

全日制普通高级中学（必修）

化学第二册

教师教学用书

人民教育出版社化学室 编著

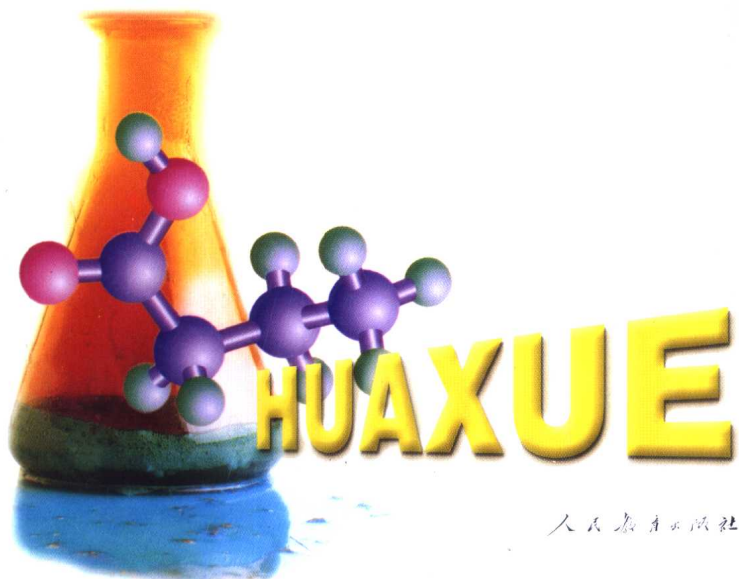
经全国中小学教材审定委员会
2002年审查通过

全日制普通高级中学教科书（必修）

化学

第二册

人民教育出版社化学室 编著



人民教育出版社

人民教育出版社

全日制普通高级中学（必修）

化学第二册

教师教学用书

人民教育出版社化学室 编

人民教育出版社

全日制普通高级中学（必修）

化学第二册

教师教学用书

人民教育出版社化学室 编著

*

人 民 教 育 出 版 社 出 版

（北京沙滩后街 55 号 邮编：100009）

网 址：<http://www.pep.com.cn>

北 京 出 版 社 重 印

北 京 市 新 华 书 店 发 行

北京金明盛印刷服务有限公司印刷

*

开本 890×1194 1/16 印张 10 字数 276 000

2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—7 630

ISBN 7-107-16671-9 定价：9.20 元
G·9761（课）

说 明

本书是根据中华人民共和国教育部 2002 年颁布的《全日制普通高级中学化学教学大纲》和《全日制普通高级中学教科书（必修）化学》第二册的内容和要求，在《全日制普通高级中学（试验修订本·必修）化学第二册教师教学用书》的基础上修订而成的，供高中化学教师参考。全书按教科书的章节顺序编排，每章包括各章说明、各节内容说明、学生实验说明等几部分。

在各章说明中，对各章教材进行了分析，如章的编写特点、教学重点、难点等，并提出了课时分配建议，意在使教师对全章内容有全面了解。

各节内容说明包括教学目的要求、本节教材分析和教学建议、演示实验说明和建议、习题参考答案、资料、教案示例等。本节教材分析和教学建议对节的特点、知识结构、教学重点、难点等做了较详细的分析，并对教学方法、教学过程设计、教学手段等提出了建议。演示实验说明和建议对一些演示实验的成败关键、注意事项等做了说明，并对某些实验提出改进意见或实验代用品建议。资料部分主要编入一些与本节教材有关的化学知识、疑难问题解答，以及联系实际、新科技信息、化学史等内容，帮助教师理解和掌握教材并在教学时参考。

学生实验说明安排在有关章的后面，对每个学生实验都做了较详细的说明。

应该说明的是，本书的内容仅供教师备课时参考，授课时的教学方法由教师根据具体情况决定。

参加原书编写工作的有（按编写顺序）王晶、胡美玲、李文鼎、戴健、冷燕平、何少华、乔国才、陈晨等；责任编辑是陈晨；武永兴、胡美玲审读了全书。

北京大学化学系严宣申教授提供了部分资料。李宏庆、高巍为本书绘制了插图。

参加本次修订的有（按编写顺序）：王晶、胡美玲、李文鼎、杜宝山、冷燕平、何少华、乔国才、陈晨。

本书的责任编辑是冷燕平、乔国才。

本书的编写和修订，得到了广大教师的大力支持，在此表示衷心感谢。

希望广大教师提出意见和建议，以便进一步修改。

人民教育出版社化学室

2003 年 4 月

目 录

第一章 氮和氮的化合物	1
本章说明.....	1
第一节 氮气.....	2
第二节 氨 铵盐.....	7
第三节 硝酸.....	11
实验一 氨的制取和性质 铵离子的检验.....	17
部分复习题参考答案.....	19
第二章 化学平衡 电离平衡	20
本章说明.....	20
第一节 化学反应速率.....	22
第二节 化学平衡.....	26
第三节 电离平衡.....	35
第四节 盐类的水解.....	37
第五节 酸碱中和滴定.....	41
实验二 化学平衡 电解质溶液.....	44
部分复习题参考答案.....	45
第三章 几种重要的金属	46
本章说明.....	46
第一节 铝和铝的重要化合物.....	47
第二节 铁.....	54
第三节 金属的冶炼.....	58
第四节 原电池原理及其应用.....	60
部分复习题参考答案.....	68
第四章 烃	69
本章说明.....	69
第一节 甲烷.....	71
第二节 烷烃.....	75
第三节 乙烯 烯烃.....	79
第四节 乙炔 炔烃.....	88
第五节 苯.....	91
第六节 石油的分馏.....	95
部分复习题参考答案.....	104
第五章 烃的衍生物	105

本章说明	105
第一节 乙醇 苯酚	106
第二节 乙醛	112
第三节 乙酸	114
实验三 乙醇、乙醛的性质	116
部分复习题参考答案	118
第六章 糖类 油脂 蛋白质——人类重要的营养物质	119
本章说明	119
第一节 葡萄糖 蔗糖	120
第二节 淀粉 纤维素	125
第三节 油脂	128
第四节 蛋白质	132
实验四 乙酸乙酯的制取 肥皂的制取	136
实验五 葡萄糖、蔗糖、淀粉的性质	138
实验六 蛋白质的性质	138
部分复习题参考答案	139
第七章 合成材料	140
本章说明	140
第一节 合成材料	141
第二节 新型有机高分子材料	145
实验七 实验习题	149
选做实验一 趣味实验	150
选做实验二 几种化学肥料的鉴别	150
选做实验三 原电池原理 金属的电化学腐蚀	151
选做实验四 有机合成高分子化合物的性质	152
总复习题参考答案	153

第一章

氮和氮的化合物

本章说明

一、本章教材分析

本章分为三节。第一节运用物质结构和元素周期律的知识，讨论氮族元素的通性及性质变化规律，并介绍氮元素的单质——氮气。第二节和第三节介绍了氮的化合物——氨和硝酸。

本章教材有以下特点：

1. 加强理论知识对元素化合物知识的指导作用。高一已介绍了原子结构和元素周期律的理论知识，运用这些理论知识来指导元素化合物知识的学习，对于学生来说，可起到复习、巩固和运用知识的作用。
2. 注意与介绍过的知识衔接。例如，在介绍氨时，从学过的氮气与氢气反应生成氨来引入；在介绍硝酸时，联系初中学过的硝酸的知识，等等。这样，既可以复习旧知识，又可以降低学生学习新知识的难度。
3. 重视培养学生的能力。教材在一些地方有意识地安排了讨论，以启发学生通过思考得出结论，以此来培养学生的思维能力，训练学生的科学方法。
4. 注意图文并茂。本章教材结合知识内容，选配了较多的图画，使学生一目了然，易于理解，印象深刻，并增加兴趣。

根据教学大纲的要求，这一章与供侧重理科学生学习的必修加选修教材明显不同的是没有介绍磷、氧化还原反应方程式的配平和有关化学方程式的计算。此外，有些内容的编写也稍有不同。例如，介绍氨易液化和氨易溶于水时，没有用氢键来说明。

关于氮族元素性质及规律性变化的知识，是在高一化学中原子结构和元素周期律理论以及其他族元素知识的基础上介绍的，这样的学习方法学生已经熟悉，所以，本章没有将这部分内容单独编成一节，而是作为章引言来介绍。关于氮族元素的单质及其化合物的内容，则是比较典型的用理论指导元素化合物知识学习的内容，对于学生来说一般不会构成难点。

本章教学重点：氮的单质和化合物的化学性质。

本章教学难点：硝酸的氧化性。

二、课时分配建议

第一节 氮气	1
第二节 氨 铵盐	2
第三节 硝酸	1

第一节 氮 气

一、教学目的要求

1. 使学生了解氮族元素性质的相似性和递变规律。
2. 使学生掌握氮气的化学性质。
3. 使学生掌握运用元素周期律和原子结构理论指导元素化合物知识学习的方法。

二、教材分析和教学建议

在本章的引言中，介绍了氮族元素性质的相似性和递变规律。

在高一介绍元素周期律和原子结构的知识以后，已经介绍了氧族元素、碳族元素等元素化合物的知识，学生对于运用理论指导元素化合物知识学习的方法已经了解，在高二介绍氮族元素，使学生既可以复习、巩固已有的理论知识，又可以运用这些理论指导学习新知识。

本节从氮元素的存在形式引入，介绍氮的单质——氮气。氮气的化学性质在大纲中为“C”层次要求，是教学的重点。教材从氮分子具有牢固的 $N \equiv N$ 键，因而氮分子结构稳定入手，说明氮气化学性质不活泼，从而说明结构决定性质。接着又联系化学键的知识，从分子获得足够的能量能使化学键断裂的角度，说明氮气在一定条件下还能与某些非金属反应，从而使学生认识氮气的一些化学性质。

本节教材的编写，注意联系实际，如结合目前汽车污染问题，简单介绍光化学烟雾，使学生了解环境保护知识的同时，增强环境保护意识。

为了增加学生的学习兴趣，本节教材配置了较多的图画和照片，并编入了一篇资料 and 一篇阅读，供有兴趣和学有余力的学生课外阅读。

本节教学重点：氮族元素性质的相似性和递变规律；氮气的化学性质。

教学建议如下：

1. 氮族元素的知识是在引言中介绍的，可结合原子结构和元素周期律的知识，让学生自己来总结氮族元素性质变化的一些规律。对于氮族元素表现多种化合价的性质，不必过于强调，待后面学到具体的物质如氮的单质和化合物时，学生即可了解。

2. 关于氮气的化学性质，通过氮气的结构稳定来认识其化学性质不活泼，进而认识氮气的用途；然后使学生进一步了解虽然氮气的性质不活泼，但在一定条件下也能发生化学反应。

结构	———	性质	———	用途
(稳定)		(不活泼)		(性质的利用)
		在一定条件下		
		氮气的化学反应		

3. 介绍氮的氧化物时，联系 N_2 ，并结合课本中表 1-1，说明 N 有多种化合价。

4. 关于光化学污染问题，可以结合高一有关环境污染与保护的知识，使学生逐步认识环境保护的重要性，可以让学生课后注意观看和记录电视、报纸中的空气质量报告，特别关注氮氧化物的指标。还可以让学生调查本地治理汽车尾气的措施与效果，提出合理化建议等。

三、演示实验说明和建议

根据教学大纲要求，本节教材没有编入演示实验，教师可根据具体情况进行安排。

建议演示下列实验，说明 NO 和 NO₂ 之间的相互转化。

在大试管内充满 NO₂，把试管倒置放入盛水的水槽，可以看到试管内水面上升，试管内气体由红棕色变成无色。用拇指堵住试管口，将试管从水中取出，把试管正立起来。松开拇指，可看到试管口气体由无色变成红棕色，再用拇指堵住试管口，并振荡试管，可看到气体又由红棕色变成无色。

实验时，应戴上橡胶手套，以防腐蚀皮肤。

四、部分习题参考答案

习题二：

1. A 2. D 3. B 4. C 5. D 6. B

五、资料

1. 关于氮分子的结构与反应性能

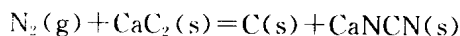
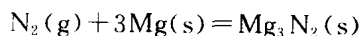
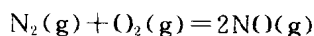
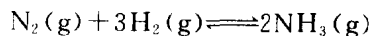
氮分子结构的简单表示式是： $\text{N}\equiv\text{N}:$ 。氮分子中的 2 个氮原子间，以 3 对共用电子结合成 3 个共价键。实验证明，这 3 个共价键中，1 个是 σ 键，2 个是 π 键。这 3 个共价键结合得很牢固，这可以从 $\text{N}\equiv\text{N}$ 键键能 (945.8 kJ/mol) 得到证实。由键能数据可知，要破坏氮分子的化学键是很困难的。在反应前氮分子必须先离解成单个原子，反应需要很高的活化能，因而在通常情况下反应就不容易发生。例如，合成氨的反应就必须在高温、高压和有催化剂存在等条件下才能发生。

氮气的分解热很大。

由于这个反应是吸热的，所以平衡常数随着温度的升高而增大。但是，即使在常压下当温度高达 3 000 °C 时，仍不能觉察它的解离作用，很强的 $\text{N}\equiv\text{N}$ 键是导致 N_2 化学惰性的主要原因。

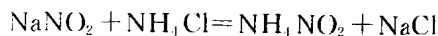
在室温下，氮气仅能与金属锂反应生成 Li_3N ，或与某些过渡金属配合物反应。

在高温时，特别是在催化剂的作用下，氮气变得较活泼，其典型反应为：



2. 氮气的实验室制法

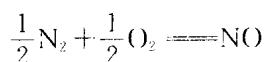
加热氯化铵饱和溶液和亚硝酸钠晶体（或饱和溶液）的混合物，可制备氮气。在圆底烧瓶上配一双孔橡皮塞，分别插入一分液漏斗和一短弯导管。烧瓶中放亚硝酸钠晶体（或饱和溶液），饱和氯化铵溶液由分液漏斗滴入，加热烧瓶到 85 °C 左右，就有氮气产生。当空气排出后可用排水集气法收集氮气或用橡皮球胆直接收集。因为此反应为放热反应，当反应开始时就应停止加热。化学方程式为：



3. 氮的固定

(1) 早期固定氮的方法

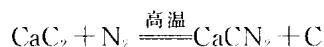
① 电弧法 使空气通过电弧，生成 NO。



温度/K	1 000	1 500	1 811	2 033
平衡常数	8.86×10^{-5}	3.30×10^{-3}	1.14×10^{-2}	2.21×10^{-2}

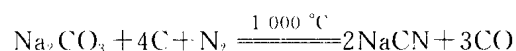
使用电弧法固定氮需要大量的电能，因此，有廉价电源的国家才能用这种方法（如挪威）。另外，打雷、闪电也可以使 N_2 和 O_2 化合，据估计，每年因此得到的固定氮约有 4 亿吨~5 亿吨。

② 氰氨基钙法 使纯净 N_2 （体积分数大于 99.8%）通过 CaC_2 得到 CaCN_2 （氰氨基钙）， CaCN_2 水解得到 NH_3 。



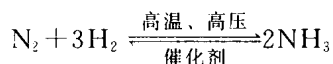
制 CaC_2 需要大量的电能。德国曾用此法固定氮。

③ 氰化钠法 在铁催化下，使 Na_2CO_3 、 C 、 N_2 反应，生成 NaCN 。



此方法成本高（需 Na_2CO_3 和高温），在实验室里，产率约为 100%，但在实际生产中，产率仅约为 50%。

④ 合成氨



NH ₃ 的摩尔分数/% 温度/°C	压强/Pa	1.01×10 ⁶	5.05×10 ⁶	1.01×10 ⁷	3.03×10 ⁷	6.06×10 ⁷
	400	3.85	15.27	25.12	47.00	65.20
500	1.21	5.66	10.61	26.94	42.15	

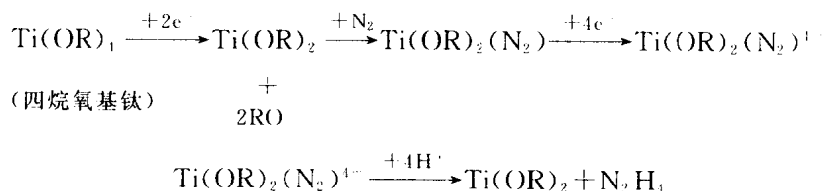
考虑到反应速率和化学平衡，合成氨的生产条件是： 3×10^7 Pa，低于 500 °C，此时约有 $\frac{1}{3}$ ($\text{N}_2 + 3\text{H}_2$) 转化为 NH_3 。分离掉由合成塔流出气体中的 NH_3 后，补充适量原料气 ($\text{N}_2 + \text{H}_2$)，再次进入合成塔……目前，大型合成氨厂可年产 3×10^5 t NH_3 。

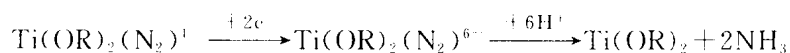
(2) 近期固氮的方法

按分子轨道理论，使 N_2 “活化”的途径有两种：一种是“取走” N_2 中成键轨道上的电子，把电子加到 N_2 的反键轨道上。另一实验室的方法是使 N_2 （作为配位体）进入配合物。

① 含 N_2 的配合物 艾伦 (Allen) 在用 N_2H_4 还原 $\text{RuCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 制 $\text{Ru}(\text{NH}_3)_6^{2+}$ 时，意外地得到了第一个含 N_2 的配合物 $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5\text{N}_2]\text{Cl}_2$ 。紧接着，许多化学家以 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{aq})$ 、 N_3^- （叠氮离子）为起始物合成了百余种含 N_2 的配合物。

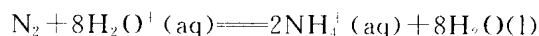
其中以 N_2 为原料固定氮的较成功的反应为：





使 N_2 转化为 N_2H_4 或 NH_3 , $\text{Ti}(\text{OR})_2$ 可循环使用。

②固氮酶的研究 豆科植物固氮菌能固定空气中的 N_2 。常温、常压下, N_2 和 H_3O^+ 反应变为 $\text{NH}_4^+(\text{aq})$, 这在热力学上是可逆的, 问题是要有催化剂——固氮酶。



固氮酶中铁钼蛋白、铁蛋白的相对分子质量分别为 226 000 和 60 000。

随着对固氮酶的深入研究, 使常温、常压下固定氮成为可能。

(资料 3 由北京大学化学系严宣申教授提供)

4. 光化学烟雾

氮氧化物 (NO_x) 和碳氢化合物 (HC) 在大气环境中受到强烈的太阳紫外线照射后发生复杂的光化学反应, 主要生成光化学氧化剂 (主要是 O_3) 及其他多种复杂的化合物, 这是一种新的二次污染物, 统称为光化学烟雾。

光化学烟雾主要发生在阳光强烈的夏、秋季节。经过研究认为, 在 60°N (北纬) $\sim 60^\circ\text{S}$ (南纬) 之间的一些大城市, 都有产生光化学烟雾的可能。在进行光化学反应的过程中, 随着反应的不断进行, 反应生成物不断蓄积, 光化学烟雾的浓度不断增大, 约 3 h \sim 4 h 后可达到最大值。这种光化学烟雾可随气流飘移数百公里, 使远离城市的农村的庄稼也受到损害。

1943 年, 美国洛杉矶市发生了世界上最早的光化学烟雾事件, 经过反复的调查研究, 直到 1958 年人们才发现, 这是由于洛杉矶市的 250 万辆汽车排气污染而造成的, 这些汽车每天消耗约 1 600 t 汽油, 向大气排放 1 000 多吨碳氢化合物和 400 多吨氮氧化物, 这些气体受阳光作用, 酿成了危害人类的光化学烟雾事件。

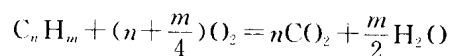
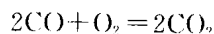
1970 年, 美国加利福尼亚州发生光化学烟雾事件, 农作物损失达 2 500 多万美元。

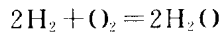
1971 年, 日本东京发生了较严重的光化学烟雾事件, 使一些学生中毒昏倒。同一天, 日本的其他城市也有类似的事件发生。此后, 日本一些大城市连续不断出现光化学烟雾。日本环保部门对东京几个主要污染源排放的污染物进行调查后发现, 汽车排放的 CO 、 NO_x 、HC 三种污染物约占总排放量的 80%。

目前, 由于我国内地汽车油耗量高, 污染控制水平低, 也已使汽车污染日益严重。部分大城市的交通干道 NO_x 和 CO 严重超过国家标准, 汽车污染已成为主要的空气污染物; 一些城市臭氧浓度严重超标, 已具有发生光化学烟雾污染的潜在危险。从总体上看, 氮氧化物污染突出表现在人口为 100 万以上的大城市或特大城市。

5. 汽车尾气净化催化剂——三效催化剂 TWC(Three-Way Catalyst)

汽车尾气的主要有害成分是碳氢化合物 (HC)、一氧化碳 (CO) 和氮氧化物 (NO_x)。这三种物质对人体都有毒害, 其中 HC 及 NO_x 在阳光及其他适宜条件下还会形成光化学烟雾, 危害更大。消除汽车尾气中这些有害成分的方案主要有两种: 一种是改进发动机的燃烧方式以减少有害气体排放; 另一种是采用催化转化器将尾气中的有害气体净化。首先, 1975 年美国在新型车上安装了催化转化器, 接着日本、西欧等国家也先后采用催化转化器以满足自己国家汽车排放法规的要求。汽车催化转化器有两种类型, 一种是氧化型催化反应器, 使尾气中的 HC 和 CO 与尾气中的余氧反应, 生成无害的 H_2O 和 CO_2 , 从而达到净化目的。其化学反应如下:





由于对 NO_x 等污染物排放标准的强制化和降低燃料消耗的要求，一方面应尽量控制空燃比^①在 14.6 附近运转，另一方面应采用控制点火时间和废气再循环等方法，以求减少尾气中的 NO_x 。然而这些方法的缺点是往往会增加尾气中的 HC 和 CO。为了解决此问题，出现了三效催化剂，英文名为 Three-Way Catalyst，简称 TWC。这种催化剂的特性是用一种催化剂能同时净化汽车尾气中的一氧化碳 (CO)、碳氢化合物 (HC) 和氮氧化物 (NO_x)，但为了发挥其催化性能，必须将空燃比经常控制在 14.6 ± 0.1 附近，这种催化净化器具有较高的净化率 (如图 1-1)，但需要有氧传感器、多点式燃料电子喷射、电子点火等闭路反馈系统相匹配。

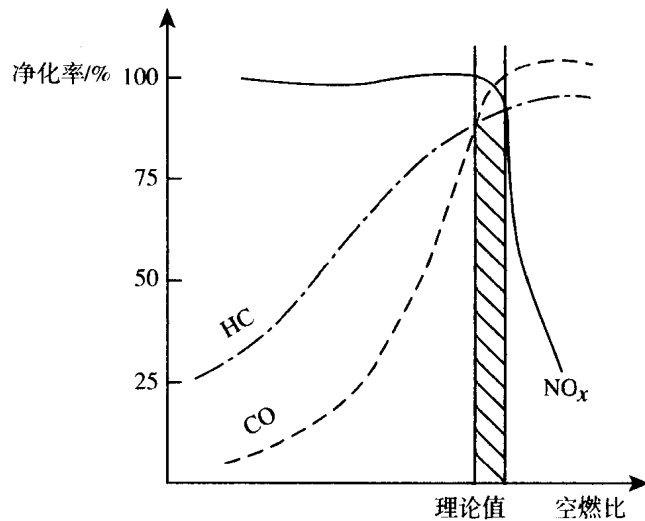
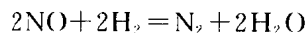
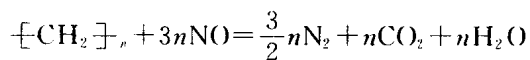
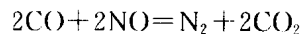
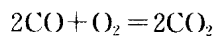


图 1-1 三效催化净化器的净化特性

这种催化净化器是利用尾气中的 O_2 、 NO_x 为氧化剂，CO、HC [以 $\text{-(CH}_2\text{)}_n$ 为代表] 和 H_2 为还原剂，在理论空燃比附近可发生如下反应：



现在应用的三效催化剂大部分是以多孔陶瓷为载体，再附着上所谓的活化涂层 (Washcoat)，最后用浸渍的方法吸附活性成分。催化剂的活性成分主要采用贵金属铂 (Pt)、钯 (Pd)、铑 (Rh) 等。由于贵金属资源少、价格贵，各国科学家都在致力于研究经济上和技术上都可行的稀土/钨三效催化剂，预计，这种催化剂将有很好的应用前景。

三效催化净化器的优点是净化率与燃料经济性都比较好，主要问题是成本费用昂贵。由于柴油机排放的气体中残留的氧较多，使氧传感器的控制不灵敏，故三效催化净化器一般不用于柴油机，而只适用于汽油机。

(资料 5 由北京工业大学郑普英教授提供)

① 空燃比是指混合气中空气与燃料的质量之比。

第二节 氨 铵盐

一、教学目的要求

1. 使学生了解氨的物理性质，掌握氨的化学性质及氨的实验室制法。
2. 使学生了解铵盐的性质。
3. 使学生掌握铵离子的检验方法。

二、教材分析和教学建议

在介绍氨的化学性质时，教材首先在氮分子结构的基础上，介绍氨的分子结构，这会有助于学生掌握氨的性质。在此基础上又介绍氨与水、氯化氢、氧气的反应。在介绍氨溶于水的过程时，复习可逆反应的知识；在介绍铵盐的性质和铵离子的检验时，先通过实验得出结论，再归纳出铵盐都能与碱反应产生氨气这一共同性质。然后，采用讨论和实验的形式，让学生总结出检验铵离子的方法。通过这样的写法，使学生学习通过实验得出结论的方法，以此培养学生的思维能力，训练学生的科学方法。

关于氨的实验室制法，教材采用了讨论式的写法，先提出问题引导学生思考，再通过实验进行总结，培养学生的思考能力和动手实验能力。

本节教材安排了较多的实验，以帮助学生理解所学知识，并通过对实验现象的思考和讨论，培养学生的观察能力以及分析问题的能力。

本节教学重点：氨的化学性质，铵离子的检验。

教学建议如下：

1. 通过展示氨分子的结构模型，使学生认识氨的结构。
2. 通过喷泉实验讨论氨易溶于水时，根据学生的接受能力，可以结合氨溶于水的过程，复习可逆反应的知识。
3. 氨与盐酸的反应，可以让学生动手实验。若学生做此实验，为了减少对环境的污染，可改进实验装置和操作（参见“演示实验说明和建议”）。
4. 利用铵盐与碱反应的性质，讨论制取氨的反应原理，并利用课本中的讨论，在教师引导下，由学生讨论实验室制取氨的有关操作。如果条件允许，可采用边讨论、边指导、边操作的方式，让学生动手实验。实验中应强调环境保护问题。

三、演示实验说明和建议

【实验 1-1】 做此实验时应注意：

1. 装置要密闭不漏气。
2. 圆底烧瓶要干燥。
3. 烧瓶里的氨气要充满。

实验中所用的氨可用以下方法得到：

1. 用 NH_4Cl 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 共热制氨。注意事项可参见【实验 1-3】的说明。
2. 加热浓氨水制氨。在烧瓶中加入 2 mL~4 mL 浓氨水，加热即可得到氨气。此法也可用于做喷泉实验。
3. 常温下，用浓氨水与固体烧碱混合制氨。方法是：在分液漏斗中加入浓氨水，在烧瓶中加入少量固体氢氧化钠（约一小药匙），按图 1-2 所示安装好装置。将浓氨水慢慢滴入锥形瓶，待冒出较多的气泡

时，用向下排气法收集氨气。实验时要控制好浓氨水的滴入速度，分液漏斗的活塞不要开得太大，以免产生氨气过多而冲开锥形瓶的塞子。此法的装置和操作都很简便，而且制得的氨气浓度也比较大，做“喷泉”实验效果比较好。

【实验 1-2】 此实验也可用集气瓶做：在两个集气瓶中分别滴入 2 滴~3 滴浓氨水或浓盐酸，盖上玻璃片振荡，然后口对口放好，抽去玻璃片。可看到产生白烟，效果很好。

本实验还可采用下述方法做：在一支试管里滴入 2 滴浓氨水，摇动试管使浓氨水附于试管壁，再用一根玻璃棒蘸取少量浓盐酸，立即伸入试管内，可观察到试管内有大量白烟生成。

【实验 1-3】 做此实验时应注意：

1. 首先要检查 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是否变质〔长期存放的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 可能会部分变成 CaCO_3 〕，最好用新制的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

2. 为防止生成氨合物， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 要过量， NH_4Cl 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的质量比以 5 : 8 为宜。如果用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 代替 NH_4Cl ，则二者的质量比以 1 : 1 为宜。如果用粉末状的生石灰代替 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，制得的氨比较干燥。

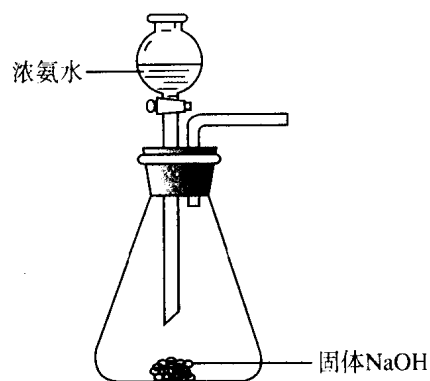


图 1-2 实验室制取氨气

四、部分习题参考答案

习题二：

1. B 2. A 3. D 4. B

习题四：

1. 21%，11.4 mol/L

2. 4.48 L

五、资料

1. 氨的分子结构

在氨分子中，氮原子是不等性 sp^3 杂化，有 1 对孤对电子，另外 3 个未成对 p 电子与氢原子的 1s 电子结合成 3 个共价单键。由于孤对电子对的排斥作用大于成键电子对间的排斥作用，使 N—H 键之间的键角不是 $109^\circ 28'$ ，而是 $107^\circ 18'$ ，分子呈三角锥状。氮原子位于锥顶，3 个氢原子位于锥底。又因这对孤对电子的电子云较多地分布在氮原子的上部，因此使氨分子一方面具有很大的极性，另一方面表现了很强的加合性，即容易形成加合物。氨分子的其他特性也与氨分子的这种结构特点有关。氨分子的结构如图 1-3。



1. 氨分子的三角锥形结构

2. 氨分子的电子云分布

图 1-3 氨分子的结构

2. 氨水

氨水是无色液体，工业和农业用的氨水，常因含有铁离子等杂质而显浅黄色。氨水有强烈刺激性气味，对眼睛黏膜有强烈的刺激性，对伤口有腐蚀性。

氨水的密度小于纯水的密度，最浓的氨水中 NH_3 的质量分数为 35.28%，密度为 0.88 g/cm^3 。农业用氨水的质量分数一般为 20%，折合含氮的质量分数为 15%~17%。氨水是速效肥，施入土壤后很快被农作物吸收，不会残留有害物质，也不会影响土壤的结构和性质。氨水可以作为追肥和基肥，要深施，不能直接施在作物的茎、叶上，以防烧伤作物。氨水易分解，挥发性很大，在运输、贮存和施用等环节中都要注意防止氨的挥发，以减少肥分损失。氨水对多种金属有腐蚀作用，运输、贮存容器常用橡皮袋、塑料桶、陶瓷罐或涂沥青的铁桶等。

氨水在医疗上用于治疗昏厥和外用消毒等，也是家庭中常用的清洁剂。

3. 氮肥

植物生长需要不断从外界摄取各种营养元素，如碳、氢、氧、氮、磷、钾、硫、钙、镁、铁、铜、锰、锌、硼、钼等。前十种元素植物需要量较多，叫大量元素；后面几种元素，植物需要量很少，叫微量元素。其中碳、氢、氧可以从空气中的 CO_2 和土壤里的水分中获得，除部分地区缺乏个别微量元素外，一般土壤里都供给有余。只是氮、磷、钾三种元素，土壤里供给不足，而植物生长时需要量又较大。因此，对这三种元素的人工施肥在农业生产上具有重要意义，所以把氮、磷、钾三种元素叫做肥料三要素。

氮是形成植物细胞里原生质的主要成分——蛋白质的重要元素，也是形成核酸和叶绿素的重要元素。因此，要使庄稼生长茂盛，就不能缺少氮肥。

绿色植物一般不能从空气里直接摄取它们所需要的氮，也不能从土壤里吸取复杂的含氮的有机物。植物从土壤里摄取的氮主要是铵盐和硝酸盐里的氮。

土壤里的氮被植物所吸取，含氮量就会减少。同时，土壤里有些细菌能够使含氮的物质分解，使化合态的氮变为游离态的氮。另外，雨水、河水也会冲洗掉一部分土壤里的氮的化合物。这些作用都会使土壤里含氮量减少。但是，自然界里还有另外一些过程在补充着土壤里减少的氮。例如，动植物的残体腐败的时候，其中含氮的有机化合物在某些细菌的作用下，大部分转化为氨。一部分氨跟土壤里的酸，如碳酸、有机酸等起反应，变成铵盐；一部分氨在硝化细菌的作用下，逐渐氧化为硝酸。生成的硝酸跟土壤里的盐类（如碳酸盐）起反应变成了硝酸盐。这样，有机物里的氮就转化为铵盐和硝酸盐，回到土壤里，供植物摄取。

土壤里的固氮菌和豆科植物的根部根瘤菌能够直接摄取空气里的氮气，把氮气转化为氮的化合物。这也是增加土壤里含氮量的途径之一。

自然界里虽然进行着添加土壤里化合态氮的作用，但仍不能满足农业增产、高产的需要，我们必须采取各种方法如施用氮肥、细菌肥料、轮种豆科作物等，来增加土壤里的氮，提高土壤的肥力。

氮肥可以根据它们的来源分为农家氮肥和化学氮肥两类。农家氮肥有厩肥、饼肥等；化学氮肥有硫酸铵、硝酸铵、碳酸氢铵、氨水和尿素等。

氮肥是速效肥料。在用氮肥作追肥时，应考虑作物发育状况，如在开花期，一般作物都需要消耗大量的氮肥，因此必须在开花以前追以足量的氮肥。而在成熟期应避免增施氮肥。还必须指出，氮肥的施用必须跟磷、钾等肥料配合，才能达到增产的目的。

氮肥也可以根据它们的化合形态分为：①铵态氮肥（含铵根的），如硫酸铵、碳酸氢铵、硝酸铵、氨水，以及较少情况下用的氯化铵；②硝酸态氮肥（含有硝酸根的），如硝酸钾、硝酸钙；③酰胺态氮肥（含有 CONH_2 基的），如尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ；④蛋白质态氮肥（氮主要以蛋白质形态存在），如厩肥、饼肥

等。前两类氮肥能直接供农作物吸收利用，后两类氮肥要分解转化为铵态氮或硝酸态氮后才能产生肥效。

现将几种主要氮肥的性质及施用、保存方法列于表 1-1 中。

表 1-1 一些主要氮肥的性质和施用、保存方法

肥料类型	名称	化学式	性状	含氮量 (氮的质量分数)	水溶性	熔点	施用和保存方法
铵态氮肥	硫酸铵	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	白色晶体，微粒	20%~21%	易溶	235 °C 分解	稳定固体，可撒施
	氯化铵	NH_4Cl	白色晶体，微粒	24%	易溶	340 °C 升华	同上
	碳酸氢铵	NH_4HCO_3	白色晶体， 易分解、挥发	16%~17%	能溶	36 °C~60 °C 分解	用时应深施覆土。 保存时应密封存放在干燥的阴凉处
	硝酸铵	NH_4NO_3	白色晶体，微粒	34%~35%	易溶	169.6 °C	稳定固体，可撒施
	氨水	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	无色到黄色水溶液， 有刺激性气味	16%~17%	和水可以 任何比率 混合		易挥发，有碱性和 腐蚀性，使用时要 稀释，施后应覆土 或穴施
硝酸态 氮肥	硝酸钙	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	白色晶体，微粒	17%	易溶	561 °C	易吸潮结块，稳定，可撒施
	硝酸钾	KNO_3	白色晶体，微粒	14% (含 K39%)	易溶	334 °C	稳定，可撒施
酰胺态 氮肥	尿素	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	白色晶体，微粒	42%~46%	微溶	132.7 °C	稳定，可撒施或深施

当在土壤中施用硫酸铵时，由于植物吸收 NH_4^+ 比 SO_4^{2-} 快且数量多，最后硫酸根留在土壤里，使土壤的酸性增加，所以，长期施用硫酸铵，会使土壤板结硬化。

由于氯化铵中的 Cl^- 会降低烟草的燃烧性，使烟草味道变坏，而且 Cl^- 也会使薯类的淀粉含量降低，因此 NH_4Cl 不适用于糖类、淀粉作物及烟草等。

硝酸铵既含有硝酸态氮又含有铵态氮，都易被植物吸收，是含氮量较高的氮肥，但 NO_3^- 容易流失，特别在水田里施用更易流失。

碳酸氢铵跟硫酸铵的肥效相近，因为它不含硫酸根，不会使土壤变酸性。碳酸氢铵容易分解。

液氨和氨水也是很好的氮肥。如果施用得法，肥效跟硫酸铵大致相同。但施用不能跟种子和茎叶接触，以防止烧伤。氨水施入土壤后，氨水里的 NH_3 一部分可被植物直接吸收，另一部分被土壤吸收，然后逐渐供给作物，或在硝化细菌的作用下，转变为硝酸根，再被作物吸收。由于在稻田施用氨水能杀死鱼蟹，因此在这种情况下，不宜施用氨水作肥料。

尿素是目前含氮量最高的固体氮肥。它不能直接被植物吸收，但在土壤细菌的作用下，尿素转变为碳酸铵后，能被植物吸收。经常施用尿素，对土壤没有不良影响。

第三节 硝 酸

一、教学目的要求

使学生掌握硝酸的化学性质。

二、教材分析和教学建议

在初中曾经介绍过硝酸具有酸的通性，对于硝酸的氧化性只是简单提及。本节是在初中的基础上进一步介绍硝酸的一些性质。教材从硝酸与金属反应主要不生成氢气引入，介绍了硝酸的两种特性——氧化性和不稳定性。

硝酸的氧化性是全章的重点内容，也是教学的难点。教材在处理这部分内容时从实验入手，通过引导学生观察铜跟浓硝酸和稀硝酸反应时的不同现象，加深学生对硝酸氧化性的认识及对反应产物的记忆。并且，还从反应中氮元素的化合价变化和电子得失，来简单分析硝酸与金属发生的反应，使学生理解反应的实质，同时也复习了氧化还原反应的知识。

在介绍硝酸的不稳定性之后，教材解释了为什么浓硝酸有时呈黄色，使学生学会利用所学知识解释日常见到的现象，使知识学以致用。

本节教学重点：硝酸的氧化性。

本节教学难点：硝酸的氧化性。

教学建议如下：

1. 可以与硫酸、盐酸进行比较，介绍硝酸的物理性质及化学性质。
2. 硝酸的氧化性是本节的重点，也是难点。教学中可以先复习浓硫酸的氧化性，然后通过硝酸的实验，并与浓硫酸的反应比较，使学生认识硝酸的氧化性。
3. 通过浓、稀硝酸与铜反应的实验现象，指导学生归纳两个反应的化学方程式，并分析归纳出：(1) 金属与硝酸反应一般不产生氢气；(2) 浓硝酸和稀硝酸都有强氧化性；(3) 金属与硝酸反应时主要是 HNO_3 中 +5 价的 N 被还原成低价的 N；一般来说稀硝酸的还原产物为 NO，浓硝酸的还原产物是 NO_2 。
4. 关于硝酸与非金属的反应，教材只介绍了与碳反应的化学方程式，教学中不宜扩展。
5. 做有关硝酸的实验时，应强调安全，并结合硝酸的氧化性，让学生认识到注意安全的重要性。

三、演示实验说明和建议

【实验 1-6】 此实验将生成的气体导入 NaOH 溶液中是为了减少 NO_2 对空气的污染（尾气需要处理），在此可对学生进行环境保护的教育。

做浓硝酸与铜反应的实验，也可利用投影仪，用“气室”法进行投影演示。方法是：在直径 12 cm 的培养皿中加一些水（水层高约 0.5 cm），将其放在预热好的投影仪载物台上，把直径 6 cm 的培养皿放在加水的培养皿中；向直径 6 cm 的培养皿中加一薄层浓硝酸，然后再放入一小块铜片，立即用直径 10 cm 的培养皿盖在上面以形成“气室”（如图 1-4）。