

21世纪高等院校教材·医学类

基础化学

谢吉民 主 编

刘 杰
张万明
张利民
杨金香

副主编



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材·医学类

基 础 化 学

谢吉民 主 编

刘 杰 张万明
张利民 杨金香 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书结合现阶段高等医药院校本科基础化学的教学实际,遵循教材“三基”、“五性”和“三特定”的原则,根据医学专业本科生的培养目标和要求编写而成。本书重点阐述基础化学的基本概念和基本理论,删除与中学化学重叠部分,适当降低难度,充实专业实例,突出医学专业化学特点。

全书共分13章,内容包括溶液化学(溶液与胶体、电解质溶液与离子平衡及缓冲溶液)、化学反应原理(化学热力学基础、化学动力学基础、氧化还原与电极电势)、物质结构(原子结构、共价键与分子间作用力及配位化合物)、常用分析测试技术(滴定分析法和仪器分析概论)等。为了拓宽学生的知识面、启发学生认识化学元素在提高人类生命质量方面的基础作用,本书适当介绍了化学元素与人类健康的关系。

本书可供高等医学院校临床医学、基础医学、预防医学、全科医学、儿科、护理、影像、麻醉、口腔、医疗保险等各专业本科生使用,也可供成人教育相关专业以及医务人员继续教育参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/谢吉民主编. —北京:科学出版社,2004

21世纪高等院校教材·医学类

ISBN 7-03-013663-2

I. 基… II. 谢… III. 化学-高等学校-教材 IV. O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第055414号

责任编辑:杨向萍 / 责任校对:赵桂芬

责任印制:安春生 / 封面设计:陈敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年7月第一版 开本:B5(720×1000)

2004年7月第一次印刷 印张:18 1/4 插页1

印数:1—12 000 字数:350 000

定价:22.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《基础化学》编委会

主 编 谢吉民

副主编 刘 杰 张万明 张利民 杨金香

编 委 (以编写章节先后为序)

谢吉民 (江苏大学)

朱琴玉 (苏州大学)

于素华 (扬州大学)

廖力夫 (南华大学)

杨金香 (长治医学院)

刘 杰 (南通大学)

刘永民 (徐州医学院)

张万明 (河北北方学院)

付煜荣 (河北北方学院)

朱卫华 (江苏大学)

张利民 (蚌埠医学院)

前 言

为了贯彻执行教育部全面提高教育质量,培养造就高素质人才以及加强新世纪教材建设的精神,结合现阶段高等医药院校本科基础化学的教学实际,我们编写了这本具有思想性、科学性、先进性、启发性和适用性的基础化学教材。本书编写的指导思想是:

(1) 注意简明、适用。遵循教材的“三基”和“三特定”原则,即“基础理论、基本知识、基本技能”和“特定的对象、特定的要求、特定的限制”。根据医学专业本科生的培养目标和要求,重点阐述基础化学的基本概念和基本理论,删除与中学重叠部分,适当降低难度,充实专业实例,突出医学专业化学特点,力求使教材内容的广度和深度切合教学实际。

(2) 为适应化学与生物学和医药学相互渗透的发展趋势,适当增加与生物学、医药学以及营养学有关的知识,激发学生学习基础化学的兴趣,联系实际,启发思维,培养综合能力,力求对后续课程的学习和日后工作的发展有所裨益。

(3) 全书按照理论课 60 学时编写,由于各院校教学时数不尽相同,教材中一部分内容用*号标示,供各校选用或学生自学时参考。

(4) 本书采用以国际单位制(SI)为基础的《中华人民共和国法定计量单位》和国家标准(GB 3100~3102-93)中所规定的符号和单位。

全书共分 13 章,内容包括溶液化学(溶液与胶体,电解质溶液与离子平衡,缓冲溶液)、化学反应原理(化学热力学基础,化学动力学基础,氧化还原与电极电势)、物质结构(原子结构和元素周期律,共价键和分子间作用力,配位化合物)、常用分析测试技术(滴定分析,常用仪器分析方法概论)等。为了拓宽学生的知识面、启发学生认识化学元素在提高人类生命质量方面的基础作用,本书适当介绍了化学元素与人类健康的关系。

本书可供高等医学院校临床医学、基础医学、预防医学、全科医学、儿科、护理、影像、麻醉、口腔、医疗保险等各专业本科生使用,也可供成人教育相关专业以及医务人员继续教育参考使用。

参加本次教材编写的教师(按编写章节先后顺序)有:江苏大学谢吉民;苏州大学朱琴玉;扬州大学于素华;南华大学廖力夫;长治医学院杨金香;南通大学刘杰;徐州医学院刘永民;河北北方学院张万明、付煜荣;江苏大学朱卫华;蚌埠医学院张利民。

南京医科大学祁嘉义教授对教材的编写提出了许多宝贵意见;编委所在的各院校给予了热情鼓励;科学出版社对本书的编写给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年6月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 化学研究的对象和目的	1
§ 1.2 化学与医学的关系	1
§ 1.3 基础化学的内容和学习方法	2
§ 1.4 学习本门课的预备知识	3
§ 1.4.1 物质的量	3
§ 1.4.2 数字的科学表达	5
§ 1.4.3 有效数字的运算规则	6
习题	7
第 2 章 溶液与胶体	8
§ 2.1 分散系	8
§ 2.2 溶液组成标度的表示方法	8
§ 2.2.1 物质的量浓度	9
§ 2.2.2 质量浓度	9
§ 2.2.3 质量摩尔浓度和摩尔分数	10
§ 2.2.4 质量分数和体积分数	11
§ 2.3 稀溶液的依数性	11
§ 2.3.1 溶液的蒸气压下降	12
§ 2.3.2 溶液的沸点升高与凝固点降低	13
§ 2.3.3 溶液的渗透压力	15
§ 2.3.4 渗透压力在医学上的意义	18
§ 2.4 胶体溶液	20
§ 2.4.1 表面现象	20
§ 2.4.2 溶胶的性质	21
§ 2.4.3 胶团的结构	24
§ 2.4.4 溶胶的稳定性和聚沉	25
§ 2.4.5 大分子化合物溶液	26
§ 2.4.6 凝胶与胶凝	28

习题	30
第3章 电解质溶液与离子平衡	31
§ 3.1 强电解质溶液理论	31
§ 3.1.1 离子相互作用理论	31
§ 3.1.2 活度和活度系数	32
§ 3.1.3 离子强度	32
§ 3.2 酸碱质子理论	33
§ 3.2.1 酸、碱的定义	34
§ 3.2.2 酸碱反应的实质	34
§ 3.2.3 酸碱强度	35
§ 3.3 水溶液中的质子转移平衡及有关计算	36
§ 3.3.1 水的质子自递作用和溶液的 pH	36
§ 3.3.2 酸碱在水溶液中的质子转移平衡	37
§ 3.3.3 酸碱溶液 pH 计算	40
§ 3.4 沉淀-溶解平衡	45
§ 3.4.1 溶度积	45
§ 3.4.2 沉淀的生成	48
§ 3.4.3 分步沉淀和沉淀的转化	49
§ 3.4.4 沉淀的溶解	51
习题	52
第4章 缓冲溶液	53
§ 4.1 缓冲溶液的基本概念	53
§ 4.1.1 缓冲作用	53
§ 4.1.2 缓冲溶液的组成	53
§ 4.1.3 缓冲溶液的作用机制	54
§ 4.2 缓冲溶液 pH 的计算	54
§ 4.2.1 缓冲公式	54
§ 4.2.2 缓冲溶液 pH 的校正	57
§ 4.3 缓冲容量	58
§ 4.3.1 缓冲容量	58
§ 4.3.2 影响缓冲容量的因素	59
§ 4.4 缓冲溶液的配制	61
§ 4.4.1 缓冲溶液的配制原则及方法	61
§ 4.4.2 常用缓冲溶液	62
§ 4.5 缓冲溶液在医学上的意义	64

习题	65
第 5 章 化学热力学基础	67
§ 5.1 基本概念和术语	67
§ 5.1.1 体系和环境	67
§ 5.1.2 状态、状态函数和过程	68
§ 5.1.3 热和功	69
§ 5.1.4 化学反应进度	70
§ 5.2 化学反应热	70
§ 5.2.1 热力学能和焓	70
§ 5.2.2 热力学第一定律	71
§ 5.2.3 化学反应热	72
§ 5.2.4 热化学方程式	72
§ 5.2.5 Hess 定律	73
§ 5.2.6 标准摩尔生成焓	75
§ 5.2.7 标准摩尔燃烧焓	76
§ 5.3 化学反应的方向和限度	78
§ 5.3.1 自发过程	78
§ 5.3.2 熵	80
§ 5.3.3 Gibbs 自由能	81
§ 5.3.4 自发过程的 Gibbs 自由能判据	81
§ 5.3.5 化学反应的自由能变计算	82
§ 5.4 化学平衡	85
§ 5.4.1 化学平衡与标准平衡常数	85
§ 5.4.2 标准平衡常数的计算	86
* § 5.4.3 化学平衡的移动	87
习题	89
第 6 章 化学动力学基础	91
§ 6.1 化学反应速率及表示方法	91
* § 6.2 化学反应速率理论简介	93
§ 6.2.1 有效碰撞理论和活化能	93
§ 6.2.2 过渡状态理论简介	95
§ 6.3 浓度对化学反应速率的影响	96
§ 6.3.1 元反应和复杂反应	96
§ 6.3.2 质量作用定律	96
§ 6.3.3 反应级数与反应分子数	98

§ 6.3.4 具有简单级数反应的特征	98
§ 6.4 温度对化学反应速率的影响	101
* § 6.4.1 van't Hoff 规则	101
§ 6.4.2 Arrhenius 方程式	101
§ 6.5 催化剂对化学反应速率的影响	103
§ 6.5.1 催化剂与催化作用	103
* § 6.5.2 催化作用理论	105
§ 6.5.3 生物催化剂——酶	106
习题	108
第 7 章 氧化还原与电极电势	110
§ 7.1 氧化还原的基本概念	110
§ 7.1.1 氧化数	110
§ 7.1.2 氧化还原反应的再认识	111
§ 7.2 原电池	113
§ 7.2.1 原电池的概念	113
§ 7.2.2 原电池的组成及其表示	114
* § 7.2.3 电极的类型	115
§ 7.3 电极电势	117
§ 7.3.1 电池电动势	117
* § 7.3.2 电极电势的产生	118
§ 7.3.3 电极电势的测量	119
§ 7.4 影响电极电势的因素	120
§ 7.4.1 标准电极电势	120
§ 7.4.2 Nernst 方程	121
§ 7.4.3 Nernst 方程计算示例	123
§ 7.5 电极电势和电池电动势的应用	126
§ 7.5.1 比较氧化剂或还原剂的强弱	126
§ 7.5.2 判断氧化还原反应进行的方向	127
§ 7.5.3 判断氧化还原反应进行的次序	130
§ 7.5.4 判断氧化还原反应进行的限度——计算化学平衡常数	130
* § 7.5.5 计算一些非氧化还原反应的化学平衡常数	132
习题	133
第 8 章 原子结构和元素周期律	135
§ 8.1 原子结构的认识史	135
* § 8.1.1 认识史回顾	135

§ 8.1.2 氢原子光谱	136
§ 8.2 原子核外电子运动的特征	137
§ 8.2.1 玻尔理论	137
§ 8.2.2 电子的波粒二象性	138
§ 8.2.3 测不准原理	139
§ 8.2.4 薛定谔方程	140
§ 8.3 核外电子运动状态的描述	140
§ 8.3.1 波函数和原子轨道	140
§ 8.3.2 量子数及其物理意义	141
§ 8.3.3 概率密度和电子云	144
§ 8.3.4 原子轨道的图形	144
§ 8.4 多电子原子的核外电子排布	148
§ 8.4.1 多电子原子的能级	148
§ 8.4.2 核外电子排布规律	150
§ 8.5 元素周期表和元素周期律	152
§ 8.5.1 元素周期表的特点	152
§ 8.5.2 元素的性质与原子结构的关系	155
习题	158
第 9 章 共价键和分子间作用力	160
§ 9.1 共价键和共价化合物	160
§ 9.1.1 现代价键理论	160
* § 9.1.2 键参数	163
§ 9.1.3 杂化轨道理论	166
§ 9.1.4 分子轨道理论	169
§ 9.2 分子间的作用力	176
§ 9.2.1 分子的极性	176
§ 9.2.2 范德华力	177
§ 9.2.3 氢键	179
习题	181
第 10 章 配位化合物	183
§ 10.1 配合物的基本概念	183
§ 10.1.1 配合物的定义	183
§ 10.1.2 配合物的组成	184
§ 10.1.3 配合物的命名	186
* § 10.1.4 配合物的几何异构现象	187

§ 10.2 配合物的化学键理论	187
§ 10.2.1 配合物的价键理论	188
§ 10.2.2 配合物的晶体场理论	192
§ 10.3 配位平衡	197
§ 10.3.1 配离子的稳定常数	197
§ 10.3.2 配位平衡的移动	199
§ 10.4 螯合物	203
§ 10.4.1 螯合物的结构特点	203
§ 10.4.2 影响螯合物稳定性的因素	204
§ 10.5 配合物与医学的关系	205
习题	206
第 11 章 滴定分析	208
§ 11.1 滴定分析概述	208
§ 11.1.1 滴定分析的基本概念	208
§ 11.1.2 滴定分析的操作程序	209
§ 11.1.3 滴定分析的计算	210
§ 11.1.4 滴定分析结果的误差	211
§ 11.2 酸碱滴定法	214
§ 11.2.1 酸碱指示剂	214
§ 11.2.2 强碱滴定强酸	217
§ 11.2.3 强碱滴定弱酸(强酸滴定弱碱)	219
§ 11.2.4 多元酸和多元碱的滴定	222
§ 11.2.5 酸碱滴定法的应用	224
* § 11.3 氧化还原滴定法	226
§ 11.3.1 概述	226
§ 11.3.2 高锰酸钾法	226
§ 11.4 配位滴定法	228
§ 11.4.1 EDTA 配位滴定的基本原理	228
§ 11.4.2 EDTA 配位滴定应用示例	230
习题	231
第 12 章 常用仪器分析方法概论	232
§ 12.1 电势分析法	232
§ 12.1.1 电势法测定溶液的 pH	232
§ 12.1.2 离子选择性电极	235
§ 12.2 紫外-可见分光光度法	237

§ 12.2.1 光度分析的基本原理	237
§ 12.2.2 紫外-可见分光光度计	240
§ 12.2.3 分光光度法的测定方法及条件选择	241
* § 12.3 色谱分析法	244
§ 12.3.1 色谱分析的基本概念	244
§ 12.3.2 色谱分析的基本原理	244
§ 12.3.3 气相色谱法和高效液相色谱法	246
习题	247
* 第 13 章 化学元素与人类健康	248
§ 13.1 生命元素	248
§ 13.1.1 人体内元素的组成及分类	248
§ 13.1.2 一些生命元素的生物学功能	250
§ 13.2 污染元素	256
§ 13.2.1 工业污染金属元素	257
§ 13.2.2 生命元素过量时的毒害	259
§ 13.3 化学元素的致癌与抗癌作用	260
§ 13.3.1 化学元素的致癌作用	261
§ 13.3.2 化学元素的抗癌作用	261
部分习题参考答案	263
参考文献	266
附录	267
附录 I 常用物理常量	267
附录 II 弱电解质在水中的解离常数	267
附录 III 一些难溶化合物的溶度积(298K)	269
附录 IV 一些物质的基本热力学数据	270
附录 V 标准电极电势 φ^\ominus (298K)	273
附录 VI 配合物的稳定常数	274

第 1 章 绪 论

§ 1.1 化学研究的对象和目的

自然界是由物质组成的。自然科学的研究对象是客观存在的物质。物质(matter)可分为实物(substance)和场(field)两种基本形态。实物具有静止质量,如原子、分子、电子等。场不具有静止质量,如电场、磁场、原子核内力场等。化学(chemistry)所研究的主要对象是实物(习惯上实物仍称为物质),是在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的自然科学。

化学研究的内容非常丰富,随着人们对物质化学运动形式认识的逐渐加深,到 19 世纪末,化学形成了以下四大分支:

无机化学 研究所有元素的单质及其化合物(碳氢化合物及其衍生物除外)。

有机化学 研究碳氢化合物及其衍生物。

分析化学 研究物质成分的测定方法和原理。

物理化学 运用物理学的原理和实验方法研究物质化学变化的基本规律。

化学与其他学科之间相互渗透,相互融合,化学学科内部各分支学科之间也相互交叉,又不断形成许多新的边缘学科和应用学科,如生物化学、环境化学、食品化学、药物化学、农业化学、量子化学、结构化学、高分子化学等。

从 20 世纪后期起,化学进入了一个崭新的发展阶段,主要表现为从描述性的科学向推理性的科学过渡,从静态向动态、从定性向定量发展,从宏观向微观深入。化学的发展必将对诸如生命科学、环境保护、能源开发、新材料的合成等世人瞩目的重大课题的研究起到重要作用。化学已被公认是一门中心科学。

§ 1.2 化学与医学的关系

早在 16 世纪,欧洲化学家就致力于研制医治疾病的化学药物,从而推动了医学和化学的同步发展。1800 年,英国化学家 Davy 发现了一氧化二氮的麻醉作用,后来乙醚、普鲁卡因等更加有效的麻醉药物被发现,使无痛外科手术成为可能。1932 年,德国科学家 Domagk 发现一种偶氮磺胺染料可治愈细菌性败血症。此后,化学家制备了许多新型的磺胺药物,并开发了青霉素等新的抗生素。青霉素等抗生素的发明曾挽救了无数人的生命。因此,医学的发展与化学密切相关。

现代医学与化学关系更加密切。医学是研究人体生理现象和病理现象、寻求

防病治病的方法、保障人类健康的科学。体内的生理现象和病理现象与体内物质代谢作用密切相关,而这些代谢作用又与体内的化学变化相关。因此,必须掌握一定的化学知识,才能更好地研究生命活动的规律,从而深入了解生理、病理现象的实质。

在疾病的诊断、治疗过程中,需要进行化验和使用药物。例如,临床检验常需要利用化学方法进行一系列的分析,测定血、尿等生物样品中某些成分的含量,以帮助正确诊断疾病。治疗疾病时所用的药物,其化学结构、化学性质以及纯度直接影响药理作用和毒副作用;药物间的配伍也与其化学性质密切相关,要正确合理用药,必需掌握有关的化学知识。

在卫生监督、疾病预防等方面,如环境卫生、营养卫生、劳动卫生等工作,常需进行饮水分析、食品检验、环境监测等,都离不开化学。

随着科学技术的进步,现代医学的研究已逐渐由传统的细胞层次深入到分子层次,化学的研究成果对此起了重要的推动作用。例如,由于化学家对生物大分子(主要是核酸和蛋白质)的认识取得了突破,由此形成了一门新兴的学科——分子生物学,分子生物学的形成和发展,对医学乃至整个生命科学都产生了重大影响。又如,从有机物分子的立体结构研究酶和底物的作用以及药物和受体的作用,从分子水平上研究某些疾病的致病因子,从微量元素的研究为疾病的早期诊断提供科学依据等,都说明现代医学的发展需要更多、更深的化学知识。

从事现代生命科学研究需要扎实的化学及其他理工科基础。现代医学的发展越来越突破传统的生物学范畴,形成多学科的交叉。基础化学课的学习目的不单纯是为后续课程作铺垫,或者说是为了学好生物化学、生理学、药理学等医学课程所必需,而是整体知识体系的基本积累,是一种从化学这一科学的角度进行科学思维和从事科学研究所需技能的综合素质训练,是从中学到大学转变和适应的过程中知识、能力与素质的共同提高,它们对形成生物医学研究的思维方法具有前瞻性和可持续发展性。

§ 1.3 基础化学的内容和学习方法

由于医学和化学的密切关系,世界各国在医学教育中都把化学作为重要的基础课。我国五年制的医学教学通常将化学分成基础化学和有机化学两门课程。基础化学是从无机化学、分析化学以及物理化学内容中选编的,主要讲授大学化学的基本概念、原理和技术,包括稀溶液通性,水溶液中四大离子平衡,化学反应的热力学和动力学描述,物质结构及其与性质的关系,滴定分析与基础仪器分析等传统内容,以及元素医学等新的交叉领域的初步知识。基础化学的任务是使学生获得学习医学和从事生物医学研究所必需的化学基本理论、基本知识和基本技能,为学习

后续课程打下基础,同时培养学生分析和解决实际问题的能力,并使学生逐步树立辩证唯物主义观点和科学的思维方法。

讲究学习方法是提高学习效率的重要保证。学习方法既有通则,又无定则,应在不断总结和交流的基础上,选找最适合自己的学习方法。大学的教学方法与中学有较大差别,大学课程的特点是课堂讲授容量大,教学进度快。这就要求学生尽快实现从中学到大学在学习方法和学习习惯上的转变,通过课前预习、课堂听讲、课后复习、认真练习和课外阅读等几个重要环节,养成高效率的学习方法,培养较强的自学能力,提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。学习新课前要预习,这样就能对教师本节课要讲授的内容有所了解;听课时要集中精力,主动跟踪老师的思维脉络,形成共鸣,特别要注意预习时未理解的部分;要学会记课堂笔记,重点记下授课纲目、基本结论、补充材料以及听课中发生的疑难;课后必须及时复习,不妨先按照笔记梳理一下授课内容,然后边阅读教材、参考书,边整理笔记。

基础化学的特点是理论性强,涉及的概念多,要注意掌握其基本理论和基本知识,处理好理解和记忆的关系,学会善于运用分析对比和联系归纳的方法,善于从例题中体会解题的思路和方法、技巧,搞清概念、原理、公式和方法的涵义、应用条件和使用范围,在理解的基础上,记忆一些涉及基本概念和基本原理的重点和重要公式,努力做到熟练掌握、融会贯通,并运用所掌握的理论 and 知识去分析、解决实际问题。

化学是一门以实验为基础的学科,实验课是基础化学课程的重要组成部分。著名美国化学教育家 Henry Armstrong 说过, I hear, I forget; I read, I remember; I do, I understand。他生动地表达了实践出真知的真理。许多科学知识,要想真正懂得,非亲自动手做不可。通过实验不仅可以加深理解、巩固所学到的基本理论和知识,而且还可以训练有关的实验基本技能,学习科学的实验方法,培养动手能力。学生在实验前要预习实验内容,做到原理清楚、步骤明确;实验过程中要认真观察实验现象、正确记录结果;实验完毕要认真处理实验数据、分析实验现象和问题,得出正确结论,做好实验报告。通过实验,养成严谨的科学态度和科学的思维方法,培养独立工作能力和科学研究能力。

§ 1.4 学习本门课的预备知识

§ 1.4.1 物质的量

物质的量(amount of substance)是表示微观物质数量的基本物理量。物质 B 的物质的量用符号 n_B 表示,其基本单位是摩尔(mole),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(elementary entity)数与 0.012kg ^{12}C 的原子数目相等”。在使用单位摩尔时,应注意以下两点:

(1) 摩尔是物质的量的单位,不是质量(mass)的单位。 $0.012\text{kg }^{12}\text{C}$ 的原子数目是 6.023×10^{23} ,这个数称为阿伏伽德罗常量(Avogadro constant)。所以,1mol是 6.023×10^{23} 个微粒的集合。若系统中所含基本单元的数目是阿伏伽德罗常量的多少倍,则系统物质的量就是多少摩尔。

(2) 在使用物质的量时,应该用粒子符号、物质的化学式或它们的特定组合来指明其基本单元(分子、原子、离子、电子及其他粒子或这些粒子的特定组合)。例如,我们可以说 H 、 H_2 、 H_2O 、 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 、 $\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}$ 、 $(\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2)$ 等物质的量,但是,如果说硫酸的物质的量,含义就不清了,因为没有指明基本单元的化学式,它可能是 H_2SO_4 ,也可能是 $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4$ 的物质的量。

基本单元确定后,物质B的物质的量 n_B 就可以通过该物质的质量和摩尔质量(molar mass)求算。物质B的摩尔质量 M_B 定义为B的质量 m_B 除以B的物质的量 n_B ,即

$$M_B = \frac{m_B}{n_B} \quad (1-1)$$

式(1-1)可改写为

$$n_B = \frac{m_B}{M_B} \quad (1-2)$$

摩尔质量的常用单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。某原子的摩尔质量在数值上等于其相对原子质量(relative atomic mass) A_r ,某分子的摩尔质量的数值等于其相对分子质量(relative molecular mass) M_r 。相对原子质量和相对分子质量的单位均为1(one)。

【例】 计算5.3g无水碳酸钠的物质的量:

(1) 以 Na_2CO_3 为基本单元;

(2) 以 $\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 为基本单元。

解 (1) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5.3\text{g}$ $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{5.3}{106} = 0.05(\text{mol})$$

(2) $m(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5.3\text{g}$ $M(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2}M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 53\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$n(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{5.3}{53} = 0.10(\text{mol})$$

从上述计算结果可知,同一系统的物质,所指定的基本单元不同,则物质的量就不同。