

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

(110 学时)

2

高等教育出版社

一九八三年十二月

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

(110学时)

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京房山南召印刷厂印装

开本787×1092 1/32 印张0.75 字数14 000

1983年12月第1版 1985年10月第2次印刷

印数3 301—6,500

书号7010·0580 定价0.17元

本教学大纲系由教育部委托北京市化工局职工大学、哈尔滨市工人业余大学和四川化工厂职工大学起草，由北京市化工局职工大学负责汇总，并征求了有关学校和教师的意见，经教育部在一九八三年十一月召开的职工高等工业专科学校教学大纲审订会议审订。

本大纲适用于三年制职工高等工业专科学校化工工艺专业。四年制业余职工高等工业专科学校可根据有关教学计划所规定的学时数安排本教学大纲的教学内容。

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和化学反应的热效应

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。活化分子和活化能。温度和催化剂对反应速度的影响。*多相反应和影响多相反应速度的因素。*过渡状态理论。

化学平衡：浓度平衡常数 (K_c)。气体分压及分压定律。物质的量分数。压力平衡常数 (K_p)。有关化学平衡的计算。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。化学反应速度和化学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。焓变、熵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) 电解质溶液和离子平衡

离子平衡：弱酸、弱碱的电离平衡。同离子效应与缓冲溶液。

酸碱质子理论：酸碱概念，共轭酸碱。*质子传递反应。

路易斯酸碱。

多相离子平衡：溶度积，溶度积规则。沉淀的生成和溶解。同离子效应。盐效应。*分步沉淀。

(四) 氧化还原反应和电化学

氧化值。氧化还原反应方程式的配平——离子电子法。

原电池的组成和电极反应。标准电极电位。标准氢电极。浓度、酸度对电极电位的影响。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。

元素电位图及其应用。

*金属的腐蚀及防护。

(五) 原子结构与元素周期律

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。 $|\psi|^2$ 的物理意义和电子云。 s 、 p 、 d 原子轨道和电子云的角度分布图。

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。

(六) 化学键、分子结构和晶体结构

离子键：离子键的形成。离子的特征（离子的电荷、离子半径、离子的电子层结构）。

杂化轨道理论： sp 、 sp^2 、 sp^3 杂化轨道。分子空间构型。

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。分子的极化。分子间力及对物质性质的影响。氢键。

晶格。晶体的类型。

离子晶体：结构及性质。晶格能。*玻恩-哈伯循环。

分子晶体（干冰和冰）。原子晶体（金刚石）。金属晶体。*过渡型晶体（链状和层状晶体）。

(七) 配位化合物

配合物的组成、类型和命名。

配合物的价键理论、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。

螯合物。

配合物的应用。

(八) 周期系主族元素

单质的晶体结构和物理性质（熔点、沸点、硬度、导电性）。

单质的化学性质（与空气、水、酸、碱的作用）。

主族元素氢化物：卤化氢和氢卤酸（还原性、稳定性、酸碱性的变化规律）。硫化氢和氢硫酸（弱酸性、还原性、稳定性、毒性）。氨（结构、性质、工业上用途）。四氢铝锂。离子型氢化物（ NaH 、 CaH_2 ）。

主族元素的氧化物、水化物及其含氧酸盐：钠、镁、钙的氧化物及氢氧化物。过氧化氢。硼的氧化物、硼酸及其盐。碳的氧化物、碳酸及其盐。硅的氧化物、硅酸及其盐。分子筛。锡的氧化物和锡酸盐。锡（Ⅱ）的还原性。铅的氧化物。铅（Ⅳ）的氧化物。氮的氧化物、硝酸及硝酸盐。亚硝酸及其盐。氮的元素电位图。 NO_2 公害的治理。磷的氧化物、含氧酸及其盐。硫的氧化物、硫酸及其盐。发烟硫酸。亚硫酸及其盐。硫代硫酸盐。过硫酸盐。卤素的含氧酸及其盐。氯的元素电位图。

主族元素氧化物及其水化物酸碱性的周期性及同族递变性。ROH理论。

主族元素卤化物：离子型、过渡型与共价型卤化物。卤化物键型及性质的周期性变化。

(九) 周期系过渡元素

过渡元素的通性：原子的电子层结构、原子半径、离子半径、金属性、氧化值、配合性、离子颜色。单质的熔点、硬度。

铜和银的氧化物、氢氧化物和盐类。铜(Ⅰ)和铜(Ⅱ)的相互转化。

锌和汞的氧化物、氢氧化物和盐类。汞(Ⅰ)和汞(Ⅱ)的相互转化。汞的公害治理。

铬的氧化物、氢氧化物和盐类。铬的电位图。铬酸盐和重铬酸盐的相互转化。铬(Ⅵ)的公害治理。

锰的氧化物、氢氧化物和盐类。锰的电位图。介质对高锰酸钾氧化性及其产物的影响。

铁、钴、镍的氧化物、氢氧化物和盐类。二价、三价化合物氧化还原性的比较。

• 镧系元素通性及重要化合物。• 铜系元素，铀、钍的重要化合物。• 核反应和超铀元素。

二、实 验 内 容

(一) 基本操作 (2 学时)

(二) 验证实验 (共 7 ~ 8 个, 16~19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 磷 硫
5. 氯 溴 碘
6. 锡 铅 砷 锑 铋
7. 铬 锰 铁 钴 镍
8. 铜 银 锌 镉 汞

(三) 制备实验 (选作 2 ~ 3 个, 6 ~ 9 学时)

1. 硫酸铜的重结晶
2. 从铬铁矿制取重铬酸钾和铬酸钾
3. 轻质碳酸钙的制备
4. 从拦板液中提取锌
5. 二氧化锰的制备
6. 其它

(四) 测定实验 (选作 1 ~ 2 个, 3 ~ 6 学时)

1. 电离常数的测定
2. 溶度积的测定
3. 气体常数的测定
4. 其它

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110学时，其中讲课68学时，实验30学时，习题课或讨论课8学时，机动4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、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内容（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，采取了点面结合、个性与共性结合的方式，分为主族与过渡元素两大部分。在大纲中这一部分指出的具体化学物质的种类较少，各校可根据各企业的专业特点，适当加选一些单质和化合物进行讲授。

在基础理论部分，本大纲列入了熵、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性质，目前，有些已能用理论加以说明，因此在讲授元素性质部分时，可适当地用已学过的理论进行一些阐明，这样既能进一步理解物质的性质，又能巩固已学过的理论。但应指出，不宜对可以解释的处处加以解释，可留一部分由学生自己去进行，化知识为能力。更不宜对目前尚不能用理论解释的部分，牵强附会地加以解释。

为了加强实践性环节，本大纲规定了实验不得少于30学时。其中验证性实验应注意精选内容，共做7~8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2~3次。在有条件的学校还可进行测定实验1~2次。大纲还规定了习题课（或讨论课）8学时，以培养同学计算能力和分析问题的能力。

一、讲课内容的基本要求

(一) 化学变化的基本定律和化学反应的热效应

本章在讲述质量作用定律之后，从学生比较熟悉的化学反应的热效应出发，讨论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，应侧重讲授提高部分，但要注意与物理化学的分工。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应用时的综合分析。

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 ΔH 和 ΔS 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、活化分子及简单的碰撞概念，解释浓度、压力、温度、催化剂对化学反应速度的影响。了解基元反

应、质量作用定律、反应分子数和反应级数的概念。

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) 电解质溶液和离子平衡

对于弱电解质的电离平衡只作有关的基本计算，讲述同离子效应、缓冲溶液概念及一般计算。介绍酸碱质子理论和路易斯酸碱概念。

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。

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。

掌握缓冲溶液和同离子效应的概念，并能作基本计算。

了解酸碱质子理论和路易斯酸碱概念。

掌握溶度积的概念和溶度积规则并能作基本计算，对同离子效应和盐效应有一般了解。

(四) 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的意义及应用。

对学生基本要求：

掌握氧化还原方程式的配平。

掌握电极电位的基本概念，并用以判断氧化剂、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。

通过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地发生歧化反应。

(五) 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密度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 原子轨道的角度分布及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。

(六) 化学键、分子结构和晶体结构

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。对于极

性分子和非极性分子、氢键等作一般讲述。

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

对学生的基本要求：

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。

对晶体结构的几种类型和特性有基本了解。

(七) 配位化合物

对配合物的结构只用价键理论作一般讨论。适当讲解配离子在溶液中的状况，介绍螯合物的结构特征与性质。

对学生的基本要求：

了解配合物的组成、配位数和命名。

掌握配合物的价键理论、内轨和外轨配合物，了解螯合物及其应用。

对配合物在溶液中的状况有一般了解。

(八) 周期系主族元素

讲授主族元素中金属单质、非金属单质的物理性质和化学性质。对主族元素的化合物重点讲授氢化物、氧化物、氧化物的水化物及其含氧酸盐、卤化物等。并对主族元素氧化物及其水化物酸碱性的周期性及同族递变性作一综述。选择

少数化合物做为重点，联系本课程的基本理论讨论其制备原理。如联系三氯化铝的结构和性质讲述无水三氯化铝的制备；联系水解和氧化还原理论讲述结晶氯化亚锡的制备。各校可结合本企业的专业特点选择典型单质或化合物，对其制备、性质、在工业上的应用以及三废治理等作比较具体地讲述，引导学生联系生产实践。

对学生基本要求：

通过结构理论，并联系周期律掌握主族元素单质的物理性质和化学性质。

掌握主族元素中一些重要的氢化物、氧化物、氧化物的水化物及含氧酸盐、卤化物等的性质，并了解某些物质的制备原理及其应用。

了解主族元素氧化物及其水化物酸碱性在周期系中的变化规律。

(九) 周期系过渡元素

讲授过渡元素单质的通性，并选择其中的铜、银、锌、汞、铬、锰、铁、钴、镍等九种元素的某些化合物的性质和制备作重点。注意引导学生理论联系生产实际，加强培养分析问题和解决问题的能力，各校可结合本企业的专业特点选择某些单质及化合物作进一步讲授。

对学生的基本要求：

结合原子结构和周期律了解过渡元素的金属性、氧化值、配合性等基本性质。

掌握过渡元素中一些重要化合物的性质、制备，并了解其应用。

二、学时分配建议

课 程 内 容	讲 课	习 题 课 或 课 堂 讨 论
绪 言	0.5	
(一) 化学变化的基本定律和化学反应的热效应	2.5	
(二) 化学反应速度和化学平衡	10	2
(三) 电解质溶液和电离平衡	6	2
(四) 氧化还原反应、电化学	7	2
(五) 原子结构和元素周期律	6	
(六) 化学键、分子结构和晶体结构	8	2
(七) 配位化合物	4	
(八) 周期系主族元素	14	
(九) 周期系过渡元素	10	

教 学 环 节	讲 课	实 验	习 题 课 课 堂 讨 论	机 动	总 计
时 数	68	30	8	4	110

三、推荐借用教材及参考书

借用教材：

李博达、冯慈珍合编《普通化学》，高等教育出版社，1982年版。

华东化工学院无机化学教研组编《无机化学实验》（第