

大学数理化实用手册

无机化学

王汉章 王恤民 潘家理 编



上海科学技术出版社

82

大学数理化实用手册

无机化学

王汉章 王恤民 潘家理 编

上海科学技术出版社

大学数理化实用手册

无机化学

王汉章 王恤民 潘家理 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 常熟文化印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 16 字数 348,000

1990年2月第1版 1990年2月第1次印刷

印数 1—1,000

ISBN 7-5323-1088-4/O.114

定价: 9.15元

前 言

无机化学是一门重要基础课，多年的教学实践使我们感到提高无机化学教学质量，除了有好的教科书外，还应该有一套能够指导学生学习用的教学参考书。目前无机化学教学中，学生在学习上的主要困难有二：一是对基本概念的理解和运用上把握不住，较多的学生缺乏归纳、对比和提炼教材内容的能力，二是在基础知识的运用和解题方面有着不同程度的困难。

针对上述情况，本手册采取分章编写的格式，理论原理和元素知识并重。各章分三部分，第一部分为基础知识，目的在帮助学生准确理解各章的重要概念和基础知识，起着指导学生提炼全章教材内容的作用；第二部分是题目类型和解题方法，在这部分中，我们共收集了近 600 题，内容由浅入深，尽可能包括应有的各种类型，例题采取详解方式，突出解题思路和解题方法，习题则附有部分答案，为便于学生查阅，每章题目均分为若干类型，如元素部分有概念题、结构题、反应题和计算题等；第三部分是参考资料，限于篇幅，我们在这部分中摘录了一些实用数据和本章有关的小资料。

本书可供高等院校(包括业余大学)学生学习无机化学之用，并可供无机化学教师教学参考，也可供化学专业类报考研究生复习无机化学之用。

限于编者水平,时间匆促,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

一、一些化学的基本概念和定律

1.1 基础知识	1
1.1.1 物质及其变化的概念	1
1.1.2 计量单位	2
1.1.3 分子和原子	5
1.1.4 理想气体定律	6
1.2 题目类型和解题方法	9
1.2.1 概念题	9
1.2.2 计算题	9
1.2.3 习题	14
1.3 参考资料	15
1.3.1 一些单位的换算系数表	15
1.3.2 习题答案	15

二、化学热力学初步

2.1 基础知识	16
2.1.1 基本概念	16
2.1.2 热和功	17
2.1.3 热力学第一定律 内能和焓	18
2.1.4 热化学	19
2.1.5 化学反应的方向 熵和自由能	21
2.2 题目类型和解题方法	24

2.2.1 题目类型和解题方法概述	24
2.2.2 热和膨胀功的计算	24
2.2.3 热化学方程式的计算	27
2.2.4 有关 ΔS 和 ΔG 以及过程自发性的计算题	31
2.2.5 习题	34
2.3 参考资料	38
2.3.1 一些物质的热力学性质表	38
2.3.2 习题答案	46

三、化学反应速率和化学平衡

3.1 基础知识	47
3.1.1 化学反应速率	47
3.1.2 化学平衡	56
3.2 题目类型和解题方法	62
3.2.1 反应速度和反应级数	62
3.2.2 活化能	68
3.2.3 化学平衡的计算	69
3.2.4 习题	75
3.3 参考资料	81
3.3.1 习题答案	81

四、溶液和电解质溶液

4.1 基础知识	83
4.1.1 稀溶液通性	83
4.1.2 水的电离与 pH 值	84
4.1.3 弱电解质的电离平衡	86
4.1.4 同离子效应、盐效应和缓冲溶液	88
4.1.5 盐类的水解	91

4.1.6	沉淀溶解平衡	94
4.1.7	酸碱的质子理论和电子理论	97
4.2	题目类型和解题方法	99
4.2.1	解题方法概述	99
4.2.2	稀溶液通性的计算	101
4.2.3	酸碱平衡有关的计算	101
4.2.4	沉淀溶解平衡有关的计算	114
4.2.5	习题	122
4.3	参考资料	124
4.3.1	附表 电离常数表、溶度积常数表	124
4.3.2	习题答案	130

五、原子结构和元素周期律

5.1	基础知识	131
5.1.1	氢原子光谱	131
5.1.2	重要概念	132
5.1.3	波函数和电子云的图形	139
5.1.4	原子核外电子的排布	143
5.2	题目类型和解题方法	146
5.2.1	概念题	146
5.2.2	计算题	149
5.2.3	核外电子的排布和原子构型的运用	155
5.2.4	证明题	157
5.2.5	习题	159
5.3	参考资料	160
5.3.1	原子轨道 s 、 p 、 d 、 f 符号的意义	160
5.3.2	原子轨道角向图的画法	161
5.3.3	元素的电子亲合势(表)	167
5.3.4	元素的第一电离势(表)	168

5.3.5 元素的电负性(表)	170
5.3.6 习题答案	172

六、分子结构和晶体结构

6.1 基础知识	173
6.1.1 基本概念	173
6.1.2 离子键和共价键的比较	182
6.1.3 金属键、金属晶体	183
6.1.4 晶体类型	185
6.2 题目类型和解题方法	186
6.2.1 路易斯结构式	186
6.2.2 化学键和键参数	187
6.2.3 确定杂化态	191
6.2.4 分子轨道及其应用	193
6.2.5 分子间力和氢键	197
6.2.6 计算题	197
6.2.7 习题	206
6.3 参考资料	208
6.3.1 分子轨道的简化模型推断分子的几何构型	208
6.3.2 静电力方法解释分子的几何构型	211
6.3.3 一些离子化合物的晶格能	213
6.3.4 键能值	215
6.3.5 周期表中单质的晶体结构	217
6.3.6 氢键类型和键长	218
6.3.7 化学力的总结	219
6.3.8 习题答案	219

七、氢、稀有气体

7.1 基础知识	220
----------------	-----

7.1.1	氢在周期表中的位置	220
7.1.2	氢化物	220
7.1.3	氙的化合物	223
7.1.4	价层电子对互斥理论	225
7.2	题目类型和解题方法	227
7.2.1	稀有气体的原子结构和性质	227
7.2.2	推断分子的几何构型	229
7.2.3	判断键角的大小	232
7.2.4	计算题	233
7.2.5	习题	233
7.3	参考资料	234
7.3.1	稀有气体氟化物的一些性质	234
7.3.2	氙化合物的电极电势图	234
7.3.3	习题答案	234

八、氧化还原反应

8.1	基础知识	235
8.1.1	基本概念	235
8.1.2	原电池和电极电势	237
8.1.3	原电池的热力学	241
8.1.4	化学电源	246
8.2	题目类型和解题方法	249
8.2.1	氧化数 氧化还原反应方程式的配平	249
8.2.2	原电池、电极电势及其应用	255
8.2.3	电解	261
8.2.4	习题	262
8.3	参考资料	266
8.3.1	298 K 时的标准电极电势表	266
8.3.2	习题答案	274

九、卤素

9.1 基础知识	275
9.1.1 卤素单质及其化合物的主要性质	275
9.1.2 卤化物、多卤化物、卤素互化物、拟卤化物	278
9.1.3 歧化反应	280
9.1.4 元素电势图	281
9.2 题目类型和解题方法	281
9.2.1 概念题	281
9.2.2 元素电势图的应用	285
9.2.3 结构题	286
9.2.4 计算题	287
9.2.5 实验题	288
9.2.6 习题	288
9.3 参考资料	290
9.3.1 历史上对氟分子离解能的争论	290
9.3.2 卤素的氧化态	291
9.3.3 习题答案	291

十、氧族

10.1 基础知识	292
10.1.1 氧化物	292
10.1.2 金属硫化物的溶解性	293
10.1.3 离域 π 键	295
10.1.4 无机含氧酸的命名、结构和强度	297
10.2 题目类型和解题方法	300
10.2.1 概念题	300
10.2.2 结构题	303
10.2.3 反应题	306

10.2.4 计算题	308
10.2.5 习题	309
10.3 参考资料	311
10.3.1 硫的卤化物	311
10.3.2 超酸	311
10.3.3 习题答案	312

十一、氮 族

11.1 基础知识	313
11.1.1 氮族元素的通性	313
11.1.2 物质的结构与反应性	316
11.1.3 水解反应的规律	321
11.1.4 一些物质的性质	323
11.2 题目类型和解题方法	326
11.2.1 概念题	326
11.2.2 反应题	330
11.2.3 计算题	332
11.2.4 习题	336
11.3 参考资料	337
11.3.1 关于磷酸分子结构的争论	337
11.3.2 习题答案	338

十二、碳 族

12.1 基础知识	339
12.1.1 碳和硅的成键特征	339
12.1.2 IVA 族元素单质	341
12.1.3 锡和铅的化合物的主要性质	343
12.1.4 含氧酸盐的热稳定性	344
12.2 题目类型和解题方法	346

12.2.1 概念题	346
12.2.2 结构题	348
12.2.3 反应题	348
12.2.4 物质的分离和鉴定	351
12.2.5 计算题	352
12.2.6 习题	355
12.3 习题答案	356

十三、硼 族

13.1 基础知识	358
13.1.1 缺电子原子特征和多中心键	358
13.1.2 IIIA 族元素及其化合物的性质	361
13.2 题目类型和解题方法	364
13.2.1 概念题	364
13.2.2 结构题	367
13.2.3 反应题	368
13.2.4 计算题	370
13.2.5 习题	372
13.3 习题答案	373

十四、碱金属和碱土金属

14.1 基础知识	374
14.1.1 碱金属和碱土金属的通性	374
14.1.2 离子盐在水中的溶解性	375
14.1.3 周期表中元素的对角关系	378
14.2 题目类型和解题方法	379
14.2.1 概念题	379
14.2.2 反应题	382

14.2.3 计算题	384
14.2.4 习题	386
14.3 参考资料	387
14.3.1 碱金属、碱土金属盐类溶解自由能值	387
14.3.2 习题答案	387

十五、铜、锌副族

15.1 基础知识	388
15.1.1 铜族元素的性质	388
15.1.2 锌族元素的性质	390
15.2 题目类型和解题方法	393
15.2.1 概念题	393
15.2.2 反应题	395
15.2.3 计算题	400
15.2.4 习题	401
15.3 习题答案	403

十六、配合物

16.1 基础知识	404
16.1.1 基本概念	404
16.1.2 配合物的价键理论	406
16.1.3 配合物的稳定性	408
16.2 题目类型和解题方法	409
16.2.1 概念题	409
16.2.2 由实验数据推断配合物的分子结构	413
16.2.3 结构题	414
16.2.4 计算题	416
16.2.5 证明题	426

16.2.6 习题	428
16.3 参考资料	431
16.3.1 一些常见配离子的稳定常数	431
16.3.2 配合物的异构现象	433
16.3.3 习题答案	434

十七、过渡元素

17.1 基础知识	435
17.1.1 过渡元素的通性	435
17.1.2 晶体场理论	439
17.1.3 钛	444
17.1.4 钒	445
17.1.5 铬及其重要化合物	446
17.1.6 锰的重要化合物	449
17.1.7 铁	452
17.1.8 钪系元素和钍、铀	456
17.2 题目类型和解题方法	460
17.2.1 有关概念方面的问题	460
17.2.2 有关结构方面的问题	462
17.2.3 有关反应和制备方面的问题	465
17.2.4 计算题	467
17.2.5 习题	473
17.3 参考资料	476
17.3.1 人体中微量元素的作用	476
17.3.2 习题解答	478

十八、核化学

18.1 基础知识	479
-----------------	-----

18.1.1	核反应及其表示法	479
18.1.2	放射系	480
18.1.3	人工核反应	482
18.1.4	新元素的发现	485
18.2	题目类型和解题方法	486
18.2.1	核反应方程	486
18.2.2	核稳定性和核衰变	487
18.2.3	核生成能	489
18.2.4	习题	489
18.3	参考资料	490
18.3.1	四个放射系的衰变过程	490
18.3.2	元素周期表的扩展远景	492
18.3.3	习题答案	492

一、一些化学的基本概念和定律

1.1 基础知识

1.1.1 物质及其变化的概念

1. 物质的概念

一切客观的、不依赖主观意识而存在的东西，都是物质。自然科学所研究的物质，有各种实物(物体)以及各种形式的场(例如电磁场、引力场等等)。

运动或变化是物质普遍具有并且不可分离来的属性。运动是物质的存在形式。物质的运动总是伴随着能量的变化。

2. 物质的无限可分性

物质可以分割为分子、原子、电子和其他基本粒子。这些微观粒子是无限分割序列中的不同层次。分割序列将随着科学的进步不断地发展下去。

3. 物质的化学变化和物理变化

用以区别各种物质的性质，大体上可分两类：一类是色、香、味、臭、熔点、沸点、密度、折射率、电导率等力学和声光电学性质，这类性质属于物理性质。物理性质是处于宏观聚集状态的物质所表现的性质，当物质分割到了微观的分子大小，就不再保有原来的物理性质了。

另一类是化学性质，就是物质在化学反应中所表现的行