

生物化学(下)

王炳武

生命科学与技术学院

北京化工大学
王炳武

第八章 代谢总论

北京化工大学
王炳武

本章内容

生物体的新陈代谢

生物能学

● 生物氧化

北京化工大学
王炳武

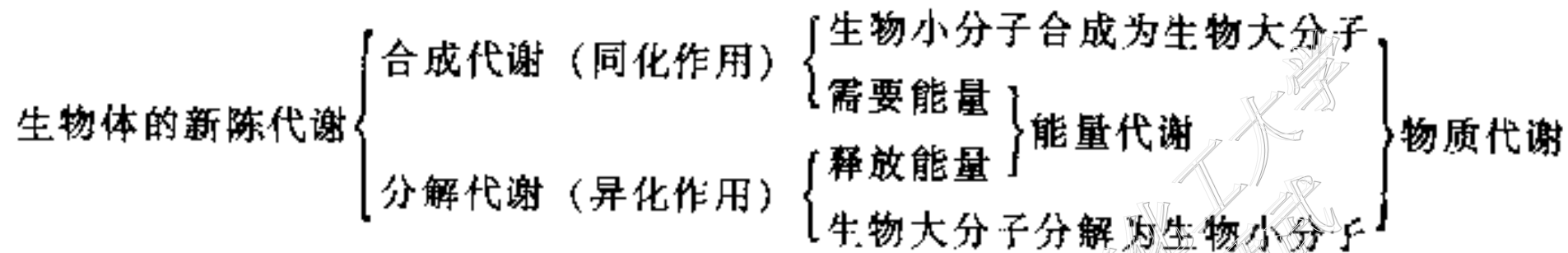
第一节

生物体的新陈代谢

北京化工大学
王炳武

新陈代谢的概念

- * 新陈代谢metabolism
 - * 合成代谢anabolism与分解代谢catabolism
 - * 物质代谢与能量代谢



新陈代谢的场所

物质种类	合成代谢方式	反应场所	分解代谢方式	反应场所
糖类	光合作用	叶绿体	糖酵解	胞浆
	糖原合成	胞浆	三羧酸循环	线粒体
	糖异生	胞浆	磷酸戊糖途径	胞浆
			乙醛酸循环	微体
脂类	脂肪酸合成	胞浆	脂肪酸 β 氧化	胞浆（活化）、 线粒体
蛋白质	膜蛋白和分泌蛋白	核糖体（粗面内质网上的）	氨基酸分解	线粒体
	细胞内含有的蛋白质	核糖体（游离在细胞质中的）	尿素循环	肝细胞线粒体、 胞浆
核酸	嘌呤、嘧啶合成	肝脏的胞浆为主	嘌呤、嘧啶分解	胞浆
	复制、转录	细胞核、线粒体、叶绿体	核酸的降解	胞浆

新陈代谢的特点

- * 辅酶与辅基的参与

- * 一种辅酶或者辅基可以与多种酶蛋白结合；
- * 酶蛋白决定酶的专一性；

- * 复杂的代谢途径中存在着一些关键步骤

- * 限速步骤

北京化工大学
王炳武

新陈代谢的研究方法

- * 体外实验
 - * 三羧酸循环
- * 体内实验
 - * 脂肪酸的 β 氧化
- * 同位素示踪法
- * 代谢途径阻断法

北京化工大学
王炳武

第二节 生物能学

北京化工大学
王炳武

* 一、生物体内的能量

- * 自由能、熵、焓

* 二、生物能与生物化学反应的关系

- * 放能反应、吸能反应

- * 氧化还原电势

北京化工大学
王炳武

三、能量代谢与高能化合物

- * 1941年Lipman提出高能化合物的概念，用“~”表示其中的高能键。
- * 在生化反应中，可以通过水解反应或者基团转移反应释放出大量自由能($>20.9\text{kJ/mol}$)的物质
 - * 最常见的高能化合物是高能磷酸化合物
 - * 如果高能化合物释放的能量 $>30.5\text{kJ/mol}$ ，就可使ADP生成ATP

北京化工大学
王炳武

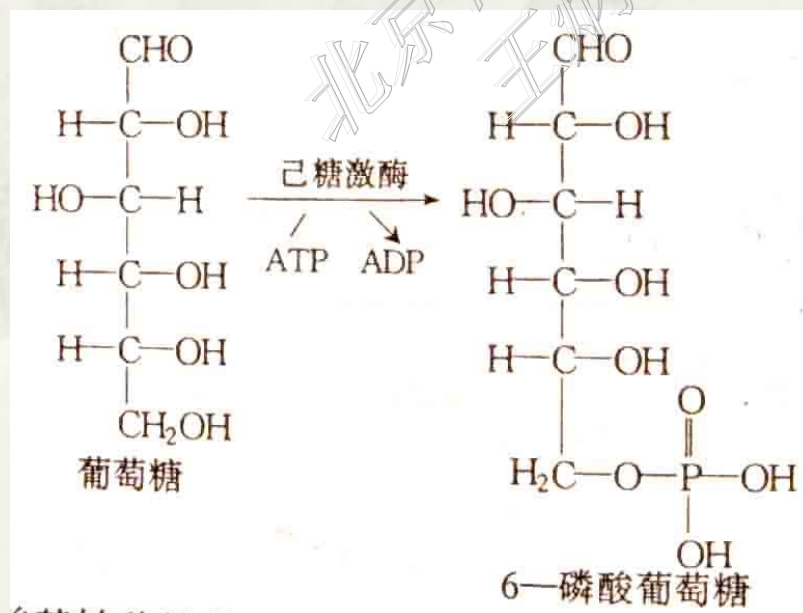
1、ATP：能量代谢的中心物质

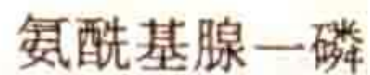
- * 1929 德国生物化学家费斯克 (C.H.Fiske)、萨巴罗 (Y.SubbaRow) 和罗曼 (K.Lohmann)，分别独立地从肌肉提取液中分离出ATP，罗曼后来又阐明了ATP的化学结构。

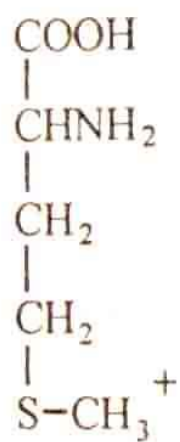
- * UTP用于多糖合成
- * CTP用于磷脂合成
- * GTP用于蛋白质合成
- * 安静状态的成年人每天消耗40kgATP；激烈运动时每分钟可消耗0.5kgATP。
- * 一般情况下，ATP在形成后一分钟内就会被利用，故严格说来ATP不是能量的贮存形式，而是传递能量的物质。

2、ATP的释能方式

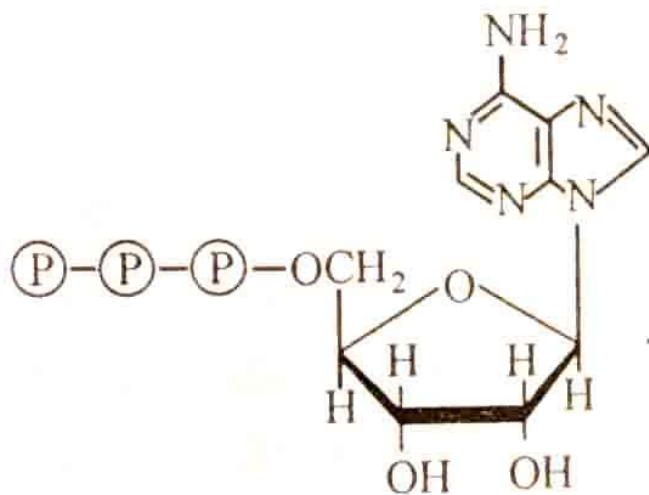
- * 转移磷酸基团
- * 转移焦磷酸基团
- * 转移AMP基团
- * 转移腺苷基团



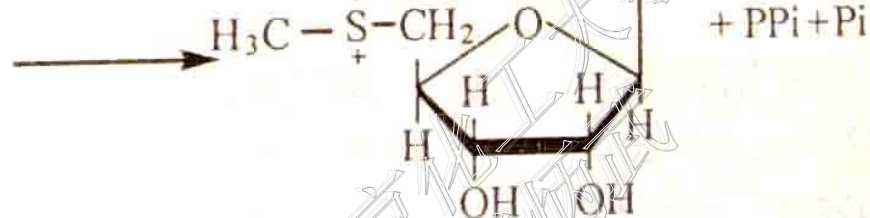




蛋氨酸



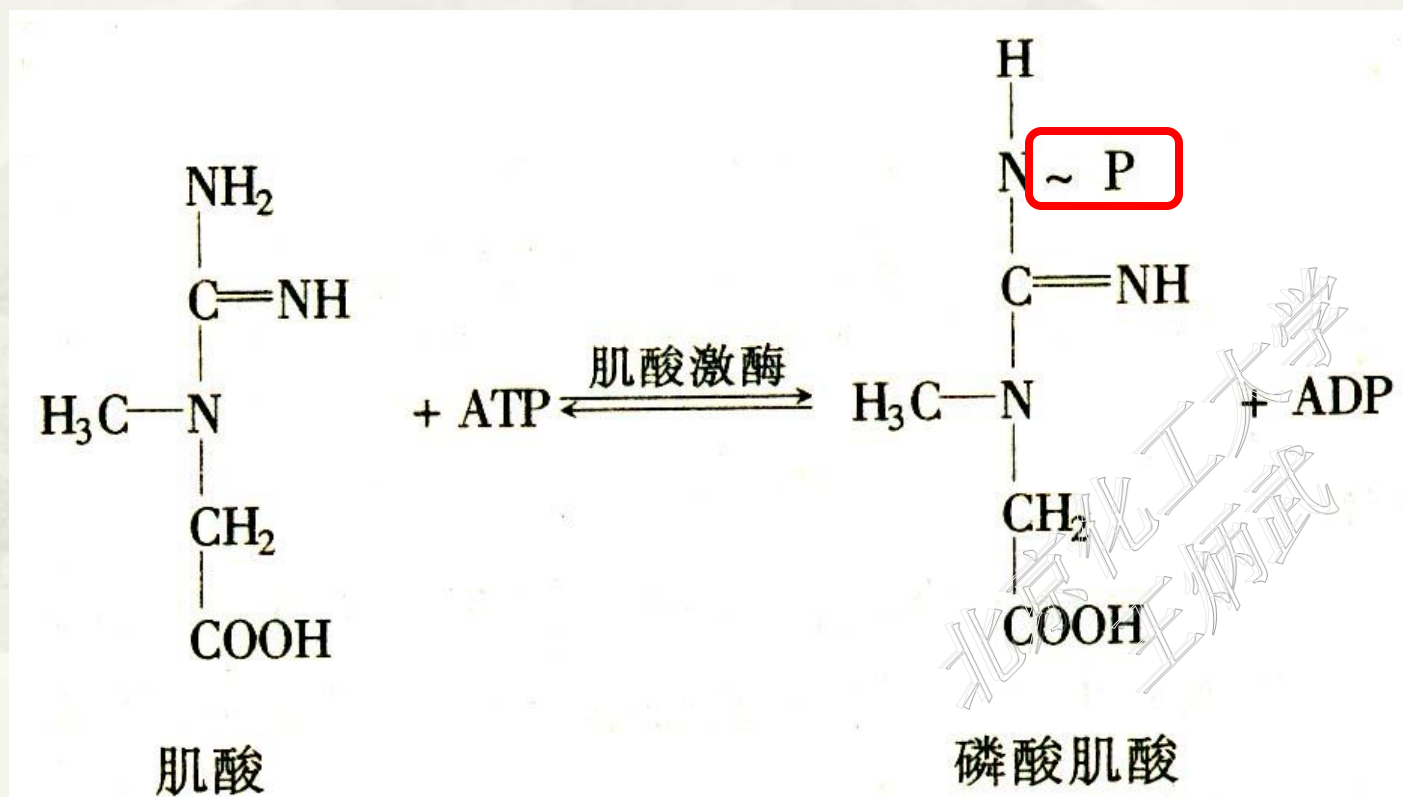
ATP



S-腺苷蛋氨酸

3、能量的贮存形式：磷酸肌酸

* 脊椎动物



第三节 生物氧化

北京化工大学
王炳武

什么是生物氧化？

- * 生物体氧化分解有机物、释放能量以及排出代谢终产物的过程
- * 又称为组织呼吸或细胞呼吸
 - * 消耗氧，生成二氧化碳和水
 - * 释放能量

北京化工大学
王炳武

一、生物氧化的类型

- * 本质是电子的转移

- * 生物氧化的四种形式

- * 直接进行电子转移

- * 氢原子的转移

- * 直接加氧

- * 加水脱氢

北京化工大学
王炳武

生物氧化的特点

- * 体外燃烧

- * 干燥、高温
- * 瞬间释放
- * 光、热

- * 生物氧化

- * 在细胞内（体温、中性、水环境）进行
- * 能量**逐步释放**，释放的能量贮存在高能化合物中
- * 真核生物在**线粒体**、原核生物在细胞膜上进行

二、生物氧化的研究内容

- * 细胞如何将物质分子中的**碳**氧化为二氧化碳？
- * 细胞如何将物质分子中的**氢**氧化为水？
- * 细胞如何贮存和利用氧化时产生的**能量**？

北京化工大学
王炳武

1、二氧化碳的生成

- * 有机酸的脱羧作用

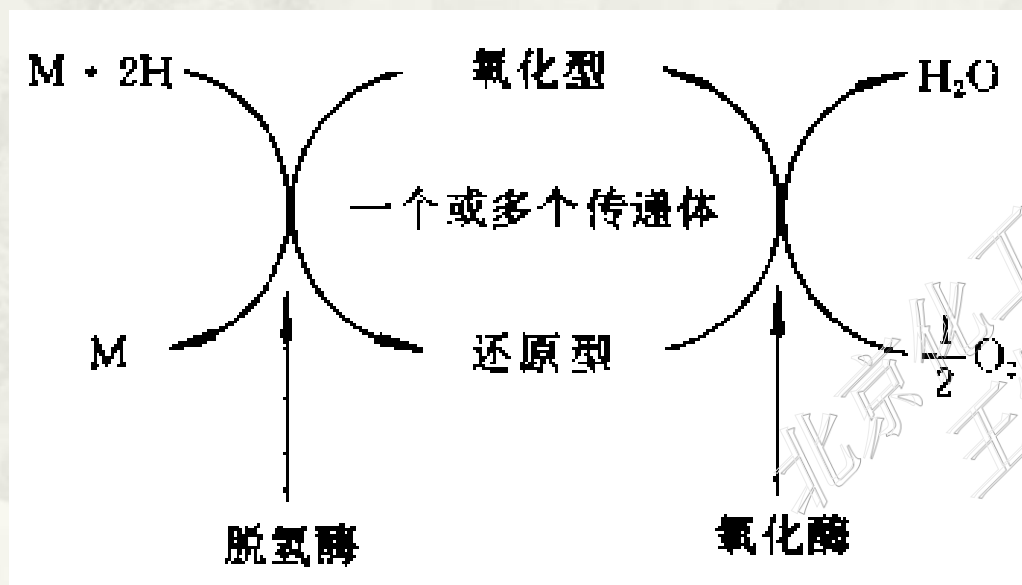
- * α -脱羧、 β -脱羧

- * 直接脱羧、氧化脱羧

北京化工大学
王炳武

2、水的生成

- * 代谢物脱下的氢和吸入的氧结合
- * 脱氢酶、传递体和氧化酶构成生物氧化体系
 - * 如果最终受氢体为氧则称为呼吸链



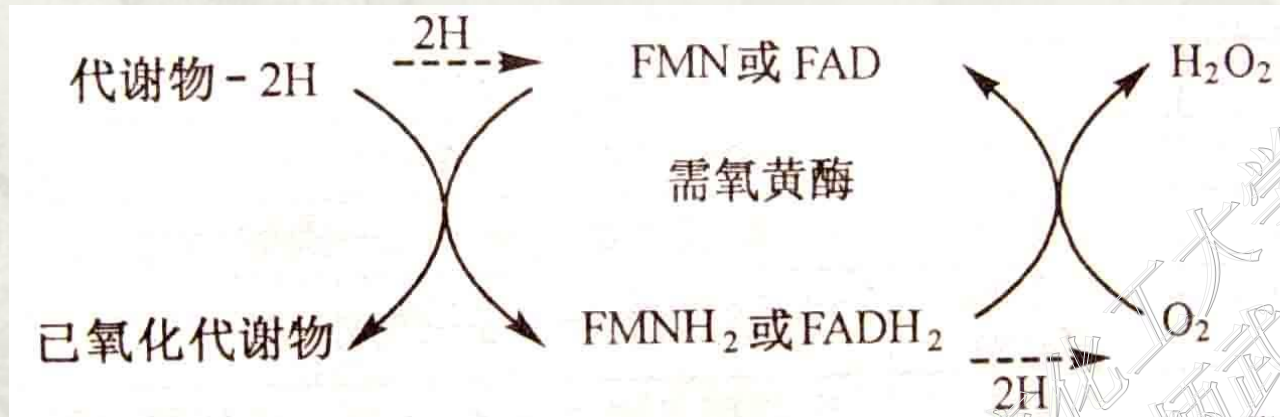
1) 脱氢酶

- * 以烟酰胺核苷酸为**辅酶**的脱氢酶
- * 以核黄素为**辅基**的脱氢酶（黄素酶）
 - * 需氧黄酶
 - * 不需氧黄酶

北京化工大学
王炳武

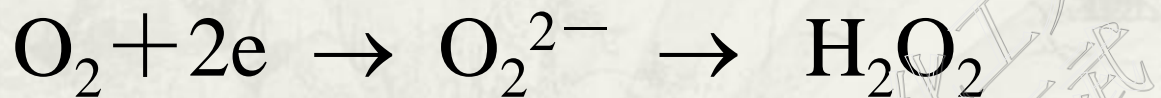
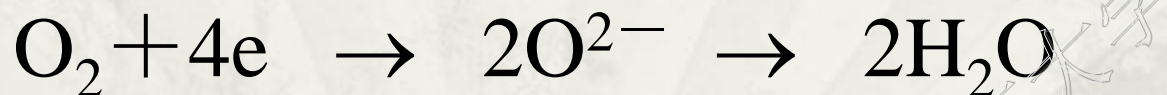
需氧黄酶

- * 氧作为直接受氢体，生成过氧化氢
- * 不产生ATP



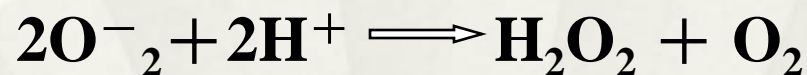
补充：过氧化氢与SOD

在生物氧化过程中，呼吸链末端每分子氧必须接受4个电子才能完全还原，并与 H^+ 结合生成水，如果电子供给不足，则生成过氧化基团 O_2^{2-} 或超氧根离子。

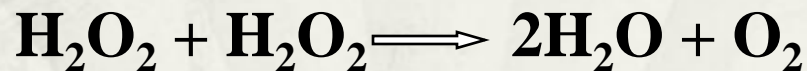


过氧化氢及超氧根离子的消除

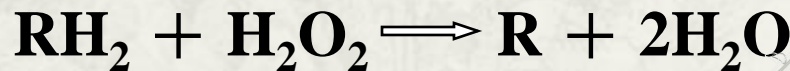
* 超氧化物歧化酶 (SOD)



* 过氧化氢酶



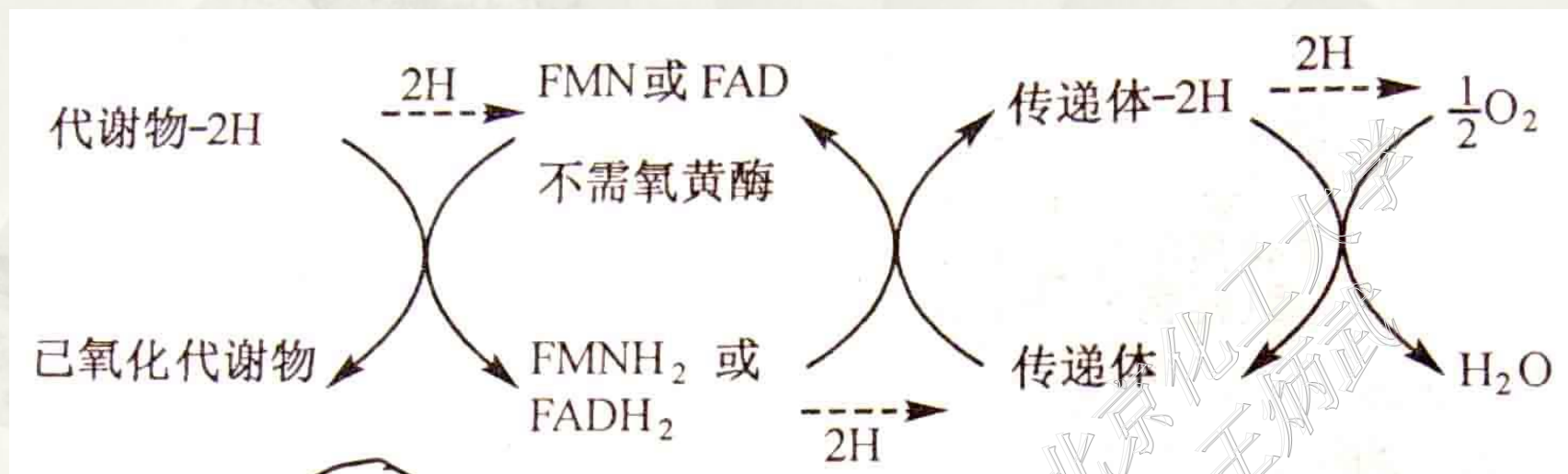
* 过氧化物酶



北京化工大学
王炳武

不需氧黄酶

- * 氢首先传给传递体，最后传给氧生成水
- * 生成ATP

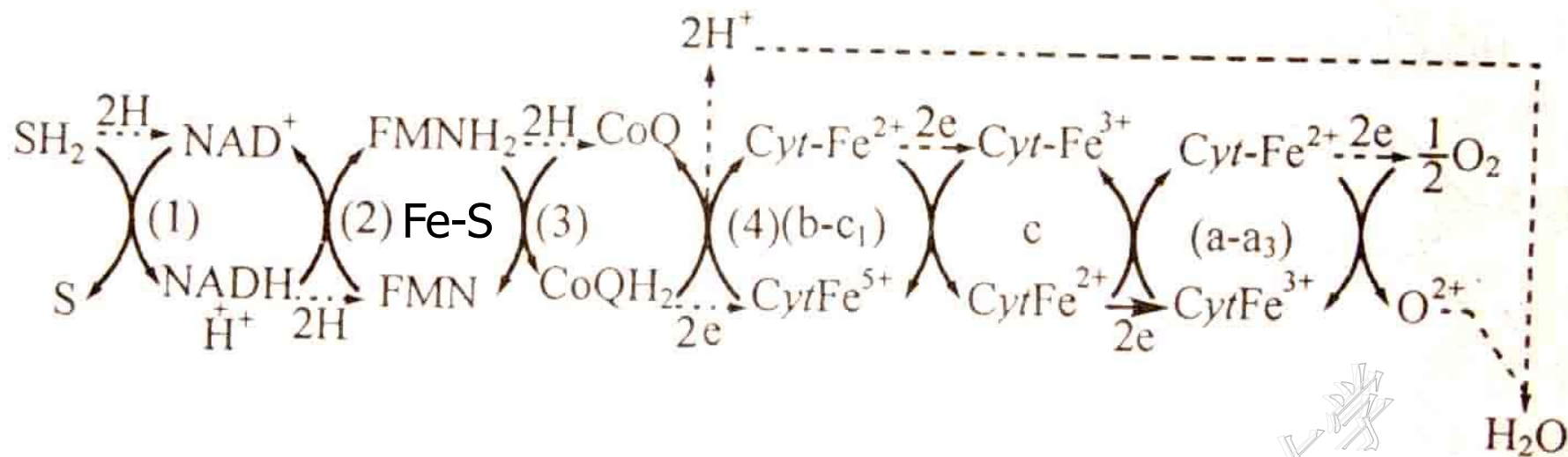


2) 呼吸链

- * 代谢物上的氢原子被脱氢酶激活脱落后，经过一系列的传递体，最后传递给被激活的氧原子生成水，参与这一过程的体系称为呼吸链，也称电子传递体系
 - * NADH氧化呼吸链
 - * 琥珀酸氧化呼吸链（FAD氧化呼吸链）

北京化工大学
王炳武

NADH氧化呼吸链



* 递氢体

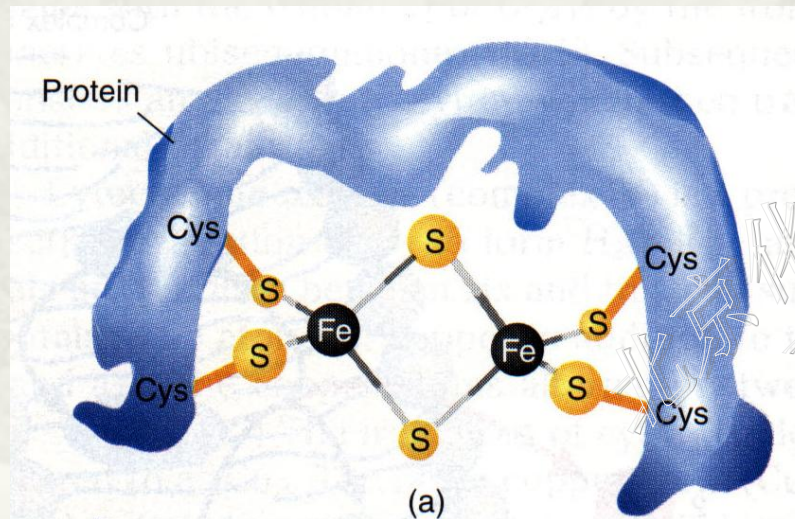
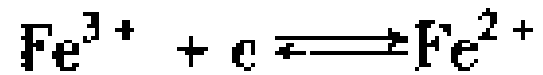
* 辅酶Q

* 递电子体

* 细胞色素

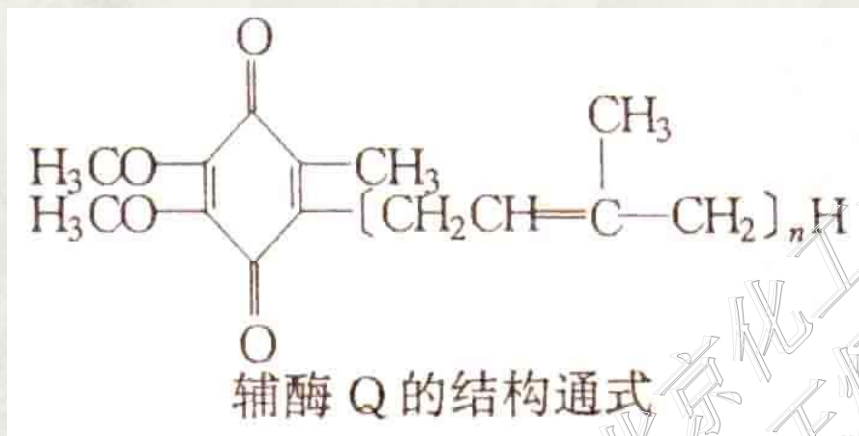
①铁硫蛋白

* 借助铁的变价进行电子传递



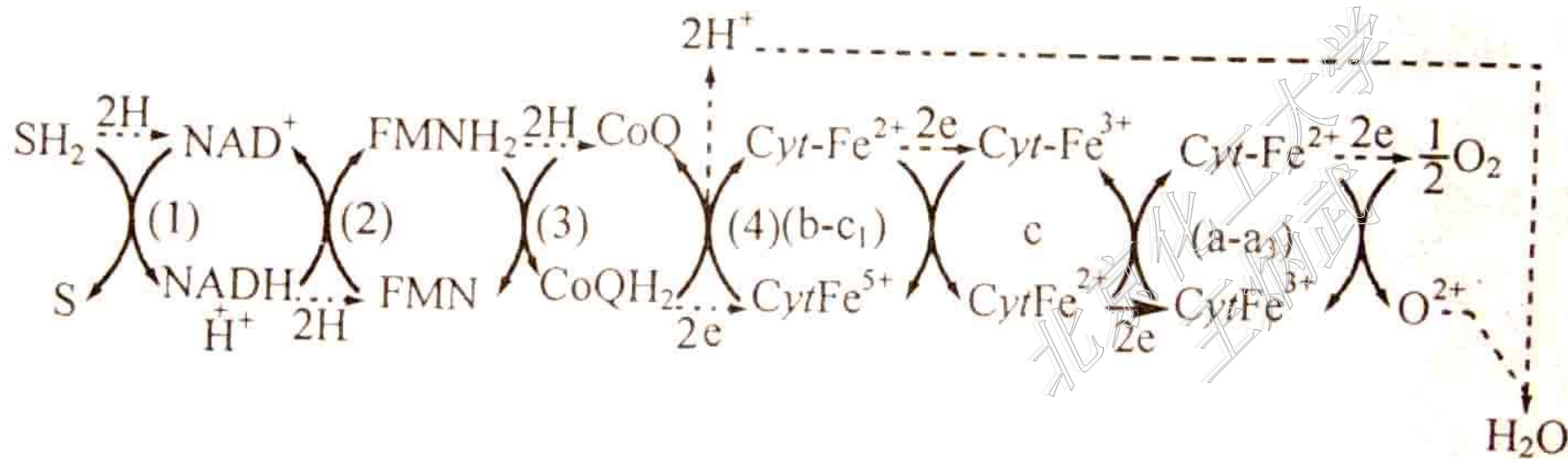
②辅酶Q (CoQ)

- * 脂溶性醌类，又称泛醌 (UQ)
- * 异戊二烯基

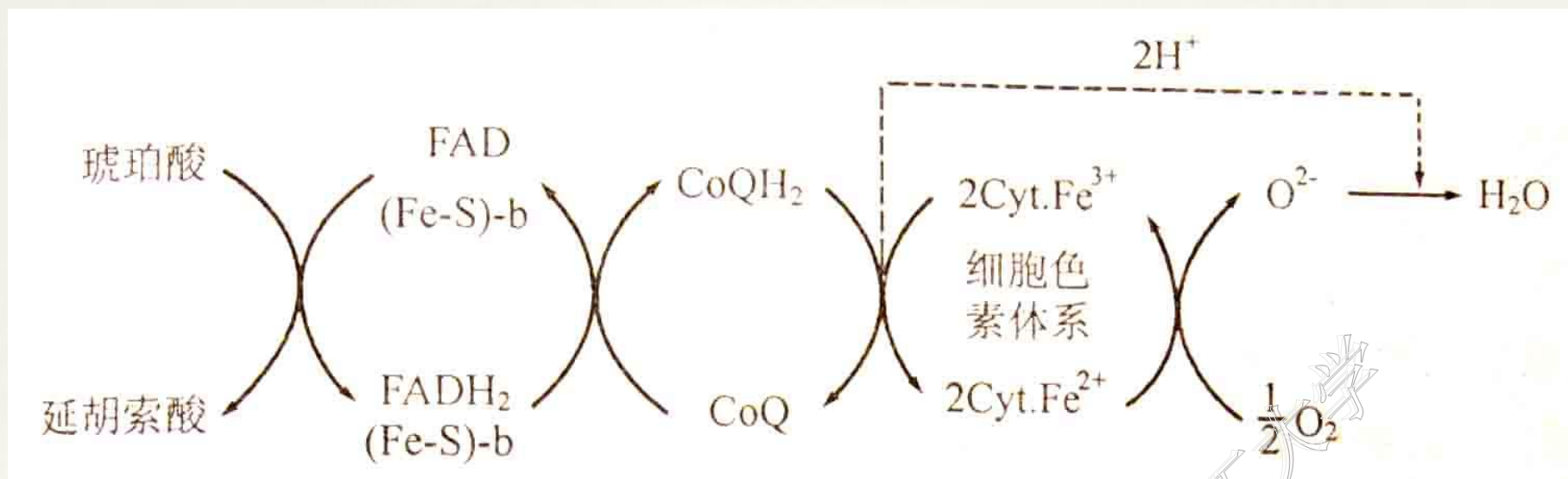


③ 细胞色素 a_3

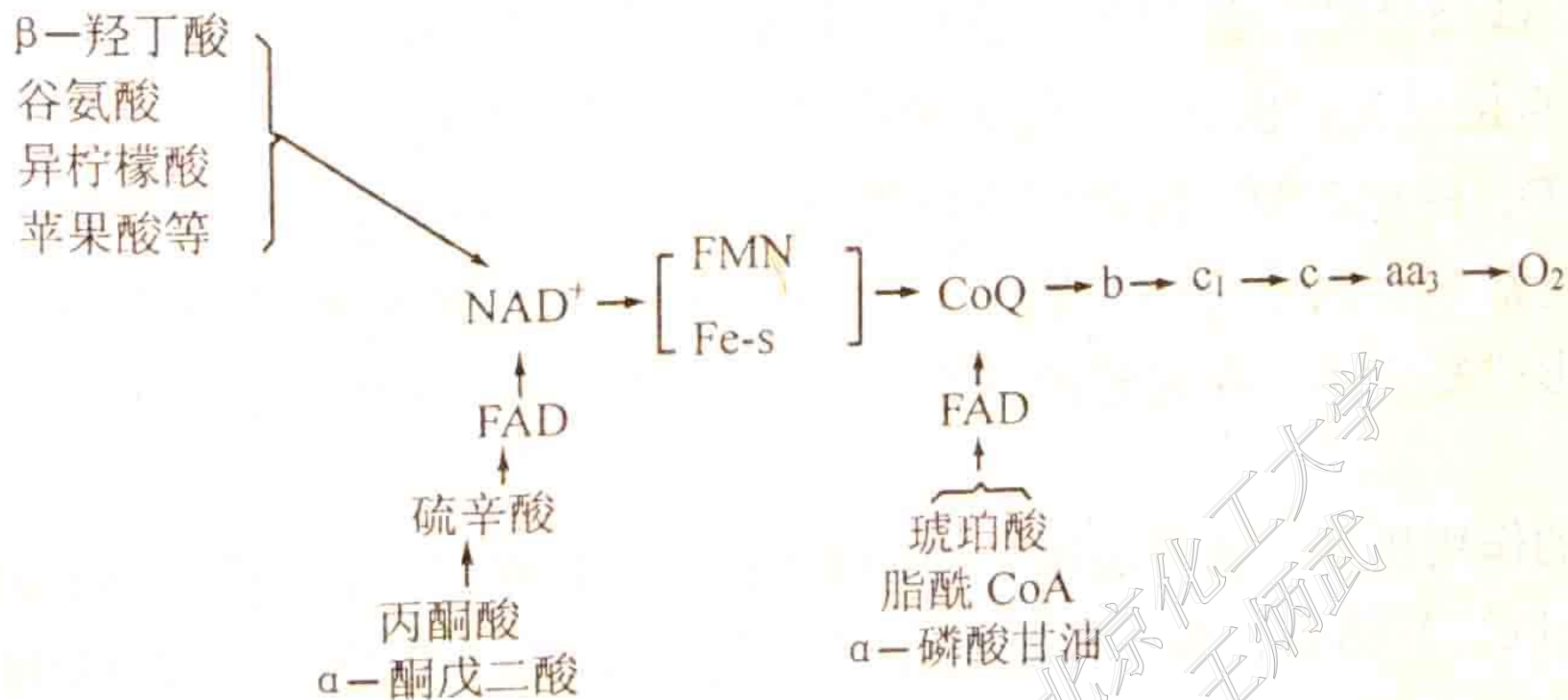
- * 又称细胞色素氧化酶
- * 不是传递体
- * 与细胞色素 a 紧密结合，难于分开



琥珀酸氧化呼吸链



常见底物的氧化呼吸链



判断题

- * 生物氧化只有在氧气存在的情况下才能进行。
- * 辅酶Q是递氢体，而细胞色素c则为递电子体。

北京化工大学
王炳武

填空题

* SOD是_____酶，它的生理功能是_____。

北京化工大学
王炳武

选择题

* 下列哪种物质不是呼吸链的组成成分 ()

* A NADH

* B NADPH

* C FADH_2

* D FMNH_2

北京化工大学
王炳武

选择题

- * 呼吸链电子传递体中，有一成分是脂质，它是（ ）
- * A、 NAD^+
- * B、FMN
- * C、Fe-S
- * D、CoQ
- * E、Cyt

北京化工大学
王炳武

四、氧化磷酸化

- * 代谢物的氧化（脱氢）作用与ADP的磷酸化作用相偶联而生成ATP的过程
- * 底物水平氧化磷酸化
- * 呼吸链氧化磷酸化

北京化工大学
王炳武

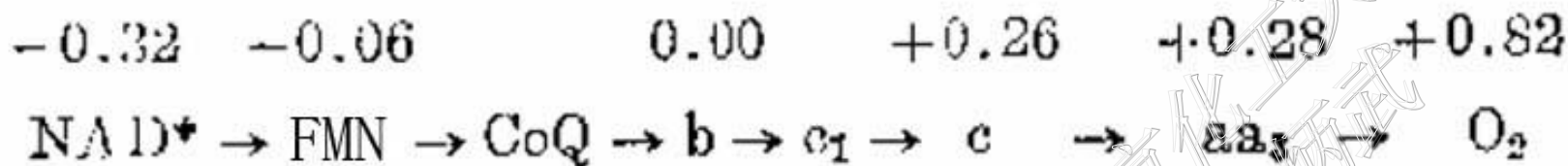
1、底物水平氧化磷酸化

- * 脱氢后的产物分子内能量重新分布形成高能磷酸化合物（**氧化**），随后将能量转移到ADP上生成ATP（**磷酸化**）
- * 底物水平磷酸化与是否有氧的存在无关
 - * 糖分解代谢中的甘油醛-3-磷酸转变为3-磷酸甘油酸

北京化工大学
王炳武

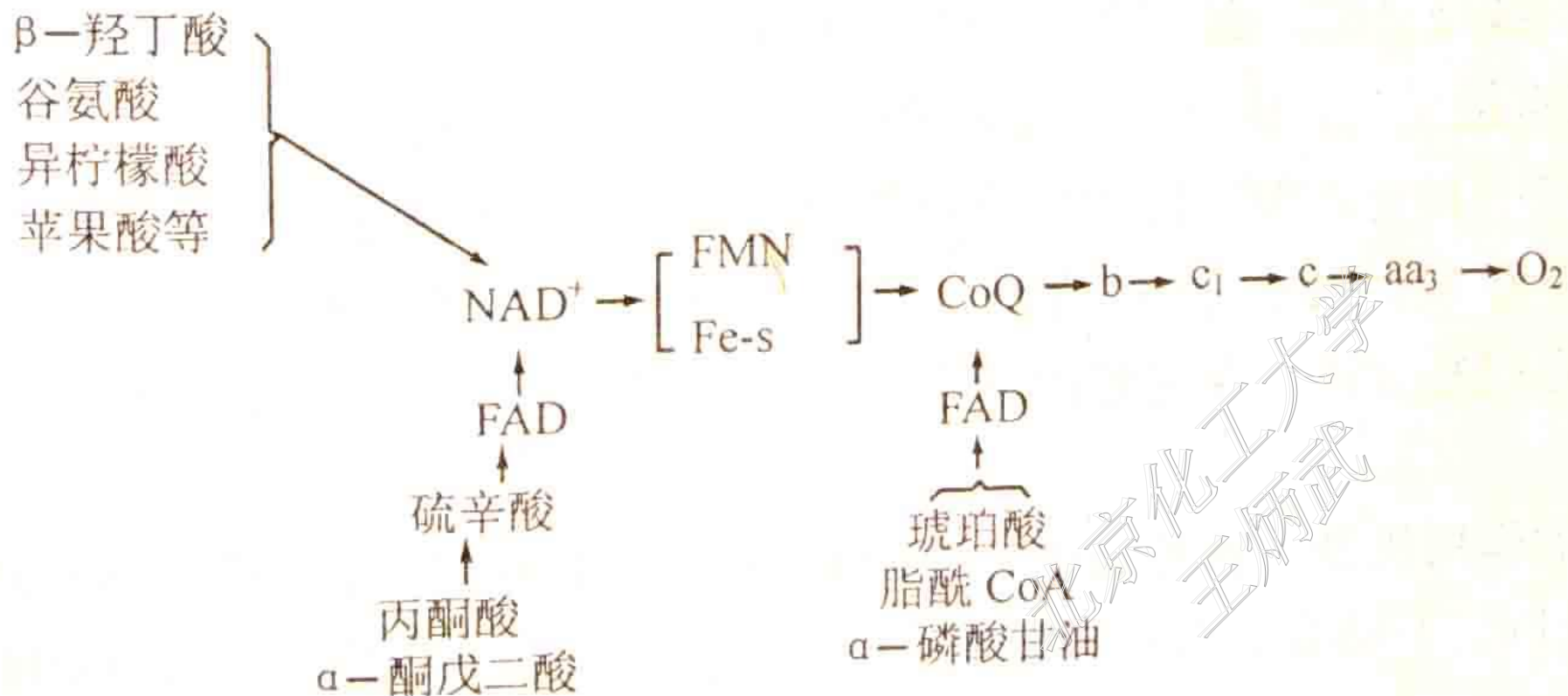
2、呼吸链氧化磷酸化

- * 当电子从NADH或FADH₂经过呼吸链传递给氧形成水时，伴随有ADP磷酸化为ATP，也称电子传递体系磷酸化
- * 体内生成ATP的主要方式



* NADH呼吸链：2.5ATP或者3ATP

* FAD呼吸链：1.5ATP或者2ATP



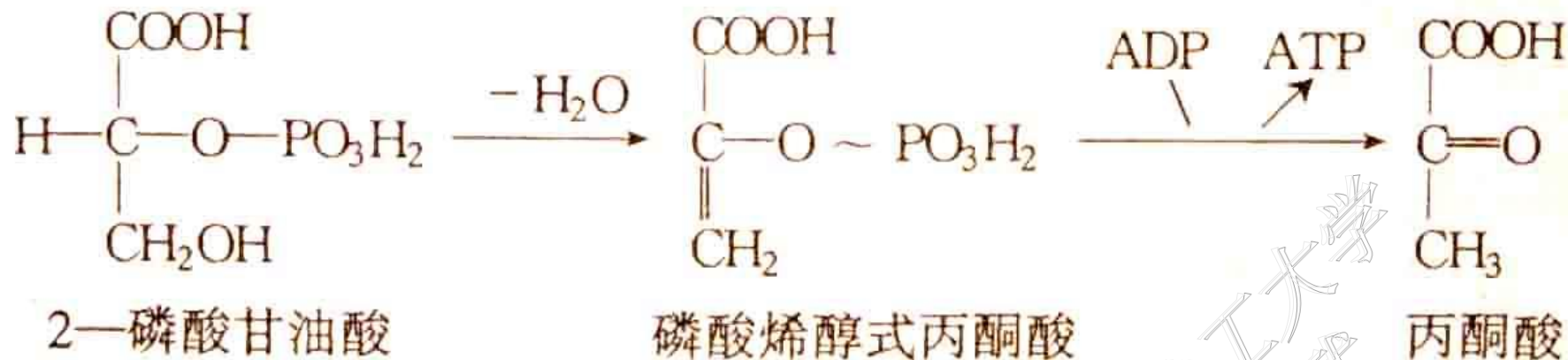
3、P/O比

- * 在线粒体内膜上进行电子传递时，每消耗一摩尔的氧原子，可将多少摩尔的无机磷转化为有机磷

北京化工大学
王炳武

4、非氧化性底物水平磷酸化

* 不需要氧也没有代谢物的脱氢氧化



北京化工大学
王炳武

本章总结

- * 新陈代谢
- * 生物氧化的方式和特点
- * 参与生物氧化的酶类
- * 二氧化碳、水的生成
- * 呼吸链的组成
- * ATP与氧化磷酸化

北京化工大学
王炳武

判断题

- * 人体内ATP生成的主要方式是底物水平磷酸化。

北京化工大学
王炳武

选择题

- * 下列关于电子传递链的叙述错误的是 ()
- * A、传递链的递氢体同时也是递电子体
- * B、传递链的递电子体同时也是递氢体
- * C、电子传递过程中伴有ADP的磷酸化
- * D、抑制传递链中细胞色素氧化酶，则整个传递链的功能丧失

北京化工大学
王炳武

选择题

- * 辅酶Q是 ()
- * A、NADH脱氢酶的辅基
- * B、电子传递链的载体
- * C、琥珀酸脱氢酶的辅基
- * D、脱羧酶的辅酶

北京化工大学
王炳武

需要掌握的单词

- * biological oxidation
- * cellular respiration
- * decarboxylation
- * dehydrogenase
- * respiratory chain

北京化工大学
王炳武

完毕!

北京化工大学
王炳武