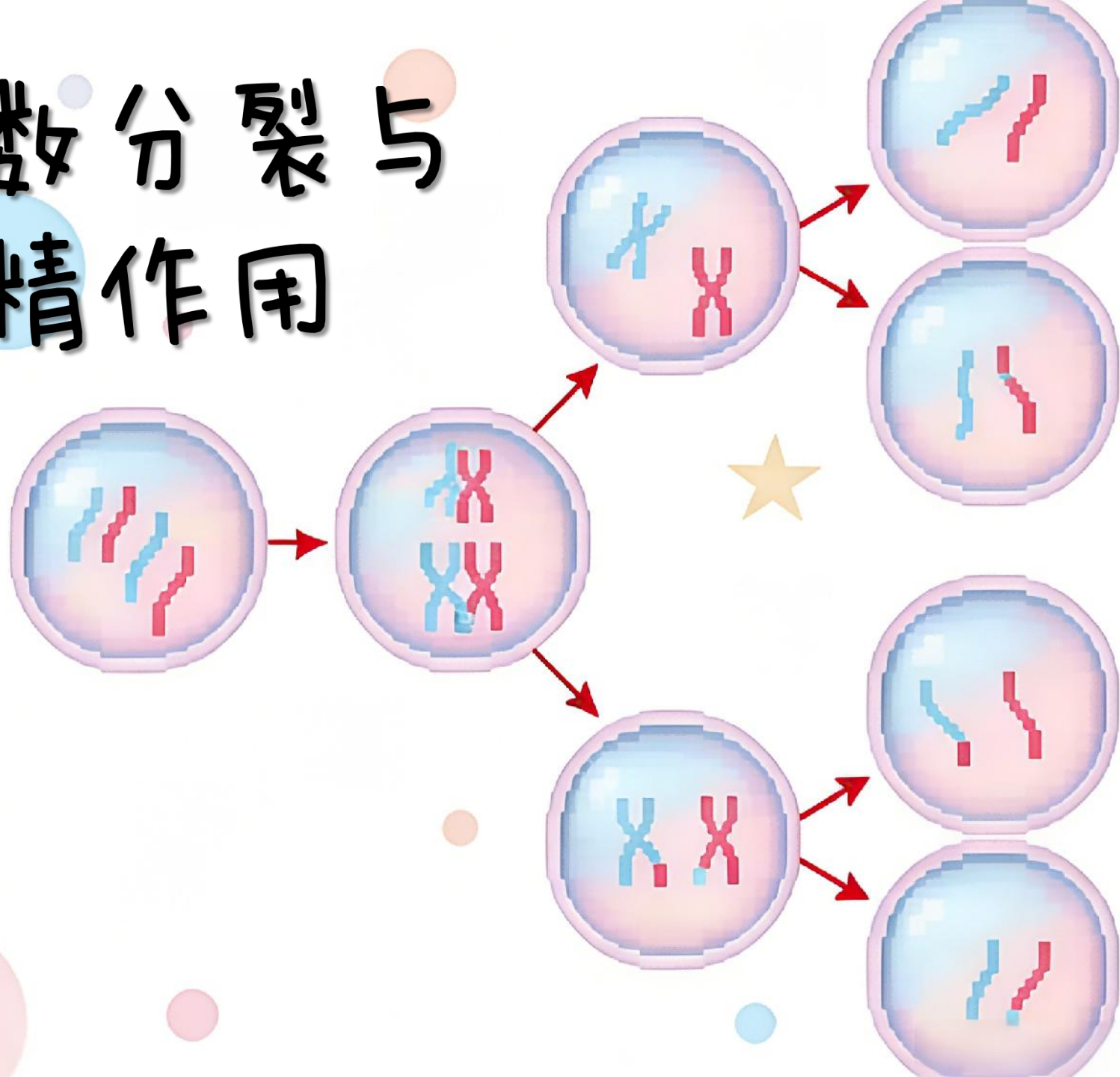


2.1 减数分裂与受精作用



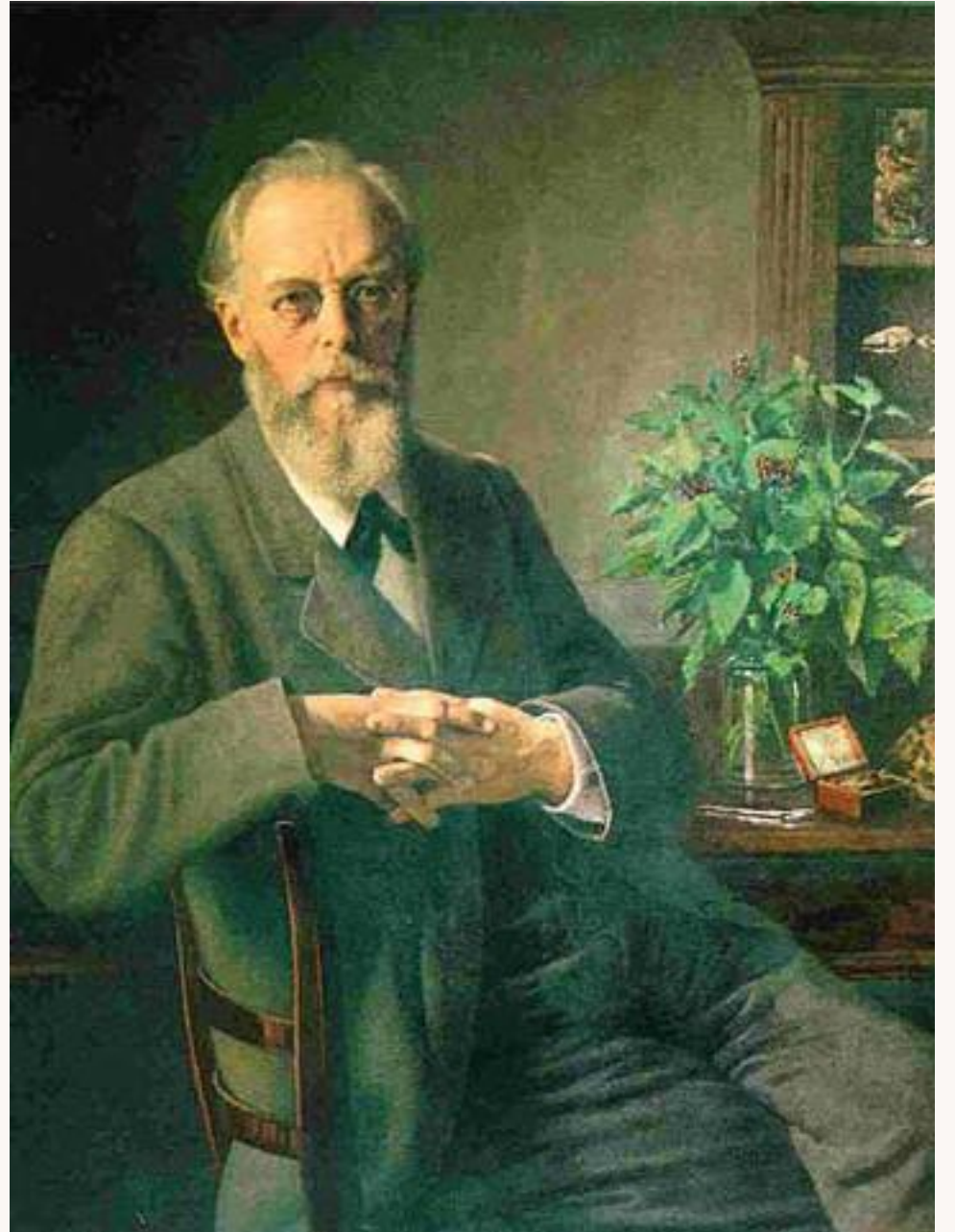
有性生殖

- 概念：由亲本产生有性生殖细胞（配子），经过两性生殖细胞的结合，成为受精卵，再由受精卵发育成为新个体的生殖方式。
- 特点：实现遗传物质重组，子代继承双亲的遗传特性，性状表现多样。
- 意义：增加遗传多样性，使物种能更好地适应不断变化的环境，提高生存几率。

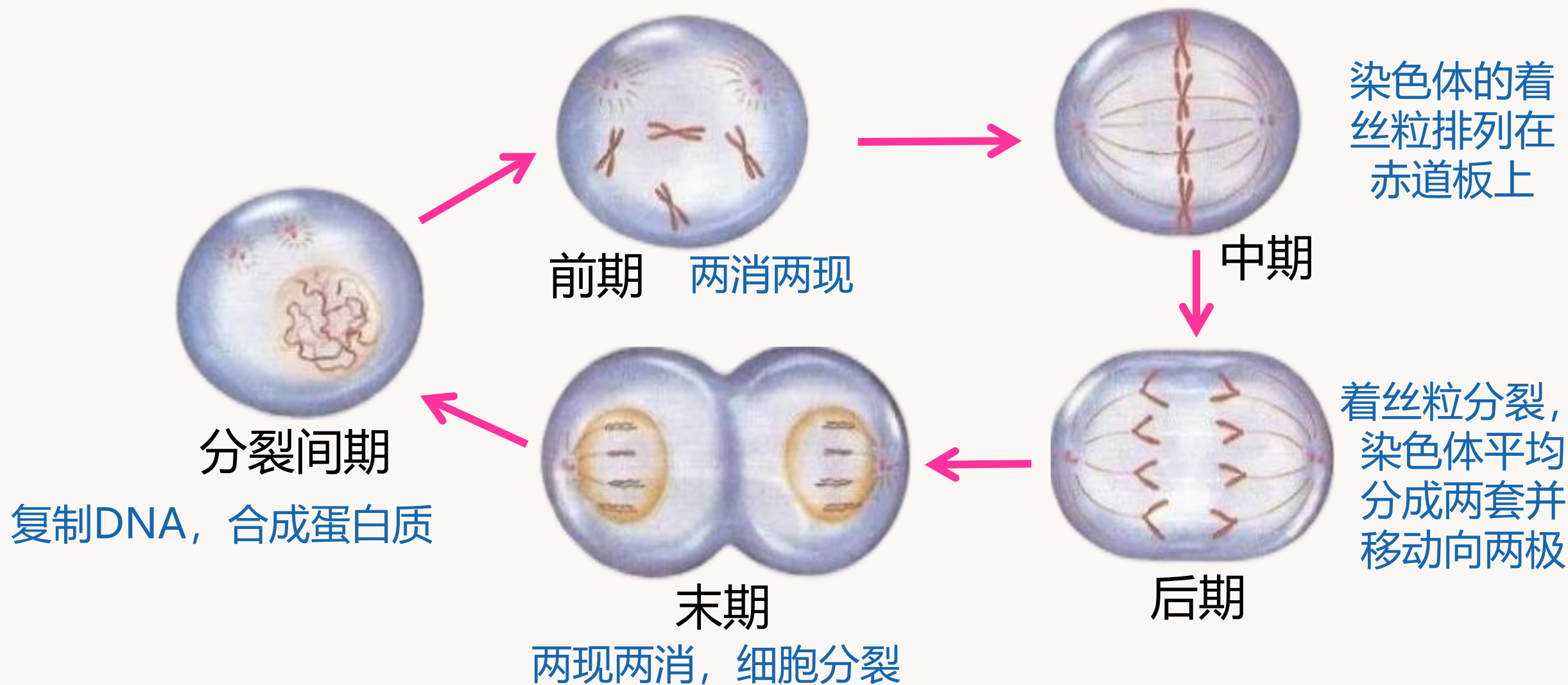
亲代与子代之间要如何确保染色体数目不变？

魏斯曼的猜测

在卵细胞和精子成熟的过程中，必然有一个特殊的过程使染色体数目减少一半；受精时，精子与卵细胞融合，恢复正常的染色体数目。



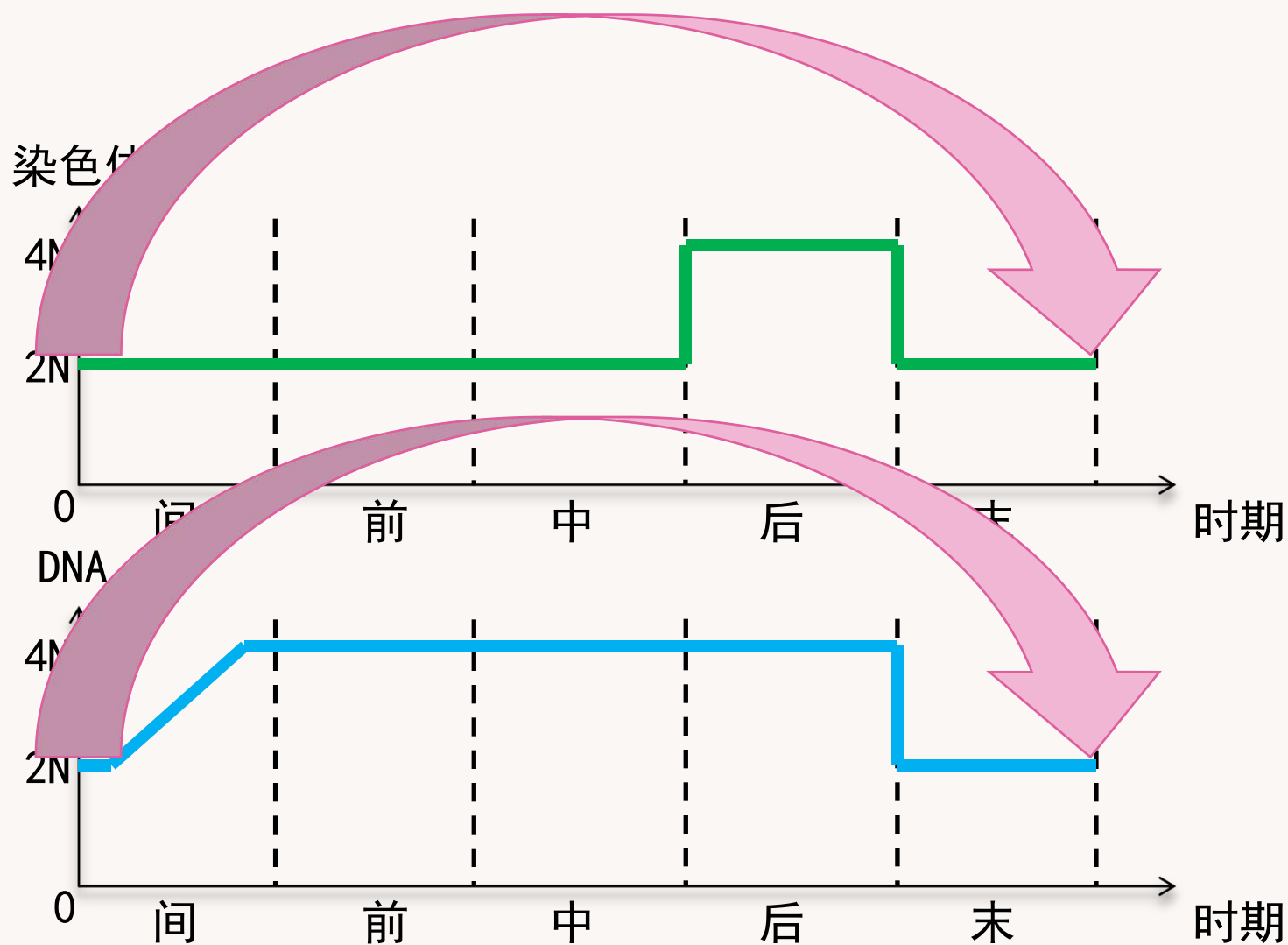
有丝分裂



有丝分裂

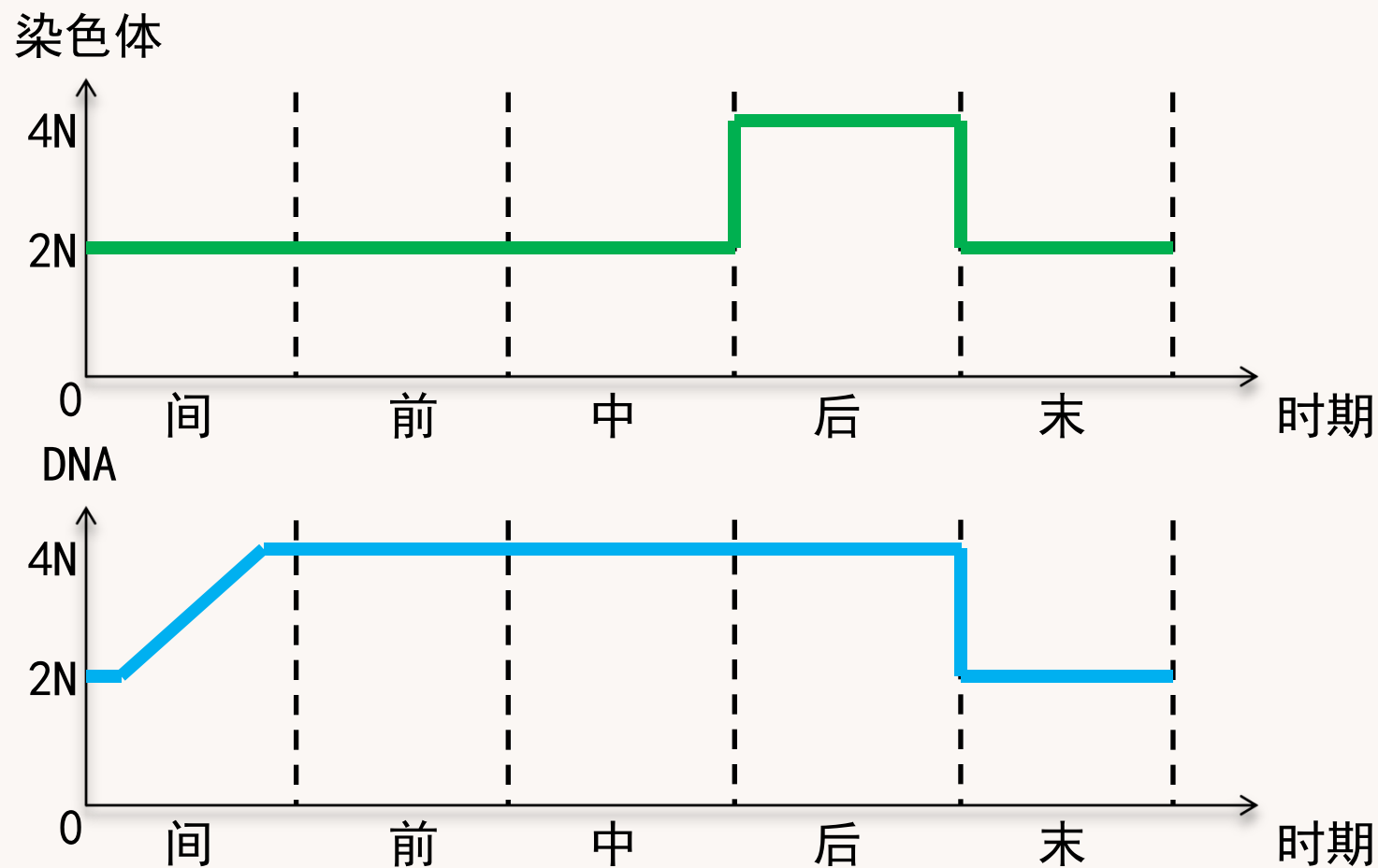
分裂前后**染色体和DNA数目不变**，体现了亲代细胞遗传的**连续性**。

魏斯曼猜测的**特殊过程**则需要细胞分裂过程中实现遗传物质减半。



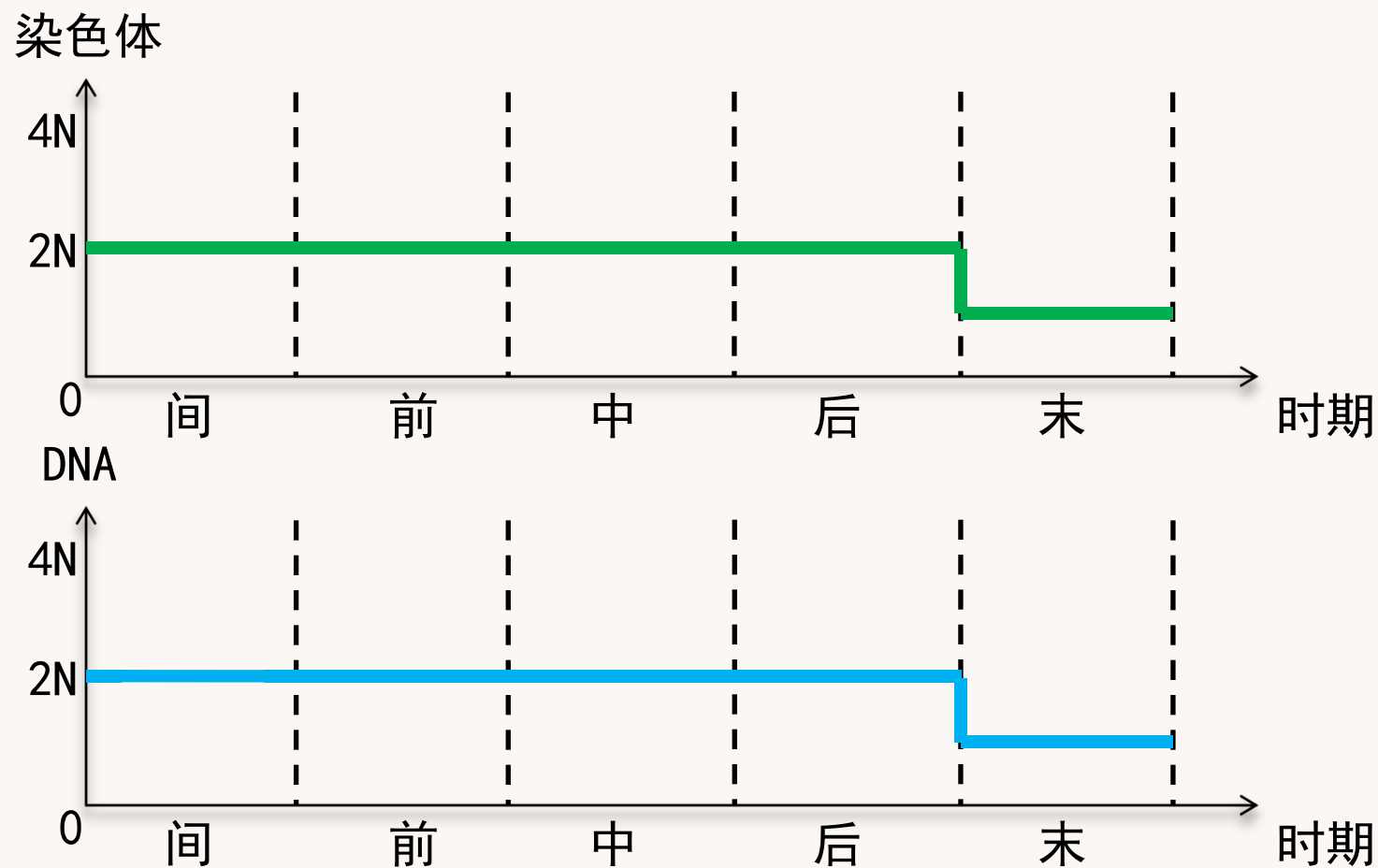
提出假设

- 不复制，直接分裂

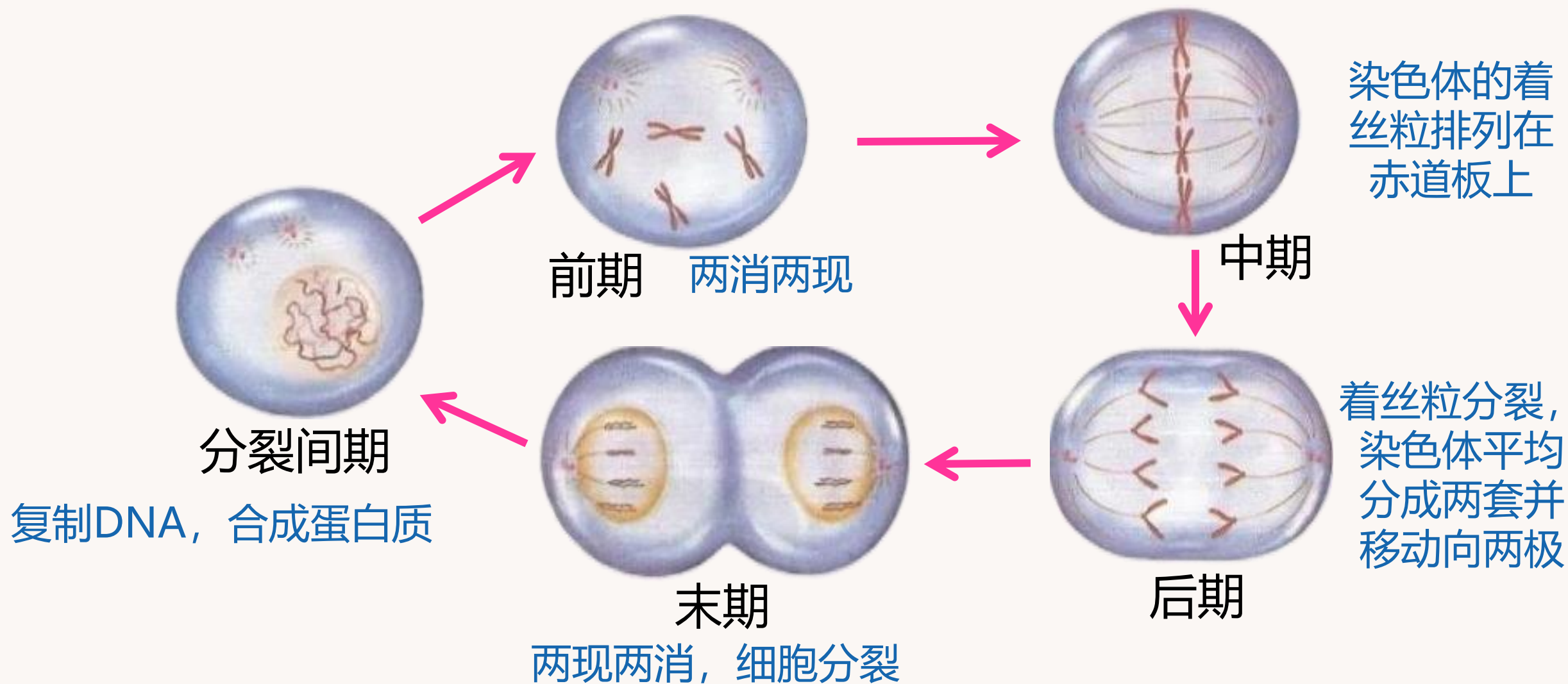


提出假设

- 不复制，直接分裂



有丝分裂

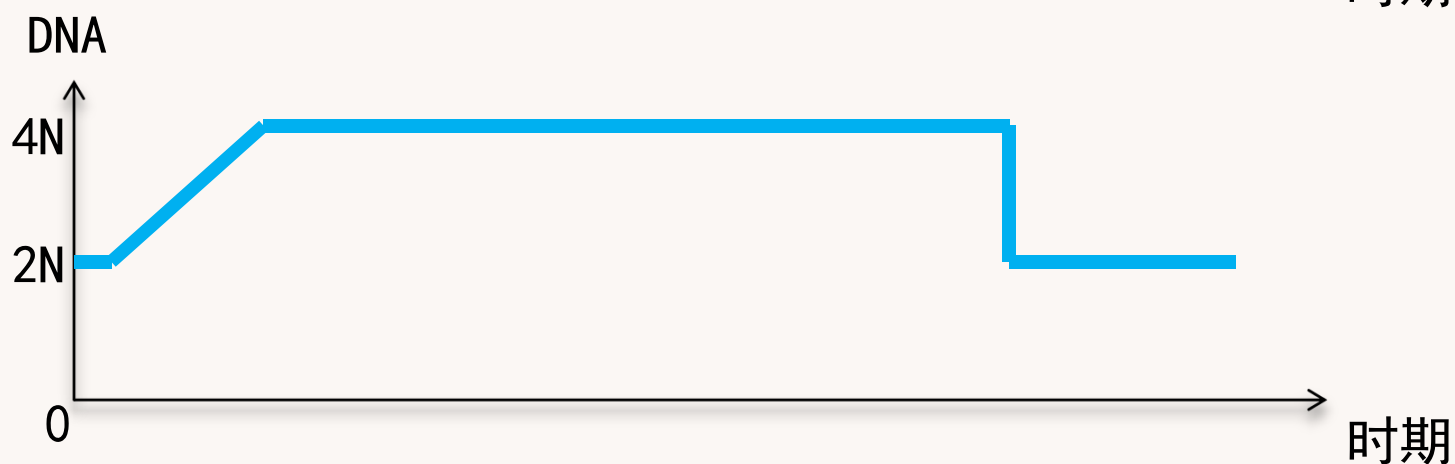
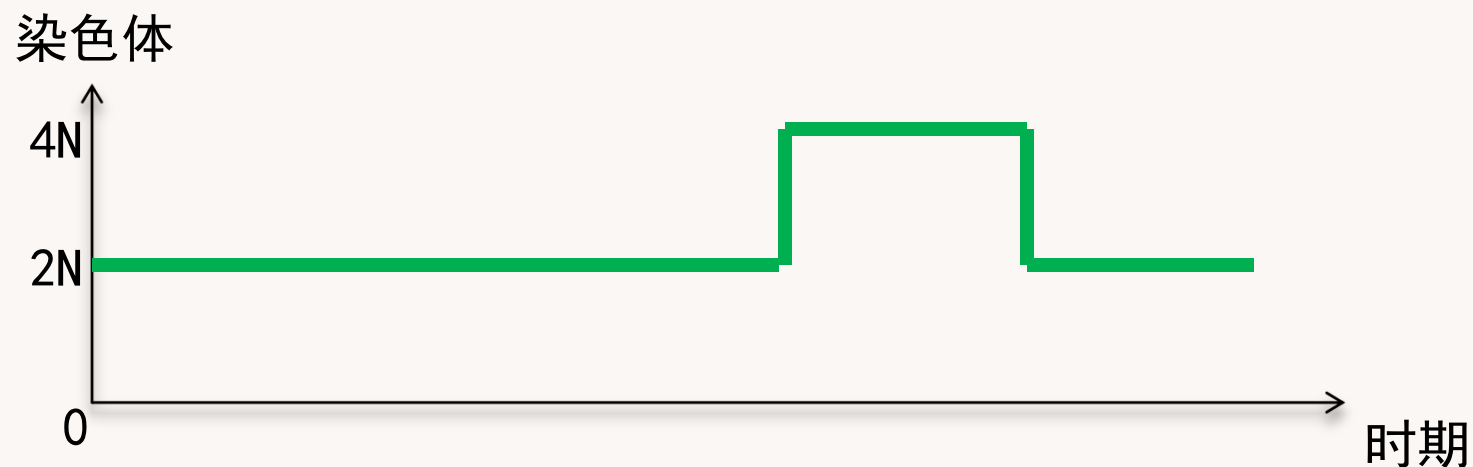


提出假设

- ~~不复制，直接分裂~~

无法实现：没有发生复制，则不会有染色体的均等分开

- 复制一次，分裂两次



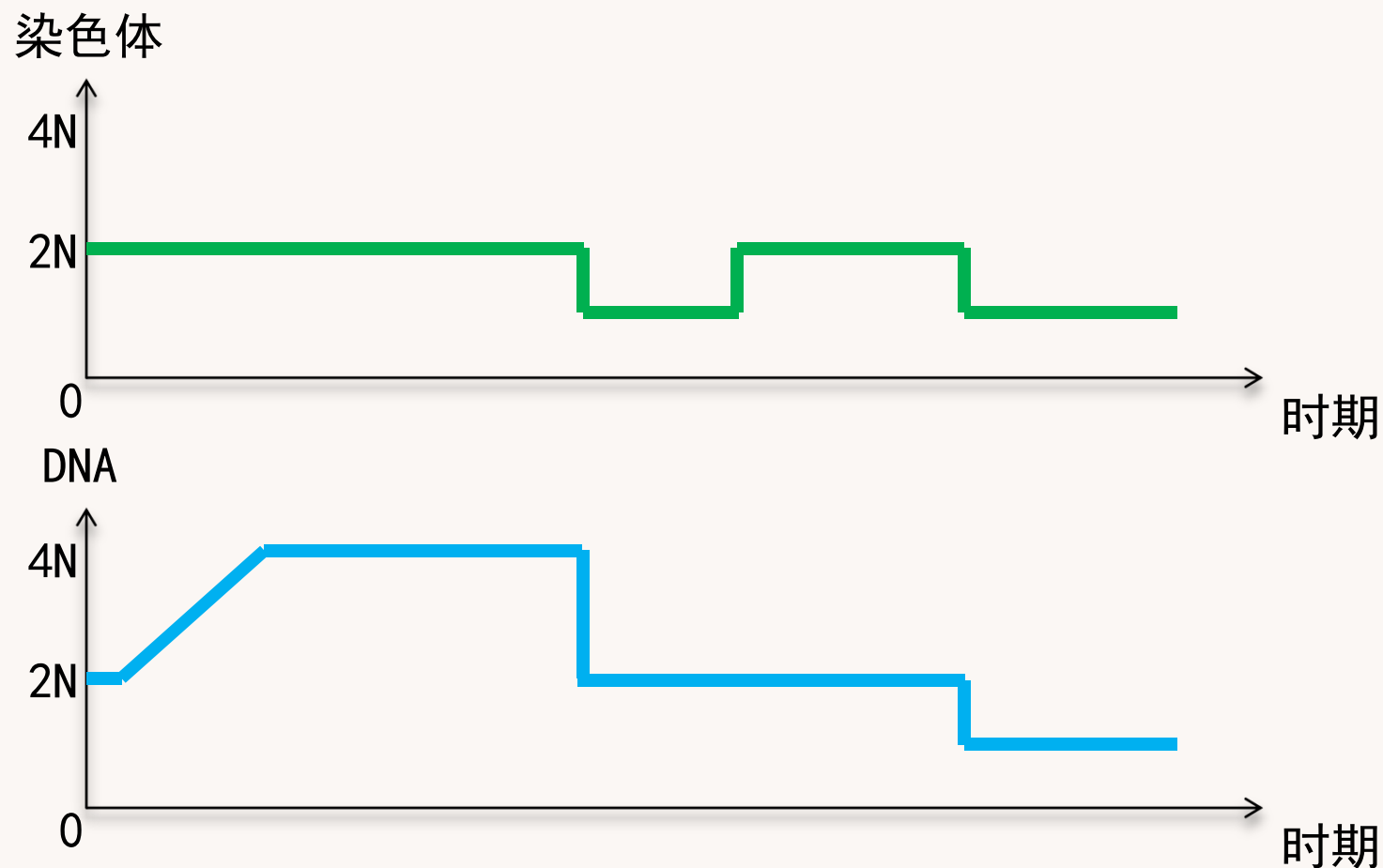
提出假设

- ~~不复制，直接分裂~~

无法实现：没有发生复制，则不会有染色体的均等分开

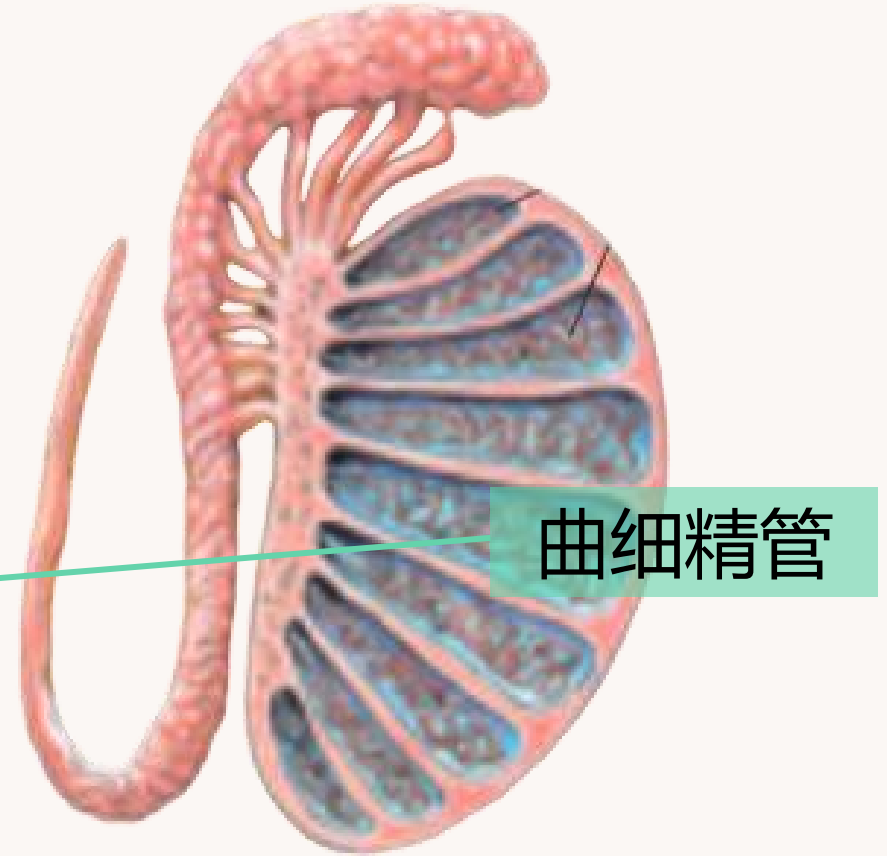
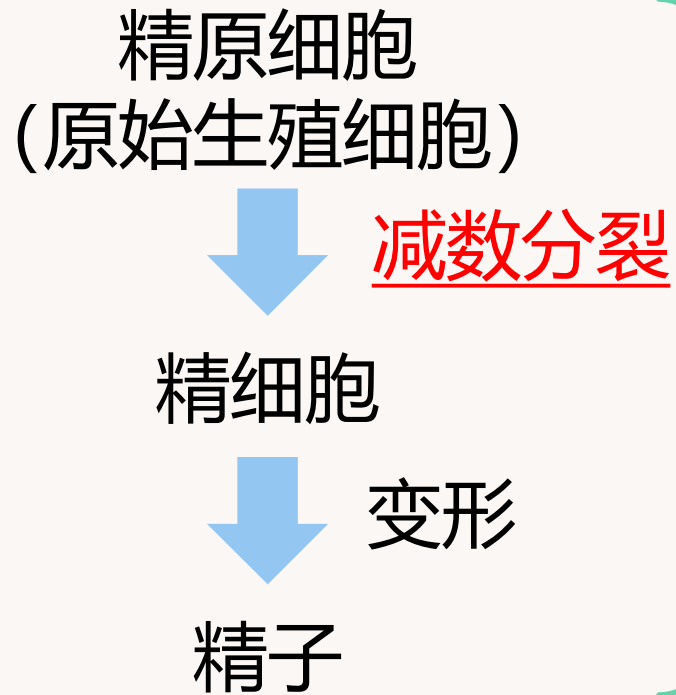
- 复制一次，分裂两次

如何实现？

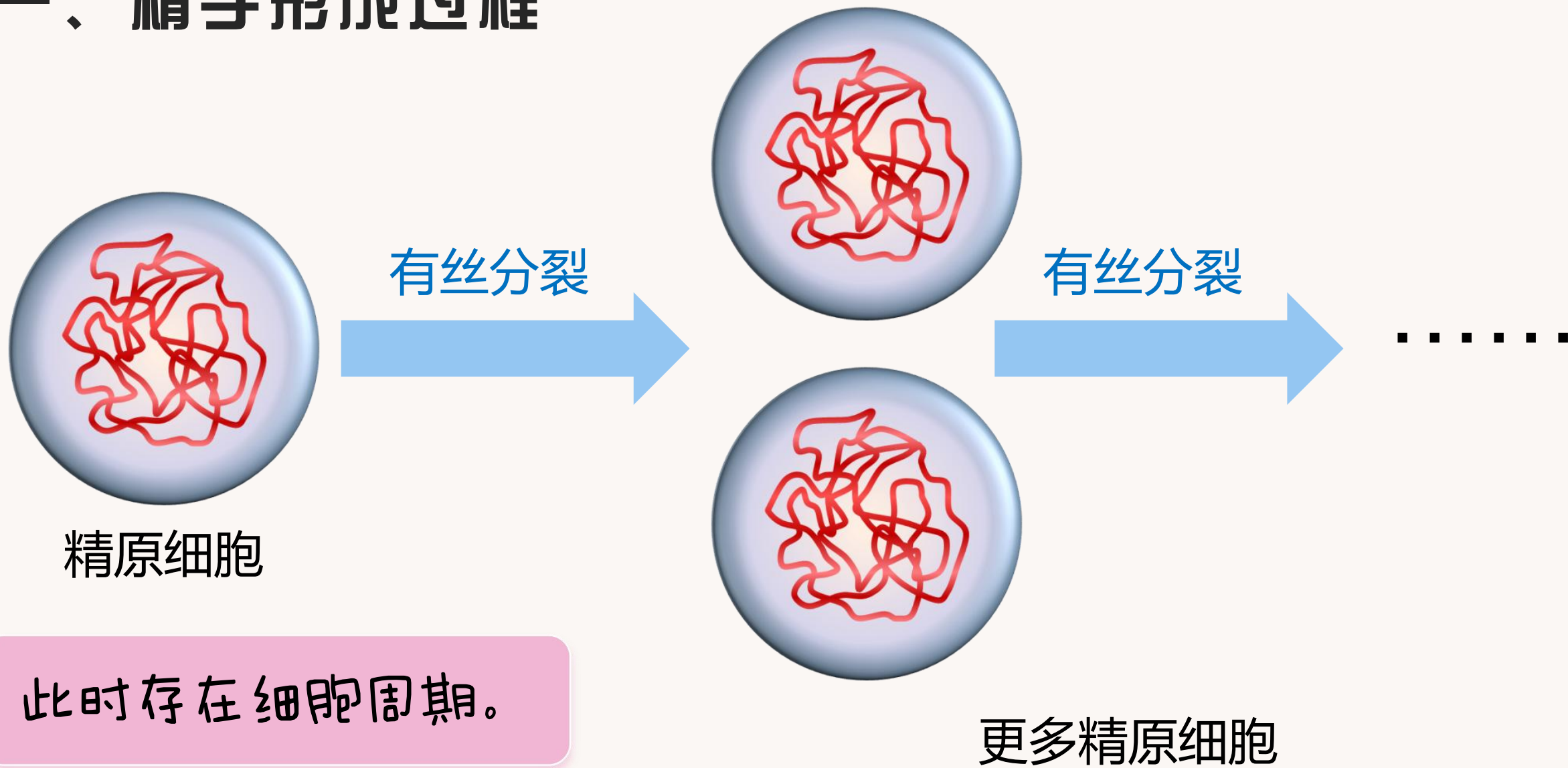


一、精子形成过程

- 形成部位：睾丸（或精巢）

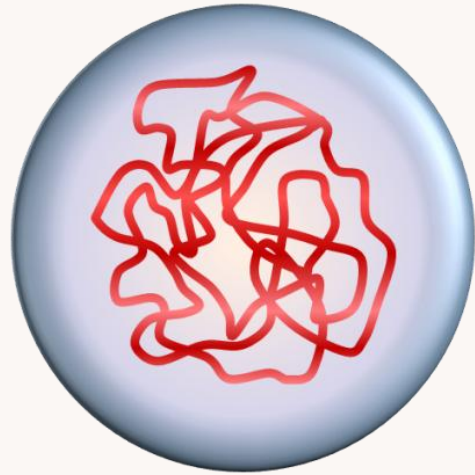


一、精子形成过程



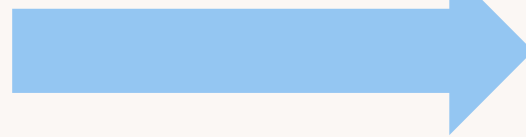
一、精子形成过程

两消两现

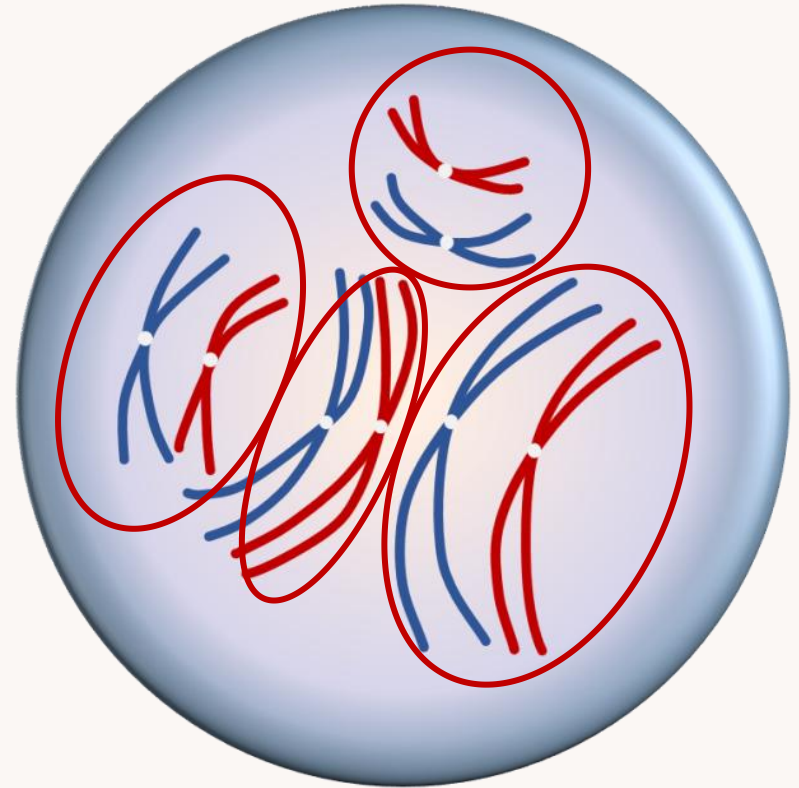


精原细胞

体积增大
蛋白质合成
DNA复制



间期

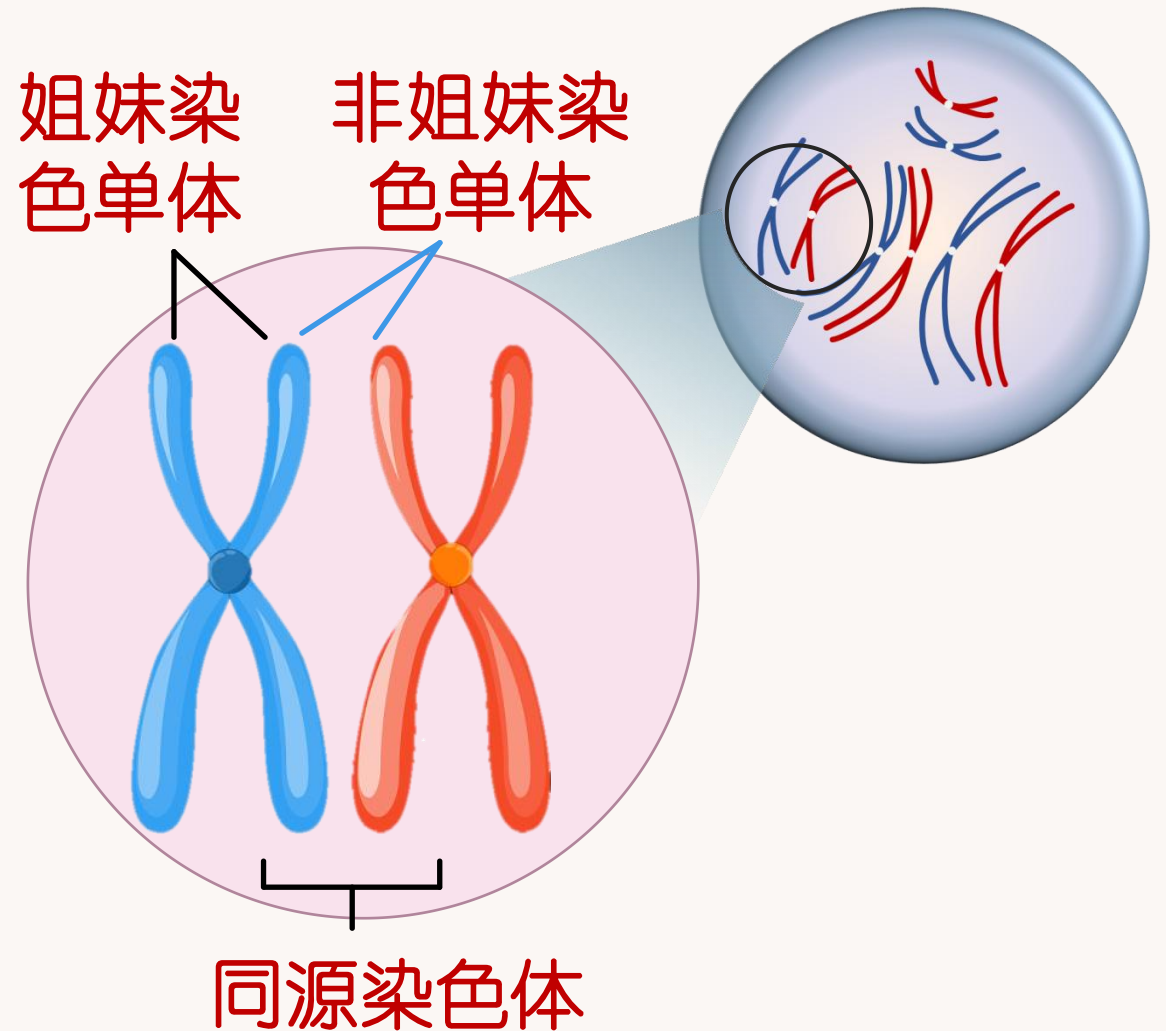


前期

此时染色体行为有什么特点？

☆ 同源染色体

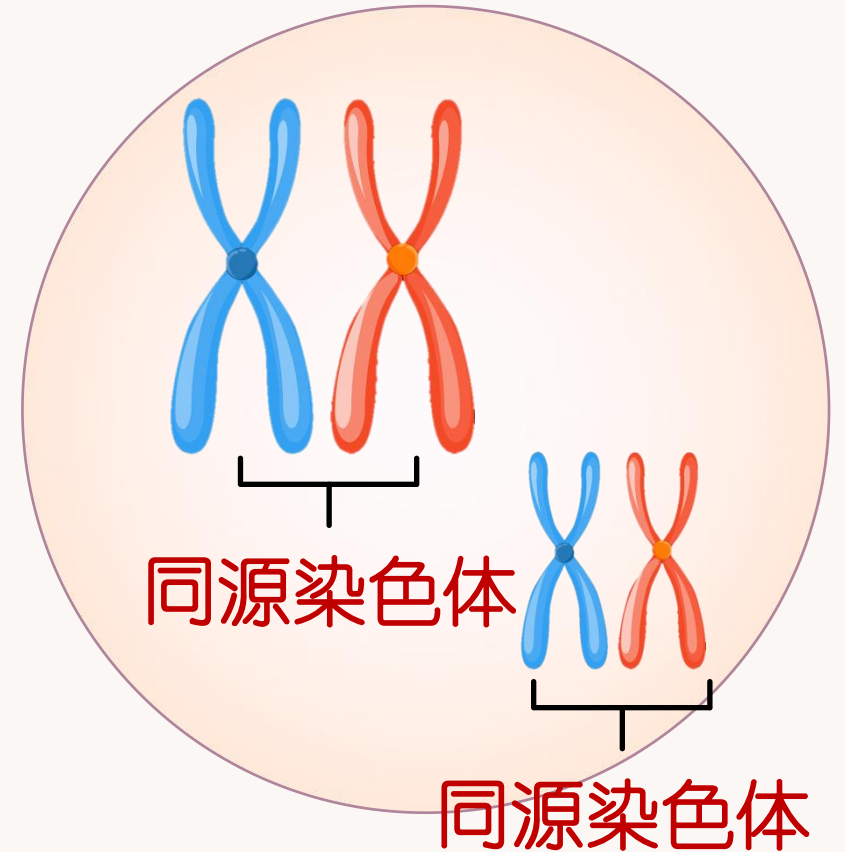
- 同源染色体是指分别来自父方、母方的一对染色体，它们的形态、大小、结构一般都相同。



☆ 联会

- 同源染色体**两两配对**，称为联会。
- 联会后的每对同源染色体含有**四条染色单体**，叫作**四分体**（结构）。

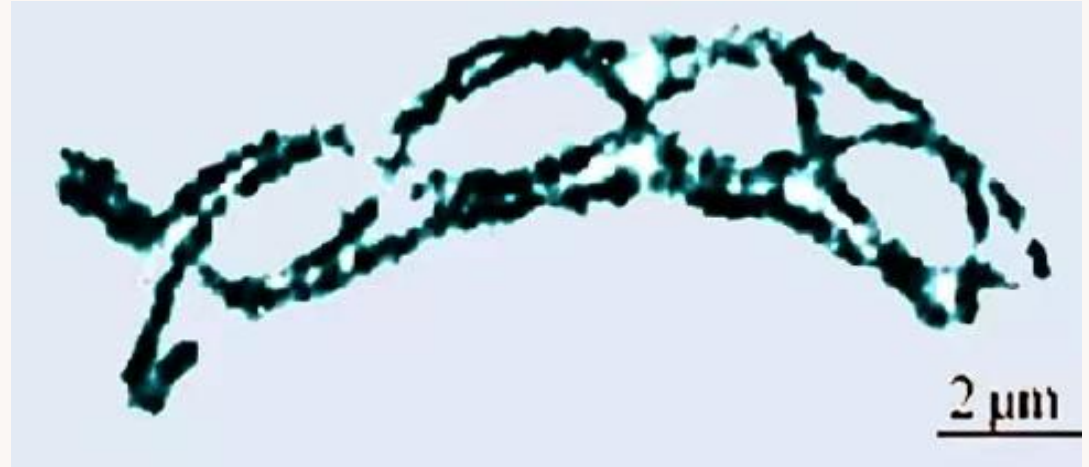
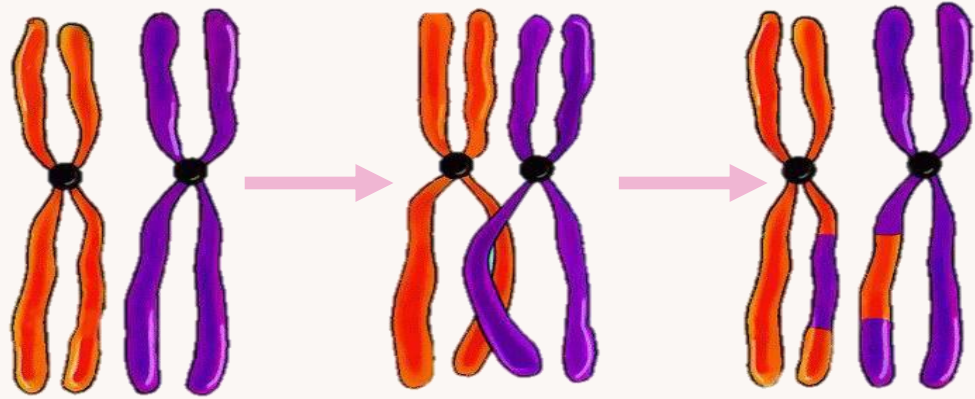
1个四分体 = **2** 条染色体 = **1** 对同源染色体
= **4** 条染色单体 = **4** 个DNA分子。



(2023·北京·统考高考真题) 16. 武昌鱼 ($2n=48$) 与长江白鱼 ($2n=48$) 经人工杂交可得到具有生殖能力的子代。显微镜观察子代精巢中的细胞, 一般不能观察到的是 (D)

- A. 含有24条染色体的细胞
- B. 染色体两两配对的细胞
- C. 染色体移到两极的细胞
- D. 含有48个四分体的细胞

☆ 染色体互换 (课本P20)

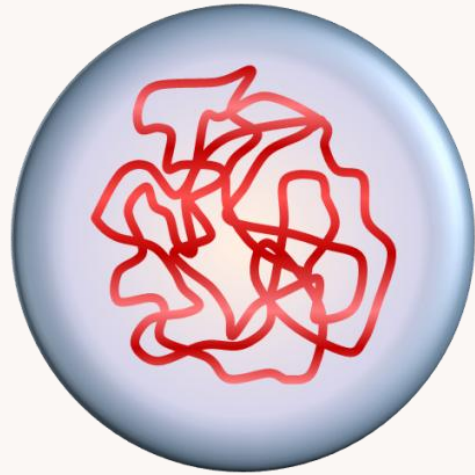


- 联会时，四分体中的非姐妹染色单体之间可能发生对等片段的交换。

一、精子形成过程

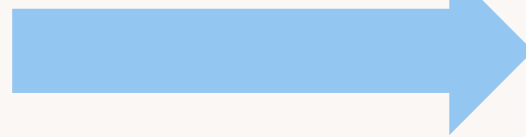
两消两现

同源染色体联会形成四分体



精原细胞

体积增大
蛋白质合成
DNA复制



间期



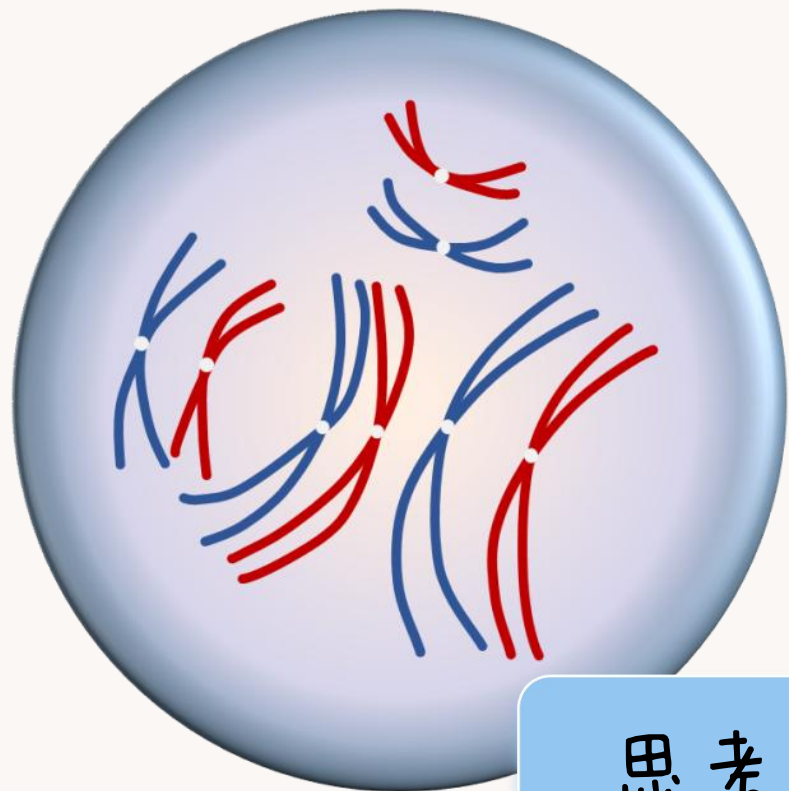
前期

初级精母细胞

此时染色体行为有什么特点？

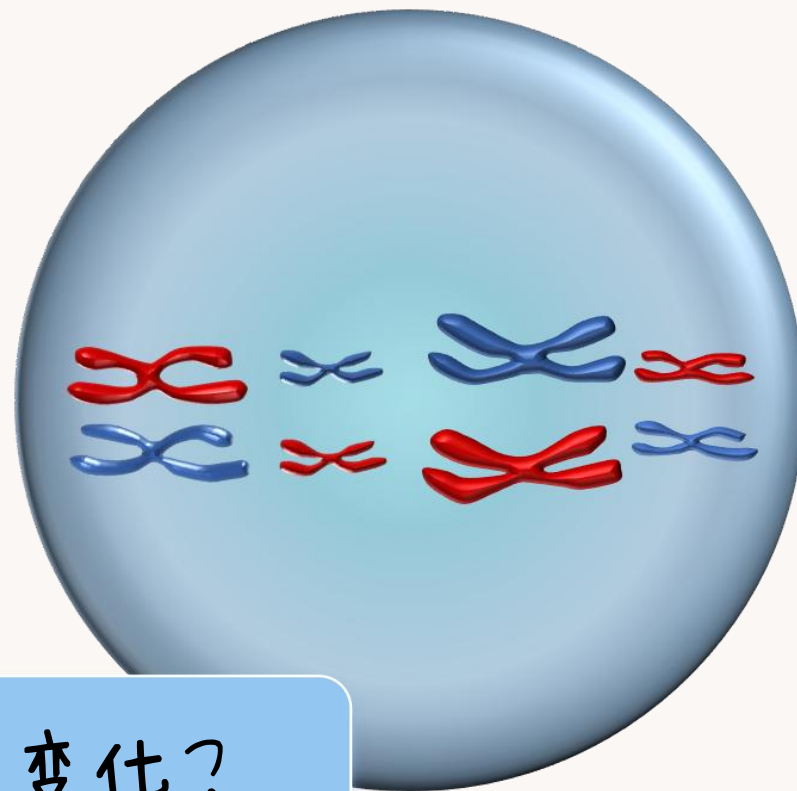
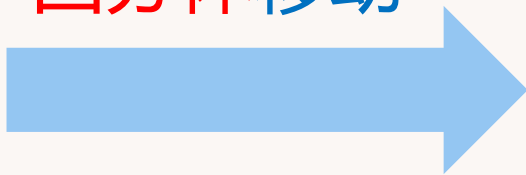
一、精子形成过程

成对同源染色体的着丝粒排列在赤道板两侧



前期

纺锤丝牵引
四分体移动



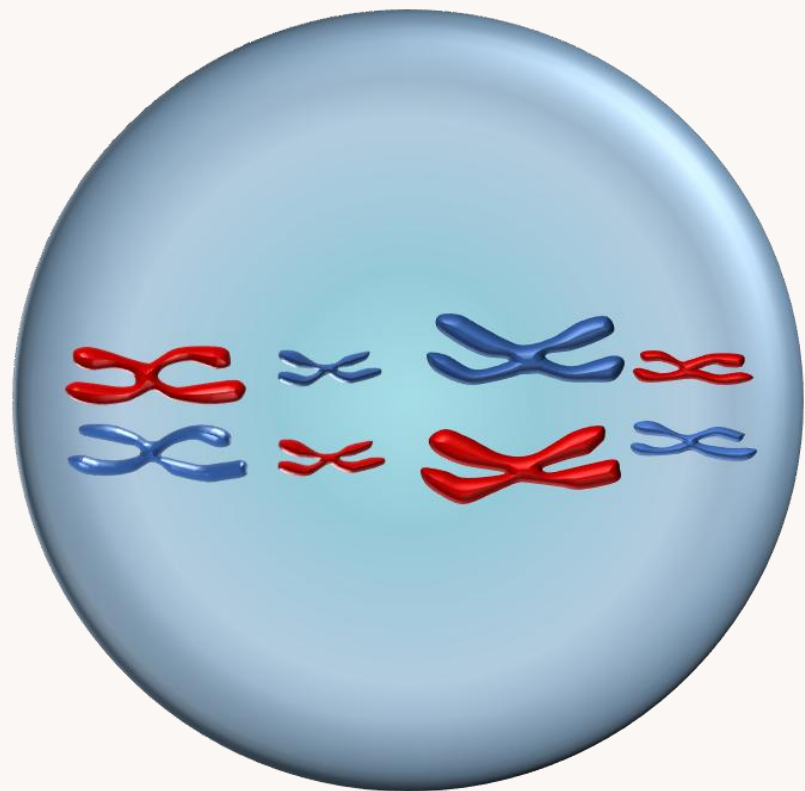
中期

思考：后期可能发生的变化？

初级精母细胞

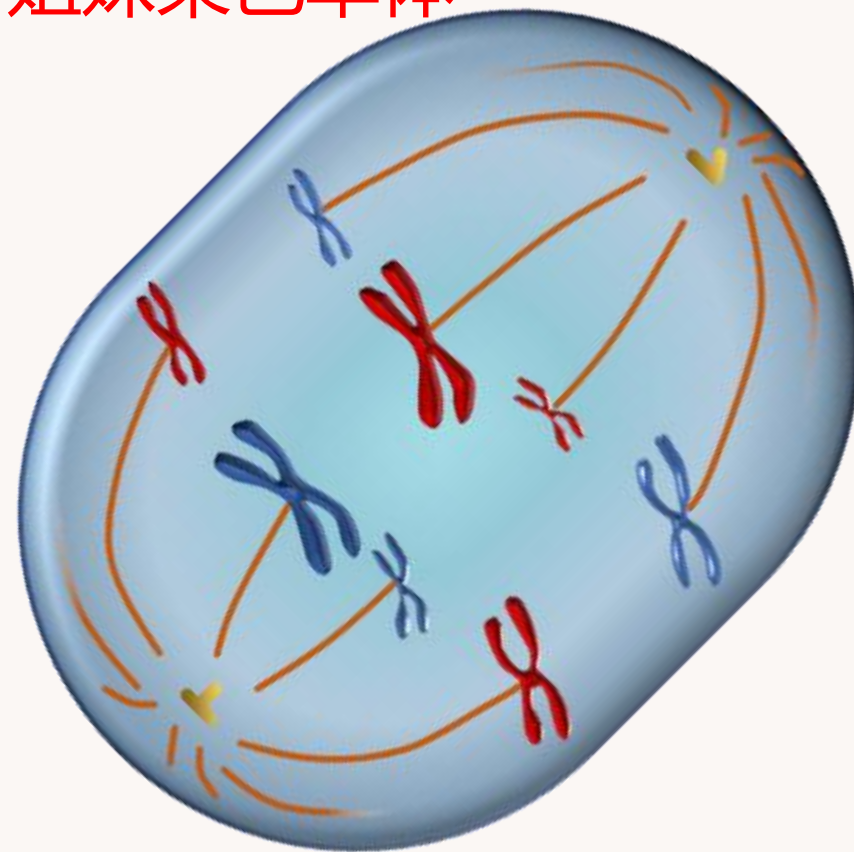
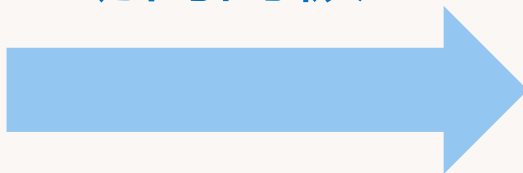
一、精子形成过程

此时，着丝粒没有分裂，
每条染色体上仍然有两个
姐妹染色单体



中期

同源染色体
分离，并移
动向两极

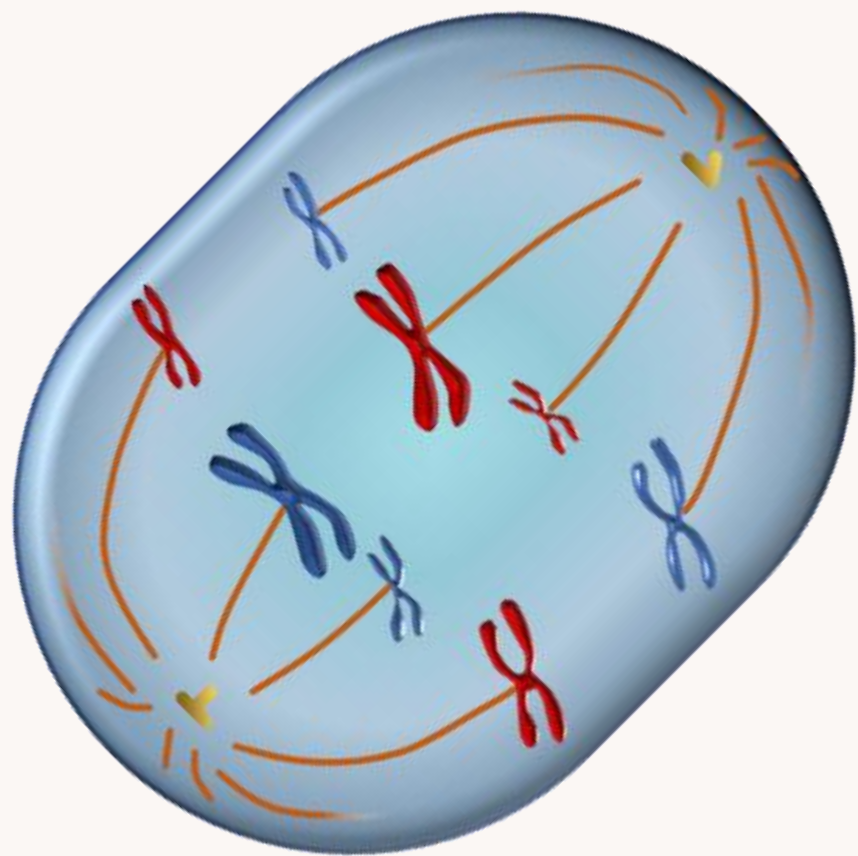


后期

初级精母细胞

一、精子形成过程

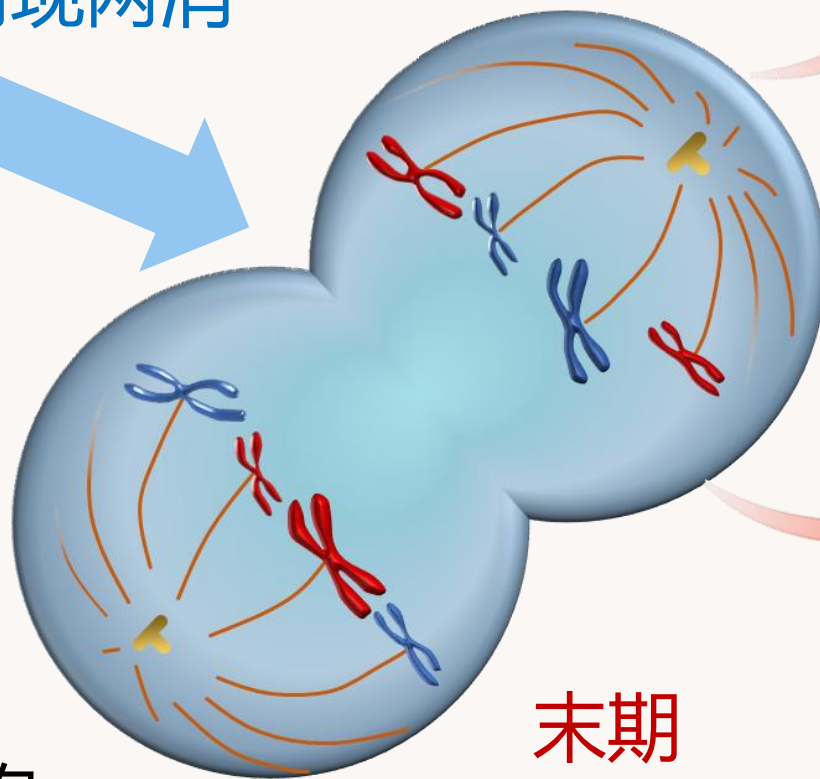
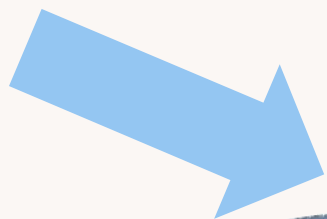
两个子细胞中无同源染色体，染色体数目是原来的一半，每条染色体上有两条姐妹染色单体。



后期

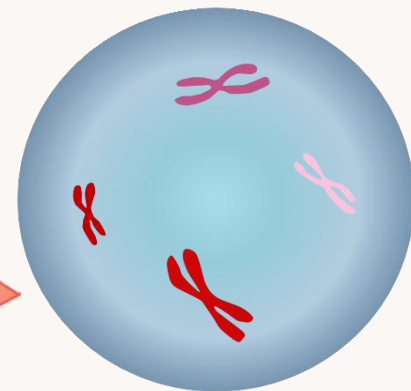
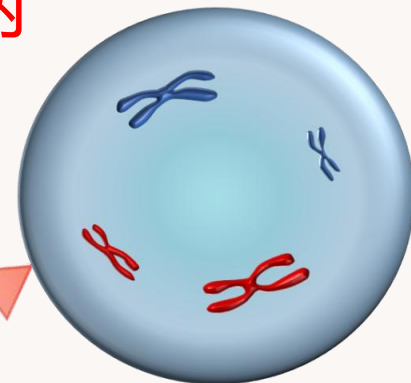
初级精母细胞

两现两消

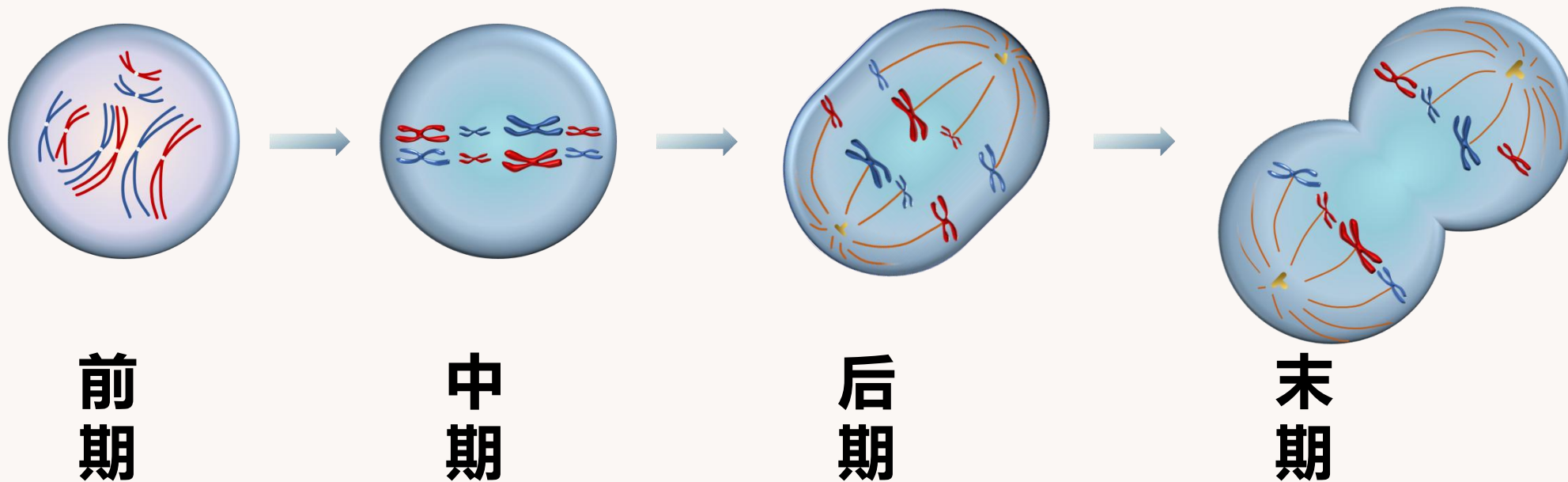


末期

次级精母细胞



一、精子形成过程



总结这次分裂的特点。

一、精子形成过程

减数分裂I (MI)



思考1: 次级精母细胞染色体还能继续复制吗?

思考2: 每条染色体上有两条姐妹染色单体如何解决?

期

期

期

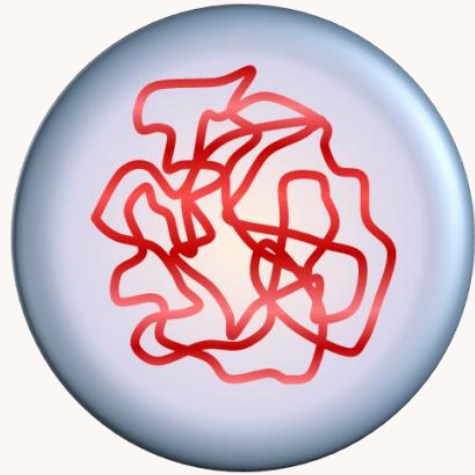
期

- 每个次级精母细胞只得到初级精母细胞中染色体总数的一半。
- 分裂结束每条染色体上仍然具有两条姐妹染色单体。

一、精子形成过程

两消两现

同源染色体联会形成四分体

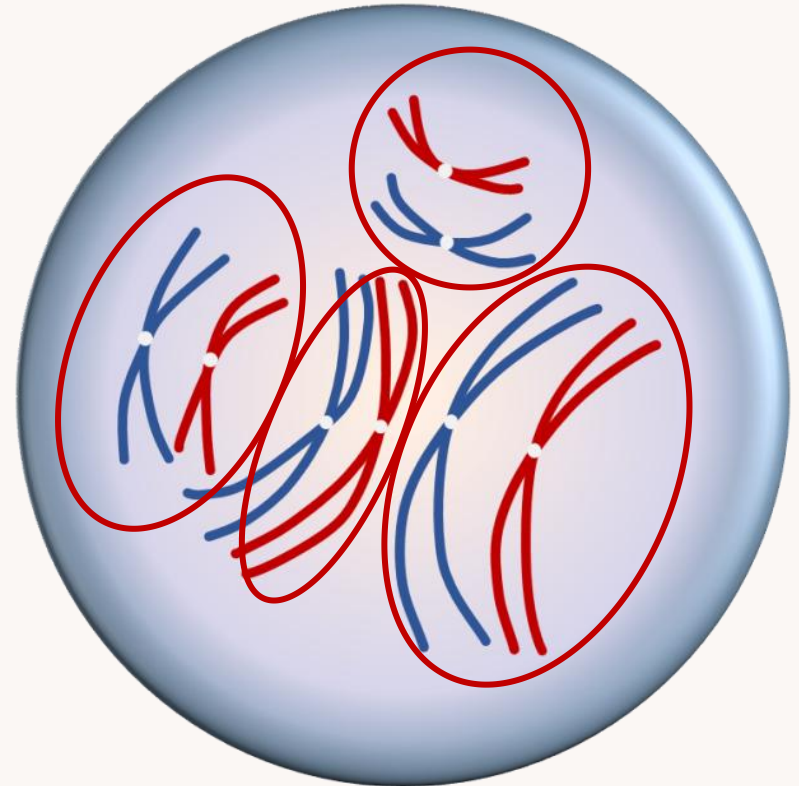


精原细胞

体积增大
蛋白质合成
DNA复制

➔

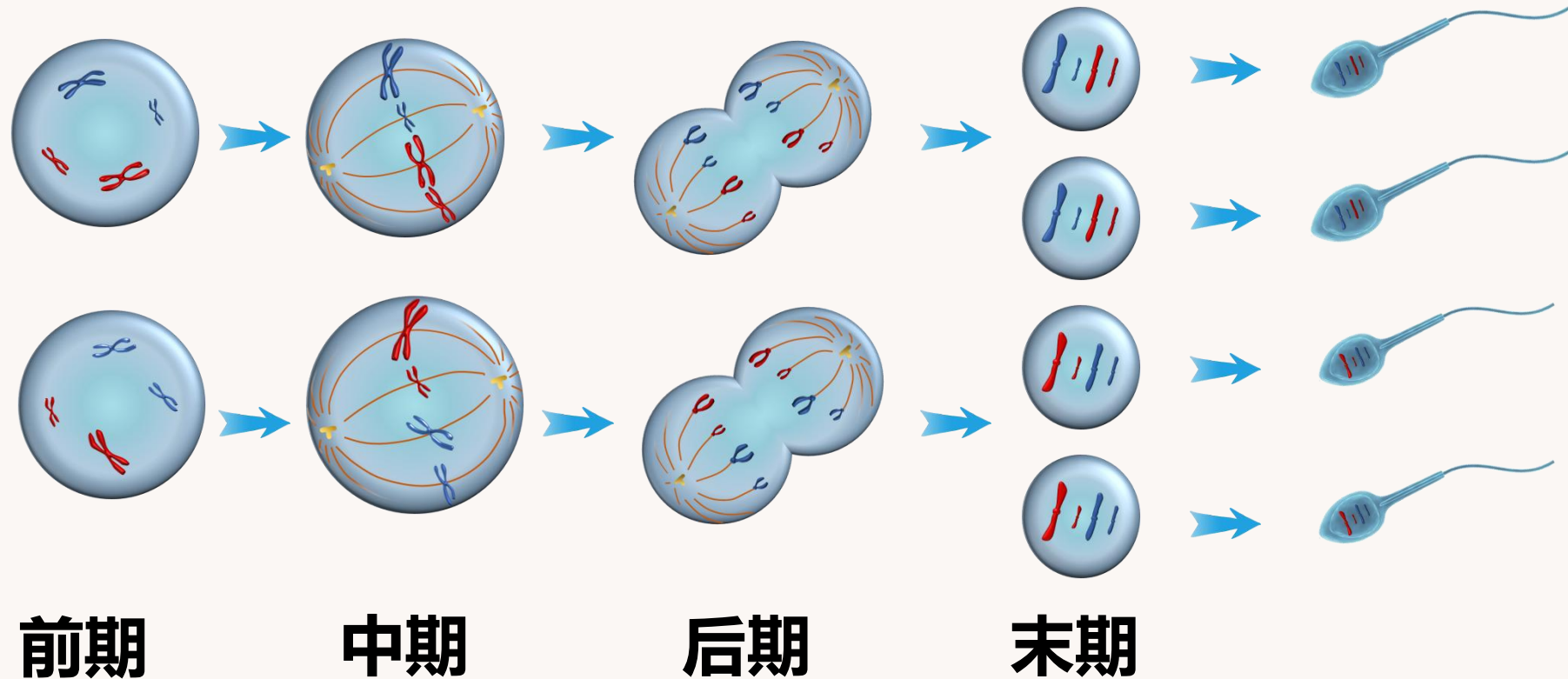
减数分裂前的
间期



减数分裂I
前期
初级精母细胞

一、精子形成过程

减数分裂I和减数分裂II之间通常没有间期，或者间期很短。
整个减数分裂II与常规的有丝分裂相似



精子分头部和尾部，头部含有细胞核，尾长能够摆动。

减数分裂II (MII)

精细胞 $\xrightarrow{\text{变形}}$ 精子

(2024·北京·高考真题) 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, 相关叙述错误的是 (**B**)

- A. 染色体数目减半发生在减数分裂 I
- B. 同源染色体联会和交换发生在减数分裂 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

二、卵细胞形成过程

- 形成部位：卵巢

卵原细胞
(原始生殖细胞)

减数
分裂

卵细胞

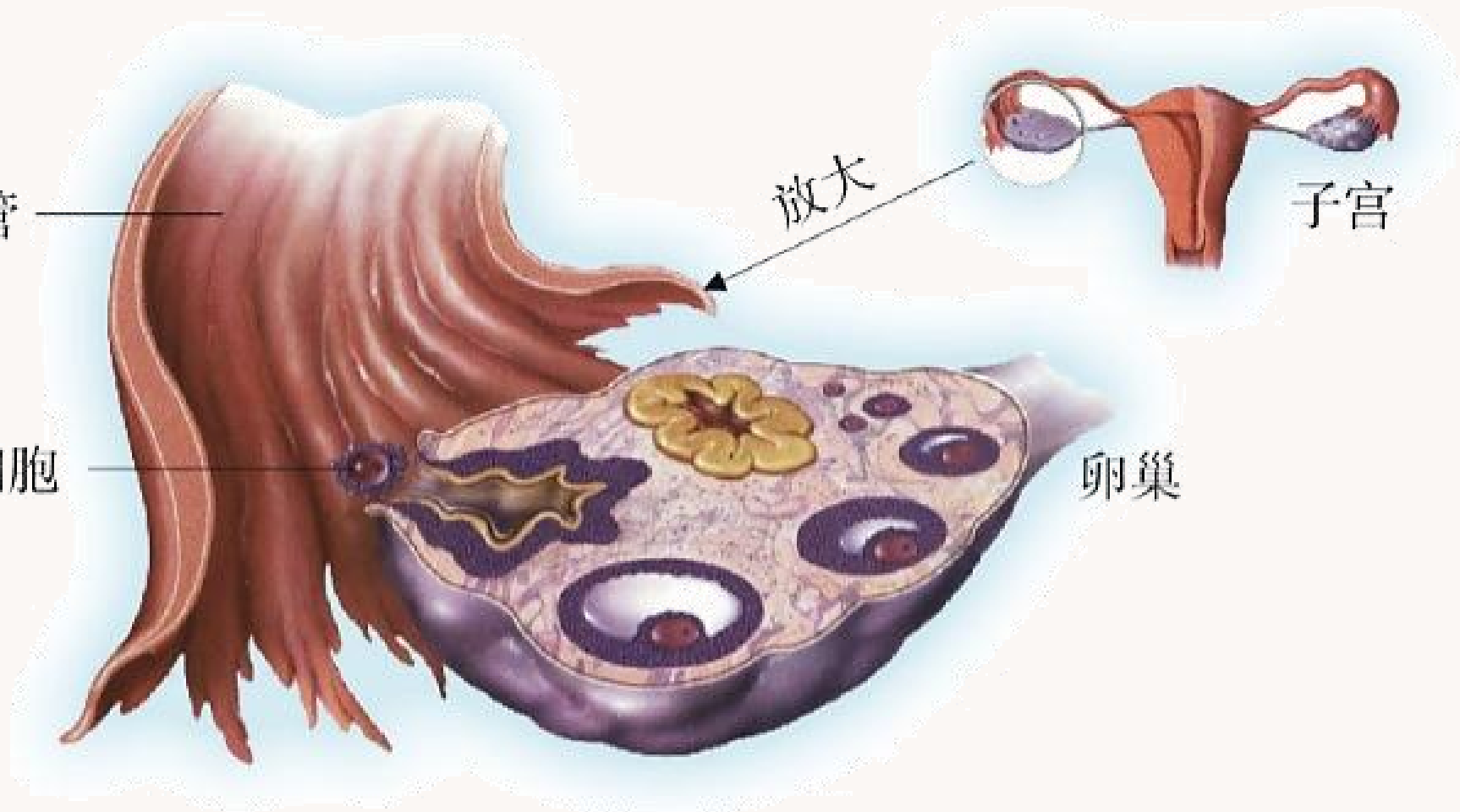
输卵管

卵母细胞

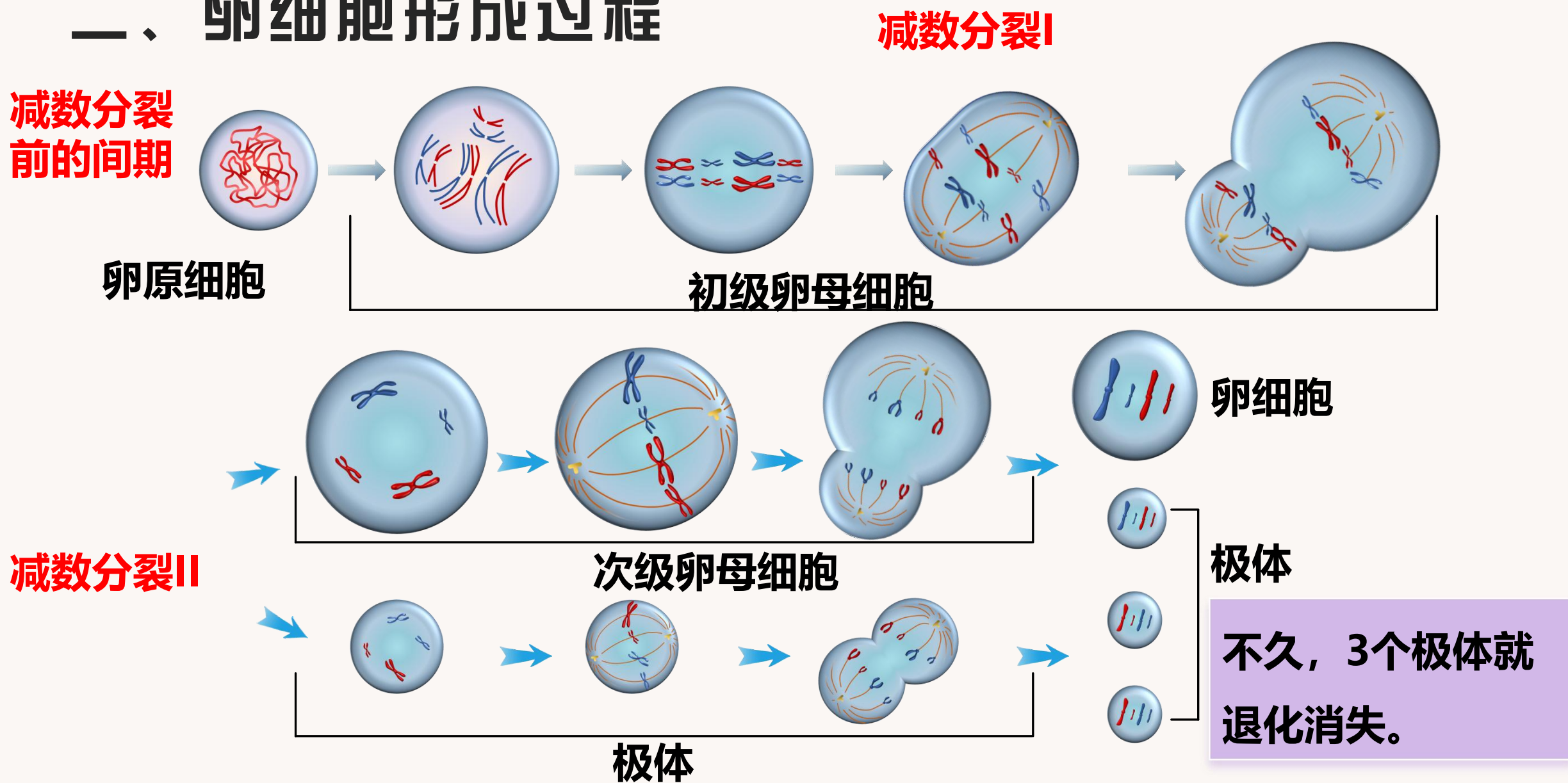
放大

子宫

卵巢



二、卵细胞形成过程



☆ 卵细胞与精子形成过程的异同点

	精子	卵细胞	
相同点	①染色体复制一次，细胞连续分裂两次， ②形成的生殖细胞中的染色体数目是原始生殖细胞的一半		
不同点	场所	睾丸（曲细精管）	卵巢
	细胞质分裂方式	细胞质均等分裂	（初/次级）卵母细胞不均等分裂，极体均等分裂
	分裂结果	1个精原细胞→ 4个精子	1个卵原细胞→1较大的 卵细胞+3较小的极体（退化）
	是否变形	变形	不变形

(2021·重庆·高考真题) 人的一个卵原细胞在减数第一次分裂时，有一对同源染色体没有分开而进入次级卵母细胞，最终形成染色体数目异常的卵细胞个数为 (A)

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

变式训练

人的一个卵原细胞在减数~~第一次~~

分裂时，有一对~~同源~~染色体没有分开而~~进入次级卵母细胞~~，

最终形成染色体数目异常的卵细胞个数为 0或1

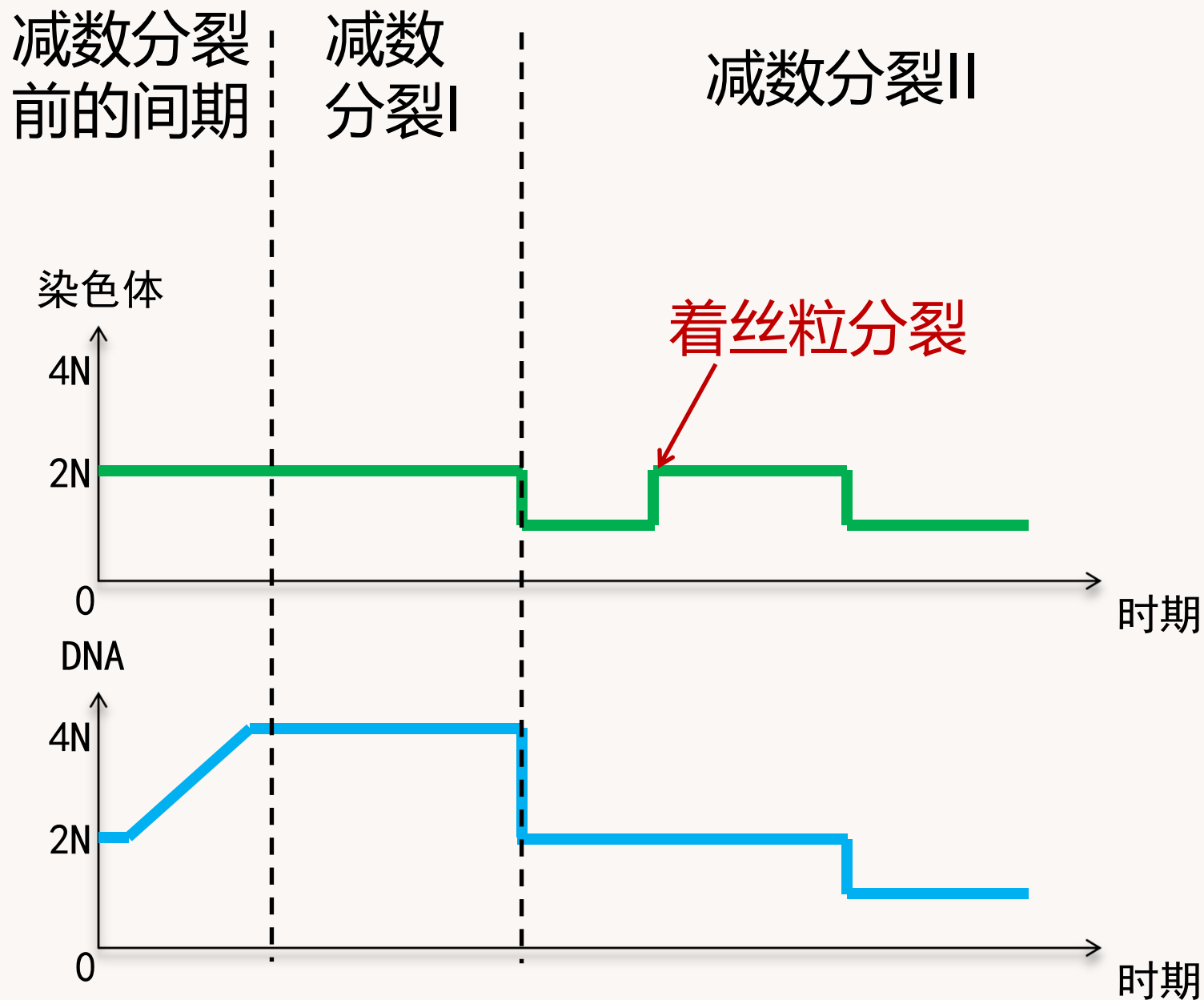
☆ 减数分裂 I 和减数分裂 II 的比较

	减数分裂 I	减数分裂 II
同源染色体	有，分离	无
着丝粒变化	不分裂	分裂
染色体行为	①同源染色体联会；②四分体中非姐妹染色单体发生交叉互换；③同源染色体分离，非同源染色体自由组合	着丝粒分裂，姐妹染色单体分开
染色体数目	$2n \rightarrow n$ (减半)	$n \rightarrow 2n \rightarrow n$ (不减半)
DNA数目	$2n \rightarrow 4n \rightarrow 2n$	$2n \rightarrow n$
染色单体数	$0 \rightarrow 4n \rightarrow 2n$	$2n \rightarrow 0$

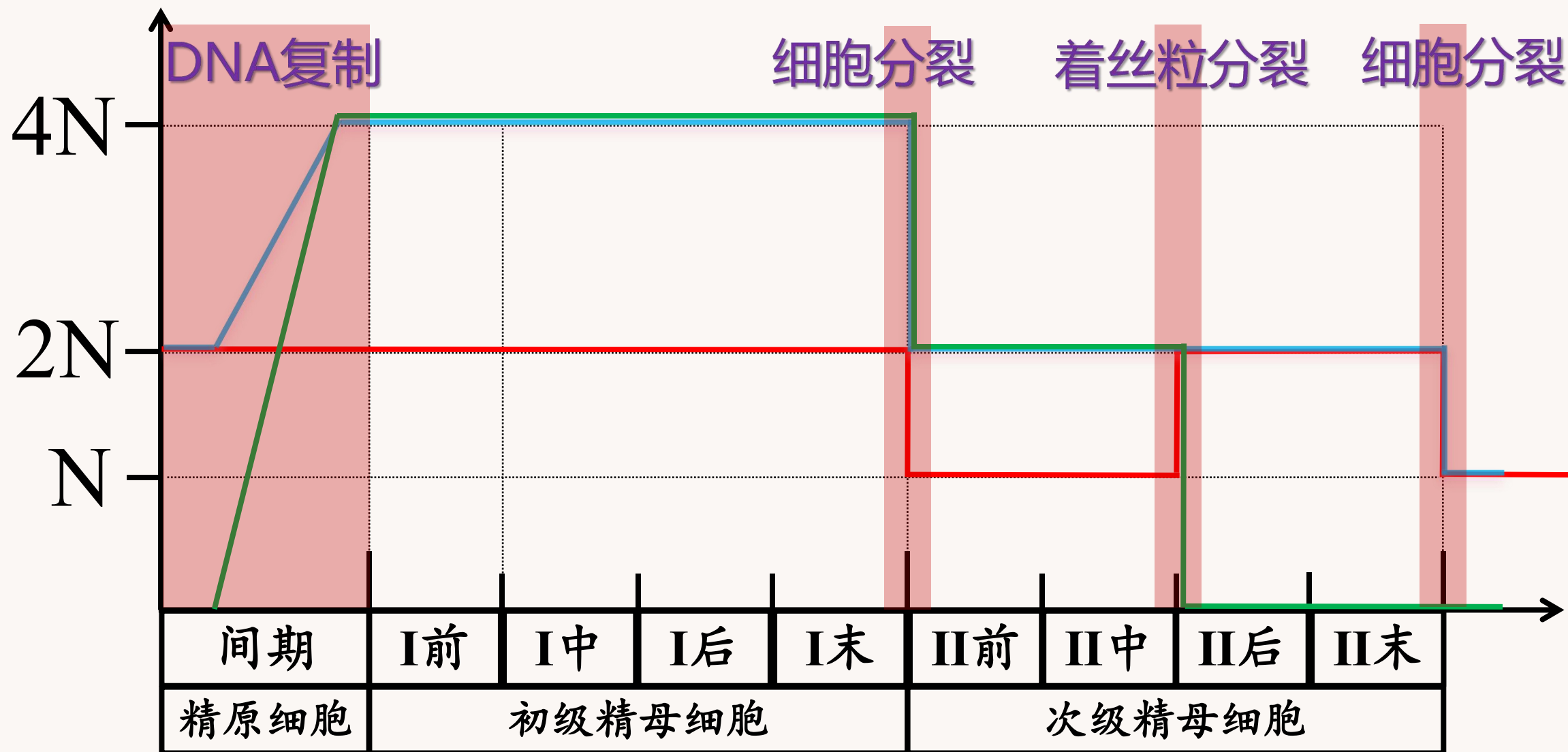
提出假设

● ~~不复制，直接分裂~~

● 复制一次，分裂两次

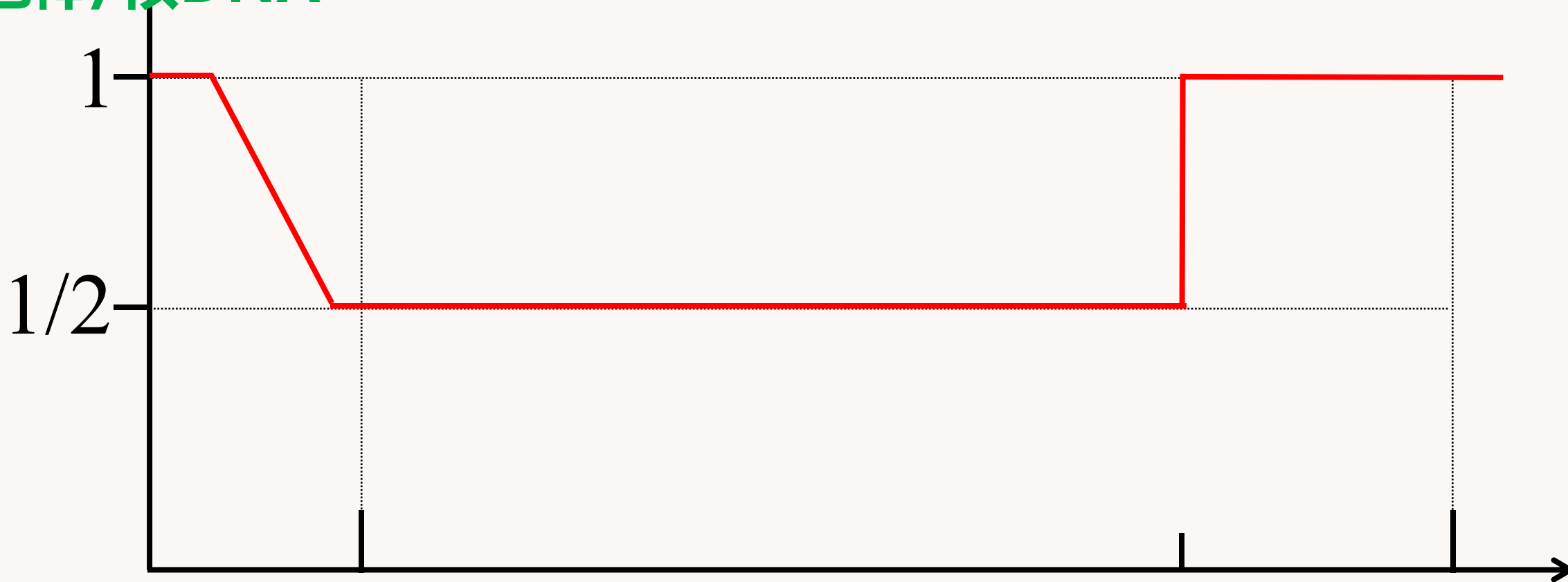


☆ 染色体、核DNA、染色单体等数目变化曲线



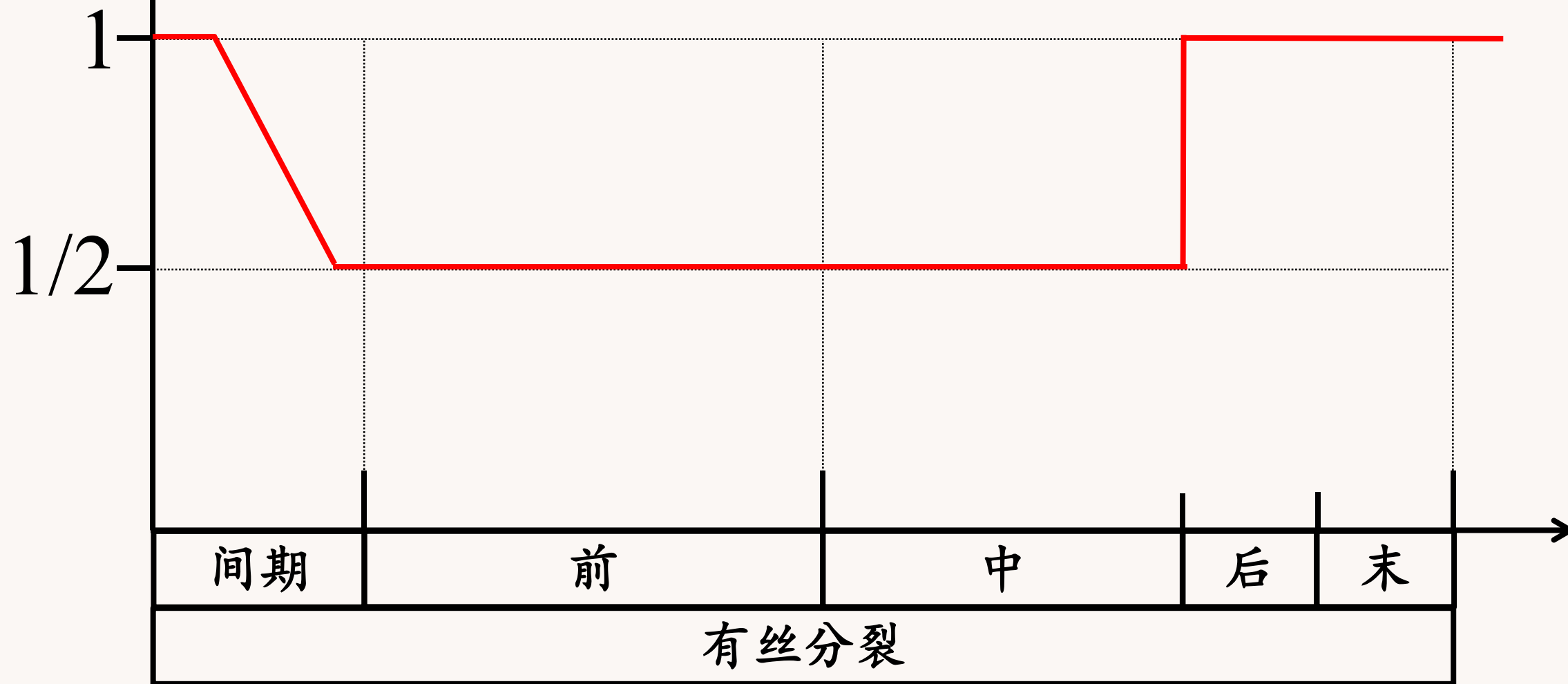
☆ 染色体、核DNA、染色单体等数目变化曲线

染色体/核DNA



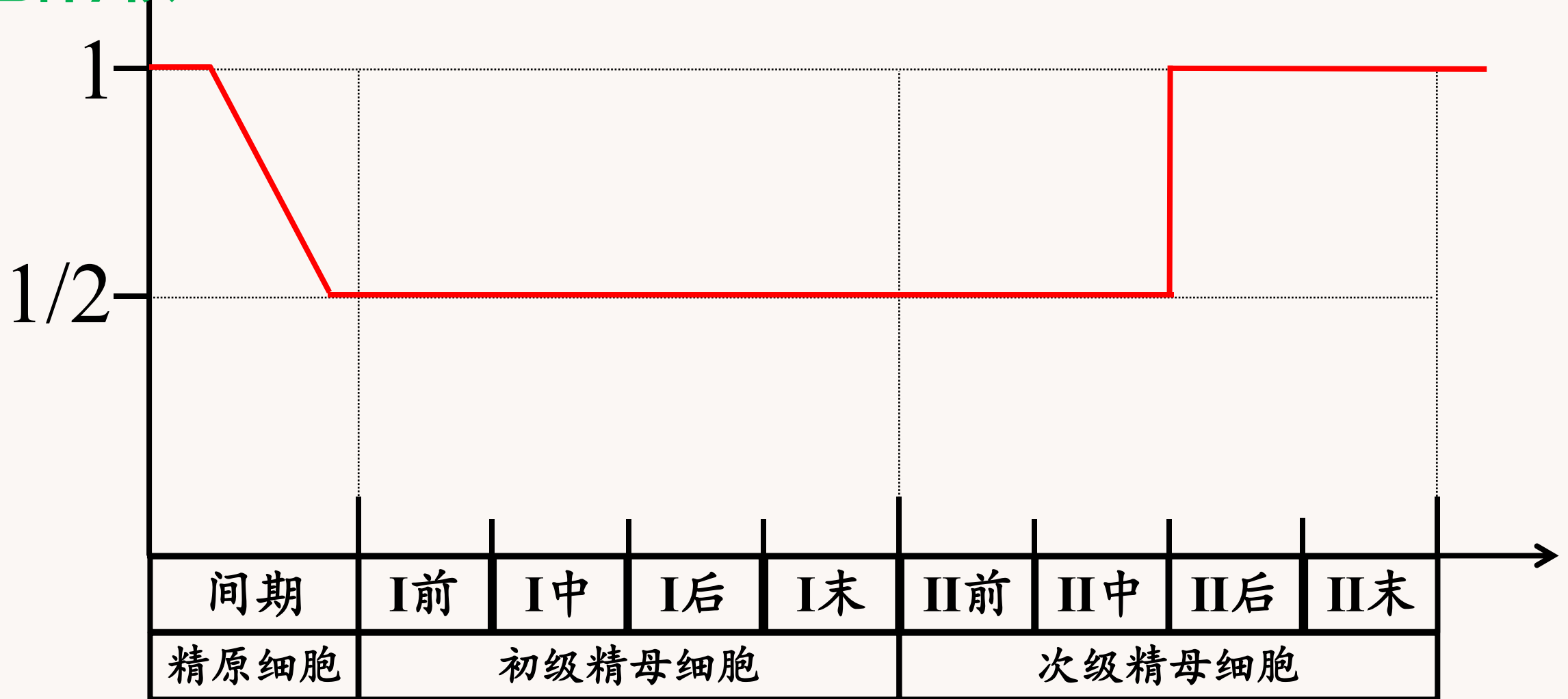
☆ 染色体、核DNA、染色单体等数目变化曲线

染色体/核DNA



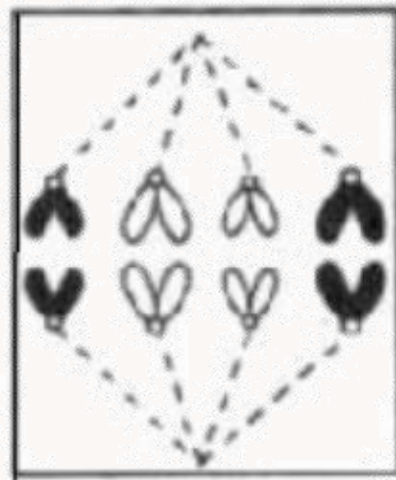
☆ 染色体、核DNA、染色单体等数目变化曲线

染色体/核DNA

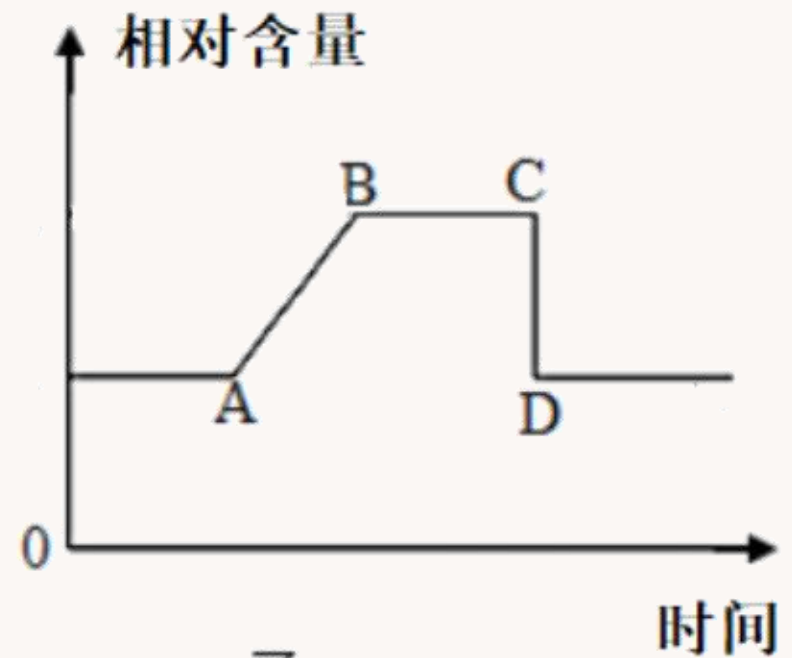


【例题】图甲为细胞分裂图像，图乙为细胞分裂过程中每条染色体上的 DNA 含量变化示意图。下列分析错误的是 (D)

- A. 仅根据图甲细胞的染色体情况，不能确定其分裂方式
- B. 图甲细胞分裂的下一阶段，高尔基体活动会加强
- C. 若图乙表示有丝分裂，纺锤体形成发生在 BC 段
- D. 若图乙表示减数分裂，同源染色体分离发生在 CD 段

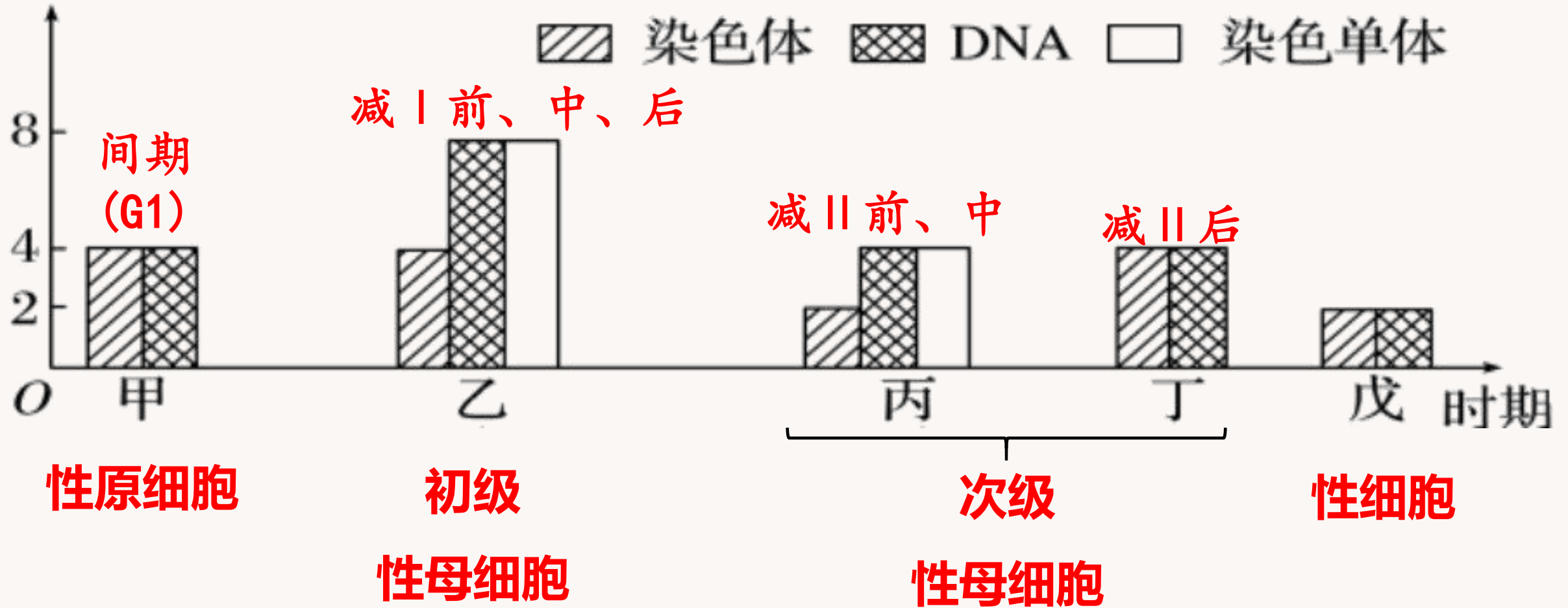


甲

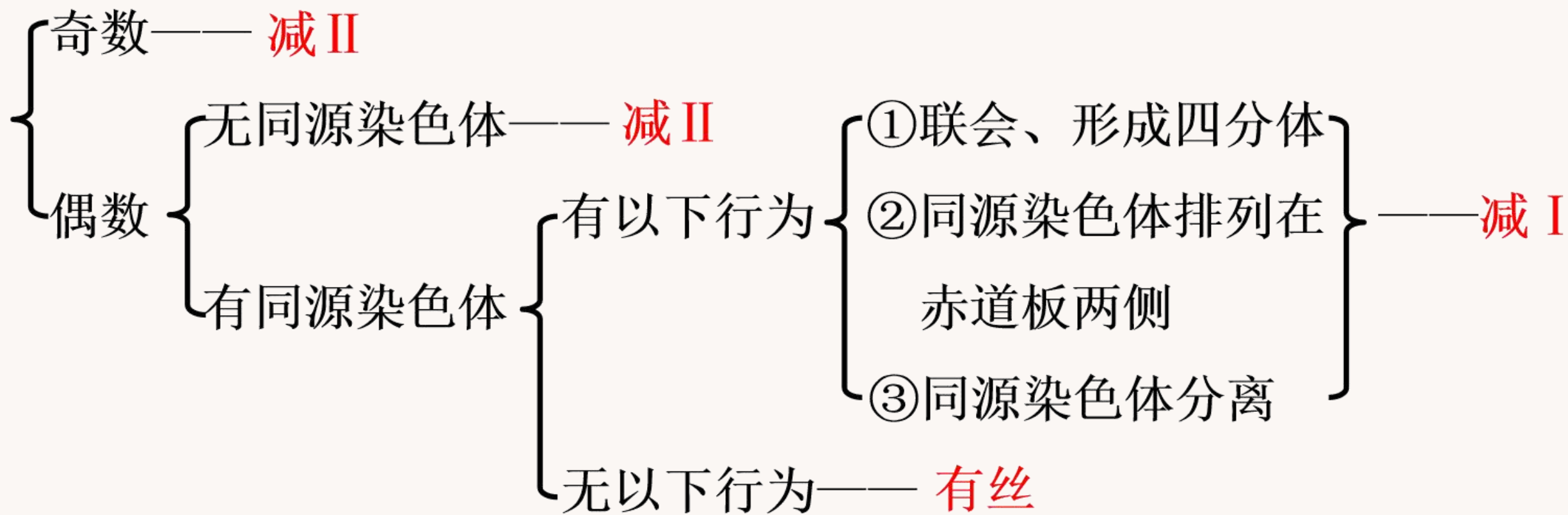


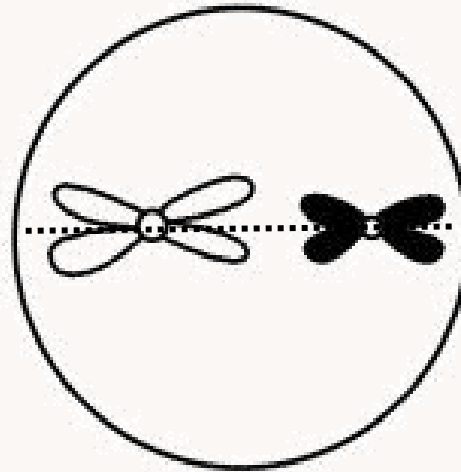
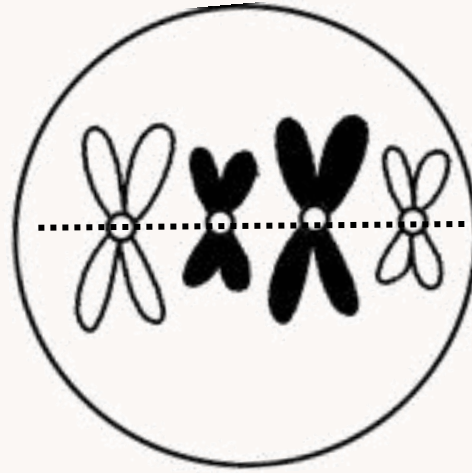
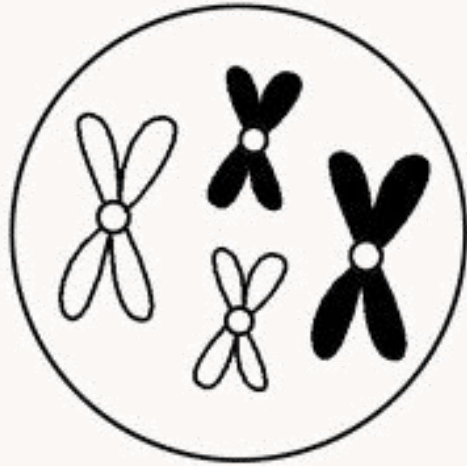
乙

☆ 染色体、染色单体、核DNA等数目变化柱形图

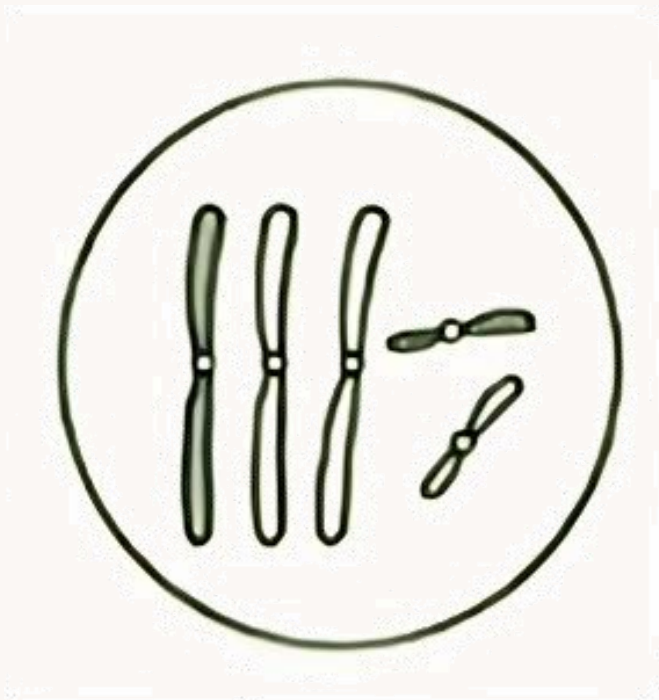


☆ 减数分裂与有丝分裂的图形鉴定

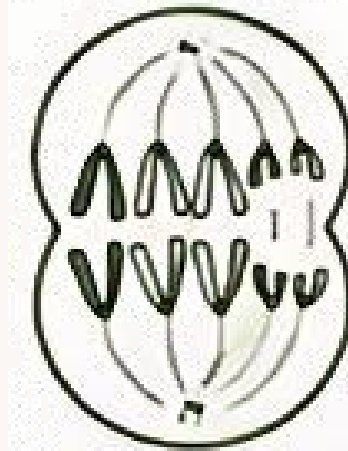




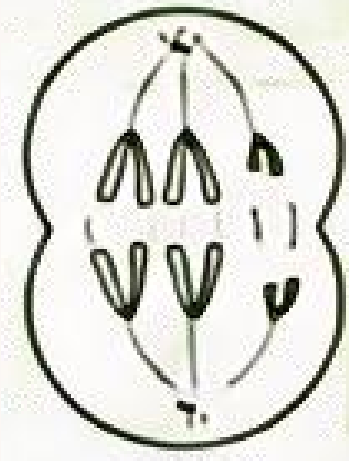
(2021·天津·统考高考真题) 下图为某二倍体昆虫精巢中一个异常精原细胞的部分染色体组成示意图。若该细胞可以正常分裂，下列哪种情况不可能出现 (D)



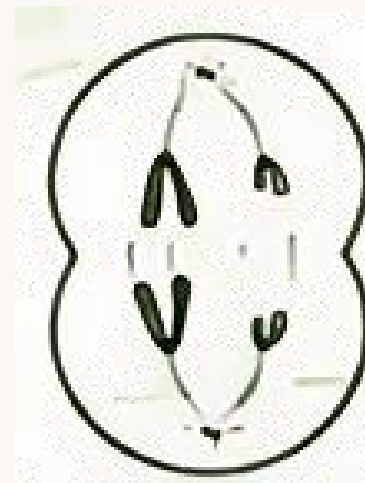
A



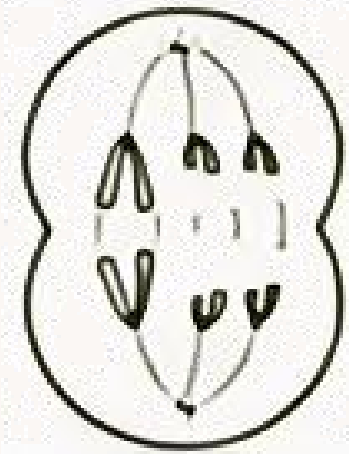
B



C



D



三、受精作用

- 概念：精子和卵细胞相互识别、融合成为受精卵的过程。
- 实质：精子的细胞核与卵细胞的细胞核相融合，使彼此的细胞核会合在一起。
- 结果：受精卵中的染色体数目又恢复到体细胞中的数目，其中一半染色体来自母方，一半来自父方。