



iCourse · 教材

无机与 分析化学

► 和玲 李银环 主编

高等教育出版社



iCourse · 教材

无机与 分析化学

► 和玲 李银环 主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是与“爱课程”网西安交通大学和玲教授主讲的中国大学MOOC“无机与分析化学”配套使用的教材。全书在突出化学基础理论完整性的前提下,有机地整合了无机化学与分析化学教学内容,并体现化学学科的前沿与交叉。全书按照化学反应基本原理、物质结构、化学分析、仪器分析四个模块进行内容组织,首先介绍化学反应基本规律、物质结构理论基础等方面的基本知识,然后介绍无机化学四大平衡及与之对应的四大滴定分析方法,并对几种较为常用的仪器分析方法做了简要概述。

本书可作为高等院校化学、化工、环境、材料等专业的教材,也可供社会学习者学习“无机与分析化学”课程时参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机与分析化学 / 和玲, 李银环主编. -- 北京 : 高等教育出版社, 2017. 9
iCourse·教材
ISBN 978-7-04-048292-8

I. ①无… II. ①和… ②李… III. ①无机化学-高等学校-教材②分析化学-高等学校-教材 IV. ①O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第195266号

WUJI YU FENXI HUAXUE

策划编辑 郭新华 责任编辑 鲍浩波 封面设计 张雨薇 版式设计 于 婕
插图绘制 杜晓丹 责任校对 刘娟娟 责任印制 赵义民

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 固安县铭成印刷有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 26.5
字 数 580千字
插 页 1
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2017年9月第1版
印 次 2017年9月第1次印刷
定 价 50.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 48292-00

教学团队



和玲
教授



李银环
副教授



梁军艳
讲师



杨晓龙
讲师



吴宥伸
讲师



宣传片

“无机与分析化学”是将无机化学与分析化学有机结合的一门课程,是高等院校化学、化工、环境、材料、生物、地学、建筑、能源等专业的化学基础课程。

近年来,随着教学模式的多样化,教学形势发生了巨大的变化,尤其是大规模在线开放课程的兴起,对“无机与分析化学”这门课程的教学内容和形式提出了新的要求。丰富的在线课程资源使学习者的学习不再受教学内容、教学进程和教学环境等因素的限制,教学视频、在线测试与学习研讨互动等方面的设置,极大地激发了学习者的学习热情和主动性。正是在这种形势下,经过编者的努力,完成了这本与中国大学 MOOC“无机与分析化学”(以下简称“无机与分析化学 MOOC”)同步的《无机与分析化学》教材。

受西安交通大学本科在线课程建设项目的支持,“无机与分析化学 MOOC”在长达一年多的在线课程建设中,运用现代教育技术手段,深化和拓展教学内容,建设丰富的辅助教学与学习资源,全书优化整合成 83 讲、96 个微视频教学内容。纸质教材与“无机与分析化学 MOOC”的微视频依照从易到难、循序渐进的原则安排教学内容,将无机化学与分析化学部分有机地结合。全书除绪论外共分为四个模块:

化学反应基本原理篇:化学热力学基础、化学动力学基础和化学平衡,共 15 讲 18 个视频;

物质结构篇:原子结构、分子结构和固体结构,共 22 讲 24 个视频;

化学分析篇:定量分析基础、滴定分析概述、酸碱平衡与酸碱滴定法、沉淀溶解平衡与沉淀滴定法、氧化还原平衡与氧化还原滴定法、配位解离平衡与配位滴定法,共 35 讲 43 个视频;

仪器分析篇:分光光度法、现代仪器分析方法简介,共 10 讲 10 个视频。

另外,为“无机与分析化学 MOOC”的微视频配备了教学课件、随堂测验和讨论题,并对每个教学单元配备单元测验题和英文课外拓展资料等资源。在每个模块结束后设有一个教学视频,用于模块总结和习题解析。同时,为解决“无机与分析化学 MOOC”开课周期与高校课程开设周期不对应的问题,我们在“爱课程”网在线课程中心开设了“无机与分析化学 MOOC”的同步 SPOC 课程,教师和学生可以随时随地访问本课程,为高校探索线上线下相结合的混合教学模式提供了途径。

纸质教材采用宽阔的留白将教材内容与“无机与分析化学 MOOC”的教学资源紧密相连,极大地延伸了读者的学习空间,可以对课程学习进行补充,实现教学特色与在线开放课程优质资源的有机融合,有效地提高了教学效率和教学质量。为便于检索教学视频与教材章节的对应关系,每段视频标注有相应的编号,如“微视频 10-4-2:缓冲溶液”,表明其为第 10 章酸碱平衡与酸碱滴定法中的第 4 讲第 2 个微视频。

同时,在每章介绍完无机基础内容后,进一步介绍与其相应的分析方法、原理和应用,这样可节省教学时间。对教材的必修内容部分不仅提到概念,同时还给出解释并举例说明。每个章节之后给出与学生生活和研究有关的最新科技研究和应用研究,启发学生将所学知识应用到实际研究中。全书配备思考题和习题,且思考题与习题分开编排,加深学生对知识的进一步理解;在习题的选择上,按照教学大纲配备,难度适中,仅有少量难度较高的题目。

浙江大学贾之慎教授审定了本教材,提出了宝贵的意见,在此深表感谢。

本教材由和玲、李银环编写。其中,第 1~7、14~15 章及附录由和玲编写,第 8~13 章由李银环编写。全书由

和玲统一定稿。在线开放课程的教学资源建设由和玲、李银环、梁军艳、杨晓龙、吴宥伸等组成的团队完成。

最后,感谢高等教育出版社郭新华、鲍浩波编辑,在他们的精心策划和指导下,使本教材呈现出时代特色。感谢“爱课程”网及中国大学 MOOC 平台提供的展示教学多样化的平台。

限于编者水平,书中定会有不足之处或错误,敬请专家、学者、读者批评指正。

编 者

2017年5月

001	第 1 章 绪论
001	1.1 化学的分支
003	1.2 无机化学与分析化学的发展趋势
003	1.2.1 无机化学的发展趋势
004	1.2.2 分析化学的发展趋势
006	1.2.3 “无机与分析化学”课程的任务和内容
006	化学视野——化学的 20 世纪回顾与 21 世纪展望

化学反应基本原理篇

013	第 2 章 化学热力学基础
014	2.1 热力学基本概念
014	2.1.1 系统和环境
015	2.1.2 状态和状态函数
016	2.1.3 过程和途径
016	2.1.4 热与功
017	2.1.5 热力学能
017	2.1.6 化学反应计量式和反应进度
018	2.2 热力学第一定律
019	2.3 化学反应的热效应
019	2.3.1 等容反应热
019	2.3.2 等压反应热与焓
020	2.3.3 标准状态与热化学方程式
021	2.3.4 标准摩尔生成焓
022	2.3.5 标准摩尔燃烧焓
022	2.3.6 化学反应的标准摩尔焓变

024	2.4 Hess 定律
025	2.5 自发变化与熵
025	2.5.1 自发变化的共同特征
026	2.5.2 混乱度与熵
027	2.5.3 热力学第三定律和标准熵
028	2.5.4 热力学第二定律和化学反应熵变
029	2.6 Gibbs 函数
029	2.6.1 Gibbs 函数与化学反应方向判据
032	2.6.2 标准摩尔生成 Gibbs 函数
033	2.6.3 Gibbs 函数判据的应用
036	化学视野——Gibbs 相律
037	思考题
038	习题
040	第 3 章 化学动力学基础
041	3.1 化学反应速率的概念
041	3.1.1 平均速率与瞬时速率
042	3.1.2 等容反应速率
043	3.2 化学反应速率理论
043	3.2.1 碰撞理论
045	3.2.2 过渡态理论
046	3.3 浓度对反应速率的影响
046	3.3.1 基元反应与复杂反应
047	3.3.2 质量作用定律
049	3.3.3 由实验确定反应速率方程
050	3.3.4 浓度对反应速率的影响
053	3.4 温度对反应速率的影响
053	3.4.1 范特霍夫经验规则
053	3.4.2 阿伦尼乌斯经验公式
054	3.5 催化剂与催化作用
056	化学视野——燃烧反应与爆炸反应
057	思考题
058	习题
060	第 4 章 化学平衡
060	4.1 标准平衡常数

060	4.1.1 可逆反应
061	4.1.2 化学平衡及特征
062	4.1.3 标准平衡常数
064	4.1.4 标准平衡常数的测定
065	4.2 K^\ominus 与 Gibbs 函数变的关系
066	4.3 标准平衡常数的应用
066	4.3.1 判断化学反应进行的程度
067	4.3.2 判断化学反应进行的方向
068	4.3.3 计算平衡系统的组成
069	4.4 化学平衡的移动
069	4.4.1 浓度对化学平衡的影响
069	4.4.2 压力对化学平衡的影响
070	4.4.3 惰性气体对化学平衡的影响
071	4.4.4 温度对化学平衡的影响
072	化学视野——多尺度复杂化学系统模型
073	思考题
075	习题

物质结构篇

079	第5章 原子结构
080	5.1 氢原子光谱与玻尔原子轨道模型
080	5.1.1 氢原子光谱
081	5.1.2 玻尔原子轨道模型
083	5.2 粒子的波粒二象性及波动方程
083	5.2.1 粒子的波粒二象性
084	5.2.2 粒子的波动方程——Schrödinger 方程
087	5.3 氢原子结构和核外电子的运动状态
087	5.3.1 氢原子基态波函数与轨道能量
087	5.3.2 电子云图
088	5.3.3 氢原子的激发态波函数与角度分布图
090	5.3.4 径向分布函数 $D(r)$
090	5.4 多电子原子的核外电子运动状态
090	5.4.1 Pauling 近似能级图
092	5.4.2 Cotton 能级图

092	5.4.3 屏蔽效应和钻穿效应
094	5.4.4 基态原子的核外电子排布
096	5.5 原子结构与元素周期律
096	5.5.1 元素周期表
097	5.5.2 核外电子排布与元素周期表的关系
098	5.5.3 原子结构与元素性质的周期性
103	化学视野——扫描电子显微镜
105	思考题
106	习题
108	第6章 分子结构
109	6.1 价键理论
109	6.1.1 共价键的形成和本质
110	6.1.2 价键理论的基本要点
111	6.1.3 共价键的键型
113	6.2 杂化轨道理论
113	6.2.1 杂化轨道理论的要点
114	6.2.2 杂化轨道类型
118	6.3 价层电子对互斥理论
118	6.3.1 价层电子对互斥理论的基本要点
119	6.3.2 分子几何构型的预测
121	6.4 分子轨道理论
121	6.4.1 分子轨道理论的基本要点
122	6.4.2 分子轨道能级图
124	6.4.3 分子轨道理论应用举例
125	6.5 键参数
125	6.5.1 键级
126	6.5.2 键能
127	6.5.3 键长
128	6.5.4 键角
128	6.5.5 键矩与部分电荷
129	化学视野——分子自组装与超分子化学
129	思考题
130	习题
132	第7章 固体结构

132	7.1 晶体结构与类型
132	7.1.1 晶体的结构特点
133	7.1.2 晶格理论
134	7.1.3 晶体类型
136	7.2 金属键与金属晶体
137	7.2.1 金属晶体的结构
140	7.2.2 金属键
143	7.3 离子键与离子晶体
143	7.3.1 离子键
143	7.3.2 离子晶体的结构
146	7.3.3 晶格能
147	7.3.4 离子极化
148	7.4 共价键与原子晶体
148	7.4.1 原子晶体结构
149	7.4.2 原子晶体特点
150	7.5 分子晶体与混合晶体
150	7.5.1 分子晶体
151	7.5.2 混合晶体——石墨
153	7.6 分子间作用力和氢键
153	7.6.1 分子间作用力
154	7.6.2 氢键
155	化学视野——晶体缺陷
157	思考题
157	习题

化学分析篇

163	第8章 定量分析基础
163	8.1 分析化学的任务和作用
164	8.2 定量分析方法分类
164	8.2.1 化学分析法
165	8.2.2 仪器分析法
167	8.2.3 化学分析法与仪器分析法的比较
168	8.3 定量分析的一般过程
168	8.3.1 样品采集

168	8.3.2	样品的预处理及分解制备
170	8.3.3	数据分析及结果报告
171	8.4	定量分析中的误差
171	8.4.1	准确度与误差
172	8.4.2	精密度与偏差
173	8.4.3	准确度与精密度的关系
174	8.4.4	误差产生的原因和减免的方法
176	8.5	分析结果的数据处理
176	8.5.1	随机误差的正态分布
177	8.5.2	t 分布曲线
178	8.5.3	显著性检验
179	8.5.4	过失误差的判断(可疑值的取舍)
180	8.6	有效数字及运算规则
180	8.6.1	有效数字
181	8.6.2	有效数字的修约及运算规则
182		化学视野——探测火星
183		思考题
183		习题
185		第9章 滴定分析法概述
185	9.1	滴定分析法
186	9.1.1	滴定反应的条件和滴定分析法的分类
187	9.1.2	基准物质和标准溶液
188	9.1.3	标准溶液浓度表示法
190	9.2	滴定方式及分析结果的计算
190	9.2.1	直接滴定法
191	9.2.2	返滴定法
191	9.2.3	置换滴定法
192	9.2.4	间接滴定法
192	9.2.5	滴定分析误差
193		化学视野——微流控芯片
193		思考题
194		习题
195		第10章 酸碱平衡与酸碱滴定法
195	10.1	酸碱理论

195	10.1.1	酸碱电离理论
196	10.1.2	酸碱质子理论
200	10.1.3	酸碱电子理论
201	10.2	溶液中各型体的分布
201	10.2.1	一元弱酸(碱)溶液
202	10.2.2	多元弱酸(碱)溶液
204	10.3	酸碱溶液 pH 的计算
204	10.3.1	一元酸(碱)溶液
207	10.3.2	多元酸(碱)溶液
207	10.3.3	两性物质溶液
209	10.4	缓冲溶液
209	10.4.1	同离子效应和盐效应
209	10.4.2	缓冲溶液
213	10.5	酸碱指示剂
213	10.5.1	指示剂的作用原理
214	10.5.2	指示剂的变色范围
215	10.5.3	混合指示剂
216	10.6	酸碱滴定法的基本原理
216	10.6.1	强碱滴定强酸
219	10.6.2	强碱滴定弱酸
221	10.6.3	强酸滴定弱碱
222	10.6.4	多元酸(碱)的滴定
223	10.7	酸碱滴定法的应用
223	10.7.1	酸碱标准溶液的配制与标定
225	10.7.2	酸碱滴定法应用示例
226		化学视野——缓冲溶液的应用
228		思考题
228		习题
231		第 11 章 沉淀溶解平衡与沉淀滴定法
231	11.1	沉淀溶解平衡
231	11.1.1	沉淀溶解平衡原理
232	11.1.2	溶解度和溶度积
234	11.2	沉淀的生成和溶解
234	11.2.1	溶度积规则

234	11.2.2	溶度积规则的应用
236	11.2.3	同离子效应和盐效应
238	11.3	分步沉淀和沉淀的转化
238	11.3.1	分步沉淀
239	11.3.2	沉淀的转化
240	11.4	沉淀滴定法
240	11.4.1	滴定曲线
241	11.4.2	莫尔法
242	11.4.3	佛尔哈德法
244	11.4.4	法扬司法
245	11.5	重量分析法
245	11.5.1	重量分析法对沉淀形式的要求
245	11.5.2	重量分析法对称量形式的要求
246	11.5.3	沉淀的纯度和沉淀条件的选择
248	11.5.4	重量分析结果的计算
249		化学视野——纳米科技
250		思考题
250		习题
253		第 12 章 氧化还原平衡与氧化还原滴定法
253	12.1	氧化还原反应的基本概念和化学反应方程式的配平
253	12.1.1	氧化还原反应
255	12.1.2	氧化还原反应方程式的配平
257	12.2	化学电池
257	12.2.1	原电池
258	12.2.2	电解池
259	12.2.3	化学电池电极及分类
260	12.3	电极电势
260	12.3.1	电极电势的产生
260	12.3.2	标准电极电势及其测定
262	12.3.3	电极电势与 Gibbs 自由能的关系
262	12.4	影响电极电势的因素
262	12.4.1	能斯特方程式
263	12.4.2	浓度、酸度对电极电势的影响
265	12.4.3	条件电极电势

266	12.5	电极电势和电池电动势的应用
266	12.5.1	判断氧化剂和还原剂的相对强弱
267	12.5.2	判断氧化还原反应进行的方向
267	12.5.3	判断氧化还原反应进行的程度
268	12.5.4	计算反应的平衡常数
268	12.6	元素电势图及其应用
268	12.6.1	元素电势图
269	12.6.2	元素电势图的应用
270	12.7	氧化还原反应平衡常数和反应速率
270	12.7.1	氧化还原反应的条件平衡常数
271	12.7.2	氧化还原反应的反应速率及其影响因素
272	12.8	氧化还原滴定法的基本原理
272	12.8.1	氧化还原滴定曲线
274	12.8.2	氧化还原滴定法中的指示剂
275	12.8.3	氧化还原滴定前的预处理
276	12.9	氧化还原滴定法分类
276	12.9.1	高锰酸钾法
278	12.9.2	重铬酸钾法
279	12.9.3	碘量法
282	12.10	氧化还原滴定法的应用
283		化学视野——化学电源简介
285		思考题
285		习题
288		第13章 配位解离平衡与配位滴定法
289	13.1	配合物的基本概念及命名
289	13.1.1	配合物的定义、组成及命名
292	13.1.2	配合物的类型
294	13.2	配合物的化学键理论
294	13.2.1	配合物的价键理论
297	13.2.2	配合物的晶体场理论
300	13.3	配位解离平衡
300	13.3.1	配位解离平衡常数
303	13.3.2	配位解离平衡的移动
304	13.4	配位滴定法的基本原理

305	13.4.1	EDTA 及其配合物的性质
306	13.4.2	副反应系数和条件稳定常数
309	13.4.3	配位滴定曲线
310	13.4.4	配位滴定中酸度的控制
312	13.4.5	金属指示剂
314	13.5	提高配位滴定法选择性的方法
314	13.5.1	控制溶液的酸度
315	13.5.2	加入掩蔽剂
316	13.5.3	解蔽作用
316	13.6	配位滴定方式及应用
318		化学视野——配合物的应用
319		思考题
320		习题

仪器分析篇

325	第 14 章	分光光度法
325	14.1	光的吸收与光谱的产生
325	14.1.1	物质的颜色与光的吸收
327	14.1.2	分子吸收光谱的产生
328	14.2	光的吸收定律——朗伯 - 比尔定律
328	14.2.1	朗伯 - 比尔定律
330	14.2.2	朗伯 - 比尔定律的偏离
330	14.3	分光光度计及测定方法
330	14.3.1	分光光度计的基本构造
332	14.3.2	定量分析方法
333	14.4	显色反应及显色条件的选择
333	14.4.1	显色反应及显色剂
334	14.4.2	显色条件的选择
335	14.4.3	干扰物质及其消除方法
336	14.4.4	吸光度测定条件的选择
337	14.5	分光光度法的应用
337	14.5.1	单组分的测定
338	14.5.2	配合物组成的测定——等摩尔比法
338		化学视野——分子荧光分析法