



第3节 DNA的复制



课堂导入

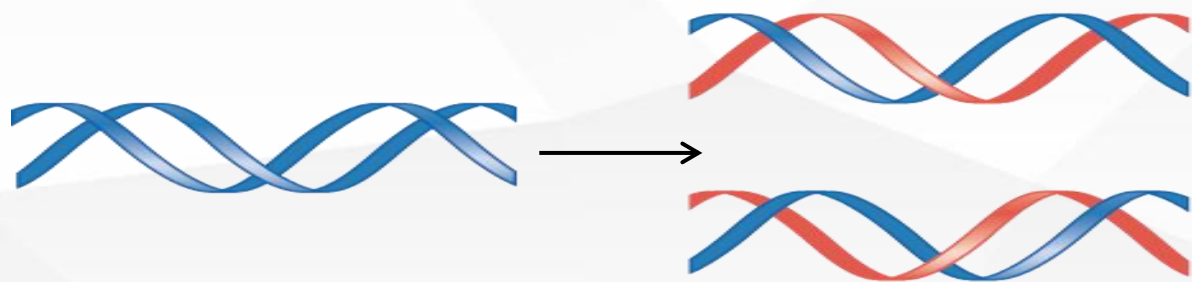


**DNA中的遗传信息在亲子代间传递时必然要经历“自我复制”，
如何保证复制的准确性呢？DNA是如何复制的？**

一、对DNA复制的推测——提出假说

沃森和克里克在发表DNA双螺旋结构的那篇著名短文的结尾处写道：“值得注意的是，我们提出的这种碱基特异性配对方式，暗示着遗传物质进行复制的一种可能的机制。”

沃森和克里克 提出DNA自我复制假说：



半保留复制

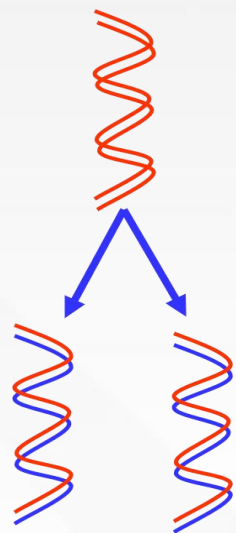
in the following communications. We were not aware of the details of the results presented there when we devised our structure, which rests mainly though not entirely on published experimental data and stereochemical arguments.

It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material.

Full details of the structure, including the conditions assumed in building it, together with a set of co-ordinates for the atoms, will be published elsewhere.

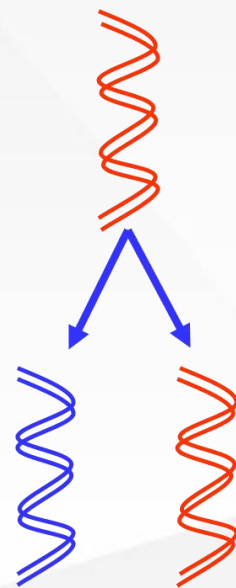
《核酸的分子结构》论文节选

假说1：半保留复制 (沃森和克里克提出)



形成的子代DNA一
条链是亲代链，一
条链是新合成的

假说2：全保留复制

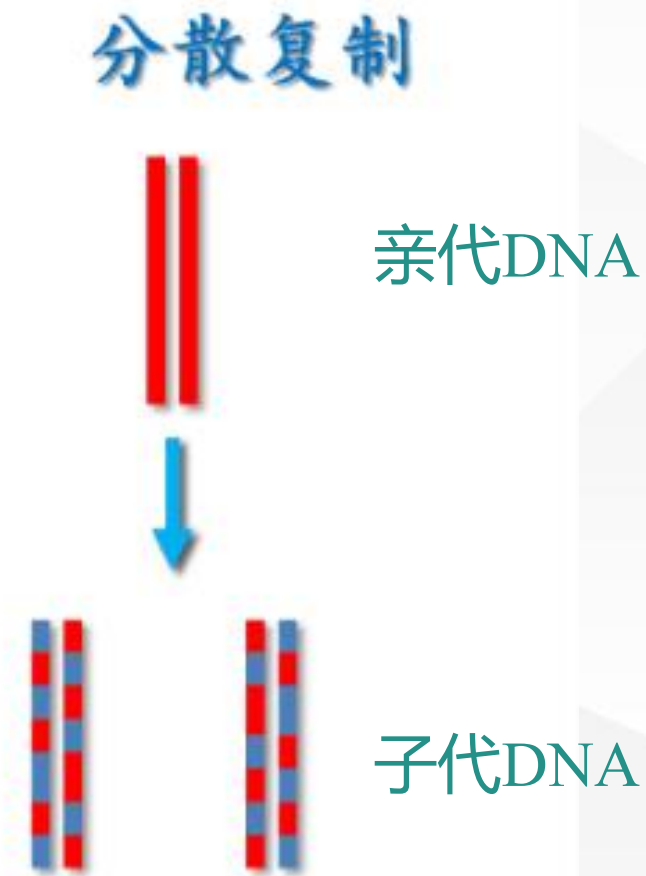


子代DNA的双链都
是新合成的

假说3：分散复制方式

亲代DNA分子断裂成短片段，以这些亲本短片段为模板合成同样长短的新的DNA片段，再将这些新旧片段混合连接，形成完整的全长DNA分子。

这样形成的双链，均既含有亲本DNA片段，又有新合成的DNA片段。



二、DNA半保留复制的实验证据

1.要通过实验“探究DNA复制是哪种方式？”的关键思路是什么？

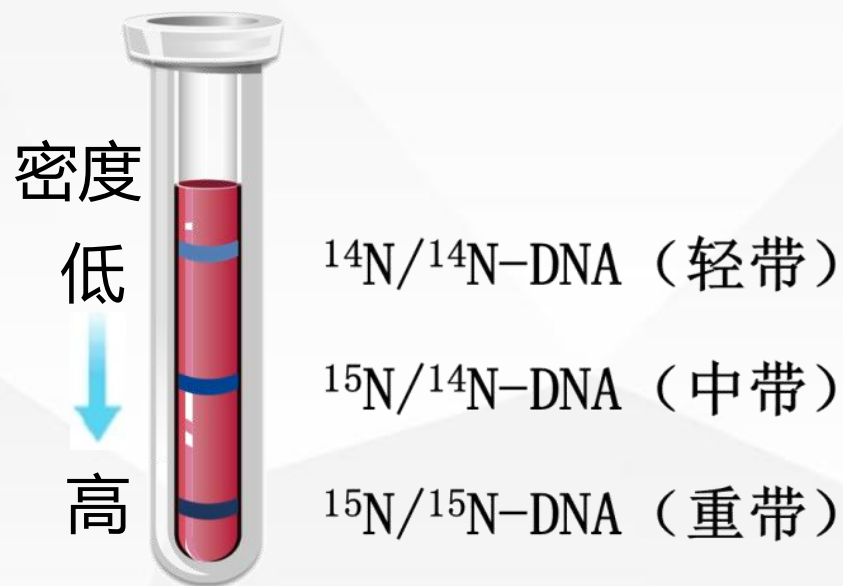
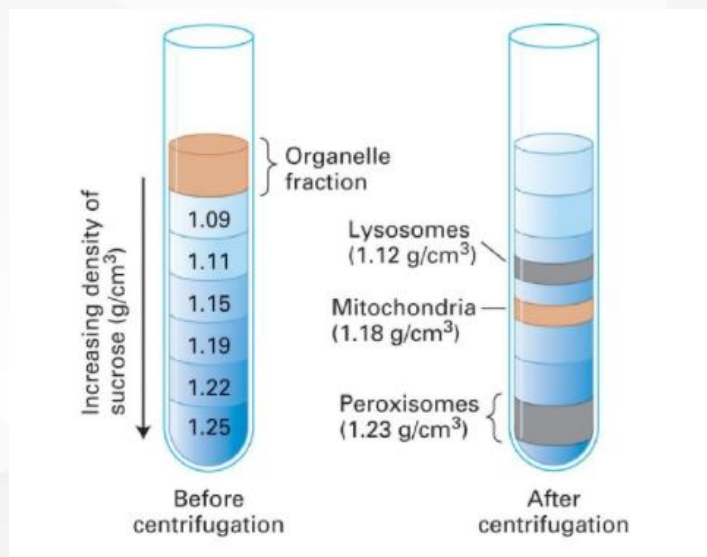
关键思路：区分亲代和子代的DNA

2.肉眼看不见DNA，如何区分亲代和子代的DNA呢？

同位素标记法

^{15}N 和 ^{14}N 是N元素的两种稳定的同位素，这两种同位素的相对原子质量不同，含 ^{15}N 的DNA比含 ^{14}N 的DNA密度大，因此，利用**密度梯度离心技术**可以在试管中区分含有不同N元素的DNA。

密度梯度离心：是一种利用离心力和密度梯度介质分离不同密度颗粒的技术。



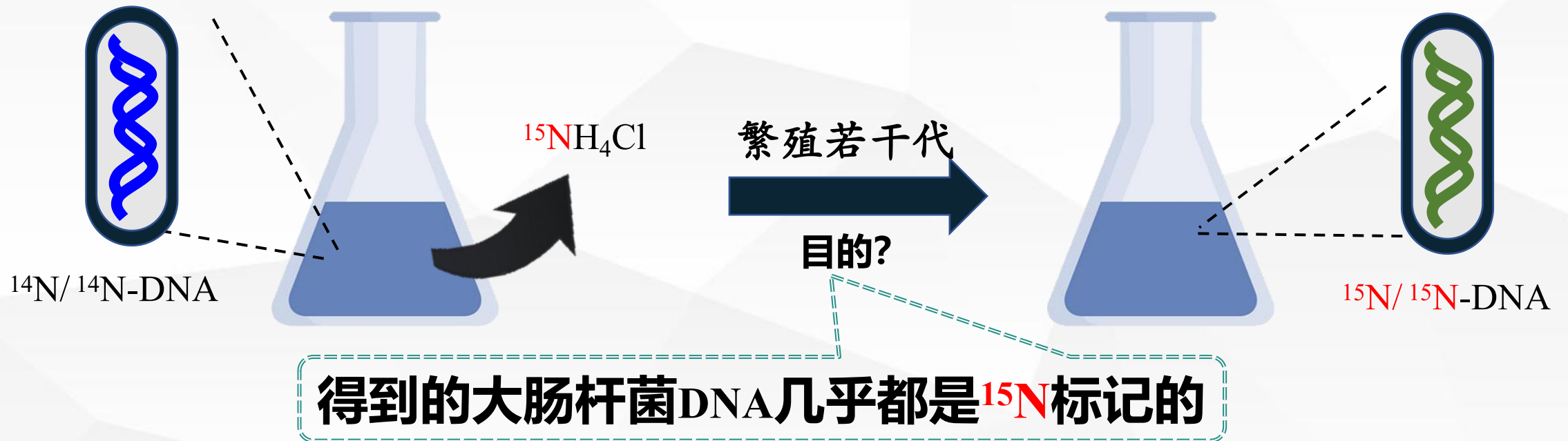
新知讲述



实验过程

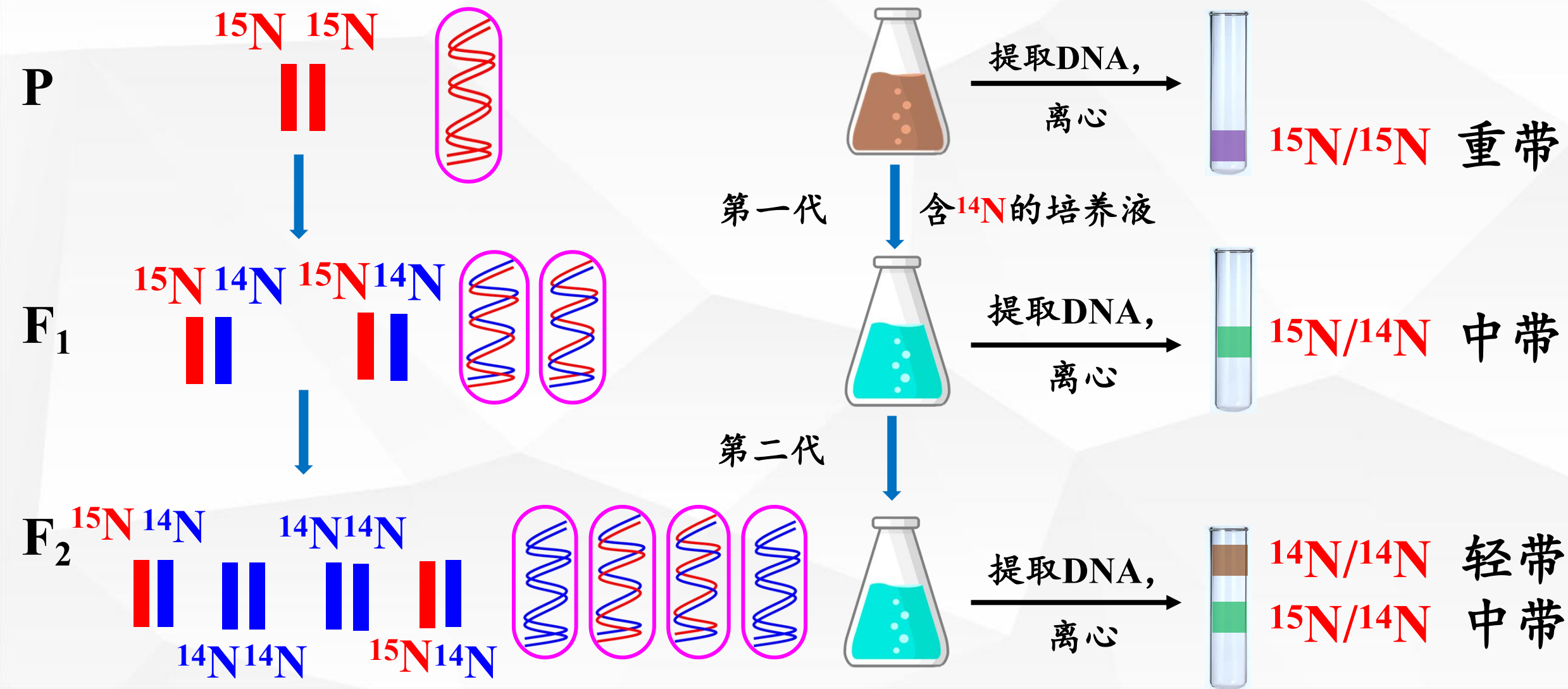
先用含有 $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ 的培养液培养大肠杆菌，让大肠杆菌繁殖若干代，这时，大肠杆菌的DNA几乎都是 ^{15}N 标记的。

将大肠杆菌转移到含有 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ 的普通培养液中。在不同时刻收集大肠杆菌并提取DNA，再将提取的DNA进行离心，记录离心后试管中DNA的位置。



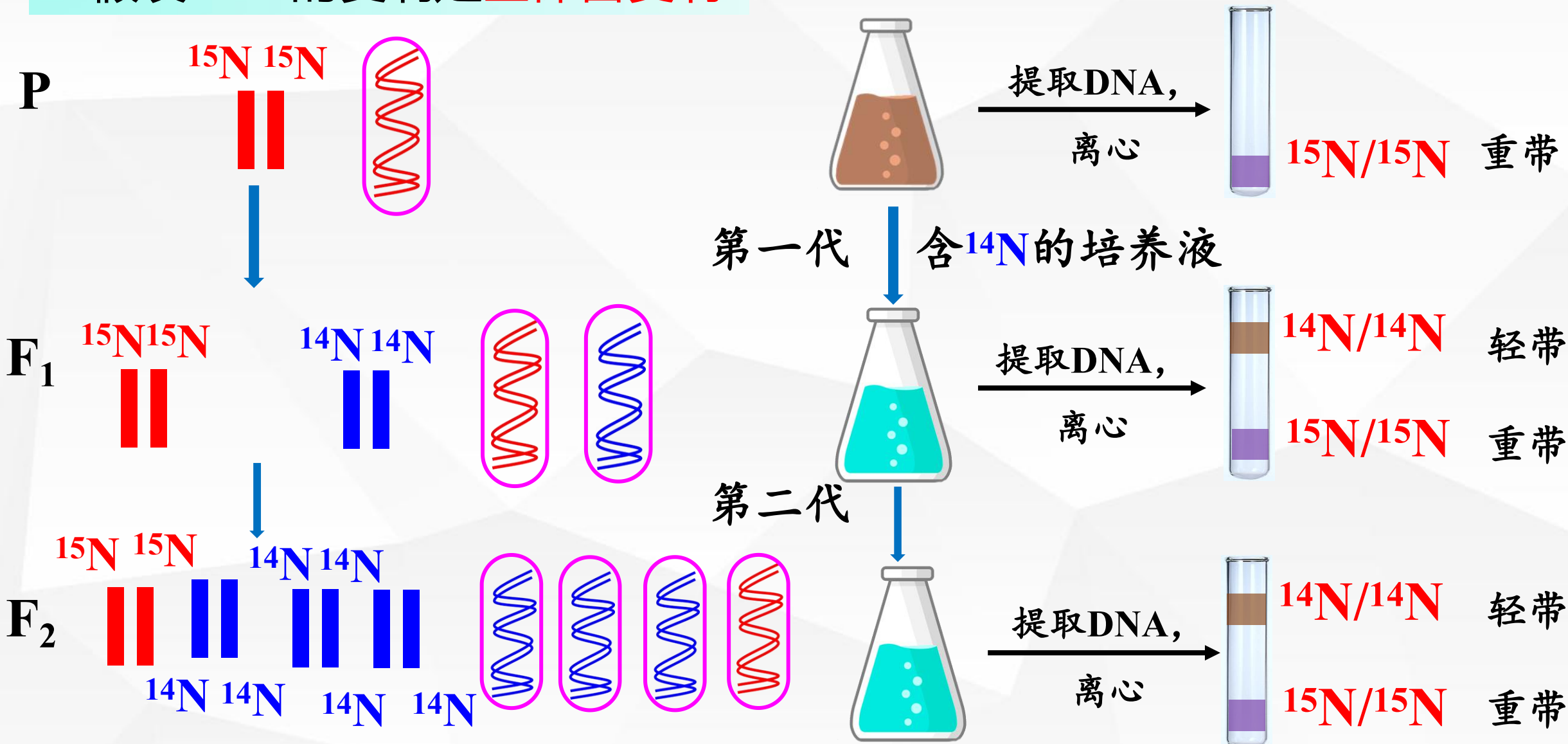
新知讲述

1. 假设DNA的复制是半保留复制

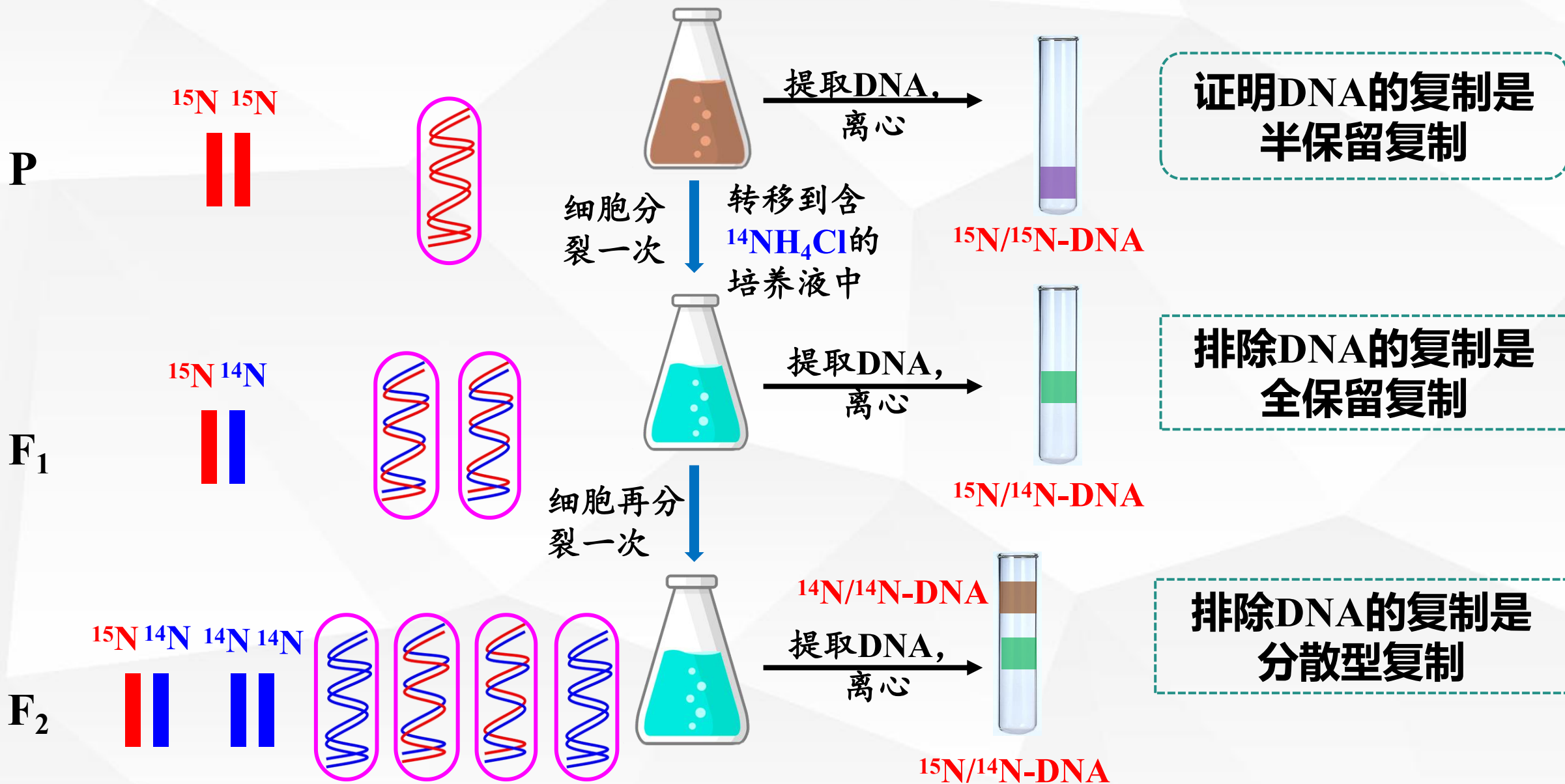


新知讲述

2. 假设DNA的复制是全保留复制



新知讲述



假说演绎法

提出问题

DNA复制方式是什么？

作出假设

DNA以半保留方式复制（全保留、分散）

演绎推理

推理、探究几种复制模式下得到子代DNA的可能情况，预测可能实验结果

实验验证

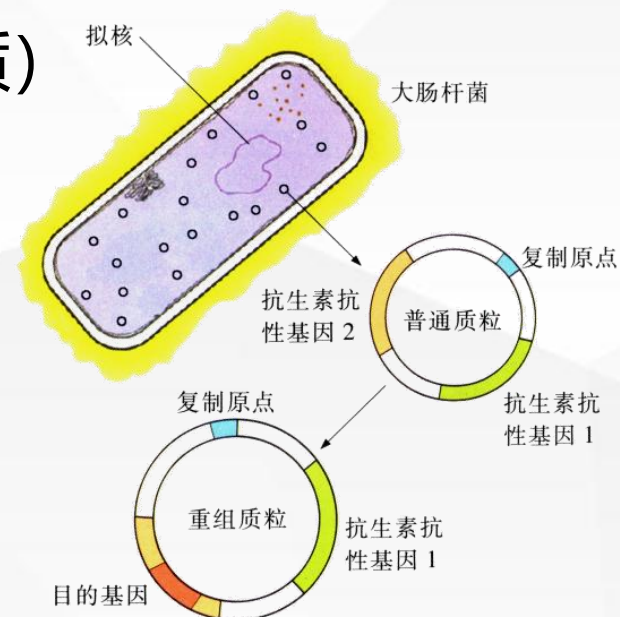
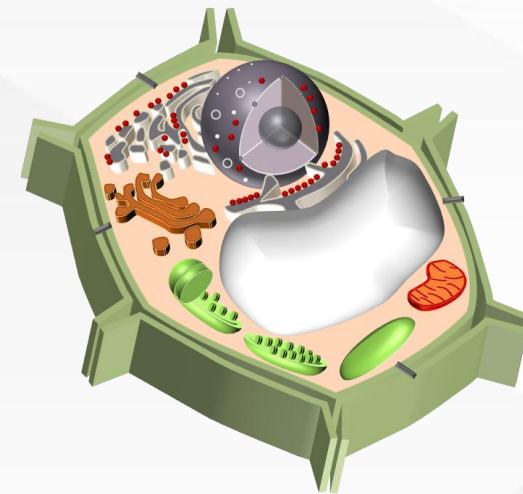
证明DNA半保留复制的实验

得出结论

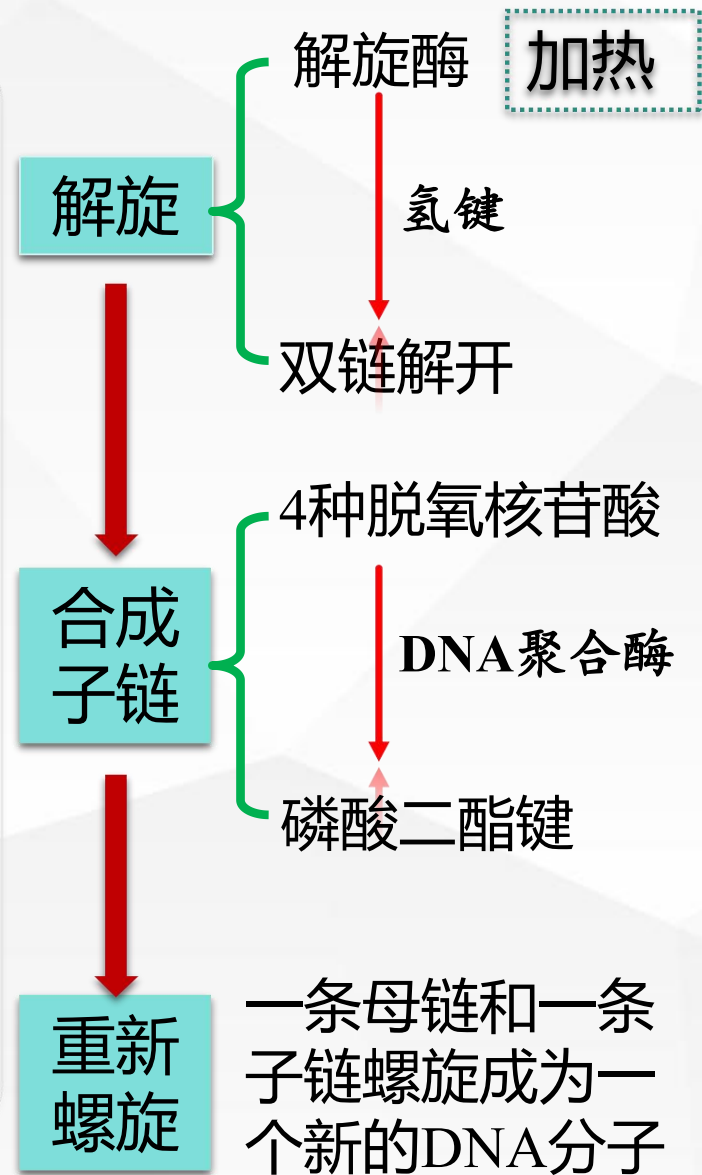
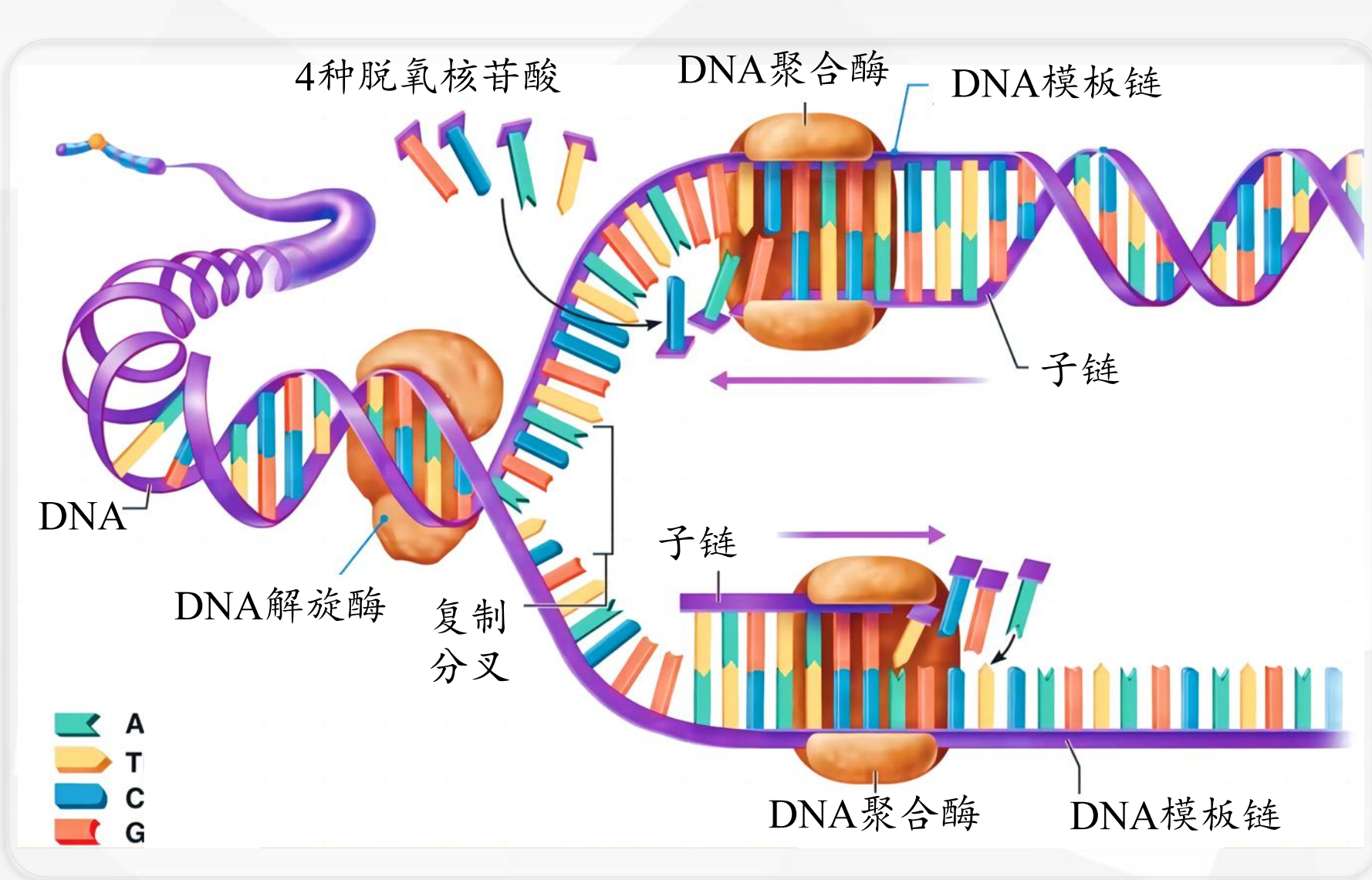
DNA以半保留方式进行复制

三、DNA复制过程

- 1、概念：指以亲代DNA的两条链为模板合成子代DNA的过程。
- 2、时间：细胞分裂前的**间期**
- 3、场所：**真核生物**：细胞核（主要）、叶绿体和线粒体（基质）
原核生物：拟核、细胞质
病毒：宿主细胞内



新知讲述





小结

模板	DNA分子的两条母链
原料	细胞中游离的4种脱氧核苷酸
酶	解旋酶、DNA聚合酶等
能量	ATP（破坏氢键）

DNA复制是一个**边解旋边复制**的过程，需要**模板、原料、能量和酶**等基本条件。

DNA复制的方向是从子链5'端到3'端延伸。

DNA独特的双螺旋结构，为复制提供了精确的模板。

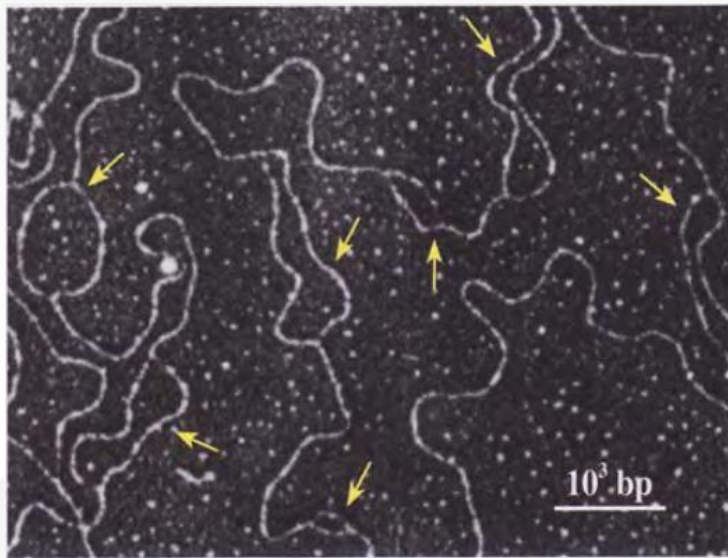
通过**碱基互补配对**，保证了复制能够准确地进行，细胞保持了遗传信息的连续性。

通过复制，将遗传信息从亲代细胞传递给子代。

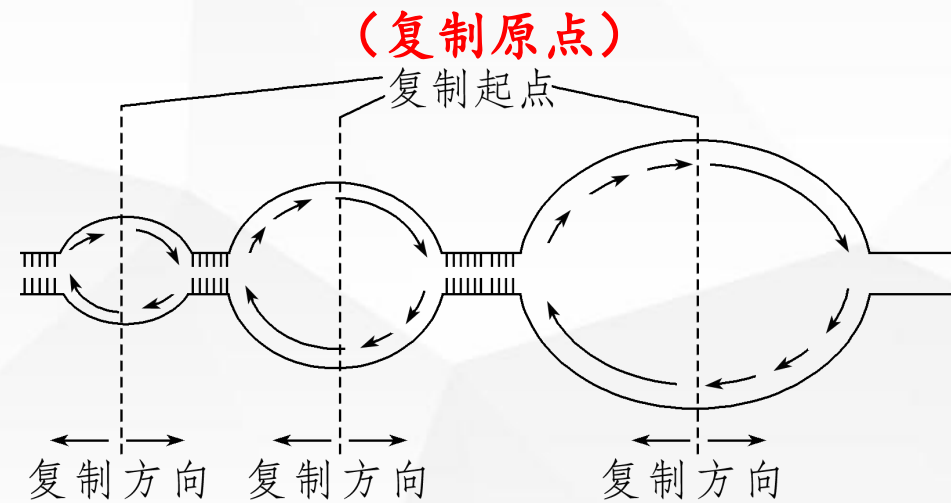
新知讲述

4、DNA复制特点：**半保留复制；边解旋边复制。**

资料：已知果蝇的基因组大小为 1.8×10^8 bp(bp表示碱基对)，真核细胞中DNA复制的效率一般为50-100 bp/s。下图为果蝇DNA的电镜照片，图中的泡状结构叫作DNA复制泡，是DNA上正在复制的部分。



果蝇DNA的电镜照片



真核生物：**多起点双向复制**

5、准确自我复制原因：

资料：DNA平均每复制 10^9 个碱基对才会产生一个错误。

DNA分子独特的**双螺旋结构**提供精确的模板

复制过程严格遵循**碱基互补配对原则**

6、生物学意义：

使遗传信息从亲代传递给子代，**保持了遗传信息的连续性。**

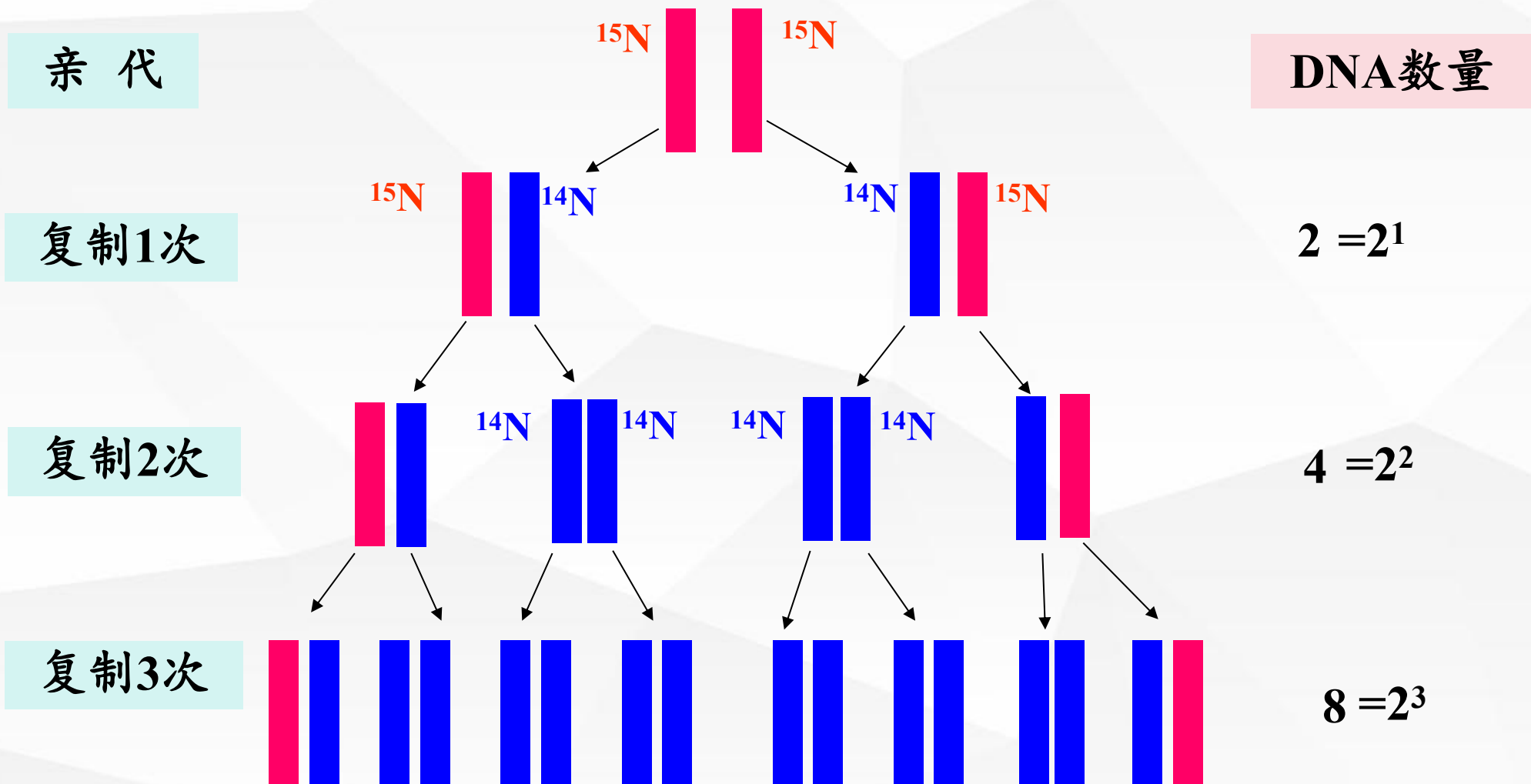
DNA复制总结

原则	碱基互补配对	
时间	细胞分离裂前的间期	
场所	真核：细胞核、线粒体、叶绿体 原核：拟核、细胞质（质粒）	
条件	模板	亲代DNA的两条链
	原料	4种游离的脱氧核苷酸
	能量	ATP水解提供
	酶	解旋酶、DNA聚合酶、DNA连接酶等
方向	从子链的5'端向3'端延伸	
特点	半保留复制；边解旋边复制	
意义	遗传信息的传递	

新知讲述

四、DNA复制相关的计算

一个被 ^{15}N 标记的DNA分子在含 ^{14}N 的培养基中培养3代的DNA复制过程。



新知讲述

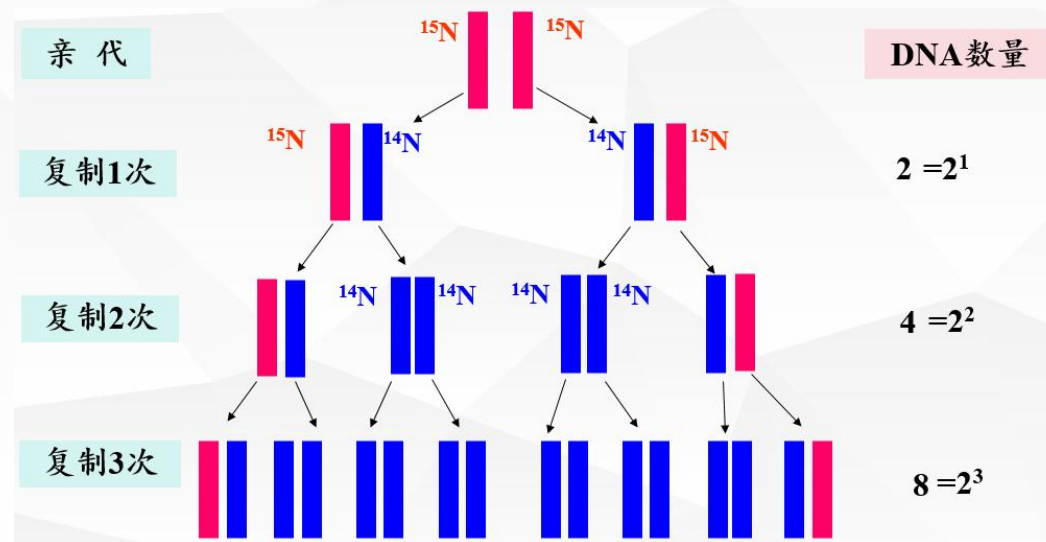
一个被 ^{15}N 标记的DNA分子在含 ^{14}N 的培养基中复制了 n 次:

子代DNA

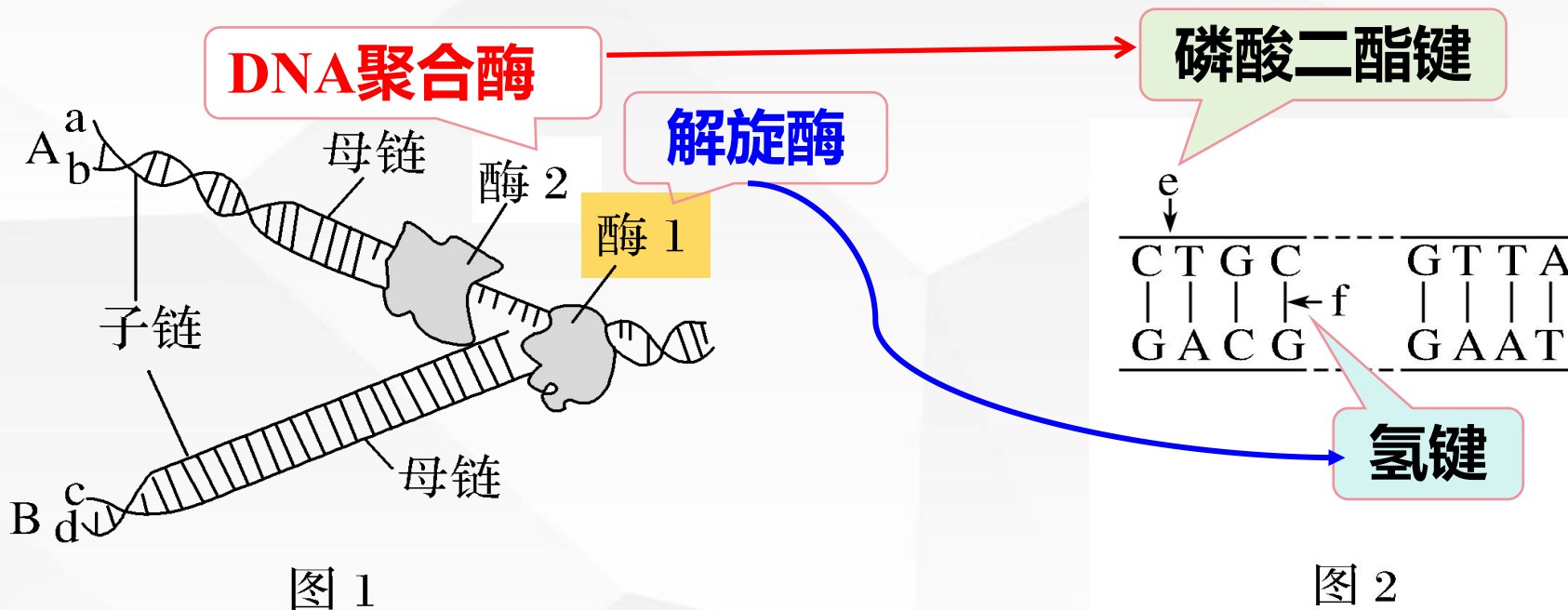
- ①子代DNA分子数 2^n 个;
- ②只含 ^{15}N 的DNA数 0 个;
- ③含 ^{15}N 的DNA数 2 个;
- ④只含 ^{14}N 的DNA数 $2^n - 2$ 个;
- ⑤含 ^{14}N 的DNA数 2^n 个。

脱氧核苷酸链数

- ①含 ^{15}N 的链数 2 条;
- ②含 ^{14}N 的链数 $2^{n+1} - 2$ 条;
- ③子代DNA中被标记的DNA所占的比例 $\frac{2}{2^n} = \frac{1}{2^{n-1}}$;
- ④子代中被标记的链占总链数的比例 $\frac{2}{2^{n+1}} = \frac{1}{2^n}$ 。



练一练



1、图1中的酶1和酶2分别是什么酶？

图2中e、f分别是什么键，图1中的酶分别作用于哪些键？

2、氢键的形成需要酶的催化吗？ **不需要**

3、a、b、c、d 4条单链中，碱基排列顺序相同的是？

a和c，b和d的碱基排列顺序相同。



课本P56·练习与应用

一、概念检测

1. **× ×**

2. **B**

3. **C**

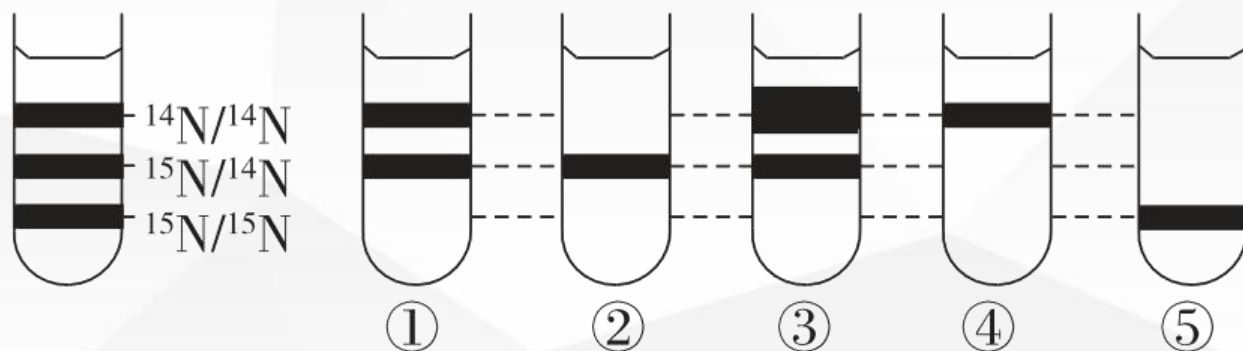
二、拓展应用

1. **【提示】**可能有6个碱基发生错误。产生的影响可能很大，也可能没有影响。
2. **【答案】**说明果蝇的DNA有多个复制起点，可同时从不同起点开始DNA的复制，由此加快DNA复制的速率，为细胞分裂做好物质准备。

练一练

1. 细菌在 ^{15}N 培养基中繁殖数代后，其 DNA 的含氮碱基均含有 ^{15}N ，然后再移入 ^{14}N 培养基中培养，提取其子代的 DNA 离心，下图①~⑤为可能的结果，下列叙述错误的是 (A)。

- A. 第一次分裂的子代 DNA 应为⑤
- B. 第二次分裂的子代 DNA 应为①
- C. 第三次分裂的子代 DNA 应为③
- D. 亲代的 DNA 应为⑤



练一练

2. 某个DNA片段由500对碱基组成，A+T占碱基总数的34%，该DNA片段复制3次，共需要游离的胞嘧啶脱氧核苷酸分子个数为（ **D** ）

A.990

B.1650

C.1320

D.2310

3. 有¹⁵N标记的一个DNA分子放在含有¹⁴N的培养基中复制三次，则含¹⁵N的DNA分子占全部DNA分子的比例、含¹⁵N的单链占全部DNA分子单链的比例依次是（ **A** ）

A. 1/4、1/8

B. 1/2、1/4

C. 1/4、1/16

D. 1/8、1/8



谢谢观看！