



复旦卓越·医学职业教育教材

YIXUE
ZHIYIE JIAOYU
JIAOCAI

基础医学导论



主编 毛昌淳

 复旦大学出版社
www.fudanpress.com.cn



复旦卓越·医学职业教育教材

R3
29

YIXUE
ZHIYIE JIAOYU
JIAOCAI

基础医学导论

主 编 毛昌淳

副主编 陈其俐 郑 志

编写者 (以姓氏笔画为序)

毛昌淳 吴晶琼 陈其俐 郑 志

徐 国 翟 浩

 复旦大学出版社

www.fudanpress.com.cn

主 要 参 考 文 献

图书在版编目(CIP)数据

基础医学导论/毛昌淳主编. —上海:复旦大学出版社, 2008. 8

(复旦卓越·医学职业教育教材)

ISBN 978-7-309-06095-9

I. 基… II. 毛… III. 基础医学-专业学校-教材 IV. R3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 087844 号

基础医学导论

毛昌淳 主编

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 邮编 200433

86-21-65642857(门市零售)

86-21-65100562(团体订购) 86-21-65109143(外埠邮购)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 宫建平

出品人 贺圣遂

印 刷 上海华文印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 13

字 数 316 千

版 次 2008 年 8 月第一版第一次印刷

书 号 ISBN 978-7-309-06095-9/R · 1036

定 价 30.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

《基础医学导论》是为刚刚跨入医学大门的职业教育学生编写的教材，适用于医学职业教育各专业的入门基础教学。针对医学职业教育学生有文科和理科不同来源的现状，为帮助学生尽快适应医学、护理等专业的学习，本教材整合了学习医学基础课程所必要的化学、生物学等基础知识，以及有关人体结构和功能的框架知识。所涉及的知识范围和水平介于中学阶段生物学等基础课程与大学阶段基础医学课程之间，是进入医学院校学习医学基础的一门桥梁性课程。其特点是叙述简明、图文并茂、理论联系实际。

前言

Foreword

《基础医学导论》是为刚刚跨入医学大门的职业教育学生编写的教材,适用于医学职业教育各专业的入门基础教学。针对医学职业教育学生有文科和理科不同来源的现状,为帮助学生尽快适应医学专业学习,本书整合了医学、护理等专业所需要的化学、生物学等基础知识以及学习基础医学课程必要的有关人体结构和功能的框架知识编写而成。本书在叙述基础理论知识时,注重联系浅显的生活和临床实例,力求用简明、清晰的图表阐明基本知识。其涉及的知识范围和水平介于中学阶段生物学等基础课程与大学阶段基础医学课程之间,是进入医学院校学习基础医学的一门综合性的前导性课程。

本书的前期教材是《基础医学导论》试验本。试验本的知识框架是通过对职业教育学生原有知识水平以及他们在基础医学课程学习中遇到的难点进行调查之后构建而成,着重弥补中学阶段被淡化的而学习医学又必备的基础知识。现在的《基础医学导论》就是在试验本的教学实践基础上,听取学生反馈意见之后修订完成。

本书在编写过程中,得到了许多专家的指导和帮助。冯正仪教授、朱大年教授、查锡良教授、左伋教授、洪晓武老师等各学科的专家,亲自审阅本书各相关的章节,并分别就本书编写内容、体例等各方面给予指导。郭瑛老师、张慧萍老师、徐玲老师也参与了编写工作,并提出许多宝贵意见。在此一并感谢!

本书从组织编写至脱稿付印,时间仓促,加之编者学识水平有限,难免存在诸多不足之处。谨请使用本书的广大师生和读者提出宝贵意见。

毛昌淳

2008年5月

Contents

绪 论

1

第一章 人体的基本化学组成

4

- 第一节 生命的基础——原子和分子 / 5
- 第二节 人体化学反应的场所——溶液 / 8
- 第三节 人体的基本分子结构 / 16
- 第四节 生命的主要成分——蛋白质 / 26
- 第五节 生命的主要能量来源——糖类 / 36
- 第六节 存储和传递遗传信息的物质——核酸 / 42
- 第七节 生物膜的成分与能量存储形式——脂类 / 46

第二章 细胞

51

- 第一节 原核细胞与真核细胞 / 52
- 第二节 生物膜系统 / 59
- 第三节 细胞骨架系统 / 70
- 第四节 遗传信息表达结构系统 / 72

第三章 能量与新陈代谢

78

- 第一节 能量与代谢 / 79
- 第二节 细胞呼吸——获取能量 / 88

第四章 分子遗传

101

- 第一节 DNA 是遗传物质 / 102
- 第二节 从基因到蛋白质 / 108



第五章 人体结构与功能的适应性 118

- 第一节 上皮组织被覆于体表或体内管腔的内表面 / 120
- 第二节 结缔组织含有丰富的细胞间质 / 122
- 第三节 肌组织为机体提供运动的动力 / 125
- 第四节 神经组织对机体起调控作用 / 126
- 第五节 人体是一个统一的整体 / 126

第六章 消化、呼吸、循环与排泄 130

- 第一节 消化系统与营养吸收 / 131
- 第二节 呼吸系统与气体交换 / 140
- 第三节 血液与循环系统 / 145
- 第四节 泌尿系统与水、盐、氮的排泄 / 154

第七章 神经系统、内分泌系统、感觉器官与运动系统 160

- 第一节 神经系统和兴奋传导 / 162
- 第二节 内分泌系统和信息传递 / 171
- 第三节 感觉与感觉器官 / 177
- 第四节 人体的运动系统 / 182

第八章 免疫与疾病防御 187

- 第一节 概述 / 188
- 第二节 非特异性防御及淋巴系统 / 190
- 第三节 特异性免疫与抗原识别 / 193
- 第四节 免疫性疾病 / 199

主要参考文献 203

绪论

Exordium

《基础医学导论》是一门帮助医学职业教育学生尽快适应医学专业学习的前导性课程。

每一位新跨入医学之门的学生都面临着同样的问题：生命是什么？人体由哪些物质组成？人体的生命活动是如何运作的？例如，心脏如何在整个生命过程中不断地跳动？高血压病是如何产生和治疗的？这些问题将通过医学基础课程以及医学临床课程的专业化学习而获得答案。

为帮助医学职业教育学生尽快适应医学专业、护理专业学习，本书整合了医学、护理专业所需要的化学、生物学等基础领域知识，以及学习医学基础课程必要的人体结构和功能的框架知识，从生命的微观和宏观角度，浅显地介绍人体生命现象的基本规律，为医学基础课程的学习提供必要的准备性知识。本书涉及的知识范围和水平介于中学阶段生物学等基础课程与大学阶段医学基础课程之间，是进入医学院校学习医学基础的一门桥梁性课程。

一、基础医学导论的主要内容

根据人体生物学特性，本书分为三大模块，每一部分覆盖人体生物学的的一个主要方面，包含许多有关的主题。

（一）生物分子与细胞

地球上的生物多姿多彩、形态各异，但各种生物体具有共同的物质基础和结构基础。从化学组成上说，生物体的基本组成物质中都有蛋白质、核酸、脂类、糖类、无机盐和水。从结构上说，除了病毒以外，生物体都是由细胞构成的。细胞是生物体结构和生命活动的基本单位。任何生物为了生长、发育并生存下去，都必须不断地与环境进行物质和能量交换，进行新陈代谢。学习和认识生物体的化学组成、细胞结构以及细胞内的能量、新陈代谢知识，对于揭示生命现象的基本规律、理解生命活动的本质具有重要的意义。

这部分简明介绍细胞的分子组成、结构以及代谢等内容，包括第一章人体的基本化学组成、第二章细胞、第三章能量与新陈代谢。这一模块的学习，将引导我们从微观层面上了解人体生命的化学基础和结构基础，认识人体内的活细胞是如何进行工作的。

（二）遗传的分子学基础

任何生物都具有自我复制或繁殖能力，使生命得以延续。通过繁殖，每个生物物种的特



征代代相传,所谓“种瓜得瓜,种豆得豆”,子女像父母,就是指生物具有遗传性。生命的遗传现象已不再神秘,因为科学家已经揭示了遗传的秘密:DNA 是遗传物质,从亲代携带信息传给子代。DNA 分子中包含的遗传信息其功能好像是建造一个生物体的设计蓝图,将指导从一个受精卵变成一个复杂的多细胞生物体。

这部分内容主要阐述遗传的分子基础知识,包括第四章分子遗传。我们将从微观层面上认识遗传物质及其作用原理,基因以及遗传信息传递、表达的大体模式,为进一步学习生物化学奠定基础。

(三) 人体结构与功能

人体是一个复杂的生命体,由数百万亿个不同结构、不同功能的多种类型的细胞构成,例如,血细胞、神经细胞、肌细胞等。人体内细胞并非随意聚集在一起,而是具有高度的组织性。细胞有序地构成组织,组织按照特殊的方式排列构成器官,例如我们熟知的器官——眼、肺等。若干功能相关的器官连接在一起,构成能完成一定生理功能的系统。人体器官和组织的高度组织性,对于机体正确行使职责具有重要意义。

根据人体的构成,可以从细胞、组织、器官、系统等不同水平认识人体的结构与功能。本书第三部分内容主要从器官、系统水平,概要地介绍人体各个系统的结构和功能的框架知识。学习本模块,将帮助我们从整体水平认识人体。

二、为什么学

21 世纪是生命科学和医学迅猛发展的新时期,《基础医学导论》从医学角度介绍生命现象的一般原理,弥补了高等职业教育学生在高中阶段被淡化、而对于学习医学相关理论必备的知识,为后续学习医学基础课程打好基础,例如为组织学、解剖学、生理学、生物化学、微生物免疫学、病理学等学科作知识铺垫。本课程所学知识将有助于学生学习和理解其他医学基础课程的相关知识。

你选择“白衣天使”这一神圣的职业,意味着你将步入生命科学的殿堂。一名医务工作者将在临床上帮助病人战胜疾病,在社区帮助健康者预防疾病……因此更需要宏观地掌握与医学、护理学相关的化学、生物学基础知识,这将有助于正确理解和认识各类疾病,探讨疾病的病因,为将来正确地进行临床医疗、护理和预防疾病打下坚实的基础。

三、如何学

(一) 重在理解,勤于思考

当我们还是孩儿时,我们都问过这样的问题,我是从哪儿来的? 我们生病时问父母,我的身体哪儿出了问题? 当我们开始学习医学基础入门课程时,应该更多地提出这样的问题: 人体的生命活动是如何运作的? 人为什么吸入氧气、呼出二氧化碳? 推动心脏不断跳动的能量从哪里来? 人在感到害怕时,为什么心跳会加快? 糖尿病是如何产生和治疗的……请保持天性好奇、经常提问的习惯。学习过程中不能满足于单纯的记忆,需要带着问题去学习和理解,需要不断温故知新,融会贯通。只有这样,我们才有可能获得开启医学生命科学知识大门的钥匙。

与其他学科相比,与医学相关的生命科学知识比较深奥和复杂。为了提高学习兴趣,本书叙述力求简单,注重理论与实际的联系,采用图解方式展示基本知识,强调概念,希望有助于学生形象直观地理解人体生命科学知识。在学习过程中,不仅认真理解文字部分,而且应该充分读懂图像信息。

为了弥补纸质教材的不足,本书配备教学光盘,供教师教学和学生参考。

第一章

DYZ

人体的基本化学组成

第一节 生命的基础

——原子和分子

- 一、原子的结构
- 二、分子的组成
- 三、共价键理论
- 四、分子的极性
- 五、分子间作用力与氢键

第二节 人体化学反应的场所

——溶液

- 一、溶液的浓度
- 二、溶液的酸碱性
- 三、缓冲溶液
- 四、溶液的渗透现象
- 五、胶体分散系

第三节 人体的基本分子结构

- 一、有机分子的结构特点
- 二、有机化合物的功能基团与分类
- 三、常见的有机化合物类型与主要性质
- 四、有机化合物的同分异构现象

第四节 生命的主要成分

——蛋白质

- 一、氨基酸
- 二、肽
- 三、蛋白质

第五节 生命的主要能量来源

——糖类

- 一、单糖
- 二、双糖
- 三、多糖

第六节 存储和传递遗传信息的物质

——核酸

- 一、核酸的基本组成
- 二、核酸的一级结构
- 三、核酸的二级结构

第七节 生物膜的成分与能量存储形式

——脂类

- 一、油脂
- 二、磷脂
- 三、胆固醇



人体是一个复杂的生命体。和地球上的各种生命体一样,其化学组成包括水(约70%)、蛋白质(约15%)、核酸(约7%)、糖类(约3%)、脂类(约2%)和无机盐(约1%)。其中水是人体内比例最大的成分。

人体的生命过程本质上是化学过程,在整个生命过程中,自始至终存在着化学反应。目前,随着科学的发展,现代医学已经在分子水平上取得迅猛发展。因此,必须在电子、量子水平上进一步认识生命现象的内在本质。

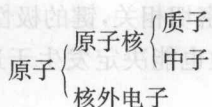
第一节

生命的基础——原子和分子

自然界的物质种类繁多、性质各异,但组成这些物质的原子种类只有112种。因此原子结构知识是认识物质的结构和性质的基础,也是现代医学研究必不可少的环节。

一、原子的结构

原子的结构组成可归纳为:



二、分子的组成

分子是由原子组成的。分子是物质能独立存在并保持其化学特性的最小微粒,一般也是参加化学反应的基本单元。分子的性质和分子间的作用力决定了物质的性质,而分子的性质则由分子的内部结构所决定。分子的内部结构主要包括原子间的相互作用力、原子的空间排列顺序等。

分子中相邻的两个或多个原子之间强烈的相互作用被称为化学键(chemical bond)。化学键分为离子键、共价键和金属键。

Lewis 等于1916年提出离子键和共价键的概念。离子键(ionic bond)是原子间由于电子转移形成正、负离子相互结合形成的化学键;共价键(covalent bond)则是原子间通过电子对的共用而相互结合形成的键。无机物大多以离子键构成,而有机物因碳原子既不易失电子,也不易得电子,故主要以共价键构成。

三、共价键理论

(一) 共价键的本质

量子力学的共价键理论认为,共价键的本质是成键原子的原子轨道重叠形成的,原子轨



道重叠越多,则形成的共价键越稳定。

(二) 现代共价键理论要点

1. 共价键形成的前提条件 一是原子在化合前有单电子;二是单电子的自旋方向相反。

2. 共价键的形成 两个原子各自具有的自旋方向相反的单电子接近至一定距离时,形成配对,即两原子轨道重叠,使双方的电子云密集于两核之间,导致两核对该电子云密集区的吸引增加,核间的正电荷排斥下降。当核间距离缩小至吸引力与排斥力平衡时,体系的能量最低,即形成了稳定的共价键。

3. 共价键的饱和性 每个原子能形成共价键的数目取决于原子中单电子的数目。未成对电子配对后,就不能再与其他原子的未成对电子配对。即一个原子有多少个未成对单电子,就只能配对形成多少个共价键。

4. 共价键的方向性 电子轨道重叠越多,形成的键就越强,这是最大重叠原理。形成共价键时,原子轨道只有沿一定方向接近,才能达到最大重叠。

(三) 共价键的极性

当两个相同原子成键时,其电子云对称地分布于两个原子中间,这种键是无极性的,称为非极性共价键。如乙烷分子中 C—C 键,氢分子中的 H—H 键。

当两个不同原子成键时,由于两种元素的原子在分子中吸引电子能力的不同,电子云分布不对称而靠近其中电负性(反映元素吸引电子能力的参数)较强的原子,使它带有部分负电荷(用 δ^- 表示),另一原子带有部分正电荷(用 δ^+ 表示)。这种共价键称为极性共价键。

键的极性和键的物理、化学性质密切相关,键的极性能导致分子的极性,因此对熔点、沸点和溶解度有较大的影响。键的极性也能决定发生于这个键上的反应类型,甚至还能影响邻近一些键的反应活性。

共价键的极性是有机化合物具有各种性质的内在因素。有机化学反应的实质,就是在一定条件下,由于共价键电子云的移动而发生原来键的断裂以及新键的形成。

四、分子的极性

每个分子都可看成由带正电荷的原子核和带负电荷的电子所组成的系统,整个分子是电中性的。但从分子内部电荷的分布看,可认为正、负电荷各集中于一点,称为电荷重心。若正、负电荷重心重合称为非极性分子,不重合的称为极性分子。

双原子分子的极性与连接两原子的共价键的极性相一致,即相同的两个原子之间形成非极性共价键,该分子为非极性分子(如 H_2 、 O_2 等)。不同的原子之间形成极性共价键,该分子为极性分子(如 HCl、HBr 等)。

多原子分子的极性不仅取决于共价键的极性,还取决于各键在空间分布的方向,即分子的形状。即使是极性键,只要键型相同,分子构型对称,其分子中各个键的极性就能相互抵消,为非极性分子。例如,二氧化碳分子($O=C=O$)中,碳—氧键都是极性共价键,但因分子是对称的直线型,分子中正、负电荷中心重叠,使键的极性正好彼此抵消,分子无极性——非极性分子。



五、分子间作用力与氢键

分子之间弱的相互作用力称为分子间作用力。它包括范德华力和氢键等。

(一) 范德华力

范德华力是指非荷电的原子或分子之间的弱吸引力。其作用能很小,不属于化学键范畴;作用的范围也很小,作用力的大小随分子之间距离的增大而迅速减弱;不具有方向性和饱和性。

范德华力是决定物质的熔点、沸点等物理性质的主要因素。同类型分子间范德华力越强,物质的熔点、沸点越高。

(二) 氢键

氢键(hydrogen bond)是存在于某些分子间或分子内的一种作用力。

1. 氢键的形成及种类 当氢原子与电负性高、原子半径小的 X 原子以极性共价键结合后,由于 X 原子吸引电子能力大,使氢原子显示较强的正电荷场,在与另一个吸电子能力较强且有孤对电子的 Y 原子接触时,又能产生静电吸引力,该吸引力称为氢键。用“----”表示,即



X、Y 可以相同也可以不同,如 F、O、N 等原子。C 和 N 以三键或双键相连时,C 也能形成氢键。

氢键可分为两种类型:分子之间形成的氢键称为分子间氢键,如氟化氢、氨水、对硝基苯酚中的分子间氢键(图 1-1-1);在一个分子内部不同原子之间形成的氢键称为分子内氢键,如硝酸、邻硝基苯酚及蛋白质、核酸等大分子中都存在分子内氢键(图 1-1-2)。

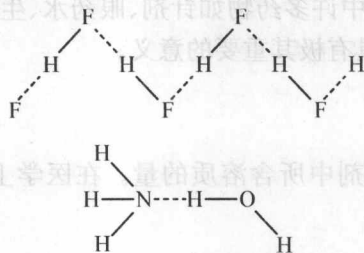


图 1-1-1 分子间氢键示意图

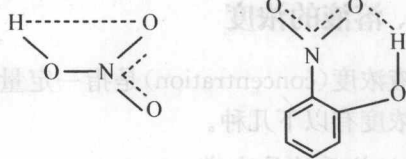


图 1-1-2 分子内氢键示意图

2. 氢键的特征

(1) 具有饱和性:当氢原子已经形成 1 个氢键后,不能再与第 3 个强电负性原子形成第 2 个氢键。

(2) 分子间氢键具有方向性:形成分子间氢键的 3 个原子尽可能在一条直线上,这样 X 与 Y 之间距离最远,电子云之间的斥力较小,而使氢键稳定。

(3) 分子内氢键不具有方向性。

3. 氢键对物质性质的影响 氢键的形成对物质的各种物理和化学性质都会发生深刻的影响,在人类和动、植物的生理、生化过程中也起着十分重要的作用。



(1) 对熔点、沸点的影响:结构相似的同系物质,若存在分子间氢键,则其熔点、沸点显著升高。如 H_2O 、 NH_3 、 HF 的熔点、沸点分别比同族其他元素氢化物高。

形成分子内氢键的物质,一般熔点、沸点要低。如邻硝基苯酚因生成分子内氢键,熔点为 45°C ,而能形成分子间氢键的对硝基苯酚熔点为 114°C 。

(2) 对溶解度的影响:凡溶质能与 H_2O 形成氢键的,在水中溶解度较大。而碳氢化合物不能与水生成氢键,在水中溶解度很小。

若溶质形成分子内氢键,则在水中难以形成分子间氢键,故水中溶解度小,而在非极性溶剂中的溶解度较大。

(3) 对生物大分子活性的影响:氢键的存在直接影响分子的结构、构象、性质与功能,氢键是稳定生物大分子的高级结构的一个重要因素。

蛋白质分子的二级结构 α -螺旋就是由氢键维系,这些氢键是由一个氨基酸的氨基上的氢原子与同链上相隔 3 个氨基酸的羰基上的氧原子形成的。

具有双螺旋结构的 DNA 分子,两条链通过碱基间两两配对如腺嘌呤(A)与胸腺嘧啶(T)、胞嘧啶(C)与鸟嘌呤(G)等碱基对之间的氢键来保持双螺旋结构。一旦氢键被破坏,分子的空间结构会发生变化,其生理活性也就随之丧失。

第二节

人体化学反应的场所——溶液

物质以分子、原子或离子状态分散在一种液体物质(多为水)中形成的均匀而又稳定的系统称为溶液。人体中的血液、淋巴液及各种腺体的分泌液等都是溶液。人体的生命过程与溶液密切相关,人体内的许多新陈代谢反应必须在溶液中进行,如食物的消化、吸收,营养物质的输送,代谢产物的排泄等。此外,治疗疾病过程中许多药物如针剂、眼药水、生理盐水等也都是溶液。因此,认识和学习溶液的性质和特点具有极其重要的意义。

一、溶液的浓度

溶液浓度(concentration)是指一定量的溶液或溶剂中所含溶质的量。在医学上,常用的溶液浓度有以下几种。

(一) 物质的量浓度

1. 物质的量 物质的量是国际单位制(SI)中 7 个基本物理量之一,是表示微观物质数量的基本物理量。物质的量用符号 n 表示,基本单位是摩尔,单位符号为 mol。摩尔的定义是:“摩尔是一系统的物质的量,该系统中所包含的基本单元数与 $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 的原子数目相等。” $0.012\text{ kg }^{12}\text{C}$ 的原子数目与阿伏伽德罗常数(6.02×10^{23})数值一样多。

1 mol 物质的质量称为该物质的摩尔质量,用符号 M 表示,单位是 g/mol 。任何原子、分子的摩尔质量的数值等于其相对原子、分子质量。

物质的量、物质的质量和摩尔质量之间的关系:

$$n = \frac{m}{M}$$



式中, n 为物质的量; m 为物质质量, 单位是 g; M 为物质的摩尔质量, 单位是 g/mol。

2. 物质的量浓度 物质的量浓度在国际单位制(SI)中称为浓度, 符号为 c 。物质 B 的物质的量浓度定义为:

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

式中, c_B 为 B 的物质的量浓度, n_B 是物质 B 的物质的量, V 是溶液的体积。

物质的量浓度 SI 单位是 mol/m³, 医学上多用 mol/L、mmol/L。其中最常用的单位是 mmol/L。

WTO 提议, 凡是已知相对分子质量的物质在体液内的含量均应采用物质的量浓度来表示。

(二) 质量浓度

物质 B 的质量浓度 ρ_B 定义为:

$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

式中, m_B 为 B 的质量, V 是溶液的体积。质量浓度的 SI 单位是 kg/m³, 医学上常用的单位是 g/L、mg/L、μg/L 等。

对于体液中少数的相对分子质量尚未准确测定的物质可以使用质量浓度。

物质 B 的质量浓度 ρ_B 与物质的量浓度 c_B 之间的关系为:

$$\rho_B = c_B M$$

二、溶液的酸碱性

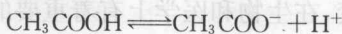
许多化学反应, 尤其是生命体内进行的各种化学反应, 都需要在一定的酸碱条件下进行。因此, 溶液的酸碱性是溶液的重要性质。

在研究酸碱的性质与组成及结构的关系方面, 人们提出了各种不同的理论。1932 年丹麦的布朗斯特(Brönsted)与英国的劳瑞(Lowry)提出的酸碱质子理论(proton theory of acid and base)目前应用较广。

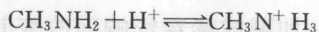
(一) 酸碱定义

酸碱质子理论认为: 酸是指能给出质子(H⁺)的分子或离子; 碱是能接受质子的分子或离子。即酸是质子的给予体, 碱是质子的接受体。

酸与碱之间可以相互转化, 酸释放质子后生成碱(称为共轭碱), 而碱接受质子后生成酸(称为共轭酸)。如



酸 共轭碱



碱 共轭酸

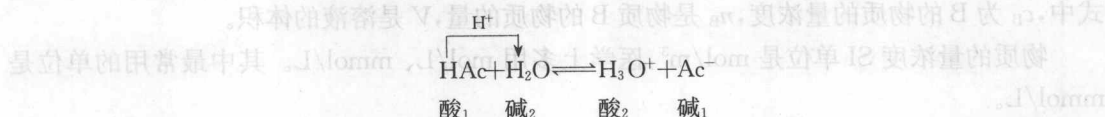
酸的强度就是它给出质子的倾向大小, 碱的强度就是它接受质子的倾向大小。酸的强



度通常用 pK_a 表示, pK_a 值越小, 酸性越强; 碱的强度通常用 pK_b 表示, pK_b 值越小, 碱性越强。

(二) 酸碱反应的实质

由于质子(H^+)体积非常小, 电荷密度大, 在溶液中不能单独存在, 在酸给出质子的瞬间, 质子马上和另一质子受体(碱)结合。例如, HAc 在水溶液中的反应过程如下:



HAc(酸₁)将质子传递给 H_2O (碱₂)变为相应的共轭碱 Ac^- (碱₁), H_2O (碱₂)接受质子变成相应的共轭酸 H_3O^+ (酸₂)。反应涉及两对共轭酸碱对, 即酸₁-碱₁, 酸₂-碱₂, 可见酸碱反应的实质是两对共轭酸碱对之间的质子传递反应, 即质子从一种物质(酸₁)转移到另一种物质(碱₂)中去。

(三) 酸碱溶液 pH 值的计算

在稀溶液中, 由于 $[H^+]$ 很小, 用 $[H^+]$ 表示溶液的酸碱性很不方便, 故常用 pH 值表示溶液的酸性。

pH 值就是氢离子浓度的负对数, 即

$$pH = -\lg[H^+]$$

酸性溶液的 $pH < 7$, pH 值越小, 酸性越强; 碱性溶液的 $pH > 7$, pH 值越大, 碱性越强。

必须注意, 当 pH 值相差 1 时, $[H^+]$ 相差 10 倍; 当 pH 值相差 3 时, 则 $[H^+]$ 可相差 1 000 倍。

正常人体内血浆的 pH 值范围为 7.35~7.45。临床上将血浆 pH 值低于 7.35 的称为酸中毒, 高于 7.45 的称为碱中毒。这些都会引起物质代谢失调, 从而影响机体的各种生理和生化功能, 严重时可危及生命。

三、缓冲溶液

机体的代谢活动必须在适宜酸碱度的体液内环境中进行。人血液的正常 pH 值范围为 7.35~7.45, 平均值为 7.40, 是变动范围很窄的弱碱性环境, 它为正常的细胞功能, 尤其是生物酶类提供了一个适宜的“内环境”。因为血浆 H^+ 浓度大幅度变动必然会引起酶获得或失去质子而影响酶活性, 倘若 H^+ 浓度超出这个狭小范围, 细胞的正常生理功能就会丧失。正常情况下, 尽管机体经常摄入一些酸性或碱性食物, 在代谢过程中也会不断的生成酸性或碱性物质, 但体液可依靠体内缓冲调节功能稳定血液的 pH 值在正常范围内。维持体液或细胞培养液的 pH 值相对稳定不变, 在生物和医学上有着重要的意义。

(一) 缓冲溶液的概念

一般水溶液常易受外界加酸、加碱或稀释影响而改变其原有的 pH 值。但也有一类溶液的 pH 值并不因此而有什么明显的变化。

具有抵抗外来少量强酸、强碱而保持 pH 值基本不变的溶液称为缓冲溶液(buffer)