

高级中学课本

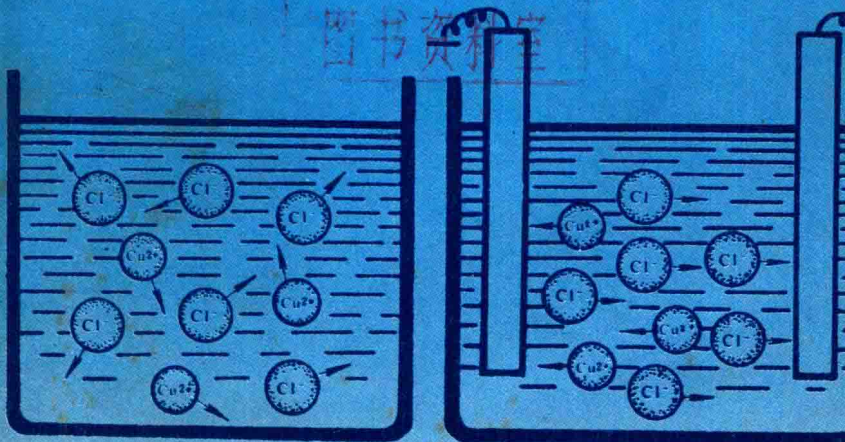
化学

HUAXUE

(选修)

第三册

北京市第一五八中学
★
图书资料室



人民教育出版社

说 明

《高级中学课本化学(选修)第三册》是根据国家教育委员会 1990 年颁布的《全日制中学化学教学大纲(修订本)》，以《高级中学课本化学上册》和《高级中学课本化学下册》为基础，对原书中教学内容的有关部分做了相应调整和修订而成的。

参加本次修订工作的有胡美玲、王晶、戴健、李志刚、李文鼎、陈晨等。

武永兴审读了全书。

责任编辑是胡美玲、王晶。

希望广大教师和研究中学化学教学的同志提出批评和修改建议。

人民教育出版社化学室

目 录

第一章 化学反应速度和化学平衡.....	1
第一节 化学反应速度.....	1
第二节 化学平衡.....	7
第三节 合成氨工业.....	15
内容提要.....	22
第二章 电解质溶液 胶体.....	26
第一节 强电解质和弱电解质.....	26
第二节 电离度.....	31
第三节 水的电离和溶液的 pH 值.....	33
第四节 盐类的水解.....	38
第五节 酸碱中和滴定.....	43
第六节 原电池 金属的腐蚀和防护.....	49
第七节 电解和电镀.....	56
第八节 胶体.....	65
内容提要.....	72
第三章 糖类 蛋白质.....	80
第一节 单糖.....	80
第二节 二糖.....	83
第三节 多糖.....	85
第四节 蛋白质.....	90

内容提要.....	96
总复习题.....	100
学生实验.....	115
实验一 化学反应速度 化学平衡.....	115
实验二 中和滴定.....	117
实验三 原电池 金属的电化腐蚀.....	119
实验四 胶体的性质.....	120
实验五 葡萄糖、蔗糖、淀粉和纤维素的性质.....	121
实验六 蛋白质的性质.....	123
实验七 实验习题.....	124
选做实验一 电解质溶液.....	125
选做实验二 电解 电镀.....	126
选学内容 土壤.....	128
附录 酸、碱和盐的溶解性表(20°C)	139
元素周期表	

第一章 化学反应速度和 化学平衡

我们已经学习了一些化学反应，知道化学反应往往需要在一定的条件下进行，例如，氢气和氮气化合生成氨的反应，就要在高温、高压和有催化剂存在的条件下进行。为什么一个反应的进行需要这样或那样的条件呢？这就要从以下两个方面来认识：一个是反应进行的快慢，即化学反应速度问题；一个是反应进行的程度，也就是达到化学平衡的问题。这两个问题不仅是今后学习化学所必需的基础理论知识，也是研究化工生产适宜条件时需要掌握的化学变化的规律。

第一节 化学反应速度

一、化学反应速度

各种化学反应的进行有快有慢，如氢、氧爆鸣气的爆炸反应、酸碱溶液的中和反应等瞬时就能完成；而石油的形成就要经过亿万年。这里所说的快和慢，是指在一定条件下进行的化学反应。只要掌握了化学反应的规律，我们就可以根据科学研究、生产和生活的需要采取适当的措施，把原来进行得很慢的反应加快，如加速炼钢过程，加速合成树脂或合成橡胶的反应等；或把原来进行得很快快的反应减慢，如钢铁的防锈，

塑料、橡胶的防止老化等等。这些对发展生产,节约支出,促进社会主义现代化建设都具有重要的意义。

速度的大小,不同的情况有不同的表示方法。如步行的速度可用每小时走了多少千米的路程来表示;水流的速度可用每分或每秒流过多少立方米的水来表示。化学反应的速度用单位时间(如每秒、每分或每小时等)内反应物或生成物的物质的量(摩尔)的变化来表示,通常用单位时间内反应物浓度的减小或生成物浓度的增大来表示。浓度的单位一般为摩/升,反应速度的单位就是摩/升·分或摩/升·秒等。

例如:某一反应物的浓度是 2 摩/升,经过两分钟的反应后,它的浓度变成了 1.8 摩/升,即两分钟后反应物的浓度减小了 0.2 摩/升,这就是说,在这两分钟内它的平均反应速度为 0.1 摩/升·分。

二、影响反应速度的条件

不同的化学反应,具有不同的反应速度。例如,酸和碱的中和反应,就比氮分子跟氢分子合成氨的反应快得多,这说明参加反应物质的性质是决定化学反应速度的主要因素。但是,外界条件对化学反应速度也有一定的影响,就是同一个化学反应,如浓度、压强、温度、催化剂等外界条件不同时,反应速度也不相同。下面我们来研究影响化学反应速度的几个重要条件。

1. 浓度对化学反应速度的影响

我们在初中学习氧的性质时,曾看到硫在空气中缓慢燃烧并产生微弱的淡蓝色火焰,在纯氧中迅速燃烧并发出明亮的蓝紫色火焰。这说明硫在纯氧中跟氧化合的反应比在空气

中的反应进行得更快、更剧烈。这是因为纯氧中氧分子的浓度比空气中氧分子的浓度大的缘故。从下面的实验可以看出，在溶液中进行的反应也是这样的情况。

〔实验 1-1〕 取两个试管，在第一个试管里加入 0.1 摩/升的硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)溶液 10 毫升；在第二个试管里加入 0.1 摩/升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液和蒸馏水各 5 毫升。

另取两个试管，每个试管加入 0.1 摩/升 H_2SO_4 溶液各 10 毫升。然后同时分别倒入上面两个盛有 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的试管中，注意观察两个盛有混和溶液试管里出现浑浊现象的先后。

实验结果表明：首先出现浑浊现象的是第一个试管，接着才是第二个试管。这是什么原因呢？因为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液跟稀 H_2SO_4 作用时发生如下的反应：



反应的快慢可借反应生成硫（不溶于水，使溶液浑浊）所需时间的长短来量度。第一个试管里反应物的浓度比第二个试管里的大，反应进行得快，先出现浑浊现象。

通过许多实验证明，当其它条件不变时，增加反应物的浓度，可以增大反应的速度。

2. 压强对化学反应速度的影响

对于气体反应来说，当温度一定时，一定量气体的体积与其所受的压强成反比。这就是说，如果气体的压强增大到原来的两倍，气体的体积就缩小到原来的一半，单位体积内的分子数就增多到原来的两倍，如图 1-1 所示。所以，增大压强，就是增加单位体积里反应物的摩尔数，即是增大反应物的浓

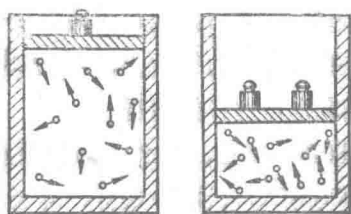


图 1-1 压强大小与一定量分子所占体积的示意图

度,因而可以增大反应的速度。相反,减小压强,气体的体积就扩大,浓度减小,因而反应速度减小。

如果参加反应的物质是固体、液体或溶液时,由于改变压强对它们的体积改变很小,因而对它们的浓度改变很小,可以认为压强与它们的反应速度无关。

3. 温度对化学反应速度的影响

我们知道,许多化学反应都是在加热的情况下发生的。例如,在常温下煤在空气里甚至在纯氧里不能燃烧,只有加热到一定温度时才能燃烧,并且越燃越旺。物质在溶液里进行的反应也有类似的情况。

〔实验 1-2〕 取两个试管,在每个试管里各加入 0.1 摩/升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 10 毫升。另取两个试管,在每个试管里各加入 0.1 摩/升 H_2SO_4 溶液 10 毫升。取一个盛有 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的试管和另一个盛有 H_2SO_4 溶液的试管组成一组,即四个试管组成两组。

然后将一组试管插入冷水里,另一组试管插入热水里。过一会儿,同时分别将两组试管里的溶液混和,并仔细观察热水和冷水中盛混和溶液的试管里出现浑浊现象的情况。

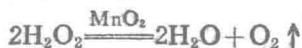
实验结果表明：插在热水中盛混和溶液的试管里首先出现浑浊的现象，接着才是插在冷水中盛混和溶液的试管里出现浑浊。这是什么原因呢？插入热水中的试管由于温度高，反应快，所以先出现浑浊现象；插入冷水中的试管由于温度低，反应慢，后出现浑浊现象。由此可见，温度升高，化学反应一般要加快。经过多次实验测得，温度每升高 10°C ，反应速度通常增大到原来的 2—4 倍。

4. 催化剂对反应速度的影响

关于催化剂和催化作用的初步知识，在氧气的实验室制法、硫酸的工业制法和氨的催化氧化等教材里都学习过了。现在我们要学习催化剂与化学反应速度的关系。

〔实验 1-3〕 在两个试管里分别加入 3% 的过氧化氢 (H_2O_2) 溶液 3 毫升和合成洗涤剂 (产生泡沫以示有气体生成) 溶液 3-4 滴。在其中的一个试管里加入少量 MnO_2 ，观察两个试管里的反应现象有什么不同。

实验结果表明：在放有少量 MnO_2 的试管里，很快有气泡生成，而没有放 MnO_2 的试管里气泡产生得慢而且少。这是由于 MnO_2 能加快 H_2O_2 的分解，使氧气产生得快而且多。反应后 MnO_2 的组成和质量都没有变化。可见 MnO_2 在 H_2O_2 的分解反应中起了催化作用。



催化剂在现代化学和化工生产中占有极为重要的地位。据初步统计约有 85% 的化学反应需要使用催化剂。尤其在当前大型化工生产、石油化学工业生产中，很多反应还必须靠

使用性能优良的催化剂来实现。但是应当注意，因为有一些物质，即使是很少量的，当混入催化剂中时，就会急剧降低甚至破坏催化剂的催化能力，这种作用叫做催化剂的中毒。为了防止催化剂的中毒，需要对原料进行一系列的净化过程。

影响化学反应速度的条件很多，除了温度、浓度、压强（有气体参加的反应）、催化剂以外，还有光、超声波、激光、放射线、电磁波、反应物颗粒的大小、扩散速度、溶剂等等。例如，煤粉的燃烧就比煤块快得多，溴化银见光很快分解等等。

以上研究了影响反应速度的一些重要条件，但在化学研究和化工生产中，只考虑反应速度是不够的。例如，在合成氨工业中除了要求氮和氢尽可能快地转变为氨外，还要使氮和氢尽可能多地转变为氨。这就涉及到化学反应的另一个问题——化学平衡。下面就要研究关于化学平衡的问题。

习 题

1. 举例说明增大和减小反应速度的实际意义。

2. 往一个5升的容器里，盛入某气态反应物8摩，5分钟后，测得这种气态反应物还剩余6.8摩，求这种反应物的反应速度（单位：摩/升·分）。

3. 在一块大理石（主要成分是 CaCO_3 ）上，先后滴加1摩/升HCl溶液和0.1摩/升HCl溶液，哪个反应快？先后滴加同浓度的热盐酸和冷盐酸，哪个反应快？用大理石块和大理石粉分别跟同浓度的盐酸起反应，哪个反应快？

4. 选择正确答案的序号填在括号里。

(1) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 合成氨反应中, 在下列情况下, 不能使反应速度加快的是()。

- ① 加入氮气 ② 减小压强, 扩大容器体积
③ 加入适量催化剂 ④ 适当升高温度

(2) 下列各组实验中溶液最先变浑浊的是()。

① 0.1 摩/升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 H_2SO_4 各 5 毫升, 加水 5 毫升, 反应温度 10°C

② 0.1 摩/升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 H_2SO_4 各 5 毫升, 加水 10 毫升, 反应温度 10°C

③ 0.1 摩/升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 H_2SO_4 各 5 毫升, 加水 10 毫升, 反应温度 30°C

④ 0.2 摩/升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 H_2SO_4 各 5 毫升, 加水 10 毫升, 反应温度 30°C

5. 根据化学反应 $\text{A} + \text{B} = \text{C}$, 试填充下表里的空白, 并计算反应的速度。

		A	B	C
浓度	反应开始时	2.7 摩/升	2.5 摩/升	0
	1 小时后	2.5 摩/升	2.3	0.2

6. 用接触法制硫酸时, 为什么要把原料气进行净化?

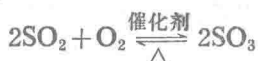
第二节 化学平衡

现在我们来学习化学平衡。化学平衡主要是研究可逆反应的规律, 如反应进行的程度以及各种条件对反应进行情况

的影响等等。

一、化学平衡是动态平衡

固态溶质溶解在液态溶剂里,当形成饱和溶液时,达到溶解平衡。这时溶解和结晶的过程并没有停止,只是这两个相反过程的速度相等罢了。因此,溶解平衡是一种动态平衡。我们将要研究的可逆反应的情形又是怎样的呢?我们可以通过下面的反应来进行研究。



在 500°C 、压强为 1.01×10^5 帕时,如果把 2 体积二氧化硫和 1 体积氧气的混和物,通入一个装有催化剂的密闭容器里,结果能得到含 91% (体积组成) 三氧化硫的混和气体。这时候,容器里反应物 SO_2 、 O_2 和生成物 SO_3 在混和物中的浓度就不再发生变化。

我们可以用可逆反应中正反应和逆反应的反应速度的变化来说明上面的过程。

当反应开始的时候, SO_2 和 O_2 的浓度最大,因而它们化合生成 SO_3 的正反应速度最大;而 SO_3 的浓度为零,因而它分解生成 SO_2 和 O_2 的逆反应的速度也是零。以后,随着反应的进行,反应物 SO_2 和 O_2 的浓度逐渐减小,正反应的速度就逐渐减小;生成物 SO_3 的浓度逐渐增大,逆反应的速度就逐渐增大。

如果外界条件不发生变化,化学反应进行到一定程度的时候,正反应和逆反应的速度相等,反应物和生成物的浓度不再发生变化。这时反应物和生成物的混和物 (简称反应混和

物) 就处于化学平衡状态。

如果不是从 SO_2 和 O_2 的混和物开始反应, 而是使纯净的 SO_3 , 在同样的温度 (500°C)、压强 (1.01×10^5 帕) 和催化剂存在的条件下起反应, SO_3 分解为 SO_2 和 O_2 , 当达到平衡状态时, 混和气体里仍然含 91% (体积) 的 SO_3 。

当反应达到平衡的时候, 正反应和逆反应都仍在继续进行, 只是由于在同一瞬间正反应 SO_2 和 O_2 化合生成的 SO_3 分子数和逆反应所分解的 SO_3 分子数相等, 亦即正、逆反应的速度相等, 所以反应混和物中各成分的百分含量不变。因此, 化学平衡是一种动态平衡。

化学平衡状态就是指在一定条件下的可逆反应里, 正反应和逆反应的速度相等, 反应混和物中各组成成分的百分含量保持不变的状态。

二、影响化学平衡的条件

化学平衡只有在一定的条件下才能保持。如果一个可逆反应达到平衡状态以后, 反应条件(如浓度、压强、温度等)改变了, 平衡混和物里各组成物质的百分含量也就随着改变而达到新的平衡状态, 这叫做化学平衡的移动。

下面着重讨论浓度、压强和温度的改变对化学平衡的影响。

1. 浓度对化学平衡的影响

当一个化学反应达到平衡的时候, 其它反应条件不变, 只改变其中任何一种反应物或生成物的浓度, 就会改变正反应或逆反应的反应速度, 使它们不再相等, 从而使平衡移动。

[实验 1-4] 在一个小烧杯里混和 10 毫升 0.01 摩/升氯化

铁溶液和 10 毫升 0.01 摩/升硫氰化钾溶液，溶液立即变成红色。

把这红色溶液平均分到三个试管里，在第一个试管里加入少量 1 摩/升氯化铁溶液，在第二个试管里加入少量 1 摩/升硫氰化钾溶液。观察这两个试管里溶液颜色的变化，并跟第三个试管相比较。

氯化铁跟硫氰化钾(KSCN)起反应，生成红色的硫氰化铁 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ①和氯化钾，这个反应可表示如下：



从上面实验可知，在平衡混和物里，当加入氯化铁溶液或硫氰化钾溶液以后，溶液的颜色都变深了。这说明增大了任何一种反应物的浓度都促使化学平衡向正反应的方向移动，生成更多的硫氰化铁。

其它实验也可证明，在达到平衡的反应里，减小任何一种生成物的浓度，平衡会向正反应的方向移动；减小任何一种反应物的浓度，平衡会向逆反应的方向移动。

由此可见，在其它条件不变的情况下，增大反应物的浓度，或减小生成物的浓度，都可以使平衡向着正反应的方向移动；增大生成物的浓度或减小反应物的浓度，都可以使平衡向着逆反应的方向移动。

在生产上，往往采用增大容易取得的或成本较低的反应物浓度的方法，使成本较高的原料得到充分利用。例如，在硫酸工业里，常用过量的空气使二氧化硫充分氧化。

① 实际上主要是 $[\text{FeSCN}]^{2+}$ 离子的颜色。

2. 压强对化学平衡的影响

处于平衡状态的反应混和物里,不管是反应物或生成物,只要有气态物质存在,那么改变压强也常常会使化学平衡移动。

〔实验 1-5〕 如图 1-2, 用注射器 (50 毫升或更大些的) 吸入约 20 毫升二氧化氮和四氧化二氮的混和气体 (使注射器

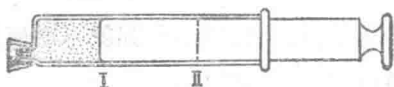
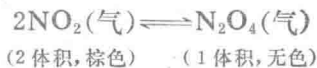


图 1-2 压强对化学平衡的影响

的活塞达到 I 处)。吸入气体后, 将细管端用橡皮塞加以封闭。然后把注射器的活塞往外拉到 II 处。观察当活塞反复地从 II 到 I 及从 I 到 II 时, 管内混和气体颜色的变化。

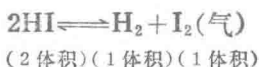
二氧化氮(棕色气体)跟四氧化二氮(无色气体)在一定条件下处于化学平衡状态。在这个反应里, 每减少 2 体积的 NO_2 就会增加 1 体积的 N_2O_4 。



从实验 1-5 中可知, 把注射器的活塞往外拉, 管内体积增大, 气体的压强减小, 浓度减小, 混和气体的颜色先变浅又逐渐变深。逐渐变深是因为平衡向逆反应的方向移动, 生成了更多的 NO_2 。把注射器的活塞往里压, 管内体积减小, 气体的压强增大, 浓度增大, 混和气体的颜色先变深又逐渐变浅。逐渐变浅是因为平衡向正反应的方向移动, 生成了更多的 N_2O_4 。

从上面的实验可以看出,在其它条件不变的情况下,增大压强,会使化学平衡向着气体体积缩小的方向移动;减小压强,会使平衡向着气体体积增大的方向移动。

在有些可逆反应里,反应前后气态物质的总体积没有变化,例如:



在这种情况下,增大或减小压强就不能使化学平衡移动。

固态物质或液态物质的体积,受压强的影响很小,可以略去不计。因此,平衡混和物都是固体或液体的,改变压强不能使平衡移动。

3. 温度对化学平衡的影响

在吸热或放热的可逆反应里,反应混和物达到平衡状态以后,改变温度也会使化学平衡移动。

〔实验 1-6〕 装置如图 1-3 所示,两个连通着的烧瓶里,

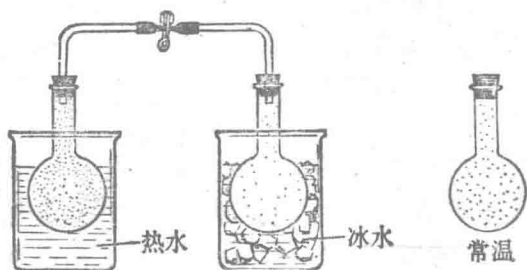


图 1-3 温度对化学平衡的影响

盛有二氧化氮跟四氧化二氮达到平衡的混和气体。然后用夹子夹住橡皮管,把一个烧瓶放进热水里,把另一个烧瓶放入冰

水(或冷水)里,观察混和气体的颜色的变化,并与常温时盛有相同混和气体的烧瓶中的颜色进行对比。

在二氧化氮生成四氧化二氮的反应里,正反应是放热反应,逆反应是吸热反应。



从上面实验可以知道,混和气体受热颜色变深,说明二氧化氮浓度增大,平衡向逆反应方向移动。混和气体被冷却,颜色变浅,说明二氧化氮浓度减小,平衡向正反应的方向移动。

由此可见,在其他条件不变的情况下,温度升高,会使化学平衡向着吸热反应的方向移动;温度降低会使化学平衡向着放热反应的方向移动。

浓度、压强、温度对化学平衡的影响可以概括成一个原理来表示,这就是勒沙特列^①原理(亦称平衡移动原理):如果改变影响平衡的一个条件(如浓度、压强或温度等),平衡就向能够减弱这种改变的方向移动。

由于催化剂能够同样地增加正反应和逆反应的速度,因此它对化学平衡的移动没有影响,也就是说它不能改变达到化学平衡状态的反应混和物的百分组成。但是使用了催化剂,就能够改变反应达到平衡所需的时间。

〔讨论〕 化学平衡状态有哪些主要特征?使化学平衡发生移动的主要条件有哪些?

^① 勒沙特列(H. L. Le Chatelier, 1850—1936),法国化学家。