



## 第二节 糖酵解

Louis Pasteur in his laboratory

# 糖的消化吸收

## 淀粉(starch)

↓口腔， $\alpha$ -淀粉酶 ( $\alpha$ -amylase)，少量作用

↓胃，几乎不作用

↓小肠，胰 $\alpha$ -amylase，主要的消化场所

麦芽糖、糊精、蔗糖、乳糖等（食物中所混入）

↓麦芽糖酶，糊精酶，蔗糖酶，乳糖酶

葡萄糖、半乳糖、果糖

↓

肠黏膜细胞→肠壁毛细血管→门静脉→血液→  
组织、细胞

# 一. 糖酵解的概念

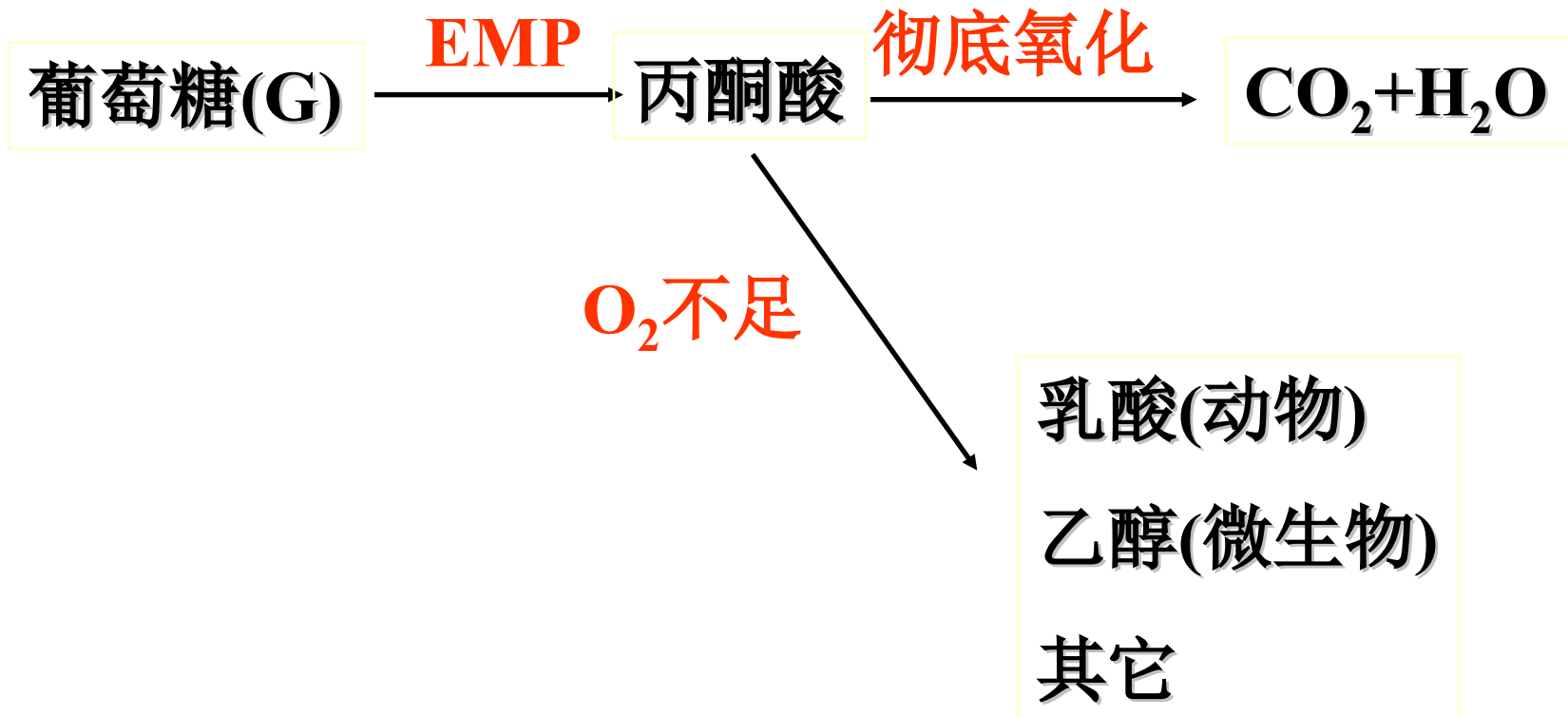
## 定义

指葡萄糖通过一系列步骤降解成三碳化合物（丙酮酸）并伴随着ATP生成的过程

糖酵解途径又称 **EMP途径**

(Embden-Meyerhof-Parnas 途径)

## 二. 糖酵解的过程



### EMP的两个阶段

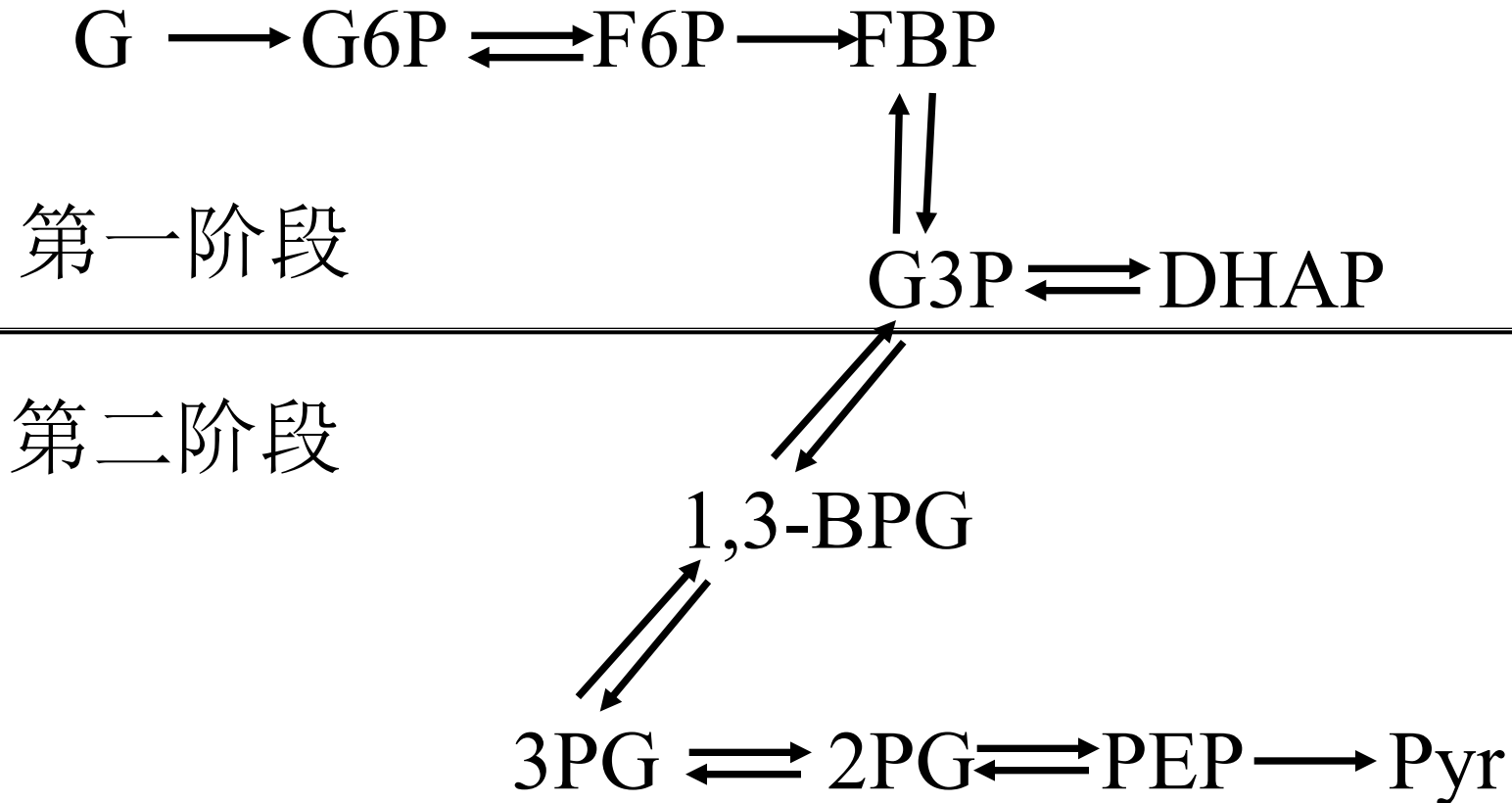
第一阶段 五步反应  
耗能阶段

磷酸丙糖生成阶段

第二阶段 五步反应  
产能阶段

丙酮酸生成阶段

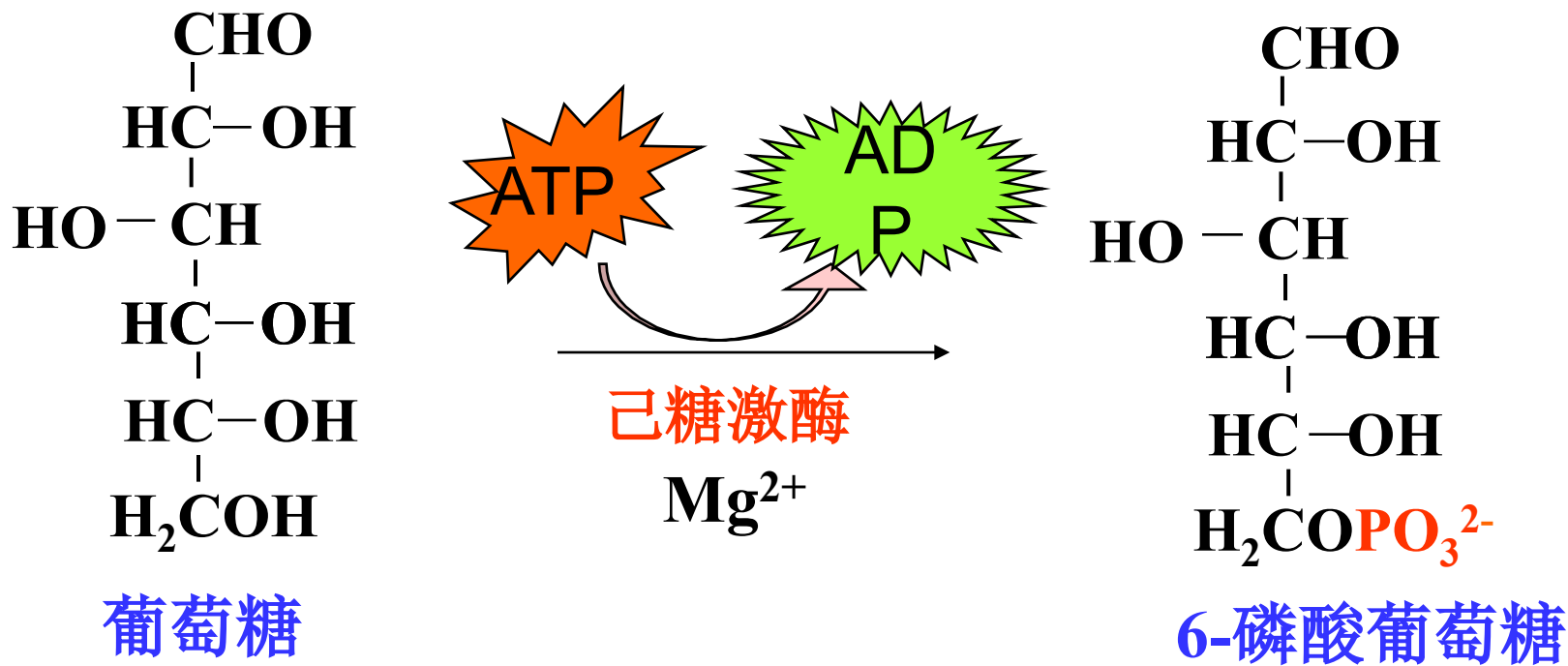
# EMP途径代号式



# 第一阶段

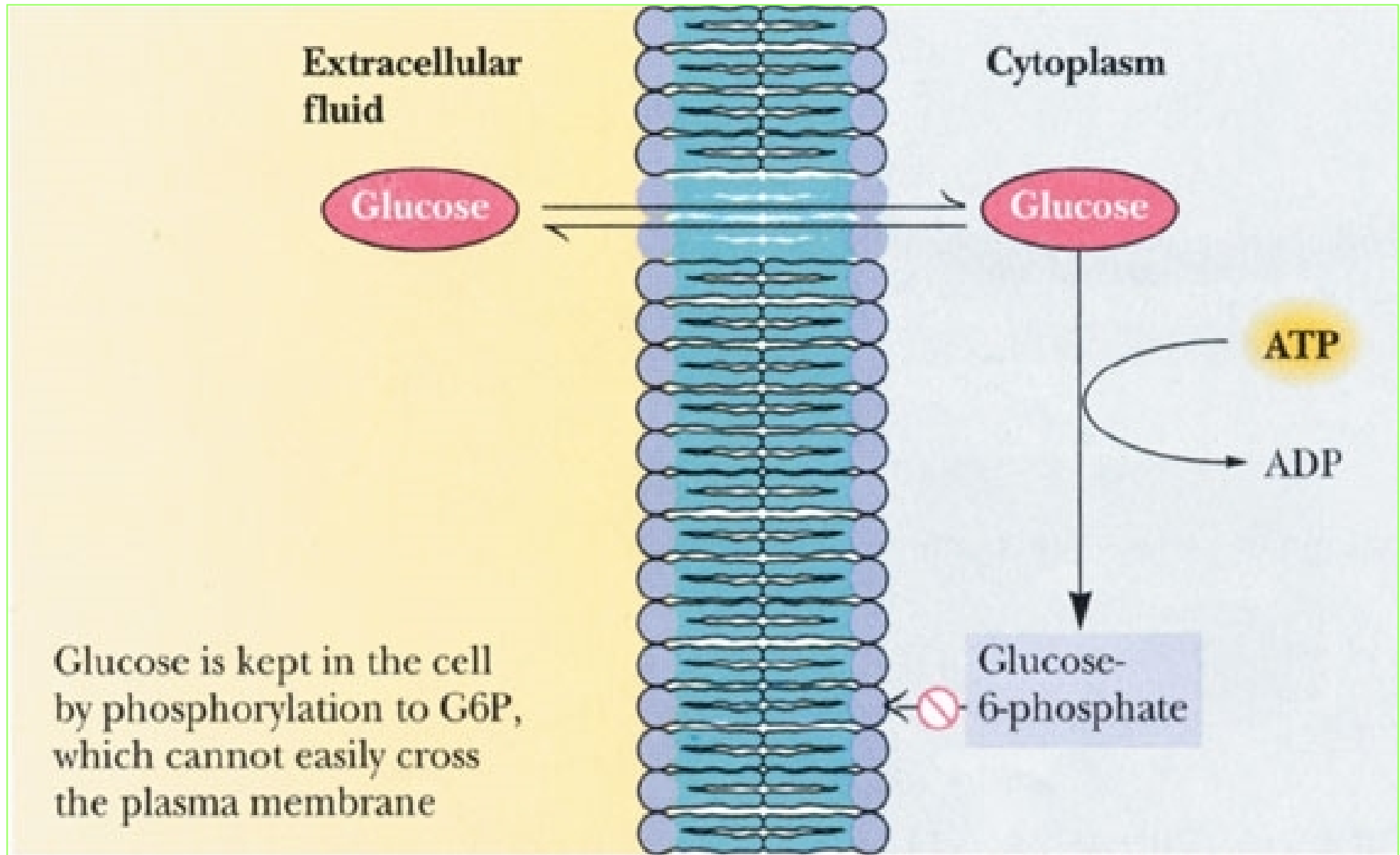
# 二. 糖酵解的过程

## 第一步：葡萄糖的磷酸化



**激酶：**催化将ATP上的磷酸基团转移到受体上的酶。激酶都需要 $Mg^{2+}$ 作为辅助因子。

## 二. 糖酵解的过程



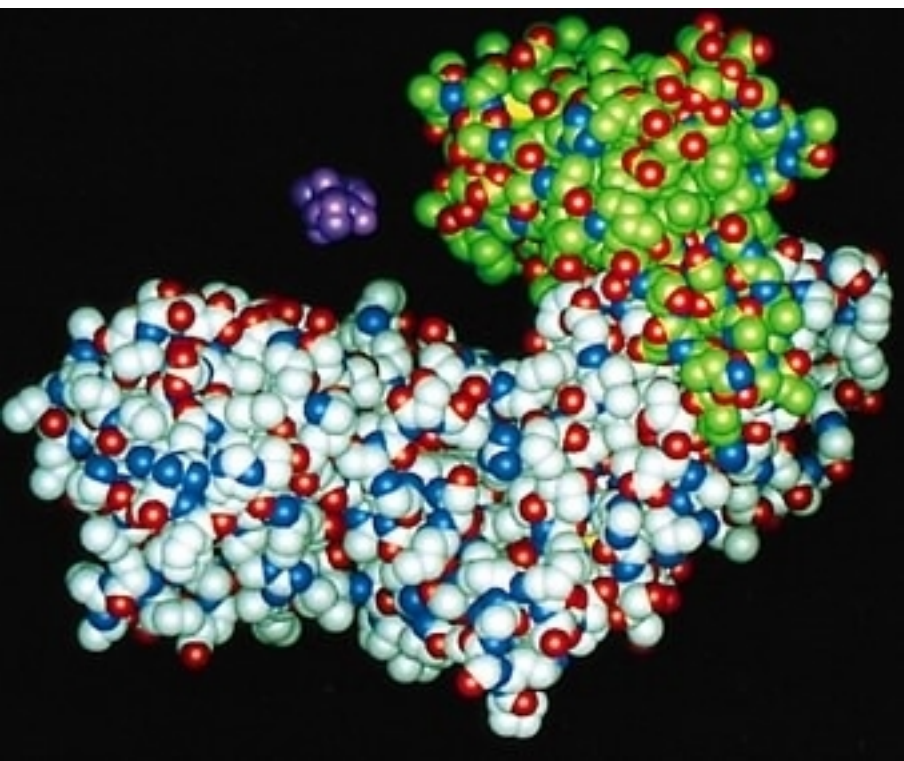


## 二. 糖酵解的过程

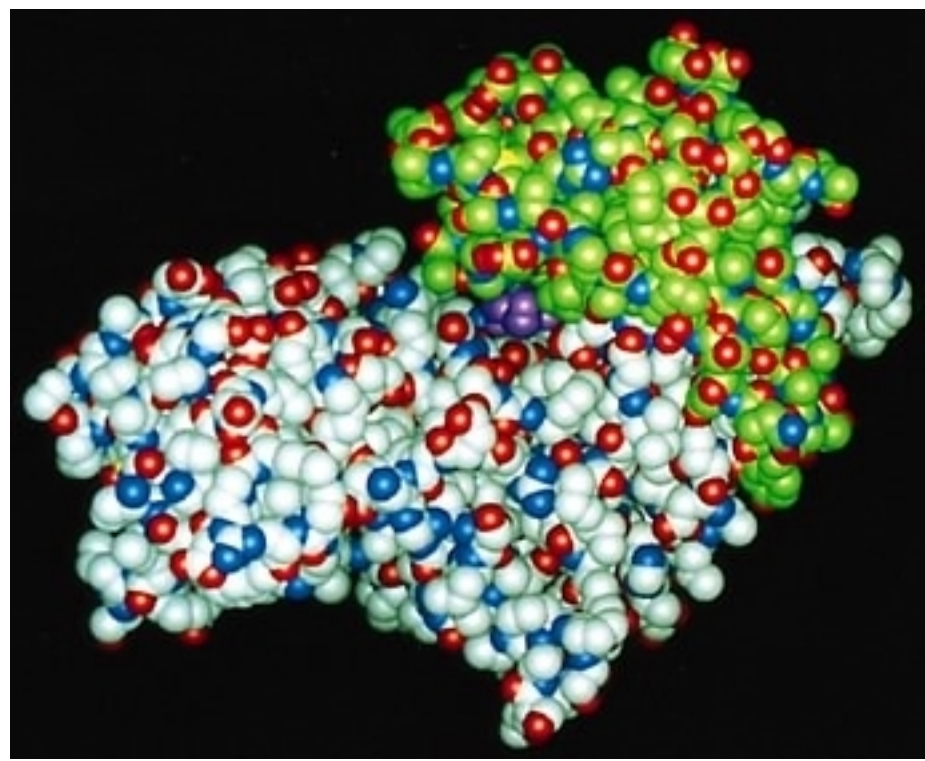


Just as a water pump must be “primed ”with water to get more water out, the glycolytic pathway is primed with ATP in the steps 1

# 葡萄糖与己糖激酶结合时的构象变化



结合前

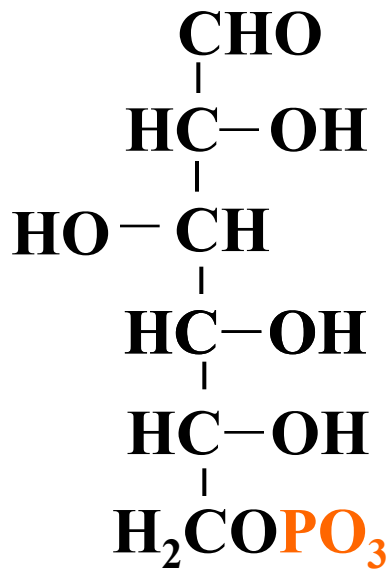


结合后

# 第一阶段

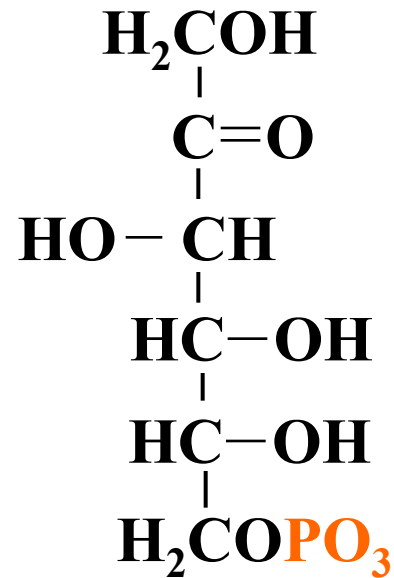
# 二. 糖酵解的过程

## 第二步：6-磷酸果糖的生成



6-磷酸葡萄糖

磷酸葡萄糖异构酶

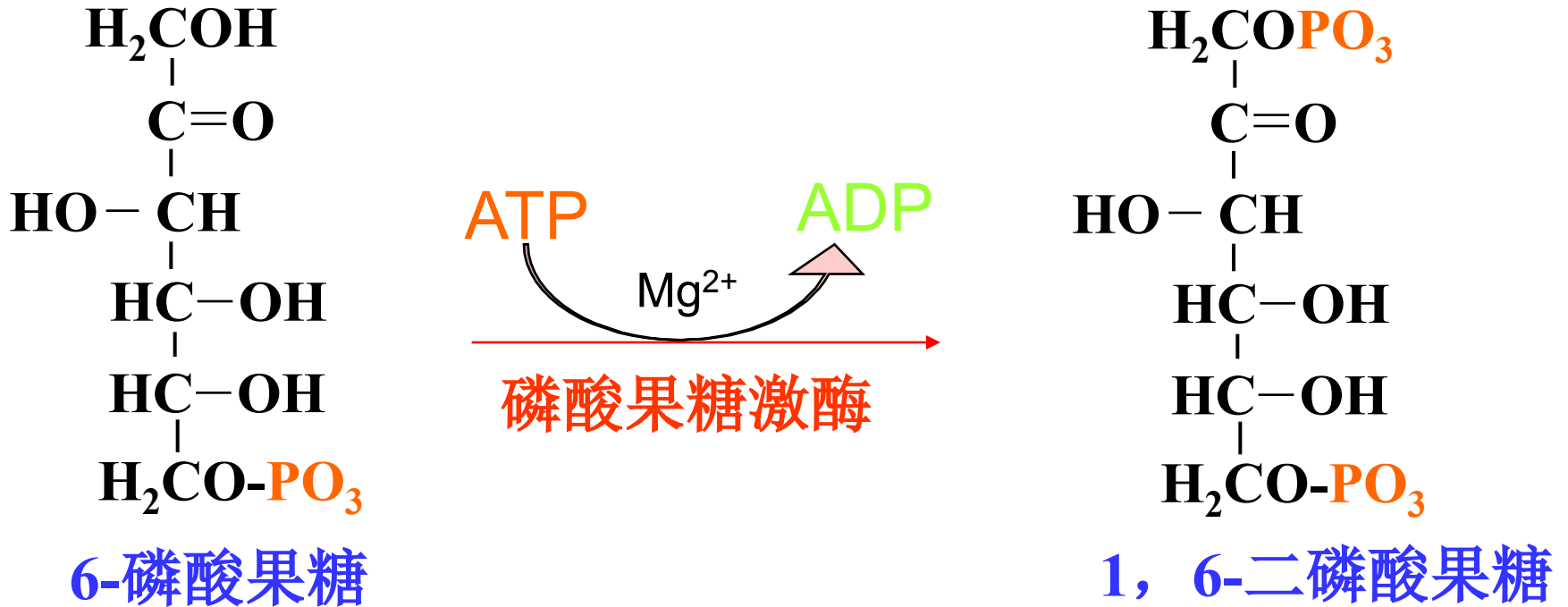


6-磷酸果糖

# 第一阶段

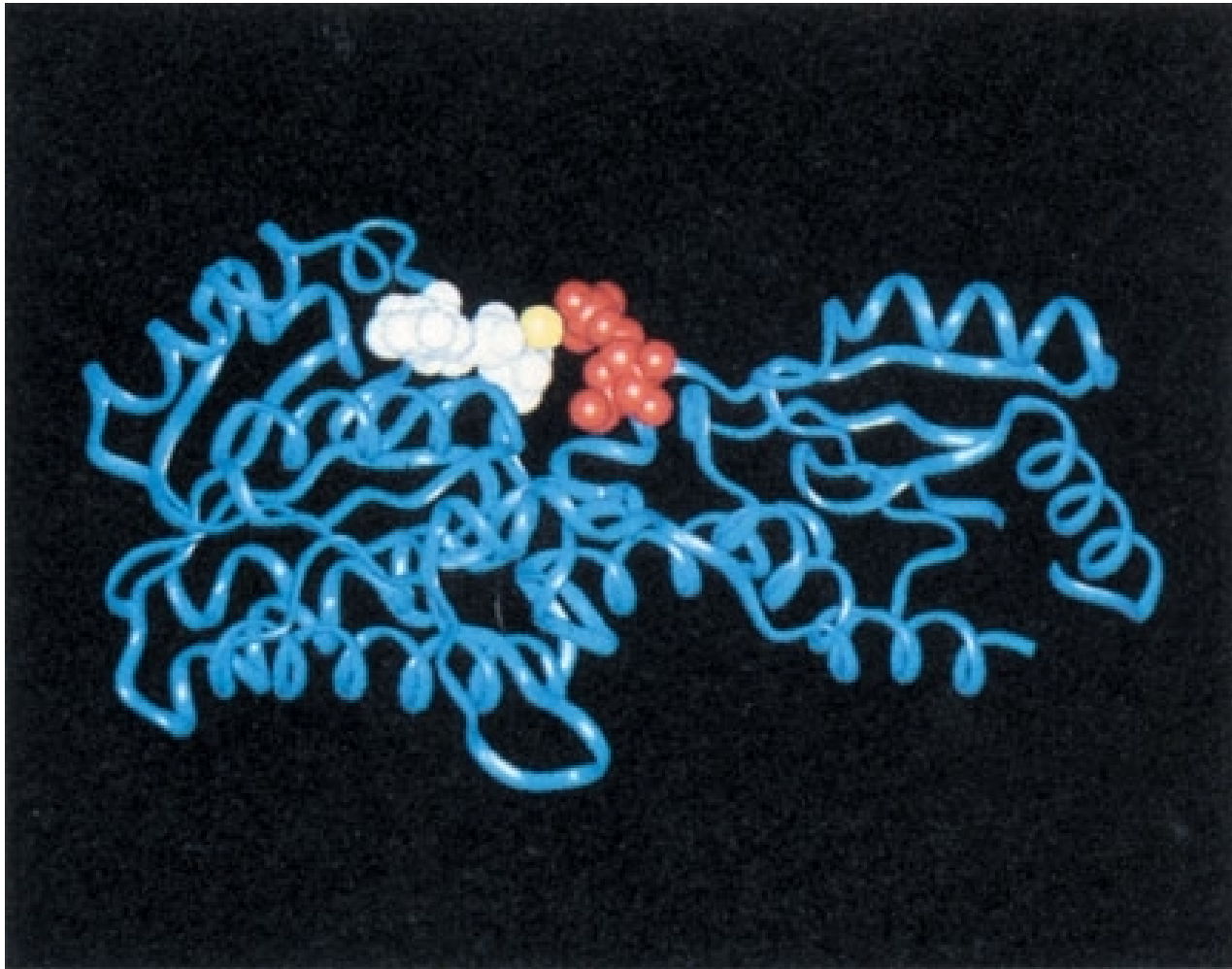
# 二. 糖酵解的过程

## 第三步：1, 6-二磷酸果糖的生成



磷酸果糖激酶(PFK)是EMP途径的**关键酶**，其活性大小控制着整个途径的进程。

## 二. 糖酵解的过程

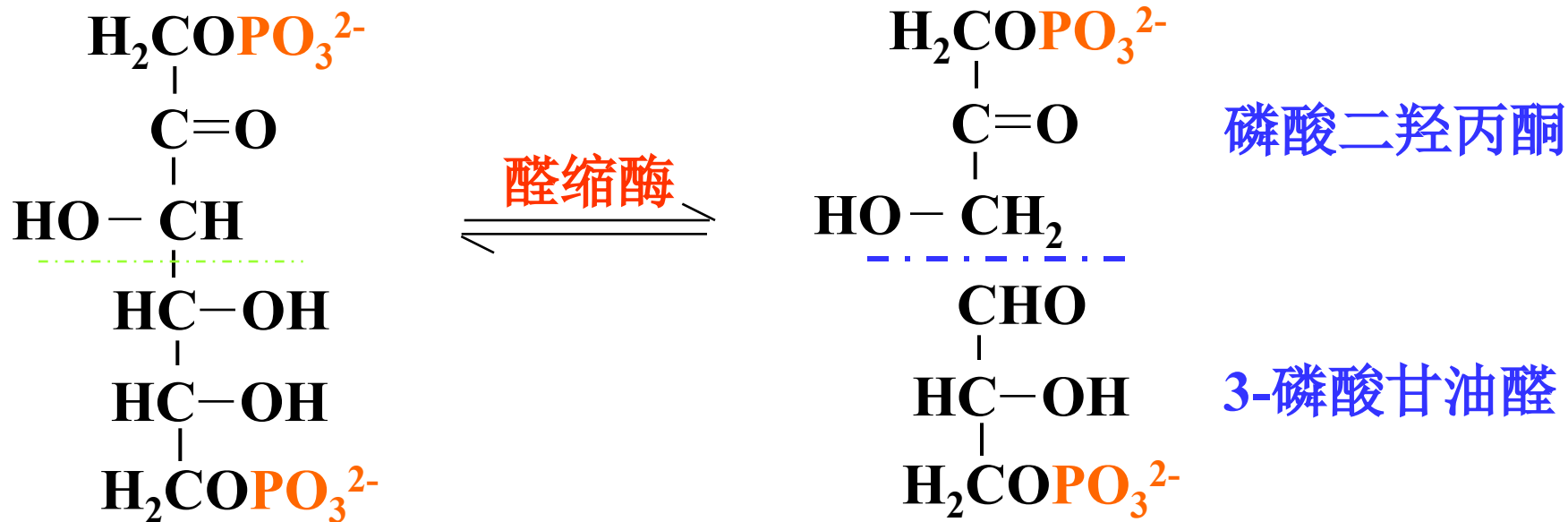


**Phosphofructokinase with ADP shown in white  
and fructose-6-P in red**

碳链不变，但两头接上了磷酸基团，为断裂作好准备。

消耗两个ATP。

第四步：1,6-二磷酸果糖的裂解



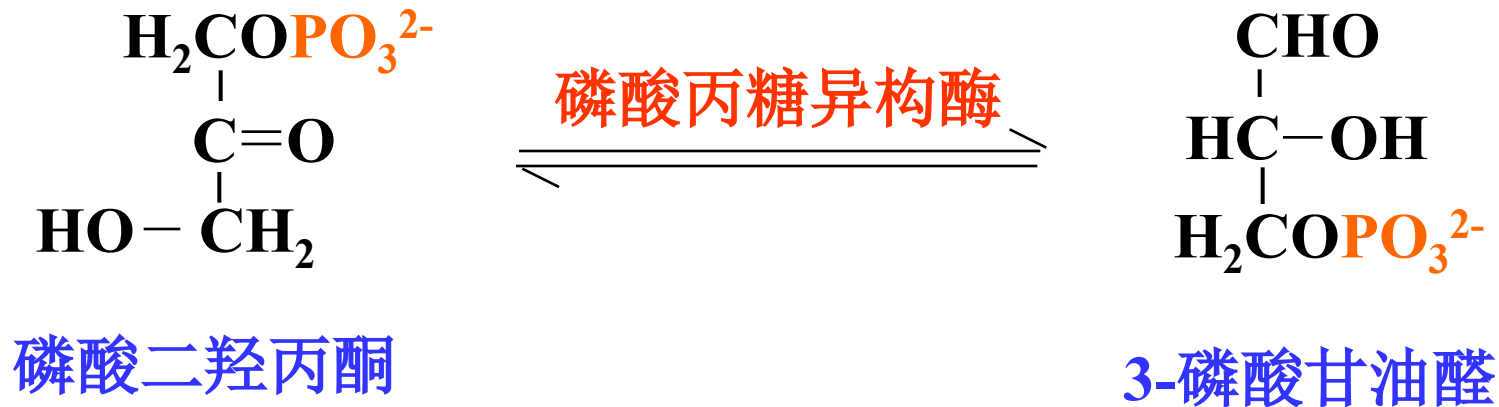
磷酸二羟丙酮

3-磷酸甘油醛

1, 6-二磷酸果糖

1个己糖分裂成2个丙糖——丙酮糖和丙醛糖，  
它们为同分异构体。

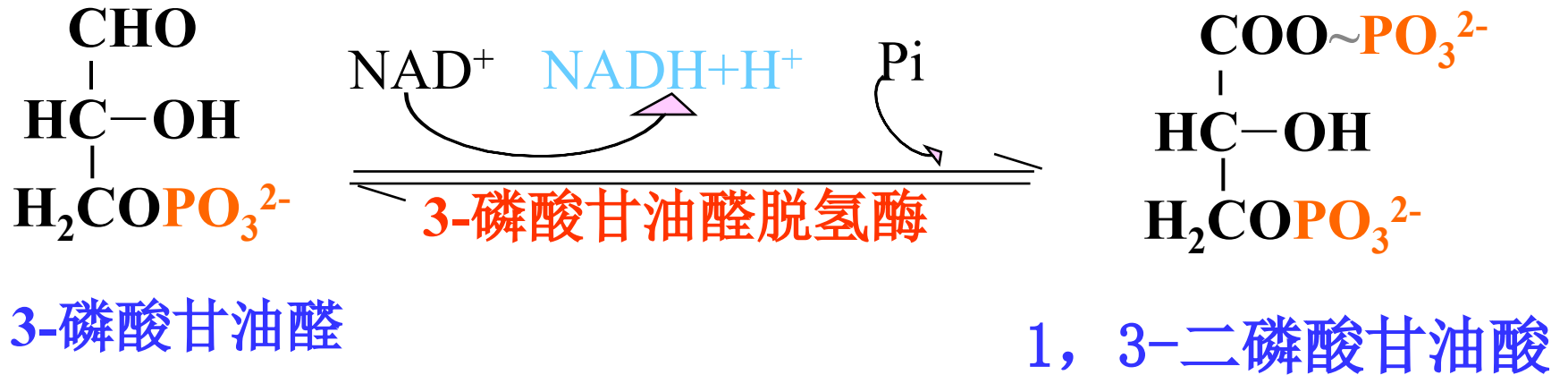
第五步：磷酸丙糖的同分异构化



1分子二磷酸己糖裂解成2分子  
3-磷酸甘油醛。



第六步：3-磷酸甘油醛氧化

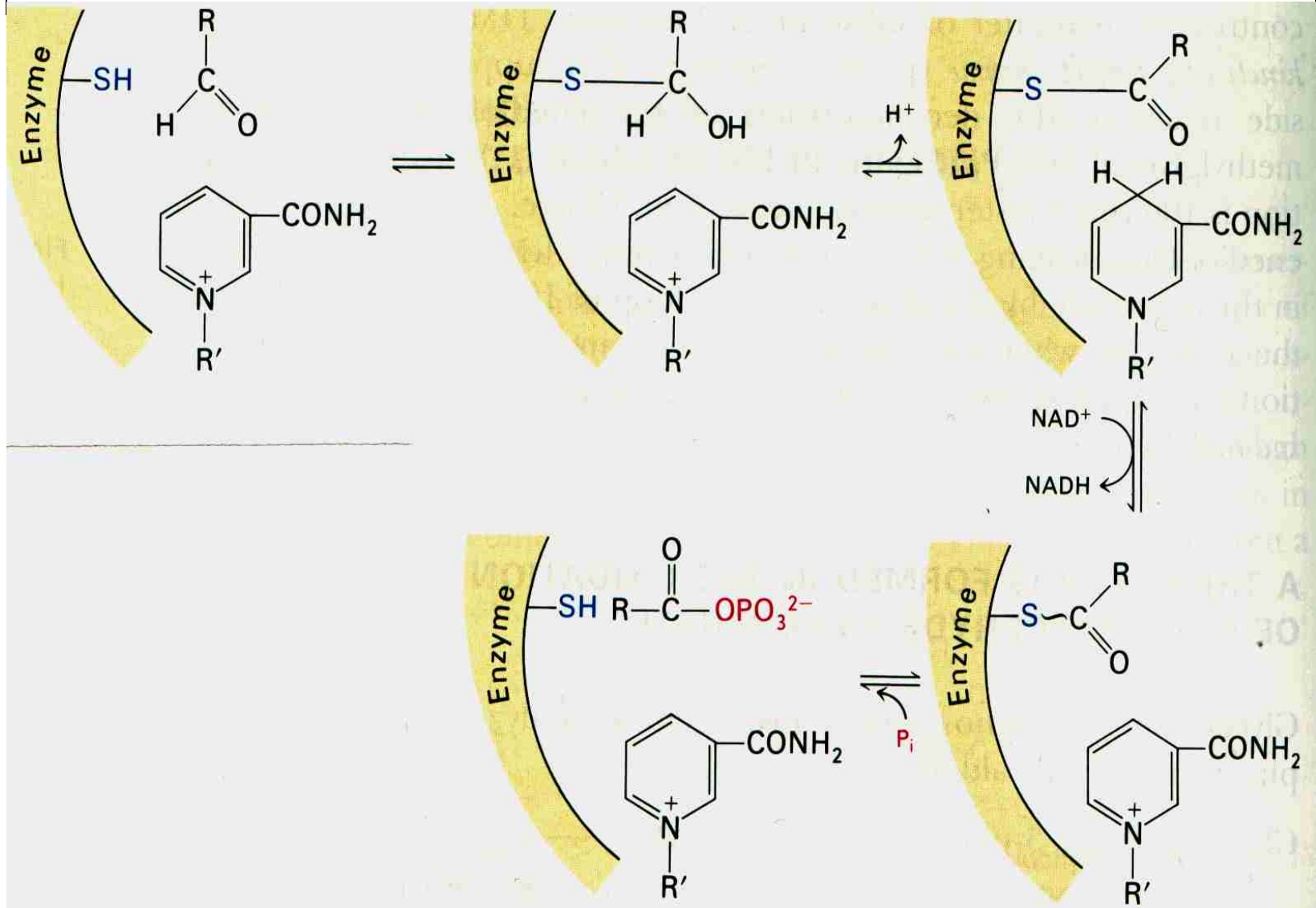


糖酵解过程中第一次产生**高能磷酸键**，并且产生了还原剂 **NADH**。

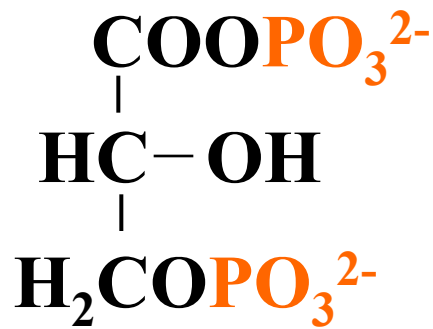
催化此反应的酶是**巯基酶**，所以它可被**碘乙酸** ( $\text{ICH}_2\text{COOH}$ )不可逆地抑制。故碘乙酸能抑制糖酵解。

砷酸盐( $\text{AsO}_4^{3-}$ )是这步反应的解偶联剂。

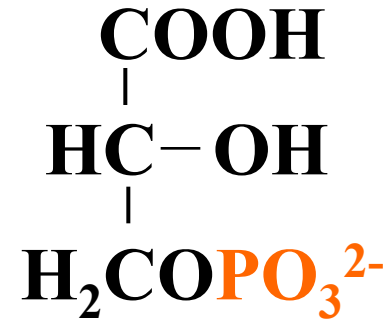
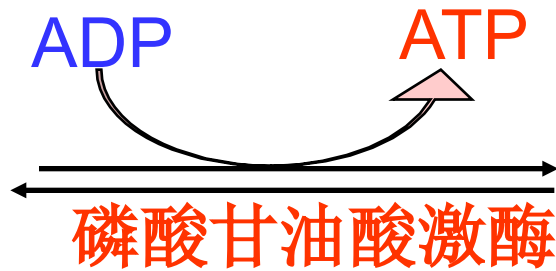
# 3-P-甘油醛脱氢酶



第七步：3-磷酸甘油酸和ATP的生成



1, 3-二磷酸甘油酸



3-磷酸甘油酸

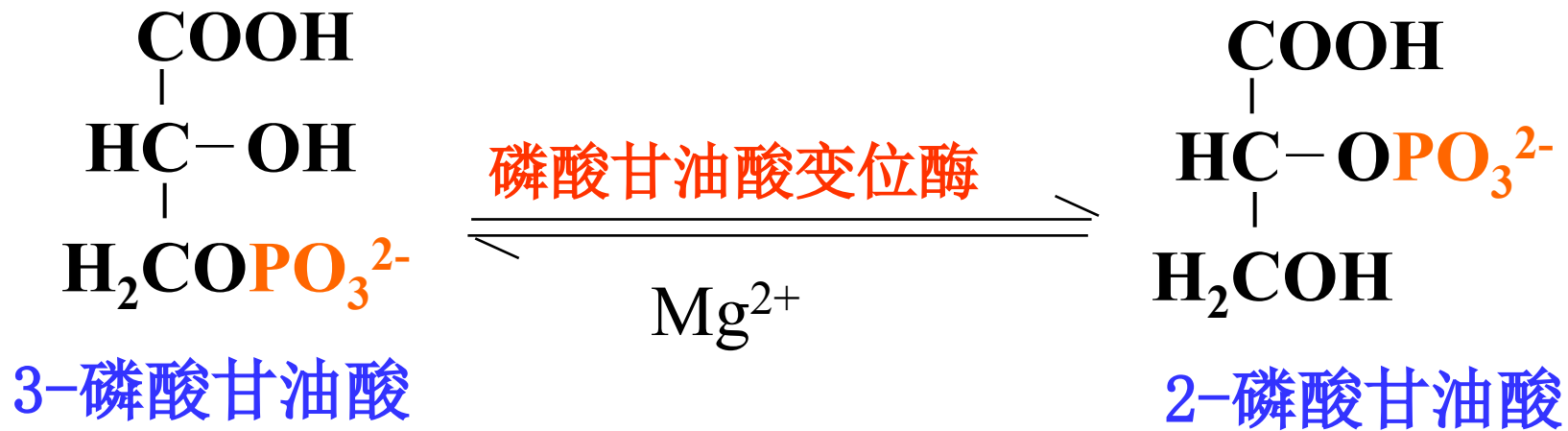
**底物水平磷酸化：** 高能化学底物使ADP磷酸化形成ATP的过程

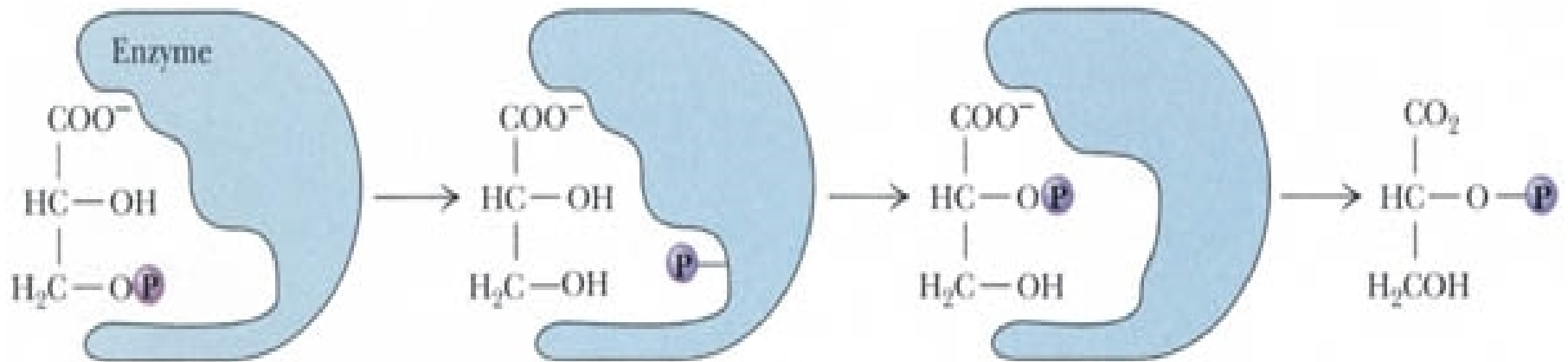
糖酵解过程中第一次产生 ATP。

## 第二阶段

## 二. 糖酵解的过程

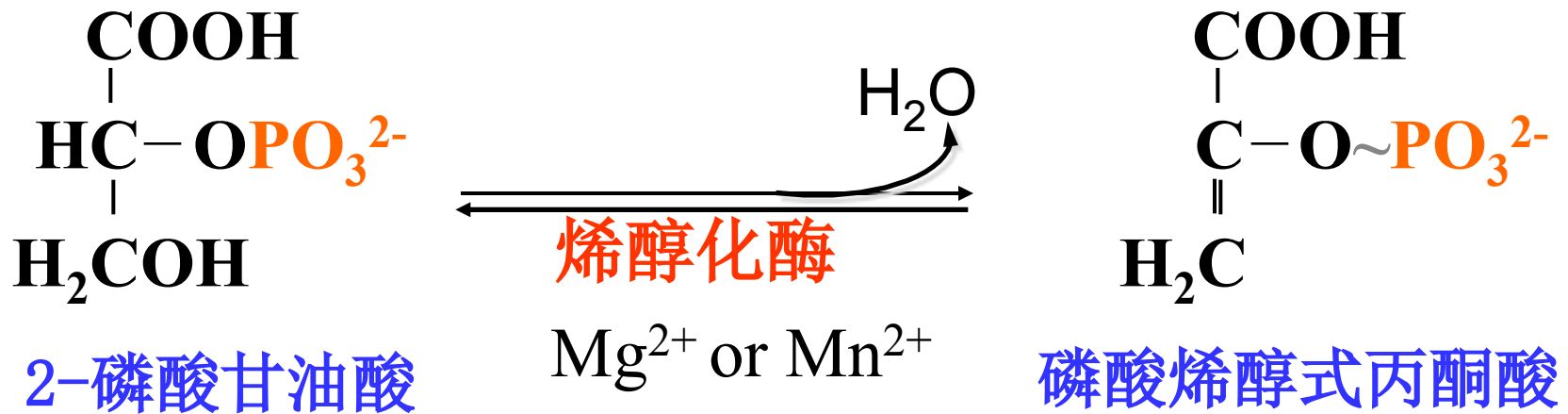
### 第八步：3-磷酸甘油酸异构





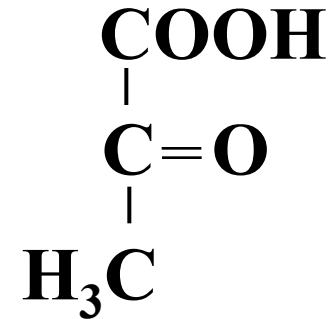
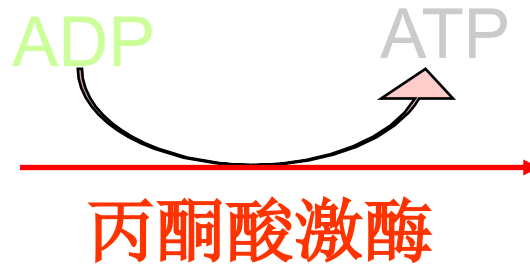
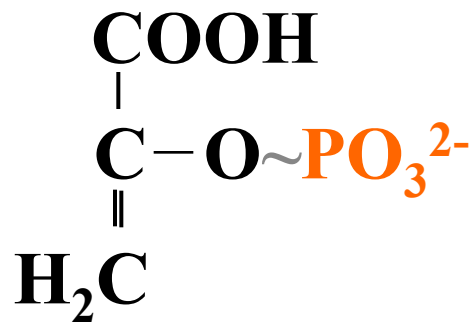
**The phosphoglycerate mutase of wheat germ catalyzes an intramolecular phosphoryl transfer**

第九步：PEP的生成



这一步其实是分子内的氧化还原，使分子中的能量重新分布，使能量集中，第二次产生了**高能磷酸键**。

第十步：丙酮酸的生成



磷酸烯醇式丙酮酸

$\text{Mg}^{2+}$  or  $\text{K}^{+}$

丙酮酸

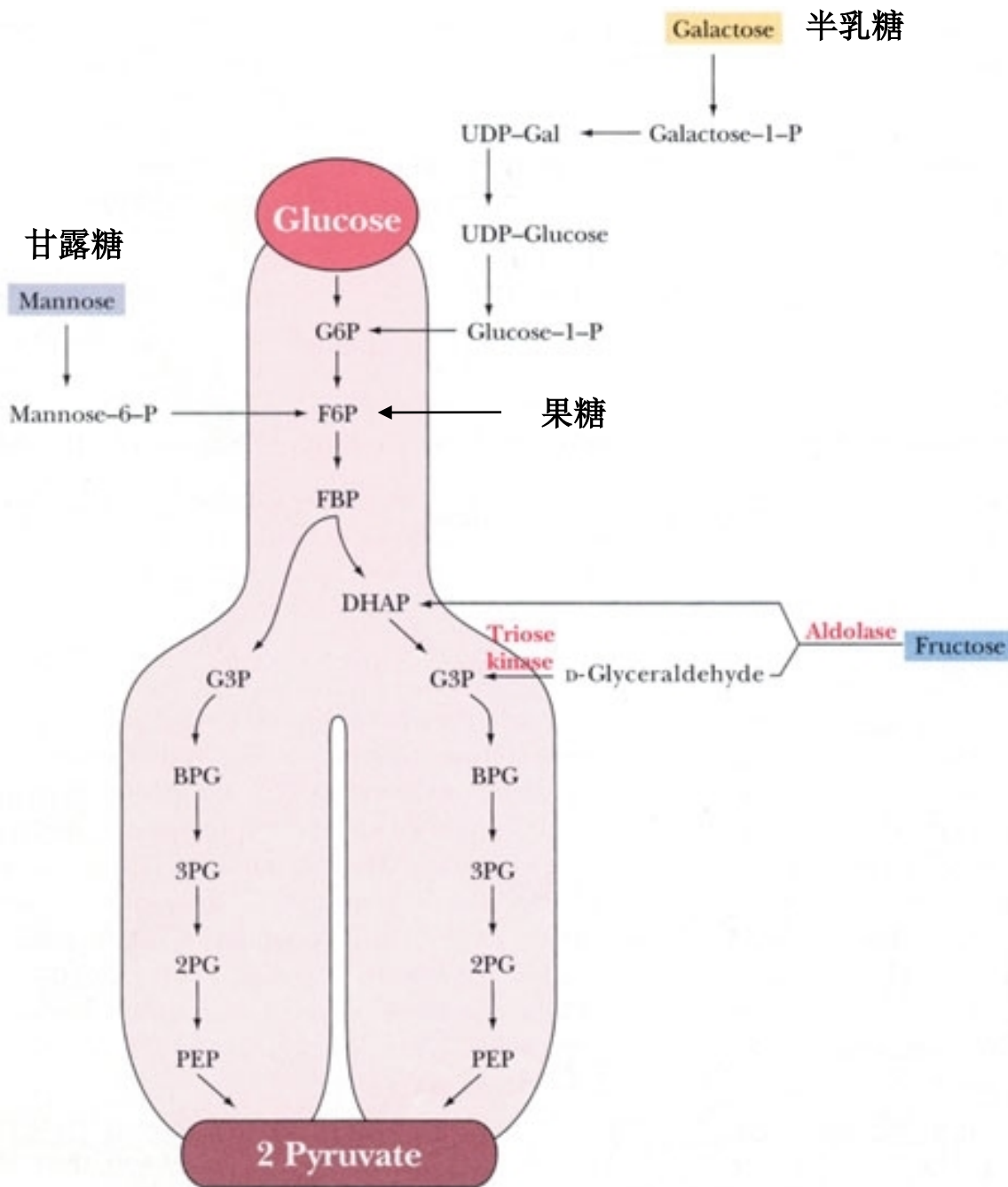
底物水平磷酸化

糖酵解过程中第二次产生 **ATP**。

## 二. 糖酵解的过程

### Summary

通过分子  
内结构的调  
整, 生成了  
枢纽物质丙  
酮酸





# 碳水化合物进入酵解途径的前奏

除葡萄糖以外，其他碳水化合物通过酵解进入分解代谢，必须首先转变为酵解途径的任一中间物。

## 最重要的几种糖类化合物

1. 贮存多糖（淀粉和糖原）、
2. 二糖（麦芽糖、乳糖、蔗糖、海藻糖）
3. 单糖（果糖、甘露糖、半乳糖）。

糖原和淀粉通过相应的磷酸化酶、  
磷酸葡萄糖变位酶生成G-6-P进入酵解  
其他单糖可形成多个分支点的中间  
物进入酵解。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/836025132050010211>