

高校经典教材同步辅导丛书
配套高教版·王镜岩主编

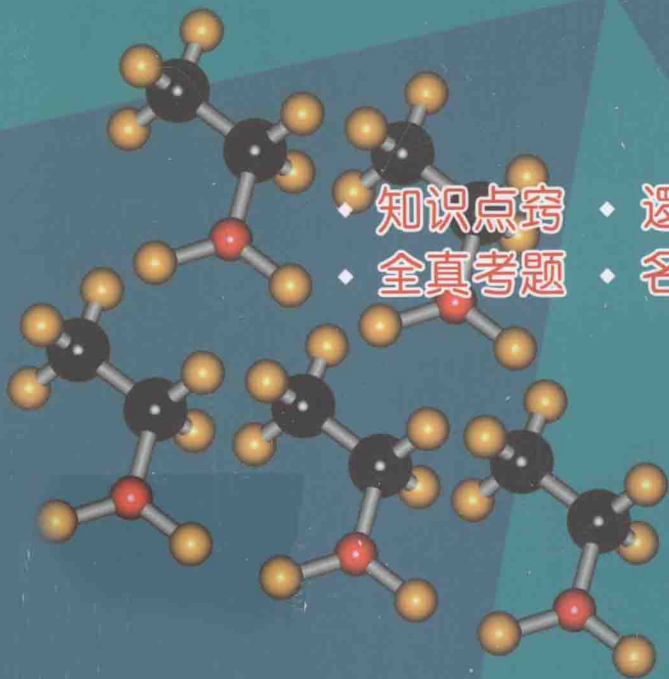
九章丛书

生物化学

(第三版·下册)

同步辅导及习题全解

陈洪明 编著



◆ 知识点窍 ◆ 逻辑推理 ◆ 习题全解
◆ 全真考题 ◆ 名师执笔 ◆ 题型归类



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

新版

高校经典教材同步辅导丛书

生物化学（第三版·下册） 同步辅导及习题全解

陈洪明 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是与高等教育出版社出版的,由王镜岩、朱圣庚、徐长法主编的《生物化学(第三版·下册)》一书配套的同步辅导及习题全解辅导书。

本书按教材内容安排全书结构,包括本章知识要点、知识点归纳、习题全解三部分内容。全书按教材内容,针对各章节习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题,内容详尽,简明易懂。

本书可作为高等院校学生学习《生物化学(第三版·下册)》课程的辅导教材,也可作为考研人员复习备考的辅导教材,同时可供教师备课课题作为参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学(第三版·下册)同步辅导及习题全解 /
陈洪明编著. — 北京:中国水利水电出版社,2013.10
(高校经典教材同步辅导丛书)
ISBN 978-7-5170-1341-9

I. ①生… II. ①陈… III. ①生物化学—高等学校—
教学参考资料 IV. ①Q5

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第257400号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:李 炎 加工编辑:田新颖 封面设计:李 佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书
作 者	生物化学(第三版·下册)同步辅导及习题全解
出版发行	陈洪明 编著 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市梦宇印务有限公司
规 格	170mm×227mm 16开本 8.5印张 204千字
版 次	2013年10月第1版 2013年10月第1次印刷
印 数	0001—6000册
定 价	15.80元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

王镜岩、朱圣庚、徐长法主编的《生物化学(第三版·下册)》以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《生物化学(第三版·下册)同步辅导及习题全解》。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。

本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。考虑《生物化学(第三版·下册)》这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

1. **本章知识要点。**相关章节前面对本章的知识要点进行了整理。综合众多参考资料,归纳了本章几乎所有的考点,便于读者学习与复习。
2. **知识点归纳。**对每章知识点做了简练概括,梳理了各知识点之间的脉络联系,突出各章主要定理及重要公式,使读者在各章学习过程中目标明确,有的放矢。
3. **习题全解。**对教材的课后习题给予详细的解答。教材中课后习题丰富、层次多样,对许多基础性问题从多个角度帮助学生理解基本概念和基本理论,促其掌握基本解题方法。

由于时间较仓促,编者水平有限,难免书中有疏漏之处,敬请各位同行和读者给予批评、指正。

编者
2013年9月

第十九章 代谢总论	1
本章知识要点	1
知识点归纳	1
习题全解	3
第二十章 生物能学	5
知识点归纳	5
习题全解	6
第二十一章 生物膜与物质运输	9
知识点归纳	9
习题全解	12
第二十二章 糖酵解作用	14
知识点归纳	14
习题全解	15
第二十三章 柠檬酸循环	18
本章知识要点	18
知识点归纳	18
习题全解	19
第二十四章 电子传递和氧化磷酸化作用	21
知识点归纳	21
习题全解	24
第二十五章 戊糖磷酸途径和糖的其他代谢途径	27
知识点归纳	27
习题全解	28

目录

contents

第二十六章 糖原的分解和生物合成	31
知识点归纳	31
习题全解	32
第二十七章 光合作用	34
本章知识要点	34
知识点归纳	34
习题全解	36
第二十八章 脂肪酸的分解代谢	38
知识点归纳	38
习题全解	40
第二十九章 脂类的生物合成	42
知识点归纳	42
习题全解	43
第三十章 蛋白质降解和氨基酸的分解代谢	47
知识点归纳	47
习题全解	50
第三十一章 氨基酸及其重要衍生物的生物合成	53
知识点归纳	53
习题全解	55
第三十二章 生物固氮	57
知识点归纳	57
习题全解	59

第三十三章 核酸的降解和核苷酸代谢	60
知识点归纳	60
习题全解	62
第三十四章 DNA 的复制与修复	65
知识点归纳	65
习题全解	72
第三十五章 DNA 的重组	78
本章知识要点	78
知识点归纳	78
习题全解	82
第三十六章 RNA 的生物合成与加工	89
知识点归纳	89
习题全解	93
第三十七章 遗传密码	99
知识点归纳	99
习题全解	100
第三十八章 蛋白质合成及转运	103
知识点归纳	103
习题全解	106
第三十九章 细胞代谢和基因表达调控	110
知识点归纳	110
习题全解	115
第四十章 基因工程和蛋白质工程	120
知识点归纳	120
习题全解	122

第十九章

代谢总论

本章知识要点

代谢(metabolism)又称新陈代谢,是生物体内所有化学变化的总称。代谢是生命的基本特征。代谢包括合成代谢和分解代谢,前者又称同化作用,是指机体从环境中摄取营养物质,把它们转化为自身物质;后者又称异化作用,是指机体将自身物质转化为代谢产物,排出体外。二者是相辅相成的,它们的平衡让生物体既保持自身的稳定,又能不断更新,以适应环境。

知识点归纳

一、代谢途径

代谢过程是通过一系列酶促反应完成的。完成某一代谢过程的一组相互衔接的酶促反应称为代谢途径。代谢途径有以下特点:

(1)没有完全可逆的代谢途径。物质的合成与分解,有的要完全不同的两条代谢途径(如脂肪酸的代谢);有的要部分地通过单向不可逆反应(如糖代谢)。

(2)代谢途径的形式是多样的,有直线型的,有分支型的,也有环形的。

(3)代谢途径有确定的细胞定位。酶在细胞内有确定的分布区域,所以每个代谢过程都是在确定的区域进行的。例如,糖酵解在细胞质中进行,三羧酸循环在线粒体基质中进行,氧化磷酸化在线粒体内膜进行。

(4)代谢途径是相互沟通的。各个代谢途径之间,可通过共同的中间代谢物而相互交叉,也可通过过渡步骤相互衔接。这样各种代谢途径就联系起来,构成复杂的代谢网络。通过网络,各种物质的代谢可以协调进行,某些物质还可相互转化。

(5)代谢途径之间有能量关联。通常合成代谢消耗能量,分解代谢释放能量,二者通过 ATP 等高能化合物作为能量载体而连接起来。

(6)代谢途径的流量可调控。机体在不同的情况下需要不同的代谢速度,以提供适量的能量或代谢物。这是通过控制物质代谢的流量来实现的。因为代谢是酶促过程,所以可通过控制酶的活力与数量来实现。每个代谢途径的流量都受反应速度最慢的步骤的限制,这个步骤称为限速步骤或关键步骤,这个酶称为限速酶或关键酶。限速步骤一般是代谢途径或分支的第一步,这样可避免有害中间产物的积累。限速步骤一般是不可逆反应,其逆过程往往由另一种酶催化。限速酶的活性甚至数量,往往受到多种机制的调节,最普遍的是反馈抑制,即代谢终产物的积累对限速酶产生抑制。

二、合成代谢

2.1 阶段性和趋异性

生物分子结构的多层次性决定了合成代谢的阶段性和趋异性。首先由简单的无机分子(CO_2 、 NH_3 、 H_2O 等)合成生物小分子(单糖、氨基酸、核苷酸等),再用这些构件合成生物大分子,进而组装成各种生物结构。趋异性是指随着合成代谢阶段的上升,倾向于产生种类更多的产物。

2.2 营养依赖性

人类不能从无到有合成所有的生物分子。那些不能自己合成,只能从食物中摄取的物质,称为是必需的。如氨基酸中有 10 种是必需氨基酸,维生素和某些高不饱和脂肪酸也是必需的。严格说,糖是非必需的。

2.3 需要能量推动

合成代谢需要消耗能量。合成生物小分子的能量直接来自 ATP 和 NADPH,合成生物大分子直接来自核苷三磷酸。合成代谢所需的能量主要用于活化前体或构件分子,以及用于还原步骤等。

2.4 信息来源

生物大分子有两种组装模式,第一种为模板指导组装。核酸和蛋白质的合成,都以原先的信息分子为模板。如 DNA 复制、转录以及反转录、翻译都是在模板指导下的聚合过程。所需的信息存在于模板分子的构件序列中,能量来自活化的构件分子或 ATP 等。生物大分子形成高级结构并构成亚细胞结构是自我组装过程,其信息存在于一级结构中,其能量来自非共价作用力,即组装过程中释放的自由能。第二种是酶促组装。有些构件序列简单均一的大分子通过酶促组装聚合而成。其信息指令来自酶分子,不需要模板。如糖原、肽聚糖、一些小肽等,都在专一的酶指导和催化下合成。

三、代谢中的能量与调控

3.1 ATP 及其偶联作用

生物体内的放能和需能反应经常以 ATP 相偶联。ATP 可分解为 ADP 或 AMP。前者如各种激酶,后者如乙酰辅酶 A 的合成。反应过程中有的由一个酶催化,如谷氨酰胺合成酶,先生成磷酸谷氨酸中间物,它是谷氨酸的活化形式,再与氨反应;有的需多个酶参与,如蔗糖的合成需要 3 个酶,首先生成葡萄糖 6 磷酸的活化形式;也有的没有 ATP 直接参与,如苹果酸生成草酰乙酸,是需能反应,利用下一步由草酰乙酸生成柠檬酸时高能硫酯键放能促进其反应。

3.2 其他高能化合物

UTP 参与多糖合成,CTP 参与脂类合成,GTP 参与蛋白质合成。烯醇酯、硫酯等也是高能化合物,如磷酸烯醇式丙酮酸、乙酰辅酶 A 等。高能化合物根据键型,可分为磷氧键型、氮磷键型、硫酯键型、甲硫键型等,绝大多数含磷酸基团。磷酸肌酸和磷酸精氨酸可通过磷酸基团的转移作为储能物质,称为磷酸原。磷酸肌酸是易兴奋组织,如肌肉、脑、神经等唯一能起暂时储能作用的物质 $\Delta G^{\circ'}$ 为 -10.3 千卡/摩尔,是 ATP 的能量储存库。肌肉中的含量比 ATP 高 3~4 倍,可维持 ATP 水平的恒定。磷酸精氨酸是无脊椎动物肌肉中的储能物质,与磷酸肌酸类似。

3.3 代谢调节

代谢过程是一系列酶促反应,可通过酶活性和数量进行调节。如别构调节、共价调节、同工酶、诱导酶、多酶体系等调节。此外,神经和激素的调节也起着重要作用。代谢是动态的。生物体内总是同时进行着分解代谢与合成代谢,分解老化的生物分子并合成新的分子来代替。即使体重保持不变,代谢也在不断地进行。

习题全解

1. 怎样理解新陈代谢?

解题过程 新陈代谢是生物体内一切化学变化的总称,是生物体表现其生命活动的重要特征之一。它是由多酶体系协同作用的化学反应网络。新陈代谢包括分解代谢和合成代谢两个方面。新陈代谢的功能可概括为 5 个方面:①从周围环境中获得营养物质;②将外界引入的营养物质转变为自身需要的结构元件;③将结构元件装配成自身的大分子;④形成或分解生物体特殊功能所需的生物分子;⑤提供机体生命活动所需的一切能量。

2. 能量代谢在新陈代谢中占何等地位?

解题过程 生物体的一切生命活动都需要能量。生物体的生长、发育(包括核酸、蛋白质的生物合成)机体运动(包括肌肉的收缩以及生物膜的传递、运输功能)等,都需要消耗能量。如果没有能量来源,生命活动也就无法进行,生命也就停止。

3. 在能量储存和传递中,哪些物质起着重要作用?

解题过程 在能量储存和传递中,ATP(腺苷三磷酸)、GTP(鸟苷三磷酸)、UTP(尿苷三磷酸)以及 CTP(胞苷三磷酸)等起着重要作用。

4. 新陈代谢有哪些调节机制?代谢调节有何生物意义?

解题过程 新陈代谢的调节可概括地划分为 3 个不同水平:分子水平、细胞水平和整体水平。分子水平的调节包括反应物和产物的调节(主要是浓度的调节和酶的调节)。酶的调节是最基本的代谢调节,包括酶的数量调节以及酶活性的调节等。酶的数量不只受到合成速率的调节,也受到降解速率的调节。合成速率和降解速率都备有一系列的调节机制。在酶的活性调节机制中,比较普遍的调节机制是可逆的变构调节和共价修饰两种形式。细胞的特殊结构与酶结合在一起,使酶的作用具有严格的定位条理性,从而使代谢途径得到分隔控制。多细胞生物还受到在整体水平上的调节。这主要包括激素的调节和神经的

调节。高等真核生物由于分化出执行不同功能的各种器官,从而使新陈代谢受到合理的分工安排。人类还受到高级神经活动的调节。除上述各方面的调节作用外,还有来自基因表达的调节作用。代谢调节的生物学意义在于代谢调节使生物机体能够适应其内、外复杂的变化环境,从而得以生存。

5. 从“新陈代谢总论”中建立哪些基本概念?

解题过程 从“新陈代谢总论”中建立的基本概念主要有:代谢、分解代谢、合成代谢、递能作用、基团转移反应、氧化—还原反应、消除异构化及重排反应、碳—碳键的形成与断裂反应等。

6. 概述代谢中的有机反应机制。

解题过程 生物代谢中的反应大体可归纳为4类,即基团转移反应;氧化—还原反应;消除异构化及重排反应;碳—碳键的形成与断裂反应。这些反应的具体反应机制包括以下几种:酰基转移、磷酸基转移、葡糖基转移,氧化—还原反应,消除反应、分子内氢原子的迁移(异构化反应)、分子重排反应,羟醛综合反应、克莱森酯综合反应、 β -酮酸的氧化脱羧反应。

7. 举例说明同位素示踪法和波谱法在生物化学研究中的重要作用。

解题过程 同位素示踪法和波谱法是生物化学中研究新陈代谢的两种重要方法。同位素示踪法不改变被标记化合物的化学性质,已成为生物化学以及分子生物学的研究中一种重要的必不可少的常规先进技术。如1945年David Shemin和David Rittenberg首先成功地用 ^{14}C 和 ^{15}N 标记的乙酸和甘氨酸证明了血红素分子中的全部碳原子和氮原子都来源于乙酸与甘氨酸;胆固醇分子中碳原子的来源也是用同样的同位素示踪法得到阐明的。核磁共振波谱法对于样品不加任何破坏,因此,在生物体的研究得到广泛的应用。例如在生物化学、生理学以及医学等方面都广泛应用核磁共振波谱技术对生活状态的人体进行研究,取得了重要的研究成果,其中最广为人知的实验是1986年用核磁共振波谱法对人体前臂肌肉在运动前和运动后的比较研究。

第二十章

生物能学

知识点归纳

一、基本概念

体系的概念、性质和状态。

能的两种形式:热与功。

内能和焓的概念。

热力学第一定律: $\Delta U = Q - W$;等压时, $dU = dQ - PdV$ 。

化学能的转化。

热力学第二定律和熵的概念。对于隔离体系, $\Delta S = \Delta S_{\text{体系}} + \Delta S_{\text{环境}} \geq 0$ 。

自由能的概念: $dG = VdP - SdT - dW'$ 。等温时, $dG = VdP - dW'$;等温且等压时, $-\Delta G = W'$,即自由能是等温且等压条件下,体系做有用功的能力。

二、偶联化学反应标准自由能变化的可加性及其意义

偶联化学反应标准自由能变化是可以相加的,如 $A \rightarrow B + C$ 的 $\Delta G^0 = +21 \text{ kJ/mol}$, $B \rightarrow D$ 的 $\Delta G^0 = -34 \text{ kJ/mol}$, 则 $A \rightarrow C + D$ 的 $\Delta G^0 = -13 \text{ kJ/mol}$, 反应可以自发进行。

三、能量学用于生物化学反应中的一些规定

水作为反应物或产物时,水的浓度通常规定为 1(实际浓度约为 55.5 mol/L)。生物体系的 pH 规定为 7.0,称作生物体系的标准自由能变化,用 $\Delta G^0'$ 表示。如果反应体系的 pH 不等于 7.0,就不能使用 $\Delta G^0'$ 。标准自由能的单位用 kJ/mol 表示。 $\Delta G^0' = -RT \ln k'_{\text{eq}}$ 。

四、高能磷酸化合物

4.1 磷氧键型

4.2 氮磷键型

4.3 ATP 的结构特性

相邻正电荷的电子排斥作用。

乙酸酐的多种共振形式。

ATP 水解为 ADP 释放静电排斥力;ATP 和水转化为 ADP,无机磷酸和质子使熵增加。

4.4 细胞内影响 ATP 自由能释放的因素

ATP 和 ADP 均有多种解离形式,并且可以同金属离子相互作用,这些均可影响自由能的释放。

ATP 水解释放自由能与 Mg^{2+} 的关系。

4.5 ATP 在能量转运中的地位和作用

4.6 磷酸肌酸和磷酸精氨酸及其他贮能物质

4.7 ATP 断裂形成 AMP 和焦磷酸的作用

ATP 断裂形成 AMP 和焦磷酸的反应有重要的生物学意义,萤火虫的荧光物质是通过这一反应提供能量的。脂肪酸的酶促活化也是通过这一反应提供能量的,无机焦磷酸水解为 2 分子正磷酸对反应有重要的推动作用。

4.8 ATP 以外的其他核苷三磷酸的递能作用

ATP 是主要的递能物质,除 ATP 外,合成多糖还需要 UTP,合成蛋白质还需要 GTP,合成磷脂需要 CTP,合成 RNA 需要 CTP、UTP、ATP、GTP,合成 DNA 需要 dCTP、dTTP、dGTP、dATP。

4.9 ATP 系统的动态平衡

ATP 在体内不断地合成和分解,处于动态平衡,周转速度特别快,一个静态的成人消耗 ATP 高达 40kg/d ,在紧张活动的情况下,消耗 ATP 高达 0.5kg/min ,大多数细胞的能荷即 $\frac{[\text{ATP}]}{[\text{ATP}] + [\text{ADP}] + [\text{AMP}]}$ 在 $0.80 \sim 0.95$ 之间。

习题全解

1. 就某方面而言,热力学对生物化学工作者更为重要,为什么?

解题过程 生物能学是深入理解生物化学特别是理解生物机体新陈代谢规律不可缺少的基本知识。它是生物化学中涉及生活细胞转移和能量利用的基本问题。生物能学完全建立在热力学的基础上,因此从这个角度看,热力学对生物化学工作者更为重要。

2. 考虑下面提法是否正确?

- (1)在生物圈内,能量只是从光养生物到异养生物,而物质却能在这两类生物之间循环;
- (2)生物机体可利用体内较热部位的热能传递到较冷的部位而做功;
- (3)当一个系统的熵值降低到最低时,该系统处于热力学平衡状态;
- (4)当 ΔG° 值为 0.0 时,说明反应处于平衡状态;
- (5)ATP 水解成 ADP 的反应, ΔG° 约等于 ΔG° 。

解题过程 (1)是;(2)非;(3)非;(4)非;(5)非。

3. 怎样判断一个化学反应能够自发进行?

解题过程 一个化学反应的自由能是否降低是判断它是否可以自发进行的标准。只有自由能变化为负值的化学反应,才能自发进行。

4. 怎样判断一个化学反应进行的方向?当反应物和产物的起始浓度都为 1mol 时,请判断下列反应的进行方向(参看表 20-3 中的数据)。



解题过程 一个化学反应是从总能量高的体系向总能量低的体系变化,即可根据化学反应式两边体系总能量的大小来判断其方向。

根据表 20-3 中的数据:(1)向右;(2)向右;(3)向左。

5. 解释 ATP 的 γ -磷酸基团转移到葡萄糖 6-磷酸的磷酸脂键($\Delta G^{\circ} = 13.8 \text{ kJ/mol}$)上,一般情况下,为什么在热力学上可行?逆反应是否可行?

解题过程 由于 ATP 的 γ -磷酸基团的 $\Delta G^{\circ} = 32.2 \text{ kJ/mol}$ 大于葡萄糖 6-磷酸的磷酸脂键的 $\Delta G^{\circ} = 13.8 \text{ kJ/mol}$,因此一般情况下,ATP 的 γ -磷酸基团转运到葡萄糖 6-磷酸的磷酸脂键上在热力学上可行。在某些情况下,当该反应的 ΔG 值为正值时,该反应的逆反应可行。

6. 从 ATP 的结构特点说明 ATP 在能量传递中的作用。

解题过程 ATP 也叫做腺苷三磷酸、三磷酸腺苷、腺三磷,是高能磷酸化合物的典型代表。高能磷酸化合物的特点是:它的高能磷酸键(也即酸酐键,用“~”表示),水解时释放出的化学能是正常化学键释放化学能的 2 倍以上(一般在 20.92 kJ/mol 以上)。ATP 是由一分子腺嘌呤、一分子核糖和三个相连的磷酸基团构成的。这三个磷酸基团从与分子中腺苷基团连接处算起,依次分别称为 α 、 β 、 γ 磷酸基团。ATP 的结构式是:分析 ATP 的结构式可以看出,腺嘌呤与核糖结合形成腺苷,腺苷通过核糖中的第 5 位羟基与 3 个相连的磷酸基团结合,形成 ATP。ATP 分子既可以水解一个磷酸基团(γ 磷酸基团),而形成二磷酸腺苷(ADP)和磷酸(P_i);又可以同时水解两个磷酸基团(β 磷酸基团和 γ 磷酸基团),而形成一磷酸腺苷(AMP)和焦磷酸(PP_i);AMP 可以在腺苷酸激酶的作用下,由 ATP 提供一个磷酸基团而形成 ADP,ADP 又可以迅速地接受另外的磷酸基团而形成 ATP。另外,ATP 的 ΔG° 值在所有含磷酸基团的化合物中处于中间位置。这使 ATP 有可能在磷酸基团转移中作为中间传递体而起作用。

7. ATP 水解成 $\text{ADP} + \text{P}_i$ 的 ΔG° 是 -30.5 kJ/mol , (1)试计算此反应中的平衡常数; (2)此反应在细胞内是否处于平衡状态?

解题过程 (1) $K'_{\text{eq}} = 2.2 \times 10^5$; (2) 否。

8. 在细胞内是否 ATP 水解的 ΔG° 通常比 ΔG° 更负? 为什么?

解题过程 是, $\Delta G' = \Delta G^{\circ} + RT \ln K$, $\Delta G' \approx -41.84 \text{ kJ/mol}$

9. 利用表 20-3 的数据试计算:ATP+丙酮酸 \leftrightarrow 磷酸烯醇式丙酮酸+ADP 的反应在 25℃下,其 $\Delta G^{\circ'}$ 和 K'_{eq} 值。若 ATP 与 ADP 之比为 10 时,求丙酮酸与磷酸烯醇式丙酮酸的平衡比。

解题过程 $\Delta G^{\circ'} = +31.38\text{kJ/mol}$, $K'_{eq} = 3.06 \times 10^6$, 平衡比是 3.82×10^4 。

10. 假设有一个由 A 向 B 的转化反应(A \rightarrow B),它的 $\Delta G^{\circ'} = 20\text{kJ/mol}$,请计算:①在达到平衡时 $[B]/[A]$ 的比值;②假设 A 和 B 参加的反应与 ATP 水解为 ADP 和 Pi 同时进行,总反应是: $A + \text{ATP} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow B + \text{ADP} + \text{Pi}$,请计算此反应达平衡时 $[B]/[A]$ 的比值,假设 ATP、ADP 和 Pi 都是 1mol 浓度,请问在什么时候反应才达到平衡?③已知 $[\text{ATP}]$ 、 $[\text{ADP}]$ 和 $[\text{Pi}]$ 在生理条件下都远非 1mol 浓度。当 $[\text{ATP}]$ 、 $[\text{ADP}]$ 和 $[\text{Pi}]$ 浓度依次为 8.05mmol、0.93mmol 和 8.05mmol 时,求出一个与 ATP 偶联反应的 $[B]/[A]$ 比值。

解题过程 ① 比值 $= 3.1 \times 10^{-4}$;② $[B]/[A] = 69.4$;③ $[B]/[A] = 7.5 \times 10^4$ 。

第二十一章

生物膜与物质运输

知识点归纳

一、基本概念

主动转运(active transport):一种转运方式,通过该方式溶质特异结合于一个转运蛋白,然后被转运过膜,但与被动转运方式相反转运是逆着浓度梯度方向进行的,所以主动转运需要能量来驱动。在原发主动转运过程中,能源可以是光、ATP 或电子传递。而第二级主动转运是在离子浓度梯度驱动下进行的。

协同运送(cotransport):两种不同溶质跨膜的偶联转运。可以通过一个转运蛋白进行同方向(同向转运)或反方向(反向转运)转运。

胞吐(作用)(exocytosis):确定要分泌的物质被包裹在脂囊泡内,该囊泡与质膜融合,然后将物质释放到细胞外空间的过程。

被动转运(passive transport):也称之为易化扩散(facilitated diffusion)。是一种转运方式,通过该方式溶质特异结合于一个转运蛋白,然后被转运过膜,但转运是沿着浓度梯度下降方向进行,所以被动转运不需要能量支持。

通道蛋白(channel proteins):是一种带有中央水相通道的内在膜蛋白,它可以使大小合适的离子和分子从膜的任一方向穿过膜。

通透系数(permeability coefficient):是离子或小分子扩散过脂双层膜能力的一种量度。

流体镶嵌模型(fluid mosaic model):针对生物膜的结构提出的一种模型。在这个模型中,生物膜被描述成镶嵌有蛋白质的流体脂双层,脂双层在结构和功能上都表现出不对称性。有的蛋白质“镶”在脂双层表面,有的部分或全部嵌入其内部,有的则横跨整个膜。另外脂分子和膜蛋白都可以进行横向扩散。

外周膜蛋白(peripheral membrane proteins):通过与膜脂的极性头部或内在膜蛋白的离子相互作用和形成氢键与膜的内、外表面弱结合的膜蛋白。膜蛋白一旦从膜上释放出来,通常都是水溶性的。

内在膜蛋白(integral membrane proteins):插入脂双层的疏水核和完全跨越脂双层的膜蛋白。

生物膜(biological membrane):镶嵌有蛋白质的脂双层,起着划分和分隔细胞和细胞器的作用。也是与许多能量转化和细胞内通讯有关的重要部位。

二、脂双层

一个典型的生物膜含有磷脂、糖鞘脂和胆固醇(在一些真核细胞中)。膜含有的脂分子有一共同的特点,它们都是两性分子,含有极性成分和非极性成分。磷脂和糖鞘脂在一定的条件下可以像肥皂那样形成单层膜或微团,然而在体内这些脂分子倾向于组装成一个脂双层。由于磷脂和糖鞘脂含有两条烃链的尾巴,不能很好地包装成微团,却可以精巧地组装成脂双层。但并不是所有的两性脂都可以形成脂双层,如胆固醇,其分子中的极性基团—OH相对于疏水的稠环系统太小了。在生物膜中,不能形成脂双层的胆固醇和其他脂(大约占整个膜脂的30%)可以稳定地排列在其余70%脂分子组成的脂双层中。

脂双层内脂分子的疏水尾巴指向双层内部,而它们的亲水头部与每一面的水相接触,磷脂中带正电荷和负电荷的头部基团为脂双层提供了两层离子表面,双层的内部是高度非极性的。脂双层倾向于闭合形成球形结构,这一特性可以减少脂双层的疏水边界与水相之间的不利接触。在实验室里可以合成由脂双层构成的小泡,小泡内是一个水相空间,这样的脂双层结构称为脂质体(liposomes),它相当稳定,并且对许多物质是不通透的。可以包裹药物分子,将药物带到体内特定组织。

三、流动镶嵌模型

脂双层形成了所有生物膜的基础,而蛋白质是生物膜的必要成分。不含蛋白质的脂双层的厚度大约是5~6nm,而典型的生物膜的厚度大约是6~10nm,这是由于存在着镶嵌在膜中或与膜结合的蛋白质的缘故。

在融合之前利用可以特异结合在人体细胞质膜中某个蛋白的红色荧光标记的抗体标记人体细胞,而用可以特异结合在小鼠细胞质膜中某个蛋白的绿色荧光标记的抗体标记小鼠细胞。这样一来可以通过免疫荧光显微镜观察两种标记的细胞融合后,细胞膜上内在膜蛋白的变化。大约在融合后40分钟,就观察到细胞表面抗原相互混合的情形。这一实验表明,至少某些内在膜蛋白可以在生物膜内侧自由扩散。

四、物质运输与生物膜

生物膜是从物理角度将活细胞与它周围的环境分开所必要的,而其另一个作用也非常重要,那就是生物膜使细胞生长所需要的水、氧和所有其他营养物质进入细胞内,而将细胞生成的产物(例如激素、某些降解酶和毒素等)输出,以及使一些废物(例如二氧化碳和尿素等)排泄掉。疏水的、小的、不带电荷的分子可以自由地扩散通过细胞膜,这种不依赖其他蛋白帮助的转运方式称为非介导转运(nonmediated transport)。但对大多数带电物质来说,脂双层是一个几乎不可通透的壁垒,需要通过