

第七章 生物氧化

主要内容：

一、概述

二、生物氧化中二氧化碳的生成

三、线粒体氧化体系

四、非线粒体氧化体系



第一节 概述

物质在生物体内的氧化分解统称为生物氧化。依细胞定位和功能不同可将生物氧化划分为两种体系：①线粒体氧化体系；②非线粒体氧化体系。

- 一、生物氧化的特点
- 二、线粒体氧化体系
- 三、非线粒体氧化体系
- 四、参与生物氧化的酶类



一、生物氧化的特点

在活的细胞中（pH接近中性、体温条件下），有机物的氧化在一系列酶、辅酶和中间传递体参与下进行。

氧化过程中能量逐步释放，其中一部分由一些高能化合物（如ATP）截获，再供给机体所需。在此过程中既不会因氧化过程中能量骤然释放而伤害机体，又能使释放的能量尽可能得到有效的利用。

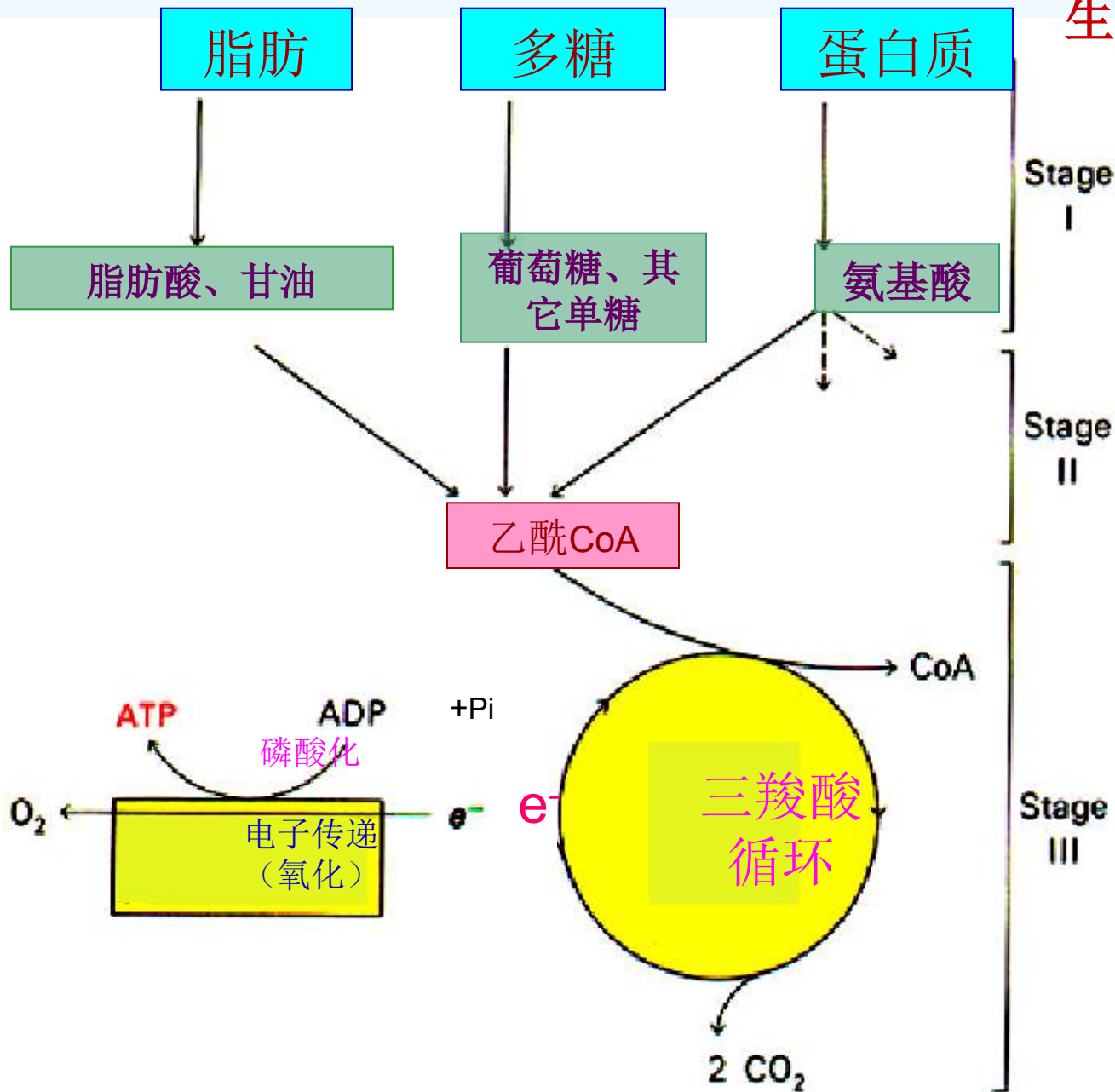


二、线粒体氧化体系

- 线粒体生物氧化/细胞呼吸的定义
- 高等动物和人的线粒体生物氧化大致分为三个阶段
- 线粒体生物氧化的主要生理意义
- 线粒体生物氧化的特点



生物氧化的三个阶段



大分子降解成基本结构单位

小分子化合物分解成共同的中间产物（如丙酮酸、乙酰CoA等）

共同中间产物进入三羧酸循环，氧化脱下的氢由电子传递链传递生成 H_2O ，释放出大量能量，其中一部分通过磷酸化储存在ATP中。



线粒体生物氧化的特点

- 化学本质为消耗氧的氧化过程
- 有机物被彻底氧化，氧化的终产物为 CO_2 和 H_2O
- 氧化反应发生在细胞内，一系列酶参与了反应过程
- 反应是在体温、pH接近中性和有水参与的温和环境中进行的
- 反应过程中所产生的能量逐步释放，并能以ATP的形式偶联起来，供机体生命活动所需
- CO_2 的生成是有机酸脱羧的结果，水是有机物脱下的氢经特定复杂的传递过程最终与氧化合的产物
- 正常机体对于能量的生成、储存和利用具有精细的调节机制，机能完全满足需要又不致造成浪费



三、非线粒体氧化体系

- **分类：**主要包括发生在光滑内质网中的**微粒体氧化体系**和存在于微体中的**过氧化体氧化体系**。
- **主要的生理意义：**处理和消除环境污染物、化学致癌物、药物和毒物以及体内代谢有害物等。



四、参与生物氧化的酶类

（一）参与线粒体生物氧化体系的酶类

1. 氧化酶类
2. 需氧脱氢酶类
3. 不需氧脱氢酶类：以 NAD^+ （或 NADP^+ ）为辅酶的不需氧脱氢酶类；以 FMN （或 FAD ）为辅基的不需氧脱氢酶类

（二）参与非线粒体氧化体系的酶类

加单氧酶类、过氧化物酶类、超氧化物歧化酶类



第二节 生物氧化中二氧化碳的生成

方式：糖、脂、蛋白质等有机物转变成含羧基的中间化合物，然后在酶催化下脱羧而生成CO₂。

类型：直接脱羧作用：α-脱羧和β-脱羧

氧化脱羧作用：α-氧化脱羧和β-氧化脱羧

例：

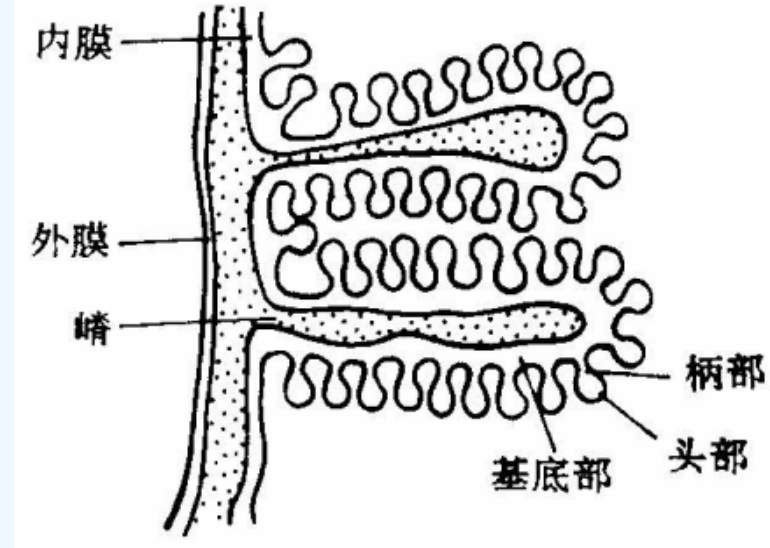
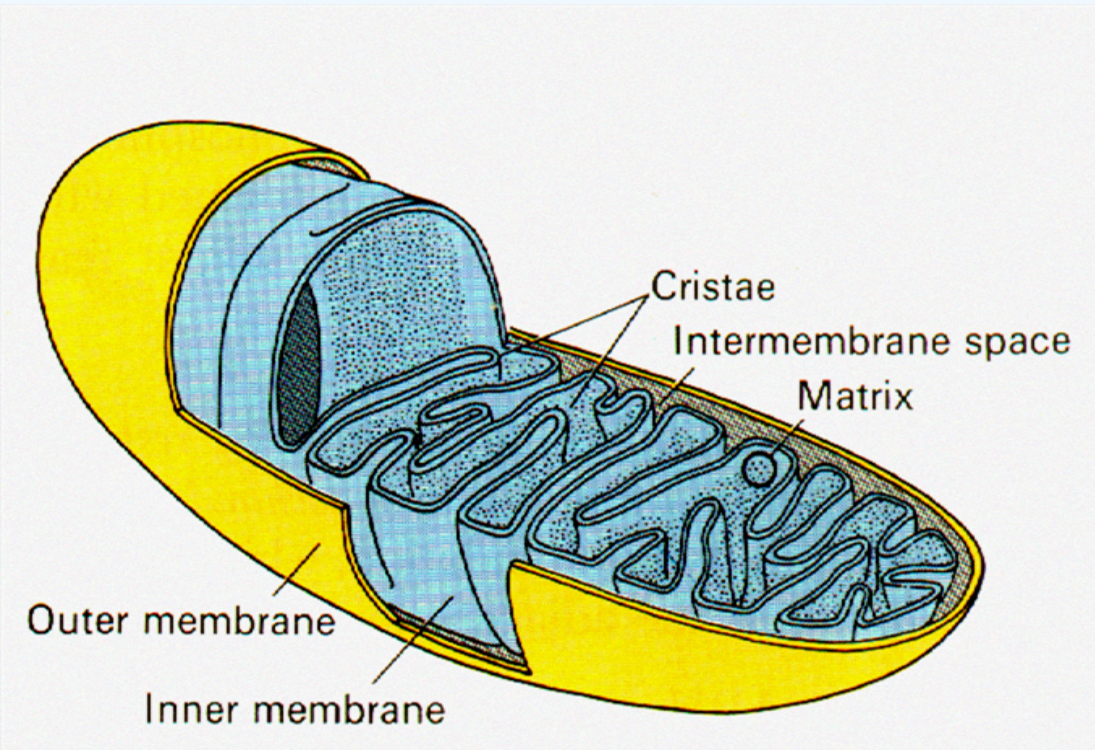


第三节、 线粒体氧化体系

- 一、线粒体结构特点
- 二、电子传递呼吸链的概念
- 三、呼吸链的组成
- 四、机体内两条主要的呼吸链及其能量变化
- 五、呼吸链的作用
- 六、能量的储存和利用

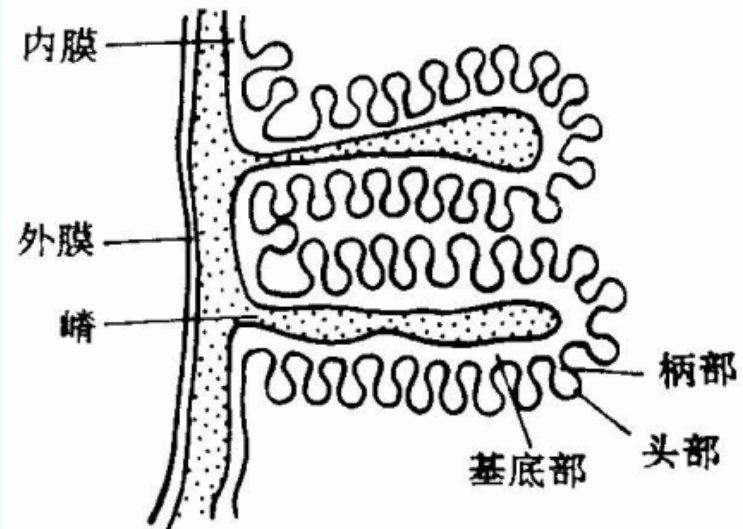
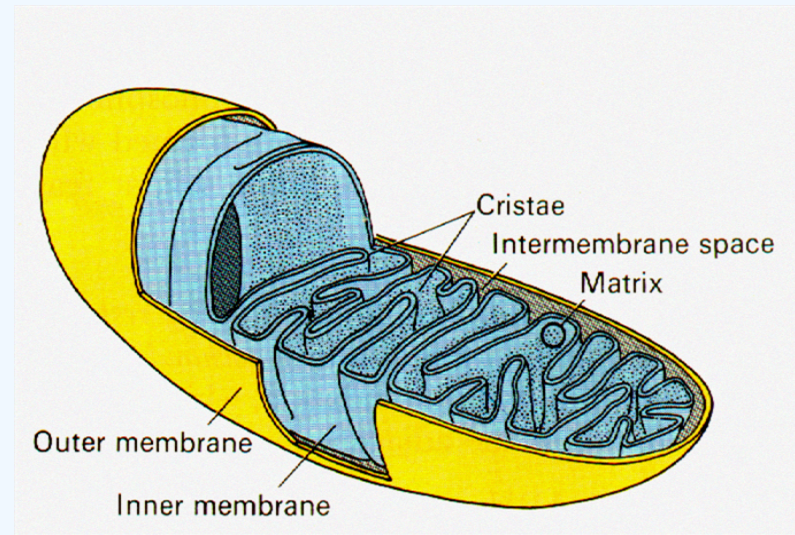


线粒体结构



线粒体呼吸链

线粒体基质是呼吸底物氧化的场所，底物在这里氧化所产生的NADH和FADH₂将质子和电子转移到内膜的载体上，经过一系列氢载体和电子载体的传递，最后传递给O₂生成H₂O。这种由载体组成的电子传递系统称电子传递链 (electron transfer chain)，因为其功能和呼吸作用直接相关，亦称为呼吸链。



呼吸链的组成

1. NAD^+ 或 NADP^+ 为辅酶的脱氢酶类
2. 黄素蛋白酶类
3. 辅酶 Q (泛醌)
4. 铁-硫蛋白类
5. 细胞色素类

递氢体

递电子体



烟酰胺脱氢酶类

特点：以NAD⁺ 或NADP⁺为辅酶，存在于线粒体、基质或胞液中。

传递氢机理：



黄素蛋白酶类

特点：以FAD或FMN为辅基，酶蛋白为细胞膜组成蛋白

递氢机理： $\text{FAD(FMN)} + 2\text{H} \rightleftharpoons \text{FAD(FMN)H}_2$

类别：黄素脱氢酶类（如NADH脱氢酶、琥珀酸脱氢酶）

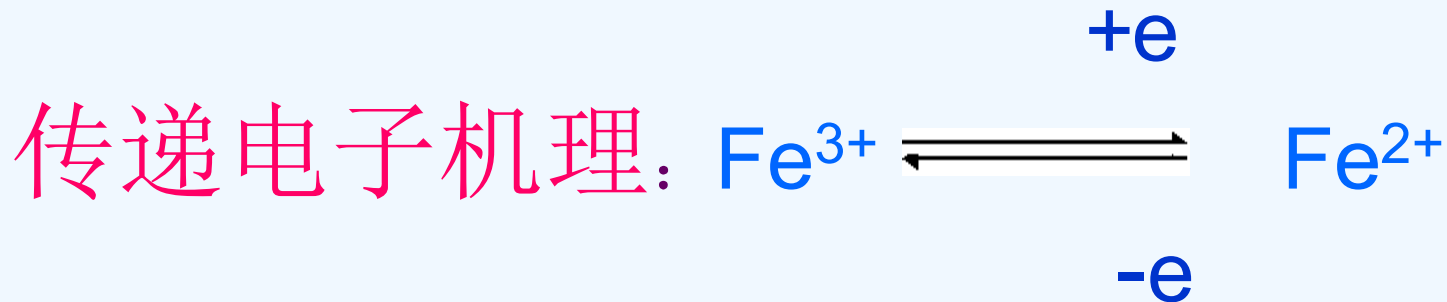
需氧脱氢酶类（如L—氨基酸氧化酶）

加单氧酶（如赖氨酸羟化酶）

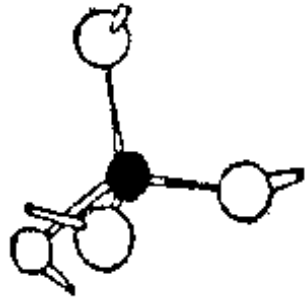


铁硫蛋白

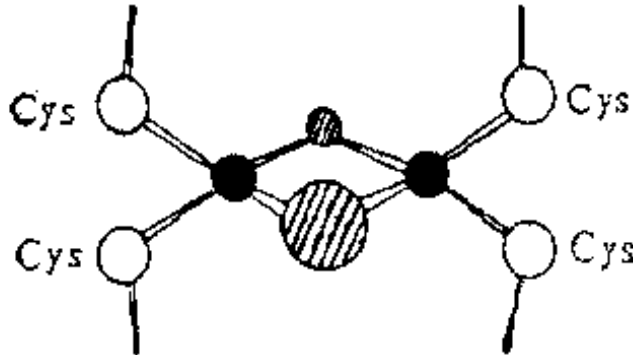
特点: 含有Fe和对酸不稳定的S原子，Fe和S常以等摩尔量存在 (Fe_2S_2 , Fe_4S_4), 构成Fe—S中心，Fe与蛋白质分子中的4个Cys残基的巯基与蛋白质相连结。



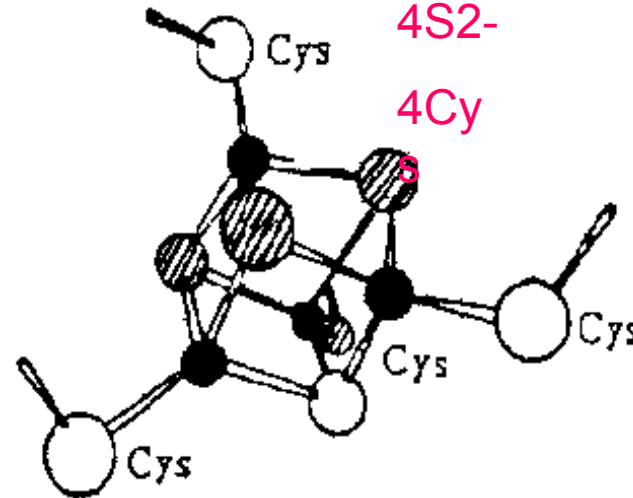
铁硫蛋白的结构及递电子机理



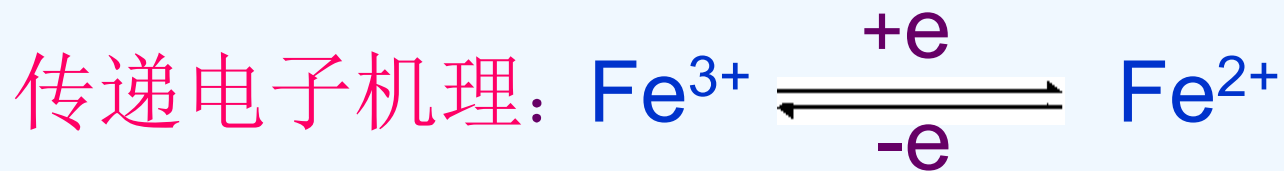
1Fe
0S²⁻
4Cys
S



2Fe
2S²⁻
4Cys
S

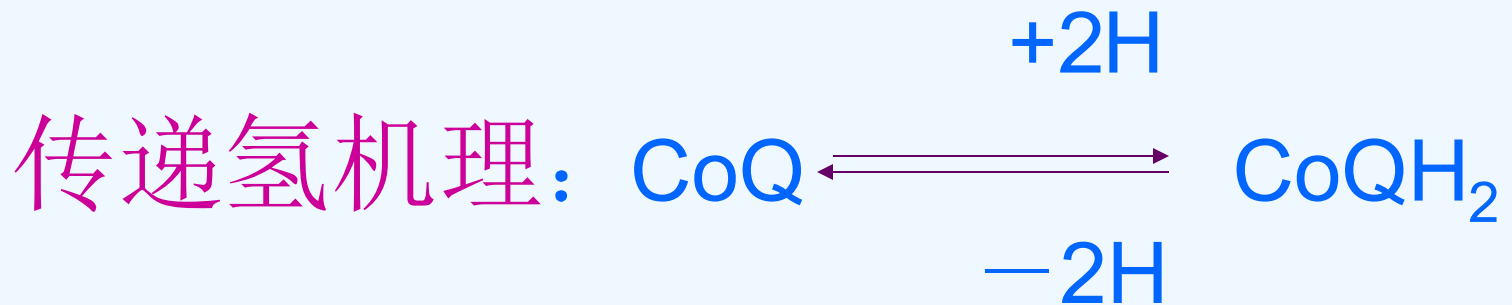


4Fe
4S²⁻
4Cys

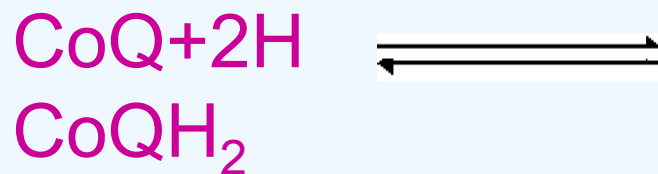
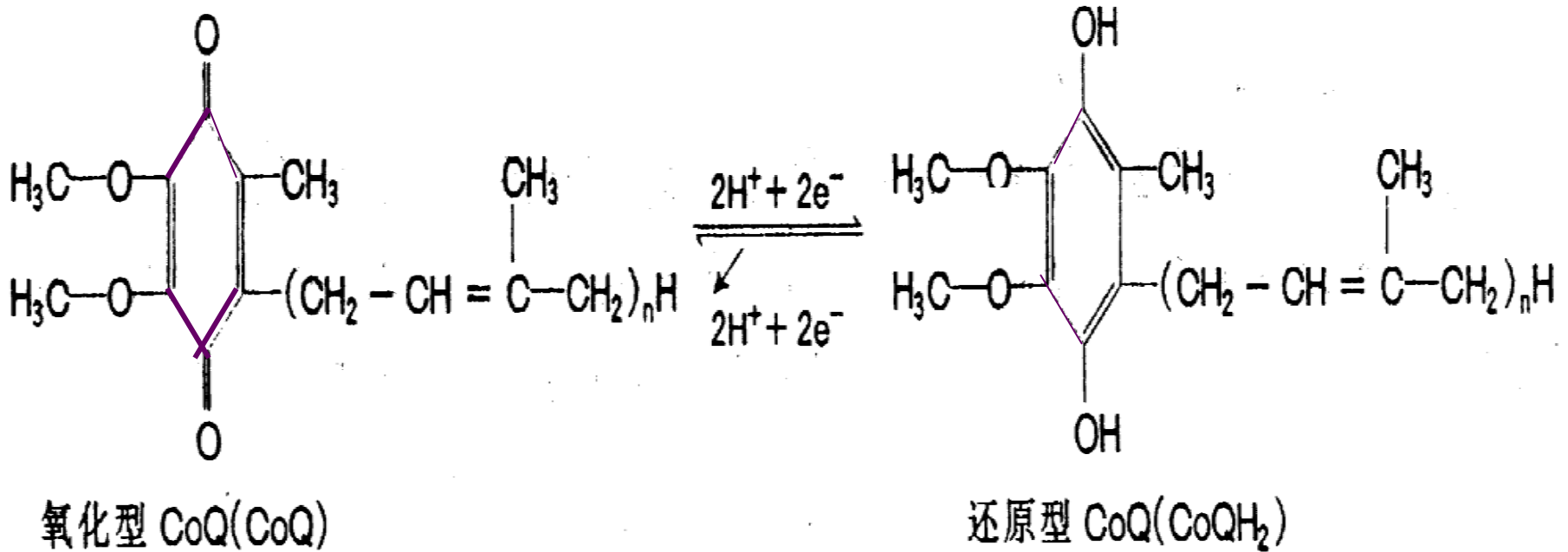


CoQ

特点： 带有聚异戊二烯侧链的苯醌，脂溶性，位于膜双脂层中，能在膜脂中自由泳动。



CoQ的结构和递氢原理

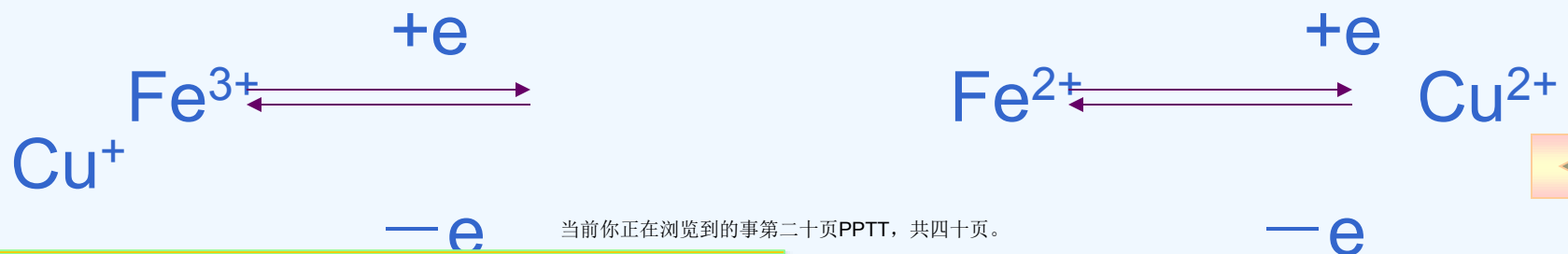


细胞色素

特点: 以血红素 (heme) 为辅基, 血红素的主要成份为铁卟啉。

类别: 根据吸收光谱分成a、b、c三类, 呼吸链中含5种 (b、c、c₁、a和a₃), cyt b和cytc1、cytc在呼吸链中的中为电子传递体, a和a₃以复合物物存在, 称细胞色素氧化酶, 其分子中除含Fe外还含有Cu, 可将电子传递给氧, 因此亦称其为末端氧化酶。

传递电子机理:



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/408037011036006117>