



面向21世纪课程教材辅导丛书

《近代化学导论》(第二版)

Jindai Huaxue Daolun Dierban XueXi Fudao

学习辅导

车云霞 李 姝 叶世海 ○ 编

南开大学出版社

《近代化学导论》(第二版)

学习辅导

车云霞 李 姝 叶世海 编

南开大学出版社
天 津

图书在版编目(CIP)数据

《近代化学导论》(第2版)学习辅导/李姝,叶世海,车云霞编,一天津:南开大学出版社,2012.5

ISBN 978-7-310-03879-4

I. ①近… II. ①李…②叶…③车… III. ①化学—高等学校—教学参考资料 IV. ①06

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第076283号

版权所有 侵权必究

南开大学出版社出版发行

出版人:孙克强

地址:天津市南开区卫津路94号 邮政编码:300071

营销部电话:(022)23508339 23500755

营销部传真:(022)23508542 邮购部电话:(022)23502200

*

天津市蓟县宏图印务有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

787×960毫米 16开本 23.125印张 425千字

定价:38.00元

如遇图书印装质量问题,请与本社营销部联系调换,电话:(022)23507125

内容提要

本书是为“面向 21 世纪课程教材”、“普通高等教育‘十一五’国家规划教材”——《近代化学导论》(第二版, 申泮文主编) 配套使用的教学参考书。为使学生学好、教师教好进入大学后的第一门化学课程, 书中内容紧扣教材, 围绕着大一基础化学课程教学的基本内容, 对其重点和难点问题进行简明扼要的论述, 通过例题及补充练习题帮助学生深刻理解并掌握课程的基础知识和基本原理, 灵活运用化学反应的基本规律, 培养学生科学的思维方法, 提高分析问题和解决问题的能力。

本书可供高等院校化学相关专业学生在学习第一门化学课程时参考使用, 也可作为教师教学参考用书及报考研究生的复习参考资料。

前 言

本书是为申泮文先生主编的《近代化学导论》(第二版)编写的配套教学辅导用书,《近代化学导论》是“面向 21 世纪课程教材”、“普通高等教育‘十一五’国家规划教材”,2009 年被评为“普通高等教育精品教材”,以该教材为首的“南开大学近代化学教材系列”曾获得 2009 年国家级教学成果一等奖。该教材教学内容和教学方法的改革也曾连续两届获得国家级教学成果奖的奖励。

为给使用《近代化学导论》教材的学生和教师提供学习和教学方便,也为了把我们十几年来将这部教材用于课堂教学实践的点滴经验和体会与同仁共享,为大一基础化学课程的教学改革尽一份力,我们编写了这本学习辅导书。在本书中针对教材各章(略去教材的第 1 章、第 24 章和第 29~34 章)内容分四个方面阐述:

(1) **教学要求** 依据编者对教材的理解和多年课堂教学体会,对各章核心内容作了梳理和归纳总结,提出每章教学重点和要求学生掌握的内容。

(2) **重点内容解析** 除对教材内容的重点和难点进行解析外,对一些重点章节,在教材原有内容的基础上,进一步拓展、加深和细化一些知识点的介绍,例如在元素化学部分给出了 600 余个反应方程式,方便和加强学生的学习和理解。

(3) **补充练习题** 为加强学生对教学内容的深入理解,对一些重点章节,在原有教材习题的基础上,编者又补充了 200 余道练习题和例题,这些题都是编者在多年教学实践中长期使用、总结出来的,有很好教学效果。

(4) **补充练习题参考答案** 编者对补充练习题不仅全部给出答案,还给出解题全过程和对题目的分析、解释。通过解题过程不仅帮助学生深刻理解并掌握课程的教学内容,灵活运用化学反应的基本规律,还对培养学生科学的思维方法、提高分析问题和解决问题的能力起到积极作用。

限于编者的能力和水平,书中的错误在所难免,恳切希望使用本书的学生和教师提出批评和意见。我们的联系地址: cheyx@nankai.edu.cn。

最后,感谢南开大学出版社对本书的出版所给予的大力支持。

编 者

2011 年 11 月于南开

目 录

第2章 化学基本原理	1
一、教学要求	1
二、重点内容解析	1
(一) 化学的基本定律	1
(二) 原子分子学说	1
(三) 化学中的度量衡	1
(四) 有效数字及运算规则	1
第3章 原子的结构	2
一、教学要求	2
二、重点内容解析	2
(一) 电子的发现	2
(二) 质子的发现	2
(三) 放射性的发现和卢瑟福的核型原子模型	2
(四) 中子的发现	3
(五) X射线和莫斯莱的工作	3
(六) 相对原子质量和同位素	3
第4章 电子在原子中的分布	4
一、教学要求	4
二、重点内容解析	4
(一) 核外电子的运动状态	8
(二) 核外电子的排布	18
(三) 原子的电子层结构和元素周期系	22
三、补充练习题	25
四、补充练习题参考答案	27
第5章 离子键理论	30
一、教学要求	30
二、重点内容解析	30
(一) 离子键理论的基础	30
(二) 离子键的特点	30
(三) 离子的电荷、半径和电子层构型与离子型化合物性质的关系	31

(四) 离子型晶体	34
三、补充练习题	35
四、补充练习题参考答案	36
第 6 章 共价键理论	37
一、教学要求	37
二、重点内容解析	37
(一) 经典共价键理论	37
(二) 现代价键理论 (电子配对法)	38
(三) 原子轨道杂化理论	41
(四) 价层电子对互斥理论	46
(五) 分子轨道理论	50
(六) 共价键参数与分子性质	59
(七) 金属键理论	61
三、补充练习题	62
四、补充练习题参考答案	64
第 7 章 分子之间的力	75
一、教学要求	75
二、重点内容解析	75
(一) 分子的极性	75
(二) 分子间的作用力	78
(三) 离子的极化作用	78
(四) 氢键	79
(五) 凝聚态物质的结构与性质	84
三、补充练习题	84
四、补充练习题参考答案	86
第 8 章 气体	93
一、教学要求	93
二、重点内容解析	93
(一) 理想气体状态方程	93
(二) 实在气体状态方程	93
(三) 气体分压定律	93
(四) 气体扩散定律和混乱度的概念	93
(五) 气体的液化	94
第 9 章 液体	95
一、教学要求	95

二、重点内容解析	95
(一) 液体的状态	95
(二) 液体的蒸发	95
(三) 液体的沸点和凝固点	96
(四) 状态变化和熵变	96
第 10 章 水和溶液	97
一、教学要求	97
二、重点内容解析	97
(一) 水	97
(二) 溶液	97
(三) 胶体	98
第 11 章 化学反应速率	99
一、教学要求	99
二、重点内容解析	99
(一) 化学反应速率理论简介	99
(二) 化学反应速率的表示方法	101
(三) 浓度对化学反应速率的影响和速率方程式	102
(四) 温度对化学反应速率的影响和活化能	105
(五) 催化剂对化学反应速率的影响	106
三、补充练习题	106
四、补充练习题参考答案	108
第 12 章 化学热力学初步	114
一、教学要求	114
二、重点内容解析	114
(一) 热力学中的一些常用术语	114
(二) 热力学第一定律、热化学和盖斯定律	115
(三) 热力学第三定律和标准熵	119
(四) 热力学第二定律和吉布斯自由能	120
(五) 小结	123
第 13 章 化学平衡	124
一、教学要求	124
二、重点内容解析	124
(一) 可逆反应与化学平衡	124
(二) 实验平衡常数	125
(三) 标准平衡常数	126

(四) 影响化学平衡移动的因素	127
三、补充练习题	128
四、补充练习题参考答案	130
第 14 章 酸碱平衡 酸碱容量分析	134
一、教学要求	134
二、重点内容解析	134
(一) 酸碱理论	134
(二) 溶液的酸碱性	135
(三) 弱酸、弱碱的解离平衡	135
(四) 缓冲溶液	139
(五) 盐的水解	142
(六) 酸碱容量分析	144
(七) 化学定量分析基本知识	145
三、补充练习题	150
四、补充练习题参考答案	151
第 15 章 沉淀反应	160
一、教学要求	160
二、重点内容解析	160
(一) 溶度积与溶解度	160
(二) 沉淀溶解平衡的移动	161
(三) 沉淀反应的应用	163
(四) 沉淀容量分析	163
三、补充练习题	166
四、补充练习题参考答案	166
第 16 章 氧化还原反应 氧化还原容量分析	170
一、教学要求	170
二、重点内容解析	170
(一) 氧化还原反应的基本概念	170
(二) 氧化还原反应方程式的配平	172
(三) 氧化还原反应和电极电势	172
(四) 电极电势的应用	179
(五) 氧化还原容量分析	182
(六) 电解和化学电源	187
三、补充练习题	187
四、补充练习题参考答案	187

第 17 章 配位化学的初步概念 配位容量分析	191
一、教学要求	191
二、重点内容解析	191
(一) 配位化合物的基本概念	191
(二) 配位化合物化学键的本性	194
(三) 配位化合物在溶液中的解离平衡	198
(四) 配位容量分析	206
三、补充练习题	208
四、补充练习题参考答案	209
第 18 章 活泼金属元素——碱金属元素、碱土金属元素和铝	215
一、教学要求	215
二、重点内容解析	215
(一) 元素化学前言	215
(二) 活泼金属元素通性	215
(三) 活泼金属元素的氧化物	217
(四) 氢氧化物的碱性与溶解度	218
(五) 活泼金属元素的盐类	218
(六) 活泼金属元素的配合物	220
(七) 活泼金属单质的一般制备方法	220
(八) 锂和镁、铍和铝性质的相似性	221
三、补充练习题	222
四、补充练习题参考答案	225
第 19 章 非金属元素的通性	227
一、教学要求	227
二、重点内容解析	227
(一) 非金属元素的氧化态	227
(二) 非金属元素的原子半径和离子半径	227
(三) 非金属元素的电离势、电子亲和势与电负性	228
(四) 非金属元素的成键特征	228
(五) 非金属元素单质的结构、存在状况与性质	229
(六) 非金属元素的含氧酸及其盐	229
(七) 非金属元素的氢化物	232
(八) 非金属单质的一般制备方法	232

第 20 章 非金属元素分论(一) 氢、稀有气体和卤族元素	233
一、教学要求	233
二、重点内容解析	233
(一) 氢	233
(二) 稀有气体	236
(三) 卤素	236
三、补充练习题	244
四、补充练习题参考答案	246
第 21 章 非金属元素分论(二) 氧和硫	249
一、教学要求	249
二、重点内容解析	249
(一) 单质氧	249
(二) 氧的成键特征	250
(三) 过氧化氢和过氧化物	250
(四) 单质硫	251
(五) 硫的成键特征	251
(六) 硫化氢、硫化物和多硫化物	252
(七) 硫的卤化物	255
(八) 硫的含氧酸及其盐	255
(九) 硒和碲	259
三、补充练习题	260
四、补充练习题参考答案	262
第 22 章 非金属元素分论(三) 氮和磷	264
一、教学要求	264
二、重点内容解析	264
(一) 单质氮	264
(二) 氮的成键特征	264
(三) 氨和氨的取代衍生物	264
(四) 氮化物	265
(五) 氮的氧化物、含氧酸及其盐	266
(六) 单质磷	267
(七) 磷的成键特征	267
(八) 磷化氢	267
(九) 磷的氧化物、含氧酸及其盐	267
(十) 磷的卤化物、卤氧化物和硫化物	269

三、补充练习题	270
四、补充练习题参考答案	272
第 23 章 非金属元素分论 (四) 碳、硅和硼	273
一、教学要求	273
二、重点内容解析	273
(一) 碳	273
(二) 硅	275
(三) 硼	276
三、补充练习题	280
四、补充练习题参考答案	283
第 25 章 过渡元素	284
一、教学要求	284
二、重点内容解析	284
(一) 过渡元素的通性	284
(二) 钛族元素	289
(三) 钒族元素	291
(四) 铬族元素	292
(五) 锰族元素	297
(六) 铁系元素	300
(七) 铂系元素	305
(八) 铜族元素	305
三、补充练习题	308
四、补充练习题参考答案	315
第 26 章 过渡后金属元素通论	322
一、教学要求	322
二、重点内容解析	322
(一) 过渡后金属元素的通性	322
(二) 锌族元素	324
(三) 镓族元素	328
(四) 锗族元素	329
(五) 砷族元素	331
三、补充练习题	334
四、补充练习题参考答案	340

第 27 章 镧系元素和锕系元素	346
一、教学要求	346
二、重点内容解析	346
(一) 镧系元素的通性	346
(二) 镧系元素的重要化合物	349
(三) 锕系元素的通性	351
(四) 钍和铀的化合物	351
三、补充练习题	352
四、补充练习题参考答案	353
第 28 章 化学元素的周期性	354
一、教学要求	354
二、重点内容解析	354
(一) 单质	354
(二) 元素的化学性质和化合物性质的周期性	354
主要参考文献	355

第 2 章 化学基本原理

一、教学要求

1. 了解和复习中学学过的化学的基本定律、原子分子学说和化学中的度量衡等问题。
2. 掌握有效数字的基本概念和运算规则。

二、重点内容解析

(一) 化学的基本定律

自学教材第 18 页 2.1 节内容，了解化学的基本定律。

(二) 原子分子学说

自学教材第 22 页 2.2 节内容，注意区分分子式、最简式和化学式的概念。

(三) 化学中的度量衡

自学教材第 29 页 2.3 节内容，了解化学中的国际单位制。需要注意的是：在 SI 基本单位里，物理量的符号都用斜体字母，单位的符号都用正体字母，请参阅教材第 29 页表 2.5。

(四) 有效数字及运算规则

自学教材第 32 页 2.4 节内容，需要重点掌握的内容是：正确记录分析天平、台秤、滴定管、移液管、量筒等仪器的测量数据，熟悉有效数字的运算规则，计算并给出正确的实验数据。

第 3 章 原子的结构

一、教学要求

1. 了解电子、质子、中子的发现过程，清楚卢瑟福核型原子模型的依据，以及 X 射线和莫斯莱工作的重要性。
2. 掌握组成原子的基本粒子：原子由原子核和电子组成的，原子核带正电荷，电子带负电荷，原子核由质子和中子组成，质子带有一个正电荷，中子不带电荷。
3. 掌握相对原子质量和同位素的概念。

二、重点内容解析

（一）电子的发现

汤姆逊的阴极射线实验和密里根的油滴实验，最终证明并计算出一个电子的电荷量是 $1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ ，一个电子的质量为 $9.109 \times 10^{-28} \text{g}$ 或 0.000 55 相对原子质量单位 (u)。电子具有如此小的质量，仅约为 H 原子质量的 1/1 833，一个必然的结论是：原子中必然还有其他的基本粒子承载着原子的大部分质量。

1 汤姆逊的阴极射线实验

自学教材第 43 页 3.4 节内容，了解汤姆逊的阴极射线实验，阴极射线实验发现了电子，并求得了阴极射线中电子的荷质比。

2 密里根的油滴实验

自学教材第 45 页 3.5 节内容，了解密里根的油滴实验，油滴实验确定了电子的电荷量和电子的质量。

（二）质子的发现

自学教材第 46 页 3.8 节内容，了解质子的发现过程，质子的电荷量等于电子的电荷量，但符号相反，质子的质量为 $1.672 \times 10^{-24} \text{g}$ ，即 1.007 276 u，它与电子一样，是组成原子的基本粒子之一。

（三）放射性的发现和卢瑟福的核型原子模型

1 放射性的发现

自学教材第 41 页 3.3 节内容。

2. 卢瑟福核型原子模型

自学教材第45页3.6节内容。卢瑟福的 α 粒子穿透金箔的实验，证明了原子内部有很大的空隙。根据这个实验，卢瑟福提出了原子行星模型：原子中有一个极小的核，它几乎集中了原子全部的质量，带有 Z 个正电荷，另有 Z 个电子在原子核外绕核运动，就像行星绕太阳旋转一样，是一个相对永恒的体系。

（四）中子的发现

自学教材第47页3.9节内容。中子不带电荷，质量为 $1.674\,9\times 10^{-24}\text{g}$ ，即 $1.008\,66\text{u}$ ，中子和质子一起组成了原子核。

（五）X射线和莫斯莱的工作

自学教材第41页3.3节及第46页3.7节内容。

英国青年物理学家莫斯莱的工作使人们认识到原子内在的本质，在原子中有决定意义的东西不是原子的质量，而是原子的核电荷数以及核外的电子数，它们恰好都等于原子序数。莫斯莱工作的重要性还不止于此，它为发现并鉴定新元素提供了有利的新技术——X射线分析技术。

（六）相对原子质量和同位素

自学教材第47页3.10节内容。

质谱仪是一种直接测定原子或分子质量的大型仪器，了解质谱仪的工作原理。

第 4 章 电子在原子中的分布

一、教学要求

1. 了解电子等微观粒子运动的特殊性：波粒二象性、能量量子化、不确定原理。
2. 了解薛定谔方程的意义，掌握和区分原子轨道、波函数、概率、概率密度、电子云的概念，清楚原子轨道和电子云角度分布的特征和异同点，重点掌握描述电子运动状态的四个量子数的物理意义、取值规律和合理组合。
3. 了解多电子原子中屏蔽效应和钻穿效应的意义及其对电子能量的影响，掌握能级、能级组、电子层、电子亚层和价电子层构型等概念。
4. 根据鲍林原子轨道近似能级图和电子排布三原则，重点掌握原子核外电子排布规律，能书写一般元素原子的核外电子排布式和价电子构型，并根据价电子构型判断元素在周期表中的位置及有关性质。
5. 熟悉原子的电子层结构和元素周期系的关系，掌握元素若干性质（原子半径、电离势、电子亲和势、电负性）的周期性变化与原子电子层结构的关系。

二、重点内容解析

这章的教学内容是大一化学课程基础理论部分中很重要的一部分，描述电子运动状态的四个量子数和鲍林原子轨道近似能级图是重要内容，它对巩固原子结构理论、了解周期律的本质是非常重要的，需要重点讲授。本章教材的内容较简练，为加深理解，这里将较详细介绍一些相关内容。

首先我们先回顾一下原子结构理论的发展过程，在第 3 章中讲述了 19 世纪末物理学上的三大发现：X 射线、放射性和电子，人们已经认识到原子是由原子核和电子组成的，那么电子在原子中是怎样分布和怎样运动的呢？近代原子结构理论是怎样确立的呢？

1. 卢瑟福核型原子模型

1899 年英国物理学家卢瑟福根据 α 粒子穿透金箔的实验，提出了核型原子模型（参阅教材第 45 页第 3 章 3.6 节）。