

四川农业大学  
精品课程系列

# 生物化学

## 第十一章 核苷酸的分解代谢

四川农业大学生物化学精品课程组

# 核苷酸代谢

本章重点讨论核酸酶的类别和特点，以及核苷酸的生物合成和分解代谢。

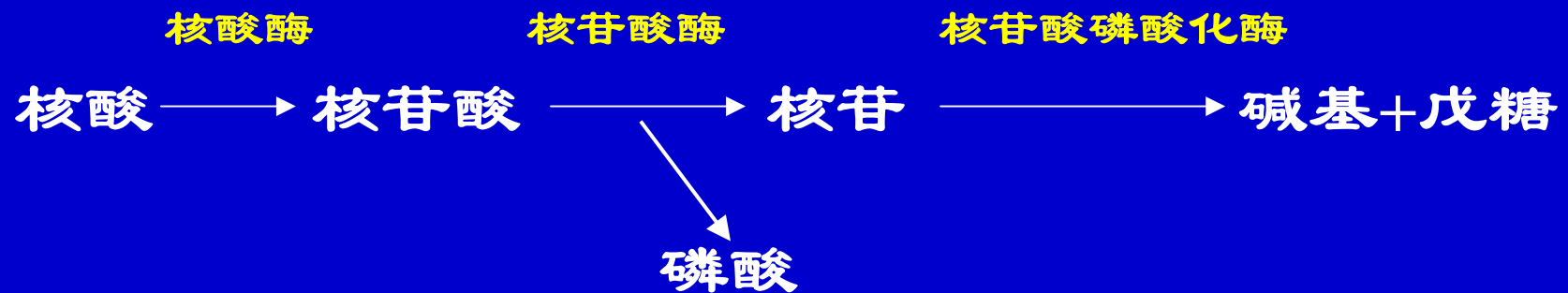
第一节 核酸的酶促降解

第二节 核苷酸的分解代谢

第三节 核苷酸的合成代谢



# 核酸的酶促降解



一、核酸酶

二、限制性内切酶



# 核 酸 酶

## 1、核酸酶的分类

(1) 根据对底物的  
专一性分为

- 核糖核酸酶 (RNase)
- 脱氧核糖核酸酶 (DNase)
- 非特异性核酸酶

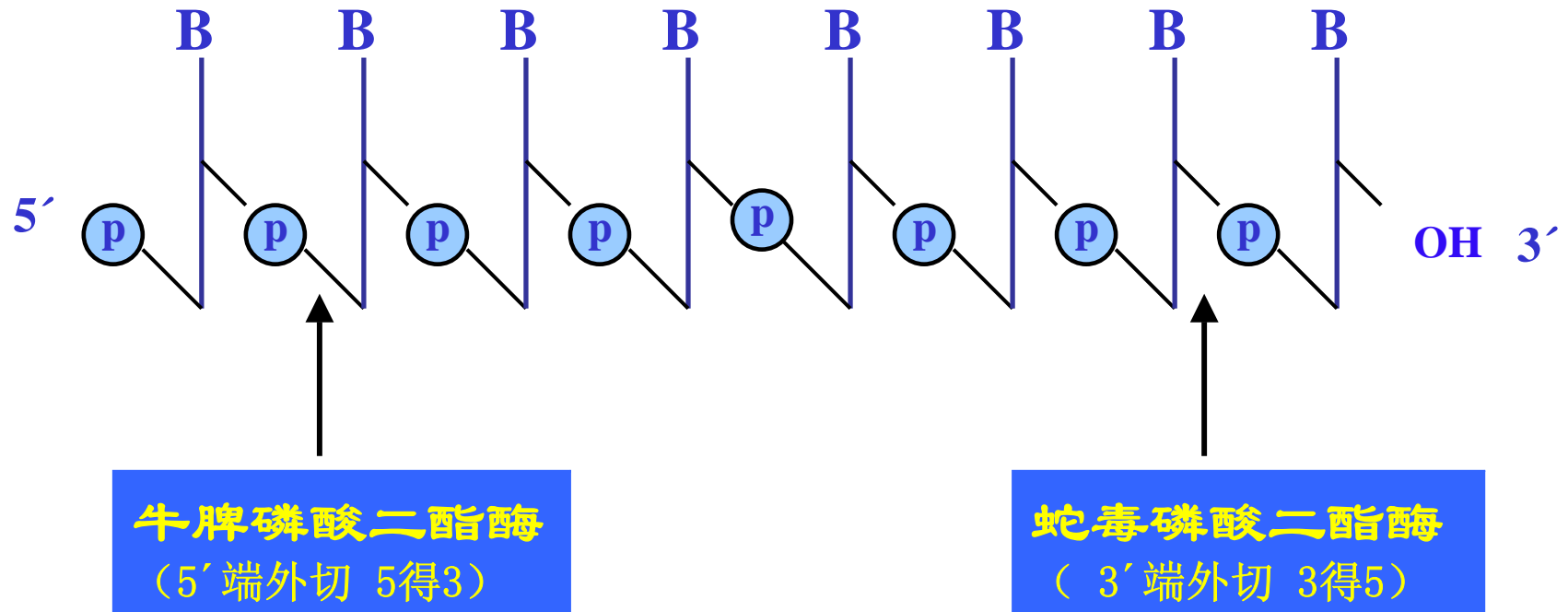
(2) 根据切割位点分为

- 核酸内切酶
- 核酸外切酶

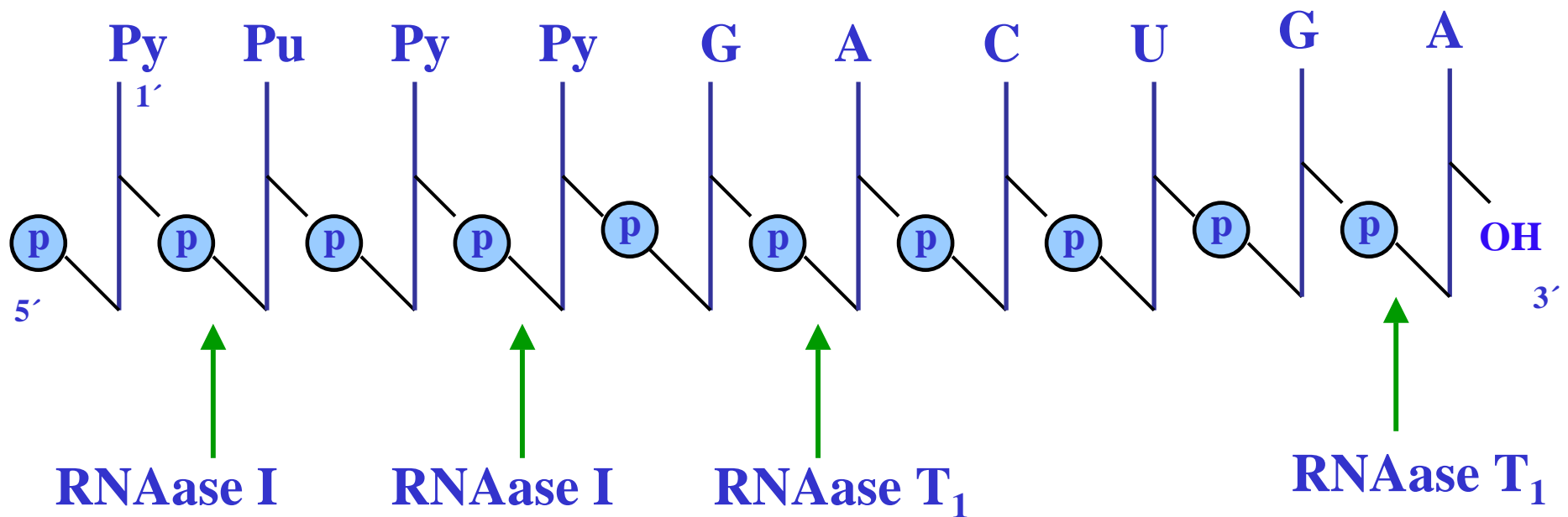
## 2、核酸酶的作用特点



## 外切核酸酶对核酸的水解位点



## 内切核酸酶对RNA的水解位点示意图



Pu : 嘌呤

Py: 嘧啶



# 限制性内切酶

原核生物中存在着一类能识别外源DNA双螺旋中4-8个碱基对所组成的特异的具有二重旋转对称性的回文序列，并在此序列的某位点水解DNA双螺旋链，产生粘性末端或平末端，这类酶称为限制性内切酶（restriction endonuclease）。

- 类 型
- 命 名
- 意 义

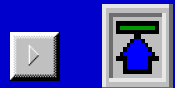


# 限制性内切酶类型

**I型**：分子量大于 $10^5$ ，多亚基，需S-腺苷蛋氨酸、ATP和 $Mg^{2+}$ ，识别位点与切割位点相差甚远，产物为异质，是限制与修饰相排斥的多功能酶。

**II型**：分子量小于 $10^5$ ，需 $Mg^{2+}$ ，切割位点位于识别位点上，产物为专一性片段，不具修饰酶功能。现在分子生物学研究所用的限制性内切酶均为此类。

**III型**：识别位点为5-7bp的非对称序列，切割位点在顺序之外离识别序列5-10bp，切割双链，个别也切割单链。是限制与修饰的多功能酶。





# 常用的DNA限制性内切酶的专一性

酶	辨认的序列和切口	说明
<b>Alu I</b>	<pre>           ↓     .. .. A G C T .. ..     .. .. T C G A .. ..           </pre>	四核苷酸，平端切口
<b>Bam H I</b>	<pre>           ↓     .. .. G G A T C C .. ..     .. .. C C T A G G .. ..           ↑           </pre>	六核苷酸，粘端切口
<b>Bgl I</b>	<pre>           ↓     .. .. A G A T C T .. ..     .. .. T C T A G A .. ..           ↑           </pre>	六核苷酸，粘端切口
<b>Eco R I</b>	<pre>           ↓     .. .. G A A T T C .. ..     .. .. C T T A A G .. ..           ↑           </pre>	六核苷酸，粘端切口
<b>Hind III</b>	<pre>           ↓     .. .. A A G C T T .. ..     .. .. T T C G A A .. ..           ↑           </pre>	六核苷酸，粘端切口
<b>Sal I</b>	<pre>           ↓     .. .. G T C G A C .. ..     .. .. C A G C T G .. ..           ↑           </pre>	六核苷酸，粘端切口
<b>Sma I</b>	<pre>           ↓     .. .. C C C G G G .. ..     .. .. G G G C C C .. ..           </pre>	六核苷酸，平端切口



# 限制性内切酶的命名和意义

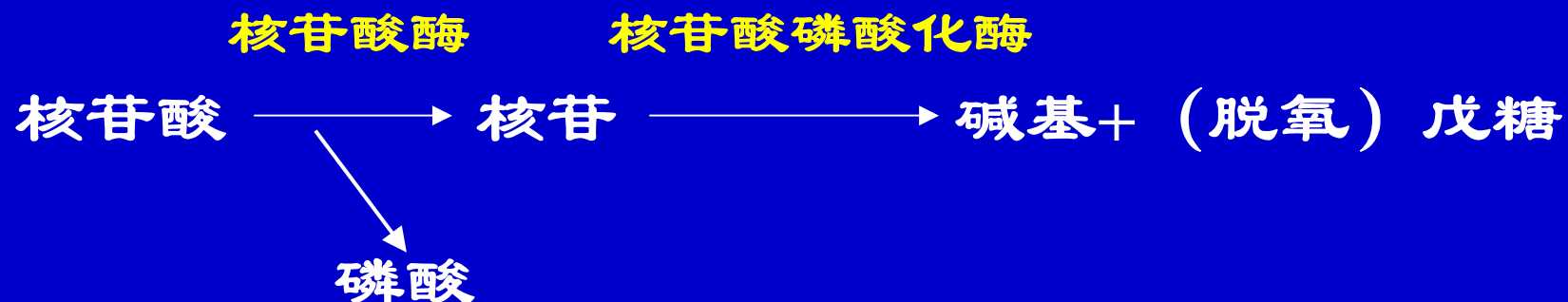
例：Eco R I，这是从大肠杆菌（Ecoli）R菌珠中分离出的一种限制性内切酶



限制性内切酶是分析染色体结构、制作DNA限制图谱、进行DNA序列测定和基因分离、基因体外重组等研究中不可缺少的工具，是一把天赐的神刀，用来解剖纤细的DNA分子。



# 核苷酸的降解

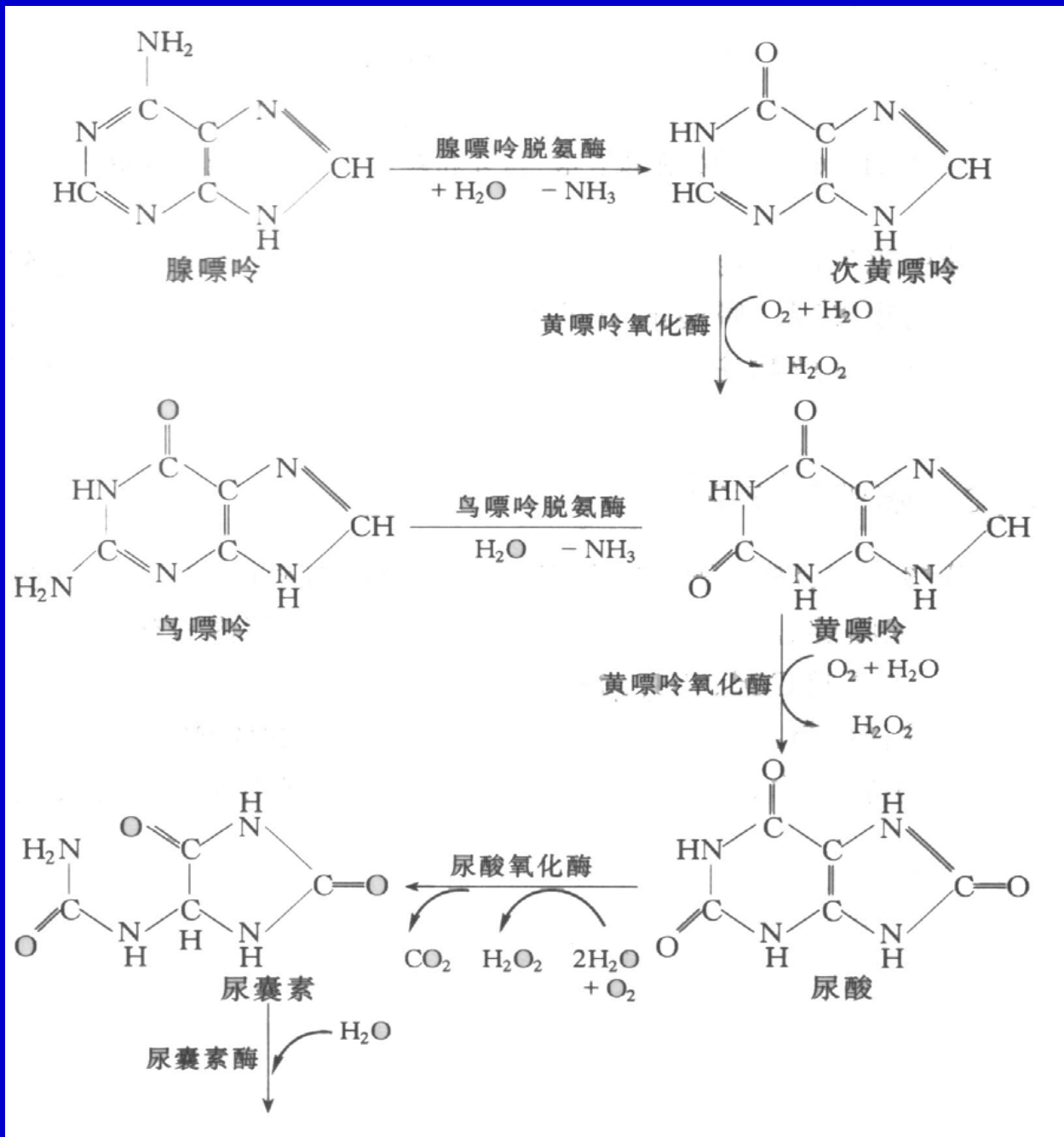


## 1、嘌呤的降解

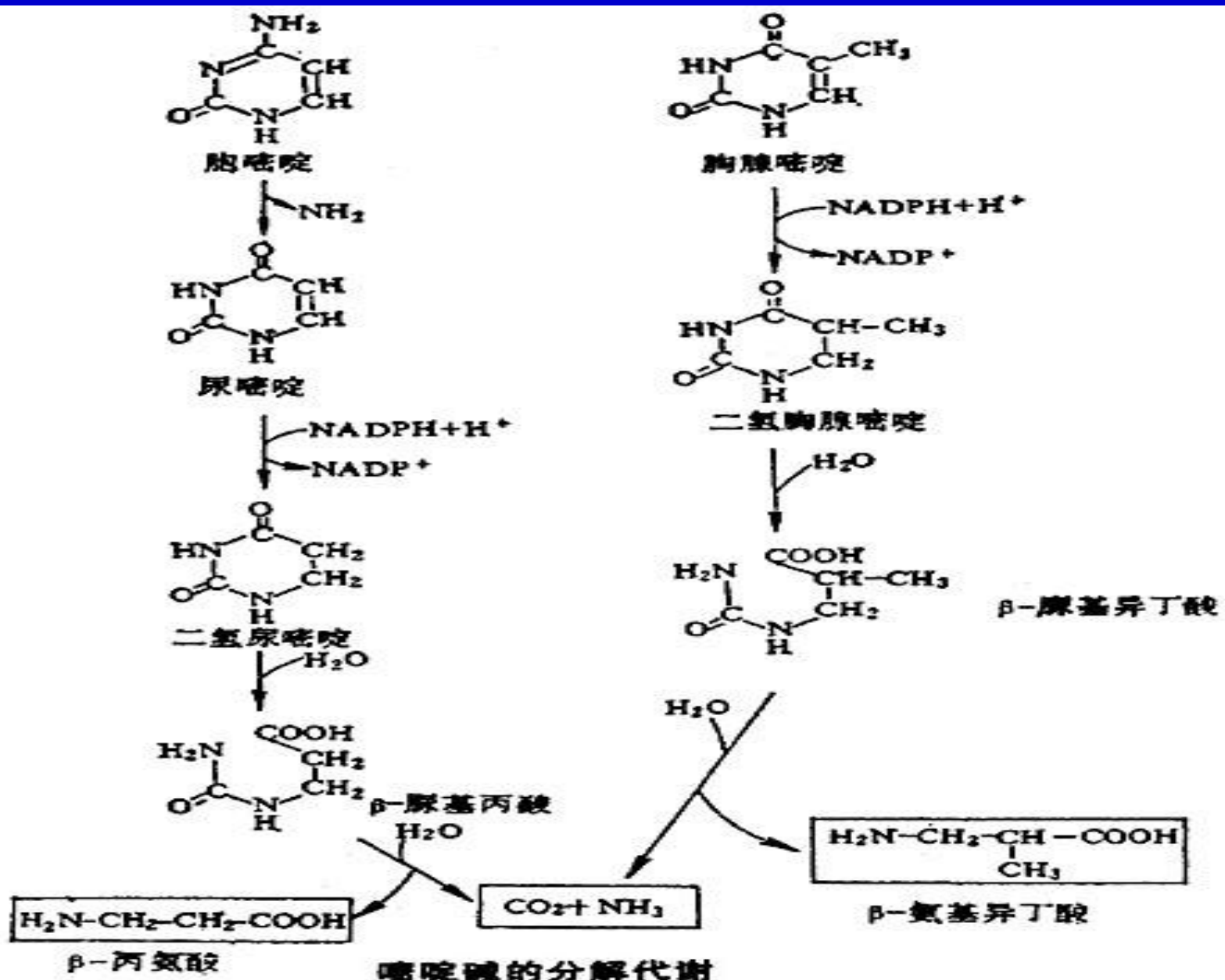
## 2、嘧啶的降解



# 嘌呤的分解



# 嘧啶的分解



# 核苷酸的合成代谢

一、核糖核苷酸的生物合成

二、脱氧核糖核苷酸的生物合成

三、单核苷酸转变成核苷二磷酸和核苷三磷酸（自学）

四、各种核苷酸的相互转变



# 核糖核苷酸的生物合成

---

## 1、嘌呤核苷酸的生物合成

(1) 从头合成途径

(2) 补救途径 (自学)

## 2、嘧啶核苷酸的生物合成

(1) 从头合成途径

(2) 补救合成途径 (自学)



# 嘌呤核苷酸的从头合成途径

1、嘌呤环上原子的来源

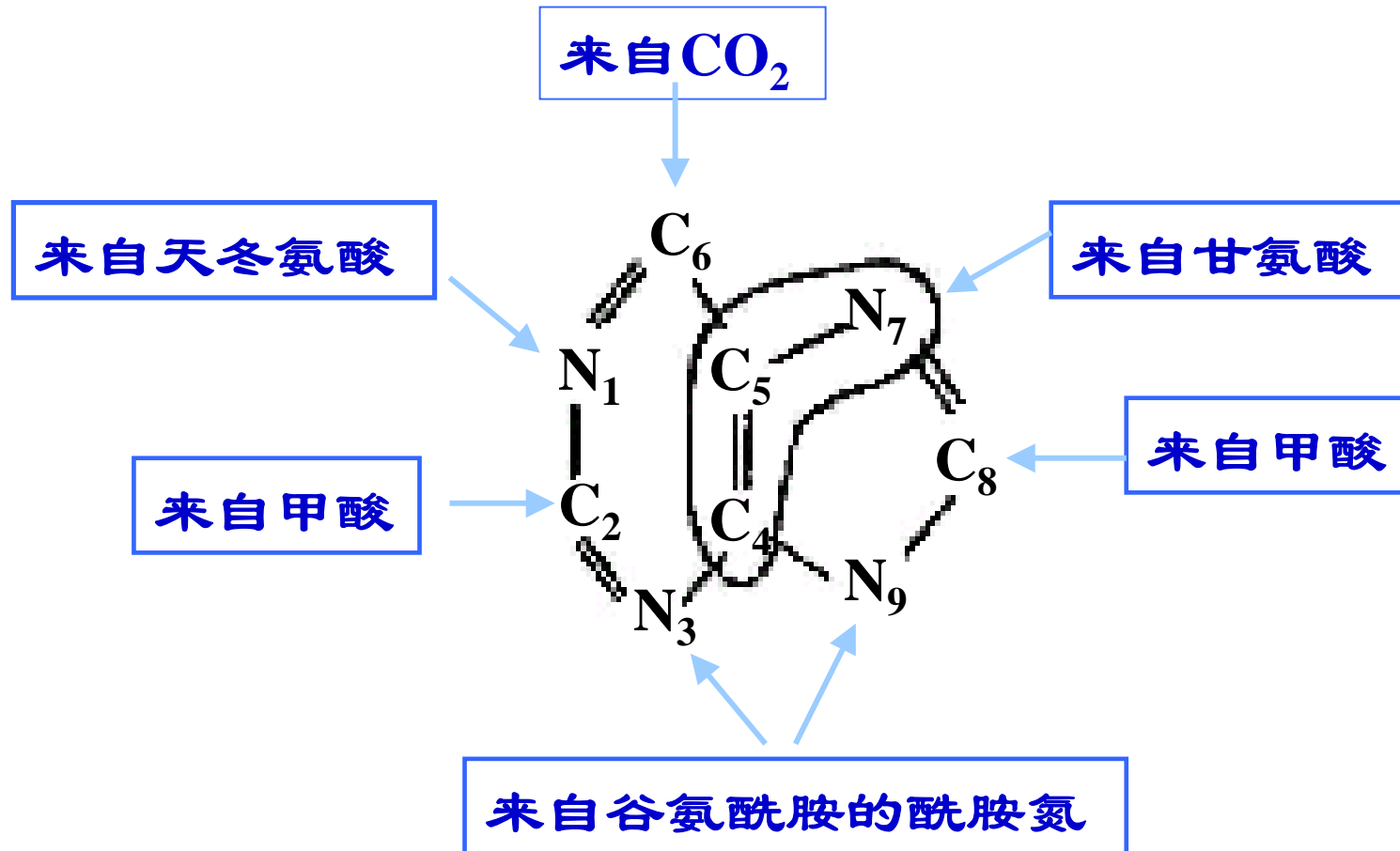
2、IMP的从头合成

3、IMP转变为AMP和GMP

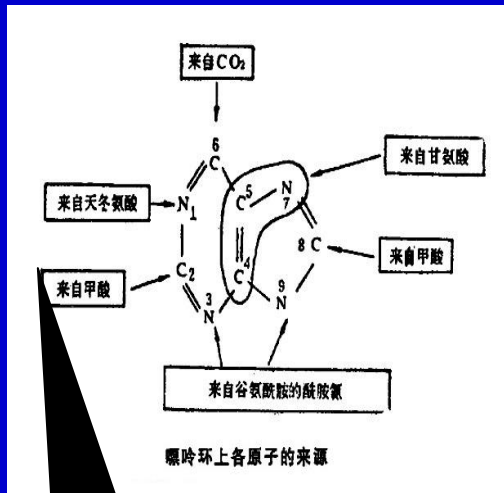




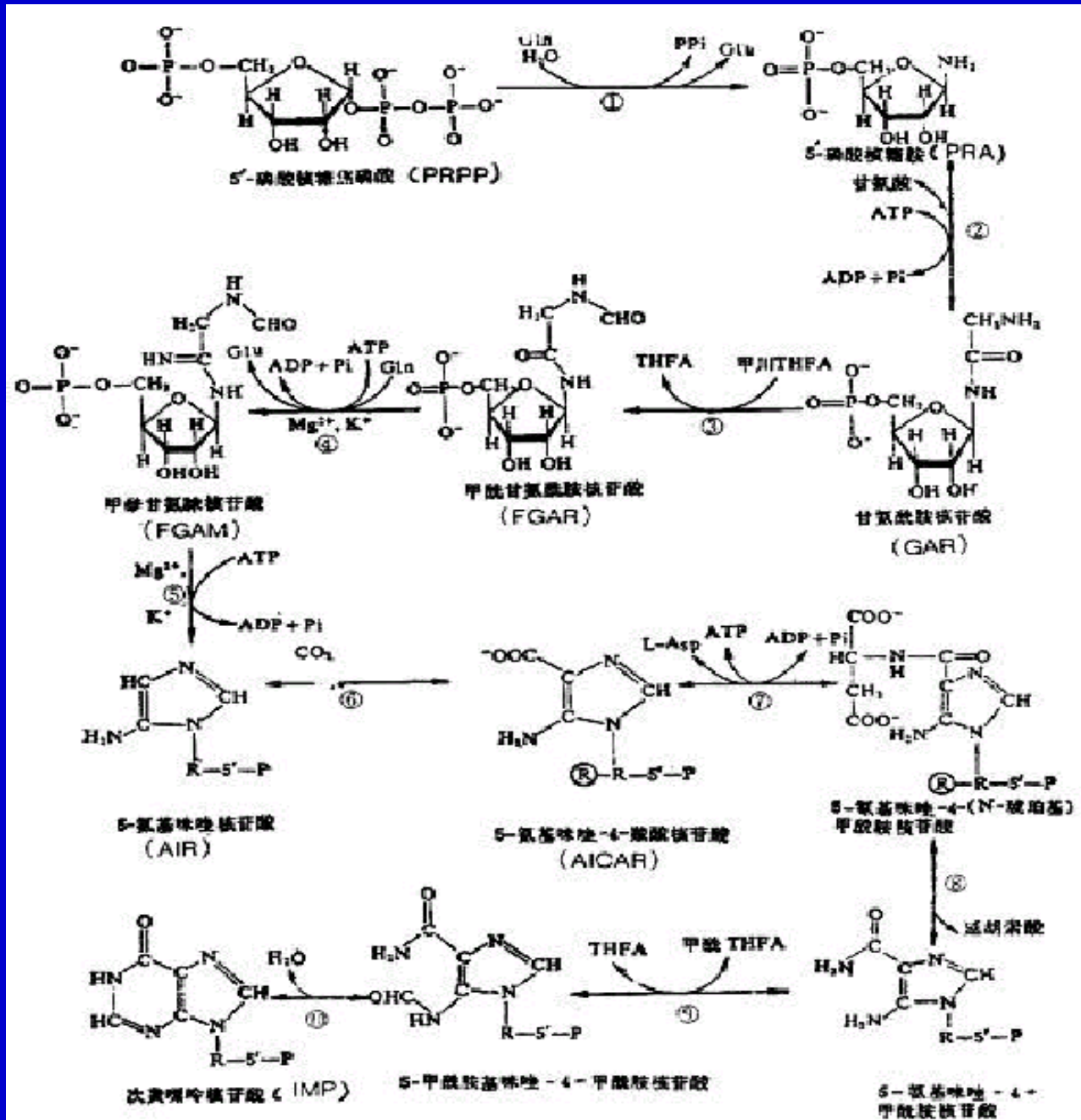
# 嘌呤环上各原子的来源

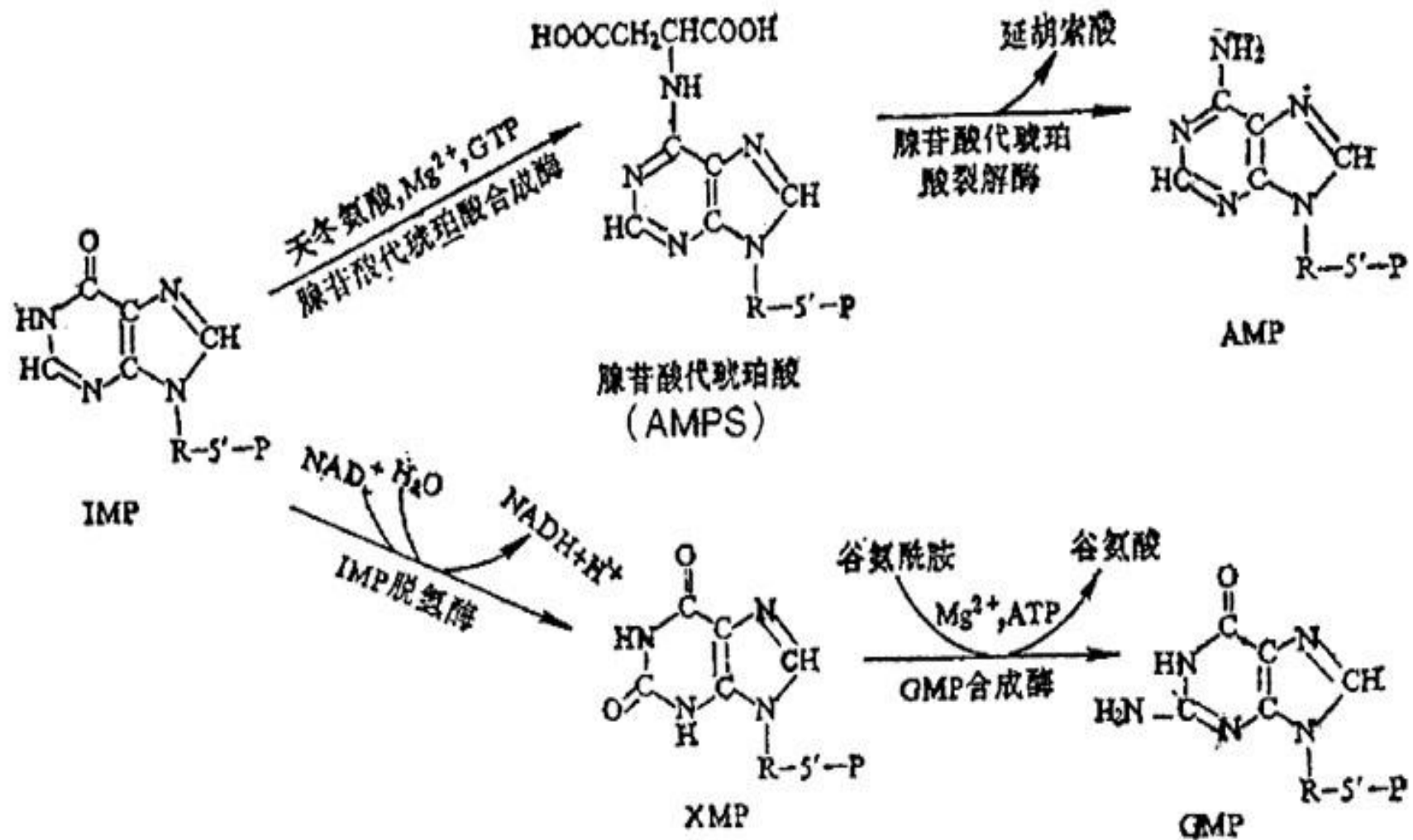


# IMP的生物合成



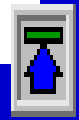
**一碳基团**  
**代谢**



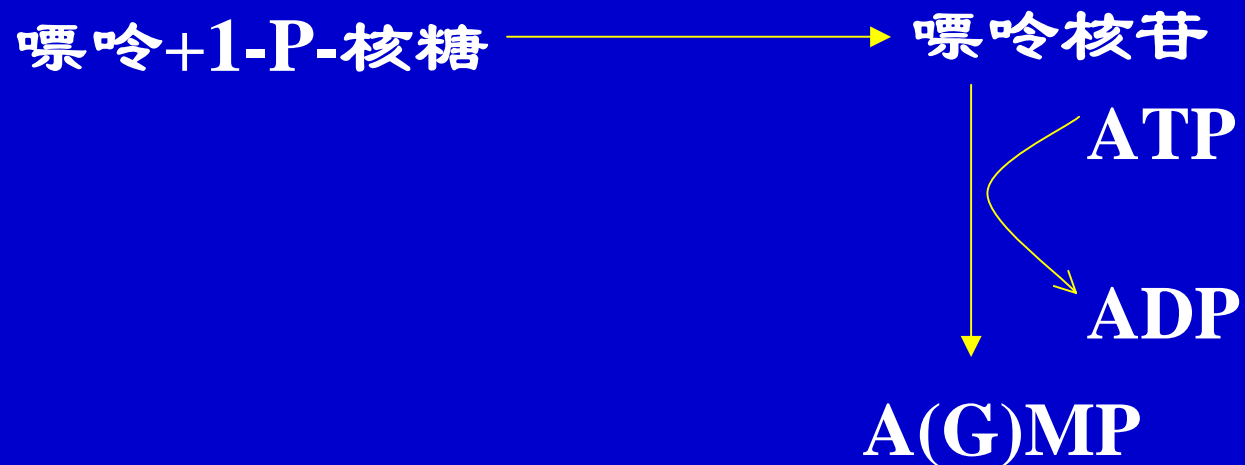


IMP 转变为 GMP 和 AMP

# IMP转变为GMP和AMP



# 嘌呤核苷酸合成补救途径（自学）

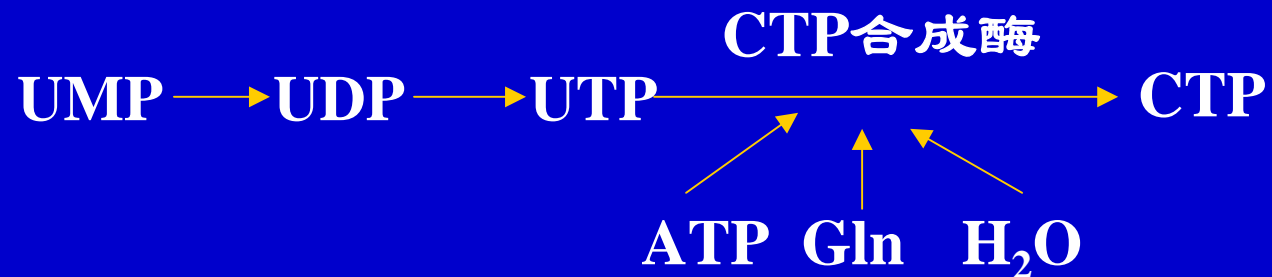


# 嘧啶核苷酸从头合成途径

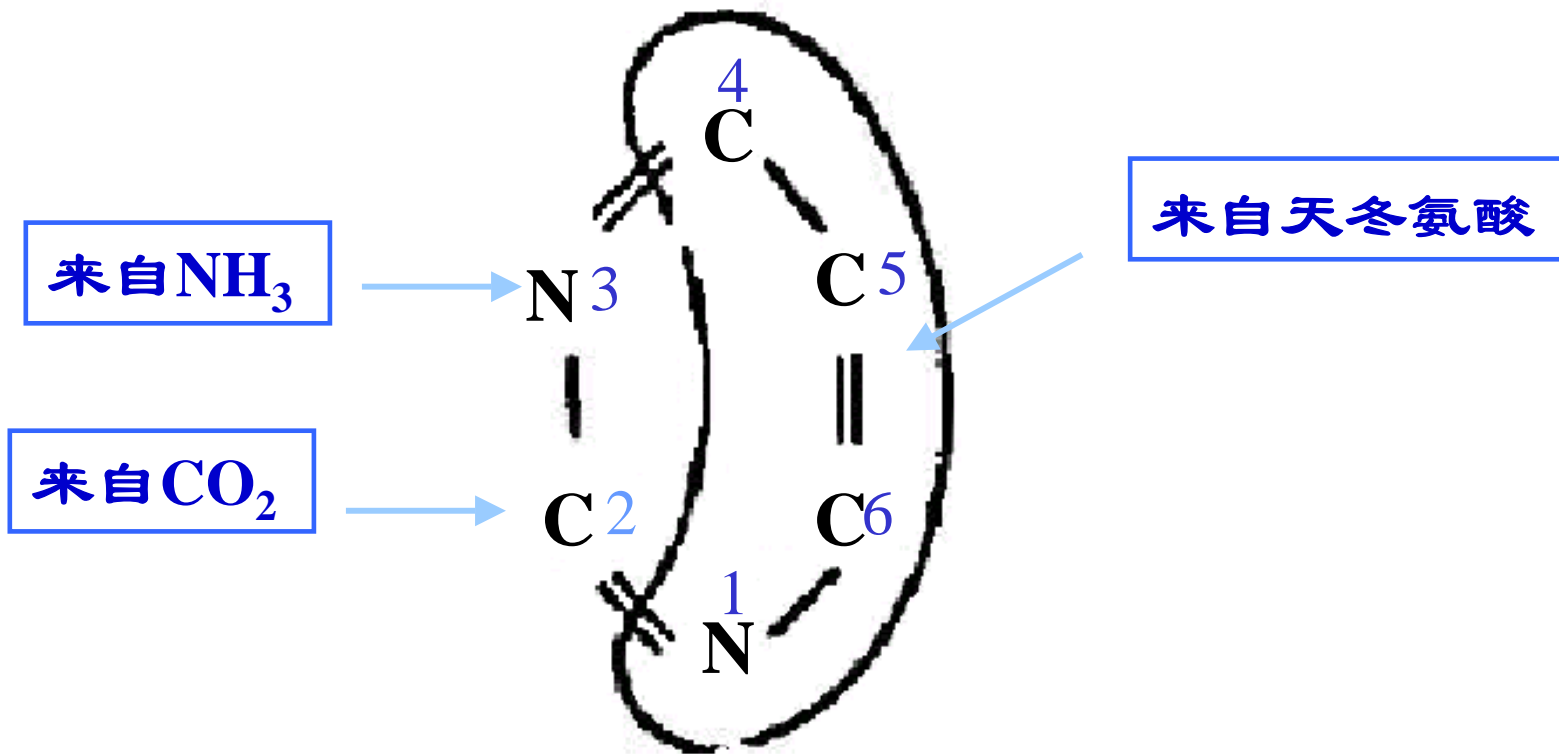
a、嘧啶环上原子的来源

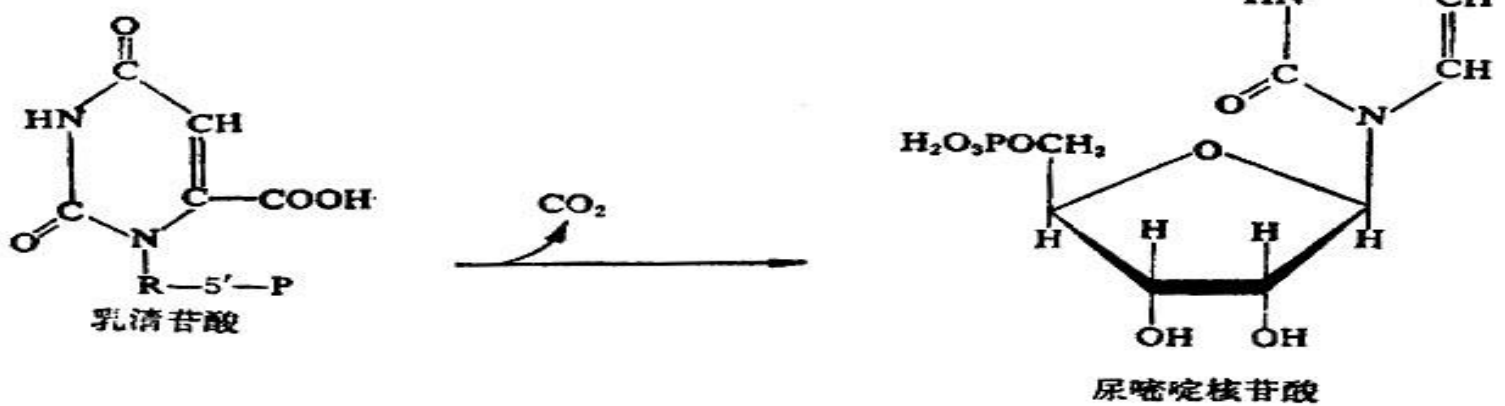
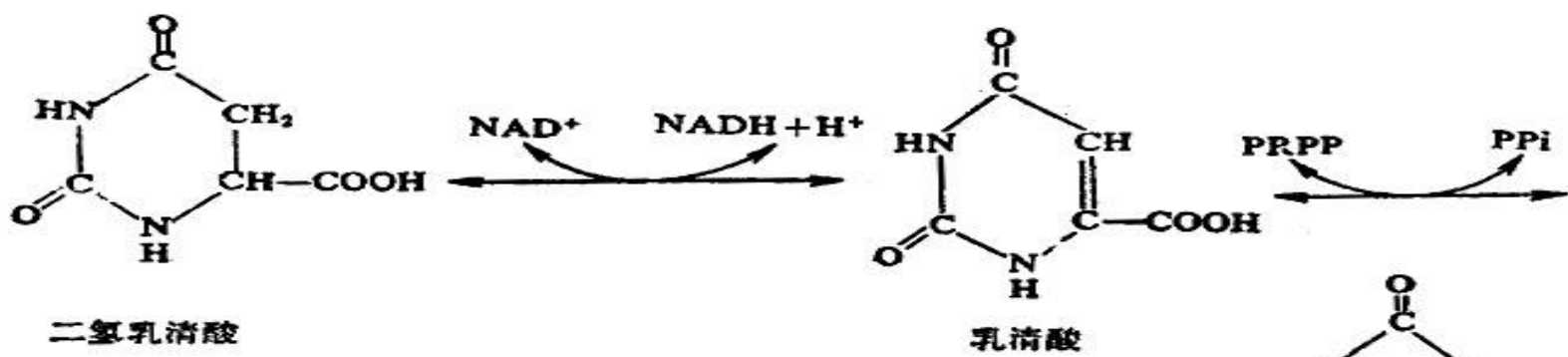
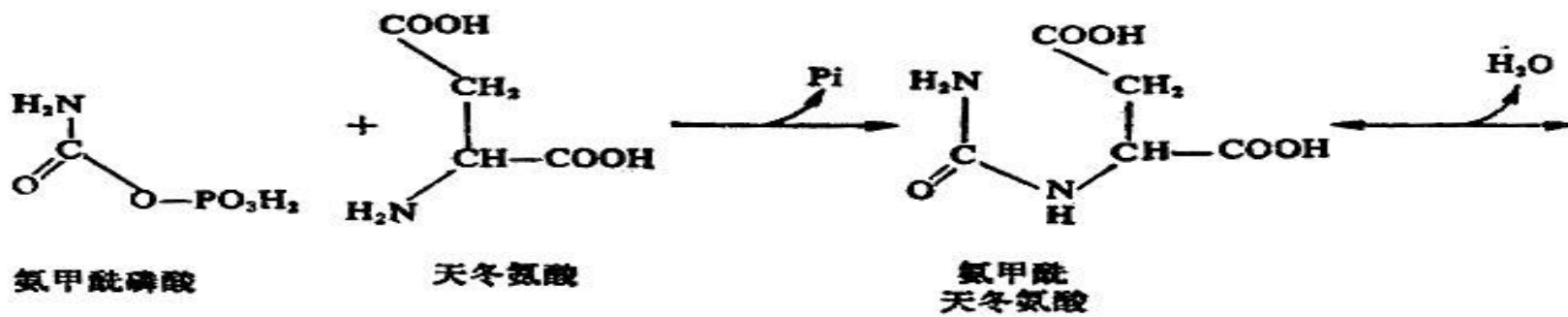
b、UMP的从头合成

c、UMP转变为CTP



# 嘧啶环上各原子的来源





# 尿嘧啶核苷酸合成途径



## 嘧啶核苷酸补救合成途径（自学）





# 脱氧核苷酸的合成

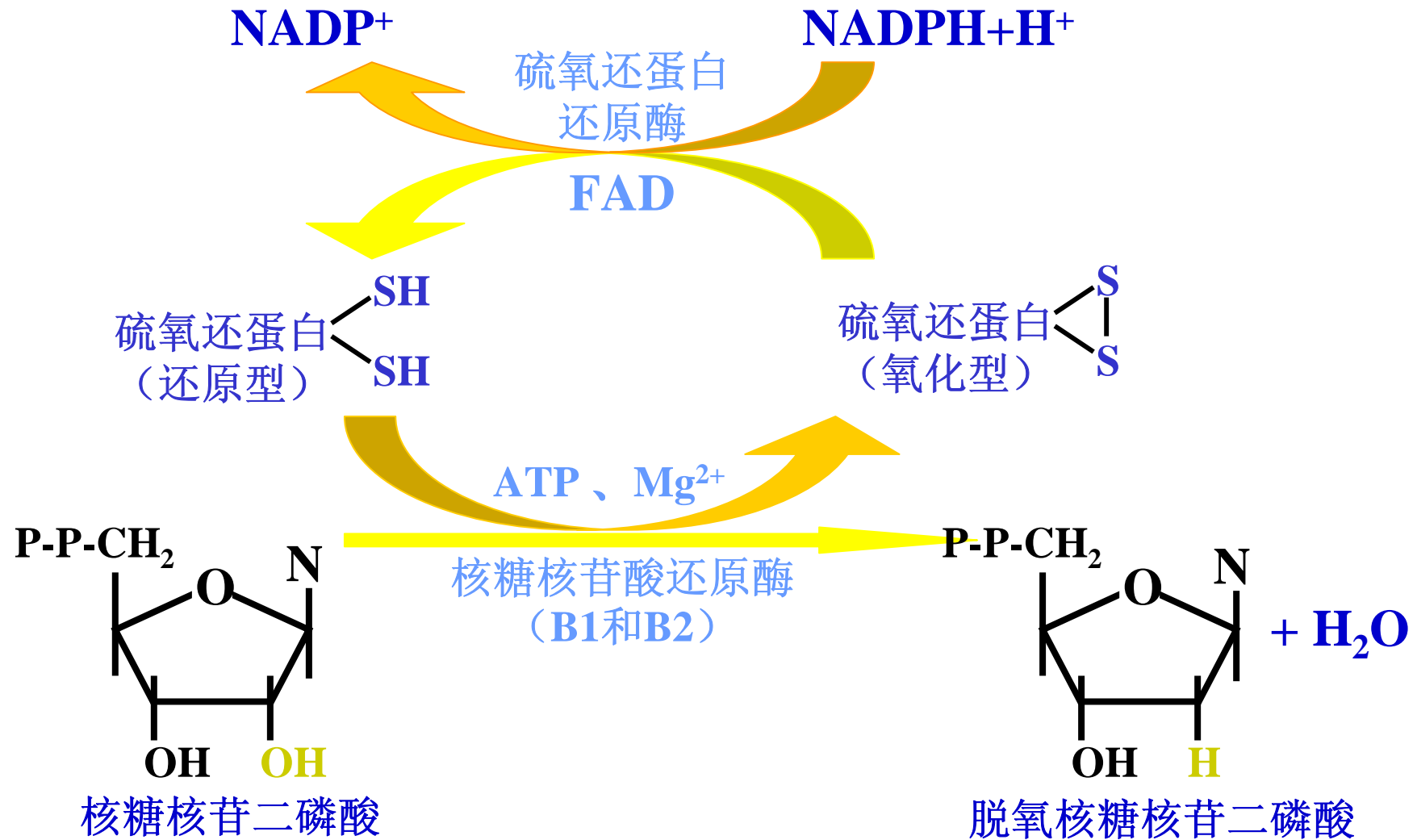
---

1、脱氧核苷酸的合成

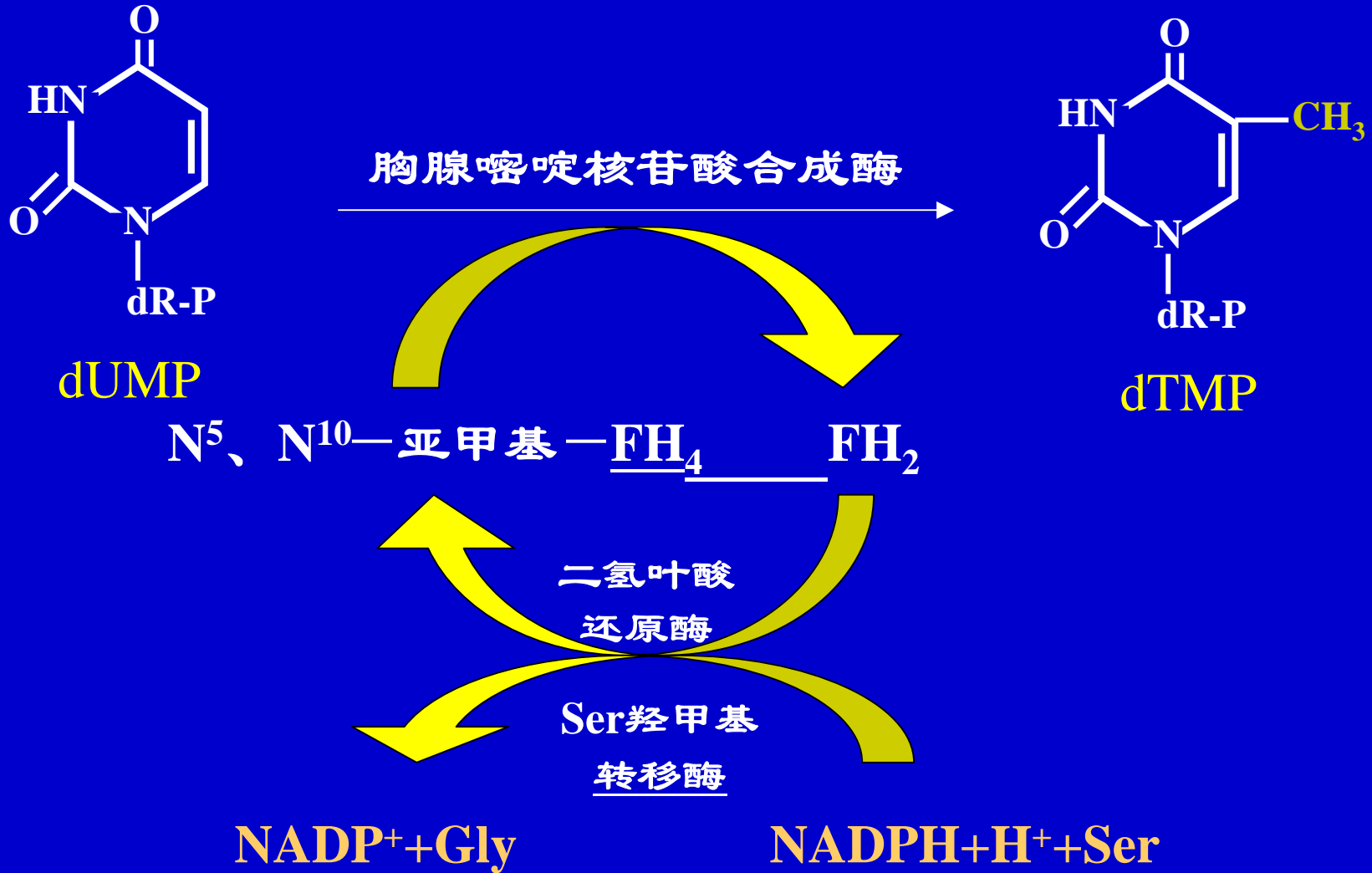
2、脱氧胸腺嘧啶核苷酸的合成



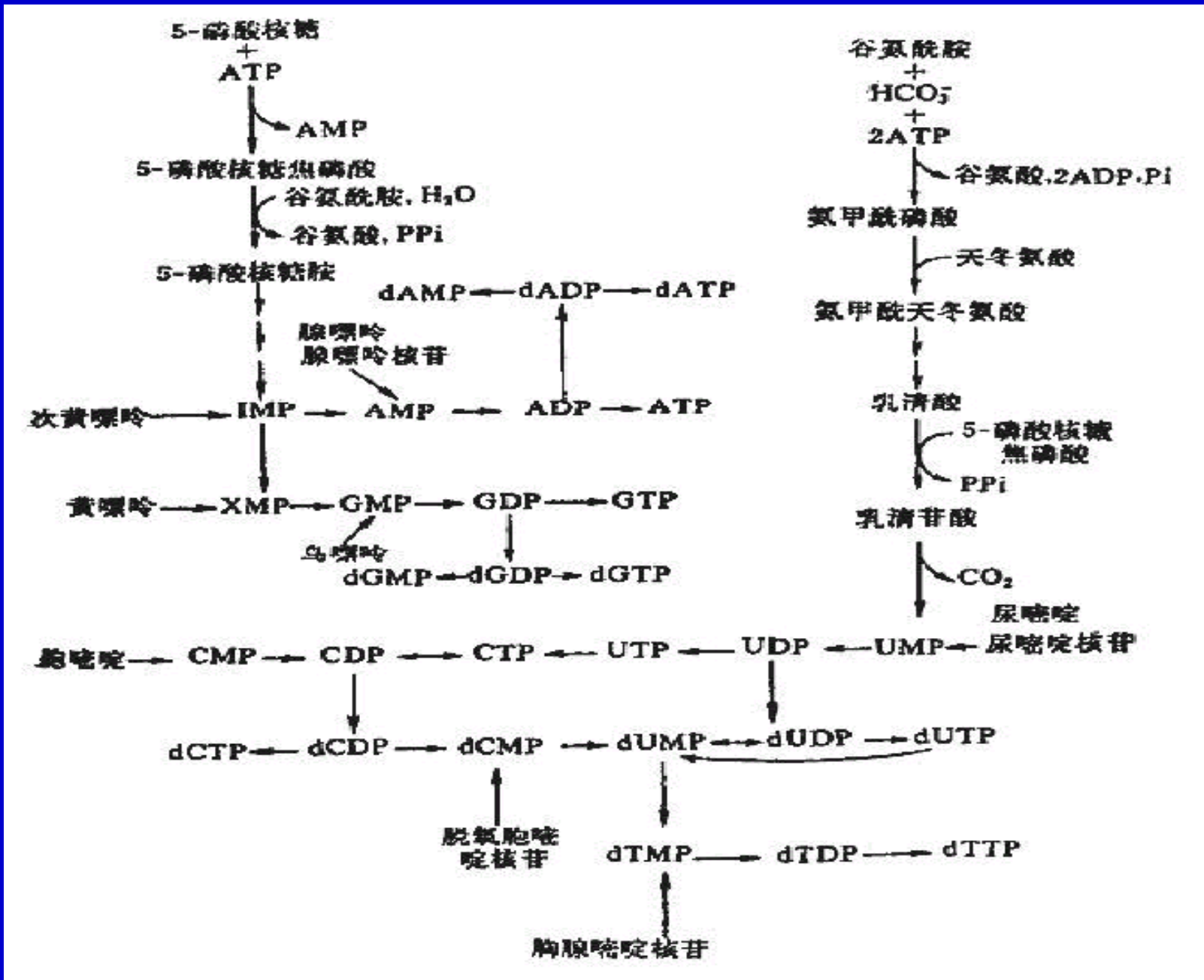
# 核糖核苷酸的还原反应



# 脱氧胸腺嘧啶核苷酸的合成



# 核苷酸的合成及相互关系



# 氨基酸与一碳基团代谢

---

## 1、一碳基团（一碳单位）的概念

## 2、一碳基团和氨基酸代谢

Gly、Ser、Thr、His都可以作为一碳基团的供体。

3、一碳基团的利用：参与合成反应，如磷脂、核苷酸等的合成。



# 一碳基团

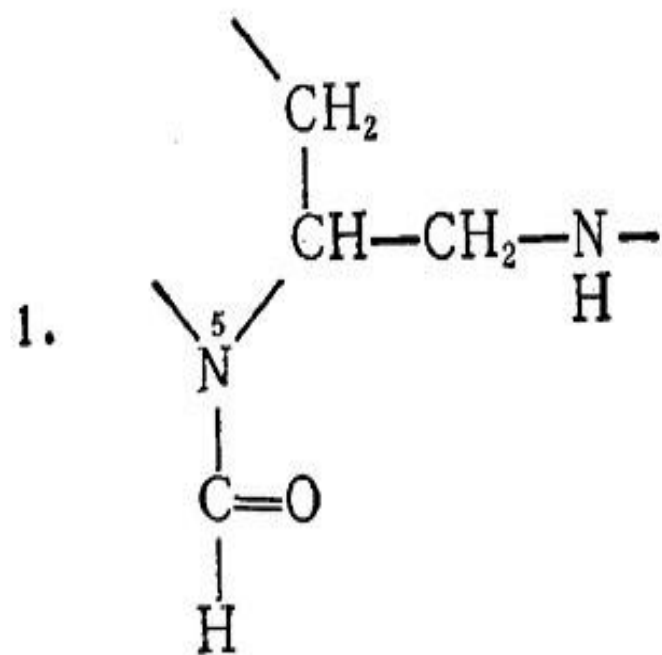
在代谢过程中，某些化合物（如氨基酸）可以分解产生具有一个碳原子的基团（不包括 $\text{CO}_2$ ），称为一碳基团。一碳基团的转移除了和许多氨基酸的代谢直接有关外，还参与嘌呤和胸腺嘧啶的生物合成

$-\text{CH}=\text{NH}$	亚氨甲基
$\text{H}-\text{CO}-$	甲酰基
$-\text{CH}_2\text{OH}$	甲醇基
$-\text{CH}=\text{}$	次甲基
$-\text{CH}_2-$	亚甲基
$-\text{CH}_3$	甲基

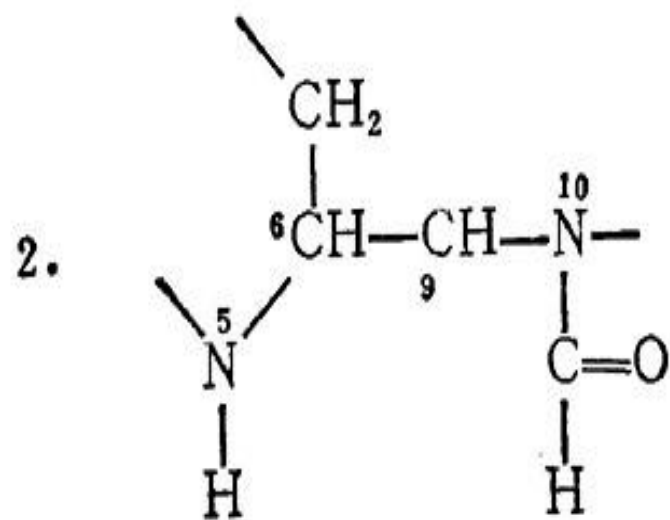
一碳基团转移酶的辅酶： $\text{FH}_4$

一碳基团四氢叶酸化合物的结构和命名



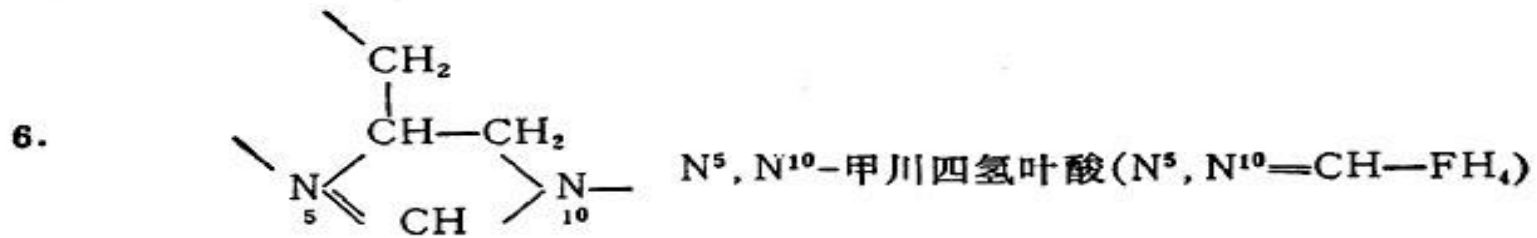
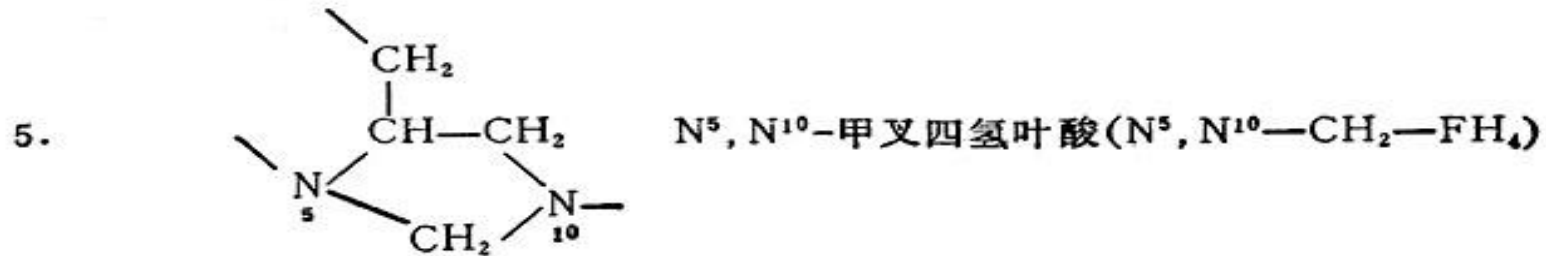
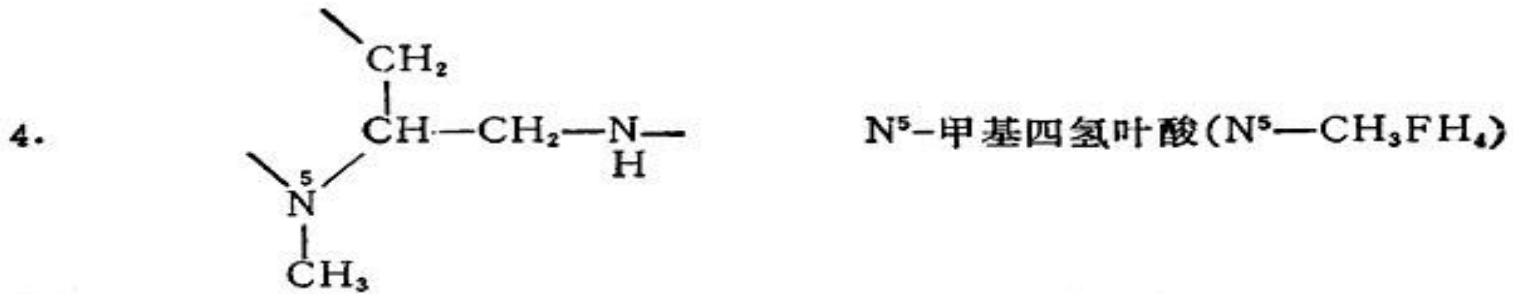
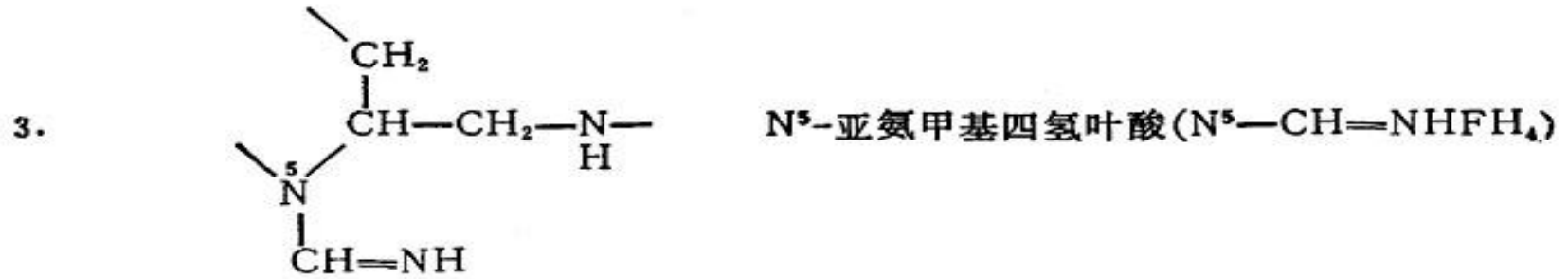


$\text{N}^5$ -甲酰四氢叶酸( $\text{N}^5\text{-CHOFH}_4$ )



$\text{N}^{10}$ -甲酰四氢叶酸( $\text{N}^{10}\text{-CHOFH}_4$ )

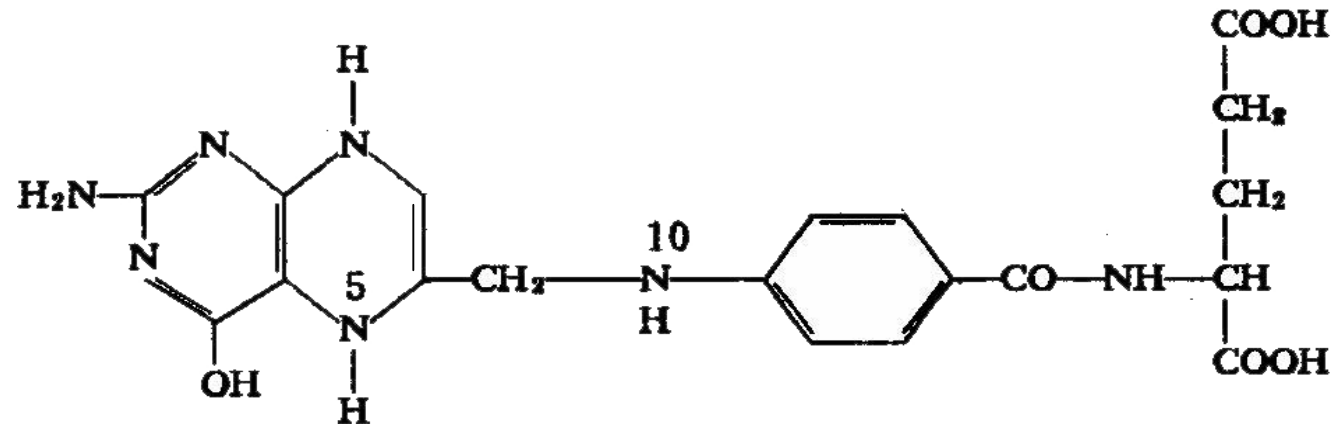




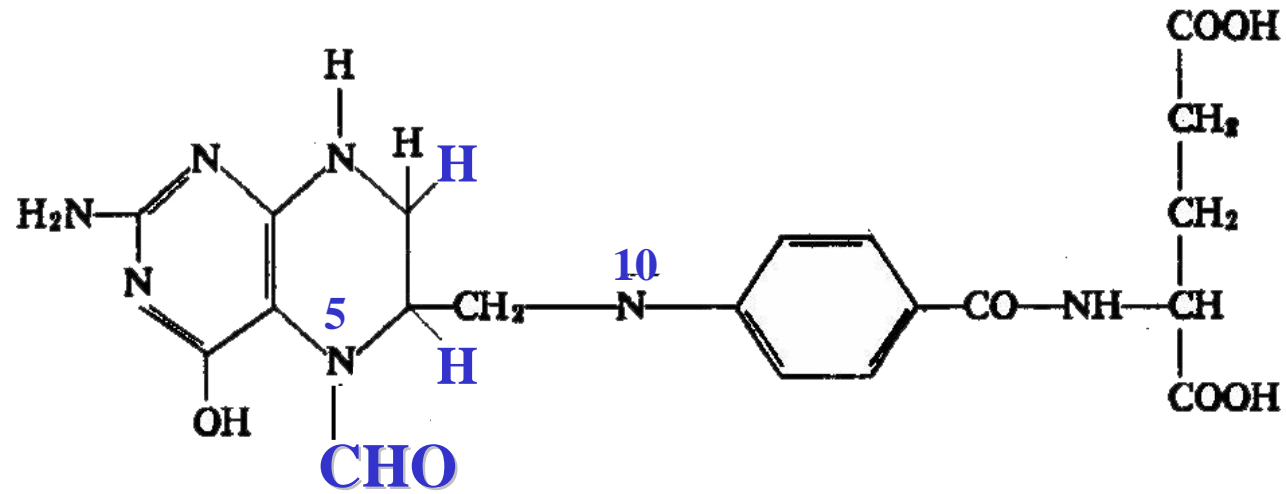


# 叶酸和四氢叶酸 (FH<sub>4</sub>)

叶酸



四氢叶酸



**N<sup>5</sup>-CHO-FH<sub>4</sub>**



# 一碳基团的来源与转变

