

第一篇 电厂化学的主要基本知识

第一章 化 学 反 应

第一节 化学反应速度和化学平衡

各种化学反应的速度不同，有的进行得较快，有的进行得较慢，有的进行到一定程度就不再进行，不能全部变成生成物。化学反应的快慢和进行的程度，是研究化学反应的两个重要方面。

一、化学反应速度

酸和碱之间的反应进行得很快，几乎可以在瞬间完成；但是酸、碱溶液与铂的反应却很慢，一般难以观察到。在潮湿的情况下，钢铁的腐蚀进行得比较快，但在干燥的情况下则比较缓慢。化学反应速度常用某种反应物或生成物在单位时间内（如秒、分或小时等）浓度的减少或增加的量来表示。因浓度单位一般采用摩尔/升^①，故反应速度的单位就是摩尔/升·秒或摩尔/升·分等。例如某反应物在 2 秒钟的反应过程中，浓度由 4 摩尔/升下降到 2 摩尔/升，则该反应在这一过程中的平均反应速度就是 1 摩尔/升·秒。

不同的反应物，在相同条件下，有些反应进行得比较迅速，有些比较缓慢；同一反应物在不同的条件下，反应速度也有差别。前者是由反应物本身性质决定，后者是外界因素

① 摩尔/升的意义参见第二章第一节

的影响而致。影响反应速度的外界因素，主要有：浓度、温度和催化剂，这些是我们讨论的重点。

1.浓度对反应速度的影响。在一定温度下，一般增加反应物的浓度反应速度加快。实验证明，化学反应速度与各反应物浓度的乘积成正比，这就是质量作用定律。例如，浓盐酸对钢铁的腐蚀作用远大于稀盐酸；锅炉省煤器的氧腐蚀，在给水处理溶解氧浓度较高的低温段的腐蚀速度进行得比较快，腐蚀也往往比溶解氧浓度较低的高温段严重。

2.温度对反应速度的影响。在一定条件下，通常温度升高会加快化学反应速度。温度每升高 10°C ，反应速度大约增加 $1 \sim 3$ 倍。在生产和试验过程中，为加快反应速度，常用的方法之一就是提高反应温度。如在测定水的耗氧量过程中，加入高锰酸钾标准溶液后，煮沸10分钟后再进行滴定，就是为了提高反应温度，加快反应速度，使反应在较短时间内进行得比较完全。

3. 催化剂对反应速度的影响。某些物质参加化学反应前后，自身的组成和质量不发生变化，但是可以加快或降低反应速度，这种物质通常叫做催化剂，它所起的作用叫催化作用。加快反应速度的催化作用叫做正催化作用，反之称为负催化作用。现以测定水的耗氧量为例，说明催化剂对化学反应速度的影响。当采用高锰酸钾法（即用标准高锰酸钾溶液）滴定水样时，水样的红色起初消失速度比较缓慢，随着滴定的进行，红色消失速度逐渐加快，说明反应速度比起初增大了。这是由于滴定过程中溶液中逐渐有二价锰离子（ Mn^{2+} ）生成，它对滴定反应有催化作用，是该反应的催化剂。当然，这种催化作用是正催化作用。

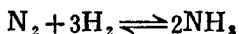
影响化学反应速度的因素很多，上述几种仅是其中的一

部分，而且，这些外界因素对反应速度的影响是有条件和受限制的，不能认为它们可以任意改变化学反应速度。

二、化学平衡

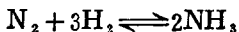
在同一条件下，化学反应既可以向右进行又可以向左进行的称为可逆反应。可逆反应中常用“ $\rightleftharpoons$ ”代替“ $=$ ”。

有很多化学反应都是可逆反应，如 N_2 和 H_2 合成 NH_3 的反应：



在一定条件下 N_2 和 H_2 反应可以生成 NH_3 ，同时 NH_3 也可以分解为 N_2 和 H_2 。反应开始时 N_2 和 H_2 的浓度较高，它们生成 NH_3 的速度较快，而 NH_3 分解为 N_2 和 H_2 的逆反应进行得很慢。随着反应的进行， NH_3 的浓度增加，从而其分解速度加快；同时，由于 N_2 和 H_2 浓度逐渐减小，生成 NH_3 的速度变慢。最后，当 N_2 和 H_2 生成 NH_3 的速度与 NH_3 分解为 N_2 和 H_2 的速度相等时， N_2 、 H_2 和 NH_3 的浓度便不再发生变化，此时称反应达到了平衡状态。

1. 化学平衡常数。实验得知，在一定温度下，当可逆反应达到平衡时，生成物浓度相应幂次的乘积与反应物浓度相应幂次的乘积之比是一个常数，叫做平衡常数，用 K 表示。例如，合成氨反应的平衡常数可以表示为：



$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

式中 $[\text{NH}_3]$ —— NH_3 的浓度，摩尔/升；

$[\text{N}_2]$ —— N_2 的浓度，摩尔/升；

$[\text{H}_2]$ —— H_2 的浓度，摩尔/升。

推广到一般可逆化学反应：



$$K = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n}$$

式中 A、B——为反应物；

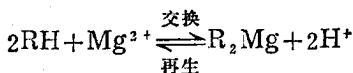
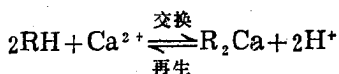
C、D——为生成物；

m, n, p, q ——分别为反应物和生成物的系数。

2. 化学平衡的移动。化学平衡是相对的，有条件的，当外界条件发生变化时，原来的平衡就被破坏，反应物与生成物的浓度要改变，重新建立起适应新条件的平衡，这个平衡浓度变化的过程叫做平衡的移动。

影响化学平衡的因素很多，主要有以下几方面：

(1) 浓度对化学平衡的影响。在平衡体系内增加反应物浓度，平衡就向减少反应物浓度的方向，也就是向生成物的方向移动。这可由化学水处理中离子交换器的运行和再生过程来说明，以氢型阳离子交换树脂 (RH) 与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的交换及其失效后用酸再生的过程为例，反应可以表示为：



当原水通过氢型树脂时，由于水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度比较高，于是反应向右进行，树脂由氢型转变为钙、镁型，从而除去了水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 。当交换反应进行到一定程度时，交换器中大部分树脂已成为钙、镁型，树脂便失去了与水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 交换的能力，致使出水品质劣化，于是需要再生。此时，往交换器内加入盐酸，对已转为钙、镁型的树脂进行再生，由于 H^+ 浓度增高，平衡便向左边移动，树脂重

新转变为氢型，从而又具备了与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 交换的能力。

上述两个过程就是树脂的交换与再生过程，它们是通过离子浓度的改变来实现化学平衡的移动。

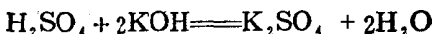
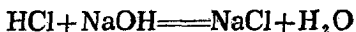
(2) 温度对化学平衡的影响。有些化学反应要吸热或放热，这种类型的可逆反应常常受到温度的影响。一般若是吸热反应，提高反应温度，平衡向生成物浓度增大的方向移动；若是放热反应，提高反应温度，平衡移向生成物浓度减少的方向，即向逆反应方向移动。

概括浓度和温度对化学平衡的影响，可以总结出一个原理（平衡移动原理）：如果改变影响平衡的某一个条件，平衡就向削弱或消除这种改变的方向移动，此即所谓的吕·查德里原理。

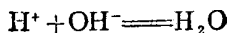
第二节 化 学 反 应

一、中和反应

1. 中和反应的实质。一般把酸和碱作用生成盐和水的反应称为中和反应。例如：

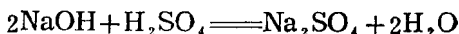


以上三个反应式，尽管反应物不完全相同，但是本质上都是 H^+ 和 OH^- 间的反应。因为反应中的反应物在水溶液里都以离子状态存在，而且 Na^+ 和 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 K^+ 、 NO_3^- 和 Na^+ 在反应前后都没有发生变化。所以这些反应可以用一个反应式概括为：

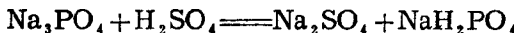
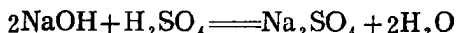


把碱的概念加以推广，象 Na_2CO_3 、 CaO 这些能使其水溶液呈碱性的物质也称为碱。酸与这些广义上的碱的反应仍可以称为中和反应。它们在本质上也是 H^+ 和 OH^- 生成水的反应。

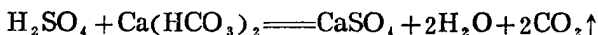
2. 电厂化学中常见的中和反应。配制 NaOH 溶液时，常用标准硫酸溶液标定 NaOH 溶液。这个滴定反应是典型的中和反应：



测定锅炉水碱度的滴定反应，也是中和反应：



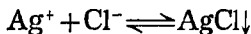
用硫酸法处理循环冷却水时，利用中和反应将重碳酸盐转变为溶解度较大的硫酸盐，可以防止循环水系统结垢。此反应式为：



二、沉淀反应

1. 溶度积原理。任何一种溶剂都不可能无限制地溶解溶质，对于难溶物质更是如此。现在，从难溶物质在溶液中的阴、阳离子间的相互关系，来研究它们溶解与析出的条件。

以硝酸银法测定水中氯离子含量的滴定反应为例，其离子反应式为：



硝酸银滴定剂中的 Ag^+ 与水样中的 Cl^- 反应，生成溶解度很低的氯化银。这种有难溶物质生成的反应叫做沉淀反应。上面的离子反应式中，反应物和生成物之间使用了双箭头，表示这种反应也是可逆反应，反应物和生成物在反应过

程中也要建立平衡关系。这种新的化学平衡形式叫做沉淀-溶解平衡。

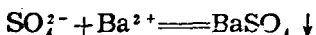
实验中发现,在一定温度下,溶液中 Ag^+ 和 Cl^- 浓度的乘积超过某一数值后,溶液中就会有沉淀析出。其它难溶物质生成过程中也有此规律。这个规律通常称为溶度积原理,即难溶物质生成时,溶液中形成沉淀的阴、阳离子浓度的乘积在一定温度下是一个常数。这个常数通常叫做溶度积常数,通常用 K_{sp} 表示。

根据溶度积原理,可以分析沉淀-溶解平衡移动的方向,判断沉淀的生成与溶解。当溶液中难溶物质的阴、阳离子浓度乘积小于它的溶度积常数时,溶液是不饱和溶液,还可以继续溶解溶质;当离子浓度的乘积等于其溶度积常数时,溶液呈饱和状态,此时若再加入含有相同离子的物质,溶液中将有沉淀析出;当离子浓度的乘积大于其溶度积常数时,溶液为过饱和状态,迟早会有沉淀析出,直到溶液中难溶物质的阴、阳离子浓度乘积下降到等于其溶度积常数,溶液恢复到饱和状态时为止。

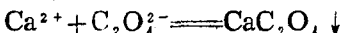
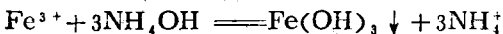
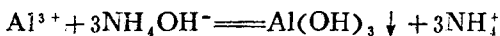
2. 电厂化学中常见的沉淀反应。电厂化学中常见的沉淀反应,多发生在水的预处理等过程中。例如石灰软化法,石灰乳 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 加入水中后,便与水中某些溶解物质[如 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 等]发生一系列沉淀反应,生成碳酸钙(CaCO_3)和氢氧化镁 $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ 等沉淀。

石灰处理中利用沉淀反应可以除去水中的重碳酸盐、镁硬、铁化合物、游离二氧化碳和部分硅酸等。

汽、水分析监督工作中,许多分析方法需要利用沉淀反应。如测定水样中的硫酸盐,就是利用 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 作用生成 BaSO_4 的沉淀反应来实现的:



水垢中铁、铝和钙等成分的测定，也可以利用沉淀反应来完成：

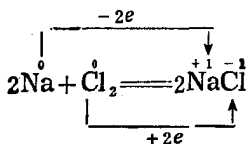


利用上述沉淀反应把欲测离子转化为沉淀，经过过滤、灼烧等一系列处理，最后称重计算出欲测物质的含量。这是水、汽分析中常用的一种方法。

三、氧化-还原反应

在有些化学反应过程中，反应物中某些元素的化合价发生了变化。这种元素的化合价在反应前后发生变化的化学反应，叫做氧化-还原反应。

1. 氧化-还原反应的实质。首先分析两个典型的氧化-还原反应。金属钠与氯气的反应表示如下：



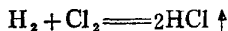
式中 e —— 表示一个电子。

反应方程式中各元素符号上部的数字分别表示元素的化合价。反应前，反应物金属钠的化合价为 0 价，氯也为 0 价；反应后，生成物氯化钠中钠的化合价变为正 1 价，它的化合价由低变高；氯变为负 1 价，它的化合价由高变低。在氧化还原反应中，反应物中元素的化合价由低变高称为氧化，该反应物被称为还原剂；反应物中元素的化合价由高变低称之为还原，该反应物被称为氧化剂。在金属钠与氯气的

反应中，金属钠是还原剂，在反应过程中被氧化；氯气是氧化剂，在反应过程中被还原。

氯化钠是典型的离子型化合物，反应完成，生成氯化钠后，每个钠原子失掉一个电子，每个氯原子得到一个电子。它们的化合价变化是由电子得失造成的，并且它们得、失电子的数目是相等的。反应过程中电子的转移情况通过上面的化学反应方程式可以一目了然。

氢气与氯气生成氯化氢的反应：



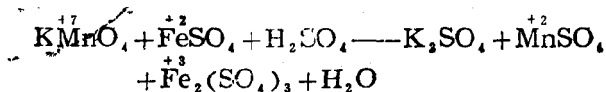
反应前反应物氢的化合价为 0 价，氯的化合价也为 0 价；生成氯化氢后氢变为正 1 价，氯变为负 1 价。反应物和生成物都是共价型化合物，它们都是以共用电子对成键形成分子的。不同的是，反应物氯气和氢气分子中的共用电子对不偏不倚地居于两原子之间，所以它们的化合价为 0。生成物氯化氢由于氯原子对电子的吸引力较强，使得共用电子对偏向于氯原子一方。反应的结果共用电子对发生了偏移。

从上述两个典型的氧化还原反应化合价变化的分析中，可以得知氧化还原反应的实质是参与反应的原子间发生了电子的转移（得失）或共用电子对的偏移。在离子型化合物间的氧化还原反应中发生电子的转移；在共价键化合物间的氧化还原反应中发生共用电子对的偏移。

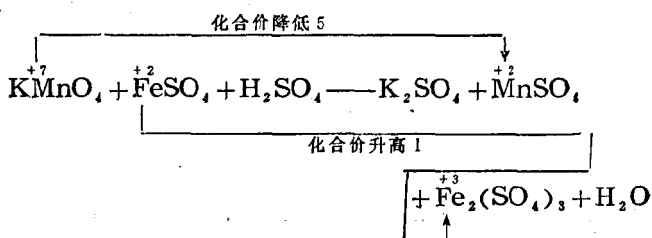
2. 氧化还原反应方程式的配平。氧化还原反应比较复杂，下面根据氧化还原反应的一个特征——氧化剂化合价降低的总数等于还原剂化合价升高的总数，结合高锰酸钾（ KMnO_4 ）和硫酸亚铁（ FeSO_4 ）在硫酸溶液中的反应，介绍氧化-还原反应配平的主要步骤。

（1）先在横线左右两边写出反应物和生成物的分子

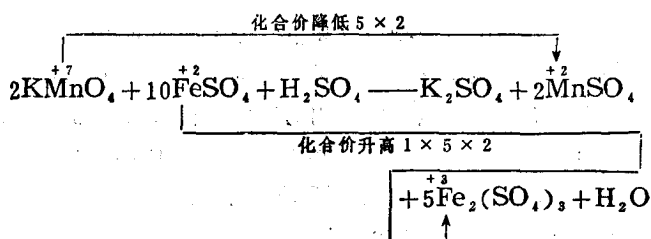
式，并在反应过程中被氧化和还原的元素上标明化合价，如：



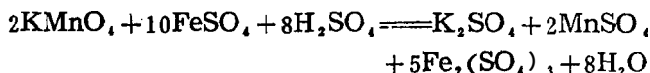
(2) 列出元素化合价的变化。



(3) 使化合价升高和降低的总数相等。



(4) 用观察法配平其它物质的系数 (配平 K^+ 、 SO_4^{2-} 数；通过 H^+ 确定水分子数)，比较两边各元素的原子数目是否相等。确认配平后把横线改为等号，即：

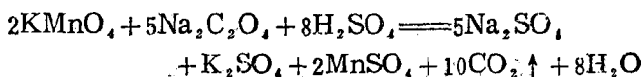


氧化-还原反应式的配平方法还有一些，在此就不作介绍了。

3. 电厂化学中常见的氧化-还原反应。为了防止锅炉的氧腐蚀，除了使用热力法除氧外，常用化学除氧剂联氨

(N_2H_4) 与水中溶解氧发生氧化还原反应来进一步除氧。与此同时，在高温下联氨还可以把金属氧化物还原成金属铜。在这些反应中 N_2H_4 用作还原剂，溶解氧和金属氧化物都是氧化剂。

配制高锰酸钾溶液时，常用高锰酸钾 ($KMnO_4$) 与草酸钠 ($Na_2C_2O_4$) 的氧化还原反应标定高锰酸钾溶液的浓度，标定反应如下：



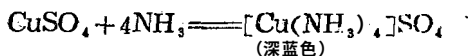
在上面的反应中，高锰酸钾是氧化剂，反应后被还原；草酸钠是还原剂，反应的结果被氧化。

水分析的许多测定方法都要利用氧化还原反应。比如，测定水中亚硫酸盐或联氨的浓度，分析水中的耗氧量和溶解氧，这些分析方法所采用的主要化学反应都是氧化还原反应。

四、络合反应

1. 络合物及其命名：

(1) 络合物及络合反应。在天蓝色的硫酸铜 ($CuSO_4$) 溶液中加入过量浓氨水后，溶液的颜色变为深蓝色，有新的物质生成：



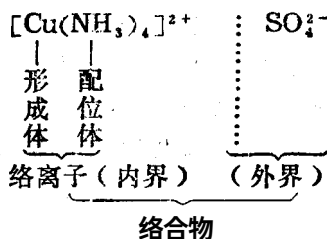
溶液的深蓝色就是复杂离子 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 呈现的颜色。

Fe^{3+} 可以和硫氰酸根 (SCN^-) 反应生成一系列复杂离子，如 $[Fe(SCN)]^{2+}$ 、 $[Fe(SCN)_2]^+$ …… $[Fe(SCN)_6]^{3-}$ 。它们都呈现血红色，水分析中常利用这一反应鉴定 Fe^{3+} 。

上述反应中生成的复杂离子 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 和

$[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 等，在溶液中都很稳定，能够解离出的 Cu^{2+} 、 NH_3 或 Fe^{3+} 、 SCN^- 浓度微乎其微。为了把它们与简单离子相区别，称这类复杂离子为络离子。含有络离子的化合物称为络合物。这种有络离子或络合物生成的反应叫做络合反应。

络离子通常由一个简单的正离子（如 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} ）或原子和一定数目的中性分子（如 NH_3 ）或负离子（如 SCN^- ）组成。这些复杂的络离子中带正电荷的离子称为形成体，也称为中心离子；中性分子或负离子称为配位体。以络合物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 为例，其组成可以表示如下：



(2) 络合物的命名。除了前面介绍的那些络合物外，还有一类更为复杂的络合物。这些复杂络合物的中心离子往往和带有多个配位原子的配位体形成环状结构。水分析中常用 EDTA 滴定溶液中的金属离子（如 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 Fe^{2+} 等），EDTA 和这些金属离子反应时就生成这种环状结构的络合物。通常这种具有环状结构的络合物称为螯合物，把生成螯合物的络合反应称为螯合反应。螯合物比一般络合物具有特殊的稳定性，故在实际中应用得更为广泛。

络合物的命名与无机化合物的命名相似，按照两类络离子分别采用下面的命名法：

1) 络阴离子化合物。带负电荷络离子的命名次序是：

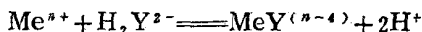
配位体—中心离子—外界。中心离子若具有可变化价时，用（I）、（II）等表示，在配位体和中性离子名称之间加上一个“合”字。例如， $K_4[Fe(CN)_6]$ 称为六氰合铁（II）酸钾， $K_3[Fe(CN)_6]$ 称为六氰合铁（III）酸钾。

2）络阳离子化合物。带正电荷络离子的命名次序是：外界—配位体—中心离子，如 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 称为硫酸四氨合铜。

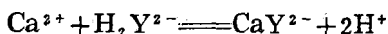
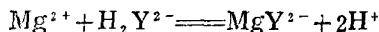
没有外界络离子及络分子的命名次序是：配位体—中心离子。如 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 称为四氨合铜（II）离子， $[Fe(SCN)_6]^{3-}$ 称为六硫氰合铁（III）离子， FeF_3 称为三氟合铁。

2. 电厂化学中常见的几种络合反应：

（1）化学分析中的络合反应。在化学分析中最常见的是以EDTA（乙二胺四乙酸二钠盐）为螯合剂的螯合反应。在不同的条件下EDTA可以和许多金属离子生成稳定的螯合物，并且络合摩尔比均为1:1（即每一摩尔的EDTA与一摩尔金属离子发生反应）。如以 H_2Y^{2-} 代表EDTA， Me^{n+} 代表金属离子，它们在溶液中的螯合反应可以用一个通式表示：



在硬度测定中， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与EDTA的螯合反应为：



除了EDTA络合滴定外，比色分析中也常利用溶液中的被测离子与络合剂发生反应，生成有色络合物，定性或定量测定水样中的某些成分。如测定水样中硅和磷酸根，常采用以络合反应为基础的比色分析法。

（2）水处理中的络合反应。在循环水处理中常用螯合

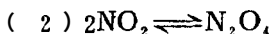
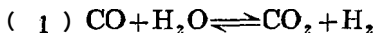
剂作络合反应。这些螯合剂可以和水中的某些容易结垢的离子如 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等发生络合反应，生成稳定的可溶性螯合物，以防止它们在系统中沉积。三聚磷酸钠和一些有机磷酸盐均有这种作用。

复 习 题

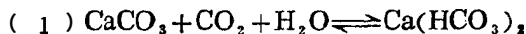
1. 什么叫化学反应速度？一般怎样表示？影响化学反应速度的因素有哪些？

2. 什么叫化学平衡？化学反应达到平衡后反应物之间是否还发生作用？

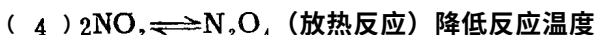
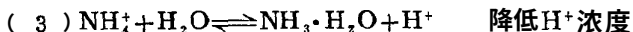
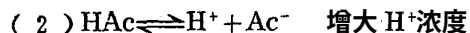
3. 写出下列反应的化学平衡的数学表达式：



4. 指出下列反应的平衡移动方向：



增大 CO_2 浓度



5. 中和反应的实质是什么？

6. 什么叫溶度积？根据溶度积原理判断下述情况有无沉淀析出：

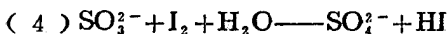
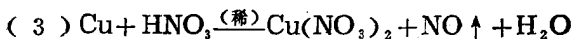
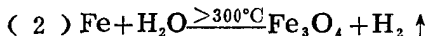
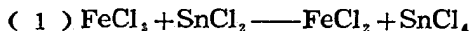
(1) 难溶物质在溶液中的阴、阳离子浓度的乘积大于溶度积常数。

(2) 难溶物质在溶液中的阴、阳离子浓度的乘积小于溶度积常数。

(3) 难溶物质在溶液中的阴、阳离子浓度的乘积等于溶度积常数。

7. 氧化-还原反应的实质是什么？

8. 配平下列氧化还原反应式：



9. 络合物由哪些部分组成？

10. 指出两个以络合反应为基础的水分析方法。

第二章 溶液

取三支盛有蒸馏水的试管，分别标注 1、2、3，并依次加入少量食盐、牛奶和细粘土，振动一段时间后静置。然后会发现第一支试管中的食盐完全溶解了，液体是透明的；第二支试管呈乳白色，仔细观察液体内散布着细小的乳珠；第三支试管则是混浊的，静置后会发生黏土颗粒沉降现象。这就是物质溶解时的三种典型情况。在第一种情况中，溶质（食盐）和溶剂（水）形成了一种稳定的均匀体系，叫做溶液；在第二种情况中，溶剂中散布着大量细小的液体微粒，这种混合体称为乳浊液；在第三种情况中，溶剂中悬浮散布着许多固体小颗粒，这种不稳定的混合体叫做悬浊液。

第一节 溶液浓度及有关计算

溶液是由溶剂和溶质组成的。溶液浓度表示溶剂和溶质

或者溶液和溶质之间的关系，一般用它来表示一定量溶液或溶剂中所含溶质的量。表示溶液浓度的方法有多种，下面只介绍常用的几种。

一、百分比浓度

溶液浓度用溶质的量（重量或体积）占全部溶液的量（重量或体积）的百分比来表示，叫做溶液的百分比浓度。

1.重量百分比浓度（重／重）。以溶质重量占全部溶液重量的百分比来表示的浓度，称为重量百分比浓度。

$$\text{重量百分比浓度} = \frac{\text{溶质重量}}{\text{溶液重量}} \times 100\%$$

$$\frac{\text{溶质重量}}{\text{溶质重量} + \text{溶剂重量}} \times 100\%$$

例 1. 一溶药箱盛水 200 升，加入氢氧化钠 6 公斤，求溶液的重量百分比浓度。

解：视水的比重为 1，则 200 升水重 200 公斤，已知溶质重量为 6 公斤，则溶液重量为 206 (200 + 6) 公斤。所以，溶液重量百分比浓度 = $\frac{6}{206} \times 100\% = 2.91\%$

答：溶液的重量百分比浓度为 2.91%。

例 2. 用 98% 的浓硫酸（比重 1.84）配制 5% 的稀硫酸溶液（比重 1.03）2 升，如何配制？

解：首先计算所需浓硫酸的体积：

$$2 \text{ 升 } 5\% \text{ 硫酸溶液的重量} = 2 \times 1.03 = 2.06 \text{ 公斤}$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ 升 } 5\% \text{ 硫酸溶液中纯硫酸的重量} &= 2.06 \times 5\% \\ &= 0.103 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

$$\text{纯硫酸折合成 } 98\% \text{ 的硫酸为 } 0.103 \times \frac{1}{0.98} = 0.105 \text{ 公斤}$$

$$\text{需要 } 98\% \text{ 硫酸的体积} = \frac{0.105}{1.84} = 0.057 \text{ 升}$$

然后进行配制,方法如下 取蒸馏水0.5升盛于 800毫升的烧杯中,用量筒量取 57毫升 98%的硫酸,在不断搅拌的情况下缓慢加入烧杯中(切忌把水加入浓硫酸中),冷却后移入 2 升的量筒中,并用蒸馏水稀释至 2 升的刻度。

除上述浓度的表示方法外,在一些不太严格的场合,有时用溶质的重量占全部溶液体积的百分比来表示溶液的浓度。

2.体积百分比浓度(容/容)。溶液浓度用溶质的体积占全部溶液体积的百分比来表示的,叫做体积百分比浓度。

$$\begin{aligned}\text{体积百分比浓度} &= \frac{\text{溶质体积}}{\text{溶液体积}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{溶质体积}}{\text{溶质体积} + \text{溶剂体积}} \times 100\%\end{aligned}$$

这种浓度常用于表示溶质、溶剂均为液体的溶液,因为液体的体积百分比浓度比重量的容易计量。

例3. 配制 5% 酒精水溶液 500毫升,需要95% 的酒精和水各多少毫升?(题中的百分比浓度为体积百分比浓度。忽略酒精与水混合后减小的体积。)

解: 500毫升5%酒精溶液中含纯酒精体积 = $500 \times 5\% = 25$ 毫升。

纯酒精折合成95%的酒精体积 = $25 \div 95\% = 26.3$ 毫升。

需要水的体积 = $500 - 26.3 = 473.7$ 毫升。

答:需 95% 酒精 26.3毫升,水 473.7毫升。

二、摩尔浓度和当量浓度

1. 摩尔浓度:

(1) 摩尔。摩尔是国际单位制中的基本单位之一,用以表示物质的质量。