


无机化学学习指导

高教·无机化学(第四版)

大连理工大学无机化学教研室/编



 大连理工大学出版社

无机化学学习指导

大连理工大学无机化学教研室 编

大连理工大学出版社

© 大连理工大学无机化学教研室 2002

图书在版编目(CIP)数据

无机化学学习指导 / 大连理工大学无机化学教研室编. — 4版.
大连: 大连理工大学出版社, 2002.9(2002.11重印)

ISBN 7-5611-1303-X

I. 无… II. 大… III. 无机化学—高等学校—解题 IV. O61—44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 038960 号

大连理工大学出版社出版

大连市凌水河 邮政编码 116024

电话:0411-4708842 传真:0411-4701466 邮购:0411-4707955

E-mail: dudp@mail.dlptt.ln.cn URL: http://www.dutp.com.cn

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 140mm × 203mm 印张: 14.625 字数: 457千字

印数: 45 001 ~ 50 000

1990年6月第1版

2002年9月第4版

2002年11月第9次印刷

责任编辑: 刘新彦 王君仁

责任校对: 吴孝东

封面设计: 王福刚

定 价: 19.80 元

第四版前言

本书是为了满足使用大连理工大学无机化学教研室编写的《无机化学》(第四版,高等教育出版社 2001 年 6 月出版)教师和学生们的要求,在《无机化学解题指导》(第三版)的基础上修订而成的无机化学教学参考书。并更名为《无机化学学习指导》。《无机化学》(第四版)系面向 21 世纪课程教材、普通高等教育“九五”国家级重点教材。本书可与其配合使用,也可供使用其他版本无机化学或普通化学教材的读者参考。

《无机化学学习指导》(第四版)主要在以下几方面进行了修订:

1. 按《无机化学》(第四版)的框架结构调整了部分章节的内容。

2. 对重点内容概要进行了大量的改写或增删。

3. 在典型习题选解部分中,对《无机化学》(第四版)的大部分习题进行了解答,同时保留了《无机化学》第三版的一些典型习题的解析。

4. 调整、增删了部分同步自测习题,其中选择题全部改为单选题。

5. 书后附有近几年的硕士研究生入学考试无机化学试卷和参考答案。

本书的修订工作由牟文生完成,于永鲜参加了部分工作。无机化学教研室的许多老师在编写、试用《无机化学》(第四版)的过程中所积累的宝贵经验使修订者受益匪浅。本书仍是全教研室集体劳动的成果。

限于编者水平,加之时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者
2002年8月

修订版前言

《无机化学解疑与思考》自 1990 年出版以来,在培养学生自学能力,提高无机化学教学质量方面起了重要作用,受到广大教师和学生的好评。随着教学改革的不深入发展,有必要对该书进行修订,以满足广大读者的需要。

本书修订版更名为《无机化学解题指导》。作为教学参考书,既可与大连理工大学无机化学教研室所编(袁万钟主编)的《无机化学》(第三版,高等教育出版社,1990)教材配套使用,也可作为例题与习题集供使用其他版本无机化学或普通化学教材的读者参考。

修订版在保持原书体系和特色的基础上,主要在以下几方面进行了修订工作:

- 1.各章在原有的重点内容解析、习题选解和自检练习三部分之前,增加了相关的教学基本要求部分。
- 2.对某些章节的重点内容解析部分进行了修改或增写。
- 3.各章习题选解部分采用规范的量方程做了解题分析,改正了初版中的某些不妥之处。
- 4.调整与增删了部分自检练习,题型多样,并附有参考答案。

5. 全书计量单位采用《中华人民共和国法定计量单位》，全面贯彻执行《中华人民共和国国家标准》GB 3100~3102-93《量和单位》的有关规定。

本书修订工作主要由牟文生完成，刘阳桥参加了自检练习的修订工作；迟玉兰教授对修订工作提出许多重要指导意见，并精心审阅了书稿；辛剑教授审校了大部分校样；王莉和于永鲜老师帮助校阅了部分校样。

限于编者水平，本书中缺点和错误仍在所难免，敬请读者批评指正。

编者
1997年11月

第一版前言

《无机化学解疑与思考》是应广大教师和学生的要求,为了更好地使用我室所编(袁万钟主编)的《无机化学》(第三版,1990年高等教育出版社出版)教材而编写的。本书是学习无机化学的教学参考书之一。

编写本书的宗旨是帮助读者深刻理解无机化学教材的重点内容,牢固掌握基础知识和基本原理,灵活运用无机化学反应的基本规律,培养正确的思维方法,以及提高自修的能力。

本书各章主要分三部分:

一、重点内容解析。本部分依据“无机化学课程教学基本要求”,结合学生学习的实际状况,简明阐述各章内容的要点,对于其中的难点和易混淆、疏漏之处给以恰如其分的说明,某些地方适当地加深拓宽一些必要的内容,希望能起到穿针引线、画龙点睛的作用。

二、习题选解。课外练习是重要的学习环节,指导学生认真完成课外作业,是课堂教学的继续和深入。本部分依据我室编写的《无机化学》第三版教材,选取各章习题中典型的、难度较大的习题做出解答,其中包含解题思路的阐述,多种解题方法的比较,以及疑难问题和错解分析等,以利于引导学生深入思考,做到触类旁通。

三、自检练习。学业上的成功取决于个人的努力和自我鞭策。本部分是从我室的无机化学试题选集中精选了一部分标准化试题和综合性试题编写而成,可供学生自我检查学习效果使用,以激发学习兴趣,提高学习质量。

参加本书编写工作的有:迟玉兰、王立奎、刘淑惠、陈亚平、辛剑、汤克峻、袁景利、牟文生。全书由汤克峻、辛剑、迟玉兰统稿。

本书是在我室全体教师多年教学实践的基础上编写而成的,编写时也吸取了众多兄弟院校的宝贵经验。在成书过程中得到了袁万钟教授和隋亮教授的热情指导,并审阅了部分书稿,对本书更有特色起了重要作用,在此一并表示诚恳谢意。

由于编者水平有限,成书时间仓促,错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

1990年3月

目 录

第一章 气体	1
教学基本要求	1
重点内容概要	1
习题选解	3
同步练习	10
同步练习参考答案	12
第二章 热化学	13
教学基本要求	13
重点内容概要	13
习题选解	16
同步练习	26
同步练习参考答案	28
第三章 化学动力学基础	29
教学基本要求	29
重点内容概要	29
习题选解	31
同步练习	46
同步练习参考答案	48
第四章 化学平衡 焓和 Gibbs 函数	49
教学基本要求	49
重点内容概要	49
习题选解	55
同步练习	76

同步练习参考答案	79
第五章 酸碱平衡	81
教学基本要求	81
重点内容概要	81
习题选解	94
同步练习	117
同步练习参考答案	122
第六章 沉淀-溶解平衡	123
教学基本要求	123
重点内容概要	123
习题选解	128
同步练习	149
同步练习参考答案	153
第七章 氧化还原反应 电化学基础	155
教学基本要求	155
重点内容概要	155
习题选解	160
同步练习	193
同步练习参考答案	198
第八章 原子结构	200
教学基本要求	200
重点内容概要	200
习题选解	215
同步练习	225
同步练习参考答案	228
第九章 分子结构	229
教学基本要求	229
重点内容概要	229

习题选解	237
同步练习	247
同步练习参考答案	250
第十章 固体结构	251
教学基本要求	251
重点内容概要	251
习题选解	256
同步练习	266
同步练习参考答案	270
第十一章 配合物结构	271
教学基本要求	271
重点内容概要	271
习题选解	274
同步练习	284
同步练习参考答案	287
第十二章 s 区元素	288
教学基本要求	288
重点内容概要	288
习题选解	290
同步练习	298
同步练习参考答案	301
第十三章 p 区元素(一)	302
教学基本要求	302
重点内容概要	302
习题选解	307
同步练习	319
同步练习参考答案	323

第十四章 p 区元素(二)	324
教学基本要求	324
重点内容概要	324
习题选解	329
同步练习	335
同步练习参考答案	339
第十五章 p 区元素(三)	340
教学基本要求	340
重点内容概要	340
习题选解	342
同步练习	350
同步练习参考答案	354
第十六章 d 区元素(一)	355
教学基本要求	355
重点内容概要	355
习题选解	361
同步练习	382
同步练习参考答案	387
第十七章 d 区元素(二)	389
教学基本要求	389
重点内容概要	389
习题选解	393
同步练习	405
同步练习参考答案	409
第十八章 f 区元素	411
教学基本要求	411
重点内容概要	411
习题选解	412

同步练习	416
同步练习参考答案	417
附录	418
硕士生入学考试试题及参考答案(一)	418
硕士生入学考试试题及参考答案(二)	425
硕士生入学考试试题及参考答案(三)	432
硕士生入学考试试题及参考答案(四)	438
常用数据表	444

第一章 气 体

● 教学基本要求 ●

(1) 了解气体的基本特征,理解理想气体的概念,掌握理想气体状态方程式及其应用。

(2) 掌握混合气体中组分气体分压的概念和分压定律。

● 重点内容概要 ●

1. 理想气体状态方程式

理想气体是一种假想的气体,其分子本身不占有空间,分子间没有作用力。实际上这种气体并不存在,只是人们研究气体状态变化时提出的一种物理模型。

对于一定量(n)的理想气体,其温度(T)、压力(p)和体积(V)确定后,系统的状态就确定了。 n 、 T 、 V 、 p 之间的数学关系式为

$$pV = nRT \quad (1-1)$$

此式称为理想气体状态方程式。式中 p 的单位为 Pa(或 kPa), V 的单位为 m^3 (或 L), T 的单位为 K, n 的单位为 mol。摩尔气体常数 $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ (或 $8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)。

符合式(1-1)的气体是理想气体。通常可以把高温低压下的真实气体近似地看作理想气体,在大学基础化学中研究气体的状态变化时,除特殊指明外,可把系统中的气体都看作是理想气体。

在不同的特定条件下,理想气体状态方程式有不同的表达形式,各种形式有不同的应用。

(1) n 一定, p 、 V 、 T 改变时,则有

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (1-1a)$$

(2) n 和 T 一定时,即为 Boyle(波义耳)定律:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (1-1b)$$

(3) n 和 p 一定时,即为 Charles(查理)定律:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (1-1c)$$

(4) T 和 p 一定时,即为 Avogadro(阿佛加德罗)定律:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad (1-1d)$$

(5) 将 $n = m/M$ 代入(1-1)式中,则有

$$M = \frac{mRT}{pV} \quad (1-1e)$$

式中: m 为气体的质量,单位为 g ; M 为气体的摩尔质量,单位为 $g \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

摩尔质量 M 和相对分子质量 M_r 之间的关系是

$$M = M_r \cdot g \cdot \text{mol}^{-1}$$

(6) 由气体的密度 $\rho = m/V$ 可以得到

$$\rho = \frac{pM}{RT} \quad (1-1f)$$

利用上式,可以在测定气体的密度之后,计算气体的摩尔质量、相对分子质量,还可以推断其分子式。

2. 分压定律

理想气体状态方程式不仅适用于单一组分的气体,也适用于多组分的混合气体或其中某一种组分气体。在理想气体混合物中,若各组分之间不发生化学反应,也没有任何其他相互作用,则它们之间互不干扰,如同各自单独存在一样。混合气体中某组分 B 对器壁产生的压力称为该组分气体的分压力。某组分气体的分压力等于相同温度下该组分气体单独占有与混合气体相同体积时所产生的压力。

$$p_B = \frac{n_B RT}{V} \quad (1-2)$$

混合气体的总压(p)等于各组分气体的分压(p_B)之和。即

$$p = p_1 + p_2 + \cdots = \sum_B p_B \quad (1-3)$$

这一关系称为 Dalton(道尔顿)分压定律。

某组分气体的分压等于该组分气体的物质的量分数(摩尔分数)与总压的乘积:

$$p_B = \frac{n_B}{n} p \quad (1-4)$$

气体混合物中组分 B 的物质的量分数用 x_B 表示,即 $x_B = n_B/n$ 。

$$p_B = x_B p$$

* 3. 分体积定律

理想气体混合物中某组分 B 的分体积 V_B 是该组分气体具有与混合气体相同温度和压力时所占有的体积。

$$V_B = \frac{n_B RT}{p} \quad (1-5)$$

混合气体的总体积 V 等于各组分气体的分体积(V_B)之和。即

$$V = V_1 + V_2 + \cdots = \sum_B V_B \quad (1-6)$$

这一关系称为 Amage(阿马格)分体积定律。

某组分气体的分体积等于该组分气体的物质的量分数与混合气体的总体积之积。

$$V_B = \frac{n_B}{n} V = x_B V \quad (1-7)$$

由式(1-4)和(1-7)可得出:

$$\frac{p_B}{p} = \frac{V_B}{V} = \varphi_B \quad (1-8)$$

此式说明混合气体中某组分气体 B 的分压与总压之比等于该组分气体的分体积与总体积之比(即体积分数 φ_B)。 p_B 是组分气体 B 在温度为 T 、占有体积 V 时所产生的压力; V_B 是组分气体 B 在温度为 T 时产生压力为 p 时所占有的体积,切不可混淆。

● 习题选解 ●

1(1-1) 成年人每次呼吸大约为 500 mL 空气,若其压力为 100 kPa,温度