

高等工业学校

无机化学函授教学大纲

(草案)

(冶金类专业试用)

41

人民教育出版社

一九八二年一月

高等工业学校
无机化学函授教学大纲

(草 案)

(冶金、选矿、金属材料专业试用)

人民教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
河北省香河县印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 0.875 字数 18,000

1982年2月第1版 1982年4月第1次印刷

印数 00,001—15,500

书号 7012·0517 定价 0.11 元

061-41

一、课程内容

前 言

无机化学研究的对象。

自学无机化学的方法。

(一) 气 体

气体的通性：扩散性和可压缩性。

气体的实验定律：玻义耳定律与查理定律。

理想气体状态方程式：气体状态方程式的推导，气体常数 R 的单位及其换算。

分压和分压定律，分体积的概念。

*气体分子运动论简介。

(二) 反应热效应

热化学反应方程式。

盖斯定律。

化学反应热效应的计算：由生成热计算反应热效应，由燃烧热计算反应热效应。*由键能估算反应热效应。

(三) 化 学 平 衡

化学反应的可逆性。

化学平衡状态及其特征。浓度平衡常数 (K_c) 和压力平衡常数 (K_p)， K_c 与 K_p 的关系式。

利用 K_c 和 K_p 的有关计算。

同时平衡(多重平衡)。

平衡移动：浓度(或分压)对化学平衡的影响。总压对化学平衡的影响。温度对化学平衡的影响。吕·查德里原理。催化剂与化学平衡。

(四) 化学反应速度

化学反应速度的概念及其表示方法，平均速度与瞬时速度。

浓度对反应速度的影响：基元反应与非基元反应。基元反应速度方程式——质量作用定律。非基元反应速度方程式。反应级数。

温度和催化剂对反应速度的影响：碰撞理论，活化能。阿仑尼乌斯方程式。催化剂对反应速度的影响。

多相反应简介：“相”的概念，影响多相反应速度的因素。

*反应机理简介。

(五) 溶 液

分散系：分散系的种类，溶液的一般概念。

物质的溶解度：溶解度规律——相似相溶原则。外界条件对溶解度的影响，亨利定律。

液体的蒸气压下降，拉乌尔定律。稀溶液的沸点上升。稀溶液的凝固点下降。*溶液的渗透现象。

(六) 电解质溶液

弱酸、弱碱的电离平衡：电离常数(K_a 和 K_b)电离度同离子效应及其有关计算。

*强电解质理论简介：有效浓度(活度)。离子相互作用理论。缔合型和非缔合型强电解质。

多元弱酸的电离平衡：分级电离。溶液中氢离子浓度和酸根

离子浓度的计算。

水的离子积 (K_w), 溶液的 pH 值, pH 值的近似测定。酸碱指示剂。

盐类的水解: 各类盐的水解。弱酸强碱盐、弱碱强酸盐水解平衡的计算。多元弱酸盐和多元弱碱盐的水解(分步水解)。浓度、温度和酸度对盐类水解的影响。

缓冲溶液: 缓冲溶液的组成, 原理及其 pH 值计算。*缓冲溶液的选择和配制。

*酸碱质子理论: 酸碱的概念。酸碱反应(中和反应, 酸碱的电离, 盐的水解)。酸碱的相对性。

(七) 沉淀反应

难溶电解质的溶解平衡: 溶度积常数 (K_{sp}), 溶度积与溶解度的相互换算。

溶度积规则。沉淀的生成。沉淀的溶解。多相同离子效应,*盐效应。

包含有电离常数和溶度积的有关计算。

*溶液 pH 值对难溶金属氢氧化物和硫化物沉淀的影响。

分步沉淀。沉淀的转化。

(八) 电化学基础(一)

氧化数: 氧化数的概念, 氧化数的规定。

*氧化数法配平氧化还原反应方程式。

原电池: 原电池的装置, 两极反应, 盐桥的作用, 原电池的符号。

氧化还原电对。常用的几种电极: 金属-金属离子电极, 气体电极, 氧化-还原电极和金属-难溶盐电极。

电极电位。标准氢电极, 标准电极电位的测定。影响电极电

位的因素,能斯特方程式,应用能斯特方程式计算非标准状态的电极电位。

电极电位的应用:比较氧化剂和还原剂的相对强弱。根据电池电动势预测氧化还原反应进行的方向和次序。根据电池电动势判断氧化还原反应进行的程度(计算平衡常数)。

元素的电位图及其应用。

**电位-pH图及其应用。

离子-电子法配平氧化还原反应方程式。

*(九) 电化学基础(二)

应用电池:干电池,铅蓄电池和燃料电池。

金属腐蚀及其防止:化学腐蚀与电化学腐蚀。电化学腐蚀的机理(吸氧和析氢)。电化学防腐法:牺牲阳极法,外加电流法。

电解:电解池的装置,两极反应。影响电解产物的因素及其一般规律。分解电压。

(十) 原子结构与元素周期系

核外电子的运动状态:氢原子光谱,波尔理论,能级,基态和激发态。电子的波粒二象性,波函数 ψ ,几率密度 $|\psi|^2$,四个量子数和原子轨道。原子轨道和电子云的角度分布图象。电子云径向分布图象。

多电子原子中电子的运动状态:原子轨道的近似能级图,能级组。*屏蔽效应。*钻穿效应。

核外电子的分布与长式周期表的关系。周期表的结构:周期数、族数、主副族,周期表按s、p、d、ds、f分区。元素周期律的实质。

原子的电子层结构与电离能、电子亲和能、电负性以及氧化数的关系。

(十一) 化学键与分子构型

离子键：离子键的形成，离子的特征（离子电荷、离子半径和离子的电子层结构）。常见的离子化合物。

共价键：价键理论。电子配对法的要点。原子轨道的重叠。共价键的方向性和饱和性。 σ 键和 π 键。配位共价键。键参数：键长、键角、键能和共价半径。

杂化轨道与分子构型： sp^3 、 sp^2 、 sp 杂化轨道。不等性杂化。价层电子对互斥理论和分子构型。

***分子轨道理论：**理论要点，成键轨道与反键轨道。同核双原子分子的分子轨道能级图。

分子间力与氢键：分子的偶极矩，极性分子与非极性分子。分子的极化。分子间力：取向力、诱导力和色散力。氢键。分子间力对物质性质的影响。

(十二) 晶体结构

晶格的概念。简单立方晶格，面心立方晶格和体心立方晶格。

离子晶体：几种最简单的离子晶体的结构类型，NaCl型、CsCl型和ZnS型。晶胞，离子的配位数，配位数与离子半径比的关系。晶格能，玻恩-哈伯循环法计算晶格能。

离子极化：离子的极化作用，离子的变形性，离子间相互极化。离子极化对键型、配位数和溶解度的影响。

原子晶体（金刚石）。

分子晶体（ I_2 或干冰）。稀有气体分子晶体，范德华半径。

金属晶体：金属原子的最紧密堆积，金属晶体的三种基本构型。金属键的改性共价键理论。金属原子半径。

过渡型晶体：链状晶体和层状晶体（石墨）。

四种基本类型晶体的物理性质的比较。

原子半径及其在周期系中递变规律。

(十三) 第 I、II 主族和零族元素

氢的制备、性质和用途。氢化物(共价型、离子型、金属型)。
碱金属和碱土金属的通性。

碱金属和碱土金属的化合物：氢化物，氧化物，过氧化物和超氧化物。氢氧化物。盐类。

稀有气体：原子的电子层结构、性质和用途。*稀有气体的化合物。

(十四) 卤 素

卤素的通性。

卤素单质的性质：单质氧化性的比较。卤素离子还原性的比较*单质的制备。

卤化氢及氢卤酸。卤化氢的还原性、稳定性及其变化规律。
氢卤酸的强度。氟化氢的特殊性。*卤化氢的制备。

卤化物。

卤素的含氧化合物：概述。次氯酸及其盐。氯酸及其盐。高氯酸及其盐。氯的含氧酸性性质(酸性、稳定性、氧化性)的递变规律。
*氯的含氧酸根离子的结构。

*溴和碘的含氧化合物。

拟卤素：氰。氢氰酸及其盐。硫氰酸及其盐。

(十五) 氧 族 元 素

氧族元素的通性。

氧：氧与臭氧。过氧化氢的分子结构和性质。

硫：硫的单质。硫化氢和金属硫化物。SO₂、亚硫酸及其盐。
SO₃、硫酸及其盐。过硫酸及其盐。硫代硫酸及其盐。

(十六) 氮族元素

氮族元素通性。

氮：单质氮。氨和铵盐。氮的氧化物， HNO_2 及其盐， HNO_3 对金属的作用，硝酸盐。

磷：单质的同素异性体和性质。磷的氧化物。正磷酸。亚磷酸。偏磷酸。焦磷酸。磷酸盐。*磷的卤化物。

砷、锑、铋：单质。砷(Ⅲ)、锑(Ⅲ)、铋(Ⅲ)的氧化物及其水合物的酸碱性和还原性。砷(Ⅴ)、锑(Ⅴ)和铋(Ⅴ)的氧化物及其水合物的酸碱性和氧化性。介质的酸性对氧化还原反应方向的影响。砷(Ⅲ)、锑(Ⅲ)、铋(Ⅲ)盐的水解。砷(Ⅴ)、锑(Ⅴ)、铋(Ⅴ)酸盐在酸性溶液中的氧化性。**砷、锑、铋的硫化物及硫代酸盐。

(十七) 碳族元素

碳族元素通性。

碳：单质的同素异性体。CO 和 CO_2 。碳酸和碳酸盐。*碳酸盐的热分解(用离子极化观点分析)。** CS_2 。

硅：*氢化物。卤化物。二氧化硅。硅酸和硅胶。硅酸盐。*硅酸盐的结构。

锡、铅：单质。氧化物。氢氧化物的酸性。盐类。锡(Ⅱ)的还原性和铅(Ⅳ)的氧化性。**锡和铅的硫化物。

(十八) 硼族元素

硼族元素的通性。

硼：单质。氧化物。硼酸及其盐。硼的卤化物。*硼烷。乙硼烷的结构和性质。

铝：单质的性质和用途。氧化物和氢氧化物。铝盐和铝酸盐。三氯化铝的结构和性质。矾类。*类质同晶。

(十九) 主族元素总结

主族元素单质的晶体结构和物理性质。

主族元素金属性和非金属性的递变。

氧化数的变化规律。

对角线规则。

主族元素的氧化物：氧化物的结构和分类。氧化物的酸碱性
和热稳定性。

主族元素氧化物水合物：ROH 模型，* 鲍林规则。主族元素
氧化物水合物酸碱性递变规律。

主族元素的氯化物：结构、性质及其在周期系中的递变。氯
化物的热稳定性、水解性。* 氯化物的制备。

* 主族元素的氢化物：分类。性质（水溶性、酸性、热稳定
性）。

(二十) 络 合 物

络合物的基本概念：定义。组成。配位数。命名。

络合物中的化学键：价键理论——内轨和外轨配位键。 d 轨
道参加的杂化。* 晶体场理论。

络合物在溶液中的平衡：离解平衡。稳定常数和不稳定常数。
* 分步稳定常数和积累稳定常数。络合平衡的计算。

螯合物：螯合物的形成条件和特殊稳定性。常用螯合剂——
乙二胺、EDTA 等。内络盐。

络合物的应用：* 在分析化学中的应用。在湿法冶金中的应
用。

(二十一) d 区 元 素

d 区元素的通性：原子的电子层结构。原子半径。氧化数。

金属活泼性。水合离子的颜色。络合性。

钛：单质的性质和用途。二氧化钛。钛酸盐和钛酰盐。三氯化钛和四氯化钛。*钛的制取。

钒：单质的性质和用途。五氧化二钒。钒酸及其盐。

铬、钼、钨：单质的性质和用途。铬(Ⅲ)盐和亚铬酸盐。铬酸盐和重铬酸盐的相互转化。重铬酸盐的氧化性。铬的电位图。钼和钨的重要化合物。*钨的冶炼。*同多酸和杂多酸。

锰：单质的性质和用途。氧化物和氢氧化物。锰(Ⅱ)盐。二氧化锰。锰酸盐。高锰酸盐的氧化性。介质的酸碱性对高锰酸钾还原产物的影响。锰的电位图。

铁、钴、镍：单质的性质和用途。氧化物和氢氧化物。盐类。铁(Ⅲ)、钴(Ⅲ)、镍(Ⅲ)离子的氧化性比较。铁(Ⅱ)、钴(Ⅱ)、镍(Ⅱ)离子的还原性比较。络合物。*羰基络合物。*钢铁的冶炼。

(二十二) *ds* 区 元素

铜族元素通性。

铜、银：单质。氧化物和氢氧化物。盐类。*铜(Ⅰ)和铜(Ⅱ)的相互转化。络合物。

锌族元素通性。

锌、镉、汞：单质。氧化物。锌、镉的氢氧化物。盐类。*汞(Ⅰ)和汞(Ⅱ)的相互转化。络合物。

(二十三) *f* 区 元素

镧系元素通性：价电子层结构。氧化数。原子半径和离子半径。镧系收缩。单质的性质和用途。

镧系元素的重要化合物：氧化物和氢氧化物。硫酸盐。硝酸盐。草酸盐。**络合物。

镧系元素概述。*铈和钍的化合物。

*核反应：核反应的特点。核反应的类型。

* (二十四) 化学与环境保护

环境保护的重要性。

大气污染：大气的组成。大气污染物。主要大气污染物的毒害。

水体污染：天然水。水体污染及其污染物的毒害。

冶金工业主要污染物的处理举例：二氧化硫、氟化氢、含铬废水、含氰废水、含汞废水。

二、实验内容

(一) 基本操作实验(选做 2 个)

1. 基本操作
2. 食盐的提纯
3. 硫酸铜的制备
4. 天平的使用

(二) 基本原理实验(选做 3 个)

5. 反应速度与化学平衡
6. 电解质溶液
7. 氧化还原电化学
8. 醋酸电离常数的测定
9. 络合物的生成与性质
10. 络合物稳定常数的测定

(三) 元素及其化合物性质实验(选做 5 个)

11. 卤素
12. H_2O_2 和硫的化合物

13. 氮族

14. 碳族

15. 锗和镓

16. 铁、钴、镍

17. 铜、银、锌、镉、汞

18. 由钛铁矿制取二氧化钛

实验时数：实验 20 学时 + 自学 20 学时 = 40 学时。

附：无机化学函授教学大纲说明书

一、关于制订本大纲的几点说明

1. 本大纲根据高等工业学校函授本科冶金、选矿、金属材料等专业的教学计划和培养目标的要求制订。完成本大纲规定的基本内容所需的总时数约为 300~320。

2. 本大纲中除列出学生必须掌握的基本内容外，还列有一些加深或加宽的内容，以星号(*)表示；有色金属冶金专业特殊要求的内容以双星号(**)表示。这些内容可供各校选用。

3. 本大纲也可供矿产地质专业函授教学参考使用。

二、本课程的地位和任务

无机化学是现代科学技术的基础科学之一，它是高等工业学校函授本科冶金、选矿和金属材料等专业培养高级工程技术人才必修的一门重要基础理论课。

本课程的主要任务是在中学化学的基础上，运用辩证唯物主义的观点，系统地提供无机化学的基本理论和基本知识，进行无机化学计算和无机化学实验等基本技能的训练。这些都是学生学习后继课程和新的科学技术所必需的知识。

三、课程的基本要求

无机化学是提供化学变化的基本规律，物质结构的基本理论和元素及其化合物性质的一门基础理论课。由于涉及的化学基础理论较广，涉及的元素及化合物的种类众多，本大纲规定要在无机化学基本理论的基础上，有重点地选择常见元素及其重要化合物

按族(或分区)讨论它们的性质。在讨论它们的性质时,要特别注意运用基本理论进行分析,以便更深刻地理解这些性质和变化的本质原因。具体要求是:

1. 运用反应速度和化学平衡的基本理论初步学会分析化学变化的规律,特别是运用平衡理论讨论气相反应、电解质溶液中的反应的各种平衡及其有关计算。

2. 运用电极电位及有关计算,判断氧化还原反应进行的方向和程度。

3. 运用物质结构的知识了解原子核外电子的运动状态,元素周期表的结构和元素周期律的实质,化学键的基本类型和分子构型以及各类晶体的基本结构和性质。

4. 掌握周期系中常见元素及其重要化合物的基本性质。

5. 无机化学实验是本课程的重要组成部分。本大纲列出三种类型的实验共 18 个,各校可从其中选作 10 个。但选择的实验中三种类型都应该有,使学生受到比较全面的训练,以巩固、加深和扩大课程内容,并使学生获得实验技能的基本训练和培养学生独立工作的能力及严谨的科学态度。

四、各章的基本要求和重点、难点与深广度

(一) 气 体

基本要求:熟练掌握理想气体状态方程式的有关计算;掌握气体分压定律及其计算。

重点:理想气体状态方程式与分压定律。

难点:气体常数 R 的单位及分压的概念。

深广度:气体状态方程式在中学已学过,此处主要是加强运算和介绍分压定律。

(二) 反应热效应

基本要求:掌握热化学方程式的写法;应用盖斯定律计算反应的热效应。

重点:盖斯定律、从生成热计算反应热效应。

深广度:了解热化学方程式的写法及意义,对盖斯定律的意义及应用条件要交待清楚。燃烧热仅作简单介绍。温度对反应热效应的影响不介绍。

(三) 化学平衡

基本要求:掌握化学平衡的概念和平衡常数的意义;掌握化学平衡及其移动的基本计算。

重点:平衡常数(K_c 和 K_p)的有关计算。

难点:有关总压、离解率与 K_p 之间的计算。

深广度:从平衡状态引出 K , 推导 K_c 与 K_p 的关系式, 运用不同类型的实例进行有关平衡及其移动的计算。提出公式

$$\lg \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H}{2.303R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) \text{ 并举例说明其运用。}$$

(四) 化学反应速度

基本要求:掌握反应速度的意义及其表示法;了解基元反应和非基元反应;掌握质量作用定律的意义;运用活化分子和活化能的概念说明各种因素对反应速度的影响。

重点:运用活化能的概念解释浓度、温度及催化剂对反应速度的影响。

难点:活化分子与活化能的概念。

深广度:以单相反应为主,多相反应仅就扩散速度和接触面大小略加讨论。阿累尼乌斯公式 $k = Ze^{-E_a/RT}$ 中,仅讨论活化能

E_a 和温度 T 对 k 的影响, 至于常数 Z 仅说明是与碰撞因素有关的常数, 不作进一步讨论。

(五) 溶 液

基本要求: 掌握分散系的概念; 了解影响物质溶解度的各种因素; 通过计算加深对稀溶液依数性的理解。

重点: 运用平衡观点讨论各种因素对溶解度的影响和稀溶液的依数性。

难点: 稀溶液的蒸气压下降。

深广度: 水的相图不作全面讨论, 仅介绍气-液、气-固两条曲线; 蒸气压下降公式 $\Delta p = K_m$ 要求推导。

(六) 电解质溶液

基本要求: 熟练掌握弱酸、弱碱电离平衡和同离子效应的有关计算; 了解多元弱酸电离平衡的计算; 掌握弱酸强碱盐和强酸弱碱盐溶液 pH 值的计算; 掌握缓冲溶液的原理和基本计算。

重点: 运用平衡及平衡移动原理讨论弱电解质的电离及同离子效应及其有关计算。

难点: 缓冲溶液。

深广度: 酸碱指示剂仅介绍常见指示剂的变色范围; 多元弱酸盐、弱酸弱碱盐的水解计算不要求; 影响盐类水解的因素仅作定性介绍。

(七) 沉淀反应

基本要求: 掌握溶度积和溶度积规则的有关计算。

重点: 溶度积规则及其应用。

难点: 包含有电离平衡和溶解平衡的有关计算。

深广度: 分步沉淀和沉淀转化仅作一般了解。