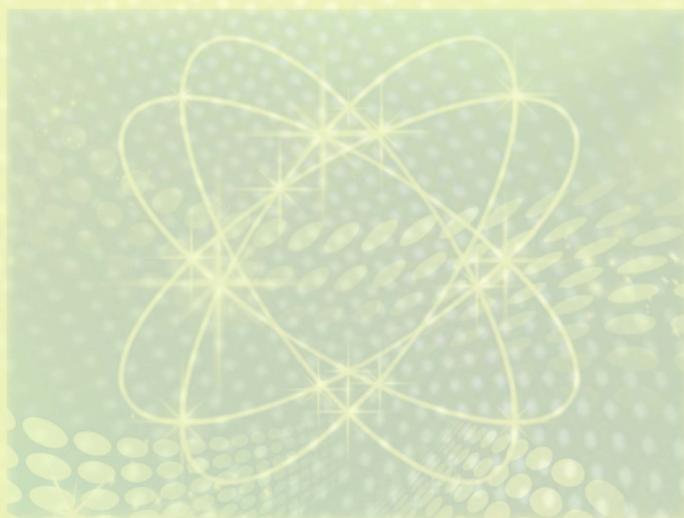


# 检验基础化学

主编 刘有训



人民军医出版社



全国医药院校高职高专规划教材

供医学检验技术及相关专业使用

# 检验基础化学

JIANYAN JICHU HUAXUE

主 编 刘有训

副主编 张少云 何丽针 王艳芳

编 者 (以姓氏笔画为序)

王艳芳 宁波天一职业技术学院

刘 娜 大连医科大学

刘有训 大连医科大学

何丽针 江西医学院上饶分院

张少云 廊坊卫生职业学院

张韶虹 襄樊职业技术学院

郭丽霞 邢台医学高等专科学校

程家蓉 重庆医药高等专科学校

穆春旭 辽宁卫生职业技术学院



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

---

图书在版编目(CIP)数据

检验基础化学/刘有训主编. —北京:人民军医出版社,2012.4

全国医药院校高职高专规划教材

ISBN 978-7-5091-5470-0

I. ①检… II. ①刘… III. ①医学检验—化学—高等职业教育—教材 IV. ①R446

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 051462 号

---

策划编辑:池 静 徐卓立 文字编辑:王红健 韩 志 责任审读:谢秀英

出版人:石 虹

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8203

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

---

印刷:三河市世纪兴源印刷有限公司 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:24.5·彩页 1 面 字数:594 千字

版、印次:2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—4000

定价:46.00 元

---

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

# 全国医药院校高职高专规划教材(医学检验技术专业·第2版)

## 编 审 委 员 会

主任委员 张松峰 胡兴娥 周立社

副主任委员 鲁春光 任光圆 高凤兰  
刘丕峰 胡 野 姚 磊

委 员 (以姓氏笔画为序)

尹卫东	甘晓玲	田 仁	吕 申
刘 军	刘 辉	刘有训	刘观昌
许郑林	孙永杰	寿佩勤	杨玉南
应志国	宋大卫	周晓隆	郑文芝
赵玉玲	胡志坚	哈学军	侯振江
郭化山	郭桂平	黄斌伦	崔成立
梁建梅	滕文锋		

编辑办公室 郝文娜 徐卓立 曾小珍 池 静  
袁朝阳

# 全国医药院校高职高专规划教材(医学检验技术专业·第2版)

---

## 教 材 书 目

1. 生物化学检验技术
2. 血液检验技术
3. 病理检验技术
4. 临床实验室管理
5. 临床检验基础
6. 检验基础化学
7. 检验仪器分析技术
8. 免疫检验技术
9. 分子生物检验技术
10. 微生物检验技术
11. 寄生虫检验技术

# 出 版 说 明

---

随着医学模式的转变,尤其是生物化学、分子生物学、免疫学、遗传学与基础学科的相互渗透,各种仪器和合成试剂的大量涌现,极大地促进了检验医学向着高理论、高科技、高水平方向发展。作为 21 世纪医学领域发展最快的学科之一,医疗卫生机构需要大批的医学检验和医学检验技术专业人才。为此,人民军医出版社组织全国多所高职高专院校的专家对《全国医药院校高职高专规划教材(医学检验技术专业)》进行修订再版,以适应当前医学检验技术领域职业教育形势的需要。

该套教材的第 1 版于 2006 年由人民军医出版社出版,具有良好的基础,几年来在多家医药院校使用,得到了关注和好评。本次修订再版工作在编委会的领导下展开,由多家院校专家认真研讨和广泛征求意见后,对内容和编排进行修订。教材秉承紧贴高职高专这一层次的人才培养目标,遵循“三基”“五性”的原则,补充了近年来医学检验技术领域的新知识、新技术、新方法,删减了不够实用的部分,并突出以下特色:精理论强实践,培养实用技能型人才。依据医疗机构临床实验室管理办法等一系列相关政策法规,以岗位需求为依据,参阅临床医学检验技术初级考试大纲,既具有针对性,又兼适用性。贯彻学历教育与职业资格证考试相结合的精神,把职业资格证考试的知识点与教材内容相结合。同时按照培养高端技能人才的要求,吸纳行业专家参与教材体系的论证及教材编写。以“必需、够用”为前提,以“实用、会用”为目标,对传统教材内容进行了必要的精选、整合和优化,能更好地适应高职教改的需要。

打造一套紧扣大纲、顺应现代医学检验技术发展需要,适合教师教学、利于学生学习的好教材是所有参编院校的编写初衷和不懈追求,我们衷心感谢参编院校在该套教材编写过程中所给予的大力支持和辛勤付出。希望有关院校积极选用该套教材并及时反馈意见,使本套教材不断得到完善与提高,更好地为高职高专医药院校医学检验技术专业的职业教育服务。

# 前 言

---

检验基础化学是高职高专检验专业必修的一门重要基础课。同时它还将对某些后续专业课程起着至关重要的作用,本课程包括无机化学、有机化学和分析化学三部分内容。

编者根据高职高专检验专业的需要和水平,在内容的选取和编排上力求保持化学学科的系统性和科学性,避免了复杂的理论推导,文字叙述力求深入浅出,通俗易懂,便于学生自学。本教材在编写过程中,将教学改革和教学经验融于教材,较好地体现了创新精神,使学生在尽可能短的时间内掌握所学课程的知识点。

本教材采用中华人民共和国国家标准 GB31003102-93《量和单位》所规定的符号和单位;化学名词采用全国自然科学名词审定委员会公布的《化学名词》(科学出版社,1991 第 1 版)所推荐的名称。在附录表格中选用了相关常用物理化学数据,这些资料引用自国际上权威刊物或手册的最新数据资料。

本教材在编写时参考了部分已出版的高等院校相关教材和有关著作,从中借鉴了许多有益的内容,在此向有关作者和出版社表示感谢。在教材编写过程中得到了人民军医出版社的大力支持,各编者所在学校也给予了支持与帮助,在此谨向他们致以崇高的敬意。

本教材可作为检验专业、药学、临床医学专业及其他相关专业的教科书或参考书,也可供其他读者学习相关化学知识使用。

对本教材的编写,虽然我们力求做到开拓创新,尽善尽美,并经多次修改,但仍难免存在错误和不当之处,恳切希望各位同行、专家及使用本书的教师和同学对书中的不妥之处给予批评指正,我们将不胜感激。

编 者

2011 年 12 月

# 目 录

## 第一篇 无机化学

<b>第 1 章 溶液的组成与配制</b> ..... (3)	..... (23)
<b>第一节 溶液组成的表示方法</b> ..... (3)	三、多元弱酸的分步电离..... (25)
一、溶液组成标度的表示方法 ..... (3)	四、同离子效应和盐效应..... (26)
二、溶液的配制、稀释及有关计算 ..... (6)	<b>第二节 酸碱理论</b> ..... (27)
<b>第二节 稀溶液的依数性</b> ..... (7)	一、酸碱电离理论..... (27)
一、溶液的蒸气压下降 ..... (7)	二、酸碱质子理论..... (27)
二、溶液的沸点升高 ..... (8)	三、酸碱电子理论..... (28)
三、溶液的凝固点降低 ..... (8)	<b>第三节 水的电离和溶液的 pH</b> ..... (28)
四、溶液渗透压的改变 ..... (9)	一、水的电离..... (28)
<b>第三节 胶体溶液</b> ..... (11)	二、溶液的 pH ..... (29)
一、溶胶的性质与胶团结构..... (11)	<b>第四节 离子反应和盐类的水解</b> ..... (31)
二、溶胶稳定性和聚沉..... (12)	一、离子反应..... (31)
<b>第 2 章 化学反应速率和化学平衡</b> ..... (14)	二、盐类的水解..... (32)
<b>第一节 化学反应速率</b> ..... (14)	<b>第五节 难溶电解质的沉淀溶解平衡</b> ..... (34)
一、化学反应速率概念和表示方法 ..... (14)	一、沉淀溶解平衡和溶度积..... (34)
二、有效碰撞理论..... (15)	二、沉淀的生成和溶解..... (35)
三、影响化学反应速率的因素..... (16)	<b>第 4 章 缓冲溶液</b> ..... (38)
<b>第二节 化学平衡</b> ..... (19)	<b>第一节 基本概念</b> ..... (38)
一、化学平衡概念..... (19)	一、缓冲作用和缓冲溶液..... (38)
二、标准平衡常数..... (19)	二、缓冲溶液的组成..... (38)
三、影响化学平衡的因素..... (20)	三、缓冲作用的原理..... (39)
<b>第 3 章 电解质溶液</b> ..... (23)	<b>第二节 缓冲溶液 pH 的计算</b> ..... (41)
<b>第一节 弱电解质的电离平衡</b> ..... (23)	一、弱酸及其强碱盐组成的缓冲 溶液 pH 的计算..... (41)
一、强电解质和弱电解质..... (23)	二、弱碱及其强酸盐组成的缓冲
二、弱电解质的电离度和电离平衡	



溶液 pH 的计算·····	(41)	·····	(66)
第三节 缓冲溶液的配制·····	(43)	一、多电子原子轨道能级·····	(66)
一、缓冲容量和缓冲范围·····	(43)	二、原子的核外电子排布·····	(67)
二、缓冲溶液的配制方法·····	(44)	第四节 原子的电子组态与元素周	
第四节 缓冲溶液在医学上的意义		期表·····	(68)
·····	(45)	一、原子的电子组态与元素周期表	
<b>第 5 章 氧化还原反应与电极电位</b>		·····	(69)
·····	(46)	二、元素性质的周期性变化规律	
第一节 氧化还原反应的基本概念		·····	(70)
·····	(46)	<b>第 7 章 分子结构</b> ·····	(75)
一、氧化值·····	(46)	第一节 离子键·····	(75)
二、氧化还原反应方程式的配平		一、离子键的形成·····	(75)
·····	(47)	二、离子键的特征·····	(75)
第二节 原电池与电极电位·····	(49)	第二节 共价键理论·····	(76)
一、原电池·····	(49)	一、现代价键理论·····	(76)
二、电极电位·····	(51)	二、共价键参数与键的极性·····	(83)
第三节 影响电极电位的因素·····	(54)	第三节 分子间作用力·····	(84)
一、能斯特方程式·····	(54)	一、分子的极性与分子极化·····	(84)
二、影响电极电位的因素及有关计算		二、范德华力·····	(85)
·····	(55)	三、氢键·····	(86)
第四节 电极电位和电池电动势的		<b>第 8 章 配位化合物</b> ·····	(89)
应用·····	(56)	第一节 配合物的基本概念·····	(89)
一、判断氧化剂、还原剂的相对强弱		一、配合物的概念·····	(89)
·····	(56)	二、配合物的组成·····	(89)
二、判断氧化还原反应进行的方向		三、配合物的命名·····	(91)
·····	(56)	第二节 配合物的价键理论·····	(92)
第五节 电位法测定溶液的 pH		一、配合物的价键理论要点·····	(92)
·····	(58)	二、配合物的空间构型与磁性·····	(92)
<b>第 6 章 原子结构和元素周期律</b> ·····	(60)	第三节 配位平衡·····	(93)
第一节 氢原子的玻尔模型·····	(60)	一、配离子的标准稳定常数·····	(93)
一、氢原子光谱·····	(60)	二、配位平衡的移动·····	(94)
二、玻尔理论·····	(61)	第四节 配合物的应用·····	(95)
第二节 氢原子的量子力学模型		一、解释配合物的颜色·····	(95)
·····	(61)	二、在分析化学中的应用·····	(96)
一、电子的波粒二象性与不确定原理		三、在生命科学中的应用·····	(96)
·····	(61)	第五节 螯合物·····	(96)
二、波函数与量子数·····	(62)	一、螯合物的概念·····	(96)
三、波函数的图形表示·····	(64)	二、螯合物的形成条件·····	(97)
第三节 多电子原子的原子结构		三、医学上常用的螯合剂·····	(97)

<b>第9章 化学元素和人体健康</b> .....	(99)	四、镁 .....	(102)
<b>第一节 人体的化学成分与环境</b> .....	(99)	五、钠、钾、氯 .....	(102)
一、元素地球化学与人体中的化学 元素 .....	(99)	<b>第四节 必需微量元素与人体健康</b> .....	(103)
二、人体中的主要化合物 .....	(100)	一、铁 .....	(103)
<b>第二节 人体中化学元素的分类</b> .....	(100)	二、铜 .....	(103)
一、按照元素在人体中的作用和 含量分类 .....	(100)	三、锌 .....	(104)
二、按照元素在人体中的作用分类 .....	(100)	四、碘 .....	(104)
<b>第三节 人体必需常量元素与健康</b> .....	(101)	五、硒 .....	(104)
一、碳、氢、氧、氮 .....	(101)	六、锰 .....	(105)
二、钙 .....	(101)	<b>第五节 生物地球化学性疾病</b> .....	(105)
三、磷 .....	(101)	一、生物地球化学性疾病的判定 .....	(105)
		二、影响生物地球化学性疾病流行 的因素 .....	(106)
		三、硒与克山病和大骨节病 .....	(106)
		四、地方性氟病 .....	(107)
<b>第二篇 有机化学</b>			
<b>第10章 烃和卤代烃</b> .....	(111)	二、醇的性质 .....	(134)
<b>第一节 烷烃</b> .....	(111)	三、重要的醇 .....	(136)
一、烷烃的结构及同系列 .....	(111)	<b>第二节 酚</b> .....	(137)
二、烷烃的同分异构现象及命名 .....	(112)	一、酚的分类、结构和命名 .....	(137)
三、烷烃的性质 .....	(114)	二、酚的性质 .....	(138)
四、烷烃构象 .....	(115)	三、重要的酚 .....	(139)
<b>第二节 不饱和和链烃</b> .....	(116)	<b>第三节 醚</b> .....	(140)
一、烯烃 .....	(116)	一、醚的分类、结构和命名 .....	(140)
二、炔烃和二烯烃 .....	(119)	二、醚的性质 .....	(140)
<b>第三节 环烃</b> .....	(122)	三、重要的醚 .....	(141)
一、脂环烃 .....	(122)	<b>第12章 醛和酮</b> .....	(143)
二、芳香烃 .....	(123)	<b>第一节 醛和酮的结构和命名</b> .....	(143)
<b>第四节 卤代烃</b> .....	(128)	一、醛和酮的结构 .....	(143)
一、卤代烃分类、结构和命名 .....	(128)	二、醛和酮的命名 .....	(144)
二、卤代烃的性质 .....	(128)	<b>第二节 醛和酮的性质</b> .....	(145)
三、重要的卤代烃 .....	(130)	一、醛和酮的性质 .....	(145)
<b>第11章 醇、酚、醚</b> .....	(133)	二、重要的醛和酮 .....	(150)
<b>第一节 醇</b> .....	(133)	<b>第13章 羧酸、取代羧酸和羧酸衍生物</b> .....	(153)
一、醇的分类、结构和命名 .....	(133)	<b>第一节 羧酸</b> .....	(153)

一、羧酸的结构、分类和命名····· (153)	二、酰胺的性质····· (191)
二、羧酸的性质····· (154)	三、脲····· (191)
三、重要的羧酸····· (157)	<b>第 17 章 杂环化合物和生物碱</b> ····· (194)
<b>第二节 取代羧酸</b> ····· (157)	<b>第一节 杂环化合物</b> ····· (194)
一、羧基酸····· (157)	一、杂环化合物和杂原子····· (194)
二、酮酸····· (159)	二、杂环化合物的分类和命名····· (194)
<b>第三节 羧酸衍生物</b> ····· (160)	三、重要的杂环化合物····· (196)
一、羧酸衍生物的分类和命名····· (160)	<b>第二节 生物碱</b> ····· (199)
二、羧酸衍生物的性质····· (161)	一、生物碱的一般性质····· (200)
三、重要的羧酸衍生物····· (163)	二、常见的生物碱····· (200)
<b>第 14 章 对映异构</b> ····· (165)	<b>第 18 章 糖类</b> ····· (203)
<b>第一节 物质的旋光性</b> ····· (165)	<b>第一节 单糖</b> ····· (203)
一、偏振光和旋光性····· (165)	一、单糖的结构····· (203)
二、旋光度与比旋光度····· (166)	二、单糖的性质····· (205)
<b>第二节 对映异构</b> ····· (167)	三、重要的单糖····· (208)
一、手性分子····· (167)	<b>第二节 双糖</b> ····· (209)
二、分子结构与旋光性的关系····· (168)	一、蔗糖····· (209)
三、对映体的表示法····· (169)	二、麦芽糖····· (209)
四、旋光性物质在医学上的意义	三、乳糖····· (210)
····· (172)	<b>第三节 多糖</b> ····· (210)
<b>第 15 章 脂类</b> ····· (174)	一、淀粉····· (210)
<b>第一节 油脂</b> ····· (174)	二、糖原····· (211)
一、油脂的组成和结构····· (174)	三、纤维素····· (212)
二、油脂的性质····· (175)	四、右旋糖酐····· (212)
三、油脂的生理意义····· (176)	<b>第 19 章 氨基酸、蛋白质和核酸</b> ····· (214)
<b>第二节 类脂</b> ····· (177)	<b>第一节 氨基酸</b> ····· (214)
一、磷脂····· (177)	一、氨基酸的结构、分类和命名
二、固醇····· (178)	····· (214)
<b>第 16 章 含氮有机化合物</b> ····· (181)	二、氨基酸的性质····· (217)
<b>第一节 胺</b> ····· (181)	<b>第二节 蛋白质</b> ····· (219)
一、胺的结构、分类和命名····· (181)	一、蛋白质的组成和结构····· (219)
二、胺的性质····· (183)	二、蛋白质的分类····· (221)
三、季铵盐和季铵碱····· (187)	三、蛋白质的性质····· (221)
四、重氮和偶氮化合物····· (188)	<b>第三节 核酸</b> ····· (223)
<b>第二节 酰胺</b> ····· (190)	一、核酸的分子组成····· (224)
一、酰胺的结构和命名····· (190)	二、核酸的结构和性质····· (225)





四、常用金属指示剂 .....	(297)	二、佛尔哈德法——铁铵矾做指示剂法 .....	(306)
五、使用金属指示剂中存在的问题 .....	(298)	三、法扬司法——吸附指示剂法 .....	(307)
第三节 配位滴定在医学检验、药物分析中的应用 .....	(299)	四、标准溶液的配制与标定 .....	(308)
一、血清钙的测定 .....	(299)	第三节 银量法在医学检验和药物分析中的应用 .....	(309)
二、复方氢氧化铝药片中铝和镁含量测定 .....	(299)	一、体液中 $\text{Cl}^-$ 含量的测定 .....	(309)
三、水的总硬度的测定 .....	(299)	二、药物的测定 .....	(309)
四、铋盐药品中次碳酸铋含量测定 .....	(300)	<b>第 25 章 重量分析法</b> .....	(311)
<b>第 24 章 沉淀滴定法</b> .....	(302)	第一节 概述 .....	(311)
第一节 沉淀滴定法的基本原理 .....	(302)	重量分析法的分类和特点 .....	(311)
一、概述 .....	(302)	第二节 沉淀法 .....	(311)
二、滴定曲线 .....	(302)	一、沉淀重量法对沉淀形式和称量形式的要求 .....	(311)
第二节 银量法滴定终点的确定 .....	(304)	二、沉淀类型和沉淀的形成 .....	(312)
一、莫尔法——铬酸钾指示剂法 .....	(304)	三、沉淀完全的影响因素 .....	(313)
		四、影响沉淀纯度的因素 .....	(314)
		五、沉淀的制备 .....	(316)
		六、重量分析结果计算 .....	(318)
<b>第四篇 化学实验</b>			
<b>常用化学实验</b> .....	(323)		(344)
实验 1 药用氯化钠的精制 .....	(324)	实验 16 乙酰水杨酸的制备 .....	(346)
实验 2 溶液的配制与稀释 .....	(325)	实验 17 称量练习与滴定操作练习 .....	(347)
实验 3 缓冲溶液的配制 .....	(327)	实验 18 氢氧化钠溶液浓度的标定 .....	(350)
实验 4 化学反应速率 .....	(328)	实验 19 食醋中总酸度的测定 .....	(352)
实验 5 氧化还原反应与电化学 .....	(331)	实验 20 双指示剂法测定混合碱的含量 .....	(353)
实验 6 沉淀平衡 .....	(333)	实验 21 高锰酸钾溶液浓度的标定 .....	(355)
实验 7 配位化合物 .....	(335)	实验 22 过氧化氢含量的测定 .....	(356)
实验 8 熔点的测定 .....	(336)	实验 23 硫代硫酸钠溶液浓度的标定 .....	(357)
实验 9 萃取 .....	(337)	实验 24 维生素 C 含量的测定 .....	(359)
实验 10 醇和酚的性质 .....	(339)	实验 25 葡萄糖含量的测定 .....	(360)
实验 11 醛和酮的性质 .....	(340)	实验 26 EDTA 标准溶液的配制和	
实验 12 有机酸的性质 .....	(341)		
实验 13 糖类的性质 .....	(342)		
实验 14 糖的旋光性 .....	(343)		
实验 15 氨基酸和蛋白质的性质			

标定 .....	(362)	.....	(370)
实验 27 水的硬度的测定和钙、镁离子含量的测定 .....	(363)	附录 D 一些难溶化合物的溶度积 (298K) .....	(373)
实验 28 生理盐水中氯化钠含量的测定 .....	(365)	附录 E 弱酸(弱碱)在水中的解离常数 .....	(374)
附录 A 我国的法定计量单位 .....	(367)	附录 F 一些电对的标准电极电位 (298.15K) .....	(376)
附录 B 常见化合物的相对分子质量 .....	(368)	附录 G 元素周期表 .....	(378)
附录 C 一些金属配合的累积稳定常数			

第一篇

---

无机化学



# 溶液的组成与配制

## 第一节 溶液组成的表示方法

一种或几种物质以分子或离子状态均匀分散在另一种物质中所形成的均匀、稳定、澄清的体系称为溶液。溶液由溶质和溶剂组成,其中被溶解的物质称为溶质,溶解溶质的物质称为溶剂。水是最常用的溶剂之一,一般不特别指明溶液的溶剂时,溶剂指的就是水。如氯化钠溶液、碳酸氢钠溶液中的溶剂都是水。此外,乙醇、汽油、四氯化碳等也可作为溶剂,一般用来溶解有机化合物。

### 一、溶液组成标度的表示方法

溶液中溶质与溶剂的定量关系可用溶液的浓度来表示。溶液的浓度,是指在一定温度下溶液中溶质的量与溶剂(或溶液)的量的比。溶质的量可以用质量、体积或物质的量表示,溶液或溶剂的量可以用体积也可以用质量表示。医学上常用溶液的浓度主要有以下几种:

#### (一)物质的量浓度

物质的量浓度简称浓度。定义为:溶质 B 的物质的量  $n_B$  (mol) 与溶液的体积  $V$  (L) 之比,用符号  $c_B$  表示。定义式为:

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-1)$$

式中  $c_B$  表示物质的量浓度,SI 单位制中的单位为  $\text{mol}/\text{m}^3$ ,医学上常用  $\text{mol}/\text{L}$ 、 $\text{mmol}/\text{L}$ ;  $n_B$  表示溶质的物质的量(mol);  $V$  表示溶液的体积(L)。

在书写物质的量浓度时,溶质 B 可以下角标或括号的形式加以注明。如:氯化钠溶液的物质的量浓度可表示为  $c_{\text{NaCl}}$  或  $c(\text{NaCl})$ 。世界卫生组织(WHO)提议,凡是已知相对分子质量的物质,其溶液可以用物质的量浓度  $c_B$  表示。

例题 1: 配制  $0.1\text{mol}/\text{L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液 500ml, 需要称取  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  多少克?

解: 根据题意,  $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.1\text{mol}/\text{L}$ ,  $V = 500\text{ml} = 0.5\text{L}$