

锦囊妙解

中学生 数理化系列

主编/吴新平

不可不知的
素材

高二化学



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



不可不知的素材

高二化学

总策划	司马文				
丛书主编	万强华				
编委	万强华	芦晓春	付凤琳	堵敏伟	
	周璐	许刚	熊中论	吴新平	
	张耀德	史希敏	邵杰力	周玮	
本册主编	吴新平				
编者	戴传苗	程莹	李红	王云洲	
	王万寿	饶水莲			



机械工业出版社

本书是“锦囊妙解中学生数理化系列”的《不可不知的素材 高二化学》分册,它体现了新课标改革精神,不受任何版本限制。书中体现了系统的知识讲解(不含实验部分),不设置习题。设置有知识表解、知识与规律、身边的化学和联系生活应用题四个栏目。本书内容新颖,题材广泛,目的是要从本质上提高学生的知识理解能力、分析问题和解决问题的能力。

图书在版编目(CIP)数据

不可不知的素材. 高二化学/吴新平主编. —北京:
机械工业出版社, 2006. 6

(锦囊妙解中学生数理化系列)

ISBN 7-111-18924-8

I. 不... II. 吴... III. 化学课—高中—教学参
考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006)第 056597 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 石晓芬

责任编辑: 胡 明

责任印制: 杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2006 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm × 230mm · 20 印张 · 480 千字

定价: 20.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68326294

编辑热线: (010) 88379037

封面无防伪标均为盗版

前言

Preface

武林竞技,想要取胜,或“一把枪舞得风雨不透”,或有独门绝技,三招之内,挑敌于马下。古有“锦囊妙计”,今有“锦囊妙解”辅导系列。继“锦囊妙解——中学生英语系列”、“锦囊妙解——中学生语文系列”之后,我们又隆重推出了“锦囊妙解——中学生数理化系列”。

这是一套充满智慧的系列丛书,能使你身怀绝技,轻松过关斩将,技增艺长。这更是一套充满谋略的系列丛书,能使你做到“风雨不透”,意外脱颖而出,圆名校梦。

这套丛书紧密结合教材内容,力求将教学需求和实际中高考要求完美结合。在体例设计、内容编排、方法运用、训练考查等方面都充分考虑各个年级学生的实际,由浅入深,循序渐进,稳步提高,并适度、前瞻性地把握中高考动态和趋向,在基础教学中渗透中高考意识。

本丛书作者均为多年在初中、高中一线教学的精英,每册都由有关专家最后审稿定稿。

这套丛书按中高考数、理、化必考的知识点分成三大系列:《不可不读的题》、《不可不知的素材》和《不可不做的实验》。从七年级到高考,并按数学、物理、化学分类,配套中学新课标教材,兼顾老教材,共有 36 册。

本丛书有如下特点:

1. 选材面广,知识点细,针对性强

在《不可不读的题》中,我们尽量选用当前的热点题,近几年各地的中高考题,并有自编的创新题。在《不可不知的素材》中,我们力求做到:知识面广、知识点细而全、知识网络清晰,并增加一些高考的边缘知识和前瞻性知识。在《不可不做的实验》中,我们针对目前中学生实验水平低、实验技能差、实验知识缺乏的情况,结合教材的知识网络,详细而全面地介绍了实验。有实验目的、原理、步骤、仪器,实验现象、结论、问题探讨,并增加了实验的一般思路和方法。除介绍课本上的学生实验和教师的演示实验外,还增加了很多中高考中出现的课外实验和探究实验。

2. 指导到位

本丛书在指导学生处理好学习中的基础知识的掌握、解题能力的娴熟、实验能力的提高方面,有意想不到的功效。选择本丛书潜心修炼,定能助你考场

上游刃有余,一路顺风,高唱凯歌。

3. 目标明确

在强调学生分析问题和解决问题能力的同时,在习题、内容上严格对应中高考命题方式,充分体现最新中高考的考试大纲原则和命题趋势。

梦想与你同在,我们与你同行。我们期盼:静静的考场上,有你自信的身影。我们坚信:闪光的金榜上,有你灿烂的笑颜。

本丛书特邀江西师范大学附属中学高级教师、南昌市学科带头人万强华担任主编。本分册由吴新平主编。

我们全体策编人员殷切期待广大读者对丛书提出宝贵意见。无边的学海仍然警示着我们:只有不懈努力,才会取得胜利,走向辉煌。

编 者

2006年6月

目 录

Contents

前言

第一章 氮族元素 1

- 第一节 氮族元素 1
- 第二节 氮气的性质、制法、用途 ... 3
- 第三节 氨、铵盐 7
- 第四节 硝酸、硝酸盐 12
- 第五节 磷及其化合物 16

第二章 化学平衡 23

- 第一节 化学反应速率 24
- 第二节 化学平衡及其化学平衡移动 28
- 第三节 化学反应速率及化学平衡图像 34
- 第四节 合成氨条件的选择 40
- 第五节 等效平衡应用 45

第三章 电离平衡 51

- 第一节 电解质溶液 52
- 第二节 水的电离和溶液的 pH ... 59
- 第三节 盐类的水解 65
- 第四节 酸碱中的滴定 71
- 第五节 离子及离子浓度 80

第四章 几种重要的金属 84

- 第一节 金属的通性和冶炼 85
- 第二节 镁和铝 91
- 第三节 有关铁、铜知识的对比 100

第四节 原电池及其应用 116

第五节 金属腐蚀及其防护 122

第五章 烃 128

- 第一节 有机物 甲烷 烷烃 ... 129
- 第二节 命名 同系物 同分异构体 136
- 第三节 烯烃和炔烃 144
- 第四节 苯和芳香烃 155
- 第五节 石油 166

第六章 烃的衍生物 174

- 第一节 溴乙烷 卤代烃 175
- 第二节 乙醇 醇类 苯酚 182
- 第三节 乙醛 醛类 丙酮 195
- 第四节 乙酸、羧酸 205
- 第五节 酯、油脂 221
- 第六节 推断和有机合成 234

第七章 糖类、蛋白质 255

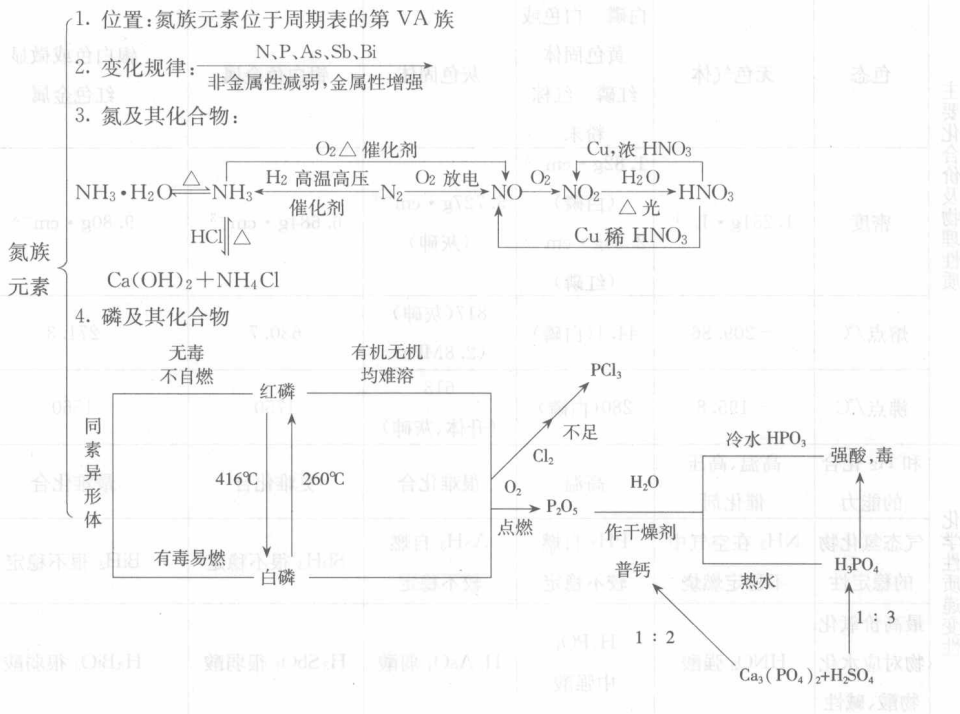
- 第一节 糖类 255
- 第二节 蛋白质 267
- 第三节 有机物之间的相互转化 280

第八章 合成材料 287

- 第一节 有机高分子化合物、合成材料 292
- 第二节 新型有机高分子材料 ... 302

第一章 氮族元素

知识网络图示



第一节 氮族元素

氮族元素: 包括氮(N)、磷(P)、砷(As)、锑(Sb)、铋(Bi) 5 种。在周期表中位于第 VA 族, 第 2~6 周期。氮和氮的化合物是重要的元素化合物。在学习时既要用原子结构, 元素

周期律理论的指导, 又要特别注意反应条件及实验现象的观察, 这样可以帮助我们由感性认识转化为理性认识, 从而提高学习的效果。

知识表解

原子结构					
	N	P	As	Sb	Bi
主要化合价	-3, +1, +2, +3, +4, +5	-3, +3, +5	-3, +3, +5	+3, +5	+3, +5
色态	无色气体	白磷—白色或 黄色固体 红磷—红棕 粉末	灰色固体	银白色金属	银白色或微显 红色金属
密度	1.251g · L ⁻¹	1.82g · cm ⁻³ (白磷) 2.34g · cm ⁻³ (红磷)	5.727g · cm ⁻³ (灰砷)	6.684g · cm ⁻³	9.80g · cm ⁻³
熔点/℃	-209.86	44.1(白磷)	817(灰砷) (2.8MPa)	630.7	271.3
沸点/℃	-195.8	280(白磷)	613 (升体、灰砷)	1750	1560
和 H ₂ 化合 的能力	高温、高压 催化剂	高温	很难化合	更难化合	最难化合
气态氢化物 的稳定性	NH ₃ 在空气中 不稳定燃烧	PH ₃ 自燃 较不稳定	AsH ₃ 自燃 较不稳定	SbH ₃ 很不稳定	BiH ₃ 很不稳定
最高价氧化 物对应水化 物酸、碱性	HNO ₃ 强酸	H ₃ PO ₄ 中强酸	H ₃ AsO ₄ 弱酸	H ₃ SbO ₄ 很弱酸	H ₃ BiO ₃ 很弱酸
递变规律	在周期中,从上到下,元素的原子半径逐渐增大,得电子能力逐渐变弱,失电子能力逐渐增强,非金属性逐渐减弱、金属性逐渐增强				

知识与规律

氮族元素性质比较

相似性:最高正化合价均为+5价,对应的氧化物的通式为 R₂O₅,最低负化合价为-3价(Sb、Bi 无负价),对应氢化物的通式为 RH₃;最高价氧化物对应的水化物的通式为 H₃RO₄ 或 HRO₃。

递变性:原子半径由小到大;元素非金属

性由强到弱;气态氢化物的稳定性由强到弱;氢化物的还原性由弱到强;最高价氧化物对应的水化物的酸性由强到弱。

身边的化学

健康与污染(NO、NO₂)

NO 和 NO₂ 是大气的污染物。空气中的 NO 和 NO₂ 污染物主要来自石油产品和煤燃烧

的产物,汽车尾气以及制硝酸工厂的废气等。近年来,光化学烟雾污染问题已引起人们的注意,而 NO_2 是造成光化学烟雾的主要因素, NO_2 在紫外线照射下,会发生一系列光化学反应,产生一种有毒的烟雾——光化学烟雾,刺激呼吸器官,使人生病甚至死亡。目前,随着汽车的增产,每天排放到大气中的废气(包括 NO_2) 越来越多,汽车尾气污染问题已日益严重。许多城市都已严格规定了汽车尾气的排放标准,并加强检查力度。一些城市还按时报告空气质量状况或发布空气质量日报以使人们能清楚地了解生活环境的状况,增强环境保护意识。

联系生活应用题

例 1 20 世纪 80 年代后期人们逐渐认识到,NO 在人体内起着多方面的重要生理作用,下列关于 NO 的说法不正确的是 ()

- A. NO 分子中有极性共价键
- B. NO 分子所含电子总数为偶数
- C. NO 是造成光化学烟雾的因素之一
- D. NO 是汽车尾气的有害成分之一

解 考查 NO 有关知识的题,根据 NO 是不同种元素形成的双原子分子。知 A 正确。据 NO 的形成和有关知识知 C、D 正确。故选 B。

例 2 磷是存在于自然界和生物体内的主要元素,回答下列与磷及其化合物有关的问题。

I. 磷在叶绿体的构成和光合作用中有何作用? (1) _____

(2) _____

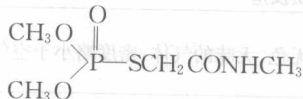
(3) _____

(4) _____

II. (1) 磷在自然界里主要以 _____ 的形式存在于矿石中,磷的单质有多种同素异形体,其中最常见的是有毒的 _____ 和无毒的 _____。

(2) 磷在不充足的氯气中燃烧的化学方程式为: _____ 而在过量的氯气中燃烧的化学方程式是 _____。

(3) 有机磷农药“乐果”的结构简式是:



其中所含的双键有 _____ 个。

答案 I (1) 磷是叶绿体双层膜和基粒的构成成分。(2) 磷是 ATP 的成分,ATP 在能量转换中起重要作用。(3) 磷是叶绿体的 DNA 的构成成分。(4) 磷在光合作用的物质转化中起重要作用。

II (1) 磷酸盐 白磷 红磷



(3) 2

例 3 氮气是空气的重要组成部分,因此有科学家依据蒸汽机的原理,设计制造出液氮蒸汽机,即利用液态氮的蒸发来驱动机车,从而达到环境保护的目的,其原理主要依据是 ()

A. 液态氮的沸点为 -195.8°C , 远低于常温

B. N_2 在空气中燃烧时放出大量的热量

C. N_2 与 H_2 反应时放出大量的热量

D. N_2 在空气中的体积分数约为 78%

解 氮气在空气中不能燃烧、体积分数大与蒸汽机工作原理无关; N_2 与 H_2 反应需高温、高压、催化剂的条件,生成的 NH_3 不利于环境保护; 液态氮沸点低,常温下气化,体积膨胀对外做功,故选 A。

第二节 氮气的性质、制法、用途

氮元素是种重要的元素,它以化合态存在于多种无机物和有机物之中,是构成蛋白质和

核酸不可缺少的成分,在空气中,氮以氮气的形式存在,是空气的主要成分。

知识表解

氮气的性质、制法、用途

结构组成	氮气分子式: N_2 电子式: $N \times : N \times$, 结构式 $N \equiv N$ 氮分子中的键都是非极性键, 是非极性分子, 键能为 946 kJ/mol 。比其他双原子分子键能强, 故 N_2 很稳定, 只有在高温、放电条件下, 才能和某些物质反应
物理性质	无色、无味的气体, 密度略小于空气, 难溶于水, 沸点 -195.8°C , 熔点 -209.86°C
化学性质	(1) 和氢气反应 $N_2 + 3H_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2NH_3$ (2) 和氧气反应 $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO, 2NO + O_2 = NO_2$ (3) 和金属反应 $N_2 + 3Mg \xrightarrow{\text{点燃}} Mg_3N_2$
制法	实验室制法 $NaNO_2 + NH_4Cl \xrightarrow{(\text{饱和溶液})} NH_4NO_2 + NaCl \quad NH_4NO_2 = N_2 + 2H_2O$ 工业制法 空气 $\xrightarrow{\text{加压、降温}}$ 液态空气 $\xrightarrow{\text{蒸发}} O_2$ $\xrightarrow{\text{再蒸发}}$ N_2
用途	合成氨、制硝酸、化肥、炸药、焊接金属时作保护气
氮及其化合物之间的转化关系	<pre> graph TD Air[空气] --> N2[N2] N2 --> Mg3N2[Mg3N2] N2 --> NH3[NH3] N2 --> NO[NO] N2 --> N2O4[N2O4·NaOH] NH3 --> NH3_H2O[NH3·H2O] NH3 --> Ammonium[铵盐] NO --> NO2[NO2] NO2 --> HNO3[HNO3] HNO3 --> Nitrate[硝酸盐] N2O4 --> HNO3 N2O4 --> Nitrate </pre>

NO 与 NO₂ 的比较

名称	一氧化氮(NO)	二氧化氮(NO ₂)
物质类别	不成盐氧化物	酸性氧化物
物理性质比较	NO 与血红蛋白作用引起中毒, 难溶于水。可以用碱溶液吸收: $NO_2 + NO + NaOH = 2NaNO_2 + H_2O$	NO ₂ 引起呼吸道及肺部病变、毁坏树木、腐蚀金属、毁坏橡树、引起光化学烟雾。与水反应
化学性质比较	氧化性或还原性 (1) 极易氧化: (还原性) $2NO + O_2 = 2NO_2$	(1) 有强氧化性: 使湿润 KI 淀粉试纸变蓝色
	酸碱性 (2) 不与碱反应	(2) 与碱反应: $2NO_2 + 2NaOH = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$
	与水反应 (3) 不反应	(3) 与水反应: $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO \uparrow$ (制硝酸的反应原理)

比较名称	一氧化氮(NO)	二氧化碳(NO ₂)
制法	工业法: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[800^\circ\text{C}]{\text{Pt}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 实验室法: $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	工业法: $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ 实验室法: $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

知识与规律

1. 氮的氧化物

(1) 氮的氧化物 N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_4 , N_2O_5 等 6 种。

(2) 其中 N_2O_3 是亚硝酸(HNO_2)的酸酐, N_2O_5 是硝酸的酸酐

(3) 仅 NO_2 是红棕色气体, 其余氮的氧化物都是无色气体。

(4) 氮的氧化物都有毒, 都是大气污染物。

2. 一氧化氮

(1) 物理性质: 无色气体, 沸点很低(-152°C), 难溶于水, 较易溶于乙醇。有毒。

(2) 化学性质: NO 分子热稳定性高, 高于 100°C 时, 才开始分解。 NO 具有还原性, 易被空气中的氧所氧化, 在常温下跟空气中的氧气化合, 生成红棕色并有刺激性气体味的二氧化氮气体(NO_2), $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ 。 NO 结构上不饱和, 故可发生加成反应, 方程式为: $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NOCl}$ (氯化亚硝酰)。

(3) 制法: 一氧化氮可由稀硝酸与铜屑作用或由氨催化氧化来制得。

3. 二氧化氮

(1) 物理性质: 是氮的重要氧化物之一。红棕色气体, 有特殊刺激性臭味, 有毒。沸点 21.2°C , -11.2°C 时凝固成无色晶体。

(2) 化学性质: NO_2 易溶于水, 与冷水作用生成硝酸与亚硝酸, $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$, 故 NO_2 又叫做混酐。 NO_2 溶于热水生成硝酸和 NO , $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 。二氧化氮的溶沸点较高, 低温易聚合成无色的

逆磁性的 N_2O_4 , $\text{NO}_2 \xrightleftharpoons[\text{升温}]{\text{降温}} \text{N}_2\text{O}_4$, 只是固态是纯

N_2O_4 , 熔化后为黄色液体, 约含 1% 的 NO_2 , 100°C 时约含 90% 的 NO_2 , 150°C 时分解为 NO 和 O_2 。 NO_2 氧化性较强, 碳、硫、磷等物质可在其中继续燃烧, 金属钾遇到 NO_2 立即着火, 二氧化氮能把 SO_2 氧化成 SO_3 ; NO_2 的氧化能力与溴相近, 比硝酸的氧化性还强; NO_2 还原性较弱, 但遇到很强氧化剂时, 也可被氧化。 NO_2 能与许多有机化合物发生剧烈的反应。

(3) 用途: NO_2 在化学反应和火箭燃料中作氧化剂, 在亚硝基法制 H_2SO_4 中用作催化剂。

(4) 制法: NO_2 常用 NO 氧化或用浓 HNO_3 与 Cu 作用来制取。也可用加热分解重金属硝酸 $\rightarrow$ 盐制得: 如



(5) 二氧化氮和溴蒸气的鉴别:

NO_2 和 Br_2 蒸气都是红棕色气体, 可用滴加 AgNO_3 溶液溶解此气体或将气体通入 AgNO_3 溶液中的方法来鉴别它们。若是淡黄色沉淀, 说明是 Br_2 蒸气, 若没有此现象则是 NO_2 。



但要注意, 不能用湿润的淀粉 KI 试纸来鉴别。因为这两种气体都使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝:



4. 氮元素的化学活动与氮分子的稳定性的区别

元素的性质取决于元素的原子结构。氮

的原子半径小,吸引电子的能力较强,故表现出较强的化学活动性,所属说氮元素是一种较为活泼的非金属元素。

氮气的稳定性则取决于氮分子的结构。氮分子是由两个氮原子共用 3 对电子结合而成的,氮分子中有 3 个共价键($\text{N} \equiv \text{N}$),它的键能很大(946 kJ/mol),当氮气参加化学反应时,必须打开(破坏)分子中的 3 个共价键,这就需要吸收很高的能量。因此,在通常情况下,氮气的性质很不活泼,很难跟其他物质发生化学反应。只有在高温或放电条件下,氮分子获得了足够的能量,使氮分子中的共价键断裂而形成活动性较强的氮原子,才能跟氢、氧、金属等物质发生化学反应。

由此可见,氮元素的活动性与氮分子的稳定性是两个不同的概念,它们之间并不矛盾。

氮元素常见化合价有 $\overset{-3}{\text{N}} \leftarrow \overset{0}{\text{N}}_2 \rightarrow \overset{+1}{\text{N}} \cdots \overset{+5}{\text{N}}$, N_2 的零价处于氮元素的中间价态,既可升高,也可降低,既可失电子表现还原性,又可得电子表现氧化性。

5. NO 、 NO_2 、 O_2 混合气体溶于水的计算

(1) NO 、 NO_2 的混合气体溶于水时仅涉及反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 可利用气体体积变化差值进行计算

(2) NO_2 和 O_2 的混合气体溶于水时涉及反应: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 其计算如下表:

$x = \frac{V(\text{NO}_2)}{V(\text{O}_2)}$	反应情况	所列方程
$0 < x < 4/1$	O_2 过量, 剩余气体为 O_2	$\frac{V(\text{NO}_2)}{[V(\text{O}_2) - V(\text{剩})]} = 4 : 1$
$x = 4/1$	恰好完全反应	$\frac{V(\text{NO}_2)}{V(\text{O}_2)} = 4 : 1$
$x > 4/1$	NO_2 过量, 剩余 NO	$\frac{V(\text{NO}_2) - 3V(\text{剩})}{V(\text{O}_2)} = 4 : 1$

注: $V(\text{NO}_2) + V(\text{O}_2) = V(\text{总})$ 在表中未列出。

(3) NO 、 O_2 的混合气体溶于水的涉及反应: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 其计算如下表

$x = \frac{V(\text{NO})}{V(\text{O}_2)}$	反应情况	所列方程
$0 < x < \frac{4}{3}$	O_2 过量, 剩余 O_2	$\frac{V(\text{NO})}{[V(\text{O}_2) - V(\text{剩})]} = 4 : 3$
$x = \frac{4}{3}$	恰好反应, 无气体剩余	$\frac{V(\text{NO})}{V(\text{O}_2)} = 4 : 3$
$x > \frac{4}{3}$	NO 过量, 剩余 NO	$\frac{V(\text{NO}) - 3V(\text{剩})}{V(\text{O}_2)} = 4 : 3$

(4) NO 、 NO_2 、 O_2 三种混合气体溶于水, 可先由反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 求出其生成 NO 的体积, 再加上原混合气体中的 NO 的体积即为 NO 的总体积, 再按(3)的分法进行计算。

身边的化学

自然界中氮的循环

氮是蛋白质的重要组成成分, 动植物生长都需要吸收含氮的养料。大多数生物不能直接吸收游离态的氮气, 只能吸收含氮的化合物。把游离态氮转变为化合态氮的方法叫做氮的固定。在自然界, 通过氮的固定, 使大气中游离态的氮转变为化合态的氮进入土壤, 植物从土壤中吸收含氮化合物制造蛋白质, 动物则靠依用植物以得到蛋白质, 动物的排泄物和尸体残骸以及植物的腐败物等在土壤中被细菌分解, 变为含氮化合物, 部分被植物吸收, 而土壤中的硝酸盐也会被细菌分解而转化成氮气, 氮气可再回到大气中, 这一过程保证了氮在自然界的循环。

联系生活应用题

例 1 合理施肥、养护管理是城市绿化建设的一个重要方面, 在下列氮肥中, 含氮量最高的是 ()

- A. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ B. NH_4NO_3
C. NH_4HCO_3 D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

解 该命题切入点新颖, 但难度不大, 只

要认清各化学式中氮的粒子数,就可轻松解题。选 A。

例 2 发射宇宙飞船的运载火箭的推进剂引燃后,产生大量高温气体从尾部喷出、该气体主要成分是 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、 NO 等,在发射现场可看到火箭尾部产生大量红色气体,其原因是 ()

- A. 高温下 N_2 遇空气生成 NO_2
- B. NO 遇空气生成 NO_2
- C. CO_2 与 NO 反应生成 CO 和 NO_2
- D. NO 与 H_2O 反应生成 H_2 和 NO_2

解 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ (为红棕色气体),选 B。

例 3 关于氮气的性质的说法中,错误的是 ()

- A. 通常状况下,氮气的化学性质不活泼
- B. 氮气可在氧气中燃烧,生成一氧化氮气体
- C. 通常状况下,氮气在水中的溶解度很小
- D. 在一定条件下跟氢气化合时,氮气是还原剂

解 由于氮分子中 $\text{N}=\text{N}$ 键很牢固,使氮分子的结构很稳定,通常状况下,氮气的化学性质不活泼,很难与其他物质发生反应;氮气不能在氧气中燃烧,但在放电条件下,氮气可与氧气直接化合生成一氧化氮气体;在一定条件下,氮气与氢气化合生成氨,反应过程中氮元素的化合价降低,氮气是氧化剂;通常状况下,氮气在水中的溶解度很小,1 体积的水只能溶解大约 0.02 体积的氮气。选 B、D。

例 4 相同质量的镁条分别在氧气、氮气和空气中充分燃烧,所得的固体产物的质量由大到小的顺序_____ ;过量的镁条分别在相同状况下相同体积的氧气、氮气和空气中

充分燃烧,生成的固体产物的质量由大到小的顺序是_____。

解 根据 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$, $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ 可知,当 Mg 为 1mol 时,在 O_2 中燃烧,质量增加 16g;在 N_2 中燃烧,质量增加 9.33g。相同质量的镁条在 O_2 、 N_2 和空气中充分燃烧生成固体物质质量由大到小的顺序是: $\text{O}_2 > \text{空气} > \text{N}_2$ 。

当气体物质的量为 1mol 时,生成 MgO 2mol(质量为 80g),生成 Mg_3N_2 1mol(质量为 100g),故生成固体产物的质量由大到小的顺序是: $\text{N}_2 > \text{空气} > \text{O}_2$ 。

例 5 图 1-2-1 是某元素及其重要化合物的相互转化关系图(生成物中不含该元素的物质均已略去)。

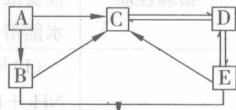


图 1-2-1

图中 A 是单质, D 在常温下呈气态, F 可用作化肥,也可用来制炸药。

请填写下列空白:

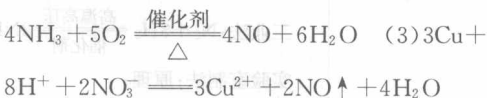
(1) 可出 A 的电子式_____, F 的化学式_____。

(2) $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的化学方程式是_____。

(3) $\text{E} \rightarrow \text{C}$ 的离子方程式_____。

解 F 可用作化肥,又可用来制炸药,则 F 为 NH_4NO_3 , B、E 应为 NH_3 、 HNO_3 。因 A 为单质,则 B 为 NH_3 , E 为 HNO_3 , 这样 A 为 N_2 , 再由 $\text{N}_2 \rightarrow \text{C}$, $\text{NH}_3 \rightarrow \text{C}$, 可推知 C 为 NO , 则易推出 D 为 NO_2 。

答案 (1) $:\text{N}:::\text{N}:$ NH_4NO_3 (2)



第三节 氮、铵盐

在自然界中,氨是动物体特别是蛋白质腐败后的产物。而由铵离子和酸根离子构成的

化合物叫铵盐。

知识表解

氨气与铵盐的比较

名称 知识比较点	氨 气	铵 盐
组成及结构	氨气的化学式为 NH_3, 电子式为 $\text{H} \times \ddot{\text{N}} \times \text{H}$ 结构式为 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \end{array}$, 氨分子呈三角锥形, N—H 键间夹角为 $107^\circ 18'$, 固体为分子晶体	由铵离子和酸根离子构成的化合物叫做铵盐, 铵盐是离子晶体
物理性质	无色, 有刺激性气味的气体密度比空气小, 极易液化, 极易溶于水, 常温常压下, 1 体积的水能溶解约 700 体积的氨	铵盐是无色固体, 易溶于水
化学性质	(1) 与水 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ (2) 与酸 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HCO}_3$ $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$ (3) 与 O_2 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (4) 与 CO_2 反应 $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \xrightarrow[180^\circ\text{C}]{180\text{atm}} \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ 制取尿素, 无机物合成有机物的著名反应	(1) 铵盐受热分解 $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$ $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (2) 与碱反应 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NaNO}_3 + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
检验方法	可用蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近, 看是否有白烟生成 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} \text{ (产生白烟)}$	铵盐与碱共热能产生氨气, 所以加碱检验再用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体, 若变蓝, 证明样品中有 NH_4^+
用途	制造硝酸, 纯碱, 氮肥, 并可用作制冷剂	可用氮肥, 制造炸药
制法	工业法: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2\text{NH}_3$ 实验室制法: 原理: $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + \text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 装置: 固体 + 固体 $\xrightarrow{\Delta}$ 气体 (与制 O_2 同) 收集: 向下排空气法 检验: 湿润红色石蕊试纸变蓝色	

知识与规律

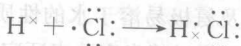
1. 共价键

原子间通过共用电子对所形成的化学键。

(1) 成键元素：一般来说同种非金属元素的原子(非极性键)或不同种非金属元素原子(极性键)之间能形成共用电子对，达到稳定的结构。

(2) 共价键的表示方法：

① 用电子式表示共价键的形成，如



② 用电子式和结构式表示共价化合物的分子结构，如



③ 共价键的三个参数：

- | | |
|------------------------|---|
| a. 原子形成 1mol 共价键所放出的能量 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{衡量共价的牢固程度, 键能越大, 键长越短, 键越强, 结合越牢固} \end{array} \right.$ |
| b. 键长：成键两原子的核间距离 | |

c. 键角：分子内相邻两共价键之间的夹角。键角决定了分子的几何构型。(可用于分子的极性判断)

常见物质键角： P_4 60° ， H_2S 近 90° ， NH_3 $107^\circ 18'$ ，水 104.5° ，甲烷、 CCl_4 、金刚石、单晶硅 $109^\circ 28'$ ， $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 、 BF_3 、 C_6H_6 (苯) 120° ， CO_2 、 CS_2 、 $\text{CH} \equiv \text{CH}$ 180° 。

(3) 形成过程：参与成键的原子各自提供未成对的价电子(或将原子中已成对的价电子拆成单个电子)形成共用电子对，这一对电子同时围绕成键的两原子核运动，并在两原子核间出现的几率最大，通过这样的共用电子对与原子核之间的相互作用，形成了稳定的共价键。与此同时，大多数的原子都可能使最外层成为相对稳定的稀有气体原子的电子层结构。

(4) 非极性共价键：由同种元素的原子间通过共用电子对形成的共价键(共用电子对不偏移)。如某些非金属单质(Cl_2 、 P_4)、共价化合物(H_2O_2 、多碳有机物)、离子化合物(FeS_2 、

CaC_2 、 Na_2O_2)等均存在。

(5) 极性键：由不同元素的原子形成的共价键(共用电子对偏向吸引电子能力强的一方)。如所有共价化合物(CO_2 、 H_2SO_4)和某些离子化合物的原子团中(NaOH 、 NH_4Cl)等均存在极性键。

(6) 非极性分子和极性分子：

① 如果分子中的键是非极性的，共用电子对不偏向任何一个原子，整个分子中的电荷分布是对称的，这样的分子称为非极性分子。

② 以极性键结合的双原子分子如 HCl 分子里，共用电子对偏向 Cl 原子，因而 Cl 原子一端相对地显负电性， H 原子一端相对地显正电性，整个分子中的电荷分布是不对称的，这样的分子称为极性分子。

③ 键的极性与分子极性的关系：

分子的极性取决于键的极性和键在空间分布的对称性。双原子分子中，其键的极性和分子的极性一致； AB_n 型多原子分子的极性应视分子的空间结构而定。一般地

a. 由同种元素组成的双原子分子是非极性分子，如 H_2 、 O_2 ；由不同种元素组成的双原子分子是极性分子，如 HCl 、 CO 等。

b. 多原子分子是否具有极性由键的极性和分子的空间构型来决定。以极性键结合成的多原子分子，若分子为中心对称，则正负电荷重心重合，这样的分子为非极性分子，如直线型的 CO_2 、 CS_2 ，正四面体型的 CCl_4 、 CH_4 等；若极性键形成的多原子分子结构在空间上不对称，则正负电荷重心不重合，这样的分子为极性分子，如三角锥形的 NH_3 ，V 型结构的 H_2O 、 H_2S ，非正四面体型的 CH_3Cl 等。

c. 经验规则：由两种元素组成形如 AB_n 型的共价分子，当中心原子(A)的化合价在绝对值等于最外层电子数时，分子一般是非极性分子，反之为极性分子。如 CO_2 、 PCl_5 、 BF_3 是非极性分子，而 CO 、 PCl_3 等则是极性分子。

2. 氨水问题

(1) 氨气或液氨溶于水得氨水，氨水的密

度都比水小,并且氨水越浓密度越小。计算氨水浓度时,溶质是 NH_3 而不是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)在氨水溶液中存在如下平衡:



氨水显弱碱性,是一种重要的可溶性碱,具有碱的通性。氨水可使紫色石蕊试液变蓝。故常用湿润的红色石蕊试纸检验 NH_3 的存在。

(3)氨水是混合物,溶液中存在的微粒有:三种分子: NH_3 、 H_2O 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。三种离子: NH_4^+ 、 OH^- 及少量的 H^+ 。

(4)氨水是弱电解质溶液,但电解质是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,不是 NH_3 。

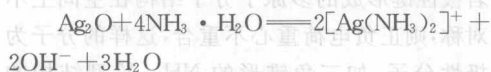
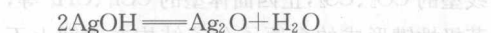
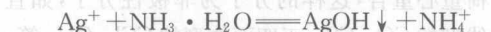
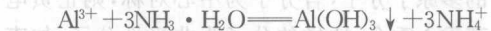
(5)氨水受热可放出氨气:



(6)氨水与酸可反应生成铵盐,浓氨水与挥发性酸(如:浓盐酸和浓硝酸)相会产生白烟。如: $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$

(7)氨水具有较弱的还原性,可被强氧化剂氧化。如:氨水可和 Cl_2 发生反应。 $\text{Cl}_2 + 8\text{NH}_3 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$

(8)氨是很好的沉淀剂,可使多种阳离子: Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Ag^+ 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 等生成沉淀,其中 AgOH (或 Ag_2O)、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等沉淀遇过量氨水会生成络离子而溶解。如:



利用此性质在实验室中可用氨水制取 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和银氨溶液。

(9)涉及氨水的离子方程式书写:

①氨水作反应物,用分子式 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 表示,如: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$

②生成氨水时,如使用的反应物为浓溶液或在加热条件下,用下式表示:



③生成氨水时,如使用的反应物为稀溶液,用下式表示: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

(10)氨水是农业上常用的一种氮肥。

由于氮的原子半径小,最外层电子数较多,即非金属性较强,且形成的 NH_3 分子后最外尚有孤对电子,使氨分子间、氨分子与水分子间易形成氢键。表现在 NH_3 与其同族其他氢化物相比具有特别高的熔、沸点,使 NH_3 具有易液化的性质以及氨极易溶于水的性质,氨极易溶于水的性质可通过喷泉实验来证实。

NH_3 分子中 N 处于氮元素的最低价,只能升价失电子而表现还原性,常见 $\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{O}_2} \text{NO}$ 。氨分子另氮原子上还有一对孤对电子,当遇到 H^+ 时易以配位键形成 NH_4^+ ,因此 NH_3 易与酸反应生成铵盐。

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为一元弱碱,不稳定,易分解,通常存在于溶液中。氨水是混合物,含有 NH_3 、 H_2O 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+ 六种微粒,能导电, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是弱电解质;而液氨是纯净物,只含 NH_3 分子,属于非电解质。

身边的化学

溶液加水稀释后,浓度和密度变化规律

溶液加水稀释后,溶质的质量没有改变,而溶液的质量和体积均增大,因此浓度减小。但是,加水稀释后,溶液的密度会有两种变化情况:第一种就是溶液的密度 $\rho < 1\text{g}/\text{cm}^3$ 的溶液,例如氨水,当加水稀释后,氨的质量分数减小,但溶液的密度反而增大;至无限稀释时氨水实际上已起近于纯水,则密度起近于 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

另一种就是溶液的密度 $\rho > 1\text{g}/\text{cm}^3$ 的溶液。例如硫酸,当加水稀释以后,硫酸的质量分数减小,溶液的密度随之减小。

喷泉实验能形成的条件

(1)形成条件:气体的液体中的溶解度大或者气体可与液体发生剧烈反应,产生足够的

压强差。

(2) 喷泉实验形象地说明某些气体极易溶于水(或特定溶液)的性质。

(3) 喷泉实验的仪器装置和操作注意事项(以 HCl 为例):

① 圆底烧瓶要干燥且 HCl 气体要充满。

② 胶头滴管预先要吸入水。

③ 挤压滴管的胶头,使少量水进入烧瓶后,然后打开玻璃管的止水夹。

(4) 哪些气体可做喷泉实验?

① 用水作溶剂时,极易溶于水的气体(如卤化氢、 NH_3 等)可形成喷泉。

② 用特定溶液代替水时,和特定溶液反应的气体也可形成喷泉。如以 NaOH 溶液代替水时,下列气体: CO_2 、 NO_2 、 SO_2 、 Cl_2 等皆可形成喷泉。

科学施肥

施肥是调节作物营养,提高土壤肥力,使作物高产的重要措施。施肥并不是越多越好,而是要做到科学施肥。科学施肥的核心问题,一是如何减少肥料养分的损失,用最少的肥料,获得最高的产量,最大限度地提高肥料的利用率;二是调节好化肥和农家肥的施用比例,氮、磷、钾肥平衡施肥,提高土壤肥力,防止水土污染。为此,在施肥时要注意以下几点:

1. 化肥和农家肥配合使用

长期单纯使用化肥,会造成土壤肥力下降,作物产量和质量下降,破坏生态平衡,造成环境污染。化肥和农家肥配合使用,可以改善作物营养,提高土壤肥力,降低施肥成本,提高施肥成效,提高作物产量和质量,减少环境污染。两者取长补短,缓急相济,一般认为化肥和农肥的比例为 7:3 到 3:7 范围内效果较好。

2. 各种养分平衡供应

1989 年,我国化肥的施用比例为 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=1:0.34:0.09$,磷钾低于世界平均水平($1:0.47:0.37$),造成缺磷少钾,比例失调。要根据作物和土壤情况,使氮、磷、钾肥按比例配合使用,同时注意微量元素肥料的合理施用。平衡供应养分,充分发挥肥料间的相互促进作用。

3. 肥料性质

肥料种类很多,性质各不相同。施肥前,要对肥料的养分含量、溶解度、酸碱性、副作用、肥料混合后的相互作用等因素进行综合考虑,以充分发挥肥料的经济效益。

4. 作物特点

作物种类不同,需要各种养分的数量和比例也不同。如禾谷类作物,需要较多的氮肥,也需要适当的磷、钾肥。作物在不同的生长期对各种营养元素的数量、浓度和比例有不同的要求。在作物生长过程中,常有一个时期对某种养分的需求最迫切,吸收养分的能力最强,此时要及时提供充足养分。

5. 土壤状况

施肥前,要对土壤的性状如土壤有机质和土壤养分状况、土壤质地、土壤酸碱性、土壤熟化程度进行测定,以选择合适的原料品种,确定合理的施肥方法。

6. 气候条件

气候条件如光照、温度、雨量等,都是影响土壤养分的分解转化和作物吸收养分的重要因素,应加以考虑。

7. 农业技术条件

农业技术条件与施肥效果关系密切,如轮作制度,耕作方法、灌溉排水技术等都对肥效有直接影响。

因此,我们不仅要了解作物的营养特性,作物种类和不同发育阶段对养分的要求,还要全面考虑土壤和气候条件、肥料本身的性质,运用合理的农业技术,充分发挥肥效,以获得作物高产和稳产。

联系生活应用题

例 1 “摇摇冰”是一种即用即冷的饮料。

吸食时将饮料罐隔离层中的化学物质和水混合后摇摇即会制冷。该化学物质是 ()

- A. 氯化钠 B. 固体硝酸铵
C. 固体氢氧化钠 D. 生石灰

解 溶解过程中伴随有能量变化,固体硝