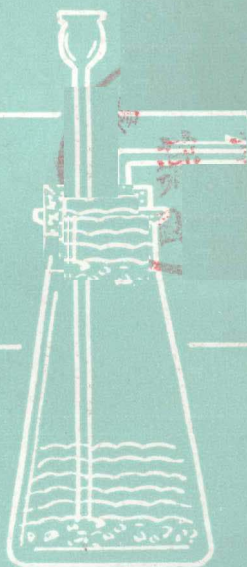


中学化学课程 重点提示与分析

高中二年级用

李文鼎等编



学苑出版社

中学化学课程 重点提示与分析

高中二年级用

李文鼎 王存志 合编

7653.8
765

学苑出版社

中学化学重点提示与分析

高中二年级用

王春志 李文学 合编

中学化学课程重点提示与分析 高中二年级用

学苑出版社 出版

(北京西四颁赏胡同四号)

北京市通县北刘庄装订印刷厂 印刷

新华书店首都发行所 发行

开本: 787×1092 1/32 印张: 6.375 字数: 143 千字

1989年3月第1版 1989年3月第1次印刷

印数 1—10,400 册

书号: ISBN 7-80060-148-X/G·83 定价: 2.45元

前 言

为了帮助在校中学生学好各科基础知识，使学生对所学的知识加深理解，启发学生积极思考，我们编写了这一套《中学各科课程重点提示与分析》，它是中学在校学生的一套系列课外读物。

这套课外读物是根据国家教委全日制中学各科教学大纲和人民教育出版社新修订的教材，并参考部分省市的教材而编写的。

本书按照基本课程的顺序，对书中的重点进行了深入的分析，并对疑难点做了针对性的提示，以提示、分析的方法，帮助学生加深对课程的理解，每章之后都有一定数量的思考题和答案。

本书文中用楷体字排印的内容，供在学习中阅读参考。

本书由李文鼎、王存志合编。由沈鑫重审定。

编 者

1988年1月

目 录

第六章 氮和磷	2
第一节 氮族元素	2
第二节 氮气	4
第三节 氨 铵盐	7
第四节 硝酸 硝酸盐	12
第五节 氧化-还原反应方程式的配平	17
第六节 磷 磷酸 磷酸盐	22
综合思考与练习	27

(以上为高中化学课本上册的内容)

第一章 化学反应速度和化学平衡	34
第一节 化学反应速度	34
第二节 化学平衡	40
第三节 合成氨工业	48
综合思考与练习	51
第二章 电解质溶液	56
第一节 强电解质和弱电解质	56
第二节 电离度	61
第三节 水的电离和溶液的 pH 值	65
第四节 盐类的水解	73
第五节 酸碱中和滴定	78
第六节 原电池 金属的腐蚀和防护	83
第七节 电解和电镀	89

综合思考与练习	95
第三章 硅 胶体	102
第一节 碳族元素	102
第二节 硅及其重要的化合物	107
第三节 硅酸盐工业简述	114
第四节 胶体	117
综合思考与练习	124
第四章 镁 铝	130
第一节 金属键	130
第二节 镁和铝的性质	137
第三节 镁和铝的重要化合物 铝的冶炼	144
第四节 硬水及其软化	152
综合思考与练习	153
第五章 铁	164
第一节 铁和铁的化合物	164
第二节 炼铁和炼钢	175
综合思考与练习	181
附 录 思考与练习参考答案	188
第六章 氮和磷	188
第一章 化学反应速度和化学平衡	192
第二章 电解质溶液	193
第三章 硅 胶体	195
第四章 镁 铝	196
第五章 铁	197

空气的海洋里约五分之四是氮。氮在周期表里和氧相邻，同氧一样，对于我们的生活来说，在许多方面都很重要。要知道，人们对于氮的重要性的认识是经历了漫长的历程的。虽然氮的发现年代稍早于氧，但因其化学性质不活泼，不大容易观察到它的化学反应。1772年，普利斯特里首次制得了氮气。但直到两年以后，氧气被发现之后，人们才知道，只要把大气中的氧吸收掉，就可以制得较纯净的氮气。当年拉瓦锡给它取的名字叫“azote”，意思是“它无益于生命”。当我们已具有一些有关原子结构、元素周期律以及分子结构的知识以后，再来学习VA族元素，就会加深对所学理论的理解，反过来，所学理论又可以帮助和指导对元素及其化合物知识的学习。今天，有关生命的有机化合物——蛋白质，这类氮的化合物，存在于所有生物的组织里，这差不多已成为人们的常识。在生物的新陈代谢活动中，氮的化合物起着关键作用，这难道不是会更加激起我们学习的兴趣吗？

第六章 氮 和 磷

氮族元素是继卤素、氧族、碱金属之后学习的又一个元素族。本章教材从氮族元素原子的最外层电子排布等知识入手，概述它们所具有的共性和递变规律，着重介绍了氮及其重要化合物，对磷只作了较简单的介绍。其间还穿插了硝酸的工业制法和氧化-还原反应方程式的配平。

本章教材具有以下特点：以理论指导学习元素化合物的知识；涉及较多的物质；与后面的内容有密切的联系等，这些都体现其重要性。

本章重点：氮族元素的原子结构及性质递变规律；氨和硝酸的性质及应用；用化合价升降法配平氧化-还原反应方程式。

本章难点：用化合价升降法配平氧化-还原反应方程式和硝酸跟金属的反应。

第一节 氮族元素

〔提示〕

本节简单介绍了氮族元素的一些重要性质。

氮族元素包括氮、磷、砷、锑、铋五种元素。从它们的原子结构来看，最外层电子排布都是 ns^2np^3 。其中在 ns 轨道上有2个成对的电子， np 轨道上有3个自旋方向相同的电子。

氮族元素的原子有获得3个电子的倾向，但它们获得电子的倾向不如氧族元素和卤素，并且从氮 $\rightarrow$ 铋，获得电子

的倾向逐渐减弱。只有N和P能跟活泼金属元素形成离子型化合物，如 Li_3N 、 Na_3P 等。氮族元素也能形成共价型化合物，如 NH_3 、 PH_3 等。

根据同一周期中从左到右元素的金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强的规律，氮族元素的非金属性要比同周期的氧族和卤素弱。

〔思考与练习〕

一、填空

1. 氮族元素包括_____等五种元素。它们的最外层电子排布是_____，最高正价是_____，最高价氧化物的通式是_____。负价是_____，气态氢化物的通式是_____。

2. 随着核电荷数增加，氮族元素原子半径_____，获得电子趋势逐渐_____，失电子的趋势逐渐_____，因此它们的非金属性逐渐_____，金属性逐渐_____。

3. P、S、Cl三种元素对应的最高价氧化物分子式分别是_____、_____、_____，与此对应的水化物分子式分别是_____、_____、_____。它们的酸性由强到弱的顺序是_____，气态氢化物的分子式分别是_____、_____、_____，稳定性由强到弱的顺序是_____。

二、选择题

1. 氮的原子量为14.0031，已知自然界有 ^{14}N 和 ^{15}N 两种稳定同位素，则 ^{14}N 占的百分比是（ ）。

A、48.3% B、99.63% C、0.37% D、100%

2. 关于氮族元素的叙述中, 不正确的是 ()。

A、本族元素最高正价为 + 5 B、本族元素都是典型的非金属 C、随原子序数增大, 原子半径逐渐增大 D、最外层电子排布都是 ns^2np^3 。

第二节 氮 气

〔提示〕

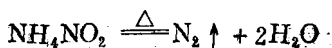
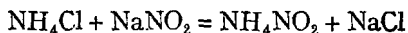
氮的化学性质很不活泼。氮的化学惰性, 可以从它的分子结构得到满意的解释。

氮分子是由两个氮原子组成的, 两个氮原子以很牢固的共价叁键相结合, 键能高达 946 千焦/摩尔, 因此要使键断裂, 需外界提供足够大的能量, 这决定了氮的惰性。但在一定条件下, 如高温、高压、催化剂、放电等条件下, 氮可以跟氢气、氧气等反应。

本节的重点是氮气的化学性质。

空气中氮的体积百分含量约占 78%。工业上大量的氮由分馏液态空气得到。可得到纯度在 99% 以上的氮气。氮气通常以 $1.5 \times 10^7 \text{ Pa}$ 的压力装入钢瓶中备用。

实验室中常用以下方法制取少量氮气: 加热氯化铵和 NaNO_2 (亚硝酸钠) 的混和溶液; 实际上是 NH_4NO_2 的热分解反应。反应如下:



〔分析〕

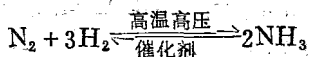
一、氮气的物理性质

自然界的氮，大部分以游离态存在于空气中。纯净的氮气是一种没有颜色、没有气味的气体，比空气平均密度稍小，为1.2506克/升。氮气难溶于水，1体积水约可溶0.02体积的氮气（只有氧气溶解度的二分之一）。

二、氮气的化学性质

氮分子虽然化学性质稳定，但在一定条件下，当获得足够的能量，它的共价键断裂，这时就能跟氢、氧、金属等发生反应。

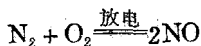
1. 氮气跟氢气的反应



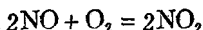
这个反应被工业上用来合成氨。关于合成氨反应条件的选择，在化学反应速度和化学平衡一章中有专节讲述。

2. 氮气跟氧气的反应

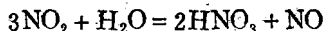
氮气跟氧气的反应根据反应条件的不同，生成不同价态的氮的氧化物，其中NO和NO₂是比较重要的两种。



NO是无色气体，它不溶于水，在常温下很容易跟空气中的氧气化合，生成NO₂



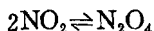
NO₂易溶于水，生成HNO₃和NO



氮的氧化物除上述两种外，还有N₂O（笑气）、N₂O₃和N₂O₅。它们对人体都有危害作用。例如，NO会破坏血液中输送氧的血红蛋白(Hb)，其危害程度超过一氧化碳。NO₂是有刺激性气味的有毒气体，有强氧化性，能严重破坏人的机体。因此，在使用上述气体时，要按照操作规程，注意

安全。

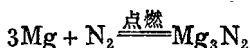
二氧化氮可以相互化合成无色的 N_2O_4 气体。



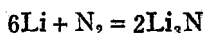
这个反应具有重要的理论意义，在化学反应速度和化学平衡一章中还将继续讨论这个反应。

3. 氮气跟某些金属的反应

在高温时，氮气能跟Mg、Ca、Ba、Sr等金属化合。



常温下，只有金属Li能跟氮气化合，但反应很慢。



氮的固定和氮气的用途

所谓氮的固定指的是将空气中游离的氮转化成氮的化合物。合成氨，放电条件下氮、氧直接化合都是氮的固定。某些豆科植物，如大豆具有在常温常压下固定空气中的氮的能力，使之转化成氨，而被植物吸收，这样可以少施或不施氮肥。

今天，科学技术获得飞速发展。但仍在采用的高温高压下合成氨，在材料乃至能源上都很不经济。据估计，全世界化学工业的固氮量，只达到生物固氮量的几十分之一，可见生物的固氮能力是极其强大的。长期以来，人们一直研究，希望能用化学方法模拟生物的固氮能力并已取得了可喜的进展。化学模拟生物固氮对农业生产、能源和环境保护关系密切，具有重大的意义。

氮在工业上最大的用途是用于合成氨。因为氨不但可以制造一系列铵盐，还大量用于生产硝酸。在工业生产和科学研究中，人们还常利用氮的化学惰性作为保护性气体。例如

用氮气充填粮仓可防止虫蛀霉变。也可以用液态氮作深度冷冻剂。

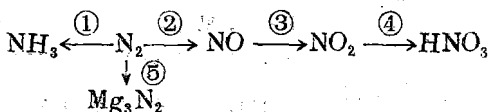
〔思考与练习〕

一、填空

1. 空气中，含氮气和氧气的体积比分别是78%和22%，则空气的平均分子量是_____。

2. 氮分子由双原子组成，电子式是_____，氮分子中有三个_____键，它的键能大于其它双原子分子，因而氮分子的结构_____。在通常情况下，氮气的化学性质_____。

3. 用化学方程式表示下列变化（注明反应条件）



4. 下列物质中，按氮元素化合价由低到高排列的顺序是_____。

N_2 、 NH_3 、 NO_2 、 NO 、 HNO_3

二、实验室在制取NO时，其中混有少量 NO_2 ，如何除去 NO_2 ？

三、什么叫做氮的固定？举出两种空气中的 N_2 转变为化合态氮的自然过程。

第三节 氨 铵盐

〔提示〕

物质的性质决定于它的结构，由于氨分子结构具有的特点，如易液化，易溶于水，熔、沸点较高等。

本节内容的重点是氨和铵盐的化学性质以及实验室制取氨的方法和 NH_4^+ 的检验。

〔分析〕

一、氨

1. 氨分子的结构

实验证明：氨分子呈三角锥形，氮原子以三个共价键与三个氢原子连接， N-H 键是极性键， NH_3 是极性分子。

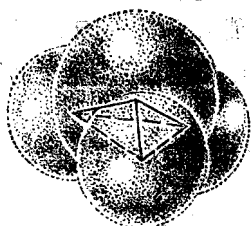


图 6-1 NH_3 分子的结构

NH_3 是一个三角锥形分子，氮原子位于锥的顶角，三个氢原子位于锥底，如图6-1所示。由于 NH_3 的分子结构不对称，N原子吸引电子的能力大于H原子，氮原子上还有孤对电子，因此氮原子一端集中了较多的负电荷，使 NH_3 分子有较大的极性。如果氮原子上三个p轨道

中的电子直接与氢原子成键，那么相邻两个 N-H 键之间的键角应为 90° ，但实验测得为 106.6° ，与正四面体 $109^\circ 28'$ 接近。由于氮原子上孤对电子对 N-H 成键电子的排斥作用，使 N-H 键之间的键角比正四面体的键角略为缩小。

2. 氨的物理性质

氨是没有颜色、具有刺激性气味的气体。在标准状况下，氨的密度是0.771克/升，比空气密度略小。

氨很容易液化，且极易溶于水。氨的水溶液叫做氨水。一般市售浓氨水密度是0.9克/厘米³，含 NH_3 约28%。

NH_3 分子除了有较大的极性外，在固态和液态的 NH_3 分子之间存在着氢键。

所谓氢键，是由于与吸引电子的能力较强的元素（如

氮、氧)相结合的氢原子,和另一分子中吸引电子能力强的原子间所产生的引力而形成的。现以水分子为例说明氢键的形成。

在水分子中氢与氧以共价键结合,由于氧吸引电子的能力比氢原子吸引电子的能力强,电子对被强烈地吸引向氧的一方,而使氢带正电性。同时,氢原子用自己唯一的电子形成共价键后,已无内层电子,它不被其它原子的电子云所排斥,而能与另一水分子中氧上的孤电子对相吸引。结果水分子间便构成氢键 $O-H\cdots O$ 而缔合在一起。氢与原来水分子中的氧以共价键结合,相距较近而与另一水中的氧则以氢键结合。

氢键键能比化学键的键能小得多。能够形成氢键的物质是很广泛的。由于氢键的存在,往往对化合物的性质有显著的影响,如增高沸点,加强溶解力等。

3. 氨的化学性质

(1) 氨跟水的反应

常温常压下, 1 体积水能溶解700体积氨。氨在水中的反应可表示如下:



(一水合氨)

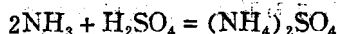
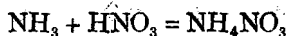
氨水可以 $NH_3 \cdot H_2O$ 表示。由于一水合氨很不稳定, 受热时分解生成氨和水:



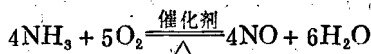
(2) 氨跟酸的反应

氨能跟酸反应生成铵盐。





(3) 氨跟氧气的反应

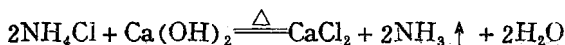


以上反应叫做氨的催化氧化。此外氨能在纯氧中燃烧，生成 N_2 。



(4) 氨的实验室制法

实验室里常用加热铵盐和碱的混和物的方法来制取氨。



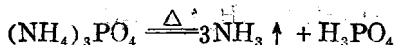
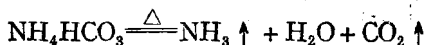
反应的实质是，由于在铵盐中加入碱，使 NH_4^+ 和 OH^- 结合生成难电离的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。加热则使 NH_3 挥发出来。

氨是一种重要的化工产品，在化工生产中也是一种常用的原料。液氨也是常用的致冷剂。

二、铵盐

1. 铵盐受热分解

很多种铵盐受热时分解，例如：



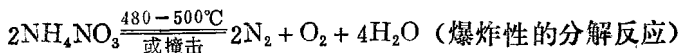
其中 NH_4NO_3 受热分解的情况较复杂，随反应条件不同产物不同。

2. 铵盐跟碱的反应

铵盐跟碱反应放出氨气，实验室就是利用这类反应制取氨气，同时也可以用品这个性质检验 NH_4^+ 。具体方法是，在待测试样中加入氢氧化钠并加热，产生的气体使石蕊试纸变蓝（或使酚酞试纸变红），说明试样中有 NH_4^+ 存在。可用离子方程式表示。



大量的铵盐用作氮肥。硝酸铵也可用作炸药，其反应为



〔思考与练习〕

一、填空

1. 氨分子结构呈_____形，氮原子位于_____，三个氢原子位于_____，氨分子是_____性分子。

2. 氨气是_____颜色，有_____气味的气体。_____溶于水溶液称之为_____，可以_____表示。一水合氨很不稳定，受热_____。

3. 实验室常用给_____和_____加热的方法制取氨气，化学方程式_____。

4. 检验氨气可以用湿润的_____色石蕊试纸或_____试纸检验。

二、计算题

1. 标准状况时，由 NO_2 、 NH_3 和 N_2 三种气体组成的混和气体共 10 升，缓慢通过稀硝酸溶液，溶液的质量增加了 12.5 克，气体的体积缩小为 3.28 升（标准状况）。求原来混和气体中各成分的体积。