



全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

配套用书

全国高等中医药院校规划教材 (第十版)

无机化学习题集

新世纪第四版

供中药学、药学、中药制药等专业用

主 编 铁步荣 杨怀霞

全国百佳图书出版单位

中国中医药出版社

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材 配套用书
全国高等中医药院校规划教材（第十版）

无机化学习题集

（新世纪第四版）

（供中药学、药学、中药制药等专业用）

主 编 铁步荣（北京中医药大学）

杨怀霞（河南中医药大学）

副主编 卢文彪（广州中医药大学）

张 拴（陕西中医药大学）

吴培云（安徽中医药大学）

闫 静（黑龙江中医药大学）

黄 莺（湖南中医药大学）

张师愚（天津中医药大学）

王 萍（湖北中医药大学）

张晓丽（辽宁中医药大学）

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

无机化学习题集/铁步荣, 杨怀霞主编. —4 版. —北京: 中国中医药出版社, 2016. 10

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材配套用书

ISBN 978-7-5132-3449-8

I. ①无… II. ①铁… ②杨… III. ①无机化学—中医药院校—习题集

IV. ①O16-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 117966 号

中国中医药出版社出版

北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层

邮政编码 100013

传真 010 64405750

廊坊市晶艺印务有限公司印刷

各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 463 千字

2016 年 10 月第 4 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5132-3449-8

定价 42.00 元

网址 www.cptcm.com

如有印装质量问题请与本社出版部调换

版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720

购书热线 010 64065415 010 64065413

书店网址 csln.net/qksd/

官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

淘宝天猫网址 <http://zgzyychs.tmall.com>

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材（第十版）
配套用书

《无机化学习题集》编委会

主 编 铁步荣（北京中医药大学）
杨怀霞（河南中医药大学）
副主编 卢文彪（广州中医药大学）
张 拴（陕西中医药大学）
吴培云（安徽中医药大学）
闫 静（黑龙江中医药大学）
黄 莺（湖南中医药大学）
张师愚（天津中医药大学）
王 萍（湖北中医药大学）
张晓丽（辽宁中医药大学）

编 委（以姓氏笔画为序）
于智莘（长春中医药大学）
马鸿雁（成都中医药大学）
吕惠卿（浙江中医药大学）
刘艳菊（河南中医药大学）
关 君（北京中医药大学）
杨爱红（天津中医药大学）
杨新玲（河南牧业经济学院）
李 伟（山东中医药大学）
李亚楠（贵阳中医学院）
吴品昌（辽宁中医药大学）
张 璐（北京中医药大学）
张红艳（福建中医药大学）
张浩波（甘肃中医药大学）
陈 菲（广东药科大学）
姚 军（新疆医科大学）

徐 飞 (南京中医药大学)
徐 旻 (黑龙江中医药大学)
衷友泉 (江西中医药大学)
郭爱玲 (山西中医学院)
曹秀莲 (河北中医学院)
梁 琨 (上海中医药大学)
程世贤 (广西中医药大学)
黎勇坤 (云南中医学院)
戴红霞 (甘肃中医药大学)

主 审 贾桂芝 (黑龙江中医药大学)

前 言

为了全面贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》《关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》，适应新形势下我国中医药行业高等教育教学改革和中医药人才培养的需要，在国家中医药管理局主持下，由国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室、中国中医药出版社组织编写的“全国中医药行业高等教育‘十三五’规划教材”（即“全国高等中医药院校规划教材”第十版）出版后，我们组织原教材编委会编写了与上述规划教材配套的教学用书——习题集和实验指导，目的是使学生对学过的知识进行复习、巩固和强化，以便提升学习效果。

习题集与现行的全国高等中医药院校本科教学大纲一致，与全国中医药行业“十三五”规划教材内容一致。习题覆盖教材的全部知识点，对必须熟悉、掌握的“三基”知识和重点内容以变换题型的方法予以强化。内容编排与相应教材的章、节一致，方便学生同步练习，也便于与教材配套复习。题型与各院校各学科现行考试题型一致，同时注意涵盖国家执业中医师、中西医结合医师资格考试题型。命题要求科学、严谨、规范，注意提高学生分析问题、解决问题的能力，临床课程更重视临床能力的培养。为方便学生全面测试学习效果，每章节后均附有参考答案。

实验指导在全国高等中医药院校本科教学大纲的指导下，结合各高等中医药院校的实验设备和条件，本着求同存异的原则，仅提供基本实验原理、方法与操作指导，相关学科教师可在实际教学活动中结合本校的具体情况，灵活变通，选择相关内容，使学生在掌握本学科基本知识、基本原理的同时，具备一定的实验操作技能。

本套习题集和实验指导供高等中医药院校本科生、成人教育学生、执业医师资格考试人员等与教材配套学习和复习应考使用。请各高等中医药院校广大师生在使用过程中，提出宝贵的修改意见，以便今后不断修订提高。

国家中医药管理局教材建设工作委员会

中国中医药出版社

2016年9月

编写说明

《无机化学习题集》是全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材《无机化学》的配套用书之一。根据《无机化学》编写大纲，以2012年7月出版的全国高等中医药院校“十二五”规划教材配套教学用书《无机化学习题集》（第三版）为基础修订完成。本次在以下几个方面做了修订。

（1）删除了第五章化学热力学基础内容。

（2）修定、补充和完善了无机化学模拟试题。补充了南京中医药大学、浙江中医药大学、新疆医科大学、河北中医学院、云南中医学院等院校的无机化学模拟试题。这些模拟试题反映了各高等中医药院校的风格和特色。

（4）修正了书中错误及不妥之处。

本书可供使用全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材《无机化学》的教师和学生在教学、辅导、自学时参考。也可供自学考试应试人员、从事无机化学或基础化学教学的教师参考。

本书在修订过程中得到参与编写的各高等中医药院校的领导和专家、教师和学生的大力支持和帮助，提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

鉴于学科发展，书中难免有错误和不当之处，恳请使用本书的教师、学生和读者提出宝贵意见，以便重印时加以改正。

《无机化学习题集》编委会

2016年5月

目 录

绪论	1
思考题	1
思考题参考答案	1

第一部分 基本结构理论

第一章 原子结构与周期系	3
思考题	3
思考题参考答案	3
习题	4
习题参考答案	6
自我测试题	10
自我测试题参考答案	11

第二章 化学键与分子结构	13
思考题	13
思考题参考答案	13
习题	14
习题参考答案	15
自我测试题	20
自我测试题参考答案	22

第三章 配位化合物的化学键	
理论	23
思考题	23
思考题参考答案	23
习题	23

习题参考答案	24
自我测试题	26
自我测试题参考答案	28

第二部分 化学平衡原理

第四章 溶液	35
思考题	35
思考题参考答案	35
习题	36
习题参考答案	37
自我测试题	44
自我测试题参考答案	45

第五章 化学平衡	47
思考题	47
思考题参考答案	47
习题	48
习题参考答案	48
自我测试题	51
自我测试题参考答案	52

第六章 弱电解质的电离平衡 ...	54
思考题	54
思考题参考答案	54
习题	55
习题参考答案	56

自我测试题	63
自我测试题参考答案	66

第七章 难溶强电解质的沉淀—

溶解平衡	68
思考题	68
思考题参考答案	68
习题	69
习题参考答案	70
自我测试题	77
自我测试题参考答案	77

第八章 氧化还原反应

思考题	79
思考题参考答案	79
习题	80
习题参考答案	81
自我测试题	88
自我测试题参考答案	91

第九章 配合平衡

思考题	96
思考题参考答案	96
习题	98
习题参考答案	99
自我测试题	102
自我测试题参考答案	105

第三部分 元素重要化合物性质

第十章 s 区元素

思考题	109
思考题参考答案	109
习题	110

习题参考答案	110
自我测试题	111
自我测试题参考答案	112

第十一章 p 区元素

思考题	114
思考题参考答案	114
习题	115
习题参考答案	115
自我测试题	117
自我测试题参考答案	118

第十二章 d 区元素

思考题	120
思考题参考答案	120
习题	120
习题参考答案	121
自我测试题	123
自我测试题参考答案	124

第十三章 ds 区元素

思考题	126
思考题参考答案	126
习题	127
习题参考答案	128
自我测试题	132
自我测试题参考答案	132

无机化学模拟试题

试卷一 (上海中医药大学)	135
试卷二 (广州中医药大学)	143
试卷三 (广西中医药大学)	152
试卷四 (广东药科大学)	158
试卷五 (山东中医药大学)	167
试卷六 (山西中医学院)	174

试卷七 (天津中医药大学)	180
试卷八 (云南中医学院)	185
试卷九 (长春中医药大学)	193
试卷十 (北京中医药大学)	201
试卷十一 (甘肃中医药大学)	208
试卷十二 (辽宁中医药大学)	214
试卷十三 (成都中医药大学)	223
试卷十四 (安徽中医药大学)	229
试卷十五 (江西中医药大学)	238
试卷十六 (河南中医药大学)	246
试卷十七 (河北中医药大学)	254
试卷十八 (贵阳中医学院)	260
试卷十九 (南京中医药大学)	266

试卷二十 (浙江中医药大学)	274
试卷二十一 (陕西中医药大学)	280
试卷二十二 (湖南中医药大学)	286
试卷二十三 (湖北中医药大学)	292
试卷二十四 (黑龙江中医药大学)	299
试卷二十五 (福建中医药大学)	305
试卷二十六 (新疆医科大学)	311

绪论

思考题

1. 化学历史的发展经历了几个时期？在化学发展史中哪些有代表性的科学家对化学的发展起了重要的推动作用？
2. 无机化学与天然药物学有什么联系？我国对天然无机药物的研究主要包括哪几个领域？
3. 中国古代对天然药物学中无机化学的研究始于何时？经历了哪几个朝代？

思考题参考答案

1. 答：化学历史的发展经历了古代及中古化学时期、近代化学时期和现代化学时期。

在化学发展史中，李时珍、波意耳、拉瓦锡、道尔顿、阿佛加德罗、门捷列夫、卢瑟福、玻尔、薛定谔、鲍林、侯德榜等知名科学家对化学的发展起到了重要的推动作用。

2. 答：随着现代化学的发展，对无机化合物的研究领域逐渐拓宽。无机化学同天然药物学之间的联系越来越紧密，二者相互渗透产生了新的药物无机化学学科。伴随现代中药的发展，无机化学被广泛应用到中药新药的研制开发之中。人们利用无机化学的原理和方法分析研究中草药，揭示其有效成分和多组分药物的协同作用机理，从而推动中药走向世界。中药离不开化学，因为化学是中药研究的手段和工具之一；化学离不开应用，化学只有在实际应用中才有价值和意义。正是由于无机化学技术在天然药物研究中的应用，极大地促进了社会生产力的发展。在中药新药的研制开发中，发挥化学的特点和专长，必将把我国新药的研究推向一个更高的水平。

我国对天然无机药物的研究主要包括矿物药、金属配合物、生物无机化学、生物体微量元素、纳米中药等领域。

3. 答：中国古代对天然药物学中无机化学的研究始于公元前 1 世纪，历经汉代、梁代、唐代、宋代、明代、清代。

第一部分

基本结构理论

第一章 原子结构与周期系

思考题

1. 核外电子的运动有何特征？应采用什么方法描述核外电子的运动状态？
2. 玻尔原子模型理论的缺陷之处是什么？
3. 量子力学原子模型是如何描述核外电子运动状态的？
4. 根据元素原子的电子层结构，周期表中的元素可分为几个周期？几个区？几个族？分别写出每个区的价电子构型。

思考题参考答案

1. 答：原子核外电子的运动特征：一是核外电子的能量具有量子化特性，二是电子具有波粒二象性。因此对核外电子的运动状态只能采用量子力学理论的统计方法，作出概率性的描述。

2. 答：玻尔原子模型理论尽管对原子结构理论的发展做出了贡献，但他的缺陷之处是把只适用于宏观世界的牛顿经典力学搬进了微观世界，认为电子是在固定的轨道上绕核运动的，没反映出电子运动还具有波粒二象性，与实验事实相违背。

3. 答：量子力学原子模型是用波动方程来描述原子中电子运动状态的。电子在空间出现概率的各种图像可用波函数 $\psi_{n,l,m}$ 来描述，当 n 、 l 、 m 三个量子数确定后，该原子轨道离核的远近（能量）、形状、空间的角度取向即确定了。当 n 、 l 、 m 、 s 四个量子数确定后，则该电子离核的远近（能量）、形状、空间的角度取向、顺时针（或逆时针）自旋，即该电子运动状态随之确定了。

4. 答: 根据原子的电子层结构可知, 能级组数等于周期数, 族数等于价层电子数, 周期表中的元素到目前为止分为 7 个周期, 第 7 周期的元素未填满故为不完全周期; 分 16 个族, 即 8 个主族 (I A 族~ⅧA 族) 和 8 个副族 (I B 族~ⅧB 族); 分 s 区、 p 区、 d 区、 ds 区、 f 区共 5 个区, 它们的价电子构型: s 区为 $ns^{1\sim2}$, p 区为 $ns^2np^{1\sim6}$, d 区为 $(n-1)d^{1\sim9}ns^{1\sim2}$, ds 区为 $(n-1)d^{10}ns^{1\sim2}$, f 区为 $(n-2)f^{1\sim14}(n-1)d^{0\sim2}ns^2$ 。

习 题

1. 氢原子光谱实验和电子的衍射实验证明了什么?
2. 当氢原子的一个电子从第二能级跃迁至第一能级时, 发射出光子的波长是 121.6nm, 试计算:
 - (1) 氢原子中电子的第二能级与第一能级的能量差?
 - (2) 氢原子中电子的第三能级与第二能级的能量差?
3. 在量子力学原子模型理论中波函数 ψ 和 $|\psi|^2$ 的含义是什么?
4. 下列说法是否正确? 并说明原因。
 - (1) 波函数描述核外电子在固定轨道中的运动状态。
 - (2) 自旋量子数只能取两个值, 即 $s_i = +1/2$ 和 $s_i = -1/2$, 表明有自旋相反的两个轨道。
 - (3) 多电子原子轨道的能量由 n 、 l 确定。
 - (4) 在多电子原子中, 当主量子数为 4 时, 共有 $4s$ 、 $4p$ 、 $4d$ 、 $4f$ 四个能级。
 - (5) 在多电子原子中, 当角量子数为 2 时, 有 5 种取向, 且能量不同。
 - (6) 每个原子轨道只能容纳两个电子, 且自旋方向相反。
5. 每个电子的运动状态可用四个量子数来描述, 指出下列哪一个电子运动状态是合理的? 哪一个电子运动状态是不合理的? 为什么?

- | | | | |
|-----------|-------|--------|--------------|
| (1) $n=2$ | $l=1$ | $m=1$ | $s_i = +1/2$ |
| (2) $n=3$ | $l=3$ | $m=0$ | $s_i = -1/2$ |
| (3) $n=3$ | $l=2$ | $m=-2$ | $s_i = +1/2$ |
| (4) $n=4$ | $l=3$ | $m=4$ | $s_i = +1/2$ |
| (5) $n=2$ | $l=1$ | $m=0$ | $s_i = -2$ |

6. 写出下列各组中缺损的量子数。

- | | | | |
|----------------|------------|------------|---------------|
| (1) $n=4$ | $l=$ _____ | $m=2$ | $s_i = -1/2$ |
| (2) $n=$ _____ | $l=4$ | $m=4$ | $s_i = +1/2$ |
| (3) $n=3$ | $l=2$ | $m=$ _____ | $s_i = -1/2$ |
| (4) $n=4$ | $l=3$ | $m=2$ | $s_i =$ _____ |
| (5) $n=1$ | $l=$ _____ | $m=$ _____ | $s_i =$ _____ |

7. 将下列各轨道按能级由高到低的顺序用大于号排列, 能量相同的用等号排在一起。

$$(1) \quad n=3 \quad l=2 \quad m=1 \quad s_i = +1/2$$

$$(2) \quad n=2 \quad l=1 \quad m=1 \quad s_i = -1/2$$

$$(3) \quad n=3 \quad l=1 \quad m=-1 \quad s_i = -1/2$$

$$(4) \quad n=2 \quad l=0 \quad m=0 \quad s_i = -1/2$$

$$(5) \quad n=3 \quad l=2 \quad m=-2 \quad s_i = +1/2$$

$$(6) \quad n=2 \quad l=1 \quad m=0 \quad s_i = -1/2$$

8. 当主量子数 $n=3$ 时, 共有几个能级, 每个能级分别有几个轨道, 该电子层最多可容纳多少个电子?

9. 何为屏蔽效应? 何为钻穿效应? 并用该两个效应解释为何钾原子的 $E_{3d} > E_{4s}$? 而铬原子的 $E_{3d} < E_{4s}$?

10. 分别画出氢原子 s 、 p 、 d 各原子轨道的角度分布剖面图和电子云的角度分布剖面图, 并指出这些图形的主要区别是什么?

11. 何为电子云概率密度径向分布图? 该图能说明什么? 分别在坐标图中画出下列分布图 (每一小题画在同一坐标图中)。

(1) $1s$ 、 $2s$ 、 $3s$ 的电子云概率密度径向分布图。

(2) $2p$ 、 $3p$ 、 $4p$ 的电子云概率密度径向分布图。

(3) $3d$ 、 $4s$ 、 $4d$ 、 $4f$ 的电子云概率密度径向分布图。

12. 何谓电子云?

13. $\psi_{n,l,m}^2(r, \theta, \varphi)$ 的空间图像表示什么含义? 它是由哪两部分结合而成? 每部分的含义是什么?

14. 写出下列各族元素的价电子层构型。

(1) I A 族

(2) I B 族

(3) VII B 族

(4) VI A 族

(5) VII A 族

15. 写出下列元素的原子的电子层结构和价电子层结构及其离子的电子层结构。

(1) S 和 S^{2-}

(2) Fe 和 Fe^{3+}

(3) Cu 和 Cu^{2+}

(4) F 和 F^-

16. 根据下列元素的价电子层结构, 分别指出它们属于第几周期? 第几族? 最高氧化值是多少?

(1) $2s^2$

(2) $2s^2 2p^3$

(3) $3s^2 3p^2$

(4) $3d^5 4s^1$

(5) $5d^{10} 6s^2$

17. 根据表中要求填表

原子序数	电子层结构 (长式)	周期	族	区	金属或非金属
16					
20					
25					
48					
53					

18. 说明周期表中同一周期和同一族中, 原子半径变化的趋势? 并解释为何铜原子的原子半径比镍原子的要大?

19. 下列各对元素中, 第一电离势大小哪些是正确的? 哪些是错误的?

(1) $C < N$ (2) $Li < Be$ (3) $Be < B$

(4) $O < F$ (5) $Cu > Zn$ (6) $S > P$

20. 下列各对元素中, 电负性大小哪些是正确的? 哪些是错误的?

(1) $Mg > Ca$ (2) $P > Cl$ (3) $O > N$

(4) $Co > Ni$ (5) $Cu > Zn$ (6) $Br > F$

习题参考答案

1. 答: 电子运动的能量是不连续的, 即量子化的; 电子运动具有波动性。

2. 解: (1) 第二能级与第一能级的能量差 ΔE 为:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{121.6 \times 10^{-9} \text{ m}} = 1.63 \times 10^{-18} \text{ J}$$

(2) 第三能级与第二能级的能量差 ΔE 为:

氢原子的第二能级、第三能级分别为

$$E_2 = \frac{-2.179 \times 10^{-18}}{2^2} \text{ J}$$

$$E_3 = \frac{-2.179 \times 10^{-18}}{3^2} \text{ J}$$

$$\text{则 } \Delta E = E_3 - E_2 = -\frac{2.179 \times 10^{-18}}{9} \text{ J} - \frac{-2.179 \times 10^{-18}}{4} \text{ J} = -3.027 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3. 答: 在量子力学原子模型理论中, 波函数 ψ 是描述电子在空间概率分布的概率波; $|\psi|^2$ 是描述电子在空间的概率密度——即电子在离核半径 r 点处单位微体积中电子出现的概率。该理论否定了电子在固定轨道上运动, 较好地反映了电子的运动状态。

4. 答: (1) 不正确。波函数 $\psi_{n,l,m}$ 是量子力学中所代表的某个电子概率的波动, 是一个描述波的数学函数式, 对每一个电子都可用波函数来描述, 它表征在空间找到电子的概率分布。虽然 $\psi_{n,l,m}$ 称为原子轨道, 但它与宏观物体的运动轨道和波尔假设的固定

轨道的概念是不同的。

(2) 不正确。 $s_1 = +1/2$ 和 $s_1 = -1/2$, 表明有自旋相反的两个电子。

(3) 正确。

(4) 正确。

(5) 不正确, 当 $l=2$ 时, $m=+2, +1, 0, -1, -2$, d 轨道有 5 种取向, 即有 5 个等价的 d 轨道。

(6) 正确。

5. 答: 根据量子数取值相互限制性, 它们的取值是: $l < n$, $|m| \leq l$, $s_i = +1/2$ 或 $-1/2$, 由此可以判断。

(1) 合理。

(2) 不合理, 因取值 $l=n$, 错。

(3) 合理。

(4) 不合理, 因取值 $|m| > l$, 错。

(5) 不合理, 因 s_i 只能取 $+1/2$ 或 $-1/2$ 。

6. 答: (1) 0, 1, 2, 3。

(2) 大于 4 的正整数。

(3) 0, $+1$ 或 -1 , $+2$ 或 -2 。

(4) $+1/2$ 或 $-1/2$ 。

(5) 0; 0; $+1/2$ 或 $-1/2$ 。

7. 答: $(1)=(5) > (3) > (2)=(6) > (4)$

8. 答: 当 $n=3$ 时有 $3s, 3p, 3d$ 3 个能级, 分别有 1, 3, 5 个轨道, 分别容纳 2, 6, 10 个电子, 该电子层最多可容纳 18 个电子。

9. 答: 在多电子原子中, 将其他电子对某一电子排斥的作用归结为是它们抵消了一部分核电荷, 使有效核电荷降低, 削弱了核电荷对该电子吸引作用, 这种抵消一部分核电荷的作用称为屏蔽效应。

由于角量子数 l 不同, 其电子云径向分布不同而引起的能级能量的变化称为钻穿效应。

^{19}K 电子结构式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d$, 由于次外层 $3d$ 轨道未填充电子, 核对 $4s$ 轨道上的电子吸引力大, 故 $E_{3d} > E_{4s}$ 。

^{24}Cr 电子结构式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$, 调整后为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, 由于次外层 $3d$ 轨道已填充电子, 对外层 $4s$ 轨道上的电子有屏蔽效应, 降低了核对 $4s$ 轨道上的电子吸引力。故 $E_{3d} < E_{4s}$ 。

10. 答: 原子轨道角度分布图胖些, 且有“+”和“-”值。而电子云的角度分布图要瘦些, 且均为“+”值。