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9课 沉淀溶解平衡

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课题** | **沉淀溶解平衡** | |
| **课时** | 2课时（90min） | |
| **教学目标** | **知识技能目标**：  1.  掌握溶液组成标度的表示方法及换算、溶液的配制、渗透压的基本概念、溶胶和高分子化合物溶液的组成。  2.  熟悉溶胶的形成及胶粒带电的原因、溶胶的稳定性和聚沉、高分子化合物溶液和凝胶的基本性质；会利用溶胶稳定性和聚沉的基本知识解释和体会在实验和生活中的应用。  3.  了解稀溶液的依数性的基本内容及其计算。  **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：**稀溶液的依数性的基本内容及其计算  **教学难点：**溶液组成标度的表示方法及换算、溶液的配制、渗透压的基本概念、溶胶和高分子化合物溶液的组成。 | |
| **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（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 沉淀溶解平衡**  一、溶解度  溶解性是物质的重要性质之一。人们常以溶解度来定量表明物质的溶解性，溶解度被定义为在一定温度下，达到溶解平衡时，一定量的溶剂中含有溶质的质量。对水溶液来说，通常以饱和溶液中每 100 克水所含溶质质量来表示。电解质的溶解度往往有很大的差异，习惯上将其划分为易溶、可溶、微溶和难溶等不同的等级。如果在 100 g 水中能溶解 10 g 以上，这种溶质被称为易溶的溶质；物质的溶解度在 1～10 g／100 g H2O 的溶质称为可溶的；物质的溶解度小于 0.1 g／100 g H2O 时，称为难溶的溶度；溶解度介于可溶与难溶之间的，称为微溶。绝对不溶解的物质是不存在的。  学习无机化学，了解无机化合物溶解性是十分重要的。现将常见无机化合物的溶解性总结如下：    利用溶解度的差异可以达到分离或提纯物质的目的。本章主要讨论微溶电解质和难溶电解质，它们统称为难溶电解质。  **二、溶度积**  在一定温度下，将难溶电解质晶体放入水中，就会发生溶解和沉淀两个过程。以硫酸钡为例， BaSO4 (s) 是由 Ba2+和 SO42-组成的晶体，将其放入水中时，晶体中的Ba2+和 SO42-在水分子的作用（碰撞和吸引）下，不断由晶体表面进入溶液中，成为无规则运动的水合离子，这是BaSO4 (s) 的溶解过程。与此同时，已经溶解在溶液中的 Ba2+ (aq)和SO42 (aq)在不断运动中相互碰撞或与未溶解的BaSO4 (s) 表面碰撞，一部分又被异电荷吸引而以固体BaSO4沉淀的形式析出，这是BaSO4 (s) 的沉淀过程或结晶。任何难溶电解质的溶解和沉淀过程都是可逆的。  在一定温度下，难溶电解质的溶解速率与沉淀速率相等时的状态，称为沉淀 - 溶解平衡。此时，溶液中各种离子的浓度不随时间而变，形成饱和溶液。  当然，溶度积常数也与固体的晶型有关。  物质的溶度积常数，在附录中可查得。  在多相离子平衡体系中，必须有未溶解的固相存在，否则就不能保证系统处于平衡状态。有时这种动态平衡需要有足够的时间（甚至几天或更长）才能达到。溶度积 *K*sp Θ 是反映难溶电解质溶解性的特征常数。对于相同类型的难溶电解质，溶度积大的溶解度较大，溶解能力强。因此，通过溶度积常数可以比较相同类型难溶电解质溶解度的大小。不同类型的电解质，则不能直接用溶度积数据比较其溶解性，而需要换算成溶解度后再比较。  **三、溶度积和溶解度之间的换算**  溶度积和溶解度都可以用来表示难溶电解质的溶解性。两者既有联系，又有区别。从相互联系考虑，它们之间可以相互换算，即可以从溶解度求得溶度积，也可以从溶度积求得溶解度。溶解度 *S* 指在一定温度下饱和溶液的浓度。在有关溶度积的计算中，离子浓度必须是物质的量浓度，其单位为 mol L⋅ −1 ，而通常的溶解度的单位往往是g /100 g 水，有时也使用 g L⋅ −1 或 mol L⋅ −1。因此，计算时要先将难溶电解质的溶解度 *S*的单位换算为 mol L⋅ −1。对难溶电解质溶液来说，其饱和溶液是极稀的溶液，可将溶剂水的体积看作与饱和溶液的体积相等。这样就很便捷地计算出饱和溶液浓度，并进而得出溶度积。  （一）AB 型难溶电解质  （二）A2B 型或 AB2  **第二节 溶度积规则及其应用**  **一、溶度积规则**  在温度一定时，任意状态下的难溶电解质溶液中，其组成离子相对浓度幂的乘积，称为离子积，用符号 *Q* 表示。    入 Na2SO4 而增大了。BaSO4 的溶解度可用达到新的平衡时 Ba2+ 的浓度来衡量。因此，BaSO4 在外加SO42-存在时，溶解度比在纯水中小。  这种在难溶电解质的饱和溶液中，加入含有相同离子的易溶强电解质而使其溶解度减小的现象，称为沉淀溶解平衡中的同离子效应。  （二）盐效应  在 AgCl 沉淀中加入 KNO3，AgCl 溶解度增大。原因是    增大了溶液中阴、阳离子的浓度，加剧了异电荷离子之间的相互吸引、牵制作用，从而降低了沉淀离子的有效浓度，使之在单位时间内碰撞到晶体表面重新生成沉淀的机会减少，因而破坏了沉淀溶解平衡，溶解度增大。  在难溶电解质饱和溶液中，加入不含共同离子的易溶强电解质而使难溶电解质的溶解度增大的作用。称为盐效应。  注意：  （1）外加强电解质浓度和离子电荷越大，盐效应越显著。  （2）同离子效应也伴有盐效应，但通常忽略。若加入过多，溶解度反而增大。  同离子效应和盐效应对难溶电解质溶解度的影响是相互矛盾的，当两者同时存在时，通常同离子效应起主导作用，盐效应影响较小。当沉淀剂过量不超过 0.01 mol·L-1时，溶液较稀，盐效应可忽略不计。  **三、溶度积规则的应用**  （一）沉淀的生成  （二）沉淀溶解  浓度是影响沉淀 - 溶解平衡的重要因素。改变溶液中有关离子的浓度，可以引起沉淀 - 溶解平衡的移动。改变溶液的 pH、生成配合物，发生氧化反应都可以改变有关离子的浓度，引起沉淀 - 溶解平衡的移动，则沉淀将溶解。其途径包括：  1. 生成气体 难溶碳酸盐可与足量的盐酸、硝酸等发生作用生成 CO2 气体，而不断降低CO32− 浓度，使沉淀溶解。  实例分析：向 CaCO3 饱和溶液中加盐酸，CaCO3 沉淀逐渐消失，平衡移动过程为通过控制 pH 使某些金属硫化物沉淀或溶解，达到分离的目的。  2. 生成弱电解质难溶金属氢氧化物都能与强酸反应生成弱电解质而溶解。实例分析：向 Cu(OH)2 饱和溶液中加盐酸，则 Cu(OH)2 沉淀逐渐消失。在利用生成难溶金属氢氧化物的方法分离金属离子时，常使用缓冲溶液控制溶液 pH。  3. 生成配离子 某些试剂能与难溶电解质中的金属离子反应生成配合物，从而破坏沉淀 - 溶解平衡，使沉淀溶解。  4. 发生氧化还原反应 例如，CuS 的溶度积很小，它既难溶于水，又难溶于稀盐酸，但与有强氧化作用的硝酸相遇时，则会发生氧化还原反应生成单质 S 而溶解。  可见，沉淀的溶解是涉及多种平衡的复杂过程。    （三）沉淀的转化  某些难溶电解质，即使采用上述方法也很难使其溶解，这时可采用沉淀转化的方法。在某种沉淀中加入适当的沉淀试剂，使原有的沉淀溶解而生成另一种沉淀的过程，称为沉淀的转化。  **【学生】**思考、讨论。 | **展示沉淀溶解平衡，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】**  沉淀转化是一种难溶电解质不断溶解，而另一种难溶电解质不断生成的过程。通常由溶解度大的沉淀向溶解度小的沉淀转化，两种沉淀的溶解度之差越大，沉淀转化越容易进行。对相同类型的难溶电解质，则由 *K*sp Θ 较大的向 *K*sp Θ 较小的方向进行。溶解度相差不大时，一定条件下能使溶解度小的沉淀向溶解度大的沉淀转化。  （四）分步沉淀  实际工作中，经常遇到含有多种离子的混合溶液，此时若加入某种沉淀剂，就可能与几种离子发生沉淀反应，首先析出沉淀的是离子积最先达到溶度积的化合物。这种在混合溶液中加入某种沉淀剂时，离子发生先后沉淀的现象，称为分步沉淀。  根据溶度积规则，生成沉淀所需沉淀试剂浓度小的离子先被沉淀出来，即 *Q* 先达到*K*sp Θ 的离子先被沉淀出来。对同一类型的化合物，且离子浓度相同的情况， *K*sp Θ 小的先成为沉淀析出， *K*sp Θ 大的后成为沉淀析出。对离子浓度不同或不同类型的化合物，不能用 *K*sp Θ 的大小判断沉淀的先后次序，需要通过计算分别求出产生沉淀时所需沉淀剂的最低浓度，其值低者先沉淀。  应用分步沉淀原理，可以进行混合离子的分离、提纯。分步沉淀时，各种离子所需沉淀的浓度差越大，分离越完全。  **第三节 沉淀溶解平衡的工业应用举例**  沉淀溶解平衡在化工生产中有许多实际应用。除应用于 CaCO3、MgCO3 等的生产外，另一个重要的应用是利用沉淀的生成除去某些杂质离子。如提纯无机盐的一个突出问题，往往是在除去杂质离子的同时不再引入其他的杂质离子进入溶液。亦即既要把已有的杂质离子以某种形式分离出来，又不使所用的分离试剂进入溶液。在提纯无机盐溶液和分离少量杂质离子的工作中，溶度积原理得到了很好的应用。以下着重介绍。  **一、除去杂质 Fe3+**  在无机盐工业中，Fe3+ 是最常遇到的一种杂质，除铁是一个典型的除杂问题。在实际工作中，除 Fe3+ 的主要方法是调节溶液的 pH，使 Fe3+ 生成 Fe(OH)3 沉淀而除去。下面先来看看 Fe3+ 沉淀与溶液 pH 的关系。      **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解沉淀溶解平衡的基本理论知识。** |
| **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。 | |