

# 一、课程简介

## 1. 课程信息

《无机化学》是化学与材料学院各专业学生的第一门重要的基础课程。它对学生的专业学习起着承前启后的作用。该课程的讲授内容既要立足于学生已掌握的中学化学知识基础，又要为其它几门后继课程准备必需的基础理论和无机化学知识。课程采用国内高等学校同类课程的优秀教材，旨在引入国内先进的教学理念和教学模式，努力提高学生的综合素质。

## 3. 教学目标与基本要求

《无机化学》是我院化学、材料化学和应用化学等专业开设的第一门主干基础课程。主要的课程目标有以下四点。

**课程目标 1:** 掌握主族元素和副族元素的单质及化合物的基本性质、重要反应、应用等无机化学学科基础知识,并能够自主归纳和总结元素及化合物的通性、特性、变化规律等。

**课程目标 2:** 能够运用无机化学基本理论和原理,从宏观和微观相结合的视角科学地分析和解释常见化学现象、性质和变化规律等,具备综合分析和解决问题的能力。

**课程目标 3:** 初步掌握反思方法和技能,养成从思政教育等不同角度反思问题的习惯;具有一定科学探究的创新意识和反思能力。

**课程目标 4:** 具备团队协作精神,初步掌握团队协作基本技能,能够开展小组互助、合作学习及有益的团队活动。

无机化学课程要求学生能够掌握无机化学的基本理论、基本概念和基本合成方法,并能应用基本化学理论及化合物基本性质方面的知识解决生活中的问题。了解本学科发展趋势,为其胜任化学工作积累一定的知识,也为后续课程的学习打下良好的理论知识基础。本课程将思政教育与专业知识融合融通并贯穿于整个课程教学活动中,立德树人,培养学生的社会责任感、创新意识、爱国情怀等素质,促进学生全面发展。

## 4. 选用教材

(1) 宋天佑等主编,《无机化学》(下册)第四版,高等教育出版社,2019年。

## 5. 参考书目

(1) 北京师范大学等校编,《无机化学》(上册),第四版,高等教育出版社,2013年。

- (2) 大连理工大学无机化学教研室编, 《无机化学》(第五版), 高等教育出版社, 2006 年。
- (3) 大连理工大学无机化学教研室编. 《无机化学》(第六版), 北京: 高等教育出版社, 2018.
- (4) 天津大学无机化学教研室. 《无机化学》(第五版), 北京: 高等教育出版社, 2018.
- (5) 徐家宁等编. 《无机化学例题与习题》, (第三版), 北京: 高等教育出版社, 2016.
- (6) 徐家宁等编. 《无机化学考研复习指导》, 科学出版社, 2014 年.
- (7) 宋天佑等编. 《无机化学习题解答》(第四版), 高等教育出版社, 2019.
- (8) 考克斯 (P. A Cox) 编. 《无机化学》(第二版)(导读版)(英文版), 科学出版社, 2009.
- (9) 张祖德编. 《无机化学》(第二版), 中国科学技术大学出版社, 2018 年.
- (10) 张祖德等编. 《无机化学: 要点·例题·习题》(第四版), 中国科学技术大学出版社, 2017.
- (11) 唐宗薰编. 《中级无机化学》(第二版), 高等教育出版社, 2009.
- (12) 徐建中等编. 《化学简史》(第一版), 科学出版社, 2019.
- (13) 林承志编. 《化学之路——新编化学发展简史》(第一版), 科学出版社, 2011.
- (14) 刘锦新等编. 《无机元素化学》(第二版), 科学出版社, 2018.
- (16) 朱亚先等编. 《无机元素化学学习指导》(第二版), 科学出版社, 2011.

## 二、课程目标与毕业要求的关系

课程目标	毕业要求	毕业要求分解
------	------	--------

课程目标 1 课程目标 2	3. 学科素养(H)	3.1 【学科知识】熟练掌握无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、结构化学等化学学科基础知识和基本理论，了解化学的发展历史、学科前沿和发展趋势，理解化学学科知识体系的基本思想和方法。
课程目标 3	7. 学会反思(L)	7.2 【教育反思】具有积极的教育教学反思意识，初步掌握反思方法和技能，养成从不同角度反思问题的习惯；具有一定的创新意识，能在中学教育教学实践中运用批判性思维方式分析和解决教育教学问题。
课程目标 4	8.沟通合作(M)	8.1 【团队意识】理解学习共同体的作用，具有团队协作精神，初步掌握团队协作基本技能，能够在中学教育实践开展小组互助、合作学习及有益的团队活动并获得积极的体验。

### 三、课程目标对毕业要求的支撑

本课程主要支撑以下三项毕业要求，对应矩阵如下表所示：

课程目标	毕业要求		
	3.1 学科知识	7.2 教育反思	8.1 团队意识
课程目标 1	H		
课程目标 2	H		
课程目标 3		L	
课程目标 4			M

### 四、考核方式

课程采用多元化的过程性考核方式。

**成绩构成：**满分 100 分，其中总结性成绩（50%）+过程性考核成绩（50%）；

**总结性成绩：**期末闭卷考试成绩，占 50%，满分 50 分；

**过程性考核成绩：**满分 50 分，其中：章节测验占 15%（包括线下单元测验和线上章节测验），作业占 10%，心得体会占 10%（包括章节总结、思政元素反思和课程总结反思小论文等），小组讨论占 15%（包括线上线下参与讨论及课前三分钟展示等）。

课程目标	1. 期末考试		2. 章节测验		3. 作业		4. 心得体会		5. 小组讨论		各项满分 (目标达成度)
	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重	分值	权重	
课程目标 1	40	0.6	80	0.2	100	0.2					60
课程目标 2	60	0.7	20	0.3							48
课程目标 3							100	1.0			10
课程目标 4									100	1.0	10

课程目标 i 达成情况评价价值：
$$\sum_{j=1}^N \frac{W_j A_j}{S_j}$$

S<sub>j</sub>：第 j 个考核点的目标分值；A<sub>j</sub>：第 j 个考核点的平均分；

W<sub>j</sub>：第 j 个考核点的权重，N 个考核点的权重（W<sub>j</sub>）之和为 1

## 五、教学内容及学时分配（共计 56 学时）

《无机化学（下）》主要讲述元素化学中最核心的内容，包括 I A~VIIA 族和零族、I B 族、II B 族、IVB~VII B 族和 VIII 族、IIIB 族和少数镧系、锕系单质及化合物的存在、制备与合成、性质和用途等基础知识，具体各章内容和学时分配如下：

教学内容	讲授学时	备注
第 12 章 碱金属和碱土金属	4	
第 13 章 硼族元素	5	
第 14 章 碳族元素	2	讨论 2
第 15 章 氮族元素	7	讨论 1
第 16 章 氧族元素	6	讨论 2
第 17 章 卤素	6	讨论 2
第 18 章 氢和稀有气体	0	讨论 2
第 19 章 铜副族元素和锌副族元素	5	讨论 1
第 20 章 钛副族元素和钒副族元素	2	讨论 1
第 21 章 铬副族元素和锰副族元素	2	讨论 2
第 22 章 铁系元素和铂系元素	2	讨论 2
总计	40	16
合计	56	

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 1 次）
章（节）内容	第 12 章 碱金属和碱土金属 第一节 金属单质 第二节 含氧化合物(1)
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解碱金属和碱土金属的通性及金属单质的制备过程。</li> <li>2. 掌握金属单质的性质；碱金属和碱土金属氧化物的类型、性质及制备。</li> <li>3. 掌握含氧化合物的种类。</li> </ol>
教学要点	<p>一、碱金属及碱土金属元素概述</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 包含元素</li> <li>2. 存在形式</li> <li>3. 变化规律及通性</li> </ol> <p>二、金属单质的物理性质</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 硬度</li> <li>2. 密度及保存方法</li> <li>3. I A 金属能形成液态合金</li> <li>4. Cs 具有光电效应</li> <li>5. II A 金属的 mp、bp、<math>\rho</math> 和硬度等性质与 I A 金属的比较</li> </ol> <p>三、金属单质的化学性质</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 与氧、硫等非金属反应</li> <li>2. 与 H<sub>2</sub>O 反应</li> <li>3. 与液氨作用</li> <li>4. 强还原性</li> <li>5. 焰色反应</li> <li>6. 与 H<sub>2</sub> 反应</li> </ol> <p>四、金属单质的制备</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熔盐电解法</li> <li>2. 热还原法</li> <li>3. 金属置换法</li> </ol>

教学重点难点	<p>重点：1.金属氧化物的类型、性质及制备。 2.液氨溶液的形成和性质。</p> <p>难点：1.金属存在形式的化学式；涉及到的反应方程式较多。 2.判断金属形成氧化物的类型。</p>
教学方法和手段	<p>1. 板书结合多媒体。以讲授为主，辅以问题引导法，启发和引导学生思考相关问题。</p> <p>2. 本节课新的物质和化学反应方程式比较多，需要记忆和分析原因的内容也比较多，所以一定要重点突出。</p>
互动环节和实施过程	<p>1. 回顾元素周期表的内容，找学生说出 I A 和 II A 包含的元素、元素符号和在周期表中所处的位置。</p> <p>2. 让学生猜关于元素名称谜语。</p> <p>3. 指导学生总结出本章的重要知识点，再请几位同学总结并讲解重要物理化学性质，并写出相应的反应方程式。</p>
“课程思政”教育内容	<p><b>专业能力</b>—— 通过对金属和金属氧化物反应现象和化学反应的内容的对比学习，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。</p>
课后作业、思考题及阅读书目	<p>作 业：教材第 493 页作业 12-2 (2)(5)(7)(11)，12-4 (4)。</p> <p>活动设计：教材第 493 页总结与思考题 12-3，12-4。</p> <p>阅读书目：</p> <p>1.《化学之路》，林承志编著，科学出版社，2014。</p>
学生课下活动设计及下次课预习内容	<p>课下活动设计：总结各个元素的发现者及发现的方法。</p> <p>预习内容：</p> <p>1. 影响盐类溶解度大小的因素？碱金属和碱土金属含氧酸盐热稳定性的变化规律及影响因素是什么？</p> <p>2. 什么是复盐、融雪剂和联合制碱法？</p> <p>3. 金属锂有哪些特殊性？</p> <p>4. 完成线上课前测试。</p>
教学后记	<p>本节课的内容相对比较简单，学生很容易接受，通过课堂表现和询问，学生已经很好的掌握了本节课的内容。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 2 次）
章（节）内容	第 12 章 碱金属和碱土金属 第二节 含氧化合物(2) 第三节 盐类
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掌握碱金属和碱土金属盐类溶解性变化规律及原因。</li> <li>2. 掌握含氧酸盐的热稳定性变化规律及原因。</li> <li>3. 掌握重要盐类的性质及作用。</li> </ol>
教学要点	<p>一、氧化物</p> <p>二、氢氧化物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氢氧化物的碱性</li> </ol> <p>判断氢氧化物酸碱性的经验公式：离子势 <math>\phi = Z/r</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 氢氧化钠的性质、涉及到的反应、注意事项及制备方法</li> </ol> <p>三、盐类</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 盐的溶解性（碱金属盐和碱土金属盐类）</li> <li>2. 盐的结晶水合与复盐</li> <li>3. 含氧酸盐的热稳定性（硝酸盐和碳酸盐）</li> </ol> <p>四、重要盐类简介</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 卤化物</li> <li>2. 碳酸盐</li> <li>3. 硫酸盐</li> <li>4. 硝酸盐和卤素含氧酸盐</li> </ol> <p>五、锂的特殊性（与镁具有特殊性）</p> <p>由于离子势或离子极化能力的影响而导致三组元素具有对角线规则，而使其性质具有相似性。</p>
教学重点难点	<p>重点：1. 碱金属和碱土金属碳酸盐热稳定性的比较、变化规律及原因解释。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 金属锂的特殊性。</li> </ol> <p>难点：1. 化合物的化学式和涉及到的反应方程式较多。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 一些物质的制备方法、步骤和不同物质间的鉴别。</li> <li>3. 重要盐类的应用。</li> </ol>

<p>教学方法和手段</p>	<p>1. 板书结合多媒体。以讲授为主，注意启发和引导学生。 2. 本章的许多物质在高中都接触过，结合知到平台的线上课前测试和所有重点的讲解结构如何引起性质的变化。</p>
<p>互动环节 和实施过程</p>	<p><b>导入新课程：</b>复习上次课内容，再根据视频实验现象提出问题来导入新课内容。</p> <p>碱金属和碱土金属可以形成四类氧化物，我们主要介绍过氧化物。</p> <p><b>1. 制备</b></p> <p>除 Be 外，碱金属和碱土金属元素都能形成过氧化物。  <math display="block">\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CaO}_2 + 2\text{HCl}</math>         结晶水的 <math>\text{CaO}_2</math> 在超过 100 度下脱水。  <math display="block">\text{Ba} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{BaO}_2</math> <math display="block">4\text{Na} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{O} \quad (\text{空气中, 灰白色})</math> <math display="block">2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{O}_2 \quad (\text{燃烧, 黄色})</math></p> <p>结合课程内容融入【德育 1：专业能力——通过反应现象和化学反应的内容学习，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。】</p> <p>在引课时播放实验视频或图片，让同学们思考钠在空气中缓慢氧化和燃烧的实验的产物是什么？培养学生善于发现问题、分析问题和解决问题的能力。借助生活中大家熟知的例子，从学生熟悉的生活入手，激发学生学习的兴趣，并且运用启发式的教学原则，充分调动学生的主动性和积极性，从而以一种探究问题和解决问题的思考状态接着上节课的脚步开始本节课的学习。</p> <p><b>二、性质</b></p> <p>碱性，与水反应，与酸性氧化物反应。</p> <p><b>1. 与 <math>\text{H}_2\text{O}</math> 的作用</b></p> $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH}$ $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{BaSO}_4 \quad (\text{实验室制备 } \text{H}_2\text{O}_2)$ <p><b>2. 与 <math>\text{CO}_2</math> 的作用</b></p> $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ <p><b>3. 氧化还原性</b></p> $3\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + \text{Na}_2\text{O}$ $3\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{O}$ $5\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ = 5\text{O}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{Na}^+ + 8\text{H}_2\text{O}$

(第 6-7 分钟) 结合课程内容融入【德育 2: 人生观——树立正确的人生价值观。3.敬业——师范类学生要有爱岗敬业和做四有”好老师的职业道德。】

介绍过氧化钠的两性内容, 引出环境不同时, 能体现过氧化钠的不同性质。当加入氧化剂时体现过氧化钠的还原性; 当加入还原剂时体现了过氧化钠的氧化性。学生要明白环境不同时将成就不同的人生, 导致价值观不同, 也将成就不同的人生。学习环境好, 可以形成良好的学风和班风。“梅花香自苦寒来”, 在当前学校宿舍、食堂改建来改善生活和饮食环境而造成同学们生活学习不便的条件下, 引导学生们要克服困难和努力学习等来实现自己的美好愿望。当代大学生要树立正确的人生价值观, 对于我们化学师范类学生, 如果以后当老师, 现在就要为具备“四有”好老师的标准努力奋斗!

## 二、盐类

### 1. 卤化物

NaCl 俗称食盐

MgCl<sub>2</sub> 水溶液俗称卤水。溶液的凝固点比较低, 都可作融雪剂。

水合 BeCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> 在加热条件下易水解:



所以要制无水 MgCl<sub>2</sub>, 需在 < 773K 下, HCl 气流中加热脱水。

结合课程内容融入【德育 4. 法治——树立绿色环保理念和责任担当意识。5.矛盾观——氯化钠和氯化镁冬季被用于融雪剂时, 也对路面等有腐蚀, 对环境造成污染, 学生要具有辩证唯物主义观点。】

### 2. 硫酸盐

指导学生总结出本章的重要知识点, 并请几位同学总结讲解复盐的主要类型、硝酸盐的受热分解产物和为什么用一些氯化物作为融雪剂及水合氯化物的受热分解产物。

<p>“课程思政” 教育内容</p>	<p>1. <b>人生观</b>——通过介绍过氧化钠的两性内容，学生要明白环境不同成就不同的人生。价值观不同，也成就不同的人生，要树立正确的人生价值观。“梅花香自苦寒来”，引导学生努力学习来实现自己的理想。</p> <p>2. <b>爱国主义教育</b>——讲授碳酸钠物质时，引出利用侯式制碱法制备碳酸钠的科学家侯德榜，通过其生平事迹，为国家做的贡献等，号召学生树立科学的世界观、人生观、价值观，树立战胜困难的信心，勇于奉献的爱国主义情怀。</p> <p>3. <b>法治</b>——介绍氯化钠和氯化镁冬季被用于融雪剂时，由于对路面等有腐蚀，对环境造成污染，所以渗透绿水青山就是金山银山的重要观点，树立绿色环保理念和责任担当意识。</p>
<p>课后作业、思考题 及阅读书目</p>	<p>作 业：第 495 页作业 12-6（1），12-8（2）。</p> <p>思考题：总结与思考题 12-8。</p> <p>阅读书目：</p> <p>（1）大连理工大学无机化学教研室编.《无机化学》（第六版），北京：高等教育出版社，2018.</p> <p>（2）天津大学无机化学教研室.《无机化学》（第五版），北京：高等教育出版社，2018.</p> <p>（3）徐家宁等编.《无机化学例题与习题》，（第三版），北京：高等教育出版社，2016.</p>
<p>学生课下活动设计 及下次课预习内容</p>	<p>课下活动设计：</p> <p>1. 根据所学内容，对本章按知识点进行总结归纳。</p> <p>2. 完成线上课前测试和课后测试及相应问题引导。</p> <p>预习内容：</p> <p>1. 硼烷的结构及性质有哪些？</p> <p>2. 硼的含氧化合物的性质？</p>
<p>教学后记</p>	<p>本节课引入的课程思政内容比较多，对学生的人生观和价值观做了正确的指导，引导学生要有爱国主义情怀。学生感受很深，以后继续深入挖掘思政元素内容，和化学知识紧密结合，做到“同向同行”。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 3 次）
章（节）内容	第 13 章 硼族元素 第一节 硼单质及其化合物（1）
教学目的	1. 掌握硼单质的晶体结构及缺电子性质。 2. 理解三中心二电子键的形成。 3. 掌握硼的化合物(乙硼烷、硼氢配合物、卤化硼、氟硼酸、三氧化二硼、硼酸及其盐)的结构和性质。
教学要点	一、硼族元素概述 1. 包含元素 2. 共同特点 3. 存在形式 二、硼单质 1. 硼单质的晶体结构 2. 硼单质的化学性质 3. 硼单质制备 三、硼氢化合物----硼烷 1. 硼烷的结构 2. 硼烷的性质 3. 硼烷的制备 四、硼的含氧化合物 1. 三氧化二硼（制备、性质） 2. 硼酸（晶体结构、性质、鉴定）
教学重点难点	重点：1. 硼烷的结构和三中心二电子的形成过程。 2. 硼酸的结构和一元弱酸性的原因解释。 难点：1. 三中心二电子的形成；硼化合物的缺电子性质。 2. 硼酸盐的结构；硼砂珠实验。

教学方法和手段	<p>1. 多媒体和板书结合。讲授与讨论结合，注意启发和引导学生。</p> <p>2. 利用结构模型展示乙硼烷的结构。</p>
互动环节 和实施过程	<p>指导学生总结出本节课的重要知识点，请同学描述癸硼烷-14的骨架结构。</p>
“课程思政” 教育内容	<p><b>矛盾性</b>——分析硼烷结构时，可以根据硼的价层电子构型进行分析形成硼烷的过程，进行培养学生的辩证性思维。</p>
课后作业、思考题 及阅读书目	<p>作 业：第 521 页习题 13-1 (3)(4)，13-2 (1)(5)(10)(12)(14)(15)，13-5 (1)。</p> <p>课下活动设计：根据所学内容，对本章按知识点进行总结归纳。并查阅资料解释 <math>\text{BH}_3</math> 单元为什么很难单独存在？如何理解乙硼烷被称为缺电子化合物？</p>
学生课下活动设计 及下次课预习内容	<p>课下活动设计：三卤化硼的结构分析。</p> <p>完成课后测试及课前问题引导。</p> <p>下次课预习内容：铝化物的结构及铍和铝的相似性有哪些？</p>
教学后记	<p>本节课涉及到硼烷的结构，和上册的第五章内容紧密结合，导致上册没学好的同学对这个知识点理解有点困难，引导学生有时间将上册此部分内容进行复习巩固。因为后续内容还会涉及到结构问题。这也是很多同学的难点问题，以后还得加强此方面的训练。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 4 次）
章（节）内容	第 13 章 硼族元素 第一节 硼单质及其化合物（2） 第二节 铝单质及其化合物
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掌握硼的化合物(硼酸及其盐)的结构和性质。</li> <li>2. 掌握三卤化硼的结构和性质。</li> <li>3. 掌握氯化铝的结构。</li> <li>4. 掌握铍和铝的相似性。</li> </ol>
教学要点	<p>一、硼砂盐----硼砂</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 结构</li> <li>2. 性质</li> <li>3. 用途</li> </ol> <p>二、硼的卤化物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 结构 2. 物理性质</li> <li>3. 化学性质 4. 制备</li> </ol> <p>三、铝单质</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物理性质</li> <li>2. 化学性质</li> <li>3. 制备</li> <li>4. 用途</li> </ol> <p>四、铝的含氧化合物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氧化铝的两种晶型结构及性质</li> <li>2. 氢氧化铝的生成及性质</li> </ol> <p>五、铝的卤化物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 性质</li> <li>2. <math>\text{Al}_2\text{Cl}_6</math> 的结构分析</li> <li>3. <math>\text{Al}^{3+}</math> 的鉴定</li> </ol> <p>六、铍与铝的相似性（对角线规则）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 都是活泼金属</li> <li>2. 两性元素</li> <li>3. 卤化物都是共价型化合物，氧化物的熔点都较高</li> <li>4. 水合卤化物盐都易水解</li> </ol>

<p>教学重点难点</p>	<p>重点：1. 三卤化硼的结构和性质。 2. 硼砂可做缓冲溶液的原理分析。 难点：1. <math>\text{AlCl}_3</math> 的结构分析。 2. 硼酸盐的结构。硼砂珠实验。</p>
<p>教学方法和手段</p>	<p>1. 本节内容以多媒体结合板书讲授为主，注意启发和引导学生。 2. 本章新的概念和化学反应方程式比较多，需要记得和分析原因的内容也比较多，所以一定要讲解透彻、重点突出。归纳总结本节的重要知识点。</p>
<p>互动环节 和实施过程</p>	<p>指导学生总结出本节课的重要知识点；找同学根据所讲内容指出氢氧化铝的性质，与中学所学内容是否一致，有什么区别。</p>
<p>“课程思政” 教育内容</p>	<p><b>辩证思维</b>——通过氢氧化铝的两性，即可以和酸反应，当反应环境变化为碱性介质，也可以发生反应，来培养学生的辩证性思维。</p>
<p>课后作业、思考题 及阅读书目</p>	<p>作 业：第 505 页习题 13-6 (2) ， 13-7 (7,9,14) ， 13-8 (1,2) 。</p> <p>课下活动设计：根据所学内容，对本章按知识点进行总结归纳。查阅资料来解释 <math>\text{BF}_3</math> 的分子以单聚形式存在，而 <math>\text{AlCl}_3</math> 的分子聚合趋势很大的原因？</p>
<p>学生课下活动设计 及下次课预习内容</p>	<p>1. 镓、铟、铊的单质及其化合物的性质。 2. 碳的同素异形体有哪些？具有的结构是什么？ 3. 碳单质和碳的化合物的性质。</p>
<p>教学后记</p>	<p>这节课涉及到铝的内容比较多，大部分同学都记得中学所学的内容，所以通过主学生的表情变化，可以判断学生已经掌握了此部分内容。而且学生上课注意力比较集中稳定，课堂气氛比较活跃、和谐,师生情感交流融洽正常，学生发言也比较积极，感觉教学效果比较满意。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 5 次）
章（节）内容	13.3 镓、铟、铊 第 14 章 碳族元素 14.1 碳单质及其化合物（1）
教学目的	1. 掌握镓单质的物理性质及作用。 2. 掌握镓、铟、铊单质与氧化性酸及非氧化性酸的产物。 3. 掌握铊（Ⅲ）的强氧化性；惰性电子对效应。 4. 掌握碳的同素异形体的结构及性质。
教学要点	一、镓、铟、铊单质 1. 物理性质 2. 化学性质 注意 Tl 单质与非氧化性酸和氧化性酸的产物的价态的变化。 二、镓、铟、铊化合物 1. 镓、铟、铊氧化物及氢氧化物的存在形式。 2. 镓、铟、铊氧化物及氢氧化物的稳定性变化趋势。 3. 惰性电子对效应 4. 硼族元素卤化物性质比较 三、碳族元素概述 1. 包含元素 2. 元素结构特点 3. 存在形式 四、碳单质及其化合物 1. 碳元素的单质 （1）碳的同素异形体 （2）碳单质的还原性 2. 碳的含氧化合物 （1）一氧化碳（结构、性质） （2）二氧化碳（结构、性质）

<p>教学重点难点</p>	<p>重点：1. 惰性电子对效应的应用及影响。 2. 对碳的三种同素异形体的结构分析。 3. 对碳的含氧化合物的结构分析。 难点：1. CO、CO<sub>2</sub> 结构分析及存在的键型。</p>
<p>教学方法和手段</p>	<p>1. 本节内容以学生讲授为主，注重启发和引导学生。 2. 本章新的概念和化学反应方程式比较多，需要记忆和分析原因的内容也比较多，所以一定要讲解透彻、重点突出。归纳总结本章的重要知识点。</p>
<p>互动环节 和实施过程</p>	<p>课前布置讲解任务，小组进行讨论设计授课内容。指导学生总结出具有惰性电子对效应的离子，用热力学角度分析耦合反应的机理。让学生重点分析 CO<sub>2</sub> 分子中形成的离域派键。</p>
<p>“课程思政” 教育内容</p>	<p><b>环境保护</b>——通过二氧化碳的温室效应作用而引起气候的改变造成的严重后果，引起同学们对环境保护的强烈意识。另外可以结合习总书记在 75 届联合国大会中提出的碳达峰和碳中和目标，让同学们反思以后采取什么措施才能实现这个目标？同学们应该怎么做？共同挖掘思政元素。</p>
<p>课后作业、思考题 及阅读书目</p>	<p>作 业：第 552 页习题 14-2 (1)(3)(4)(7)(17)。 课下活动设计：根据所学内容，对本章按知识点进行总结归纳。 思考题：为什么难溶的碳酸盐如 CaCO<sub>3</sub>，其酸式盐溶解度比正盐的溶解度大；而酸式盐 NaHCO<sub>3</sub>，KHCO<sub>3</sub> 的溶解度却小于相应的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>？</p>
<p>学生课下活动设计 及下次课预习内容</p>	<p>1. 查阅相应参考文献解答如何除去氢气中少量一氧化碳杂质？ 2. 有一白色粉末是 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>，Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，NaClO<sub>3</sub>，Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 中的其中一种，试设计实验加以说明。完成本次课的课后测试和下节课课前测试。 3. 小组讨论碳达峰和碳中和的相关知识，下次课进行小组汇报。 4. 预习硅单质及其化合物相关知识。</p>
<p>教学后记</p>	<p>学生的学习不单单是为了获得知识，而是培养自己形成一种独立思维和求知思维的方式，进而实现“信息-知识-认知”的转化，真正的教育是教育者和被教育者共同体会、思考以及反思的过程。所以在教学设计时要思考如何让学生具有这种能力。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 6 次）
章（节）内容	14.1 碳单质及其化合物 （2） 14.2 硅单质及化合物 （1）
教学目的	1. 掌握碳酸及碳酸盐的结构和性质。 2. 理解硅单质的性质和制备方法。 3. 掌握硅的含氧化合物的结构和性质。
教学要点	<p>一、碳酸及碳酸盐</p> <p>1. 碳酸 （1）结构：离域派键的分析 （2）性质：二元弱酸性</p> <p>2. 碳酸盐 （1）结构：离域派键的分析 （2）性质 水解性 溶解性 碳酸盐沉淀的生成 碳酸盐的稳定性</p> <p>二、硅单质</p> <p>1. 硅单质的性质 2. 硅单质的生产和纯化</p> <p>三、硅的含氧化合物</p> <p>1. 二氧化硅（二氧化硅与氢氟酸的反应） 2. 硅酸和硅酸盐 制备、性质</p>
教学重点难点	<p>重点：1. 碳酸及碳酸盐的结构分析。 2. 碳酸盐沉淀产物的判断，碳酸盐热稳定性分析及溶解性。 3. 二氧化硅的性质。</p> <p>难点：1. 单质硅的化学性质即与混酸的反应。 2. 二氧化硅与氢氟酸的反应及各种硅酸的组成。</p>

教学方法和手段	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本节内容以学生讲授为主，适当进行点评。</li> <li>2. 本章新的概念和化学反应方程式比较多，需要记的和分析原因的内容也比较多，所以让学生讲授时候一定要讲解透彻、重点突出。</li> </ol>
互动环节和实施过程	<p>提前布置授课内容，上课时小组按顺序进行讲授。指导学生总结出本节课的重要知识点，请讲授同学重点分析碳酸及碳酸根的大派键的形成；为什么难溶的碳酸盐如 <math>\text{CaCO}_3</math>，其酸式盐溶解度比正盐的溶解度大；而酸式盐 <math>\text{NaHCO}_3</math> 和 <math>\text{KHCO}_3</math> 的溶解度却小于相应的 <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> 和 <math>\text{K}_2\text{CO}_3</math>？。</p>
“课程思政”教育内容	<p><b>直面困难</b>——通过硅单质的制备和其他物质的多种制备过程和方法，引导学生在面对困难时候，一定要有信心战胜困难，因为条条道路通罗马。</p>
课后作业、思考题及阅读书目	<p>作 业：第 553 页习题 14-2 (1)(3)(4)(7) (8) (10) (17)。</p> <p>课下活动设计：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根据所学内容，对本章按知识点进行总结归纳。硅酸盐的结构有哪些种基本类型？其结构单元是什么？试用图示的方法表示各种结构，并分别写出各种结构的化学通式。</li> <li>2.</li> </ol>
学生课下活动设计及下次课预习内容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 试讨论碳酸分子及碳酸根离子的成键情况。</li> <li>2. 硅酸盐的性质及硅烷的结构及性质。</li> <li>3. 完成本节课的课后测试和下节内容的课前测试及问题讨论。</li> </ol>
教学后记	<p>本节课和上册内容结合紧密，要想让学生更好的掌握所学知识，教学应“以学生为中心”，要做好课程设计，精心设计互动环节，更好地促进学生由被动学习转变为主动学习。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 7 次）
章（节）内容	14.2 硅单质及化合物（2） 14.3 锗、锡、铅
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掌握硅烷的化学性质和硅的卤化物的化学性质。</li> <li>2. 掌握锗、锡、铅单质的性质。</li> <li>3. 掌握锗、锡、铅含氧化合物及氯化物的性质。</li> </ol>
教学要点	<p>一、硅的氢化物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 硅烷的制备</li> <li>2. 硅烷的性质（与甲烷比较）               <ol style="list-style-type: none"> <li>（1）热稳定性</li> <li>（2）还原性</li> <li>（3）水解性</li> </ol> </li> </ol> <p>二、硅的卤化物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物理性质</li> <li>2. 化学性质               <p>（注意 <math>\text{SiCl}_4</math> 的水解反应机理）</p> </li> <li>3. 制备（注意耦合反应的解释）</li> </ol> <p>三、锗 锡 铅</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物理性质</li> <li>2. 化学性质（与 <math>\text{HCl}</math>、氧化性酸、碱的反应）</li> <li>3. 锗 锡 铅的制备</li> </ol> <p>四、锗 锡 铅化合物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氧化物（注意二氧化铅的强氧化性，四氧化三铅的成分鉴别方法）</li> <li>2. 氢氧化物</li> <li>3. 卤化物（注意碘化铅溶于过量的 <math>\text{KI}</math> 溶液中）</li> <li>4. 硫化物（硫化物的颜色、酸、碱性）</li> </ol>
教学重点难点	<p>重点：1. 硅烷的化学性质及与甲烷的对比。</p> <p>2. 卤化物的水解反应机理。</p> <p>3. 二氧化铅的强氧化性，四氧化三铅的成分鉴别方法。</p> <p>难点：1. 解释制备硅的卤化物的耦合反应。</p> <p>2. 锗 锡 铅硫化物的颜色；碘化铅的溶解性。</p>

教学方法和手段	<p>1. 本节内容以讨论为主，学生讲解，注重启发和引导学生。</p> <p>2. 本章新的概念和化学反应方程式比较多，需要记的和分析原因的内容也比较多，所以一定要让学生提前做好准备，讲解透彻、重点突出。归纳总结本章的重要知识点。</p>
互动环节 和实施过程	<p>学生讲解锆锡铅的主要知识，指导学生总结出本节课的重要知识点，和总结出已学制备反应中的耦合反应。</p>
“课程思政” 教育内容	<p><b>敬畏生命，保护环境</b>——通过环境中重金属铅的排放而导致的环境污染，对环境和人类的危害图片，让学生产生对不良生产行为深恶痛绝以及保护环境、敬畏生命的意识。</p>
课后作业、思考题 及阅读书目	<p>作 业：第 534 页习题 14-3 (2)(4)(7)(14)(16)(17)(18)；14-4 (7)；14-5 (1) (2)；14-6；14-7 (4) (7)；14-8 (2)。</p> <p>思考题：如何设计实验鉴定四氧化三铅含有的氧化态？</p>
学生课下活动设计 及下次课预习内容	<p>课下活动设计：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 试总结碳族各元素性质的递变规律，并讨论其原因？</li> <li>2. 小组准备氮单质的结构及应用；氨的制备及反应条件的分析，如果你是氨的生产厂的厂长你应该怎么做？下次课找同学汇报。</li> </ol> <p>下次课预习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氮族元素存在形式及通性。</li> <li>2. 氮分子的结构及氮的成键特征。</li> <li>3. 氮的氢化物。</li> </ol>
教学后记	<p>本次课的内容比较多，反应方程式也比较多，同学们感觉无机化学很杂，不好记住反应方程式。还需课后思考如何解决这个问题，调动学生的积极性和面对困难时的态度。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 8 次）
章（节）内容	第 15 章 氮族元素 15.1 氮的单质 15.2 氮的氢化物
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解氮族元素的通性。</li> <li>2. 掌握氮分子的结构和性质。</li> <li>3. 掌握氮的氢化物的结构和性质。</li> </ol>
教学要点	<p>一、氮族元素概述</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氮族元素价电子构型：<math>ns^2np^3</math></li> <li>2. 铍的惰性电子对效应</li> <li>3. 存在形式</li> </ol> <p>二、氮的单质</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>N_2</math> 分子的结构</li> <li>2. <math>N_2</math> 分子的性质</li> <li>3. 氮的制备</li> </ol> <p>三、氮的成键特征</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 离子键</li> <li>2. 共价键</li> <li>3. 配位键</li> </ol> <p>四、氮的氢化物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氨(<math>NH_3</math>)及铵盐（制备、结构和性质）</li> <li>2. 联氨——<math>N_2H_4</math>（肼）（制备、性质）</li> <li>3. 羟胺 <math>NH_2OH</math>（结构、性质、用途）</li> <li>4. 叠氮酸（<math>HN_3</math>）（制备、结构和性质）</li> <li>5. 氮的氢化物的酸碱性、配位性、还原性的比较</li> </ol>
教学重点难点	<p>重点：1. 氮的价层电子构型及氧化态。 2. 氮的氢化物和氧化物的性质。</p> <p>难点：1. 氮的氢化物的结构分析。 2. 氮的氢化物的碱性、还原性大小比较。</p>

教学方法和手段	<p>1. 本节内容板书与多媒体结合，以讲授和讨论结合，注重启发和引导学生。</p> <p>2. 本章新的化合物和化合物结构分析比较多，需要掌握的方程式也比较多，所以一定要讲解透彻、重点突出。归纳总结本章的重要知识点。</p>
互动环节和实施过程	<p>指导学生总结出本节课的重要知识点，请学生根据所讲内容来分析氮的氢化物的结构。</p>
“课程思政”教育内容	<p><b>环境保护意识</b>——氮的氧化物对环境产生空气污染，形成酸雨，对环境的破坏，“世界八大公害事件”举例，汽车尾气的排放对人类健康的影响等，让学生产生保护环境意识。</p>
课后作业、思考题及阅读书目	<p>作业：第 584 页习题 15-2，15-6。</p> <p>思考题：如何比较氨、联氨、羟胺三种物质的碱性、还原性、配位性的大小？</p>
学生课下活动设计及下次课预习内容	<p>课下活动设计：根据所学内容，对本章按知识点进行总结归纳。查阅资料来分析叠氮酸重氮的杂化类型。</p> <p>预习内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氮的氧化物的结构和性质。</li> <li>2. 亚硝酸、硝酸及其盐的结构和性质。</li> </ol>
教学后记	<p>本节课同学们表现优异。在授课过程中，化学教师针对化学教学与学习过程的关键环节收集反馈信息，从而准确获取了有关学生学习、发展和教学状况的真实反馈。</p> <p>在课堂中，同学们积极参与讨论，积极回答问题，学习的主动性很高，主动展示自己的见解，有自己的看法。授课结合多媒体课件，列举实例，激发了学生的学习兴趣。思考如何体现高阶性和创新性？</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 9 次）
章（节）内容	第 15 章 氮族元素 15.3 氮的含氧化合物
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掌握氮的氧化物的结构和性质。</li> <li>2. 掌握亚硝酸及其盐的结构和性质。</li> <li>3. 掌握硝酸及其盐的结构和性质。</li> <li>4. 掌握硝酸根和亚硝酸根的鉴别方法。</li> </ol>
教学要点	<p>一、氮的含氧化合物</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氮的氧化物               <ul style="list-style-type: none"> <li><math>N_2O</math> 的制备、结构和性质</li> <li><math>NO</math> 的制备、结构和性质</li> <li><math>N_2O_3</math> 的制备、结构和性质</li> <li><math>NO_2</math> 的制备、结构和性质</li> <li><math>N_2O_5</math> 的制备、结构和性质</li> </ul> </li> <li>2. 共同特点</li> <li>3. 存在形式</li> </ol> <p>二、亚硝酸及其盐</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 制备</li> <li>2. 结构</li> <li>3. 性质</li> </ol> <p>三、硝酸及其盐</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 硝酸的制备</li> <li>2. 硝酸的结构（注意离域派键的分析）</li> <li>3. 硝酸的性质（硝酸的浓度、金属的活泼性对产物的影响）</li> <li>4. 王水的作用</li> <li>5. 硝酸盐（硝酸盐受热分解产物分析及影响因素）</li> </ol>
教学重点难点	<p>重点：1. 氮的各种氧化物的结构分析。</p> <p>2. 亚硝酸及其盐、硝酸及其盐的结构分析。</p> <p>难点：1. 硝酸与金属反应产物如何判断。</p> <p>2. 硝酸盐受热分解产物及影响因素的分析。</p>

<p>教学方法和手段</p>	<p>本节内容涉及不同价态氮的氧化物和含氧酸（盐）的结构，若清楚的把这些化合物的结构分析清楚，需要综合无机化学 1 原子结构的诸多知识，故以<b>教师讲授结合学生讨论，师生共同总结</b>的方式进行教学。</p> <p>第一部分氮的氧化物中教师重点讲解 <math>\text{N}_2\text{O}</math>、<math>\text{NO}</math> 和 <math>\text{N}_2\text{O}_3</math> 的结构，而氧化物 <math>\text{N}_2\text{O}_4</math>、<math>\text{NO}_2</math>、<math>\text{N}_2\text{O}_5</math> 的结构及性质由同学们讨论完成，重点讨论 <math>\text{NO}_2</math> 的成键情况，依据中心原子 N 采取等性和不等性 <math>\text{sp}^2</math> 的杂化类型，得出 <math>\text{NO}_2</math> 中的离域 <math>\pi</math> 键的不同类型 <math>\pi_3^4</math> 和 <math>\pi_3^3</math>，并分析两种离域 <math>\pi</math> 键的优缺点。通过该部分的学习，请同学们总结化合物中形成离域 <math>\pi</math> 键的三个条件。</p> <p>第二部分亚硝酸及其盐采取讨论式教学，分组由学生汇报讨论结果亚硝酸（盐）的制备和结构，并总结亚硝酸的化学性质——不稳定性、氧化还原性等。</p> <p>第三部分硝酸及其盐为本节的重点内容，因此以讲授法为主，该部分内容涉及运用化学原理解释硝酸（盐）中存在的规律，注意引导学生发散思维，启发学生解释化学问题的角度和方式。</p> <p>第四部分氮的卤化物由师生共同完成，由教师提前布置问题 <math>\text{NCl}_3</math> 的水解原理，请学生上讲台讲解，其他同学评论。</p>
<p>互动环节 和实施过程</p>	<p>本节包括四部分内容，其中前两部分为 1 学时（45 min），后两部分为 1 学时（45 min）。各部分依据不同的教学方法采取不同的实施过程，具体如下：</p> <p><b>一、氮的氧化物（约 35 min）</b></p> <p>氮的氧化物这部分讲解结合讨论共约 30 min，教师讲解 <math>\text{N}_2\text{O}</math>、<math>\text{NO}</math> 和 <math>\text{N}_2\text{O}_3</math> 的制备、结构及性质共约 15 min，学生讨论 <math>\text{N}_2\text{O}_4</math>、<math>\text{NO}_2</math>、<math>\text{N}_2\text{O}_5</math> 的结构及性质约 15 min，师生共同小结化合物中存在离域 <math>\pi</math> 键的三个条件约 5 min。</p> <p><b>课程导入：</b>根据中学化学知识，请同学们说出氮的氧化物都有哪几种？同学们共同回答 <math>\text{NO}</math>、<math>\text{NO}_2</math> 等，由教师完善补充后，指出不同价态氮的氧化合物从 +1 到 +5 价态的 <math>\text{N}_2\text{O}</math>、<math>\text{NO}</math>、<math>\text{N}_2\text{O}_3</math>、<math>\text{NO}_2</math>（<math>\text{N}_2\text{O}_4</math>）和 <math>\text{N}_2\text{O}_5</math> 都存在，那么这些物质的具体结构和性质如何以及如何制备的呢？这些是我们这部分要解决的问题。</p> <p><b>讲解过程：</b></p> <p>1. <math>\text{N}_2</math></p>

O 的结构是直线型的不是 V 型的，这一问题需要重点讲解的内容。教师讲解的过程可以假定  $N_2O$  是 V 型的，然后分析会得到矛盾的结论。若按照  $N_2O$  是直线型的分析，则不会产生矛盾的结论，接着继续分析杂化成键后，N 和 O 原子中还存在未参与杂化的电子，能够形成离域  $\pi$  键，进而再分析存在两个  $\pi_3^4$  离域  $\pi$  键。在清楚结构的基础上讲解性质以及制备方法，则学生们容易接受。

2. NO 属于异核双原子分子，采用分子轨道理论解释更适合。为了分析离域  $\pi$  键及类型，教师主要还要结合价键理论分析成键的类型及未参与成键的电子对称性情况。NO 的性质及制备中学化学内容已经包含，所以课上不具体讲解。

3.  $N_2O_3$  由于不稳定，所以并不多见，性质和制备不做重点讲解，主要讲解  $N_2O_3$  的结构及存在的离域  $\pi$  键类型，为接下来的  $N_2O_4$ 、 $N_2O_5$  的结构讨论做好铺垫。

**讨论问题：**（1） $N_2O_4$  和  $N_2O_5$  的结构；（2） $NO_2$  的结构

**讨论提示**  $N_2O_4$  分子具有对称性，左右一致，只讨论一侧 N 中心（杂化类型）结合两个氧（成键）即可。 $N_2O_5$  是  $N_2O_4$  基础上存在一个 O 桥连接左右对称的  $NO_2$ 。

重点讨论  $NO_2$  的成键情况，依据中心原子 N 采取等性和不等性  $SP^2$  的杂化类型，得出  $NO_2$  中的离域  $\pi$  键的不同类型  $\pi_3^4$  和  $\pi_3^3$ ，并分析两种离域  $\pi$  键的优缺点。

**师生共同小结：** 化合物中形成离域  $\pi$  键的条件

- 1) 参与形成离域  $\pi$  键的 p 轨道不参与杂化的轨道；
- 2) 参与形成离域  $\pi$  键的几个 p 轨道尽可能共平面；
- 3) 参与形成离域  $\pi$  键的轨道中电子总数小于轨道数的 2 倍。

## 二、亚硝酸及其盐（约 10 min）

**讨论问题：** 亚硝酸  $HNO_2$  的制备、结构、性质。

$NO_2$  的结构中是否存在离域  $\pi$  键，若存在其类型。

**讨论提示：** 亚硝酸  $HNO_2$  存在顺式和反式结构， $NO_2^-$  采用价层电子对互斥理论分析中心原子的杂化方式、通过具体的杂化过程结合化合物中形成离域  $\pi$  键的条件分析。

**实施过程：** 请同学们分组讨论上述问题，派代表上台简单汇报讨论结果，同组的其他同学给与补充，其他小组成员和教师进

	行点评。
--	------

**小结：**亚硝酸的制备、结构和性质。请同学们思考亚硝酸盐有毒，外观上看起来与 NaCl 和硝酸盐一致，如何鉴别呢？

### 三、硝酸及其盐（约 35 min）

本部分涉及到含氧酸（盐）的结构和性质内容较多，又是本节的重点内容，故以讲授为主，注意引导学生积极思考，计划 35 min 完成，时间具体分配：硝酸（盐）的制备和结构约 10 min；硝酸性质约 10 min；硝酸盐的热分解规律及极化理论解释约 10 min；硝酸盐和亚硝酸盐的鉴别约 5 min。

**课程导入：**对于硝酸同学们并不陌生，中学化学详细学习过，知道硝酸的制备方法、酸性和氧化性。硝酸的很多性质由其结构决定的，所以我们重点来学习硝酸（盐）的结构。

#### 1. 硝酸的制备

请 1 名同学回答硝酸的实验室制备方法，教师在黑板上书写具体方程式。

#### 2. 硝酸（盐）的结构

HNO<sub>3</sub> 分子中中心原子 N 采取 SP<sup>2</sup> 杂化，根据杂化过程具体分析离域 π 键的类型。此外，HNO<sub>3</sub> 分子中还存在氢键，复习氢键的形成条件和类型。硝酸盐（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>）的结构讲解，以及离域 π 键 π<sub>4</sub><sup>6</sup> 的形成过程讲解是本部分的重点内容，结合杂化轨道理论的相关知识讲解须透彻，简洁清晰，增强和学生的互动。

#### 3. 硝酸的性质

酸性、强氧化性、不稳定性、能够发生有机硝化反应。重点讲解 HNO<sub>3</sub> 的强氧化性，Zn 与不同浓度的 HNO<sub>3</sub>（浓、稀、较稀、极稀）反应得到不同的产物，说明硝酸的氧化性受浓度的影响，教师讲清楚具体的原因。

#### 4. 硝酸盐的热分解规律

首先讲清楚硝酸盐不稳定易分解原因（极化理论），接着给出金属活动性顺序表中的金属硝酸盐热分解的规律，并阐明具体原因。

#### 5. 硝酸盐和亚硝酸盐的鉴定

介绍定性鉴别的三种方法，分别是 AgNO<sub>3</sub> 法；KMnO<sub>4</sub> 法；FeSO<sub>4</sub> 法，师生共同书写方程式并说明具体的实验现象差别。

### 四、氮的卤化物（约 10 min）

	<p><b>预留问题:</b> <math>\text{NCl}_3</math> 与 <math>\text{NF}_3</math> 类似, 而 <math>\text{NF}_3</math> 比 <math>\text{NCl}_3</math> 稳定, <math>\text{NCl}_3</math> 易水解, 解释原因, 并阐述 <math>\text{NCl}_3</math> 的水解原理。</p> <p><b>问题提示:</b> 从 F 和 Cl 原子的电负性方面进行考虑。</p> <p><b>实施过程:</b> 请两名同学回答课前预留的问题, 并请一名同学上台采用图示法讲解 <math>\text{NCl}_3</math> 的水解原理, 教师给与补充。</p>
“课程思政” 教育内容	<p><b>量质互变规律</b>——硝酸的浓度影响硝酸的氧化性的化学性质, 培养学生的量质互变规律的辩证性思维意识。</p>
课后作业、思考题 及阅读书目	<p>作 业: 第 586 页习题 15-7 (2)(3)(5)(9)</p> <p>思考题: 有人提出由 <math>\text{NO}_2</math> 的磁性测定数据分析 <math>\text{NO}_2</math> 分子在的离域 <math>\pi</math> 键是 <math>\pi_3^4</math> 还是 <math>\pi_3^3</math>。你认为是否可行, 为什么?</p> <p>阅读书目: 《化学之路》, 林承志编著, 科学出版社, 2014 (注: 查找并阅读推荐书目中氮的氧化物相关内容, 进一步了解氮的含氧化合物的发现和应用等课本以外的延伸知识)</p>
学生课下活动设计 及下次课预习内容	<p>课下活动设计: 绘制不同价态氮的氧化物的结构、性质和制备的表格, 并标明结构中存在的离域 <math>\pi</math> 键类型。总结硝酸的结构、性质, 并总结硝酸结构与性质之间的对应关系。</p> <p>任务: 完成本节课的线上课后测试和下节课的课前测试及问题讨论。</p> <p>预习内容:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 单质磷的制备、同素异形体的结构和性质;</li> <li>2. 磷的氢化物 (<math>\text{PH}_3</math>) 的制备、结构及性质;</li> <li>3. 磷的氧化物 (<math>\text{P}_4\text{O}_6</math>、<math>\text{P}_4\text{O}_{10}</math>) 的制备、结构及性质;</li> <li>4. 不同价态磷 (+1、+3、+5) 的含氧酸 (盐) 结构及性质。</li> </ol>
教学后记	<p>本次的教学设计比较合理, 学生都能积极配合教学。教学重点难点也能抓准, 教学环节安排的比较合适, 还需继续优化。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 10 次）
章（节）内容	第 15 章 氮族元素 15.4 氮的卤化物 15.5 磷的单质及氢化物 15.6 磷的含氧化合物
教学目的	1. 了解氮的卤化物的性质及水解机理。 2. 了解磷的单质的制备方法。 3. 掌握磷的三种同素异形体的结构及物理、化学性质。 4. 了解磷的氢化物的制备，掌握磷的氢化物的性质。 5. 掌握 d-p 反馈 $\pi$ 配键的形成过程。
教学要点	一、氮的卤化物 1. 氮的卤化物的制备 2. 氮的卤化物的性质 3. 氮的个别卤化物性质比较 二、磷单质 1. 磷的成键特征 2. 磷单质的制备 3. 磷单质的同素异形体（白磷、红磷、黑磷） 4. 磷单质的物理和化学性质 5. 磷单质的结构分析 三、磷的氢化物 1. 磷的氢化物的制备 2. 磷的氢化物的性质 3. 磷的氢化物与 $\text{NH}_3$ 性质的比较（碱性、还原性、配位性及溶解性）及键角大小的比较

<p>教学重点难点</p>	<p>重点：1. 磷的卤化物的性质比较。 2. <math>\text{PH}_3</math> 与 <math>\text{NH}_3</math> 性质的比较。 难点：1. 磷的卤化物水解的机理。 2. d-p 反馈 <math>\pi</math> 配键的形成过程。</p>
<p>教学方法和手段</p>	<p>本节内容以教师讲授法结合学生讨论，师生共同总结的方式进行教学。第一部分磷单质和第四部分磷的含氧酸（盐）以教师讲授为主；第二部分磷的氢化物和第三部分磷的氧化物以学生讨论为主。具体如下：</p> <p><b>一、磷单质（讲授式）</b></p> <p>磷单质部分涉及到磷的同素异形体的结构相对复杂，而这特别的结构又决定了其转化的过程和性质的差异性，此部分主要由教师讲解为主。另外，磷单质的结构与磷的氢化物、氧化物的结构直接相关联，是本节的重点内容之一，所以一定要讲解透彻。根据磷的自燃性，让同学思考讨论原因。</p> <p><b>二、磷的氢化物（讨论式）</b></p> <p>磷的氢化物部分涉及的内容主要有 <math>\text{PH}_3</math> 的制备、结构和化学性质，相对较少，便于讨论。而结合着本章第二节学习过的 <math>\text{NH}_3</math> 的结构及性质的知识，讨论能够取得较好的效果。</p> <p><b>三、磷的氧化物（讨论式）</b></p> <p>磷的氧化物主要有 <math>\text{P}_4\text{O}_6</math> 和 <math>\text{P}_4\text{O}_{10}</math> 两种，涉及的内容主要是制备及性质。而在本节课的第一部分磷单质中教师已经重点讲解了磷单质（<math>\text{P}_4</math>）的结构，在此基础上让学生开展讨论是可行的，能够锻炼学生们对于知识学习前后贯通的能力。</p> <p><b>四、磷的含氧酸（盐）（讲授式）</b></p> <p>磷的含氧酸（盐）是本节的重点内容之一，因为涉及到的知识点相对较多，而含氧酸的结构中的 <math>\sigma</math> 配键和 d-p<math>\pi</math> 配键又相对比较复杂，物质的性质由结构决定的，所以对于结构部分必须讲解透彻。</p> <p>磷酸（<math>\text{H}_3\text{PO}_4</math>）在加强热的条件下能够脱水产生链状多磷酸和环状偏磷酸也是由结构决定的，相对较难，所以此部分以教师讲授为主。</p>

<p>互动环节 和实施过程</p>	<p>本节包括四部分内容，其中前三部分为 1 学时（45 min），第四部分为 1 学时（45 min）。讲授式和讨论式分别采取不同的实施过程，具体如下：</p> <p><b>一、磷单质（约 20 min）</b></p> <p><b>课程导入：</b>（1）根据中学化学知识，请同学们说出磷单质有哪些？（2）请同学们叙述磷单质（红磷、白磷）与氧气反应的情况。</p> <p><b>讲解过程：</b>根据同学们对问题（1）的回答，引出磷单质同素异形体的概念，除了白磷、红磷外还有黑磷。根据同学们对问题（2）的回答（白磷能够自燃；红磷需要点燃）分析磷同素异形体之间差异的根本原因，一定是受结构的影响，进而讲解白磷（四面体）、红磷（链状）、黑磷（片层）的结构，并进一步讲解由白磷向红磷和黑磷的转化条件。</p> <p>由于白磷 <math>P_4</math> 的 P-P 之间的夹角为 <math>60^\circ</math>，张力特别大，不稳定化学性质活泼，继而教师继续讲解以 <math>P_4</math> 为例的磷单质化学性质，与卤素反应、与热浓 NaOH 反应、与 <math>HNO_3</math> 反应和还原性。</p> <p><b>二、磷的氢化物（约 15 min）</b></p> <p><b>讨论问题：</b><math>PH_3</math> 的结构与 <math>NH_3</math> 相同是什么构型，键角、还原性和配位性与 <math>NH_3</math> 相比如何？解释产生结果的原因。</p> <p><b>讨论提示：</b>孤电子对与成键电子对之间的斥力，电负性的大小和原子半径等。</p> <p><b>实施过程：</b>本章第二节讲解 <math>NH_3</math> 的结构及性质，因此学生们很容易回答 <math>PH_3</math> 的空间构型为三角锥型。</p> <p>关于键角、还原性和配位性的讨论结果只存在两种答案，<math>NH_3</math> 大或 <math>PH_3</math> 大，找 3 名同学陈述支持自己观点的理由，键角和还原性的结论容易得出，解释也性对容易。对于配位性的结论解释由于以前没有涉及过，可能解释的不全面，要由教师具体补充。</p> <p><b>师生共同小结：</b>（1）键角 <math>NH_3</math> 大，N 的电负性大于 P，因此吸引 H 的能力强于 P，N-H 键长短于 P-H 键长，所以三个 N-H 键之间的斥力大于 P-H 键，因此键角 <math>NH_3</math> 大。（2）还原性 <math>PH_3</math> 较强，从原子半径解释。（3）配位性 <math>PH_3</math> 强于 <math>NH_3</math></p>
-----------------------	---

,中心原子 N 和 P 均可提供电子作为配位原子发生配合反应,但 P 还具有空的 3d 轨道能够接受金属离子提供的反馈 d 电子,形成 d-d 反馈  $\pi$  键,使配合物的键能增大,因此具有较强的配位性。

### 三、磷的氧化物 (约 10 min)

**讨论问题:** (1)  $P_4$  与  $O_2$  反应采用结构式表示出来,并解释生成的氧化物为什么以二聚体的形式存在。(2) 磷的两种氧化物的性质有哪些?

**讨论提示:** 从  $P_4$  的结构入手,展开讨论。

**实施过程** 本节的第一部分重点讲解磷单质  $P_4$  的结构,为本部分学生的讨论做好铺垫,因此该部分的两个问题讨论起来相对较容易。

**学生小结:**  $P_4 + 3O_2$  (不充足) =  $P_4O_6$  (水解性)

$P_4 + 5O_2$  (充足) =  $P_4O_{10}$  (水解性)

### 五、磷的含氧酸 (盐) (约 45 min)

本部分涉及到含氧酸 (盐) 的结构,相对复杂,又是本节的重点和难点内容,故以讲授为主,注意引导学生积极思考,计划 1 学时完成。

**课程导入:** 对于磷的含氧酸较熟悉的为  $H_3PO_4$  (P 为 +5 价),那么存不存在其他价态的 P 的含氧酸呢? 其结构和性质又有哪些特殊性?

**具体实施过程和时间分配:**

#### 1. 次磷酸 (盐) (约 15 min)

该部分主要讲授次磷酸 ( $H_3PO_2$ ) 的结构中的  $\sigma$  配键和 d-p $\pi$  配键形成,以及由这样的结构决定  $H_3PO_2$  的性质。

#### 2. 亚磷酸 (盐) (约 10 min)

由于亚磷酸 ( $H_3PO_3$ ) 与  $H_3PO_2$  的结构基本相似,所以请一名同学上台讲解  $H_3PO_3$  的结构和性质。

#### 3. 磷酸 (盐) (约 15 min)

1) 磷酸 ( $H_3PO_4$ ) 的结构与  $H_3PO_3$ 、 $H_3PO_2$  相似,由于前面教师和学生各讲解一遍,已经特别详细不需要再重复讲解了。

2) 该部分的重点内容是  $H_3PO_4$  的性质,尤其是脱水性。

$H_3PO_4$  是中等强度的三元酸,与  $H_2SO_4$ 、 $HNO_3$  不同,既没有

氧化性同时也没有固定的沸点，加热条件下发生脱水反应：

2mol  $\text{H}_3\text{PO}_4$  加热脱 1mol  $\text{H}_2\text{O}$  生成焦磷酸； 3mol  $\text{H}_3\text{PO}_4$

	<p>加热脱 2mol H<sub>2</sub>O 生成三磷酸 nmol H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 加热脱 (n-1) mol H<sub>2</sub>O, 生成链状的多磷酸。</p> <p>3mol H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 加热脱 3mol H<sub>2</sub>O 生成环状三偏磷酸; nmol H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 加热脱 nmol H<sub>2</sub>O, 生成环状的聚偏磷酸。</p> <p>3) 盐类的溶解性: 磷酸二氢盐 &gt; 磷酸一氢盐 &gt; 磷酸盐, 采用极化理论解释该现象。</p> <p>4) 磷酸盐 (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)、焦磷酸盐 (P<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>4-</sup>)、偏磷酸盐 (PO<sub>3</sub><sup>-</sup>) 的鉴定, 采用 AgNO<sub>3</sub> 法, 教师主要讲解实验操作注意事项, 具体实验现象待同学们在无机化学实验中去观察。</p> <p><b>4. 小结 (约 5 min)</b></p> <p>请 2-3 名同学总结该节课的内容, 并指出重点和难点内容。教师点评后布置本节课的作业和预习内容。</p>
“课程思政” 教育内容	<p><b>理论联系实际、唯物主义观</b>-通过白磷燃点低, 发光现象的性质, 让学生进行思考讨论“鬼火”的说法是否真实存在, 引导学生要根据理论学习内容解释自然现象, 另外要具有唯物主义观点, 不能出现唯心论。</p>
课后作业、思考题 及阅读书目	<p>作 业: 第 586 页习题 15-7 (2) (3)(4) (5)(6)(7)(8) (9) (10)。</p> <p>思考题: 根据所学内容, 对本章按知识点进行总结归纳。</p> <p>查阅资料解释为什么 PH<sub>3</sub> 的配位性大于 NH<sub>3</sub>?</p> <p>阅读书目:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 《中级无机化学》, 段莉梅编著, 天津科技出版社, 2017。</li> <li>2. 《化学之路》, 林承志编著, 科学出版社, 2014。</li> </ol> <p>(注: 查找并阅读推荐书目中磷及化合物相关内容, 进一步了解磷及其化合物的发现和应用等课本以外的延伸知识)</p>
学生课下活动设计 及下次课预习内容	<p>课下活动设计: 比较 PH<sub>3</sub> 与 NH<sub>3</sub> 的碱性、溶解性、还原性和配位性的大小并解释原因。</p> <p>预习内容:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 磷的卤化物的种类和性质。</li> <li>2. 砷、锑、铋的硫化物的颜色及性质。</li> <li>3. 砷、锑、铋的含氧酸的结构及性质。</li> </ol>
教学后记	<p>感觉教学设计提前做好, 在教学实施过程中就会更顺利。还需继续努力。</p>

## 无机化学（下）课程教案

授课时间（课次）	年 月 日 （第 周）星期 第 节 （第 11 次）
章（节）内容	第 15 章 氮族元素 15.7 磷的卤化物和硫化物 15.7 砷、锑、铋
教学目的	1. 掌握磷的硫化物的结构和性质。 2. 掌握磷的卤化物的水解机理及相关反应。 3. 了解磷的硫化物的种类及用途。 4. 了解砷、锑、铋单质的物理性质。 5. 掌握砷、锑、铋氢化物的化学性质。 6. 掌握砷、锑、铋含氧化合物、卤化物及硫化物的性质。
教学要点	一、磷的卤化物和硫化物 1. 磷的卤化物（三氯化磷的水解机理、结构及性质；五氯化磷的气态时的结构；固态下五氯化磷的晶体结构及含有的阴、阳离子形式） 2. 磷的硫化物（结构及应用） 二、砷、锑、铋 1. 砷、锑、铋的单质（物理性质、化学性质） 2. 砷、锑、铋的氢化物（物理性质、化学性质、古氏和马氏试砷法） 3. 砷、锑、铋的含氧化合物（物理性质、化学性质，三氧化二砷的溶解度与酸度的关系、五价铋的氧化性） 4. 砷、锑、铋卤化物的水解反应及硫化物的颜色和性质

<p>教学重点难点</p>	<p>重点: 1. 磷的卤化物的水解机理。砷、锑镜的制备方法及其反应式。 2. 三价铋转化成五价铋的条件及反应; 五价铋的氧化性。 3. 砷、锑、铋的氧化还原性及其氧化物和水合物的酸碱性及其变化规律。 4. 磷的含氧酸正盐的酸碱性比较及几种含氧酸盐的鉴别。 难点: 1. 砷、锑、铋卤化物的水解反应; 硫化物的颜色和性质; 砷分族硫化物与碱性试剂如硫化钠、多硫化钠、氢氧化钠的反应规律。 2. 砷镜反应; 鉴定砷的两种方法。</p>
<p>教学方法和手段</p>	<p>1. 本节内容以讲授为主, 注意启发和引导学生。 2. 本章新的概念和化学反应方程式比较多, 需要记得和分析原因的内容也比较多, 所以一定要讲解透彻、重点突出。归纳总结本章的重要知识点。</p>
<p>互动环节 和实施过程</p>	<p>指导学生总结出本节课的重要知识点, 请同学根据所需知识写出氮、磷、砷、锑、铋氯化物水解的产物并进行比较。</p>
<p>“课程思政” 教育内容</p>	<p><b>敬畏生命, 保护环境</b>——通过环境中磷的排放而导致的环境污染, 对环境和人类的危害图片, 让学生产生对不良生产行为深恶痛绝以及保护环境、敬畏生命的意识。</p>
<p>课后作业、思考题 及阅读书目</p>	<p>作 业: 第 587 页习题 15-8 (2)(4) 课下活动设计: 根据所学内容, 对本章按知识点进行总结归纳。并查阅资料解释如何配制三氯化锑和硝酸铋溶液?</p>
<p>学生课下活动设计 及下次课预习内容</p>	<p>课下活动设计: 比较砷、锑、铋的硫化物的颜色、酸碱性及其在盐酸、氢氧化钠和硫化钠等溶液中的溶解性。 任务: 完成本节课的线上课后测试和下节课的课前测试及问题讨论。 预习内容: 2. 氧族元素的概述。 3. 氧及其化合物的相关内容。</p>
<p>教学后记</p>	<p>从无机化学教学实践中, 只要我们充分挖掘课程中蕴含的丰富的课程思政元素, 并将其融入到教案设计与课堂教学等各个教学环节中, 使思政教育与化学教学有机地结合起来, 就能发挥教书育人功能。</p>

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/047100043026006113>