

高等师范院校化学类专业本科（四年）

无机化学教学大纲

（* 为选讲教材或阅读教材）

（一）课程的性质和体系结构

无机化学是所有化学类专业的第一门基础课程，它既是一门独立的课程，同时也是学习后继课程不可缺少的知识和基础。它的教学内容十分丰富、广泛，包括了无机化学原理和元素化学两部分内容。化学原理主要是理论部分，包含化学热力学初步和化学平衡理论，化学反应动力学初步，物质结构，电化学初步以及电解质水溶液的四大平衡等内容；元素化学部分是研究除碳氢化合物及其衍生物之外的所有元素及化合物的组成、结构、性质和反应性，应用等内容。

（二）应用课程的教学任务和目的

1. 教会学生初步掌握元素周期律及近代物质结构知识、化学热力学、化学平衡以及基础电化学等基本原理；

2. 培养学生运用上述原理去掌握有关无机化学中元素和化合物的基本知识，并具有对一般无机化学问题进行理论分析和计算的能力，利用参考资料的能力；

3. 使学生了解近代化学及发展的特点，反映现代化学的多学科相互渗透、交叉、融合这一特征，适当了解无机化学新学科、新物质、新知识等内容；

4. 通过教学帮助学生树立初步的辩证唯物主义和历史唯物主义的观点，注意使学生在科学思维能力上得到训练和培养；

5. 做好与后继课程和中学化学的衔接问题，为今后学习后继课程和新理论、新实验技术打下必要的无机化学基础。

课程的基本内容和教学要求

绪论（学时数：1）

1. 化学是研究物质化学变化的科学
2. 无机化学的研究对象、发展和前景

一、一些化学的基本概念和定律（学时数：2）

内容：

- 1 一些化学的基本概念
 - 1.1 分子、原子
 - 1.2 元素、核素、同位素、原子序数
 - 1.3 相对原子质量和相对分子质量
- 2 理想气体定律
 - 2.1 混合气体分压定律，气体扩散定律
- 3 非整比化合物的概念

二、原子结构和元素周期律（学时数：10）

要求：了解核外电子运动的特殊性，会看波函数和电子云图形；能按核外电子排布原理，写出若干常见元素的电子构型，并掌握各类元素电子构型特征；了解电离势、电负性等概念的意义和它们与原子结构的关系。

内容：

1 原子核外电子运动的状态

1.1 氢原子光谱和玻尔理论

1.2 核外电子运动的特点：电子衍射实验，测不准原理，波粒二象性及对电子衍射图象的解释。

1.3 原子核外电子运动状态的描述

(1) 薛定谔方程及其解，波函数 (ψ) 的概念。

(2) 几率密度和电子云；几率密度与电子云的关系；电子的表示方法；几率的径向分布； $|\psi|$ 和 $|\psi|^2$ 的角度分布图。

(3) 四个量子数：四个量子数的意义及与核外电子运动状态描述的关系。

2 原子核外电子排布和元素周期表

2.1 多电子原子的能级，屏蔽效应，钻穿效应，近似能级图。

2.2 核外电子排布三原则和原子的电子排布。

2.3 原子的电子层结构与元素周期系：原子结构与元素周期系的关系。

3 元素的性质与原子结构的关系

电离势 电子亲和势 电负性

三、分子结构（学时数：8）

要求：掌握离子键和共价键的基本特征以及它们的区别；了解物质的性质与分子结构和键参数的关系；定性了解同核双原子分子的分子轨道理论。

内容

1 化学键参数与分子性质：

1.1 化学键参数：键能、键长、键角

1.2 分子性质：分子的极性及其偶极矩；分子的磁性及其磁矩。

2 离子键：

2.1 离子键的形成、本质、特点，影响因素；单键的离子性百分数。

2.2 离子型化合物生成过程的能量变化及玻恩—哈伯循环。

3 共价键

3.1 现代价键理论：理论要点，共价键的形成及本质，共价键的特点，共价键的类型；极性键和非极性键及与分子极性的关系。

3.2 杂化：杂化轨道理论要点，杂化类型与分子的空间构型关系。

3.3 分子轨道理论简介：分子轨道的含义及分子轨道理论要点，分子轨道的形成，分子轨道中能级次序和电子排布，分子轨道的应用举例、键级。

4 金属键和键型过渡

4.1 金属键：金属的形成和金属理论简介。

4.2 键型过渡

5 分子间作用力和氢键

5.1 分子间作用力：分子间作用力的产生，种类和特点。

5.2 氢键：氢键的产生和特点及对物质性质的影响。

四、晶体结构（学时数：4）

要求：掌握晶体的类型与物质性质的关系；掌握原子半径和离子半径的定义及对化合物性质的影响；初步了解离子极化的概念及应用。

内容：

1. 晶体的特征和晶格类型
2. 离子半径：离子半径的概念，影响因素
3. 离子晶体：
 - 3.1 离子晶体的特征：电荷、半径、离子的电子层构型。
 - 3.2 离子晶体的空间结构类型：种类及配位情况。
- 4 原子晶体*
- 5 分子晶体*
- 6 金属晶体：类型及配位情况
- 7 晶体的缺陷*
- 8 原子半径：原子半径的概念、类型及影响因素
- 9 离子极化：离子的极化作用和变型性，离子的极化率；离子极化对化学键型和对物质溶解性、熔沸点、颜色、导电性等性质的影响。

五、化学热力初步（学时数：7）

要求：掌握几个重要的状态函数H、S、G及其变化 ΔH 、 ΔS 、 ΔG 的概念和意义；会运用盖斯定律进行计算，求出 ΔH° 、 ΔG° 、 ΔS° 的值；初步学会用 ΔG 及 ΔG° 判断化学反应的方向；了解 ΔG° 与 K° 的关系，理解化学反应等温式的含义，会用其求 ΔG 及K；根据吉布斯—亥姆霍兹公式理解 ΔG 与 ΔH 及 ΔS 的关系。

内容：

- 1 引言
 - 1.1 几个基本概念：体系、环境、状态和状态函数、过程和途径、广度性质和强度性质。
- 2 热力学第一定律和热化学
 - 2.1 热力学第一定律：内能、功和热，表达式
 - 2.2 焓：（1）几种化学反应的热效应
（2）焓和焓变，焓变与反应热关系，内能变化与反应热关系。
 - 2.3 热化学：热化学方程式，盖斯定律，化学反应热的求算及由标准生成热求算反应热。
- 3 化学反应自发性的判断——化学反应的方向。
 - 3.1 反应的自发性影响因素，混乱度与自发性关系。
 - 3.2 熵的初步概念，混乱度与熵的关系，熵变的计算
 - 3.3 化学反应自发性的判据：吉布斯自由能，自由能变化的计算，反应自发性的判据。
- 4 热力学平衡常数及化学反应等温式。
- 5 吉布斯—亥姆霍兹公式。
- 6 温度对化学平衡的影响。

六、化学平衡（学时数：3）

要求：了解化学平衡的概念，理解平衡常数的意义；掌握有关化学平衡的计算；熟悉有关化学平衡移动原理。

内容：

1 化学平衡

1.1 化学平衡定律和平衡常数

化学平衡及平衡定律、平衡常数，实验平衡常数，平衡常数表达方式的书写： K_c 和 K_p 。
平衡常数的物理意义

1.2 多重平衡规则

2 化学平衡的移动

浓度对平衡的影响；压力对平衡的影响；温度对平衡的影响；催化剂不影响平衡；勒夏特利原理。

七、化学反应速度（学时数：3）

要求：了解化学反应速度及基元反应、复杂反应、反应数物、反应分子数等概念；掌握浓度、速度、压力、催化剂对反应速度的影响；了解阿累尼乌斯公式的应用和计算及活化能概念和对应速度的影响。

内容

1 化学反应速度：

化学反应速度的表示方法：平均速度，瞬时速度。

2 浓度对化学反应速度的影响：

2.1 速度方程——质量作用定律及其表达式，速度常数及意义

2.2 反应级数及其实验测定，反应分子数。

2.3 反应机理：简单反应，复杂反应，基元反应，非基元反应的概念

3 温度对化学反应速度的影响：

3.1 阿累尼乌斯公式

3.2 活化能概念及碰撞理论。

4 催化剂对化学反应速度的影响

八、水溶液中电离平衡（学时数：10）

要求：了解酸碱理论的发展概况。能应用化学平衡原理，分析水、一元和多元弱酸碱的电离平衡及机理。掌握同离子效应，盐效应等影响电离平衡移动的因素。熟练掌握各种体系中有离子浓度及PH值的计算。初步了解强电解质理论，了解离子氛、活度、离子强度等概念。了解缓冲的组成、性质。缓冲作用原理及缓冲溶液的PH值计算。掌握各种盐类水解平衡情况及盐酸的PH值计算。掌握 K_{sp} 的意义及溶度积规则。掌握沉淀生成，溶解或转化的条件，熟悉有关沉淀，溶解的计算。

内容

1 酸碱理论

酸碱电离理论 酸碱质子理论 酸碱电子理论

2 溶液的酸碱性

2.1 水的电离平衡：水的离子积常数

2.2 溶液的酸度：溶液酸碱性及PH值表示

- 2.3 拉平效应和区分效应概念
- 3 电解质的电离
 - 3.1 一元弱酸弱碱的电离平衡：电离常数及影响因素；利用电离常数进行有关计算，电离度。
 - 3.2 多元弱酸的电离：多元弱酸电离的特点；电离平衡及有关计算。
 - 3.3 强电解质溶液：强电解质电离及表现电高度；强、弱电解质的区别；强电解质溶液理论简介；活度及活度系数。
- 4 同离子效应 缓冲溶液
 - 4.1 同离子效应及其产生
 - 4.2 缓冲溶液：缓冲溶液的组成，缓冲原理，PH 值的计算；缓冲溶液的性质，配制和缓冲对的选择。
- 5 盐类水解
 - 5.1 盐类的水解反应及水解常数
 - 5.2 盐溶液的 PH 值的计算
 - 5.3 几种盐类的水解及特点：多元弱酸盐，多元弱碱盐，酸式盐，弱酸弱碱盐等。
 - 5.4 影响盐水解的因素以及水解平衡的移动。
- 6 沉淀溶解平衡
 - 6.1 沉淀溶解平衡：溶度积常数，溶度积与溶解度的相互换算，溶解积规则。
 - 6.2 沉淀溶解平衡的移动以及影响因素——沉淀的生成和溶解：同离子效应；盐效应；酸度对沉淀溶解的影响；氧化还原对沉淀和溶解的影响；配合物的生成对沉淀溶解的影响。
 - 6.3 沉淀的转化及分步沉淀

九、氢 稀有气体（学时数：2）

要求：掌握氢的物理和化学性质；一般了解稀有气体发展史，单质的性质、用途及分离；了解稀有气体化合物的性质和结构特点；掌握 VSEPR 理论的内容及应用。

内容：

1 氢：

氢的存在和物理性质；氢的化学性质和氢化物。*

2 稀有气体

- 2.1 稀有气体发展简史*
- 2.2 稀有气体的性质，用途，分离*
- 2.3 稀有气体化合物：种类、结构、性质。
- 2.4 价层电子对互斥理论（VSEPR）简介

十、氧化还原反应（学时数：8）

要求：理解标准电极电势的意义，能运用标准电极电势来判断氧化剂、还原剂的强弱、氧化还原反应的方向和计算平衡常数，会用奈斯特方程式来讨论离子浓度变化时电极电势的改变和对氧化还原反应的影响；能熟练地运用元素电势图。

内容：

1 氧化还原的基本概念

- 1.1 氧化数 氧化还原的基本概念*
- 1.2 氧化还原反应方程式的配平*

- 2 氧化还原反应和电极电势
 - 2.1 氧化还原反应和原电池
 - 2.2 电极电势差的产生和影响因素
 - 2.3 标准电极电势：标准电极电势的确定，标准电极电势表及其应用。
- 3 影响电极电势的因素
 - 3.1 影响电极电势的因素：浓度、介质酸度等
 - 3.2 奈斯特方程
 - 奈斯特方程的应用及 PH 电势图
 - 3.3 元素电势图及其应用
- 4 化学电源和电解*
 - 4.1 化学电源，种类，特点
 - 4.2 电解：电解的原理

十一、卤素（学时数：6）

要求：熟悉卤素单质及其重要化合物的基本化学性质、结构、制备和用途，掌握共性，了解个性；熟悉卤素单质和次卤酸及其盐发生歧化反应的条件及递变的规律。

内容：

- 1 卤素的通性和氟的特殊性
- 2 卤素单质：卤素单质的物理性质，化学性质、制备。
- 3 卤化氢和氢卤酸的制备和性质。
- 4 卤化物、卤素互化物和多卤化物的性质、构型。
- 5 卤素的含氧化合物：
 - 5.1 卤素氧化物性质
 - 5.2 卤素含氧酸及其盐
- 6 拟卤素*；与卤素性质的对比、种类。

十二、氧族元素（学时数：6）

要求：熟悉氧化物的分类，臭氧、过氧化氢的结构、性质和用途；了解离域 π 键的概念；熟悉 SO_2 、 SO_3 、亚硫酸、硫酸和它们相应的盐，硫代硫酸盐，过二硫酸及盐等的结构、性质、制备和用途。

内容：

- 1 氧族元素的通性及元素电势图
- 2 氧和臭氧
 - 2.1 氧：成键特征，单质氧的性质
 - 2.2 氧化物的性质及递变
 - 2.3 臭氧：结构、性质、存在
- 3 过氧化氢：结构和制备；性质和用途
- 4 硫及其化合物
 - 4.1 硫的单质：同素异性体与性质、结构
 - 4.2 化合物：硫化物和多硫化物，硫的氧化物，含氧酸及其盐的结构、性质，六氟化硫、卤磺酸、二氯化二硫的结构、性质和用途。

4.3 离域 π 键的概念和形成

5 硒和碲的氢化物，氧化物及含氧酸：结构、性质及性质递变

十三、氮族元素（学时数：8）

要求：了解氮在本族中的特殊性；氮、磷以及它们的氢化物、氧化物，含氧酸及盐的结构、性质、制备和用途；了解本族各元素及化合物的主要氧化态间的转化关系，从 P 到 Bi 氧化态氧化还原性的变化规律；掌握砷、锑、铋单质及化合物的性质递变规律。

内容：

1 氮族元素的通性及元素电势图

2 氮和氮的化合物

2.1 单质氮：存在结构，性质

2.2 氮的氢化物：氨的结构、性质；铵盐*；氮的衍生物

氮的含氧化合物：氮的氧化物及其结构和性质；氮的含氧酸及盐的结构和性质

3 磷及其化合物

3.1 单质：种类、结构、性质

3.2 磷的氢化物，卤化物，硫化物：结构、性质

3.3 磷的含氧化合物：氧化物的结构和性质；含氧酸盐的种类、结构和性质及应用

4 砷、锑、铋

4.1 单质的性质

4.2 砷、锑、铋氢化物和卤化物的性质及递变

4.3 砷、锑、铋的氧化物及其水合物（含氧酸）的性质及递变

4.4 砷、锑、铋的硫化物和硫代酸盐的性质

5 惰性电子对效应

十四、碳硅硼（学时数：4）

要求：掌握 C、Si、B 单质、氢化物、卤化物、含氧化合物的制备与性质；通过硼及其化合物的结构和性质，了解硼的缺电子特征；了解硅酸和硅酸盐的结构与特征，认识 C、Si、B 之间的相似和差异。

内容：

1 碳硅硼在自然界中的存在，元素的基本性质，成键特征。

2 碳及其化合物

2.1 单质：同素异性体，结构、性质

2.2 碳的化合物：氧化物，碳酸及其盐的性质，结构，硫化物，卤化物的性质。

3 硅

3.1 单质硅的结构、性质、用途和制备

3.2 硅的化合物：硅烷的性质*；卤化物及氟硅酸盐的性质；硅的含氧化合物（二氧化硅，硅酸及盐）的结构，性质和用途。

4 硼及其化合物

4.1 单质硼的结构，性质和用途及制备

4.2 硼烷的性质，乙硼烷的分子结构

4.3 硼氢配合物，卤化物及氟硼酸的性质

4.4 硼酸及硼酸盐的制备、结构、性质和用途

5 碳化物、硅化物、硼化物

种类、性质和特点，用途

十五、非金属元素小结*

内容：

1 非金属单质的结构和性质

2 分子型氢化物的热稳定性，还原性，水溶液酸碱性的递变

3 含氧酸

3.1 各族元素最高氧化态的氢氧化物酸碱性及递变

3.2 含氧酸及其酸根的结构

3.3 含氧酸强度的影响因素及其递变

4 非金属含氧酸盐的某些性质

4.1 离子化合物的溶解性及其影响因素

4.2 无机化合物的水解性及影响因素和水解产物类型

4.3 无机化合物的热稳定性规律及热分解的类型

4.4 含氧酸及其盐类的氧化还原性及影响因素

5 P区元素在周期性变化上的某些特殊性

十六、金属通论*

内容：

1 概述：金属的分类及其在自然界中的存在等

2 金属的物理性质和化学性质

3 金属的提炼

3.1 金属提炼的方法

3.2 金属还原过程的势力学——艾林汉图

3.3 金属精炼的方法

4 合金：种类及应用

十七、碱金属 碱土金属（学时数：2）

要求：掌握碱金属、碱土金属单质，氧化物、氢氧化物、氢化物，重要盐类的制备、结构、性质（溶解度、碱性、热稳定性等）、用途及性质变化规律。

内容：

1 碱金属和碱土金属的通性

2 碱金属碱土金属的单质的存在和制备，物理性质，化学性质

3 碱金属和碱土金属的化合物

3.1 氧化物的种类，生成及性质

3.2 氢氧化物的溶解度，碱性的变化规律，性质及应用

3.3 氢化物的性质和应用

3.4 盐类：碱金属和碱土金属盐类的共性和一些特征，几种重要盐类的性质及应用

3.5 碱金属和碱土金属的配位化合物

4 对角线规则*

十八、铝族 镉分族（学时数：2）

要求：掌握铝、锡、铅单质及其重要化合物的性质和用途；掌握镉分族元素及其化合物性质变化规律。

内容

- 1 铝族、镉分族元素的自然存在和基本性质*
- 2 铝族元素
 - 2.1 概述：单质铝的制备和性质；镉分族简述*
 - 2.2 氧化铝和氢氧化铝的性质及应用
 - 2.3 铝的卤化物和硫酸盐结构、性质
 - 2.4 铝盐和铝酸盐的区别和应用
 - 2.5 铍与铝的相似性*
- 3 镉分族
 - 3.1 镉、锡、铅的冶炼，性质和用途
 - 3.2 镉分族的氧化物氢氧化物的种类和性质
 - 3.3 镉分族的卤化物，硫化物的各种性质及铅的一些含氧酸盐性状

十九、配位化合物（学时数：8）

要求：掌握配合物的基本概念和配位键的本质，掌握配合物的价键理论的主要论点及应用；掌握配离子稳定常数的意义和应用及有关计算。

内容：

- 1 配合物的概念：定义、组成、命名、分类等
- 2 配合物中的化学键理论
 - 2.1 价键理论：中心原子（离子）的杂化轨道类型与配合物的空间构型关系，内、外轨型配合物及性质比较；几何异构体
 - 2.2 晶体场理论*：中心离子 d 轨道在配体场中以能级分裂，分裂能，晶体场稳定化能，应用举例
- 3 配合物在溶液中的离解平衡
 - 3.1 配离子的稳定常数及影响稳定常数大小的因素
 - 3.2 稳定常数的应用及与 $K_{稳}$ 有关的计算：计算溶液中有关离子的浓度，判断难溶化合物的生成或溶解的可能性，配合物的生成对电极电势的影响，判断配合反应的方向等
- 4 配合物形成时的性质变化：配合物的形成对电极电势，酸碱性，颜色，溶解度等性质的影响
- 5 配合物的重要性及生命元素介绍*

二十、铜族和锌族元素（学时数：4）

要求：掌握 Cu、Ag、Zn、Hg 单质、氧化物、氢氧化物及其重要盐类的性质和用途，制备等；掌握 Cu(I)、Cu(II)、Hg(I)、Hg(II) 之间的相互转化。

内容：

- 1 铜族元素

- 1.1 铜族元素的通性和元素电势图
- 1.2 铜族元素的原子结构特征，单质的性质，应用，冶炼
- 1.3 铜族元素的主要化合物的性质；Cu(+I)与Cu(+II)价铜的互变；铜族元素离子配合物的生成。
- 1.4 铜族元素与碱金属元素性质的对比*
- 2 锌族元素
 - 2.1 锌元素的通性和元素电势图
 - 2.2 锌元素的原子结构特征，单质的性质，应用
 - 2.3 锌族元素主要化合物的性质：锌族元素离子配合物的生成， Hg^{2+} / Hg^{2+} 离子的互变
 - 2.4 锌族元素与碱土金属的对比*

二十一、过渡元素（一）（学时数：6）

要求：掌握过渡元素的价电子构型的特点及其与元素通性的关系；掌握Ti、V、Cr、Mo、W、Mn的单质及化合物的性质及用途。

内容：

- 1 过渡元素的通性*：电子构型，氧化态，原子和离子半径、单质的物理性质和化学性质简介、氧化物酸碱性，水合离子的颜色，配位性质等。
- 2 钛分族
 - 2.1 概述*：存在，单质的性质和用途，制备、元素电势图
 - 2.2 钛的化合物：氧化物、卤化物、盐类
- 3 钒分族
 - 3.1 概述*：存在，单质的性质和用途，元素电势图
 - 3.2 钒的化合物：氧化物、钒酸盐及多钒酸盐
- 4 铬分族
 - 4.1 概述：存在，单质的性质和用途，元素电势图
 - 4.2 铬的化合物：（1）铬（III）化合物：氧化物，氢氧化物的性质；铬（III）盐和亚铬酸的性质；铬（III）的配合物。（2）铬（VI）的化合物：存在形式及相互转化，氧化还原性，过氧化物。（3）铬（III）与铬（VI）相互转化
 - 4.3 钼和钨的化合物：氧化物及其水合物和盐，硫化物
 - 4.4 同多酸和杂多酸及其盐
 - 4.5 钼和钨的原子簇化合物介绍*
- 5 锰分族
 - 5.1 概述：单质的基本性质和用途，元素电势图，自由能—氧化态图介绍及锰的自由能—氧化态图*。
 - 5.2 锰的化合物：锰的几种主要氧化态对应的氧化物、氢氧化物，含氧酸及盐的性质，制备，用途

二十二、过渡元素（二）（学时数：4）

要求：掌握Fe、Co、Ni；单质及其重要化合物的性质、结构、制备和用途；一般了解铂系元素单质的性质及重要化合物和用途。

内容：

- 1 铁系元素通性
 - 1.1 铁系元素单质性质、用途、元素电势图，性质递变
 - 1.2 电势—PH 图简介及 Fe-H₂O 体系的电势—PH 图*
- 2 铁系元素的重要化合物
 - 2.1 铁钴镍的氧化物和氢氧化物的性质
 - 2.2 铁钴镍的重要盐类及性质：氧化还原性及递变
 - 2.3 铁钴镍的配合物，18 电子规则
- 3 铂系元素简介
 - 3.1 铂系元素通性：单质的性质、应用及元素电势图
 - 3.2 铂系金属的化合物：氧化物、卤化物、配合物的生成及性质

二十三、镧系元素和锕系元素（学时数：2）

要求：掌握 Ln 系和 An 系元素的电子构型与性质关系；掌握 Ln 系收缩的实质及其对 Ln 系化合物性质的影响；一般了解它们的重要化合物的性质

内容：

- 1 镧系元素
 - 1.1 通性：电子层结构，氧化态，镧系收缩及影响，标准电极电势，存在
 - 1.2 单质的性质和制备及用途
 - 1.3 镧系元素的重要化合物：M (+III) 氢氧化物和某些盐类的溶解性及递变，酸碱性递变；M (+IV) 和 M (+II) 的氧化还原性；配合物的形成
- 2 锕系元素*
 - 2.1 锕系元素的通性：价电子构型，氧化态，离子半径，离子颜色
 - 2.2 钍和铀及其化合物

二十四、核化学*

要求：掌握核反应与化学反应的区别及天然放射系的有关概念和知识；了解人工核反应的有关概念和应用；了解放射性同位素的应用

内容：

- 1 核反应的类型
- 2 天然放射性：放射性衰变类型，核的稳定性规律，核衰变规律（半衰期等）
- 3 人工核反应和原子核能的释放；人工核反应，核结合能，核裂变，核聚变
- 4 同位素的反应

（四）课程的教学安排：

课程总计学时数：讲授 108 学时，习题课、辅导课及课外活动另酌情而定，每章节后应布置相应课后习题。

安徽师范大学无机化学教研室
二〇〇四年四月十日