教案

**无机化学（第二版）**

**北京出版社**

### 课时分配表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **章序** | **课程内容** | **课时** | **备注** |
| **1** | **绪论** | **1** |  |
| **2** | **原子结构与元素周期表** | **6** |  |
| **3** | **分子结构** | **4** |  |
| **4** | **化学基础概念和热力学基础** | **4** |  |
| **5** | **分散系** | **6** |  |
| **6** | **化学平衡** | **4** |  |
| **7** | **酸碱反应** | **4** |  |
| **8** | **氧化还原平衡与电化学基础** | **4** |  |
| **9** | **沉淀溶解平衡** | **2** |  |
| **10** | **配位化合物** | **2** |  |
| **11** | **常见金属元素及其化合物** | **4** |  |
| **12** | **常见非金属元素及其化合物** | **4** |  |
| **总计** |  | **48** |  |

### 第12课 常见非金属元素及其化合物

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课题** | **常见非金属元素及其化合物** | |
| **课时** | 4课时（180min） | |
| **教学目标** | **知识技能目标**：  1.  掌握常见非金属元素及其重要化合物的性质；掌握各主族非金属元素性质中的一些变化规律。  2.  熟悉卤素、氧族元素、氮族元素、碳族元素等各族元素的通性。  3.  了解非金属元素在药学领域及生活、生产中的应用。  **思政育人目标：**  培养学生科学思维与求真精神；模型认知与抽象思维能力；探索精神与哲学思考。 | |
| **教学重难点** | **教学重点：**非金属元素在药学领域及生活、生产中的应用。  **教学难点：**常见非金属元素及其重要化合物的性质；各主族非金属元素性质中的一些变化规律。 | |
| **教学方法** | 讲授法、问答法、讨论法 | |
| **教学用具** | 电脑、投影仪、多媒体课件、教材 | |
| **教学设计** | 第1节课：考勤（2min）--知识讲解（40min）--作业布置（3min）  第2节课：知识讲解（40min）--课堂小结（5min）  第3节课：知识讲解（40min）--课堂小结（5min）  第4节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min） | |
| **教学过程** | **主要教学内容及步骤** | **设计意图** |
| **考勤**  **（2min）** | ■【教师】清点上课人数，记录好考勤  ■【学生】班干部报请假人员及原因 | 培养学生的组织纪律性,掌握学生的出勤情况 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】第一节 卤族元素**  周期表中Ⅶ A 族的氟（F）、氯（Cl）、溴（Br）、碘（I）、砹（At），统称为卤族元素，简称卤素，希腊原文是成盐元素，因易与典型金属元素化合生成盐而得名。在自然界中，主要以盐的形式存在。  **一、卤族元素的通性**  卤族元素的一些基本性质见表 11-1。    **二、卤化氢和卤化物**  （一）卤化氢  卤化氢（HX）均为无色、有强烈刺激性气味的气体，在空气中易与水蒸气结合形成白色酸雾。HX 为极性分子，极易溶于水，其水溶液称为氢卤酸。  纯的氢卤酸都是无色液体，具有挥发性。除氢氟酸因 HF 分子间以氢键缔合而显弱酸性外，氢氯酸（即盐酸）、氢溴酸、氢碘酸均为强酸，酸性递变顺序为：HI＞HBr＞HCl＞HF。盐酸为最常用的强酸之一。    （二）卤化物  大多数金属卤化物易溶于水，但氯、溴、碘的银盐则难溶于水中。表 11-2 中列出了 AgX（X ＝ Cl、Br、I）的一些常用性质。    （二）氯酸及其盐  氯酸是一种强度与盐酸、硝酸接近的强酸。氯酸钾是最重要的氯酸盐。  氯酸钾是一种无色透明的晶体，在催化剂存在下受热，分解为氯化钾和氧气。  这是实验室中制备氧气的方法。固体氯酸钾与易燃物质（如硫、磷、碳等）混合后，经摩擦或撞击就会发生爆炸，用于制造炸药、烟火、火柴等。  （三）高氯酸及其盐  高氯酸是迄今最强的无机酸，在氯的含氧酸中最稳定，能够比较稳定地存在于冷、稀溶液中。分析化学中，高氯酸的冰醋酸溶液是非水酸碱滴定常采用的标准溶液，用于含碱性基团的有机物的含量测定。各国药典收载，有许多药品的含量测定都采用了高氯酸的冰醋酸溶液进行非水滴定。  高氯酸盐大多易溶于水，但高氯酸钾难溶于水，故高氯酸可用于鉴定 K+ 。  **四、拟卤素**  某些原子团在游离状态时类似卤素单质，形成离子时与卤离子性质相似，这些原子团称为拟卤素，又称为类卤素。重要的拟卤素有氰 [(CN)2 ] 和硫氰 [(SCN)2]，其对应阴离子为氰离子（CN-）和硫氰酸根离子（SCN-）。  （一）氢氰酸和氰化物  氢化氰（HCN）的水溶液称氢氰酸，是一种挥发性弱酸，其盐称为氰化物，常见的有氰化钠和氰化钾，易溶于水。氢氰酸和氰化物均为剧毒品，毫克数量级即可致死。氰化物固体必须密封保存，溶液必须保持强碱性。工业废水中氰化物排放标准应该控制在0.05 mg·L-1 之内。  氰离子具有还原性和强配位性。氯气可以氧化废水中的氰化物。  （二）硫氰化物  硫氰化物又称硫氰酸盐，大多易溶于水。硫氰酸根离子能与许多过渡金属离子形成配合物，其中与 Fe3+ 形成血红色配合物是鉴定 Fe3+ 和 SCN- 的特效反应。  **【学生】**思考、讨论。 | **展示卤族元素，让学生更加仔细的阅读，从而激发学生的学习欲望。** |
| **作业布置**（3min） | **【教师】**布置课后作业 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】第二节 氧族元素**  周期表中Ⅵ A 族的氧（O）、硫（S）、硒（Se）、碲（Te）、钋（Po），合称氧族元素，希腊原文为成矿元素，因许多金属在地壳中以氧化物和硫化物的形式存在而得名。本节主要讨论最常见的氧族元素——氧和硫。   1. **氧族元素的通性** 2. **氧和氧的化合物**   氧是地球上含量最多、分布最广的元素（约为地壳重量的 47%），空气中含有氧单质（约占空气体积的 21%），人体及所有动植物体内、各种矿物岩石中都含有化合态的氧。  （一）臭氧  高空中的氧气分子，打雷时在电火花作用下发生反应，产生臭氧（O3）。臭氧很不稳定，用紫外线照射，又分解产生氧气。  臭氧是蓝色气体，因有特殊的鱼腥臭味而得名，是一种很强的氧化剂（仅次于 F2）， 并具有杀菌能力，用于饮水消毒、空气净化以及含有机物废水的处理。  （二）过氧化氢  过氧化氢（H2O2）俗称双氧水，是一种无色液体，可与水以任意比例混溶。通常所用的双氧水为过氧化氢的水溶液。  H2O2 分子中有一个过氧基—O—O—，每个氧原子连一个氢原子。   1. **硫和硫的化合物**   硫以游离态和化合态两种形式存在于自然界中。  （一）单质硫  硫单质有多种同素异形体，最常见的是淡黄色、有微臭的斜方硫晶体，不溶于水，易溶于 CS2、CCl4 等有机溶剂中。硫在医药上用于制治疗癣疥等皮肤病的硫磺软膏，农业上用于生产杀虫剂，橡胶工业中用于橡胶的硫化；火药、火柴、焰火、纸张及化工原料等中大量使用硫。    3. 过二硫酸盐 分子中含过氧基的硫的含氧酸称为过硫酸。  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解氧族元素的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （5min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **知识讲解**（40min） | **【教师】第三节 氮族元素**  周期表中Ⅴ A 族的氮（N）、磷（P）、砷（As）、锑（Sb）、铋（Bi），合称氮族元素。氮和磷是构成生命体的重要元素，氮在蛋白质中的质量分数约为 16%，而蛋白质是一切生命过程的物质基础；磷存在于植物种子的蛋白质和动物脑、血液和神经组织的蛋白质中。我国磷、锑资源丰富，锑矿储量居世界首位，磷矿居世界第二位。  **一、氮族元素的通性**  氮族元素随着原子序数的递增，从典型的非金属元素（N、P）过渡到典型的金属元素（Bi），表现出一个完整的过渡。氮族元素的主要氧化数为 -3、+3 和 +5，由于电负性较小，形成正氧化数的趋势较明显，与电负性较大的元素结合时，氧化数主要为 +3和 +5。  **二、氮的氧化物**  氮可以形成氧化数由 +1 到 +5 的 多 种 氧 化 物， 如：N2O、NO、N2O3、NO2 （或N2O4）、N2O5，其中以 NO 和 NO2 最为重要。  工业尾气、燃料废气和汽车尾气中含有的氮氧化物（主要是 NO 和 NO2）是大气污染的主要来源。NO 与血红素结合形成亚硝基血红素而引起中毒，NO2 严重刺激呼吸器官、使血红素硝化。  闪电使空气中的 N2 和 O2 反应生成 NO，并即被氧化为 NO2，NO2 再被雨水吸收转化为硝酸而进入土壤，成为植物的养料。  **三、氨和铵盐**  （一）氨  常温下，氨（NH3）是具有刺激性气味的无色气体，很容易被液化为液氨并放出大量的热，而液氨汽化时则吸收大量的热，使周围温度急剧下降，故氨常用作冷冻机的循环制冷剂。  氨为极性分子，且能与水分子间形成氢键，所以极易溶解在水中，其水溶液称氨水。氨水中，氨主要以水合物 NH3·H2O 的形式存在，少数 NH3·H2O 发生电离，使氨水显碱性，对应的盐叫作铵盐。  （二）铵盐  铵盐一般为无色晶体，易溶于水。其中，硫酸铵、硝酸铵和碳酸氢铵可用作化学肥料。由于 NH3 的挥发性和弱碱性，铵盐遇强碱分解放出氨气，这是鉴定铵离子的特效反应，实验室也常用该反应制备氨气。  （三）硝酸及其盐  纯硝酸为易挥发、具有刺激性气味的无色液体。硝酸是三大无机强酸之一，具有酸的通性。但硝酸不稳定，浓硝酸见光或受热易分解。  浓硝酸与浓盐酸的混合物（1∶3）称为王水。王水的氧化能力比硝酸更强，可溶解不溶于硝酸的金、铂等贵金属。  硝酸盐均为易溶于水的无色晶体，不稳定，受热易分解而产生氧气，可作为高温时的供氧剂。  **四、磷和砷**  （一）磷  磷的重要化合物有磷酸酐、磷的含氧酸（表 11-8）及其盐。  磷酸酐（P4O10，简写为 P2O5）是一种白色雪花状晶体，具有强烈的吸水性，是实验室常用的、吸水性最强的干燥剂。磷酸酐与水作用时，随温度的不同而生成各种磷酸。  磷酸是一种非挥发性的中强三元酸，在磷的含氧酸中最稳定。磷酸受热脱水缩合生成焦磷酸、偏磷酸等多磷酸。  磷酸盐分为磷酸正盐、磷酸一氢盐和磷酸二氢盐。磷酸二氢盐均易溶于水，而磷酸一氢盐和磷酸正盐中仅有钠、钾、铵盐易溶于水。其中，磷酸银为浅黄色的固体，可溶于氨水或稀硝酸中，中国药典中将此运用于磷酸盐的鉴别试验。磷酸二氢盐和磷酸一氢盐常用于实验室和药房工作中缓冲溶液的配制。  在含有硝酸的溶液中，将磷酸盐和过量的钼酸铵 [(NH4)2MoO4] 混合加热，慢慢析出黄色的磷钼酸铵沉淀，该反应用于鉴定磷酸根离子的存在。  （二）砷  砷能形成氧化数为 +3 和 +5 的氧化物（三氧化二砷 As2O3、五氧化二砷 As2O5）及其水合物（亚砷酸H3AsO3、砷酸 H3AsO4）。  三氧化二砷俗称砒霜，是一种剧毒的白色粉末状固体，致死量约为 0.1 g。As2O3与H3AsO3均为偏酸性的两性化合物，与碱中和生成亚砷酸盐。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过对概述的展示，让学生了解氮族元素的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （5min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **知识讲解**（40min） | **【教师】第四节 碳、硅、硼**  周期表中Ⅳ A 族的碳（C）、硅（Si）、锗（Ge）、锡（Sn）、铅（Pb），合称碳族元素，Ⅲ A 族的硼（B）、铝（Al）、镓（Ga）、铟（In）、铊（Tl），合称硼族元素。本节主要讨论碳、硅和硼元素。  碳族元素随着原子序数的递增，从典型的非金属元素（C、Si）经过准金属元素（Ge），过渡到典型的金属元素（Sn、Pb），它们的主要氧化数为 +4 和 +2，碳、硅的 +4氧化态的化合物比较稳定。  **二、碳及其化合物**  碳是地球上分布最广、化合物最多的元素。大气中的 CO2，矿物中的碳酸盐、碳单质、石油和天然气，动植物中的脂肪、淀粉、蛋白质和纤维素等均为碳的化合物。  活性炭是无定形碳（为微晶形石墨）经过特殊的活化处理而制得的单质碳，具有很强的吸附能力，是药物合成、天然药物有效成分分离提取、药品生产和药物制剂过程中常用的吸附剂，工业上广泛用于吸附杂质、脱色和制造防毒面具等。  碳酸是一种二元弱酸，也是碳的唯一含氧酸，可以形成碳酸盐和碳酸氢盐。碳酸氢盐均溶于水，而碳酸盐只有碱金属和铵盐易溶于水。在一定条件下，碳酸盐和碳酸氢盐可以相互转化。  **三、硅和硼**  （一）硅  二氧化硅又称硅石。石英为常见的二氧化硅晶体，无色透明的纯石英叫水晶，其中含有杂质可变为有色的透明晶体，如紫水晶、黑晶等。普通砂粒就是混有杂质的石英细粒，常因含铁而显黄色或淡红色。石英耐高温、能透过紫外光，常用于制造耐高温仪器和医学、光学仪器。  可溶性硅酸盐与酸反应生成硅酸。  （二）硼  硼酸和硼砂是硼的常见化合物。  硼酸（H3BO3）为无色晶体，微溶于水中，在热水中溶解度增大。硼酸能够接受水电离出的 OH- 而产生一个 H+ ，是一种一元弱酸。  硼酸与甘油或其他多元醇作用，因生成稳定配合物，酸性大大增强。  硼酸在浓硫酸存在下，与醇作用生成挥发性的硼酸酯。  硼酸酯燃烧时产生边缘显绿色的火焰。这是鉴定硼酸及其盐的特效反应。中国药典中，将此反应运用于硼酸盐的鉴别试验。  四硼酸钠（Na2B4O7）是最常见的硼酸盐，它的水合物（Na2B4O7·10H2O）俗称硼砂。硼砂因无吸湿性，易制得纯品，故在分析化学中用作标定盐酸溶液的基准物。铁、钴、镍、锰等金属氧化物，可以熔解在硼砂熔体中，显示各自的特征颜色，分析化学上将此用于金属离子的鉴定，称为硼砂珠试验。    **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解氧族元素的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | 【**教师**】**布置课后作业** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **教学反思** | 导入是课堂教学的起始环节，正所谓"好的开始是成功的一半"，教师在导入这一环节中应想方设法集中学生的注意力，激发学生的学习兴趣，把他们的思绪带进特定的学习情境中。 | |