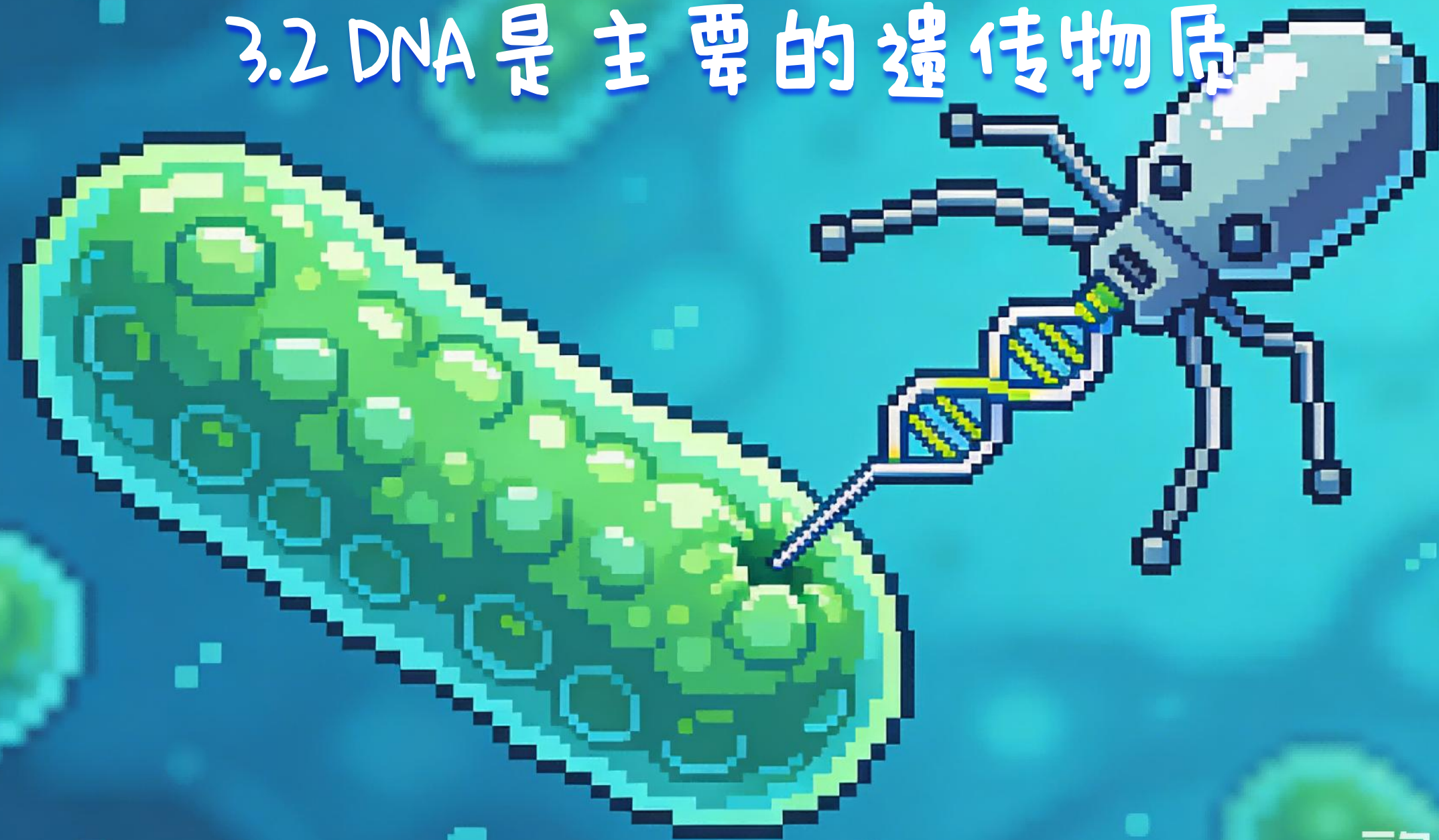


## 3.2 DNA是主要的遗传物质



# 遗传物质的探索

孟德尔



提出“遗传因子”，并总结遗传规律

约翰逊



把“遗传因子”命名为基因

萨顿

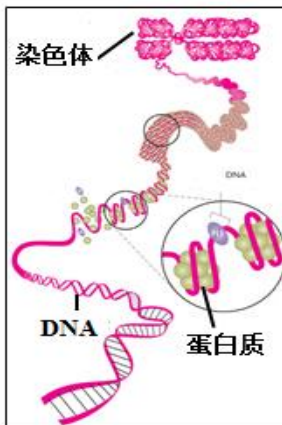


提出基因在染色体上的假说

摩尔根



实验证明基因位于染色体上



科学家发现：染色体的主要组成成分是DNA和蛋白质

蛋白质



DNA

## 一、对遗传物质的早期推测

20世纪20年代

氨基酸多种多样的排列顺序，可能蕴含着遗传信息。

未发现其他大分子有类似的结构特点。

蛋白质是生物体的遗传物质。

20世纪30年代

人们认识到DNA是由许多脱氧核苷酸聚合而成的生物大分子

意识到DNA的重要性，但对DNA结构没有清晰认识。

蛋白质是遗传物质的观点占主导地位。

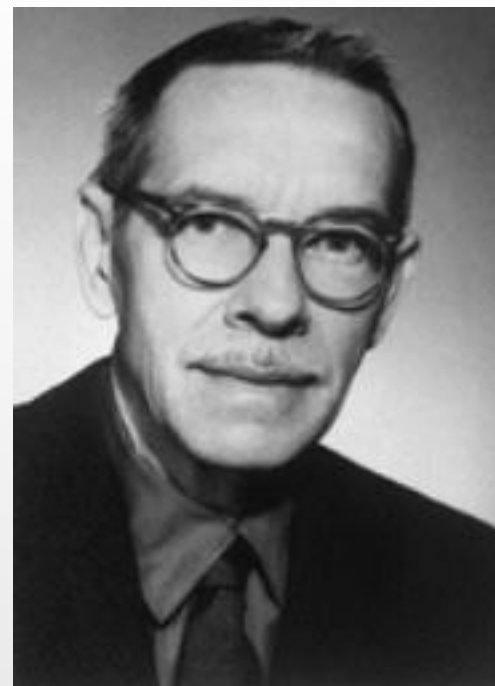
# 大多数科学家认为——蛋白质是遗传物质



格里菲思



艾弗里



赫尔希



蔡斯

**“我们表示怀疑！”**

# DNA是遗传物质的证据



格里菲思

● 格里菲思的肺炎链球菌**体内**转化实验

● 艾弗里的肺炎链球菌**体外**转化实验



艾弗里

● 噬菌体侵染细菌的实验



赫尔希



蔡斯


## 二、肺炎链球菌的转化实验（体内）

1928年，格里菲思用两种不同类型的肺炎链球菌去感染小鼠。



- 光滑 (Smooth)

- 有多糖荚膜

- 有毒性 

**S**型细菌



- 粗糙 (Rough)

- 无多糖荚膜

- 无毒性

**R**型细菌

# 肺炎链球菌



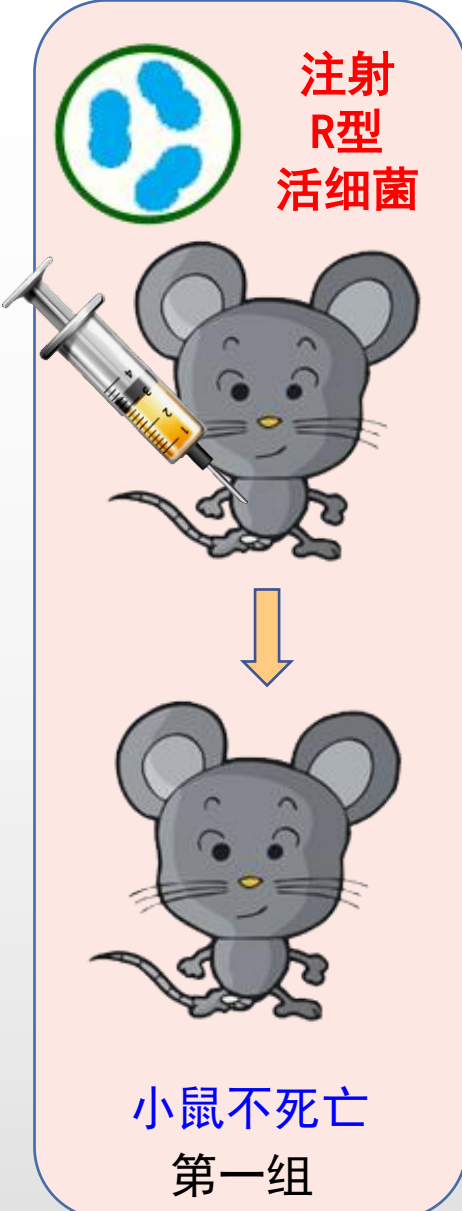
**R型菌**  
(菌落粗糙)



**S型菌**  
(菌落光滑)

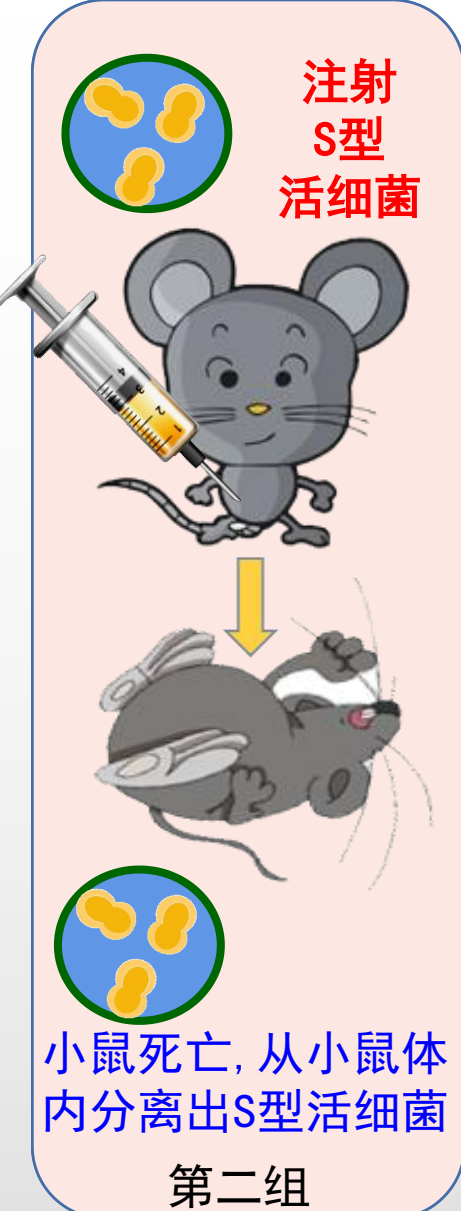
# 肺炎链球菌体内转化实验过程

注射 R型活细菌



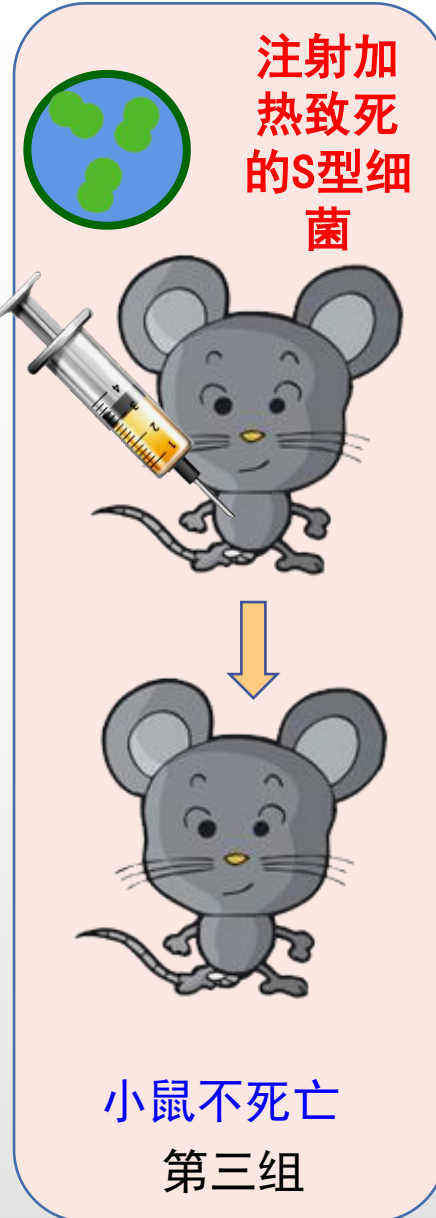
小鼠不死亡  
第一组

注射 S型活细菌



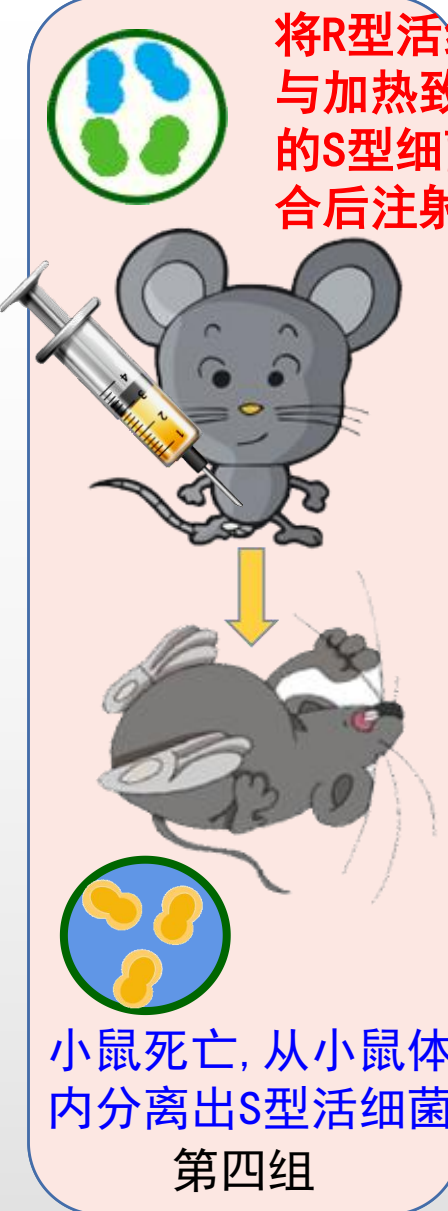
小鼠死亡, 从小鼠体内分离出S型活细菌  
第二组

注射加热致死的S型细菌



小鼠不死亡  
第三组

将R型活细菌与加热致死的S型细菌混合后注射



小鼠死亡, 从小鼠体内分离出S型活细菌  
第四组

结论:

R型细菌  
无毒

S型细菌  
有毒

加热杀死的S  
型细菌无毒

R型细菌  $\xrightarrow{\text{转化}}$  S型细菌  
死S型细菌

# 思考讨论：

1、为什么加热杀死的S型细菌还能使R型活细菌转化为S型活细菌？

加热杀死S型细菌是指破坏了细菌的结构，蛋白质失去活性，但是有的分子（如DNA）没有失活。

2、第四组的R型细菌全部转化为了S型细菌吗？

第四组实验中也能分离出R型菌，转化的只是部分，R型菌依然存在。

3、该实验可得到什么结论？该实验能否证明DNA是遗传物质？

结论：已经加热致死的S型细菌，含有某种促使R型活细菌转化为S型活细菌的活性物质——**转化因子**

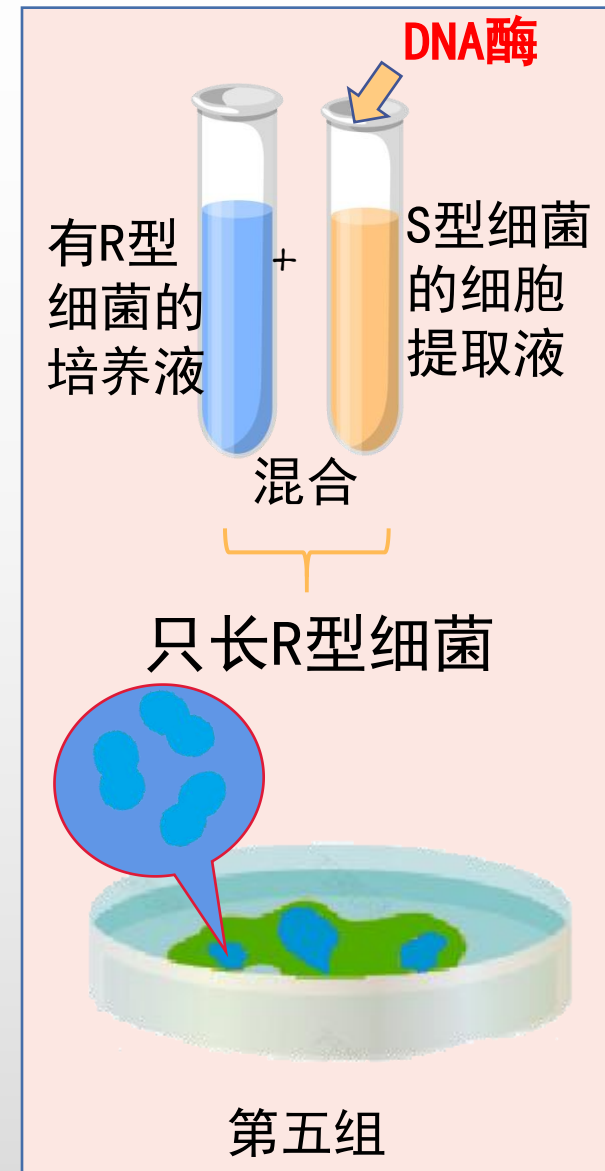
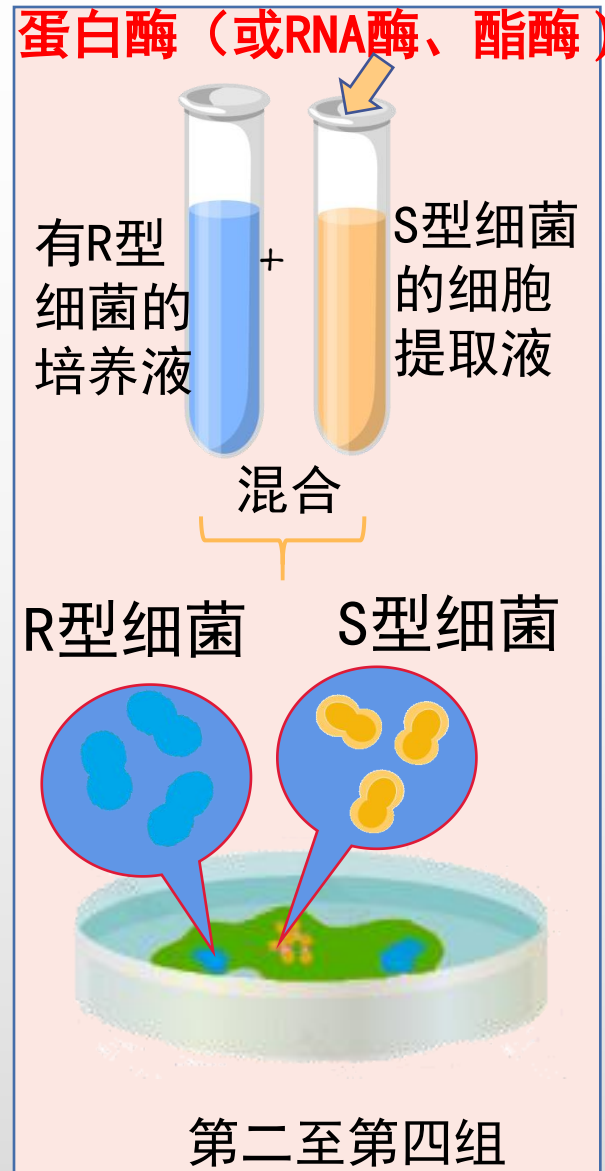
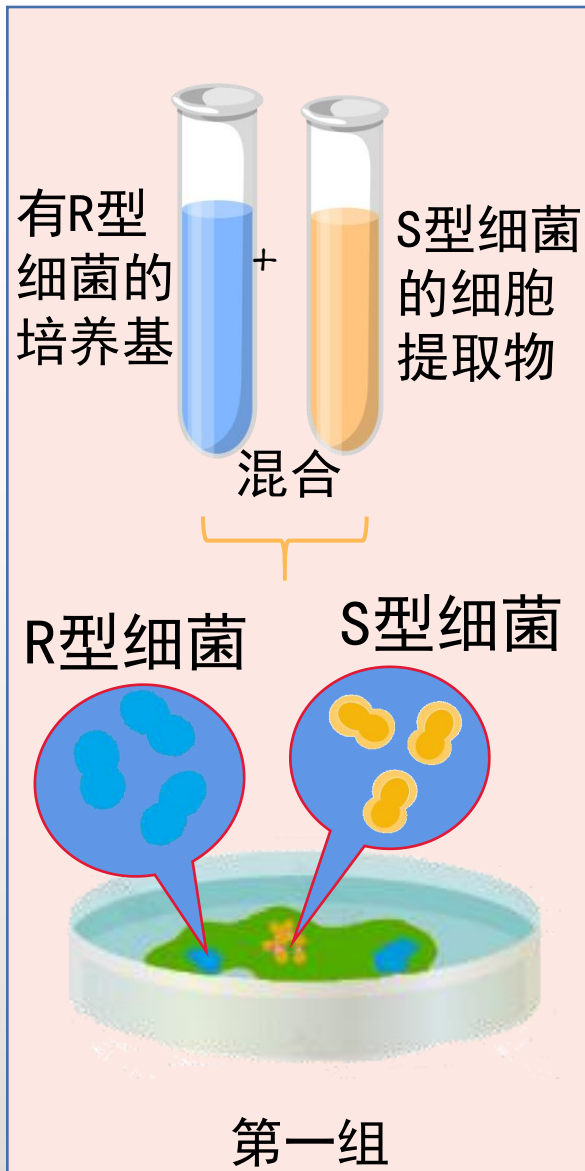
该实验不能证明DNA是遗传物质。

## 这种转化因子究竟是什么物质呢？

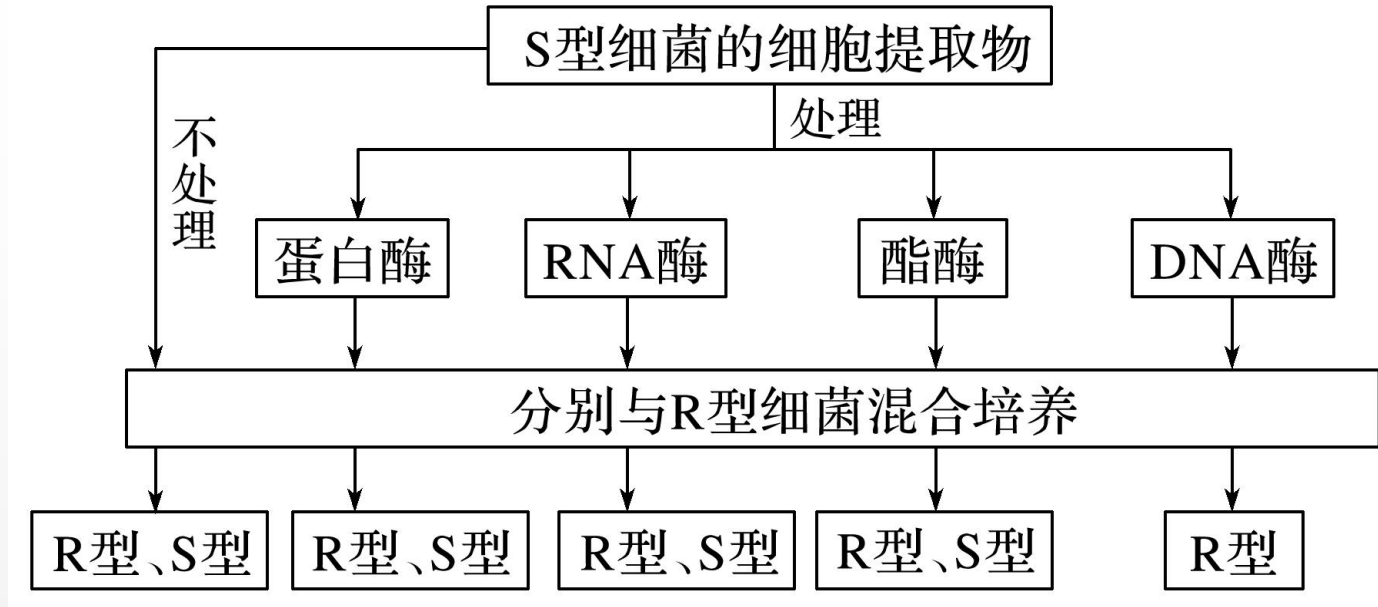


关键思路：把S型细菌的各种物质分开，**单独的、直接的**观察它们的作用。

## 二、肺炎链球菌的转化实验（体外）



# 实验过程归纳

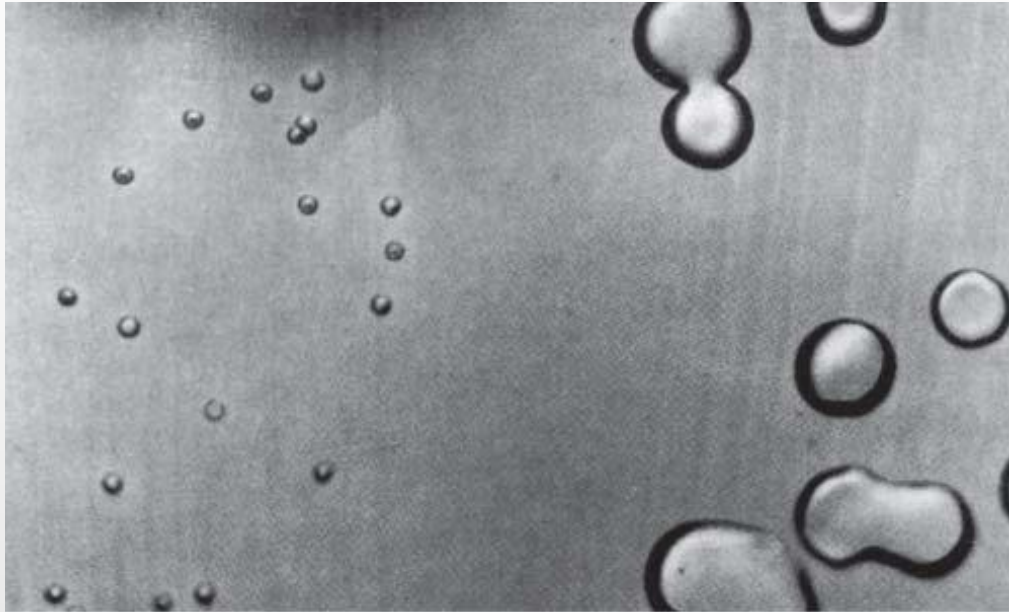


结论：**DNA**才是使R型细菌产生稳定遗传变化的物质；

注意：

- 1.艾弗里的体外转化实验既证明了**DNA**是遗传物质，同时证明了蛋白质等不是遗传物质；
- 2.被转化的**R型菌只是少量**，在培养后既有**R型细菌**又有**S型细菌**的培养基中，**R型菌**的菌落占多数；

## 二、肺炎链球菌的转化实验



- **格里菲斯的体内转化实验表明：**  
加热杀死的S型细菌中含有转化因子，能将R型细菌转化为S型细菌
- **艾弗里的体外转化实验表明：**  
DNA是使R型细菌产生稳定遗传变化的物质，DNA就是转化因子

艾弗里的实验引起了人们的注意。但是，由于艾弗里实验中**无法真正提取出纯DNA**来进一步验证遗传物质就是DNA，因此，仍有人对实验结论表示怀疑

那么，有没有比细菌更为简单的实验材料，还能够把蛋白质和DNA彻底分开？

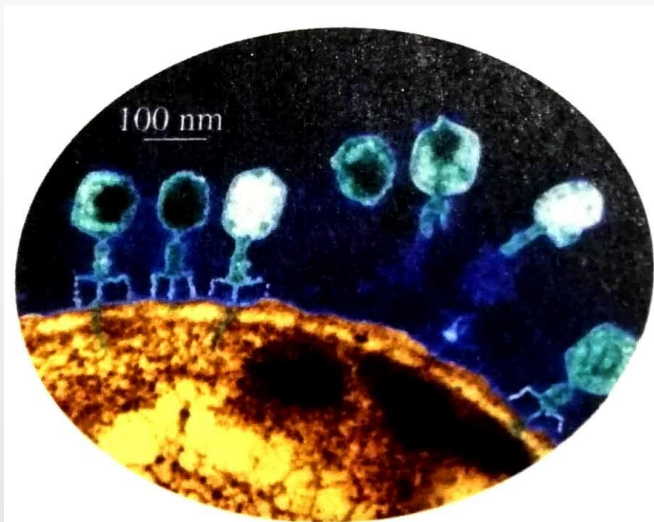
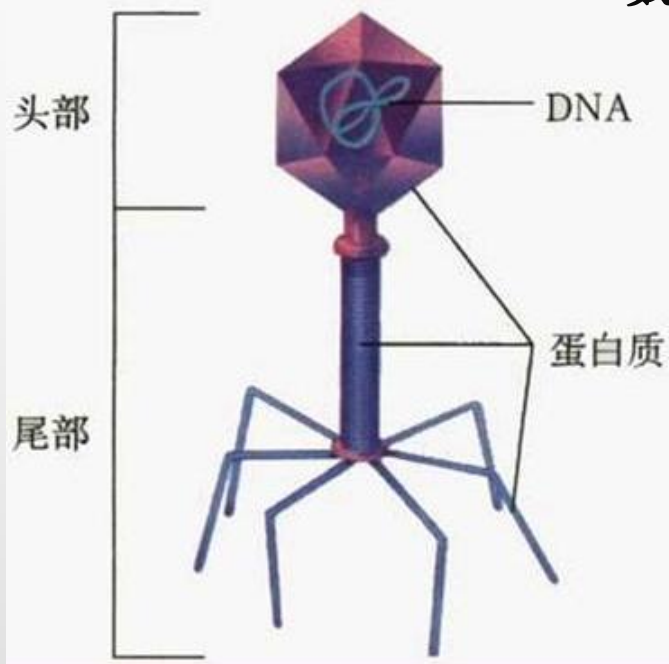
思考：有没有更好的材料、更好的方法能够将DNA和蛋白质分开，单独去观察它们的作用呢？

1952年，赫尔希和蔡斯以T<sub>2</sub>噬菌体为实验材料，利用放射性同位素标记技术，完成了另一个有说服力的实验。

### 三、噬菌体侵染细菌的实验：1952年

#### 1. T<sub>2</sub>噬菌体

- **专门寄生**在大肠杆菌体内，由**头部**（含DNA）和**尾部**组成
- 侵染大肠杆菌后，在自身**遗传物质**作用下，利用大肠杆菌体内的物质合成自身的组成成分，进行大量增殖。当噬菌体增殖到一定数量后，大肠杆菌裂解，释放出大量的噬菌体。

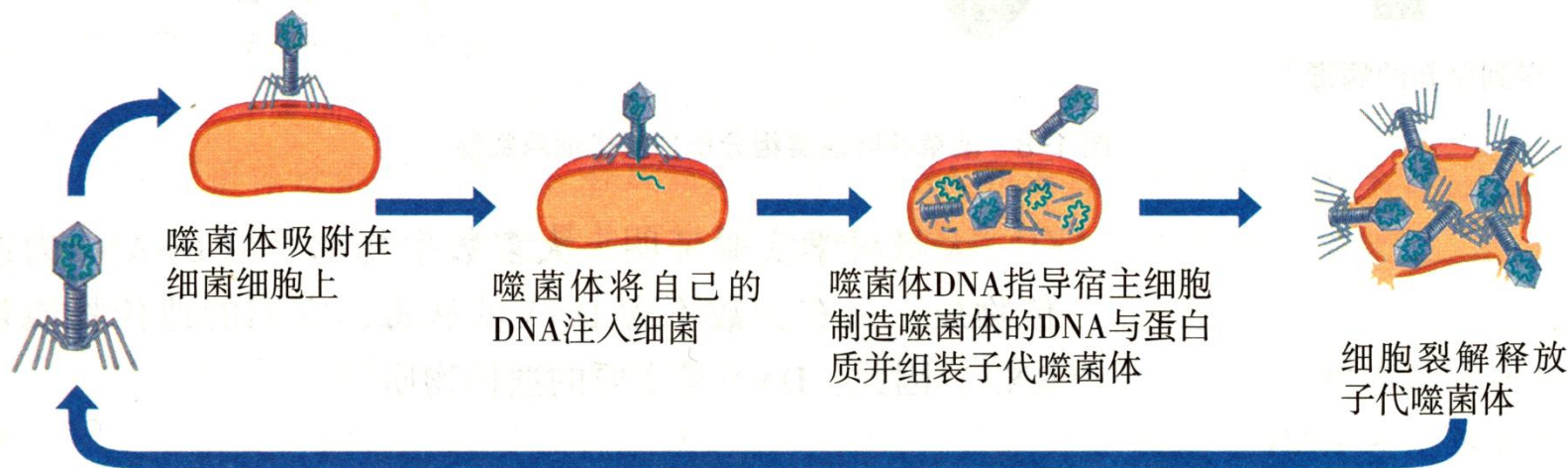


▲ 图3-5 噬菌体侵染细菌的电镜照片

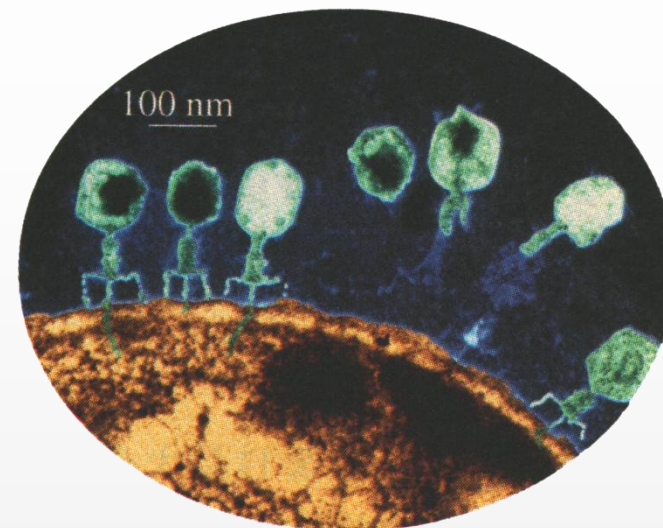


# 三、噬菌体侵染细菌的实验：1952年

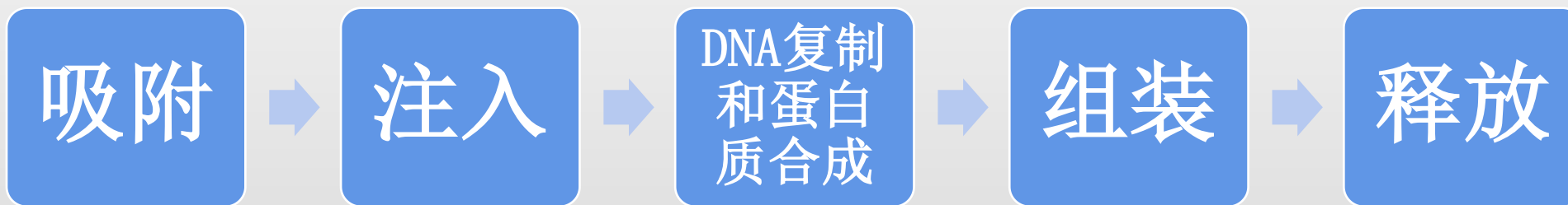
## 2. T<sub>2</sub>噬菌体侵染大肠杆菌的过程



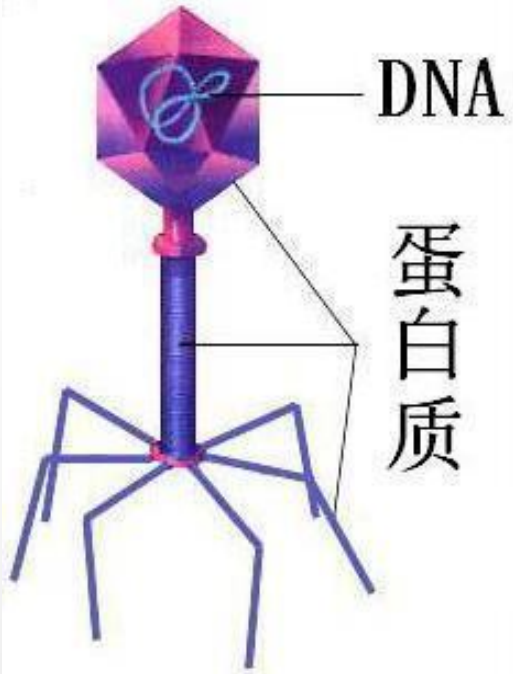
噬菌体侵染细菌过程示意图



噬菌体侵染细菌的电镜照片



### 3、研究方法：放射性同位素标记技术



DNA

蛋白质

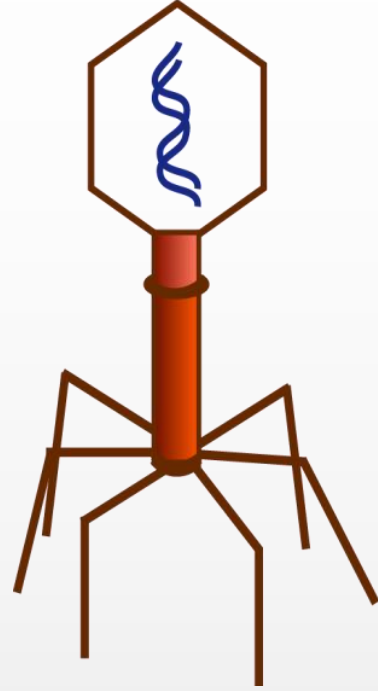
C、H、O、N、P (标记<sup>32</sup>P)

C、H、O、N、S (标记<sup>35</sup>S)

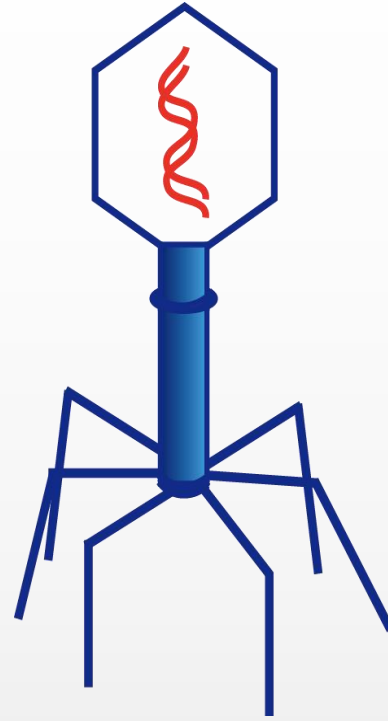
思考：标记哪一种元素可以把DNA和蛋白质分开？为什么？

资料：

在T<sub>2</sub>噬菌体的化学组分中，60%是蛋白质，40%是DNA。对蛋白质和DNA的进一步分析表明：**S**仅存在于**蛋白质**分子中，**P**几乎都存在于**DNA**分子中。



$^{35}\text{S}$ 标记的噬菌体



$^{32}\text{P}$ 标记的噬菌体

如何单独获得只有 $^{35}\text{S}$ 或 $^{32}\text{P}$ 标记的 $\text{T}_2$ 噬菌体？

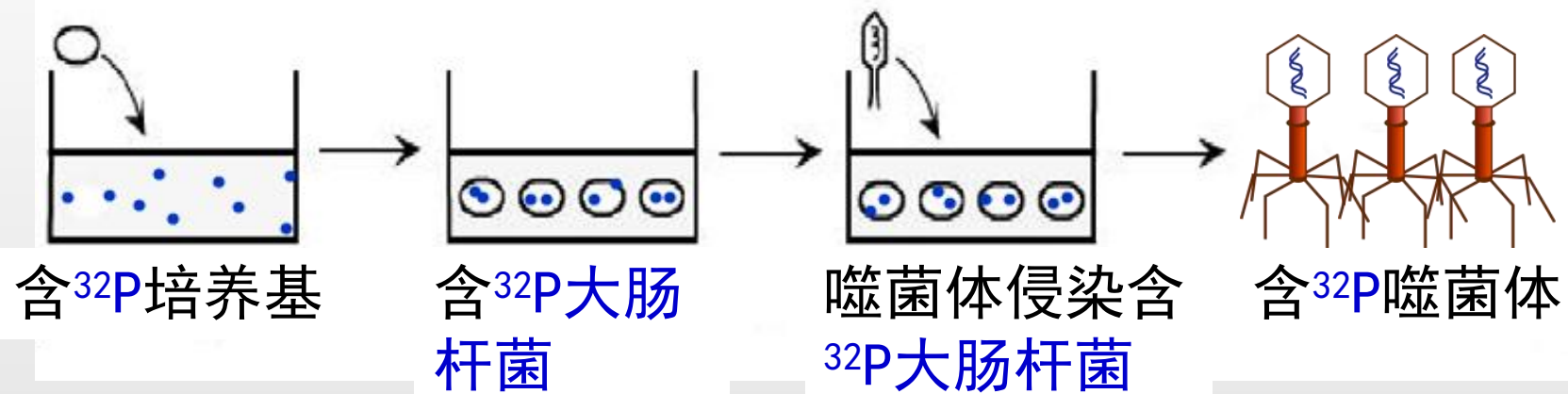
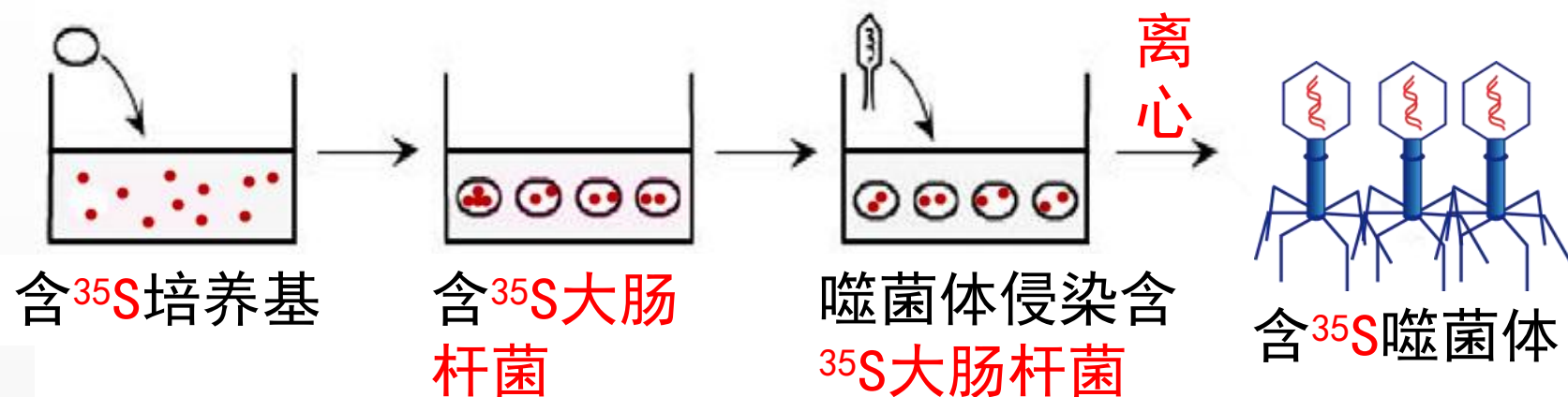
标记T<sub>2</sub>噬菌体方法：~~直接用含有放射性同位素的培养基来培养噬菌体。~~

## 1、先培养细菌

在分别含有放射性同位素<sup>32</sup>P 和<sup>35</sup>S的培养基中培养大肠杆菌

## 2、再培养噬菌体

分别用上述大肠杆菌培养T<sub>2</sub>噬菌体，制备含<sup>32</sup>P的噬菌体和含<sup>35</sup>S的噬菌体



制备含有放射性标记噬菌体过程示意图

### 三、噬菌体侵染细菌的实验：1952年

#### 4、实验步骤：

(1) 分别在含有放射性同位素 $^{35}\text{S}$ 和放射性磷同位素的 $^{32}\text{P}$ 的培养基上培养大肠杆菌。

(2) 用上述大肠杆菌培养T2噬菌体，得到蛋白质含有 $^{35}\text{S}$ 标记的噬菌体或DNA含有 $^{32}\text{P}$ 标记的噬菌体。

(3) 分别用 $^{35}\text{S}$ 或 $^{32}\text{P}$ 的T2噬菌体侵染未标记的大肠杆菌。

搅拌的目的：

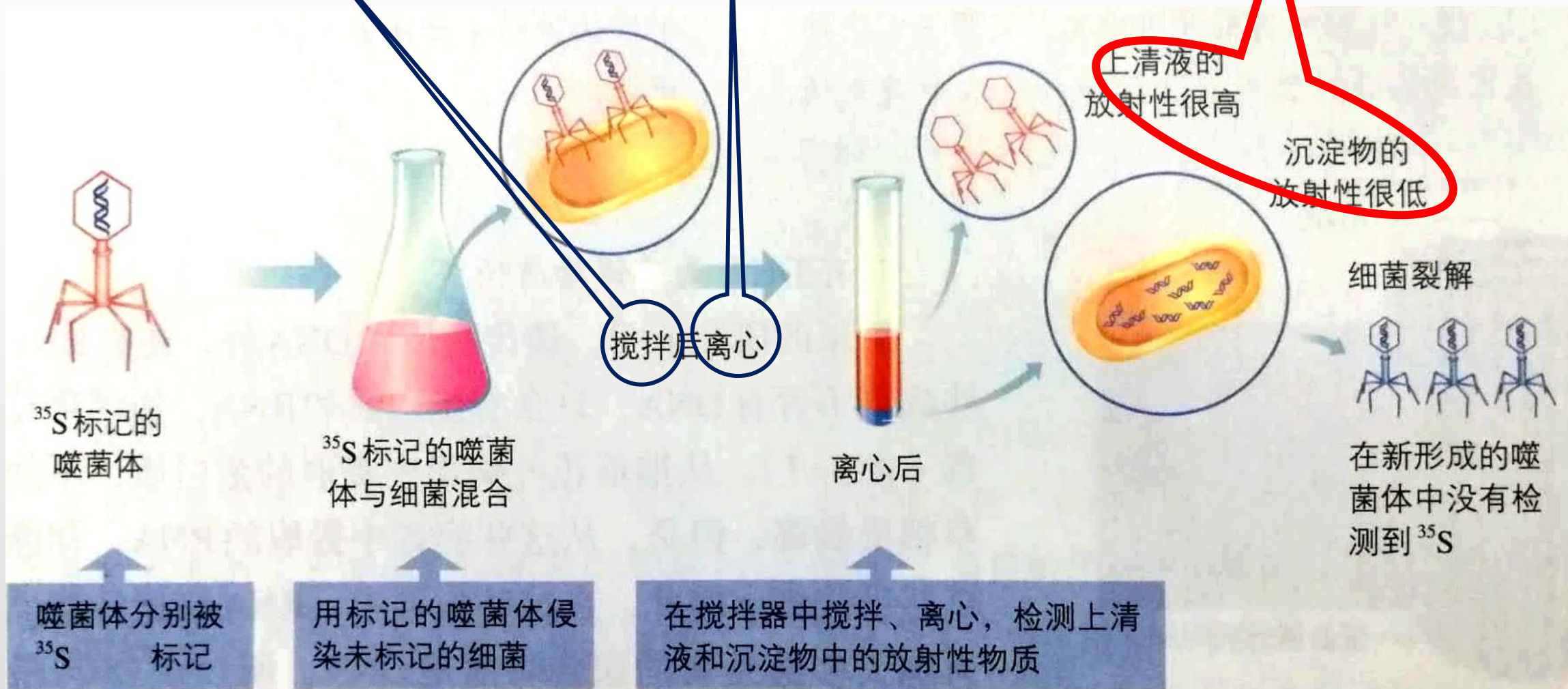
使吸附在细菌上的噬菌体与细菌分离

离心的目的：

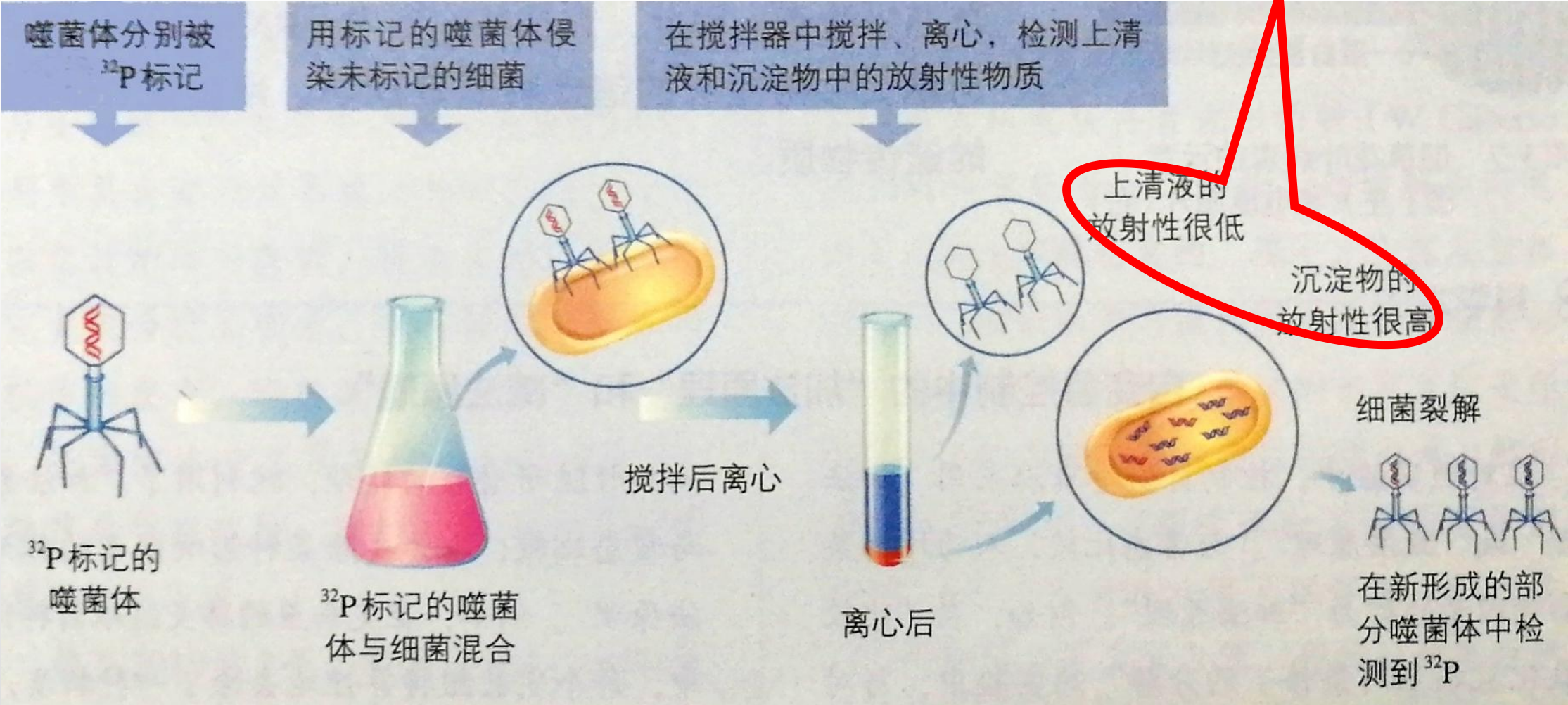
让上清液中析出T<sub>2</sub>噬菌体颗粒，沉淀物中留下被侵染的大肠杆菌

结果说明：

侵染大肠杆菌时T<sub>2</sub>噬菌体的蛋白质外壳留在细胞外



结果说明：  
侵染大肠杆菌时T<sub>2</sub>噬菌体的DNA进入细菌的细胞中



### 三、噬菌体侵染细菌的实验：1952年

#### 4、实验结论：

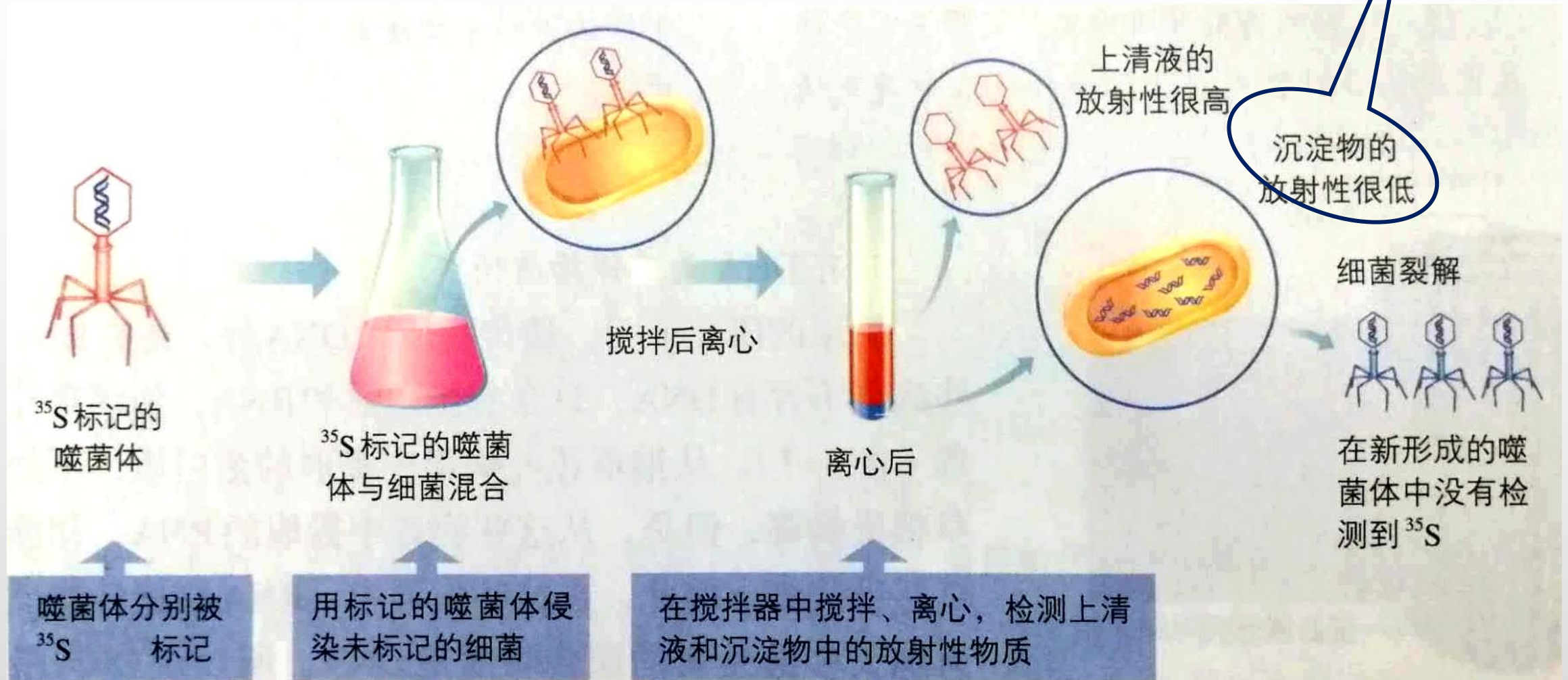
##### 噬菌体侵染细菌的实验表明

在噬菌体中，亲代和子代之间具有连续性的物质是**DNA**，而不是蛋白质。也就是说，子代噬菌体的各种性状是通过亲代的**DNA**遗传给后代的，**DNA才是噬菌体的遗传物质。**

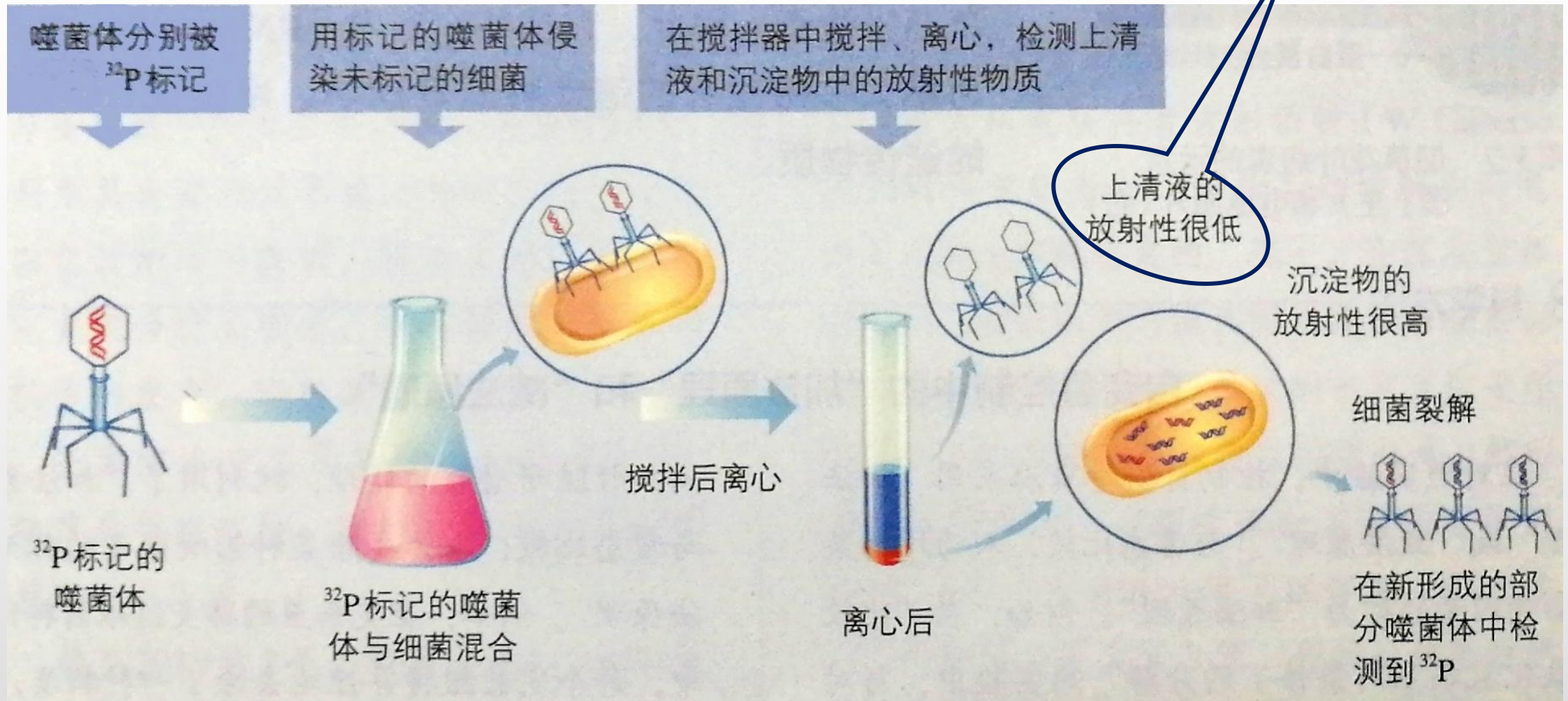
**实验结论：DNA是遗传物质**

### 三、噬菌体侵染细菌的实验：1952年

可能搅拌不充分。仍有少量含<sup>35</sup>S的噬菌体蛋白质外壳吸附在细菌表面。



可能保温时间过长。噬菌体在大肠杆菌内增殖后，子代噬菌体释放出来。



1928年 格里菲思 ——体内转化实验

1944年 艾弗里——体外转化实验

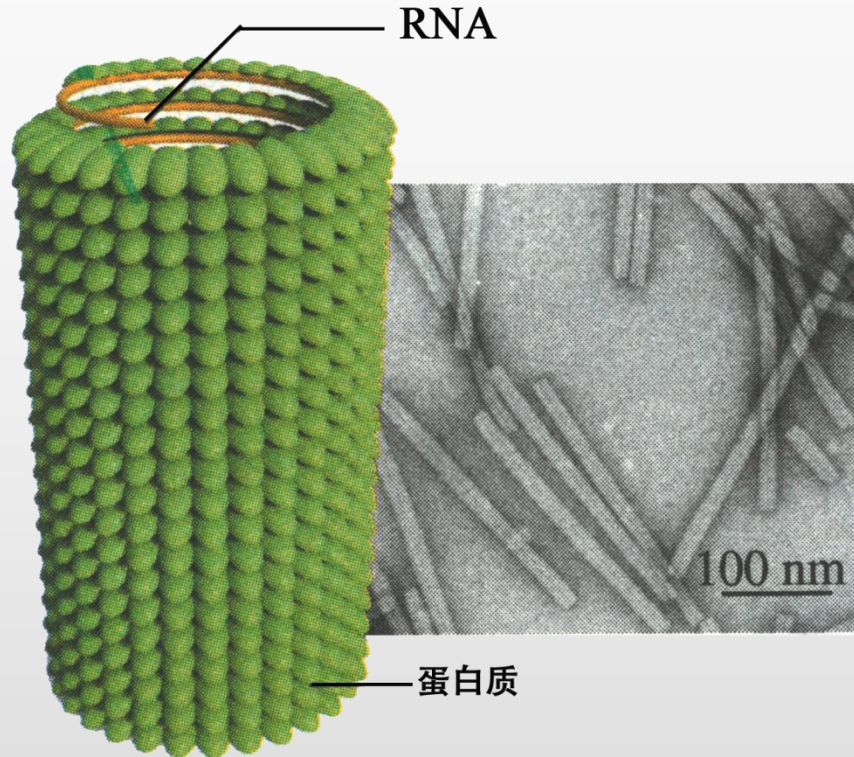
1952年 赫尔希、蔡斯——噬菌体侵染细菌实验

DNA  
是遗传物质

**DNA是所有生物的遗传物质吗？**

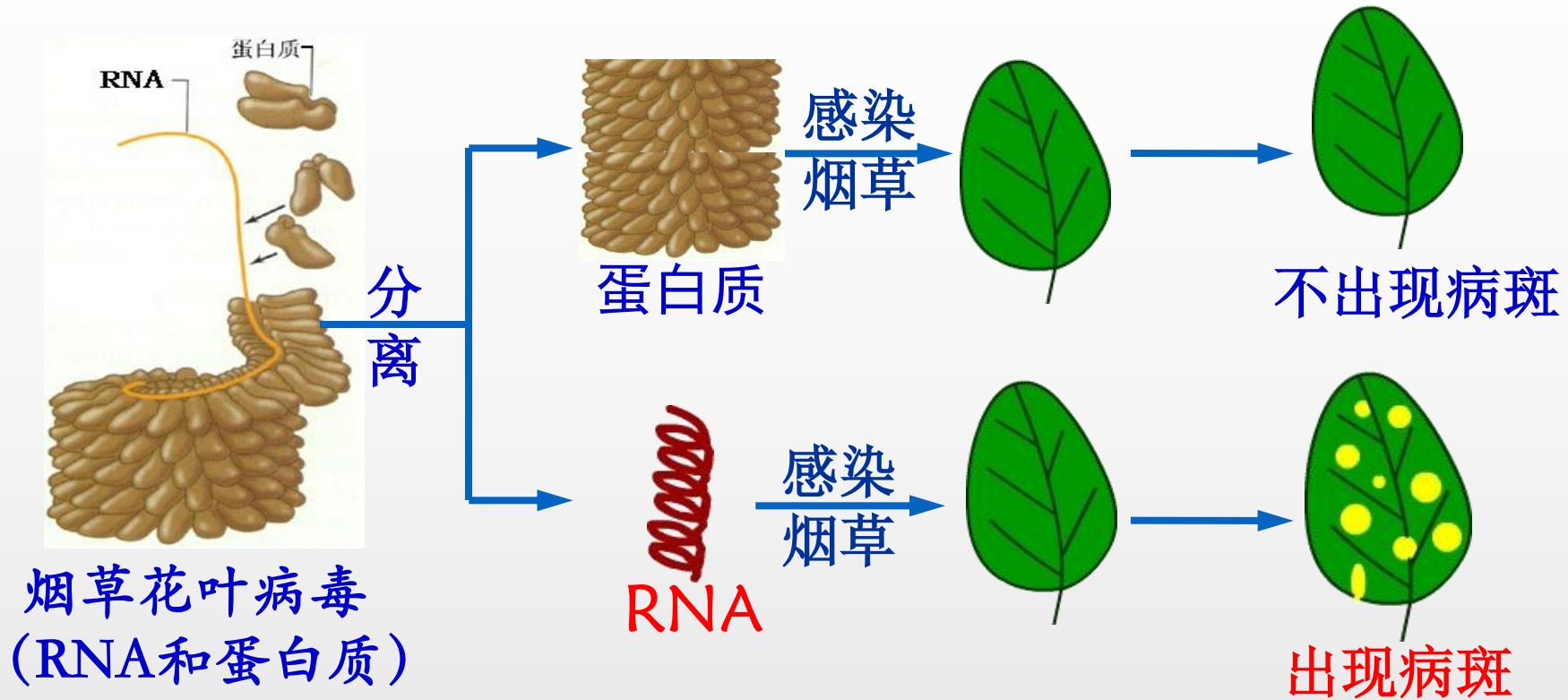
## 四、RNA是遗传物质的实验证据

烟草花叶病毒(TMV)是由RNA和蛋白质组成的，在感染烟草时，会出现致病斑。



烟草花叶病毒的示意图(左)和电镜照片(右)

# 烟草花叶病毒侵染实验

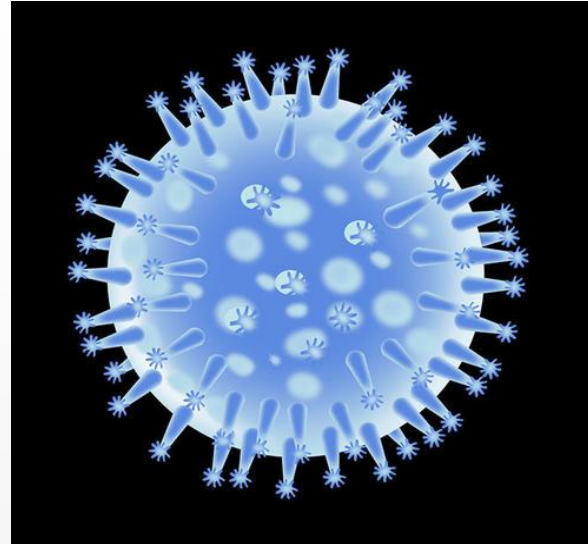


实验结论：烟草花叶病毒（RNA病毒）的遗传物质是  
**RNA**

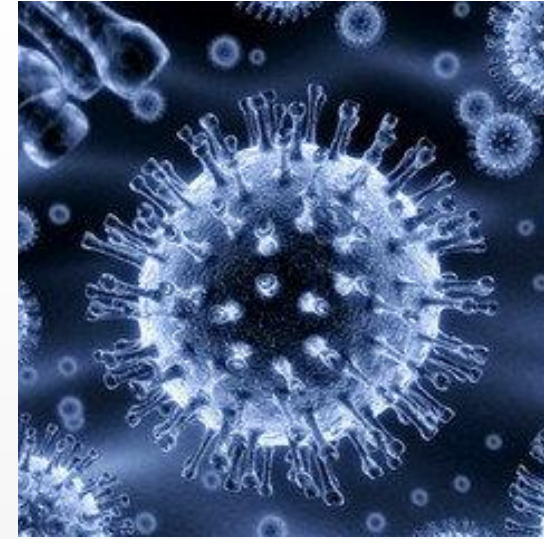
# 少数病毒的遗传物质是RNA



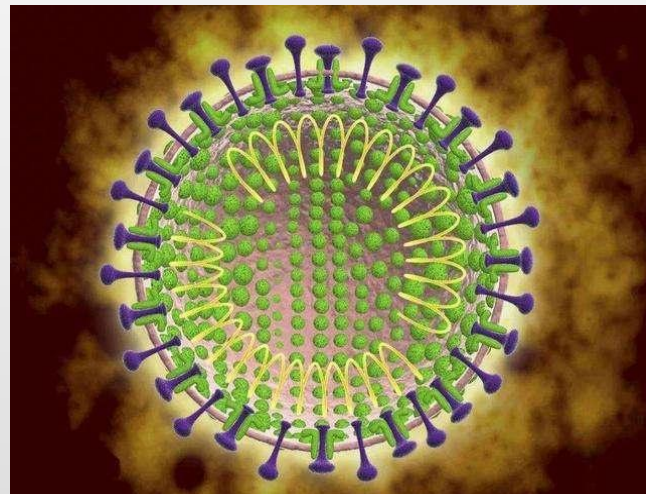
**SARS病毒**



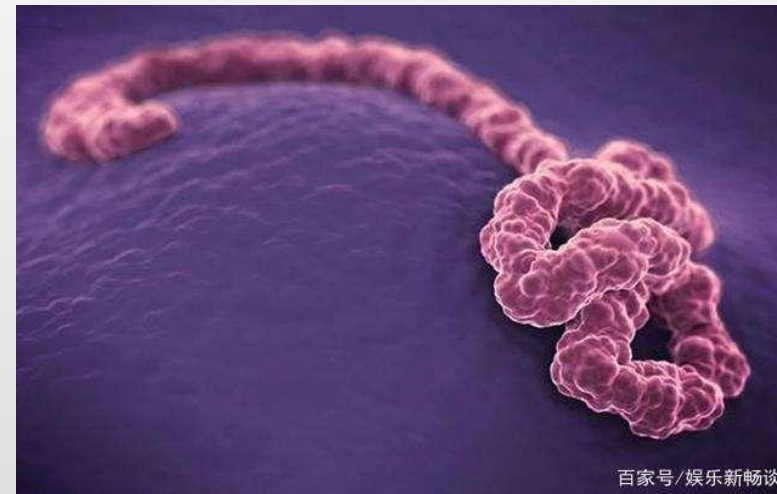
**流感病毒**



**艾滋病病毒 (HIV)**



**COVID--19**



**埃博拉病毒**

## 【归纳】不同生物遗传物质的区别

生物类型		核酸种类	遗传物质	实例
有细胞结构的生物	真核生物	DNA和RNA	DNA	动物、植物、真菌
	原核生物			蓝藻、乳酸菌等
无细胞结构的生物	DNA病毒	DNA	DNA	T <sub>2</sub> 噬菌体
	RNA病毒	RNA	RNA	烟草花叶病毒

绝大多数生物的遗传物质是 **DNA**，只有少数生物的遗传物质是 **RNA**。所以说 **DNA** 是主要的遗传物质。

# 小结

格里菲斯的体内转化实验

加热杀死的S型细菌中含有转化因子

转化因子是什么

艾弗里的体外转化实验

肺炎链球菌的转化实验

T2噬菌体侵染大肠杆菌实验

RNA是TMV的遗传物质

更多实验证据

RNA是RNA病毒的遗传物质

DNA是肺炎链球菌、T2噬菌体的遗传物质

更多实验证据

DNA是细胞结构的生物和DNA病毒的遗传物质

DNA是主要的遗传物质