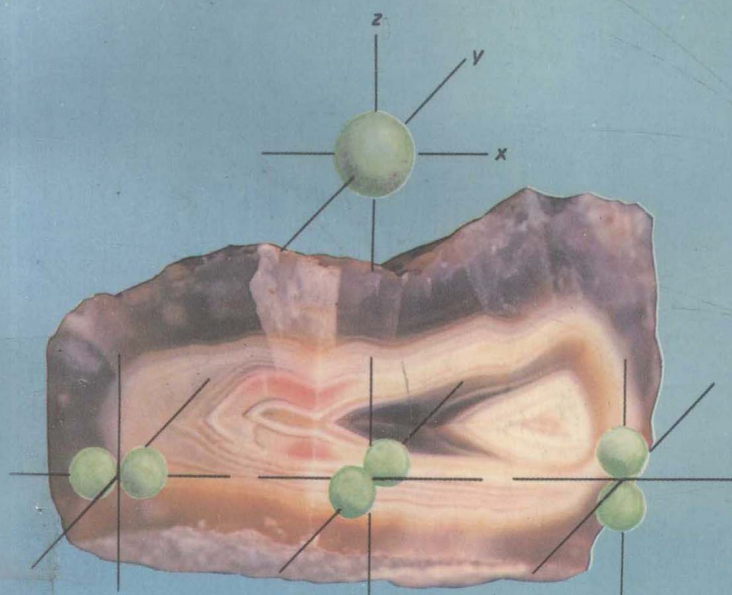


高等工科院校地 质 大 学 初

普通化学

(修 订 版)

胡忠鯁 姜天水 主编



四川科学技术出版社

高等工科院校教材

普通化学

(修订版)

江苏工业学院图书馆
藏书章

周忠鯨 姜天水 主编

四川科学技术出版社

1992年·成都

(川)新登字004号

责任编辑: 洪荣泽

封面设计: 李焕伦

技术设计: 周红军

责任校对: 洪荣泽

高等工科院校地质类教材

普通化学 (修订本)

胡忠鲠 姜天水

主编

四川科学技术出版社出版发行

(成都盐道街三号)

四川峨影印刷厂印刷

开本850×1168mm 1/32 印张16 插页1 字数400千

1992年8月第二版 1992年8月第一次印刷 印数1—6000册

ISBN7—5364—2275—X/G·518

定价: 7.50元

原 版 前 言

《普通化学》是根据1980年《高等工业学校普通化学教育大纲（100学时、四年制试用草案）》的要求，由成都地质学院编写组编写的，在经过多次试用的基础上，努力按照最近国家教育委员会对工科普通化学课程教学基本要求（征求意见稿），结合地质专业特点，最后由成都地质学院和西安地质学院编写而成。

本书力图适合普查找矿、地质勘探、水文、工程、石油、煤田、放射性等地质类各专业学习用的普通化学试用教材。对于物探等学时较少的专业，在内容上作适当取舍后也可适用。在介绍化学基础知识和基本理论时，考虑地质学科的特点，并注意联系地质学科的实际。胶体化学部分供不开物化课的地质专业选用，有物化后继课者，可将胶体化学部分放在物化课中讲授。有机化合物根据地质需要作了适当的介绍，可供一些专业选用。环境化学则作了简要介绍，可作为学生自学的内容。

配位化合物按照化学学会1980年无机化学命名原则定义、命名。计量单位采用中华人民共和国法定计量单位。

在内容的精选上尽量做到深度和广度适中，叙述时由浅入深，文字通俗易懂，便于自学。同时注意与中学内容衔接，但又尽量避免不必要的重复，尽量用本书的化学基本理论阐明元素的单质和化合物的性质。

本课程的总学时数（包括实验）为90到100学时。书内以*号或小字排印者为选用或自学内容。根据专业不同要求，在顺序安排上可作适当调整，在内容上可作适当增减。本书除适用于地质类各专业用书外，还可供其它专业学生或自修大学者参考。

本书共十二章，主编和参加编写的人员有：成都地质学院：胡忠钺（主编，绪论、三、五和六章），王慎方（一、二和七章），王槐柱（四、八章），韩文宗（十一章），西安地质学院：邵维俊（主编），姜天水（九章），薛惠明（十章），吕瑞林（十二章）。全国工科化学课程指导委员会委员、成都科技大学刘克本教授对全书进行了审阅。

1981年和1984年成都地院编印的《普通化学》教材是本书的基础，得到了全国工科普通化学编审组和成都科技大学无机普化教研室同志的帮助和指导，提出了许多宝贵意见。成都地质学院景漪、闫树旺、陈达士、李春华、齐鑫，朱玉衡、张德菱、黄志琪等同志曾先后参加编写或审查工作，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中缺点和错误在所难免，敬希专家和读者批评指正。

编者

1985年12月

再 版 前 言

本教材是在四川科学技术出版社1986年出版的地质类《普通化学》，经过5年的教学实践，反映良好，在此基础上，现根据高等工科本科普通化学90~110学时课程教学基本要求，和地质矿产部高校化学课程教学研究委员会制定的该课程实施细则，以及《普通化学教学大纲》作了较大修订而成。

修订教材除保持原书结合地质专业特点，精选教材内容，做到深度和广度适中，叙述由浅入深循序渐进，文字通俗易懂，便于自学；注意了与中学内容的衔接，避免过多的重复，结合和加强地质所需胶体知识，用结构热力学知识、平衡、氧化还原、配位化学等基本理论阐明元素和化合物的性质等，这次修订力求做到内容先进性、科学性和学生可接受程度相结合。

修订教材将化学反应速率放在第一章，把化学热力学的初步知识放在第二章而不放在第一章，是为了不致使刚入大学的新生初接触大学化学，就遇到很多不易理解的名词概念。

教材对经验平衡常数和标准平衡常数加以区别，而把标准平衡常数运用于弱电解质电离平衡、水解平衡、溶解平衡、氧化还原平衡、配位平衡，使计算符合热力学结论和数学运算规则。每章均作了小结、提出思考问题并列出习题，便于学生复习、练习，加深理解和掌握所学内容。

教材对所使用的量和单位名称、符号，全部采用SI国际单位制（SI制）。

本教材可供地质学、地质力学、地质勘探、水文、工程、石油、煤田、放射性、探矿工程、地球化学等地质类90~110学时各专业使用；对于物探、数学地质等专业，在内容上可适当取舍，有“*”号者作为选学内容。本书还可作地质类专业函授、电大、自修大学教材。

全书共十二章，主编和参加编写的有：成都地质学院胡忠燮（主编、绪论、四、六、七章）；王慎方（一、二、三、八章）；王槐柱（五、九章）；西安地质学院姜天水（主编、十章）；王流火（十一、十二章）。

此次修编中，成都地院和西安地院化学教研室及使用此教材的院校化学老师，根据5年试用情况提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中缺点和错误之处在所难免，希望使用此教材的兄弟院校和老师，提出宝贵意见和建议，便于今后修正。

编者

1991年10月

目 录

绪论	(1)
第一章 化学反应速率	(5)
§1-1 系统、环境和相	(6)
§1-2 化学反应速率及其表示法	(6)
§1-3 化学反应速率理论	(9)
§1-4 影响化学反应速率的因素	(13)
第二章 化学反应的能量及方向	(25)
§2-1 能量守恒与转化定律	(25)
§2-2 化学反应的热效应及其计算	(28)
§2-3 化学反应方向与吉布斯自由能	(35)
第三章 化学平衡	(52)
§3-1 化学平衡与平衡常数	(52)
§3-2 化学平衡的移动	(66)
第四章 电解质溶液	(77)
§4-1 强电解质的电离和有效浓度	(77)
§4-2 水的电离和溶液的pH值	(79)
§4-3 弱电解质的电离平衡	(80)
§4-4 同离子效应和缓冲溶液	(88)
§4-5 盐类的水解	(92)

§4-6	酸碱质子理论	(101)
------	--------	-------

§4-7	多相离子平衡	(105)
------	--------	-------

第五章	氧化还原反应	(121)
------------	---------------	-------

§5-1	氧化还原反应的基本概念	(121)
------	-------------	-------

§5-2	氧化还原反应方程式的配平	(124)
------	--------------	-------

§5-3	原电池和电极电势	(130)
------	----------	-------

§5-4	电极电势的应用	(142)
------	---------	-------

*§5-5	水的 φ -pH 图	(149)
-------	--------------------	-------

第六章	原子结构	(157)
------------	-------------	-------

§6-1	原子结构理论的早期发展	(157)
------	-------------	-------

§6-2	氢原子光谱和玻尔理论	(158)
------	------------	-------

§6-3	氢原子核外电子的运动状态	(163)
------	--------------	-------

§6-4	多电子原子核外电子的运动状态	(179)
------	----------------	-------

§6-5	元素性质与原子结构的关系	(194)
------	--------------	-------

第七章	分子结构	(209)
------------	-------------	-------

§7-1	离子键	(209)
------	-----	-------

§7-2	共价键的价键理论	(210)
------	----------	-------

§7-3	杂化轨道理论	(217)
------	--------	-------

*§7-4	价层电子对互斥理论	(223)
-------	-----------	-------

§7-5	分子轨道理论	(226)
------	--------	-------

§7-6	分子间力	(232)
------	------	-------

§7-7	晶体结构	(238)
------	------	-------

§7-8	离子的极化作用	(254)
------	---------	-------

第八章	配位化合物	(263)
------------	--------------	-------

§8-1	配位化合物的基本概念	(263)
------	------------	-------

§8-2	配合物的化学键理论	(263)
------	-----------	-------

§8-3	配合物在溶液中的状况	(287)
------	------------	-------

§8-4	螯合物	(296)
------	-----	-------

第九章	胶体	(304)
------------	-----------	-------

§9-1	胶体的基本概念	(304)
§9-2	胶体的特性	(307)
§9-3	扩散双电层与胶团结构	(313)
§9-4	溶胶的稳定性和聚沉	(319)
§9-5	胶溶作用和保护作用	(323)
§9-6	凝胶	(325)
第十章	单质	(330)
§10-1	元素的存在状态	(330)
§10-2	主族元素	(334)
§10-3	过渡元素	(353)
§10-4	铜系元素简介	(386)
§10-5	铜系元素简介	(395)
第十一章	无机化合物	(403)
§11-1	卤化物	(403)
§11-2	氧化物和氢氧化物	(411)
§11-3	硫化物	(425)
§11-4	含氧酸盐	(439)
第十二章	环境化学	(458)
§12-1	环境化学物质与人体健康	(458)
§12-2	水污染及其防治	(460)
§12-3	大气污染及防治	(467)
习题答案		(474)
附表 I	法定计量单位	(477)
表 I.1	国际单位制的基本单位	(477)
表 I.2	用于构成十进倍数和分数单位的词头	(478)
表 I.3	国际单位制中具有专门名称的导出单位和国际选定的非国际单位制单位	(478)
附表 II	一些物质的标准生成焓、标准生成吉布斯自由能和标准熵	(484)

附表Ⅲ	弱酸弱碱的标准电离常数.....	(487)
附表Ⅳ	难溶电解质的标准溶度积常数.....	(490)
附表Ⅴ	标准电极电势.....	(491)
附表Ⅵ	一些常见配合物的标准稳定常数.....	(495)
元素周期表		(498)

绪 论

化学是研究物质及其变化规律的一门自然科学。它主要是在分子、原子或离子等层次上研究物质组成、结构、性质及其变化和变化过程中的能量关系。目的在于通过实践来认识物质化学变化的规律，并将这些规律加以应用。例如应用于化学工业生产、从廉价而丰富的天然资源中，提取有用的原料或用以制备各种人工合成产品。

在现代生活和生产部门中，化学起着非常重要的作用，几乎每一个部门都离不开化学。例如，在现代航空事业中，有特殊性能的橡胶、高能燃料和各种合金的制造；半导体工业中超纯材料和试剂的提纯；原子能工业核燃料的生产；超导材料的制取。另外，如化肥、农药、人造纤维、医药等都与化学有不可分割的联系。尤其是当前人类关心的能源与资源的开发、利用；粮食的增产，环境的保护，三废的利用，都离不开化学知识。

自然界是物质财富、时间与空间的最富有者，物种之繁多，影响因素之复杂是无可比拟的。目前地质学仅研究地球的一个薄壳，经过长期的发展，建立了三大基础：矿物学、岩石学、矿床学等学科研究物质成分问题；地史、古生物等学科研究时间问题；构造学和大地测量等学科则研究空间问题。其经典的研究方法主要是综合、归纳法。然而这是一个足够宽广的领域。它涉及

数学、物理、化学、天文、地理、生物等几乎一切自然科学范畴，这些学科主要的研究方法是分析、演绎法。在当代，地学大量地吸取着这些学科的精髓，正在使自己得到长足的进步和飞跃的发展。可以这样说，当代地学的发展速度取决于数、理、化等基础学科向地学渗透的速度。

化学与地质科学有密切的关系。地球相当于一个规模庞大而有足够生产时间的天然化工厂，不断地生产出产品——矿物，为人们提供丰富的天然资源。为了有效寻找、开发、利用矿物资源，必须研究地球的成因及其演变的规律，研究矿物的组成及元素迁移、富集规律。地质现象、地球的成因、矿物的形成，除了物理变化、生物作用外，化学变化起着十分重要的作用。矿物学、岩石学、矿床学不同程度地涉及化学问题，尤其地球化学更是化学和地质科学相互渗透的边缘学科。它是研究地球的各种化学现象的学科，因而地球化学找矿离不开化学知识。矿物、岩石分析更是化学的直接应用。所以，化学是现代地学的重要基础之一，或者说它是地学基础学科的基础。

化学和其他学科相同的是从观察和记述现象开始，为了探求现象的本质，对其发生的原因和条件，就必须进行实验。并在观察和实验的基础上提出假说、理论或定律。理论和定律不可能是绝对的，而只是接近于真理，其接近的程度主要取决于当时的科学水平。它们随着生产实践和科学的发展而发展，但是理论或定律的近似性，并不削弱其实际意义。

化学分成无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、结构化学等分支。在高等工科院校特别是地质工科院校教学计划中，普通化学是一门重要基础课，是培养全面发展的现代地质工程技术人员知识结构和能力的主要组成部分。

普通化学是整个化学学科的导言，是化学和工程技术之间的桥梁，它简明地反映了化学学科的一般原理、基本知识和方法。

本课程的教学目的是使学生通过对物质结构理论基础、化学

平衡、化学热力学基础、化学反应的基本规律，结合地质工程实际密切相关的重要元素和化合物的基本知识的学习，以及通过化学实验，使学生了解近代化学的若干基本理论，具有必要的化学基本知识和一定的基本技能，为今后学习地质学课程以及后继课程，如物理化学或有机化学，为以后从事社会主义建设奠定必要的化学基础。能主要在地质工程技术中以化学的观点观察物质变化现象，对一些涉及化学有关的实际问题，有初步分析、比较、综合考虑的能力，培养学生正确的学习和研究方法，逐步树立辩证唯物主义世界观。

本课程在内容安排上，基本上是先宏观后微观。把一般的化学平衡理论应用于电解质、氧化还原、配位化合物等方面；物质结构理论联系周期系，并反映近代结构理论的基本知识；化学热力学，主要介绍一些基本知识概念和几个状态函数的简单计算，用以判断化学反应的方向和加深有关理论。单质、化合物以介绍通性为主，并以化学基本理论，如平衡原理、结构理论、化学热力学、电极电势等基础知识，阐明其物理和化学性质。全书以讲清基本理论为主，适当结合地质科学和其他工程中的应用。

通过学习，除要求学生掌握基本知识外，更重要的是提高自学能力，如阅读能力和理解能力。提倡独立思考，刻苦钻研和相互讨论。

化学是一门以实验为基础的科学，许多化学理论和规律多是从实验总结出来的，因此，普通化学实验是本课程不可缺少的一个重要环节。通过实验课加深基本理论和基本知识的理解，训练基本操作的能力，并培养独立观察现象、分析现象和作出结论的能力，以培养科学的工作方法。

学习普通化学和学习其他课程一样，在学习某一问题时，首先注意问题是怎样提出的？解决问题的方法借助哪些理论和实验。要求同学们刻苦钻研教材，力求融会贯通。在理解的基础上掌握住学过的内容，并在辩证地思考教材内容的过程中，善于提

出矛盾和问题。学会利用一些参考资料，结合地质学分析和解决地质学中的一些化学问题。

第一章 化学反应速率

人们研究化学反应，主要是要探索化学反应进行的可能性和现实性。所谓可能性，包含三层意思：(1) 两种或多种物质合在一起是否能发生化学反应，向何方进行，依据什么判断反应的方向？(2) 如果反应能发生，反应前后反应物与产物的量之间有什么关系？是可逆反应还是不可逆反应？可逆反应达平衡时，各物质间的量又是什么关系？(3) 在反应过程中，有多大的能量变化，它与上述量的变化之间有何规律可循？所谓现实性，即可能发生的反应将在什么条件下，以什么样的反应速率和反应机理实现其变化。

化学反应的可能性属于化学热力学研究的范畴（将在第二章讨论）；化学反应的现实性属于化学动力学研究的范畴。两者相辅相成，缺一不可。化学反应的现实性依赖于可能性，一个化学反应如果在热力学上是不可能的，即根本不能发生的，那么就不存在动力学过程；反之，即使热力学上是可能的、可以发生的，倘若没有一定的反应速率，相应的反应机理和良好的条件，反应的可能性也不能转化为现实性。因此，化学反应的可能性与现实性的结合，体现了化学反应的科学内涵。

化学动力学的内容是：研究化学反应速率及其影响因素、化学反应的机理，以及从物质微观结构探索化学反应速率及机理的

原因。因此，研究化学动力学有重要的理论和实践意义。本书考虑到与中学化学的衔接与可接受性，先讨论化学反应的现实性。本章着重讨论化学反应速率及其影响因素。

§ 1-1 系统、环境和相

任何物质都总是和它周围的其它物质紧密联系而存在的。在科学研究中，为了方便常将要研究的一种物质，或一组相互作用的物质，与它周围的物质划分开来，被划分出来的研究物质叫做系统或体系，与系统相联系的其它物质则叫做环境。一瓶气体，可以是一个系统，如果只研究其中的气体，则气体是系统，瓶子及其以外的物质就是环境。系统与环境之间有界面，它可以是具体的，也可以是假想的。锌与盐酸反应，若在密闭容器中进行，系统与环境的界面就是容器，这是具体的；此反应若在敞口容器中进行，生成的氢气进入空气中，此时系统与环境的界面实际不存在，此界面只能是假想的。

系统内任何物理性质和化学性质完全相同的部分叫做相，相与相之间有界面分开。只有一个相的系统叫单相系统，如只由真溶液或气体构成的系统；包含两个或两个以上相的系统，叫多相系统，如冰—水—水蒸气三者构成的系统，叫三相系统。

§ 1-2 化学反应速率及其表示法

在一定条件下，化学反应中的反应物转变为生成物的速率称为化学反应速率。它用单位时间内，反应物浓度（或分压）的减小，或生成物浓度（或分压）的增加来表示。SI单位为 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ ， $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{min}^{-1}$ （习惯上浓度单位常用 $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ）或 $\text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ 、 $\text{Pa}\cdot\text{min}^{-1}$ 等。

若反应速率以某一时间间隔内，反应物或生成物浓度或分压的改变量表示，则称为平均速率，以 $\bar{v}_r$ 、 $\bar{v}_p$ 表示。如下述反应，