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** |  |

### 化学平衡

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课题** | **化学平衡** | |
| **课时** | 4课时（180min） | |
| **教学目标** | **知识技能目标**：  1.  掌握化学平衡状态及标准平衡常数的概念，会书写标准平衡常数表达式。  2.  掌握化学平衡组成的计算。  3.  理解同时平衡，能运用多重平衡规则求出有关反应平衡常数。  4.  掌握平衡移动的原理，能判断浓度、温度、压力对化学平衡的影响。  5.  了解化学反应速率和化学平衡在实际工作中的应用。  **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：**化学反应速率和化学平衡在实际工作中的应用  **教学难点：**化学平衡状态及标准平衡常数的概念 ，化学平衡组成的计算和平衡移动的原理。 | |
| **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 可逆反应与化学平衡**    一般把按反应方程式从左到右进行的反应称为正反应，而把从右到左进行的反应称为逆反应。  在同一条件下，既能向正反应方向进行又能向逆反应方向进行的反应，称为可逆反应。  有些反应其逆反应倾向比较弱，从整体上看，反应实际上是朝着一个方向进行的。Ag+ 与 Cl-生成 AgCl 沉淀的反应就是这样的例子。但是，即使像 AgCl 这样的难溶物，它在水溶液中也会解离出极少量的 Ag+ 和 Cl-而形成可逆反应：    只是逆反应进行的程度非常小而已。这样的反应习惯上称为不可逆反应。  对于可逆反应来说，当正、逆反应速率相等时，系统所处的状态称为平衡状态。如果条件不改变，这种状态可以维持下去。从表观上看，反应好像已经停止，实际上正、逆反应都在进行，只不过是它们的速率相等、方向相反，两个反应的结果相互抵消，使整个系统处于动态平衡。若外界条件改变，正、逆反应速率则会发生改变，原有的平衡将被破坏，直到建立新的动态平衡。在恒温条件下，只有封闭体系进行的可逆反应才能建立化学平衡。平衡状态是封闭体系中可逆反应进行的最大限度。  化学平衡的基本特征：  1. 化学平衡是一种动态平衡，从微观上看，正逆反应仍以相同的速率进行，只是净反应结果无变化（净反应结果为零）。可用同位素标记法的实验来证实。  2. 反应达到平衡时，系统的组成是一定的，不再随时间的变化而变化。  3. 在一定条件下，系统的平衡组成与达到平衡状态的途径无关。  4. 化学平衡是相对的、有条件的平衡。当条件改变时，反应系统可以从一种平衡状态变化到另一种平衡状态，即发生化学平衡的移动。  **第二节 标准平衡常数——热力学平衡常数**    显然，实验平衡常数的单位由其平衡常数表达式决定。*K*c 的单位为（mol.L-1 ）-1 ，*K*p 的单位为 Pa-1（如用大气压则应做相应换算）。但该常数往往只给出数值而不标出单位。*K*c 与 *K*p 均属于实验平衡常数 *K*。*K* 值越大，表示反应愈完全。  二、标准平衡常数  根据热力学函数计算得到的平衡常数称为标准平衡常数，又称为热力学平衡常数，用符号 *K*Θ 来表示。热力学上规定平衡常数表达式中有关物质的浓度（或分压）都要分别除以其标准态。溶液的标准态 *c*Θ 为 1 mol·L-1，而气体分压的标准态 *p*Θ 为 l00 kPa。*K*Θ 是量纲一的量。标准平衡常数是表明化学反应限度的一种特征常数。  平衡常数只是温度的函数，随温度的变化而变化，而与反应物或产物的起始浓度无关。平衡常数越大，正向反应进行的程度越大，平衡转化率越大。  确定标准平衡常数数值的最基本的方法是通过实验确定，只要知道某温度下平衡时各组分的浓度或分压，就很容易计算出该反应的标准平衡常数。通常在实验中只要确定最初各反应物的浓度或分压以及平衡时某一物种的分压或浓度，就可以根据化学反应的计量关系，推算出平衡时其他反应物和产物的分压或浓度，最后计算出标准平衡常数 *K*Θ。  **【学生】**思考、讨论。 | **展示可逆反应与化学平衡（一），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】第三节 标准平衡常数的应用**  化学反应的标准平衡常数是表明反应系统处于平衡状态的一种数量标志，利用它能回答许多问题。如判断反应程度（或限度）、预测反应方向以及计算平衡组成等。  **一、判断反应程度**  在一定条件下，化学反应达到平衡状态时，正、逆反应速率相等，净反应速率等于零，平衡组成不再改变。这表明在这种条件下反应物向产物转化达到了最大限度。如果该反应的标准平衡常数很大，其表达式的分子（对应产物的分压或浓度）比分母（对应反应物的分压或浓度）要大得多，说明反应物大部分转化成产物了，反应进行得比较完全。不难理解，如果 *K*Θ 的数值很小，表明平衡时产物对反应物的比例很小，反应正向进行的程度很小，反应进行得很不完全。*K*Θ 愈小，反应进行的愈不完全。如果 *K*Θ 数值不太大也不太小（103 ＞*K*Θ＞10-3 ），平衡混合物中产物和反应物的分压（或浓度）相差不大，反应物大部分地转化为产物。对同类反应而言，*K*Θ 越大，反应进行的越完全。      **第五节 化学平衡的移动**  化学反应达到平衡时，宏观上反应不再进行，但是在微观上正、逆反应仍在进行，并且两者的速率相等。影响反应速率的外界因素，如浓度、压力和温度等对化学平衡也同样产生影响。当外界条件改变时，向某一方向进行的反应速率大于向相反方向进行的速率，平衡状态被破坏，直到正、逆反应速率再次相等，此时系统的组成已发生了变化，建立起与新条件相适应的新的平衡。像这样因外界条件的改变使化学反应从一种平衡状态到另一种平衡状态的过程，叫作化学平衡的移动。  影响平衡的因素有浓度、压力、温度等。催化剂能缩短反应达到平衡的时间，但不能使化学平衡移动。   1. **浓度对化学平衡的影响** 2. **压力对化学平衡的影响**   （一）部分物种的分压的变化  （二）体积改变引起压力的变化  （三）惰性气体的影响  **三、温度对化学平衡的影响**  **四、LeChateLier 原理**  改变平衡体系的条件之一，如温度、压力或浓度，平衡就向减弱这个改变的方向移动——勒夏特列原理。  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解多重平衡规则的基本理论知识。** |
| **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】**第六节 化学反应速率和化学平衡原理的综合应用  **一、合成氨反应中反应速率与化学平衡的问题**    研究表明，在 400℃、压力超过 20 MPa 时，不使用催化剂，氨的合成反应就能顺利进行。但在实际生产中，增大压力直接影响到设备的投资、制造合成氨的工耗，并可能降低综合经济效益，还会给安全生产带来隐患。因此，合成氨时，并非压力越大越好。目前我国的合成氨厂通常采用的压力是 20～50 MPa。  （二）温度  当压力一定时，升高温度，能增大合成氨的反应速率，缩短到达化学平衡的时间；但由于合成氨反应是放热反应，过高的温度，会降低平衡混合物中 NH3 的含量。因此，从化学平衡角度看，合成氨反应在较低温度下进行有利。  实际生产中，在满足催化剂所要求的活性温度范围内，应尽量降低反应温度。一般合成氨的反应温度选择在 500℃左右。  （三）催化剂  在高温、高压下，N2 与 H2 的化合反应进行得十分缓慢。为加快 N2 与 H2 的化合反应速率，都采用加入催化剂的方法，以降低反应所需的能量，使反应在较低温度下进行。  目前，合成氨工业中普遍使用以铁为主体的多成分催化剂（又称铁触媒）。铁触媒在 500℃左右时活性最大，这也是合成氨反应一般选择在 500℃左右进行的重要原因之一。  （四）浓度  由表 5-2 可以看出，即使是在 500℃和 30 MPa 时，合成氨平衡混合物中 NH3 的体积分数也只为 26.4%，即转化率仍不够大。因此，在实际生产中还需要考虑浓度对化学平衡的影响等。通常采取迅速冷却的方法，使气态氨变成液态氨后及时从平衡混合气体中分离出去，以促使化学平衡向生成 NH3 的方向移动。  此外，反应时，如果让 N2 和 H2 混合气体只通过合成塔一次，也是很不经济的，应将 NH3 分离后的原料气循环使用，并及时补充 N2 和 H2，使反应物保持一定的浓度以利于合成氨反应。  **二、接触法制硫酸的生产中反应速率与化学平衡的问题**    由表5-2 可知，温度变化对该反应影响很大，因此，温度的控制是关键问题。  至于压力，因在常压下操作已能达到较高的转化率，所以工业生产中采取常压操作。  在SO2 的转化反应中，为了加快SO2 的转化速率，本反应可以采取升高温度的办法，但从表5-2 中可看出，升高温度会降低SO2 的转化率，因此必须使用催化剂使反应在较低的温度下迅速进行。已经知道有许多物质能加速SO2的氧化反应。铂和某些金属氧化物对SO2 转化反应的催化活性如图5-2 所示。  利用催化剂虽然能显著增加反应速率，但由图5-2 可知，在SO2转化为SO3 的反应中，温度升高，转化率下降，应用铂催化剂可以在较低的温度下得到很高的转化率，但铂价格昂贵，而且易中毒。从图5-2 中所列四种金属氧化物来看，V2O5（五氧化二钒）不管是从反应速率或是从化学平衡来说，都是一种较好的催化剂。  因此，现在生产中大多采用V2O5作催化剂。    生产中为了使SO2达到较高的转化率，一般采取以下几个措施：  ①增大反应物中的O2 配比。由反应可知，SO2与O2 分子数之比为2∶l。但在实际配比时采用7% 的SO2和11% 的O2 原料气（其余约80% 为N2）。这样SO2 与O2 分子数之比即为1∶1.6。因此氧是大大过量的。这样对SO2的转化是有利的。  ②二次转化，二次吸收。即SO2通过转化炉后（转化率可达90%），进入吸收塔将其中的SO3吸收掉，余下气体（含未转化的SO2）再次进入转化炉内。这时由于已从平衡体系中将反应产物SO3 取走了，因此，有利于反应继续向生成SO3 的方向进行，使余下的SO2 进一步转化为SO3，再经吸收塔吸收。这样SO2 的总转化率大大提高，可达到99.7%。  ③将此放热反应产生的热量不断取走，使反应一直被控制在适当的温度下进行。为此，生产上采用多段催化氧化过程，在每一段都采取热交换措施，可使SO2 转化反应一直控制在最适宜的温度（420～450℃）下进行，以保证取得足够高的转化率，而且也能充分利用热量。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过化学反应速率的展示，让学生了解它和化学平衡原理的综合应用。** |
| **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】二、反应的耦合**  前面讨论的是系统中只发生一个反应的平衡问题。它的平衡组成极大地受平衡常数所制约。对于平衡常数 *K*Θ＜＜1 的可逆反应，改变影响平衡的因素如反应物配比、温度等来提高平衡转化率的效果实际上是微乎其微的。但是若在系统中加进另一反应，使前一反应的产物是后一反应的反应物之一，则这两个反应便可耦合（联）起来，影响反应的平衡位置，甚至使原本不能进行的反应得以通过另外的途径而进行。例如，从TiO2制备TiCl4。  在温度 428K 时，该反应的平衡常数为 5.24。为了提高酯化反应的产率，可以采用两种方法：其一，改变醇和酸原料的配比，廉价的原料可以过量，以提高酯的收率。图 5-3 中表示了不同 *K*Θ 值时，醇和酸原料之比与酯收率的关系。由图 5-3 可见，只有在 *K*Θ 值较大时，原料配比对收率才有较大的影响。但是，在高物料配比时，存在着反应器的利用效率低，以及后续分离过程中因分离太过量的原料而造成能耗大等问题。其二是通过不断蒸出反应中生成的酯或水，打破酯化反应的化学平衡，使酯化反应趋于完全。这种方法较前者有效。随着膜分离技术的发展，人们利用渗透汽化膜的选择性，将酯化反应过程中生成的水连续不断地分离出反应系统，从而实现渗透汽化—酯化反应耦合的工艺流程。  利用耦合反应，使原先不能进行的反应或反应性很小的反应，在耦合另一反应后，可以获得或提高我们所需要的产物和产量。因而耦合反应日益受到化学工作者的重视和研究。在生物体系中所进行的反应有许多也是靠耦合反应才得以实现的。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过护理心理学概述展示，让学生了解护理心理学概述的基本理论知识。** |
| **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。 | |