



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

高中生物学一轮复习

29. 有性生殖的生物，遗传信息通过配子传递给子代

广州市玉岩中学 王佳俊

有性生殖后代的多样性

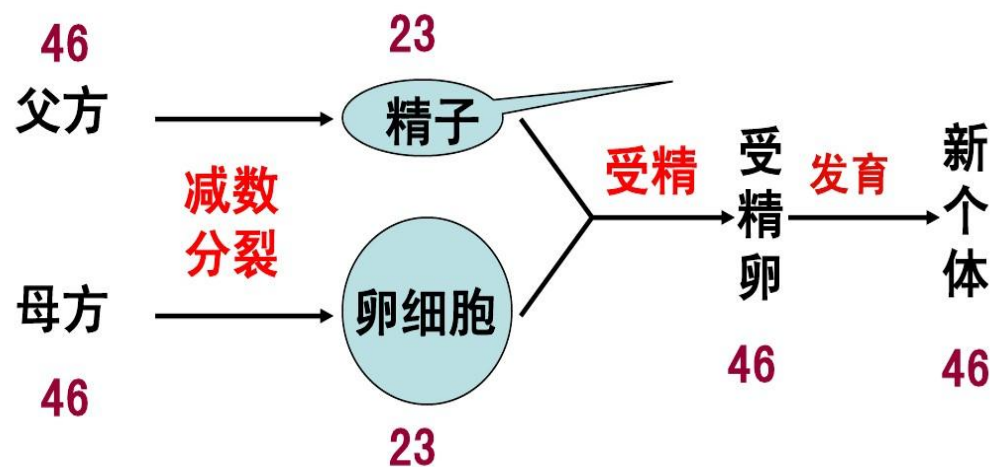


黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

父亲体内所有的精原细胞，其染色体组成并无差别，母亲体内的卵原细胞也是如此。



“一母生九子，连母十个样”
有性生殖后代多样性的原因是什么？

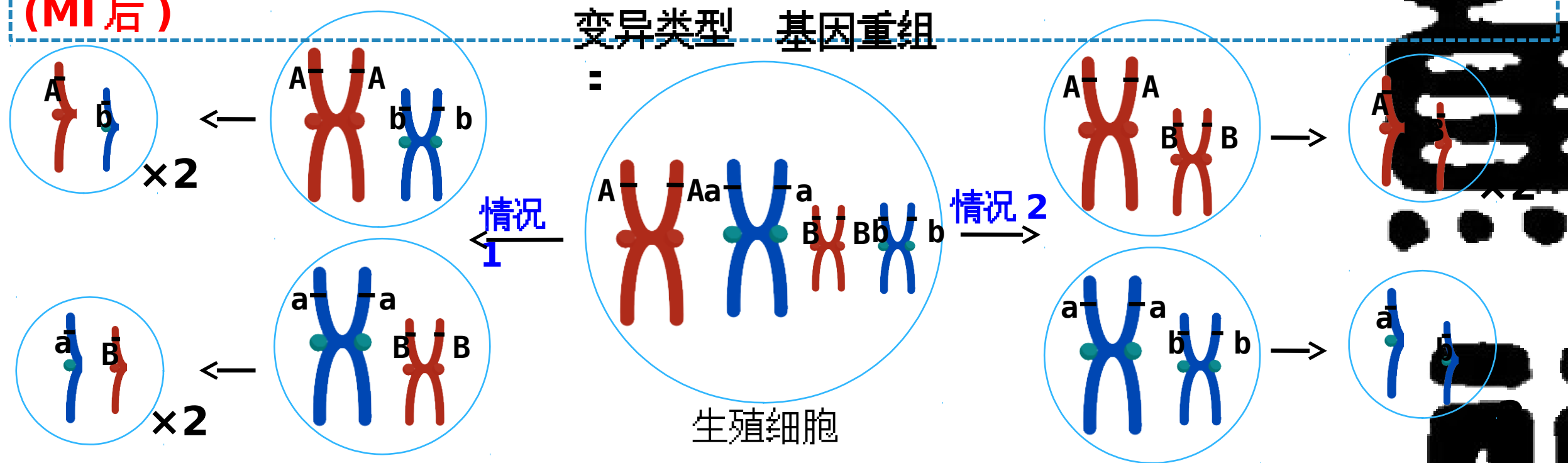


配子多样性的原因



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

(1) 同源染色体分离的同时，非同源染色体上的非等位基因 表现为自由组合 (MI 后)



一个精原细胞，不考虑互换，能够产生 2 种精子。

一个卵原细胞，不考虑互换，能够产生 1 种卵细胞

配子多样性的原因



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

(1) 同源染色体分离的同时，非同源染色体上的非等位基因表现为自由组合

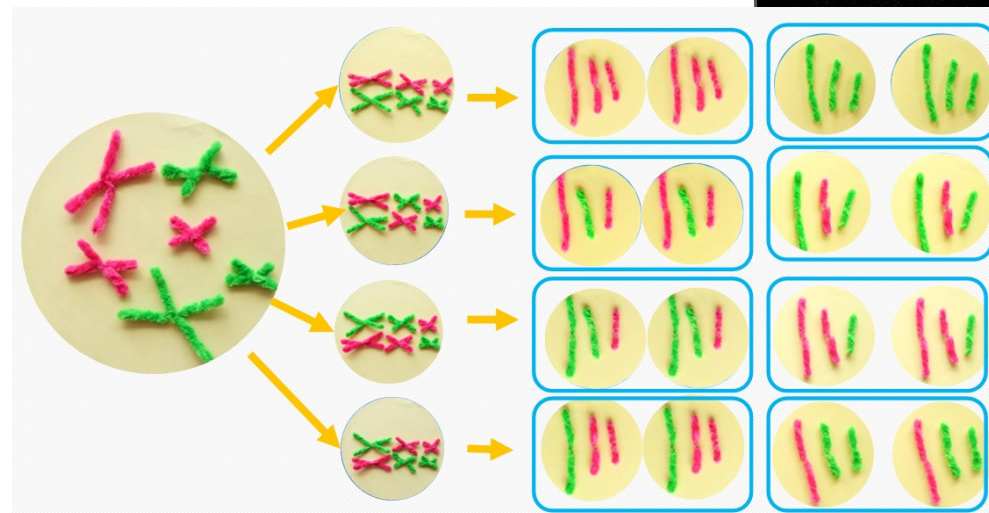
(MI后)

① 一个精(卵)原细胞 = 4个精子(2种)、1个卵细胞(1种)

② 一个个体(含多个性原细胞) =

精(卵)原细胞中同源染色体(对)	可能形成的配子类型(种)
1	2^1
2	2^2
3	2^3
n	2^n

正常人体细胞中有 23 对染色体，可能形成的配子种类为 2^{23} 种



分清“一个个体”
还是“一个细胞”

配子多样性的原因



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	<u> 2^n </u> 种	<u> 2 </u> 种
1 个雄性个体	<u> 2^n </u> 种	最多 <u> 2^n </u> 种
1 个卵原细胞	<u> 2^n </u> 种	<u> 1 </u> 种
1 个雌性个体	<u> 2^n </u> 种	最多 <u> 2^n </u> 种

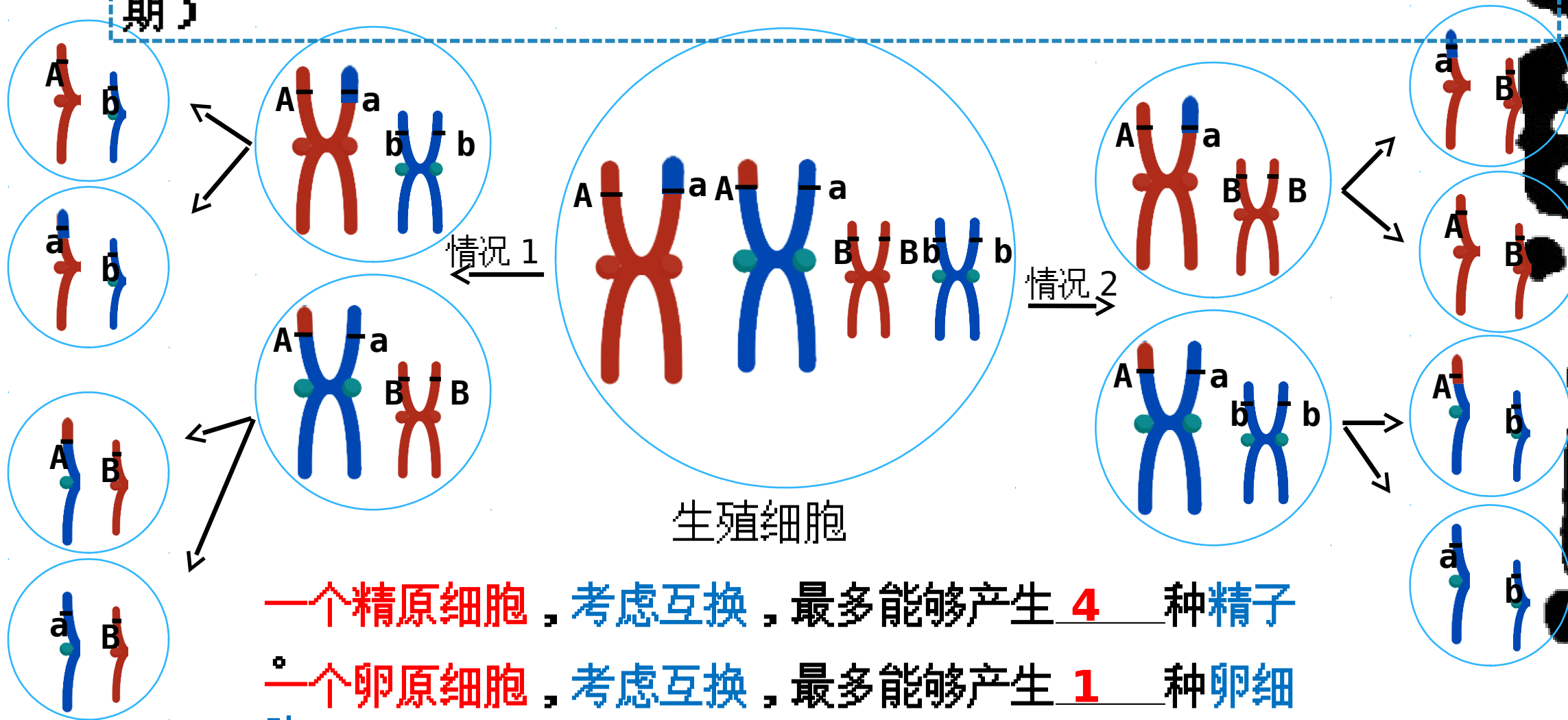
特别注意：1 个性原细胞，还是 1 个个
体

配子多样性的原因



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

(2) 同源染色体 的非姐妹染色单体上的等位基因 互换 (MI 前期)



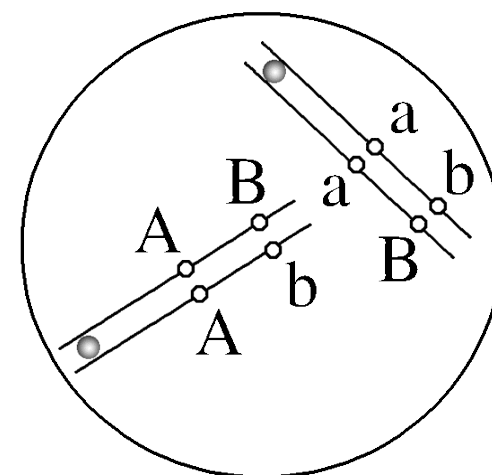
(2021·辽宁卷，12) 基因型为 $AaBb$ 的雄性果蝇，体内一个精原细胞进行有丝分裂时，一对同源染色体在染色体复制后彼此配对，非姐妹染色单体进行了交换，结果如图所示。该精原细胞此次有丝分裂产生的子细胞，均进入减数分裂，若此过程中未发生任何变异，则减数分裂I产生的子细胞中，基因组成为 $AAbb$ 的细胞所占的比例是 ()

A. $1/2$

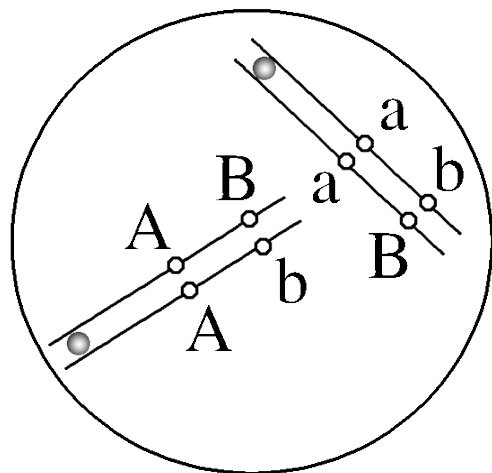
B. $1/4$

C. $1/8$

D. $1/16$



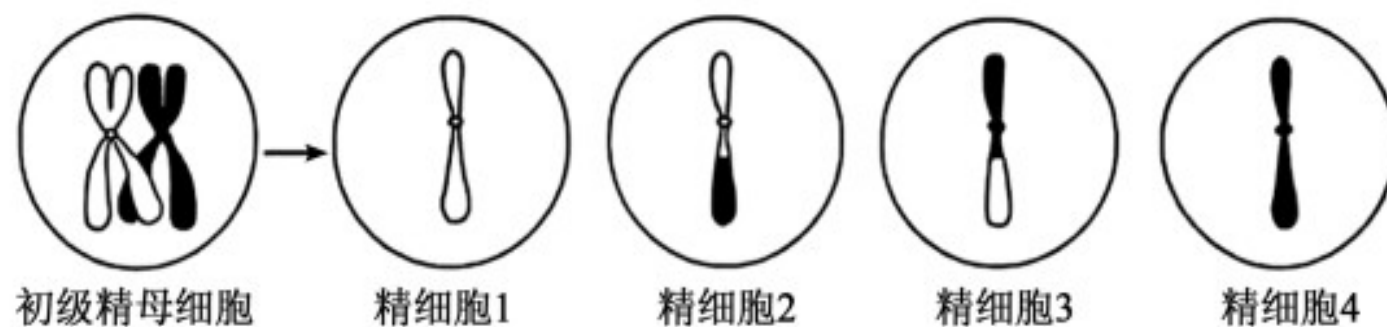
$AaBB$ 和 $Aabb$ 或 $AaBb$ (A 和 B 在同一条染色体上) 和 $AaBb$ (A 和 b 在同一条染色体上)，只有 $Aabb$ 和 $AaBb$ (A 和 b 在同一条染色体上) 精原细胞减数第一次分裂才能产生 $AAbb$ 的细胞



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 和 Aabb 或 AaBb (A 和 B 在同一条染色体上) 和 AaBb (A 和 b 在同一条染色体上)，进行减数分裂的子细胞中只有 Aabb 和 AaBb (A 和 b 在同一条染色体上) 精原细胞减数第一次分裂才能产生 AAbb 的细胞，则概率为 $1/2 \times 1/2 = 1/4$ ，B 正确，ACD 错误。

正确答案

(2025· 高考安徽卷 , 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 ()

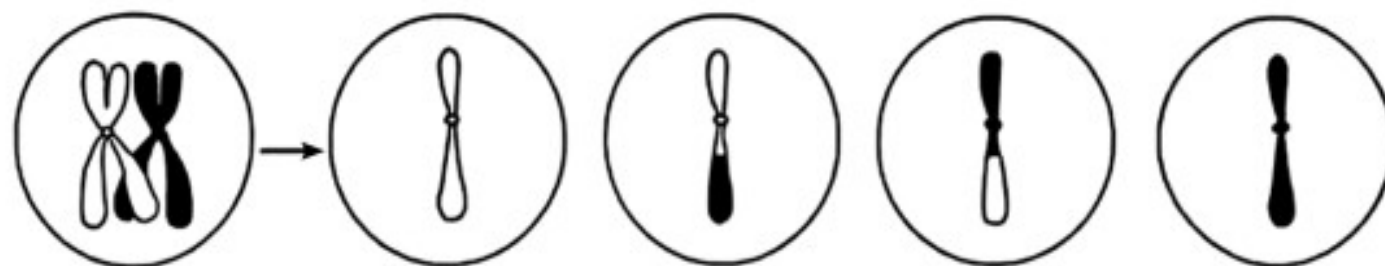


A. 2%

B. 4%

C. 8%

D. 16%



初级精母细胞

精细胞1

精细胞2

精细胞3

精细胞4

从图示可以看出，初级精母细胞在减数分裂过程中，当其中两条非同源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。对于任何一个发生交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 $2/4 = 50\%$ 。不发生交换的细胞，其后代中重组型配子的比例是 0% 。题中给出的“精细胞2占4%，精细胞3占4%”是在所有产生的精细胞（包括由发生交换的细胞产生的和由未发生交换的细胞产生的）中的总比例。因此，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： $\text{总重组比例} = 4\% + 4\% = 8\%$ 。设发生互换的初级精母细胞的比例为 X 。于是我们可以建立等式：（发生交换的细胞比例） $\times$ （这些细胞产生重组配子的比例）=（总的重组配子比例），即： $X \times 50\% = 8\%$ 。解得 $X = 16\%$ 。所以在减数分裂过程中，初级精母细胞发生交换的比例是 16% ，D 正确。

受精作用



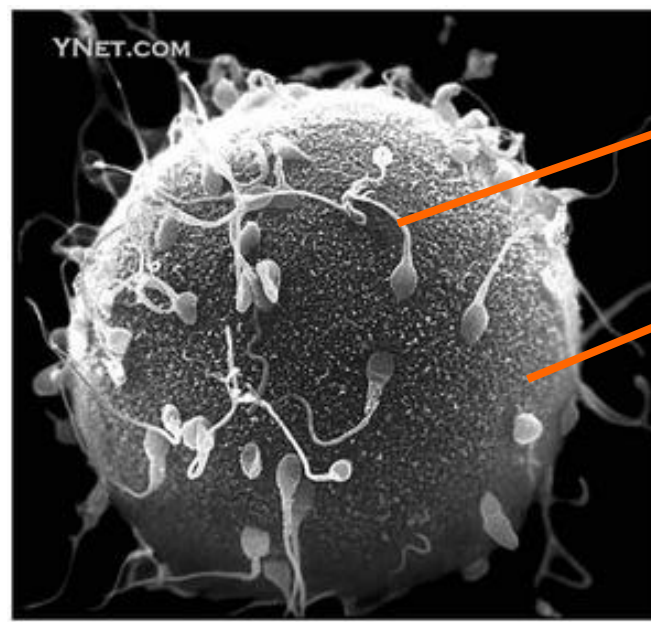
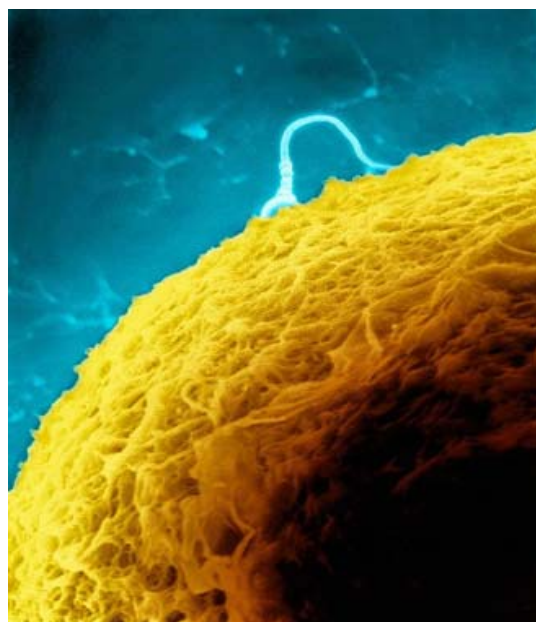
黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

1. 概念

两性生殖细胞成熟后，**精子**和**卵细胞**相互识别融合，
卵的过程。

细胞间的信息交流

细胞膜的流动性

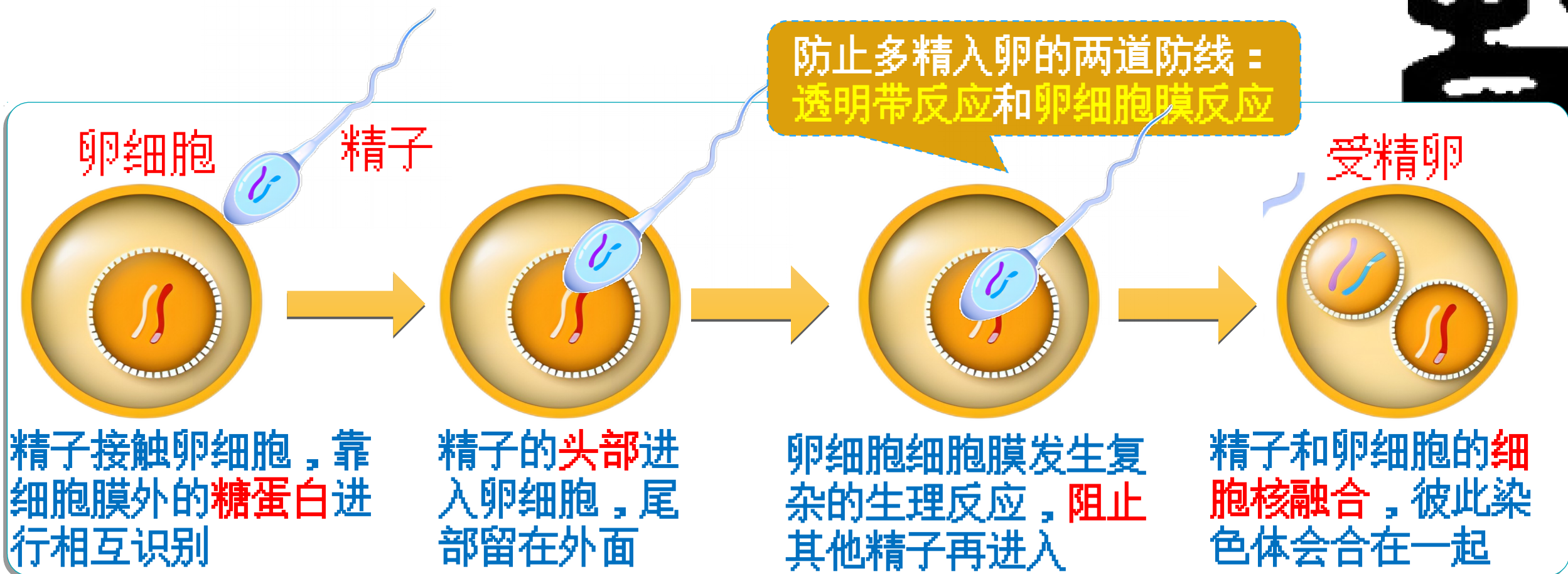


精子

卵细胞

2. 场所 输卵管

3. 过程



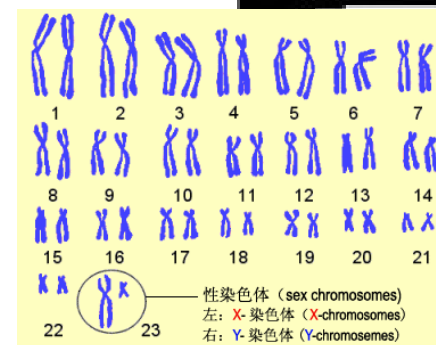
受精作用



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

4. 实质 精子的 **细胞核** 与卵细胞的 **细胞核** 相融合，使彼此的 **染色体** 会合在一起

5. 结果 受精卵细胞核中的 **染色体** 数目又恢复到体细胞中的数目，
精子 卵细胞
其中有一半的染色体来自 **精子**，另一半来自 **卵细胞**



【注意】①受精卵细胞核中的遗传物质从双亲各获得一半；②受精卵的细胞质中有线粒体，也含有 DNA，其几乎全部来自母方，因此，受精卵中的全部遗传物质并非从双亲中各获得一半，而是从母本中获得的更多一些。

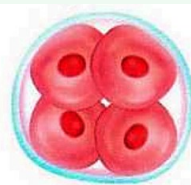
受精卵



2 细胞



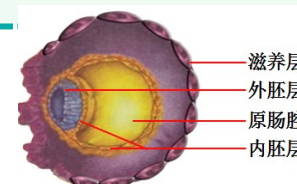
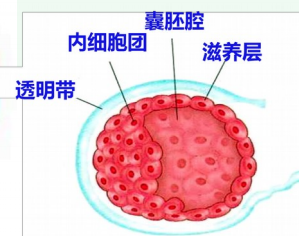
4 细胞



8 细胞



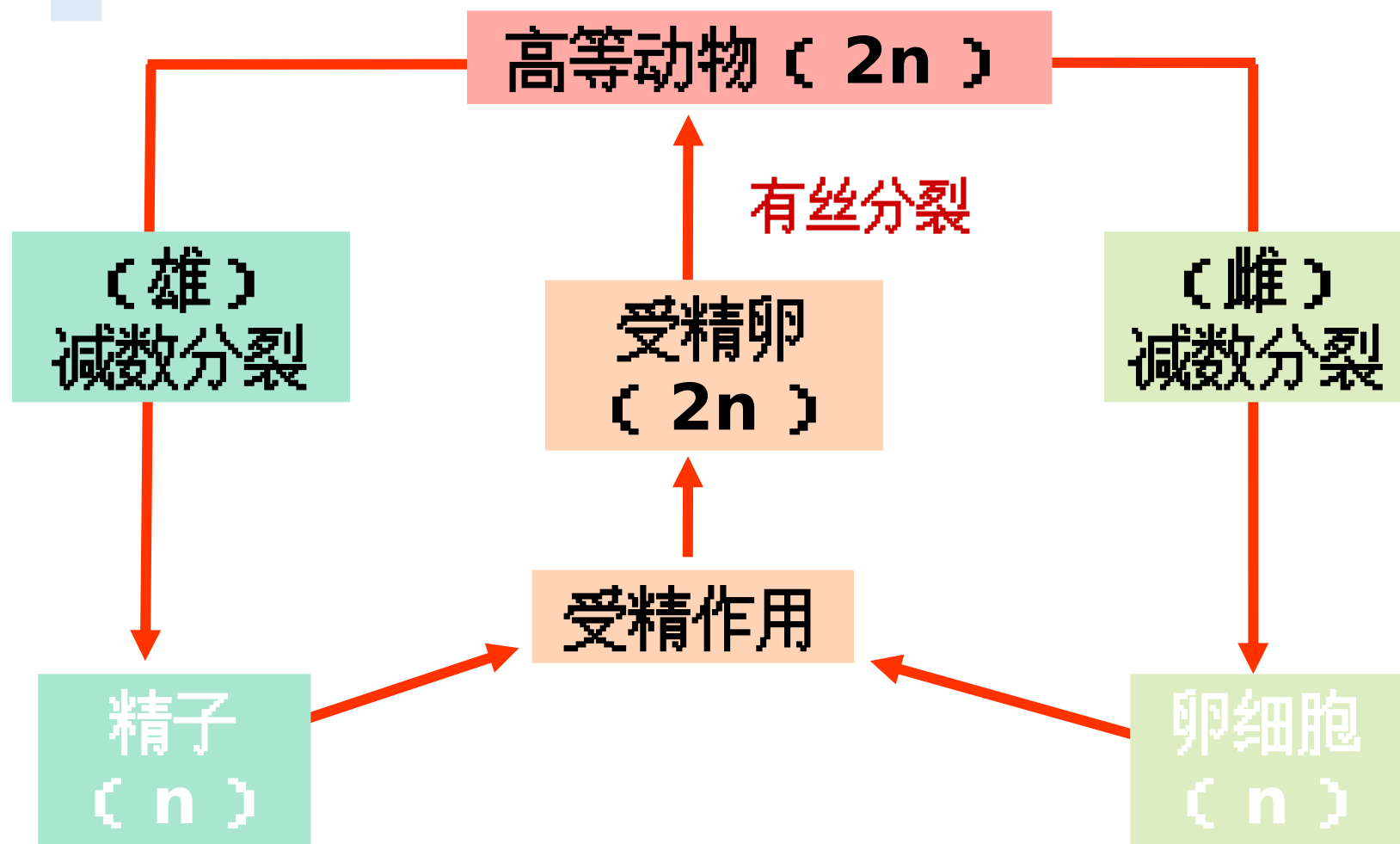
桑葚胚



减数分裂和受精作用的意义



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

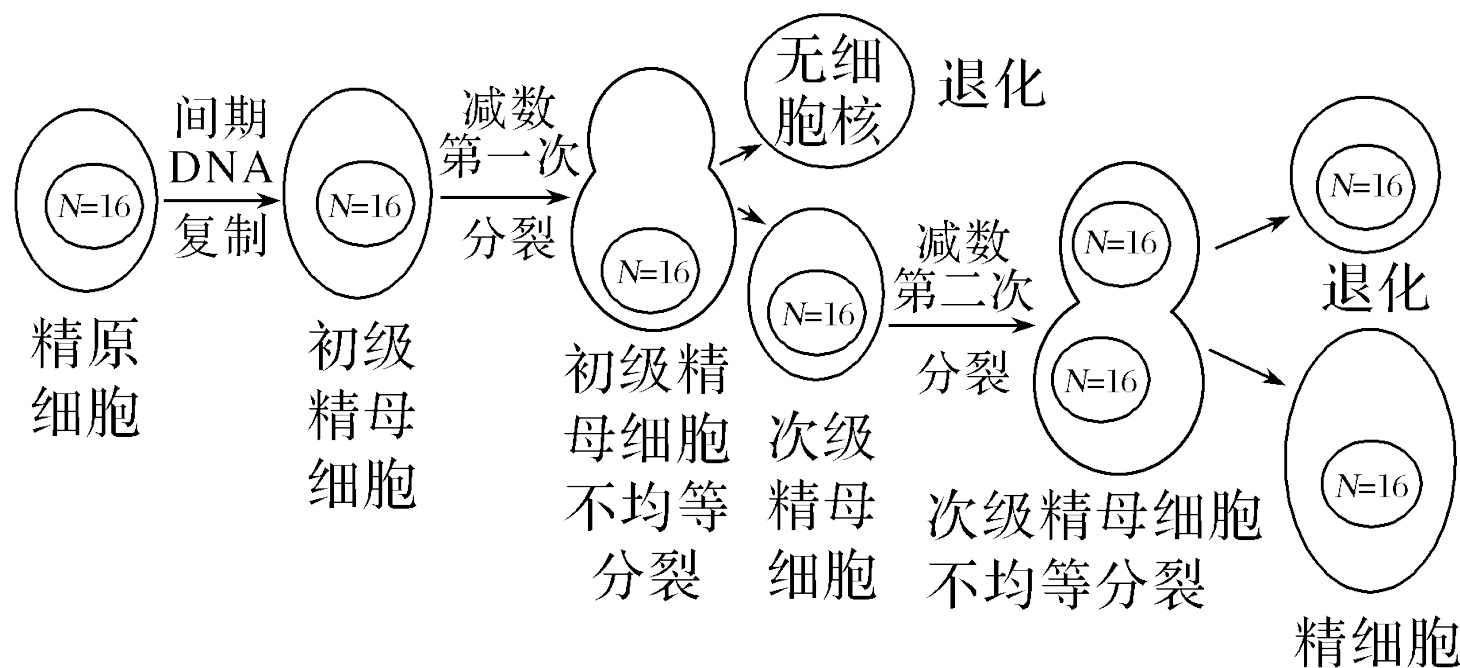


减数分裂和受精作用保证了每种生物前后代染色体数目的恒定，维持了生物遗传的稳定性。

雄峰的减数分裂



蜜蜂群体中有雄蜂（由卵细胞直接发育形成）、雌蜂（由受精卵发育形成，分蜂王和工蜂，其中蜂王具有生育能力，工蜂高度不育）。下图为雄蜂精原细胞减数分裂的大致过程。回答下列有关问题：

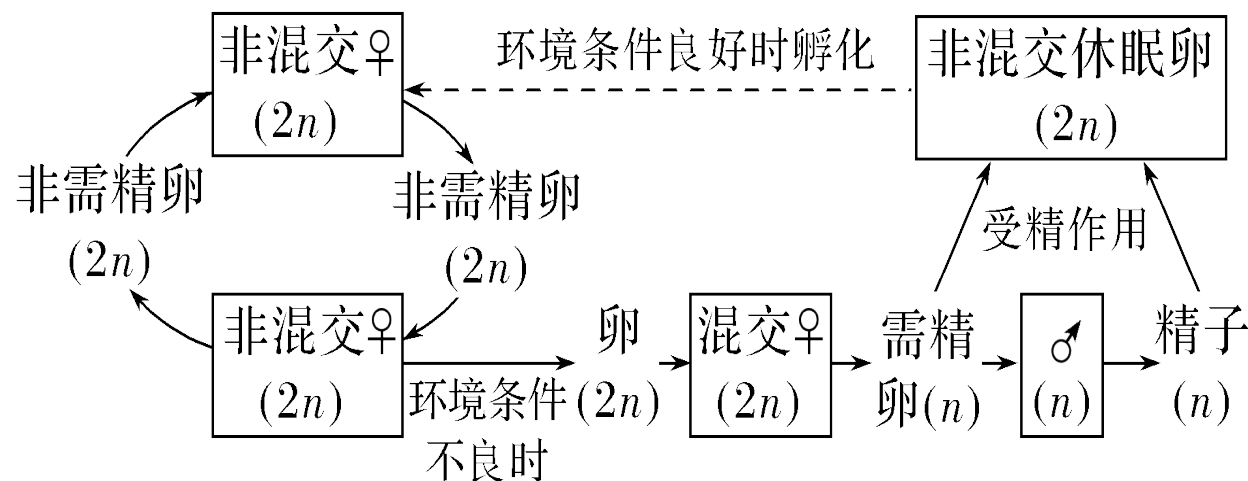


练习



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

(2025·重庆南开中学校考) 如图表示轮虫的生活史，环境条件良好时，轮虫进行孤雌生殖，环境条件不良时，轮虫进行有性生殖。下列相关分析正确的是 **D**

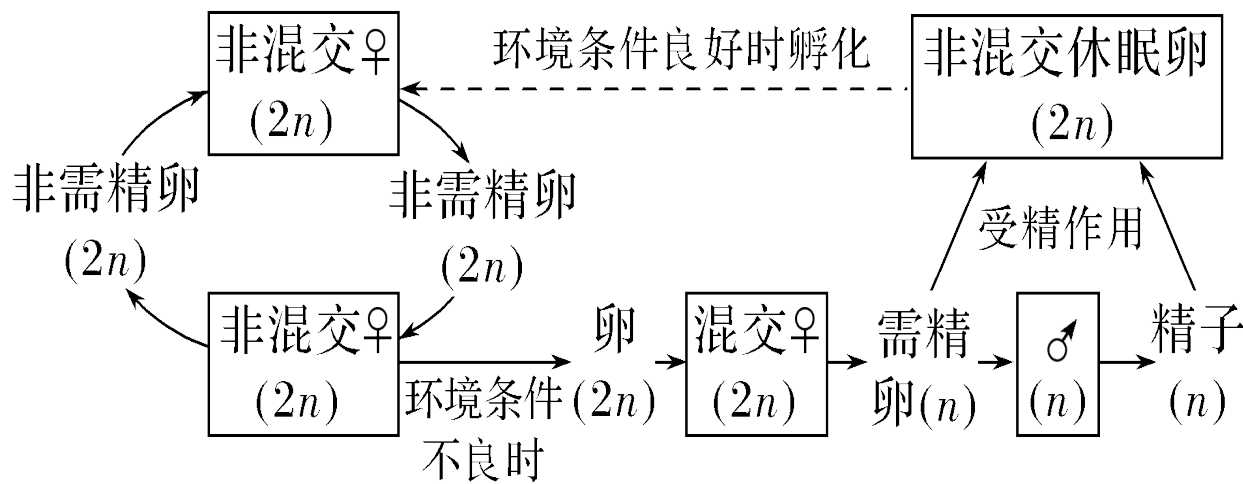


- A. 环境条件良好时，轮虫的性别比例接近 1:1
- B. 雄性轮虫产生精子的过程形成 n 个四分体
- C. 需精卵发育成雄虫的过程中细胞中最多有 $4n$ 条染色体
- D. 轮虫的性别决定方式与蜜蜂相似

练习



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN



A 选项，环境条件良好时，轮虫的性别比例接近 1:1。在环境条件良好时，轮虫进行孤雌生殖，群体中基本只有雌性个体，没有雄性个体，因此性别比例不可能接近 1:1，A 错误。

B 选项，雄性轮虫产生精子的过程形成 n 个四分体。由图所示，雄性是由精卵发育而来的，是单倍体，染色体数是 n ，因此减数分裂时不能联会形成四分体，B 错误。

C 选项，需精卵发育成雄虫的过程中细胞中最多有 $4n$ 条染色体，如 B 所说，雄虫体内只有 n 条染色体，故在有丝分裂后期细胞内染色体数最多为 $2n$ 条，C 错误。

D 选项，轮虫的性别决定方式与蜜蜂相似。轮虫的性别决定方式是由染色体组数决定， $2n$ 为雌性， n 为雄性。蜜蜂的性别也是由染色体组数决定，二倍体为雌性，单倍体为雄性。

减数分裂过程异常细胞产生的原因



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

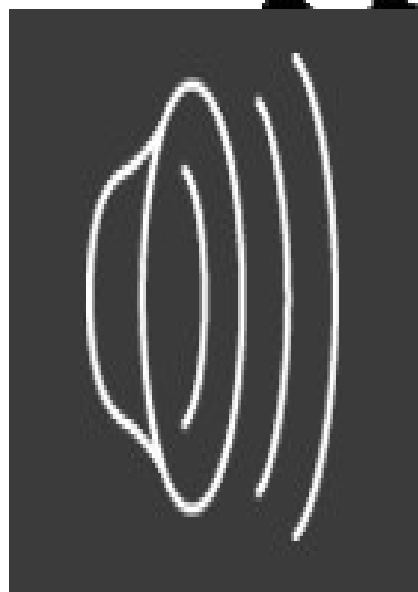
【课 P28 拓展应用 1】正常人的体细胞中有 23 对染色体，有一种叫“13 三体综合征”的遗传病，患者头小，患先天性心脏病，智力远低于常人。对患者进行染色体检查，发现患者的 13 号染色体不是正常的 1 对，而是 3 条，从精子或卵细胞形成的角度分析这种病产生的原因。



- ① 13 号同源染色体在减 I 未分离
- ② 13 号染色体在减 II 着丝粒分裂后形成的两条 13 号染色体移向同一极

【课 P40 非选择 2】1961 年首次报道性染色体为 3 条的 XYY 男性，临床症状表现为举止异常，性格多变，容易冲动，部分患者的生殖器官发育不全。你认为这种病是父母哪一方在减数分裂的哪个时期出现异常引起的？

父方的 Y 染色体在减 II 着丝粒分裂后形成的两条 Y 染色体未分开，进入了同一精子。



练习



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

1. 一对表现正常的夫妇，生了一个 X^bX^bY （色盲）的儿子。如果异常的原因是夫妇中的一方减数分裂产生配子时发生了一次差错之故，则这次差错一定发生在母方减数第二次分裂的过程中。

$$X^BX^b \times X^BY$$

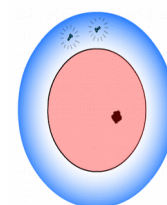
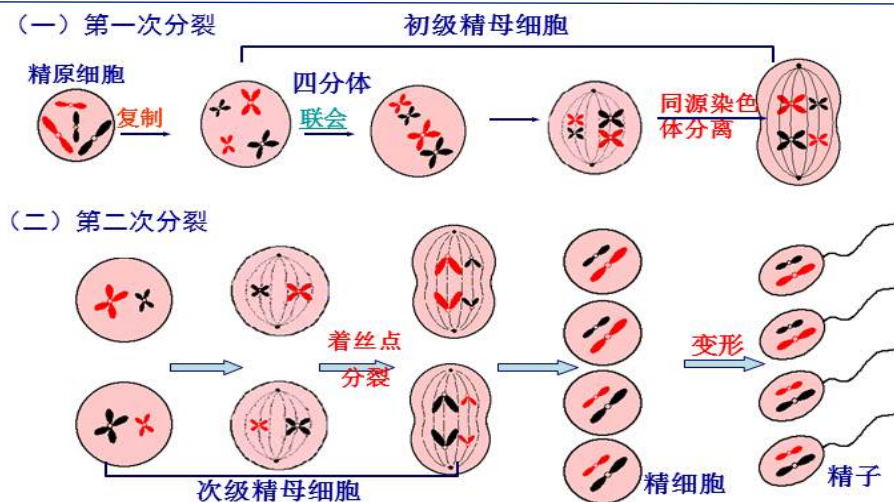


$$X^bX^bY$$

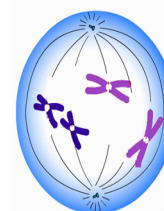
减数分裂与有丝分裂的过程及特点比较



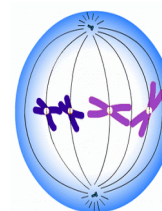
黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN



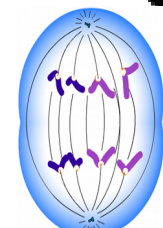
间期



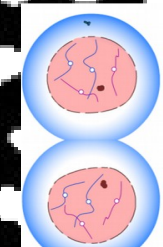
前期



中期



后期



末期

分裂方式		减数分裂	有丝分裂
不同点	分裂的细胞	原始生殖细胞 (精原细胞和卵原细胞)	体细胞 (含原始生殖细胞)
	细胞分裂的次数	两次	一次
	同源染色体的行为	① 联会形成四分体, 其中非姐妹染色单体互换; ② 同源染色体分离	存在同源染色体, 但不联会、不分离、无染色体互换现象

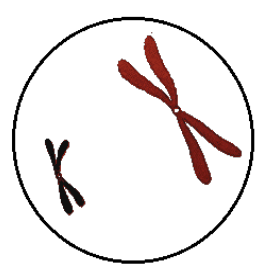
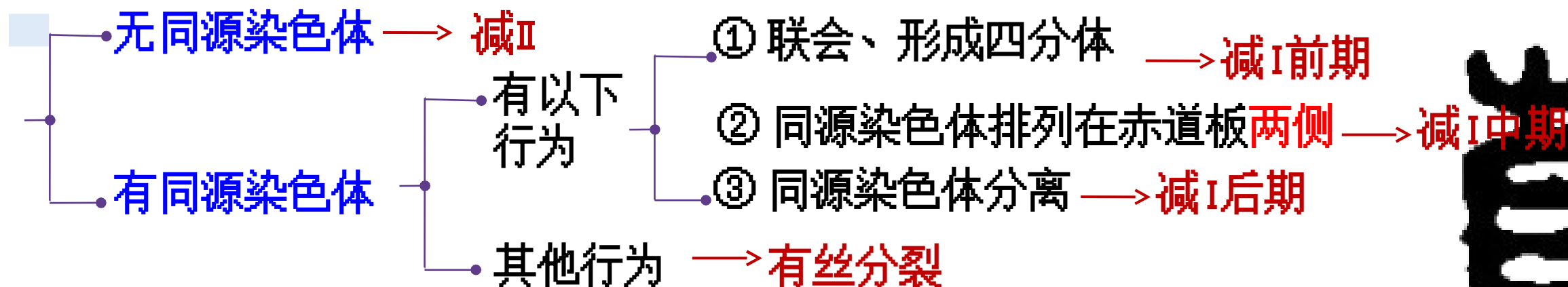
减数分裂与有丝分裂的过程及特点比较



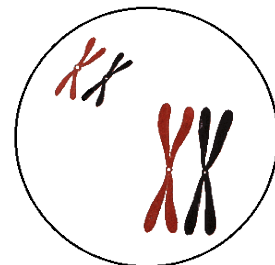
黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

分裂方式		减数分裂	有丝分裂
不同点	非同源染色体的行为	<u>自由组合</u>	不出现自由组合
	子细胞染色体的数目	<u>减半</u>	不变
	子细胞的名称和数目	4个精细胞或1个卵细胞和3个极体	2个体细胞
	子细胞间的遗传物质是否相同	不一定相同（互换）	<u>相同</u>
意义		减数分裂和受精作用保证每种生物前后代染色体数目的恒定，维持生物遗传的稳定性	使生物的亲代细胞和子代细胞之间保持遗传的稳定性

有丝分裂与减数分裂的图像比较



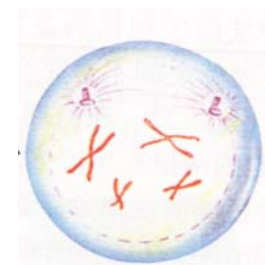
减Ⅱ前期



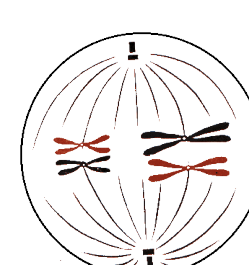
减Ⅰ前期



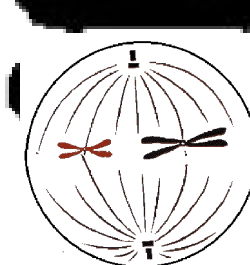
减Ⅱ前期



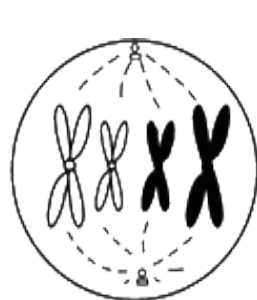
有丝前期



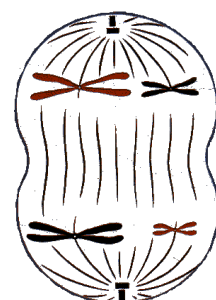
减Ⅰ中期



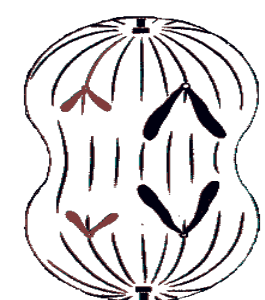
减Ⅱ中期



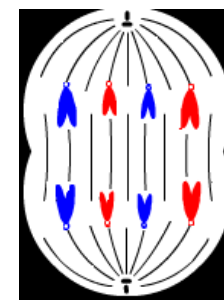
有丝中期



减Ⅰ后期



减Ⅱ后期



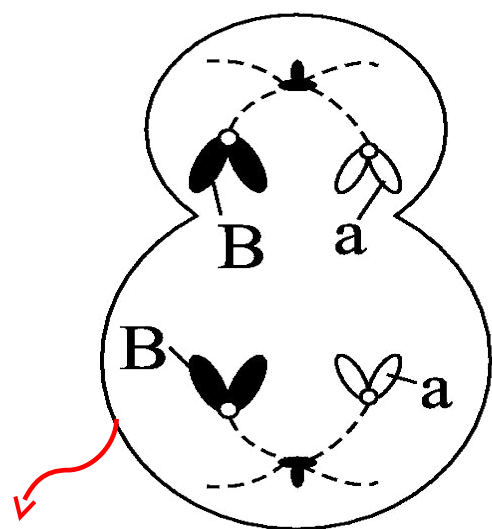
有丝后期

练习



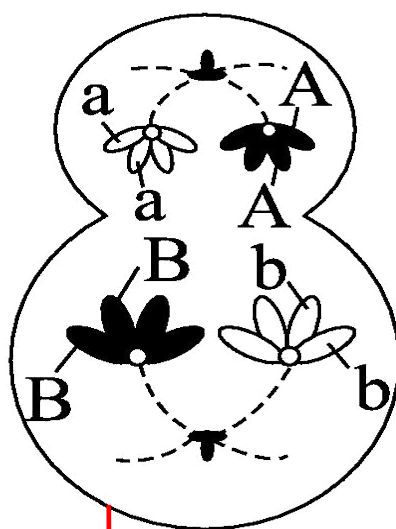
黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

1. 有同学用下列示意图表示某两栖类动物（基因型为 $AaBb$ ）卵巢正常的细胞分裂可能产生的细胞，其中正确的是（ ）



A

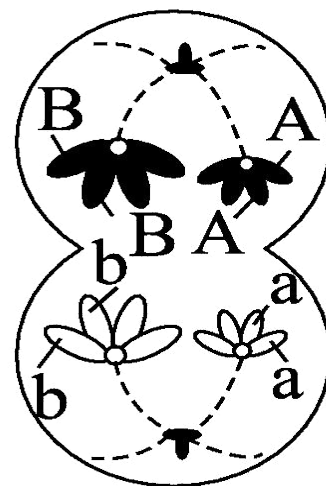
着丝粒分裂，细胞中无同源染色体，且细胞质不均等分裂，可表示次级卵母细胞的减数分裂Ⅱ后期



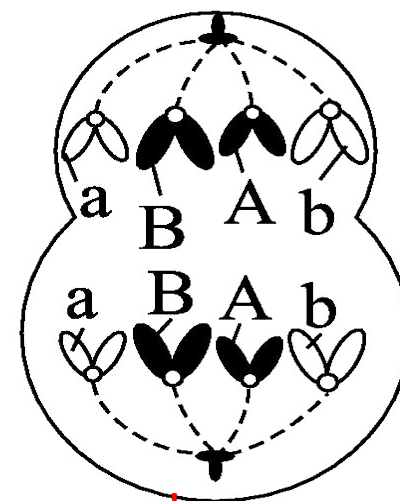
B

应发生同源染色体分离

处于减数分裂Ⅰ后期，卵细胞形成过程在减数分裂Ⅰ后期应不均等分裂，与题图不符



C



D

着丝粒分裂，含同源染色体，有丝后期，细胞质应均等分裂

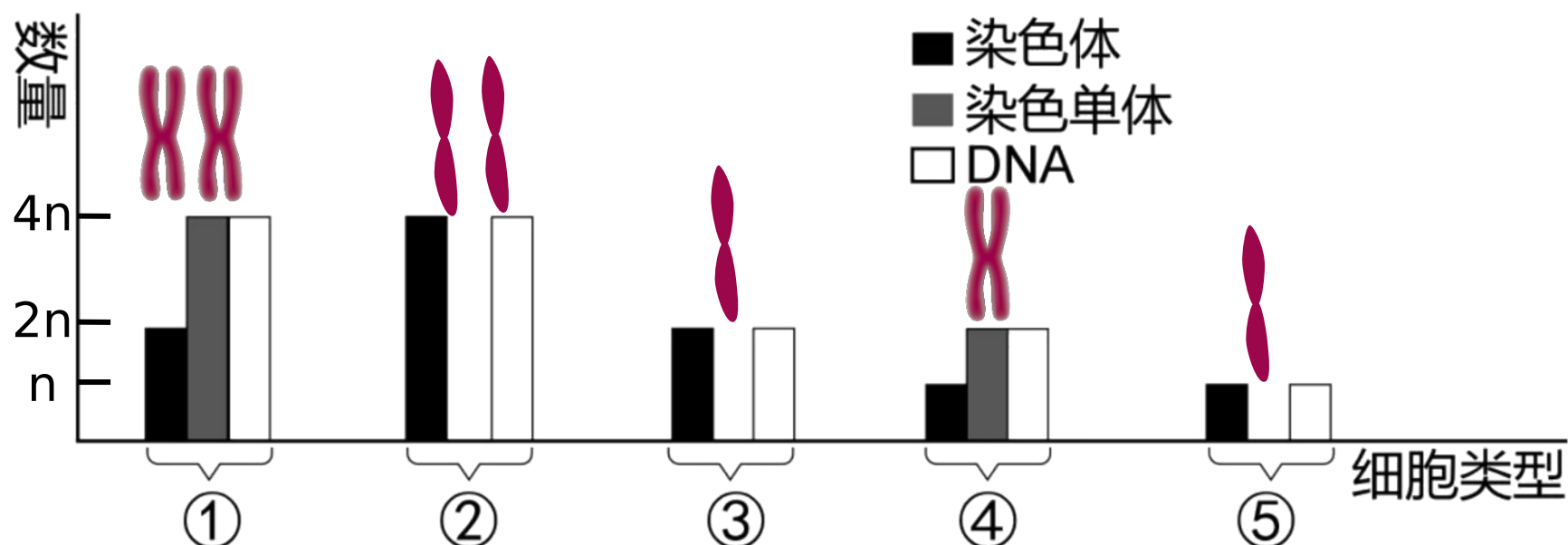
正确答案是 A

有丝分裂与减数分裂的图像比较



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

图中① ~ ⑤ 的细胞分别是处于什么分裂什么时期的细胞？



- ① : 有丝分裂前、中期 ; **M**I 前、中期、后、末期 ; **G**₂ 期
- ② : 有丝分裂后、末期 ;
- ③ : 有丝分裂形成的子细胞 ; **M**II 后期、末期 **G**₁ 期
- ④ : **M**II 前、中期 ;
- ⑤ : **M**II 形成的子细胞



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

