共产生 8 个精细胞, 其中基因型为 aB、Ab 的精细胞的个数均为 2 个, 所占比例为 $4/8=1/2$; 若

交换发生在减数分裂中，则重组型精细胞有 2 个(Ab、aB)，共产生了 8 个精细胞，故重组型精细胞占 1/4，D 错误。

13. (2025·江门调研)黏连蛋白指沿着姐妹染色单体的长度将它们黏连在一起的蛋白质复合物，可以确保姐妹染色单体在细胞分裂时被均等分配到子代细胞。表中的蛋白质与黏连蛋白的水解过程有关，据表推测错误的是()

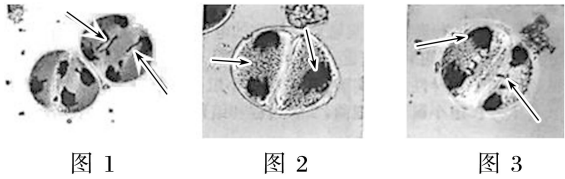
蛋白质	功能
Wapl-Pds5	切割染色体臂上的黏连蛋白
Sgo1-PP2A	保护着丝粒处的黏连蛋白不被分解
Separase	切割着丝粒区的黏连蛋白，使姐妹染色单体分离

- A.减数分裂 I 过程中，Wapl-Pds5 使得发生互换的同源染色体能够分离
- B. 有丝分裂过程中，Sgo1-PP2A 的保护作用维持到细胞进入后期时
- C. 秋水仙素处理后，Separase 不能发挥正常功能，细胞中的着丝粒不能分裂
- D. 阻断 Sgo1-PP2A 的合成，可能会导致细胞发生染色体数目变异

答案 C

解析 黏连蛋白能沿着姐妹染色单体的长度将它们黏连在一起，而 Wapl-Pds5 能切割染色体臂上的黏连蛋白，在减数分裂 I 过程中，若同源染色体发生互换，由于黏连蛋白的作用，两条同源染色体缠绕在一起，需要 Wapl-Pds5 水解互换的染色单体之间的黏连蛋白，使互换的同源染色体能够分离，A 正确；Sgo1-PP2A 能保护着丝粒处的黏连蛋白不被分解，在有丝分裂后期，着丝粒分裂，着丝粒区的黏连蛋白被分解，因此，该蛋白质的保护作用可以维持到细胞进入后期时，B 正确；秋水仙素抑制纺锤体的形成，不会抑制着丝粒分裂，而 Separase 能切割着丝粒区的黏连蛋白，使姐妹染色单体分离，因此，秋水仙素处理后，Separase 仍可发挥作用，C 错误；若阻断 Sgo1-PP2A 的合成，可能导致姐妹染色单体的形成和分离等异常，使染色体数目异常，D 正确。

14. (2025·深圳模拟)为研究四倍体亚洲百合(48 条染色体)花粉生活力较低的原因，研究人员对四倍体亚洲百合的花粉母细胞进行观察，发现在减数分裂过程中存在染色体滞后(图 1)、细胞分裂不同步(图 2)及两者同时存在(图 3)等异常现象，染色体发生交错纠缠或断裂、倒位等变异导致配子不育。下列相关分析错误的是()



- A. 染色体滞后、细胞分裂不同步以及染色体结构变异均可在显微镜下观察到
- B. 图 1 染色体滞后发生在减数分裂 II 后期，可能形成四个染色体数目异常的配子

- C. 图 2 细胞分裂不同步现象可能与纺锤体异常有关, 导致形成三个具核细胞
D. 四倍体亚洲百合细胞有丝分裂和减数分裂都可能发生同源染色体间的互换

答案 D

解析 图 1 细胞中的染色体分为了四部分, 则染色体滞后发生在减数分裂 II 后期, 因两个细胞中均存在滞后的染色体, 因此形成的四个配子染色体数目可能均异常, B 正确; 图 2 细胞分裂不同步现象可能与纺锤体异常有关, 分裂滞后的细胞中可能没有形成纺锤体, 导致染色体不能被拉向两极, 从而形成一个染色体数目加倍的细胞, 最终形成三个具有细胞核的细胞, C 正确; 四倍体亚洲百合减数分裂过程中可能会发生同源染色体间的互换, 有丝分裂过程中一般不会发生, D 错误。

二、非选择题

15. (16 分) 免疫荧光染色法使特定蛋白质带上荧光素标记的示踪技术。图 1 是用该技术处理的正常小鼠($2n=40$)一个初级精母细胞的染色体图像, 图 2 是该小鼠减数分裂过程中物质相对含量的变化示意图。据图回答下列问题:



图 1

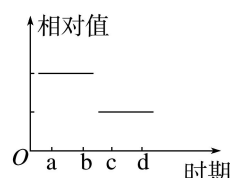


图 2

(1) 观察哺乳动物配子形成过程中染色体变化更宜选用雄性小鼠的_____ (器官), 不选用雌性小鼠的原因是_____。

(2) (8 分) 图 1 所示细胞中共有_____ 条染色体, 该时段通过_____ 发生基因重组。与常染色体相比, 小鼠细胞中 X、Y 染色体形成的联会复合体形态不同, 主要原因是_____。

(3) 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_____ (填“有”或“无”) 同源染色体; 若图 2 纵坐标表示染色体和核 DNA 的比值, 则图 1 所示细胞可能处于图 2 中_____ 段。

答案 (1) 睾丸(或精巢) 雌性小鼠卵巢内进行减数分裂的细胞较少 (2) 40 同源染色体非姐妹染色单体之间的互换 X、Y 染色体上有非同源区段 (3) 无 cd

解析 (1) 由于雌性小鼠卵巢内进行减数分裂的细胞较少, 且一个卵原细胞经减数分裂产生的卵细胞只有一个, 故不选用雌性小鼠, 而更适合选择雄性小鼠观察哺乳动物配子形成过程, 部位是睾丸(或精巢)。(2) 分析题意可知, 小鼠体细胞中有 40 条染色体, 图 1 中细胞处于减数分裂 I 前期, 此时细胞中的染色体数目与体细胞中的数目相同, 是 40 条; 在减数分裂 I 前期, 同源染色体的非姐妹染色单体之间可以发生互换, 属于基因重组; 由于 X、Y 染色体上有非同源区段, 故与常染色体相比, 小鼠细胞中 X、Y 染色体形成的联会复合体形态不同。

(3)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, 此时的细胞中无同源染色体; 若图 2 纵坐标表示染色体和核 DNA 的比值, 则纵坐标的数值是 1 和 $\frac{1}{2}$, 则图 1 所示细胞每条染色体上有 2 个核 DNA 分子, 处于图 2 中 cd 段。