

职工高等工业专科学校

无机化学教学大纲

(草 案)

化工工艺专业试用

(150学时)

高等教育出版社

一九八三年十二月

一、讲课内容

绪 言

化学在科学技术和生产中的重要作用。我国化学工业发展简况。无机化学的性质、任务、主要内容和学习方法。

(一) 化学变化的基本定律及反应的热效应 (2 学时)

化学变化的基本定律：质量守恒定律，能量守恒定律。

化学反应的热效应：热化学方程式，恒压条件下的反应热效应——焓变 (ΔH)、生成热、燃烧热、盖斯定律及有关计算。

(二) 化学反应速度和化学平衡

化学反应速度：平均速度、瞬时速度、基元反应、质量作用定律，反应分子数和反应级数。温度和催化剂对反应速度的影响，活化分子和活化能。多相反应和影响多相反应速度的因素。

化学平衡：浓度平衡常数 (K_c) 气体分压定律、摩尔分数。压力平衡常数 (K_p)。* K_c 与 K_p 的换算。有关化学平衡的计算。

化学平衡的移动：浓度、压力、温度对化学平衡的影响。吕·查德里原理。催化剂与化学平衡。化学反应速度、化学平衡和平衡的移动在生产上的意义。

化学反应进行的方向和程度：最低能量和最大混乱度的概念。熵的概念。自由焓的概念。熵变、焓变和自由焓变的关系。自由焓变与化学反应进行的方向。标准自由焓变与平

衡常数的关系。

(三) 电解质溶液和电离平衡

弱酸弱碱的电离：电离平衡及电离常数 (K_a 和 K_b)。电离度。同离子效应及有关计算。多元弱电解质的分步电离。缓冲溶液及其pH值的计算。

强电解质在溶液中的状况：活度、活度系数。*缔合型和非缔合型电解质理论。

盐类的水解：水解常数。水解度，影响水解度的因素。盐溶液pH的计算（一元弱酸或弱碱盐）。多元弱酸盐和多元弱碱盐的分步水解。盐类水解的抑制及利用。

酸碱质子理论：酸碱的概念，共轭酸碱。*质子传递反应。路易斯酸碱。

(四) 沉淀反应

难溶电解质的溶解平衡：溶度积常数。溶度积与溶解度的互相换算。*溶度积和溶解度互相换算的偏差。*分子溶解度。

溶度积规则：沉淀的生成，沉淀的溶解。同离子效应。盐效应。分步沉淀。沉淀的转化。*溶液pH值对难溶金属氢氧化物和硫化物沉淀的影响。*多重平衡原理。

(五) 氧化还原反应、电化学

氧化还原反应的基本概念。氧化值。

原电池：原电池的组成、符号、正负极、氧化型、还原型、电对、半反应。

电极电位：电极电位的概念。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。*标准自由焓变与标准电极电位的关系。

电极电位的应用：比较氧化剂和还原剂的相对强弱，预测氧化还原反应可能进行的方向和次序，判断氧化还原反应进行的程度。元素电位图及其应用。

电位-pH图

电解：电解装置和原理。分解电压和超电压。电解产物的一般规律。电解在化工生产上的应用。

*金属腐蚀及其防止。

离子——电子法配平氧化还原方程式。

(六) 原子结构和元素周期律

核外电子的运动状态：氢原子光谱。能级。基态和激发态。电子的波粒二象性。波函数 ψ ，量子数和原子轨道，几率密度 $|\psi|^2$ 与电子云。s、p、d原子轨道和电子云角度分布图。

核外电子排布与元素周期系：能量最低原理。自旋量子数，泡利原理。洪特规则。近似能级图。能级交错。屏蔽效应。原子的电子层结构与周期、族和元素分区。

元素性质与原子结构的关系：电离能、电子亲合能、电负性。元素的金属性和非金属性。元素的氧化值。

(七) 分子结构

离子键：离子键的形成。离子键的特征。离子的电荷、离子半径、离子的外层电子构型。

共价键：共价键的形成。电子配对法要点。原子轨道的重叠。共价键的饱和性和方向性。 σ 键和 π 键。配位键。键

参数（键长、键角、键能）。

杂化轨道理论： sp 、 sp^2 、 sp^3 杂化。等性与不等性杂化。分子空间构型。

*价层电子对互斥理论。

分子轨道理论：分子轨道的形成。同核双原子分子的分子轨道能级图。

分子间力和氢键：分子的偶极矩。极性分子和非极性分子。分子极化。分子间力及对物质性质的影响。氢键。

（八）晶体结构

晶体的特征和晶格。

离子晶体：AB型离子晶体最简单的结构类型——NaCl型、CsCl型和立方ZnS型。晶胞。离子半径。晶体中离子的配位数。晶格能，波恩-哈伯循环法计算晶格能。离子的极化作用和变形性。离子极化对键型和化合物性质的影响。

分子晶体（干冰和冰）。

原子晶体（金刚石）。

金属晶体：金属键，金属晶体的密堆积。

过渡型晶体：链状晶体和层状晶体。

主要类型晶体的物理性质比较。

（九）碱金属 碱土金属

碱金属、碱土金属的通性。

碱金属、碱土金属的单质（钠、镁）。

碱金属、碱土金属的重要化合物：

*氢化物。

氧化物：氧化钙、氧化镁的性质和用途、过氧化物

(Na_2O_2) 和*超氧化物。

氢氧化物：氢氧化钠、氢氧化钙的性质和用途。

盐类：碱金属、碱土金属盐类的性质综述（晶型、颜色、水合物、形成复盐、热稳定性、焰色反应、溶解度）。

（十）硼族元素

硼族元素的通性。

硼：*硼的氢化物。氧化物、硼酸、硼砂。

铝：铝的存在、性质和用途。三氧化二铝，氢氧化铝、铝盐（无水三氯化铝的结构、制备、性质和用途）、矾类。

（十一）碳族元素

碳族元素的通性。

碳：CO和 CO_2 ，碳酸和碳酸盐，碳酸钠的性质和在工业上的应用。碳酸盐性质的综述（溶解性、水解性、热稳定性）。

硅：*硅烷。二氧化硅、硅酸、硅酸盐，四氯化硅。*分子筛。

锡：二氯化锡（包括结晶二氯化锡的制备）。四氯化锡，二氧化锡和偏锡酸。

铅：铅的氧化物、二氧化铅，铅（Ⅱ）盐类、铅的污染及治理。

锡、铅氧化物、氢氧化物的酸碱性递变规律。

（十二）氮族元素

氮族元素的通性。

氮：氨和铵盐，亚硝酸及其盐，硝酸及发烟硝酸。氮的

电位图。硝酸盐及其性质综述（溶解性、热稳定性）。氮氧化物废气的污染及治理。

磷：磷的氧化物，磷酸、亚磷酸、偏磷酸、焦磷酸，磷酸盐（正盐及酸式盐），三氯化磷。

砷：三氧化二砷和五氧化二砷、三氯化砷和五氯化砷、亚砷酸钠和砷酸钠。砷的毒性、污染及治理。

锑：三氧化二锑和五氧化二锑、三氯化锑和五氯化锑（制备和性质）。

铋：三氧化二铋、铋（Ⅲ）盐类、铋酸钠。

砷、锑、铋三价和五价的氧化物、氢氧化物酸碱性的递变规律，氧化还原性的递变规律。

（十三）氧族元素

氧族元素的通性。

氧：氧和臭氧，过氧化氢。

硫：硫的同素异形体。硫化氢，硫化物，*多硫化物，二氧化硫，亚硫酸及其盐。

三氧化硫，硫酸、发烟硫酸，硫酸盐和酸式硫酸盐。

焦硫酸及其盐、硫代硫酸盐、过硫酸盐。

*二氧化硫废气的污染及治理。

（十四）卤素

卤素的通性。

卤素的存在、制备、性质和用途。

氟：氟化氢、氢氟酸及其盐。

氯：氯化氢、盐酸、氯化物，次氯酸和次氯酸盐，氯酸和氯酸盐，高氯酸和高氯酸盐。氯的元素电位图，* $\text{Cl}_2\text{-H}_2\text{O}$

体系的电位-pH图及其应用。

溴：溴化氢、氢溴酸、溴化物。

碘：碘化氢、氢碘酸、碘化物，碘酸盐。

氢卤酸的酸性、还原性、卤化氢的热稳定性的变化规律。

拟卤素：氰，氰氢酸及其盐（毒性及公害治理）硫氰酸及其盐。

（十五）氢、稀有气体

氢：氢气的性质、制备及在工业上的应用。

稀有气体：存在、性质及化合物。

（十六）配位化合物

配合物的基本概念：定义、组成、配位数、命名。

配合物的化学键：价键理论——内轨和外轨配位键。

配合物在溶液中的状况：配离子的离解平衡，配离子的稳定常数及应用。

螯合物：螯合物的特性、螯合剂。

配合物形成时的特征。配合物的应用。

（十七）过渡元素（一）

过渡元素的通性：原子的电子层结构、原子半径、氧化值、金属性、配合性、水合离子的颜色、在国民经济中的作用。

铬：铬（Ⅲ）化合物、铬（Ⅵ）化合物、铬酸盐和重铬酸盐的相互转化，铬酸钾氧化性及其应用。 $Cr-H_2O$ 体系电位-pH图及其应用。含铬（Ⅵ）废水的处理。

锰：锰的氧化物和氢氧化物。锰（Ⅱ）盐。二氧化锰的性质、制备、用途。高锰酸钾的氧化性，介质对高锰酸钾还原产物的影响。锰元素的电位图。锰的自由焓变-氧化态图。

铁：铁的氧化物和氢氧化物。铁（Ⅱ）盐、铁（Ⅲ）盐、铁的络盐。

钴：钴的氧化物和氢氧化物。钴（Ⅱ）盐、亚硝酸钴钠。

镍：镍的氧化物和氢氧化物。镍（Ⅱ）盐。

铁（Ⅱ）、钴（Ⅱ）、镍（Ⅱ）氧化性的比较。

铁（Ⅱ）、钴（Ⅱ）、镍（Ⅱ）还原性的比较。

（十八）过渡元素（二）（6学时）

铜族元素的通性。

铜：铜的氧化物和氢氧化物。铜（Ⅰ）盐、铜（Ⅱ）盐及其相互转化。

银：银的氧化物。银盐，硝酸银的性质及在工业上的应用。

锌族元素的通性。

锌：氧化物及氢氧化物。氧化锌的制备及在工业上的应用。锌盐。

镉：氧化物、氢氧化物、镉盐。

*镉的毒性及含镉废水的处理。

汞：汞的氧化物。

汞（Ⅰ）盐、汞（Ⅱ）盐、汞（Ⅰ）和汞（Ⅱ）的相互转化。氯化汞的制备、性质及在工业上的应用。汞的毒性、污染及三废治理。

• (十九) 镧系元素和铜系元素

镧系元素的通性：价电子层结构、氧化值、原子半径和离子半径、镧系收缩、离子颜色、金属活泼性、镧铈的重要化合物。

铜系元素：钪和铀的重要化合物。

镧系元素和铜系元素在国民经济上的地位。

二、实 验 内 容

(一) 基本操作 (2学时)

(二) 验证实验 (23学时)

1. 化学反应速度和化学平衡
2. 电解质溶液和电离平衡
3. 氧化还原反应、电化学
4. 氮和磷
5. 锡 铅 砷 锑 铋
6. 硫的化合物
7. 氯 溴 碘
8. 铬 锰 铁 钴 镍
9. 铜 银 锌 镉 汞
10. 配合物

(三) 制备实验 (9~12学时, 选做3~4个)

1. 硫酸铜的重结晶
2. 从天青石制取硝酸锶

3. 氢氧化铝的制备
4. 氢碘酸的制备
5. 硫酸亚铁铵的制备
6. 从铬铁矿制取重铬酸钾和铬酸钾
7. 从拦版液中提取锌
8. 二氧化锰的制备
9. 轻质碳酸钙的制备
10. 铜氨配合物的制备
11. 其他

(四) 测定实验 (3~6学时, 选做1~2个)

1. 电离常数的测定
2. 溶液积的测定
3. 配合物稳定常数的测定
4. 其他

附：无机化学教学大纲说明

本大纲是根据1983年3月教育部关于制定职工高等工业专科学校基础课程和技术基础课程教学大纲的原则意见（试行草案）的基本精神制定的，适用于职工高等工业专科学校化工工艺专业。本课程教学时数共150学时，其中讲课89~93学时，实验不少于40学时，习题课、讨论课或生产现场参观15~11学时，机动6学时。

无机化学是化工工艺专业教学计划中第一门化学基础课。它的主要任务是提供元素和化合物的基本知识，提供化学反应中有关平衡、氧化还原、周期律和物质结构等基本理论和规律。通过实验加深对元素及化合物的感性知识，并得到基本操作训练，为学生学习后继课程和毕业后从事技术工作打下必要基础。

职工高等工业专科学校为三年制。学生大多来自生产第一线，具有一定的生产实践经验；培养目标是具有大专水平的生产第一线的工程技术人员，学生毕业后基本上从事原有专业，针对性较强。综上所述，制定大纲时，注意了以下几点：

贯彻“少而精”和“因材施教”的原则，本大纲规定了学生必须掌握的基本内容，同时也提供了一些加深的內容（以•号表示），供各校选用。

周期系中各族元素及化合物是无机化学的中心内容。制定本大纲时注意了精选内容和点面结合，既有按周期律和结合物质结构的综述内容，又选出一些在实际生产中较为重要的单质和化合物，对其存在、制备、性质、用途以及三废治

理等有较具体的要求，但又避免面面俱到。在选择单质和化合物的重点时，各校还可结合本企业专业特点有所侧重；或补充其他必要内容。

在基础理论部分，本大纲列入了焓、自由焓等概念，目的是使学生除能从微观方面初步理解某些物质的性质外，还能从宏观方面理解某些化学反应进行的方向以及某些化合物的性质。讲授这一部分内容时，宜采用“为我所用”的原则，只介绍基本概念而不求系统上的完整性。这部分教学时数不宜超过大纲的规定。

理论来自实践、又指导实践。关于元素及化合物的知识，应适当应用理论加以说明。这样既能进一步理解物质的性质及变化规律，又使学生对本课程基本理论的应用获得一些训练（但不能牵强附会地处处用理论解释）。另一方面，元素及化合物的内容还应尽量与工业生产实际相结合。在大纲制定过程中，充分注意了上述两个方面，以使元素化学教学中知识传授与能力的培养能得到适当统一。

为了加强实践性环节，本大纲规定了实验不得少于40学时。其中验证性实验应注意精选内容，共做11次。制备实验除可选用大纲推荐的内容外，还可因地制宜，利用本地资源、废料等作为原料，根据本企业特点，另行选定内容，共进行3~4次。测定实验不宜过多，以1~2次为宜。本大纲还规定了习题课（或讨论课）、生产现场参观等环节（共15~11学时），以培养同学计算能力和分析问题的能力。生产现场参观是获得感性知识的方法之一，宜予以重视。

一、讲课内容的基本要求

(一) 化学变化的基本定律 化学反应的热效应

本章在讲述质量和能量守恒定律之后，从学生比较熟悉的化学反应的热效应出发。讨论在等压条件下的热效应，引出化学过程焓变的概念，即 $Q_p = \Delta H$ ，并将 ΔH 用于热化学的计算中。

对学生基本要求：

掌握质量守恒和能量守恒定律。

能应用盖斯定律由化合物的标准生成热计算化学反应的热效应。

(二) 化学反应速度和化学平衡

这部分内容在形式上与中学重复较多，侧重讲授提高部分，但须与物理化学分工。化学动力学的微观理论比较复杂，本课程不宜过多引伸。不出阿仑尼乌斯公式。注意化学反应速度与化学平衡在生产上的综合考虑和应用。

对于化学反应进行的方向从热力学观点，简单介绍最低能量原理和最大混乱度概念，然后引出熵和熵变(ΔS)，再综合焓变和熵变两个因素介绍自由焓变(ΔG)作为等温等压下反应自发进行的判据。

对于等温等压下，化学反应的自由焓变和平衡常数的关系式直接给出并加以应用。温度对平衡常数影响的公式亦不宜推导。

对学生基本要求：

应用活化能、活化分子及有效碰撞概念解释浓度、压

力、温度、催化剂对化学反应速度的影响。

掌握气体分压定律并能进行有关计算。

掌握化学平衡、平衡常数、平衡移动的原理和有关计算。

对焓变、熵变和自由焓变几个热力学函数有初步概念、并能作基本计算；能应用自由焓变对化学反应能否自发进行作出判断。

能对自由焓变和平衡常数的关系进行计算，以了解化学反应进行的程度。

(三) 电解质溶液和电离平衡

对于弱电解质的电离平衡、缓冲溶液及盐类水解只作有关的基本计算，注意与分析化学的分工。适当介绍近代电解质理论。

对学生基本要求：

掌握弱电解质的电离平衡及离子浓度的计算。

掌握电离平衡的移动规律、同离子效应、缓冲溶液的原理，并能作有关基本计算。

掌握盐类的水解反应，水解平衡移动的原理，影响水解度的因素及其应用。对于盐溶液的pH值只要求简单计算。

了解强电解质溶液的离子浓度和活度的关系。

了解酸碱质子理论及路易斯酸碱概念。

(四) 沉淀反应

应用化学平衡原理讨论难溶电解质的溶解平衡、平衡移动原理及其应用。在阐明溶解度和溶度积相互换算关系后，提出计算结果可能产生的偏差及原因，以开阔学生的思路。

对学生基本要求：

牢固掌握溶度积规则和有关计算。

掌握溶解度和溶度积的相互换算。

了解同离子效应和盐效应。

了解分步沉淀和沉淀的转化的原理和应用。

(五) 氧化还原反应、电化学

在讨论氧化还原反应的实质——电子转移的基础上，介绍化学能与电能之间的转化规律、标准电极电位、能斯特方程式以及元素电位图、电位-pH图的意义及应用。

对学生基本要求：

熟练掌握氧化还原方程式的配平。

掌握电极电位的基本概念，用以判断氧化剂、还原剂的相对强弱，氧化还原反应进行的方向、程度和电动势的计算。

了解浓度对电极电位的影响并能应用能斯特方程式作有关计算。

能应用元素电位图了解元素各种氧化态的氧化还原性，并能判断某一物质能否自发产生歧化反应。

了解电解原理及影响电解产物的主要因素。

(六) 原子结构和元素周期律

重点放在核外电子的分布状态和元素周期律、元素性质的关系方面。核外电子的运动状态比较抽象和复杂，只宜浅显叙述，初步建立能量的不连续性、原子轨道和电子的几率分布以及电子云等概念。

对学生基本要求：

从氢原子光谱了解能级的概念。

了解四个量子数的意义。初步了解原子“轨道”、几率密度、电子云等概念。

了解 s 、 p 、 d 原子轨道和电子云的角度分布图。

掌握核外电子排布规律，并能用以进行周期系内元素原子核外电子的排布。

掌握各族元素原子外层电子结构特征及其与元素性质的关系。

(七) 分子结构

在原子结构的基础上，讨论分子的形成，重点在价键理论、分子结构和物质性质的关系。分子轨道理论只对同核双原子分子作简单介绍，杂化轨道理论只作一般讲解。

对学生基本要求：

用原子轨道的观点了解共价键的形成，掌握电子配对法和杂化轨道理论的要点。应用杂化轨道说明一些分子的构型。

掌握分子轨道理论要点，了解同核双原子分子的轨道能级图。

了解 σ 键和 π 键的意义和区别。

对于配位键、分子的极化、分子间力和氢键有清晰的概念。

(八) 晶体结构

在化学键和分子间力的基础上重点讨论晶体结构的各种类型、晶体结构和物质性质的关系。

对学生基本要求：