

化学辅导丛书

化学

高中二年级用

中国青年出版社

教和学辅导丛书

化 学

(高中二年级用)

北京师范大学中学教学研究中心 主编

中国书店出版社

封面设计：魏 杰

教和学辅导丛书
化 学

(高中二年级用)

北京师范大学中学教学研究中心主编

◆

中国青年出版社出版 发行

济南印刷三厂印刷 新华书店经销

◆

787×1092 1/32 6印张 128千字

1988年9月北京第1版 1988年9月济南第1次印刷

印数1—41,000册 定价 1.80 元

前 言

为了更好地贯彻执行中学教学大纲的精神，按照教学大纲的要求进行教学改革，改进教学方法，提高教学质量，帮助广大中学师生努力达到教学大纲所规定的教学目标，使学生扎扎实实地学好学活基础知识，我们在张国栋、高建军等同志最初组织编写的中学各年级教学用书的基础上，主编了中学“教和学辅导丛书”。参加编写的都是全国一些著名中学有丰富教学经验的教师。

这套丛书紧密配合新编的中学课本，突出重点，注意方法、思路的分析，每本书的内容主要包括基本学习要求、重点知识分析、难点辨析、错例索因、例题和练习，以及课外活动资料等。它的主要特点是抓纲扣本，纲本结合；从教学实际出发，既有利于中学生掌握知识，发展能力，提高学习效果，也有助于中学教师剖析教材，精心备课，提高教学水平。但愿这套丛书能成为中学师生的良师益友。

丛书主编组由阎金铎、陈浩元、庄似旭、陶卫、乔际平同志组成。数学、物理、化学、外语4科的编委会由王绍宗、华跃义、胡炯涛、马明、孟学军、张国栋、高建军同志主持。政治科的编委会由阎金铎、张志建同志主持。

本书由东北师范大学附属中学教师盛刚与仲崇莲、王凤军编写。

我们恳切地期望广大读者能提出宝贵建议，以便再版时

修订完善,使它更好地为我国的中学教学改革服务。

北京师范大学中学教学研究中心

1988年3月1日

目 录

第一章 氮和磷	(1)
1.1 基础知识	(1)
1.1.1 氮族元素	(1)
1.1.2 氮气	(2)
1.1.3 氨、铵盐	(5)
1.1.4 硝酸、硝酸盐	(9)
1.1.5 氧化-还原反应方程式的配平	(15)
1.1.6 磷、磷酸、磷酸盐	(18)
1.2 能力训练	(21)
1.3 综合练习	(29)
第二章 化学反应速度和化学平衡	(35)
2.1 基础知识	(35)
2.1.1 化学反应速度	(35)
2.1.2 化学平衡	(38)
2.1.3 合成氨工业	(40)
2.2 能力训练	(41)
2.3 综合练习	(47)
第三章 电解质溶液	(55)
3.1 基础知识	(55)
3.1.1 强电解质和弱电解质	(55)
3.1.2 电离度	(57)
3.1.3 水的电离和溶液的pH值	(59)
3.1.4 盐类的水解	(63)

3.1.5	酸碱中和滴定	(67)
3.1.6	原电池、金属的腐蚀和防护	(70)
3.1.7	电解和电镀	(73)
3.2	能力训练	(78)
3.3	综合练习	(91)
第四章	硅 胶 体	(101)
4.1	基础知识	(101)
4.1.1	碳族元素	(101)
4.1.2	硅及其重要的化合物	(102)
4.1.3	硅酸盐工业简述	(106)
4.1.4	胶体	(107)
4.2	能力训练	(110)
4.3	综合练习	(117)
第五章	镁 铝	(126)
5.1	基础知识	(126)
5.1.1	金属键	(126)
5.1.2	镁和铝的性质	(127)
5.1.3	镁和铝的重要化合物、铝的冶炼	(132)
5.1.4	硬水及其软化	(137)
5.2	能力训练	(140)
5.3	综合练习	(150)
模拟试题		(161)

第一章 氮和磷

1.1 基础知识

1.1.1 氮族元素

1.1.1.1 知识要点

1) 氮族元素包括氮(N)、磷(P)、砷(As)、锑(Sb)、铋(Bi) 5种元素, 属于周期表里第V主族元素。它们原子的最外层电子排布都是 ns^2np^3 。

2) 氮族元素的原子的最外层电子构型为 ns^2np^3 , 这就决定了它们有相似的性质。它们在最高价氧化物里的化合价是+5价(N_2O_5 , P_2O_5 , As_2O_5 等)。但是, 由于它们核外电子层数不同, 随着层数的增加, 获得电子的趋势逐渐减弱, 失去电子的趋势逐渐增强。从氮到铋非金属性逐渐减弱, 金属性逐渐增强。

3) 氮族元素的物理性质(密度、熔点、沸点等)随着原子序数的增大而增大(铋除外); 它们的化学性质则差别较大: 氮、磷是比较典型的非金属元素; 砷虽然是非金属, 但也有金属性; 而锑、铋则比较典型的金属。

1.1.1.2 重点内容

氮族元素的原子结构与其化学性质的关系是本节的重点。结构的相似性(都是 ns^2np^3)决定它们具有相似的性质, 结构的差异(电子层数不同, 即 n 值不同)决定它们具

有不同的性质。

1.1.2 氮气

1.1.2.1 知识要点

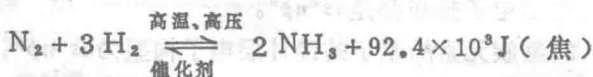
1)氮气的物理性质

氮气是一种无色、无味的气体。比空气稍轻。氮气在压强 10^5 Pa (帕)、温度 -195.8°C 时,变为无色的液体;在 -209.86°C 时,变成雪状的固体。氮气在水里的溶解度很小,在通常状况下,1体积水中溶解约0.02体积的氮气。

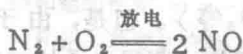
2)氮气的化学性质

(1)在通常情况下,氮气很不活泼,很难跟其他物质发生化学反应。

(2)跟氢气反应

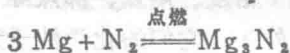


(3)跟氧气反应



生成的一氧化氮很容易氧化生成二氧化氮,即 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ (红棕色并有刺激性气味)。

(4)跟某些金属的反应,例如:



3)氮的固定 将空气中游离的氮转变为氮的化合物的方法,统称为氮的固定。

4)氮气的用途

工业上用于合成氨,制硝酸、氮肥和炸药等。焊接金属

① “标准大气压”单位已废弃,过去称“1标准大气压”处均以 10^5 Pa (帕)代替。

时用作保护气体，填充灯泡。用于保存粮食、水果等农副产品。

1.1.2.2 重点内容

1)氮气的化学性质

(1)氮气在通常情况下很不活泼的原因

氮气是由两个氮原子共用3对电子形成的，分子中有3个共价键($\text{N}::\text{N}$ 或 $\text{N}\equiv\text{N}$)，这个键能很大，为 $949.6 \times 10^3 \text{ J/mol}$ (键能是拆开 1 mol (摩) 分子内的化学键所需要的能量)，比其他双原子分子的键能大得多。由于氮气分子具有稳定的结构，化学性质必然是不活泼。

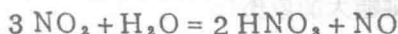
(2)氮的氧化物 氮跟氧化合时，在不同条件下，能生成不同的氧化物：

①一氧化二氮 (N_2O)，氮的化合价为 +1 价。

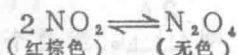
②一氧化氮 (NO)，氮的化合价为 +2 价。

③三氧化二氮 (N_2O_3)，氮的化合价为 +3 价。

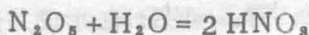
④二氧化氮 (NO_2)、四氧化二氮 (N_2O_4)，氮的化合价都是 +4 价。二氧化氮有毒，易溶于水。



二氧化氮可相互化合成无色的四氧化二氮气体。



⑤五氧化二氮 (N_2O_5)，氮的化合价为 +5 价。五氧化二氮是硝酸的酸酐。



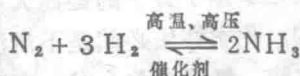
(3)氮气跟某些金属反应 在高温下，氮气才能跟 Mg, Ca, Sr, Ba 等金属化合，例如：



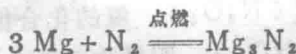
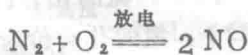
在氮化镁中，氮的化合价为-3价。

2) 注意掌握反应条件

氮气是很稳定的气体，但它的稳定是相对的、有条件的。在通常情况下，它非常稳定，但在高温或放电条件下，它又变得很活泼，与很多物质发生化学反应。这些反应的发生是在一定条件下进行的，离开了这些条件，这个反应就发生不了。例如：氮气只有在高温、高压，并有催化剂存在的条件下，才能与氢气化合生成氨。



其他反应同样需要一定的条件，在写化学方程式时，万不可丢掉反应条件。



1.1.2.3 难点剖析

1) 氮分子键能大的原因

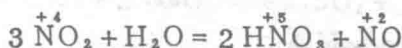
氮原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$ ，2p轨道上的3

个电子应分占不同轨道，即 $\uparrow \uparrow \uparrow$ 。当2个氮原子结合时，1个氮原子 p_x 轨道上的1个电子与另1个氮原子 p_x 轨道上的1个电子形成共用电子对，即1个共价键（此键属于 σ 键）。同理， p_y 与 p_y ， p_z 与 p_z 也形成共价键（此键属于 π 键）。在2个氮原子之间共形成3个共价键，3个键的共同作用，使它们的键长短，键能大（拆开3个键的总能量）。

2) NO_2 不是硝酸的酸酐

NO_2 易溶于水，并且生成硝酸，但它却不是硝酸的酸

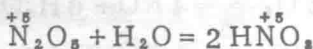
酐。看下面反应中氮的化合价的变化：



氮的化合价由 +4 价变为 +5 价和 +2 价。

根据酸酐的定义，酸酐的水化物是酸（只有 1 种产物），并且化合价不发生变化。 NO_2 溶于水不仅生成 HNO_3 ，而且生成 NO ，化合价也发生了变化，所以， NO_2 不是 HNO_3 的酸酐。

硝酸的酸酐是五氧化二氮。



1.1.3 氨、铵盐

1.1.3.1 知识要点

1) 氨

(1) 氨分子的结构

氨分子的结构呈三角锥形，氮原子位于锥顶，3 个氢原子位于锥底。如图 1-1 所示，N—H 键之间的键角为 $107^\circ 18'$ ，氨分子是一个极性分子。

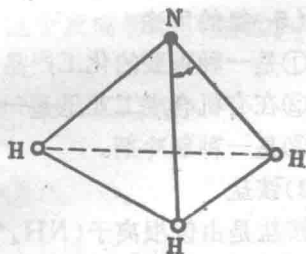


图 1-1

(2) 氨的物理性质

① 氨是无色、具有刺激性气味的气体。

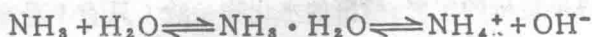
② 在标准状况下，它的密度是 0.771g/L ，比空气轻得多。

③ 氨很容易液化，在常压下冷却到 -33.35°C 或在常温下加压到 $7 \times 10^5 \sim 8 \times 10^5 \text{Pa}$ ，变成无色的液体，同时放出大量热。

④氨极易溶于水，在常温常压下，1体积水溶解约700体积氨。

(3) 氨的化学性质

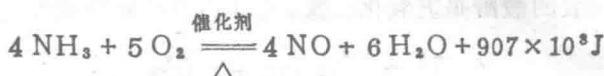
①跟水的反应



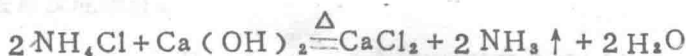
②跟酸的反应



③跟氧气的反应



(4) 氨的实验室制法 常用铵盐和碱加热的方法来制取氨。



(5) 氨的用途

①是一种重要的化工产品。

②在有机合成工业里是一种常用的原料。

③是一种制冷剂。

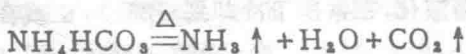
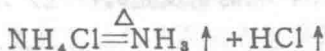
2) 铵盐

铵盐是由铵根离子(NH_4^+)和酸根离子组成的化合物。

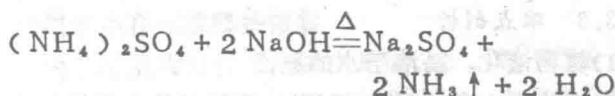
铵盐都是晶体，能溶解于水。

铵盐的化学性质有：

(1) 受热分解



(2) 与碱反应放出氨气

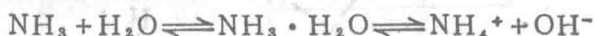


铵盐的用途：大量的铵盐用作氮肥。硝铵可制炸药，氯化铵常作印染和制干电池的原料，也用在焊接上。

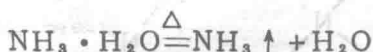
1.1.3.2 重点内容

氨的化学性质：

(1) 氨溶于水，氨的水溶液叫氨水。在氨水中，大部分氨与水结合成一水合氨 ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可以部分电离成 NH_4^+ 和 OH^- ，氨水是弱碱。



一水合氨很不稳定，受热分解生成氨和水：

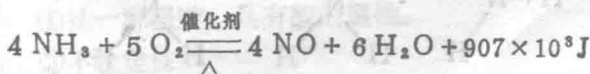


(2) 氨与酸反应生成铵盐，这个反应相当于酸碱的中和反应。



这些反应极易发生，所以不能用浓硫酸来干燥氨气。

(3) 氨的氧化需要一定的条件（催化剂并加热），离开这些条件反应就不会发生。

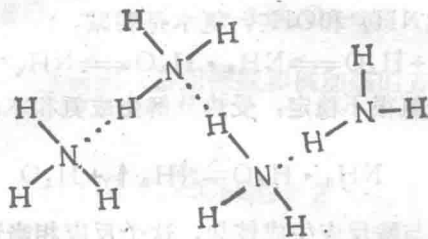


从上面的反应可以看到：这是一个氧化-还原反应，且是放热反应。生成的 NO 易氧化生成红棕色的 NO_2 。

1.1.3.3 难点剖析

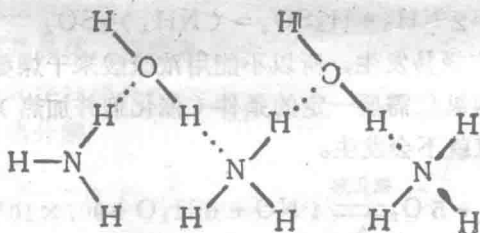
1) 氨易液化, 易溶于水的原因

在氨分子中存在着N—H键, 由于N的电负性很大, N—H键的极性较强, 共用电子对偏向N原子, H原子的电子云被N原子吸引, 使H原子几乎成为“裸露”的质子。这个半径很小、带部分正电荷的H核, 允许带部分负电荷的N原子(或O原子)充分接近它, 并产生静电吸引作用, 形成了氢键。



这个氢键是 NH_3 与 NH_3 之间形成的, 它的存在使物质的熔点和沸点升高, 容易液化。

同理, NH_3 与 H_2O 之间也能形成氢键。

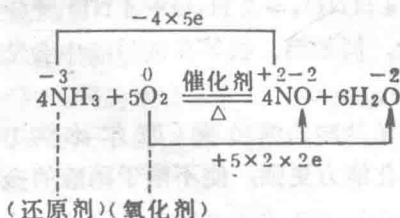


氨与水之间的氢键使得氨极易溶于水。

2) 氨水中存在着哪些微粒

氨的水溶液称为氨水，氨水是混合物。氨不能全部与水反应生成一水合氨，有剩余的氨气和水，一水合氨只能部分电离出 NH_4^+ 和 OH^- ，这样，在氨水中应存在着： NH_3 ， H_2O ， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ， NH_4^+ ， OH^- 和 H^+ 等微粒。

3) 氨的氧化是氧化-还原反应



1.1.4 硝酸、硝酸盐

1.1.4.1 知识要点

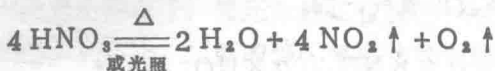
1) 硝酸

(1) 硝酸的物理性质

- ① 纯硝酸是无色、易挥发、有刺激性气味的液体。
- ② 纯硝酸密度为 $1.5027\text{g}/\text{cm}^3$ 。
- ③ 纯硝酸沸点 83°C ，凝固点 -42°C 。
- ④ 能以任意比溶于水，常用浓硝酸的浓度大约是69%，浓度为98%以上的浓硝酸产生“发烟”（酸雾）现象，称为发烟硝酸。

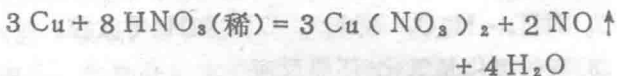
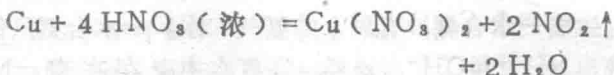
(2) 硝酸的化学性质

- ① 是一种强酸，具有酸的通性。
- ② 不稳定性



分解放出的二氧化氮溶于硝酸而使硝酸呈黄色。

③氧化性

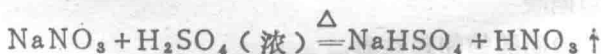


有些金属，例如铝、铁等在浓硝酸中会发生“钝化”现象。

浓硝酸和浓盐酸的混和物（摩尔比为1：3）叫“王水”，它的氧化能力更强，使不溶于硝酸的金属，如金、铂等溶解。

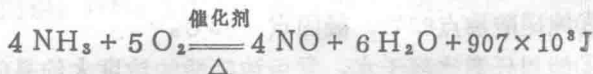
（3）硝酸的制法

①实验室制法



②工业制法（氨的催化氧化法），分3步完成：

氨氧化生成一氧化氮



一氧化氮氧化生成二氧化氮



二氧化氮被水吸收生成硝酸



（4）硝酸盐 多数是无色晶体。极易溶于水。不稳定，加热易分解放出氧气，如：

