

全国优秀出版社精心组织

教材全练
教材全解
系列丛书

双色

ANALYSIS OF TEACHING MATERIAL

教材全解

· 系统 细致 丰富 详尽 全面升级 更新换代 ·

《教材全解全练》教育研究中心 总主编

化学·高二上册

换代产品
更全更新

也可作
教师用书

第一章 归纳整合

[知识·构架]
[专题·解读]
[综合·评价]

第一节

[目标·概览]
[思考·交流]
[学法·指津]
[知识·导学]
[技巧·解悟]
[能力·拓展]
[探究·体验]
[习题·解疑]
[自主·评价]
[资料·交流]

山东科学技术出版社



双色

ANALYSIS OF TEACHING MATERIAL

教材全解

江苏工业学院图书馆
藏书章

《教材全解》教育研究中心 总主编

化学·高2上册

本册主编 袁文杰

副主编 陈志刚 劳红美

山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

教材全解.高二化学.上册/《教材全解全练》教育研究中心
心总主编.—济南:山东科学技术出版社,2005

ISBN 7-5331-4046-X

I.教... II.教... III.化学课—高中—化学
参考资料 IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 036943 号

教材全解

高二化学

上册

总主编 《教材全解全练》教育研究中心

本册主编 袁文杰

副主编 陈志刚 劳红美

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)2098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)2098071

印刷者:山东新华印刷厂潍坊厂

地址:潍坊市潍州路 753 号

邮编:261041 电话:(0536)2116928

开本:890mm×1240mm 1/32

印张:11.75

版次:2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4046-X

N·511

定价:16.90 元

BIAN WEI HUI

编 委 会

化学·高二·上册

刘殿岩	张建凤	裴成明	刘康武	杨延根
徐传刚	吴求学	张明珠	石军清	李西美
张西东	田 荣	王 蕾	张 颖	吴媛媛
袁文杰	陈志刚	栾春凯	劳红美	李会东
冯文贵	焦方亮	张小曼	董炽斌	余 平
潘耀顶	王德良	关继来	贾建波	王彦庆
刘东红	史庆莲	赵淑萍	刘学军	王政文
仲崇杰	翟希明	葛胜旺	苏咸磊	张敬德
张继梅	牛国光	耿启运	孙国华	郭瑞光
杨艳玲	王丽霞	王丽新	徐淑侠	陶建雄
吴有胜	杨克敏			

(以上排名不分先后)

题记



什么是“全解”？

一、点

- ◆ 单元要点，简明解说
- ◆ 重点难点，逐个解疑
- ◆ 热点考点，缜密解剖
- ◆ 思维提升，点拨解悟
- ◆ 字词句段，详细解析
- ◆ 课文章节，整体解读
- ◆ 备考信息，完全解密
- ◆ 课后习题，完备解答

二、面

- ◆ 从基础要点，到难点、重点、热点
- ◆ 从学科知识点，到高考(中考)考查点
- ◆ 从知识积累点，到能力培养点
- ◆ 从“课标”三维点，到整体素养提升点
- ◆ 一点一滴，详细梳理，科学归纳，系统整合
- ◆ 点点揭示规律，层层剖析要点

全解，绝不是限制思想；全解，
是激发思维的重要阶段。解得透
彻，才能引爆思维的火花。



导读



化学·高二·上册

DAODU

一、丛书编写思想

(一) 丛书以《全日制普通高中课程计划和教学大纲》要求为基本编写思想,全面渗透最新教育教学理念,为中学生提供与教学内容同步的适应新学习要求的“新全解”类图书。

(二) 在选用材料上,结合新的教学理念,精心选编新鲜材料。“新”主要体现在以下几个方面:① 新的知识材料,新的信息资料,新整理、提炼的材料,新的阅读、拓展材料;② 新的视角;③ 新的表现形式,等等。

(三) 虽是“全解”,但注重选材的有效性,力求材料对学生的学习有价值、有意义,是学习中需要的,是学生想要看到的。

二、丛书基本特色

(一) **全新理念** 丛书以最新各学科课程标准为基本编写思想,从“知识和能力”“过程和方法”“情感态度和价值观”三个维度出发整体设计。各学科关注“综合性学习”主题,注重引导学生自主进行“探究性学习”。

(二) **全新方法** 基础与能力并重,综合与创新结合。丛书在提供充分学习材料的同时,关注学习过程,重视方法导引,提高学科素养。

(三) **全新形式** 采用双色设计,要点明确,内容条理,重点突出,体现人文关怀,激发阅读兴趣。

(四) **全新全解** 细致调研新课标思想下“全解”的学习理念,以及学生对“全解”的新需求,突出时代特色,从不同的角度对学科学习要点、能力培养点、高考(中考)考查点细致解析,使同步学习与学科备考相一致,方向更明确。

(五) **超强实用** 丛书具有预习、同步、查询等多项实用功能,按思维规律循序渐进、梯度提升,使学习过程更直观、具体。

(六) **也可作教师用书** 丛书整体编写更全面、更透彻、更新、更高,也可供一线教师用作备课参考资料。

体例设计与栏目示例



明确目标，有的放矢，了解课标要求，有针对性地进行学习

以趣味常识、实验或问题引出本节内容，激发思维，主动学习

指出学法，阐释规律，灵活运用，应对万千

以条目形式列出知识点，详细解析，适当延伸

按知识点分类，进行例题解析，例题典型，解析透彻

知识拓展，能力提升，综合指导，层次分明

第一章 氮族元素

第一节 氮和磷

[目标·概览]

1. 学习目标：
(1) 了解氮族元素性质的相似性和递变规律。 (2) 理解氮气的分子结构和化学性质。
2. 重点：氮族元素的相似性和递变规律；氮气的化学性质。
3. 难点：混合气体 (NO 、 NO_2 、 O_2 等) 与水反应的综合计算及解题技巧。

[思考·交流]

闪电是大家非常熟悉的现象。你知道在雷电交加的时候，空气里的氮气和有关的含氮化合物发生了哪些化学反应？产生了哪些物质？这些化学反应和所产生……

[学法·指津]

1. 我们可运用“迁移法”认识氮族元素化学性质的相似性和递变性。
2. 运用“探因法”认识氮族元素单质熔沸点的变化规律。

[知识·导学]

知识点一：氮族元素

1. 氮族元素在周期表中的位置？包括哪些元素？

氮族元素位于周期表中的 VA 族，包括氮 (N)、磷 (P)、砷 (As)、锑 (Sb)……

知识点二：氮气的性质

1. 你了解氮气的物理性质吗？

氮气是一种 (无) 色 (无) 味的气体，密度比空气 (稍小)，氮气在水里溶解度……

2. 氮气的分子结构如何？

① 氮气的组成：氮气是由氮原子组成的双原子分子 (N_2)

② 电子式： $\text{N} \equiv \text{N}$

[技巧·解悟]

一、考查氮族元素性质递变规律

例 1 已知下列事实：① 硝酸的酸性比磷酸强；② 硝酸有强氧化性，磷酸无氧化性；③ 氮气与氮气能直接化合，磷与氮气很难直接化合；④ 氮气比磷化氢稳定。其中能说明氮元素的非金属性比磷元素强的是 ()

- A. ①②③ B. ①②④ C. ①③④ D. ②③④

解析 元素的非金属性强弱，可依元素最高价氧化物对应水化物的酸性强弱，或从它的单质与氢气反应生成气态氢化物的难易程度以及生成气态氢化物的稳定性等……

答案 C

二、考查氮气的分子结构和性质

例 3 下列用途中，应用了氮气性质的不活泼性的是 ()

- A. 金属焊接时的保护气，和氮气混合充填灯泡
B. 用于合成氨气
C. 工业上以氮气为原料之一制硝酸
D. 保护粮食和水果

[能力·拓展]

应用题

例 10 (2004 年·北京) 在标准状况下，将 O_2 和 NO_2 按 1:4 的体积比充满干燥烧瓶，把烧瓶倒置于水中，瓶内液体逐渐上升，假设烧瓶内溶液不扩散，最终烧瓶内溶液溶质的物质的量浓度为 ()

解析 根据化学方程式 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ ，设烧瓶的容积为……

答案 C

注重课标理念，培养探究思维

教材练习, 详解细析

精讲细析，巩固紧随

学科知识,新鲜趣味,技巧规律,点滴积累

结构新颖,内容全面,核心归纳,全面复习

专题知识, 规律总结, 高考专题, 典题例析

教材练习, 详解细析

层级评价, 整体检测, 查漏补缺, 详细解析

误区警示：解答此题有可能在两个方面陷入误区：其一是 HNO_3 物质的量的求算……

创新题

例11 (教材习题四变形) 红磷在氯气中燃烧, 若P与Cl₂按物质的量之比为1:1.8混合, 待充分反应后, 生成物中PCl₃和PCl₅的物质的量之比为_____。

解析 紅磷在 Cl_2 中燃燒生成 $\text{PCl}_3 \cdot \text{PCl}_5$

答案 7:3

经验技巧 ① 利用原子守恒法…… ② 利用配平化学方程式法……

綜合題

例 12 取一根镁条置于坩埚内点燃, 得到氧化镁和氮化镁混合物总质量为 0.470 g 。冷却后加入足量的水, 将反应产物加热蒸干并灼烧, 得到氧化镁的质量为 0.486 g 。

[探究·体验]

阅读思考题

例13 《“盐粒作弹”——氮5(N5)》

1999年,美国科学家卡尔·克里斯特领导的研究小组成功地制取出盐粒大小的 N_5 。化学界一时为之震惊。因为此前科学家对于氮能不能以这种形式存在一直表示怀疑……

[习题·解疑]

【自主·评价】

一、基础题

1. 能证明氮元素比磷元素非金属性强的事实是

- A. 氮气在常温下是气体, 而磷单质是固体
B. N_2 在空气中不能燃烧, 而磷能在空气中燃烧
C. NH_3 极易溶于水, 而 PH_3 难溶于水
D. NH_3 在空气中不可燃, 而 PH_3 可燃

〔资料·交流〕

植物营养物质污染

生活污水和某些工业废水中,经常包括含N、P的化合物,它们是植物生长、发育的养料,称为植物营养素。含氮的物质主要是蛋白质,含P的物质主要是洗涤剂和不合理使用的……

【知识·构架】

氮及其化合物	碱性, 金属性逐渐增强。氮族元素(R)的气态氢化物的通式为 RH_3 , 最高价氧化物的通式为 R_2O_5 , 其水化物的通式为 HRO_3 或 H_3PO_3
	物理性质, 无色气体, 难溶于水
	化学性质 - 与 O_2 反应 - 与 H_2 反应
	NO_2 无色气体, 易与 O_2 化生成 NO_3 氮的氧化物, NO_2 红棕色气体, 能与水反应

[专题·解读]

专题一 硝酸的氧化性

氧化性是硝酸的重要特性之一, 中学化学中与硝酸氧化性相关的知识。主要有以下几个方面:

- (1) 与较活泼的金属如 Mg、Zn、Fe 等作用, 一般不能产生 H_2 。如:
- $$4Zn + 10HNO_3 (\text{稀}) = 4Zn(NO_3)_2 + N_2O \uparrow + 5H_2O$$
- $$4Zn + 10HNO_3 (\text{极稀}) = 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$
- (2) Fe、Al、Cr 等金属遇浓 HNO_3 (冷) 会发生钝化, 故这类金属不溶于浓 HNO_3 , 常用 Fe、Al 等金属容器盛装冷 HNO_3 的原因就在于此。

例1 把红热的木炭投入某黄色液体中,剧烈反应,产生大量红棕色气体。将此气体通过澄清石灰水时气体变为无色,但未见有浑浊现象……

专题二 本章实验

一、氮的制法

〔习题·解疑〕

第一章 总复习题

一、1. 解析 同素异形体是一种元素形成的不同单质。

答案: B C

2. 解析 硝酸银、浓硝酸、氯水见分易分解, 需避光保存。盐酸不需避光保存。

504

〔综合·评价〕

目录



第一章 氮族元素

第一节 氮和磷	1
第二节 氨 铵盐	22
第三节 硝酸	41
第四节 氧化还原反应方程式的配平	56
第五节 有关化学方程式的计算	69
归纳整合	85
[知识·构架]	85
[专题·解读]	86
[习题·解疑]	91
[综合·评价]	95

第二章 化学平衡

第一节 化学反应速率	101
第二节 化学平衡	116
第三节 影响化学平衡的条件	128
第四节 合成氨条件的选择	144
归纳整合	153
[知识·构架]	153
[专题·解读]	154

[习题·解疑]	157
[综合·评价]	158

第三章 电离平衡

第一节 电离平衡	164
第二节 水的电离和溶液的 pH	176
第三节 盐类的水解	189
第四节 酸碱中和滴定	203
归纳整合	217
[知识·构架]	217
[专题·解读]	218
[习题·解疑]	224
[综合·评价]	227

第四章 几种重要的金属

第一节 镁和铝	231
第二节 铁和铁的化合物	250
第三节 金属的冶炼	267
第四节 原电池原理及其应用	278
归纳整合	291
[知识·构架]	291
[专题·解读]	294
[习题·解疑]	301
[综合·评价]	307
参考答案	312

第一章

氮族元素



第一节

氮和磷

[目标·概览]

1. 学习目标:

- (1) 了解氮族元素性质的相似性和递变规律。
 - (2) 理解氮气的分子结构和化学性质。
 - (3) 掌握一氧化氮和二氧化氮的重要性质及有关计算。
 - (4) 了解磷的两种同素异形体的性质。
 - (5) 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。
2. **重点:**氮族元素的相似性和递变规律;氮气的化学性质。
3. **难点:**混合气体(NO 、 NO_2 、 O_2 等)与水反应的综合计算及解题技巧。

[思考·交流]

闪电是大家非常熟悉的自然现象。你知道在雷电交加的时候,空气里的氮气和有关的含氮化合物发生了哪些化学反应? 产生了哪些物质? 这些化学反应和所产生的物质对人类的生产和生活有什么意义?

[学法·指津]

1. 运用“迁移法”认识氮族元素化学性质的相似性和递变性。
2. 运用“探因法”认识氮族元素单质熔、沸点的变化规律:
氮族元素熔、沸点的变化规律不一致,可通过探究其晶体类型来认识。
3. “对比法”认识氮、磷的性质。
4. “对比法”学习一氧化氮和二氧化氮的相关知识。
5. “讨论法”学习一氧化氮、二氧化氮和氧气混合溶于水的计算。
6. “口诀法”记忆氮族元素单质的颜色:
“白磷红磷灰色砷,锑铋银白铋微红,白磷蜡状剧毒物,红磷红棕粉无毒。”

[知识·导学]

知识点一：氮族元素

1. 氮族元素在周期表中处于什么位置？包括哪些元素？

氮族元素位于周期表中的 V A 族，包括氮(N)、磷(P)、砷(As)、锑(Sb)、铋(Bi)五种元素。

温馨提示：氮族元素的元素名称和符号不太好记，特别是砷、锑、铋与氧族元素硒、碲、钋易混淆，比一比，看一看，怎样快而准地记住？

2. 氮族元素单质的主要物理性质是什么？有何递变规律？

	N ₂	P	As	Sb	Bi
颜色	无色	白磷：白色或黄色固体	灰砷：灰色	银白色	银白色或微红色固体
状态	气体	红磷：红色固体	固体	固体	固体
密度					
熔、沸点					

疑点简析：为何氮族元素单质的熔、沸点先升高后降低呢？原来，它们所属的晶体类型不同。N、P、As 三种非金属元素形成的单质是分子晶体，熔、沸点同卤族元素的单质相似，自上而下逐渐升高；Sb、Bi 两种金属形成金属晶体，熔、沸点同碱金属元素一样，自上而下逐渐降低，与整个元素周期表中自上而下的同族非金属单质、金属单质的熔、沸点变化趋势是一致的。

3. 氮族元素存在哪些相似性、递变性和特殊性？（重点）

氮族元素性质的相似性和递变性是重点，因为它是高中阶段学习的最后一族主族元素，是利用原子结构和元素周期律来指导学习元素化合物知识的很好的范例。

(1) 相似性

- ① 最外层上均有 5 个电子，能获得 3 个电子达到稳定结构。
- ② 最高价均为 +5 价，最高价氧化物通式为 R_2O_5 ，对应水化物通式为 HRO_3 或 H_3RO_4 。
- ③ 均有 +3 价化合物。氧化物通式为 R_2O_3 ，对应水化物通式为 HRO_2 或 H_3RO_3 。
- ④ 在与金属、氢气反应时显 -3 价(Sb、Bi 无负价)。
- ⑤ 气态氢化物的通式为 RH_3 (注意不要写成 H_3R 的形式)。

(2) 递变性

① 由 N→Bi 核外电子层数依次增多,原子半径依次增大。

② 由 N→Bi 得电子能力(非金属性)减弱,失电子能力(金属性)增强。

③ 最高价氧化物对应的水化物酸性逐渐减弱,即 $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_3\text{AsO}_4 > \text{H}_3\text{SbO}_4 > \text{H}_3\text{BiO}_4$ 。

④ 气态氢化物的稳定性逐渐减弱,即 $\text{NH}_3 > \text{PH}_3 > \text{AsH}_3$ 。

⑤ 气态氢化物的还原性逐渐增强,即 $\text{NH}_3 < \text{PH}_3 < \text{AsH}_3$ 。

氮族元素最全面地体现了同主族元素从上到下的递变规律。

(3) 特殊性

① 氮元素最高价含氧酸写为 HNO_3 ,其余的为 H_3RO_4 。

② +5 价氮具有较强的氧化性,+5 价磷则不显氧化性。

③ 氮元素的变价最多,其氧化物的种类最多。

知识迁移:从氮族元素在周期表中的位置看,氮族元素的非金属性与卤族元素、氧族元素相比,强弱如何?

结论:氮族元素在周期表中氧族元素、卤素的左侧,根据同周期性质的递变规律可知,氮族元素的非金属性比氧族元素、卤族元素弱。

知识点二:氮气的性质

1. 你了解氮气的物理性质吗?

氮气是一种无色无味的气体,密度比空气稍小,氮气在水中的溶解度很小。在压强为 101 kPa 下,氮气在 -195.8°C 时变成无色液体,在 -209.9°C 时变成雪花状固体。

2. 氮气的分子结构如何?

(1) 氮气的组成:氮气是由氮原子组成的双原子分子(N_2)。

(2) 电子式: $:\text{N}:::\text{N}:$ 。

(3) 结构式: $\text{N}\equiv\text{N}$ (氮分子中的键是非极性键, N_2 是非极性分子)。

3. 氮气的化学性质活泼吗?(重点)

氮气的化学性质是重点,因为氮气是氮族元素的代表物质,也是我们生存环境中所必不可少的物质。学好氮气的化学性质将有助于我们对氮族其他元素的认识,学习时应抓住“结构决定性质”这一规律。由于氮分子中的氮氮叁键很牢固,使氮分子的结构很稳定,所以通常状况下,氮气的化学性质不活泼。只有氮在一定条件下,氮气分子获得足够的能量,使其价键断裂,才能与 H_2 、 O_2 等发生化学反应。

① 与 H_2 反应: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ 。

② 与 O_2 反应: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$ 。

温馨提示:请注意: N_2 与 H_2 反应的条件是“高温、高压、催化剂”,并且是可逆反应,是工业合成氨的方法! N_2 与 O_2 反应的条件是“放电”,不是“通电”,也不是“点燃”!产物是 NO ,且反应程度较小。

能力拓展:在一定条件下, N_2 除能和 H_2 、 O_2 反应外,也能和某些活泼金属反应。如镁条在氮气中可以燃烧,生成氮化镁: $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ (Mg_3N_2 属离子化合物,易与水反应生成氨气)。



知识点三:氮的氧化物

1. 氮的氧化物主要有哪些?

氮的氧化物有六种,分别是 N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5 ,在这些氮的氧化物中,氮的化合价有五种。其中:

(1) N_2O 、 NO 是不成盐氧化物。

N_2O :俗称“笑气”,有麻醉作用。

(2) N_2O_3 和 N_2O_5 是酸性氧化物。

① N_2O_3 是亚硝酸酐: $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2$ 。

② N_2O_5 是硝酸酐,常温下是固体: $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$ 。

(3) N_2O_4 是无色气体,常温、常压下能发生 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 的反应。在降低温度的条件下,红棕色 NO_2 气体转化为无色 N_2O_4 气体的过程属于化学变化。

2. NO 、 NO_2 的性质如何?(重点)

NO 、 NO_2 是两种重要的氮的氧化物,是系统掌握氮气性质所不可缺少的部分,学习时可以采取对比的方法去记忆、理解。

表 1-1-1

NO 、 NO_2 比较

物质	NO	NO_2
颜色状态	无色气体	红棕色气体
毒性	有毒	有毒
水溶性	不溶于水	易溶于水
氮的化合价	+2	+4
化学性质	不与水反应,易被氧气氧化为 NO_2 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	易与水反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 自身化合为无色的 N_2O_4 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$
实验室制法	$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
收集	排水法	向上排空气法

质疑巩固:如何检验 NO 的存在? 收集 NO₂ 为何用向上排空气法?

答案: NO 的检验:使之与 O₂ 或空气混合,看是否能产生红棕色的气体。

NO₂ 只能用向上排空气法是因为其密度大于空气的密度,且易溶于水(当然不要忘记 NO₂ 与 H₂O 的反应!),故不能用向下排空气法和排水法。

3. 关于 NO、NO₂、O₂ 三种气体的组合类型及溶于水后的计算方法(难点)

NO、NO₂、O₂ 等气体混合物,通入水中充分反应后,求剩余气体体积,或根据反应前后气体的体积变化求原混合气体组成,是气体计算的重点、难点。要注意抓住反应规律,利用差量法、循环法等方法进行计算。现将各种情况小结如下:

① NO 与 NO₂ 混合型

NO 与 NO₂ (或还有其他不溶于水,也不与 NO、NO₂ 反应的气体)混合物,通入水中,由反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 可知,剩余气体只能是 NO (或其他成分),剩余气体体积为 $V = V_0 - \frac{2}{3}V_{\text{NO}_2}$ 或 $V = V_{\text{NO}} + \frac{1}{3}V_{\text{NO}_2}$ (V_0 为原混合气体的总体积)。

② NO 与 O₂ 混合型

NO 与 O₂ 混合气通入水中,发生的反应有:



因此总反应为: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 。

此时剩余气体只可能是 NO 或 O₂。

- 若 $V_{\text{NO}} : V_{\text{O}_2} = 4 : 3$, 无气体剩余;
- 若 $V_{\text{NO}} : V_{\text{O}_2} < 4 : 3$, O₂ 过量, 剩余 O₂;
- 若 $V_{\text{NO}} : V_{\text{O}_2} > 4 : 3$, NO 过量, 剩余 NO。

③ NO₂ 与 O₂ 混合型

NO₂ 与 O₂ 混合通入水中所发生的反应有:



因此总反应为: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$

此时剩余气体也有两种可能,一种是 O₂,另一种是 NO。

- 若 $V_{\text{NO}_2} : V_{\text{O}_2} = 4 : 1$, 无气体剩余;
- 若 $V_{\text{NO}_2} : V_{\text{O}_2} < 4 : 1$, O₂ 剩余;
- 若 $V_{\text{NO}_2} : V_{\text{O}_2} > 4 : 1$, NO₂ 过量, 因过量的 NO₂ 与水反应生成 NO, 因此

剩余气体是 NO, 体积为过量 NO₂ 体积的 $\frac{1}{3}$ 。

④ NO、NO₂、O₂ 同时混合, 并通入水中

a. 当同时满足 $V_{\text{NO}_2} : V_{\text{O}_2} = 4 : 1$, $V_{\text{NO}} : V_{\text{O}_2} = 4 : 3$ 时, 无气体剩余; $V_{\text{NO}_2} : V_{\text{NO}} : V_{\text{O}_2} = 1 : 1 : 1$ 时, 亦无气体剩余。

b. 当 $V_{\text{NO}_2} = V_{\text{NO}} < V_{\text{O}_2}$ 时, 剩余 O_2 。

c. 当 $V_{\text{NO}_2} > V_{\text{NO}} = V_{\text{O}_2}$ 时, 剩余 NO 。

d. 当 $V_{\text{NO}} > V_{\text{NO}_2} = V_{\text{O}_2}$ 时, 剩余 NO 。

⑤ NO 与 CO_2 (或水蒸气) 混合, 通过足量的 Na_2O_2 型所发生的反应有:



剩余气体的情况, 可根据 $V_{\text{CO}_2} : V_{\text{NO}}$ 讨论:

a. 若 $V_{\text{CO}_2} : V_{\text{NO}} = 1 : 1$, 剩余 NO_2 , 且 $V_{\text{NO}_2} = \frac{1}{2}V_{\text{总}}$;

b. 若 $V_{\text{CO}_2} : V_{\text{NO}} < 1 : 1$, NO 过量, 剩余 NO 和 NO_2 ;

c. 若 $V_{\text{CO}_2} : V_{\text{NO}} > 1 : 1$, CO_2 过量, 剩余 O_2 和 NO_2 。 $V_{\text{剩}} = V_{\text{NO}_2} + V_{\text{剩}(\text{O}_2)} = V_{\text{NO}} + \frac{V_{\text{CO}_2}}{2} - \frac{V_{\text{NO}}}{2} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{2} + \frac{V_{\text{NO}}}{2} = \frac{1}{2}V_{\text{总}}$ 。

方法总结:

① NO_2 和 Br_2 蒸气都是红棕色气体, 能用哪些方法将二者区别开来?

◇ 归纳:

方法一: 水溶法 分别向盛有二氧化氮和溴蒸气的集气瓶中倒入适量的蒸馏水, 振荡集气瓶使气体溶解, 观察现象。若集气瓶中形成无色溶液, 则被溶解的气体为 NO_2 ; 若形成红棕色溶液, 则被溶解的气体为溴蒸气。

方法二: 硝酸银溶液实验法 将两种被区别的气体分别通入稀 AgNO_3 溶液中, 观察现象。若溶液中无明显现象, 被检验的气体为 NO_2 气体; 若溶液中生成了淡黄色沉淀, 被检测的气体为溴蒸气。

方法三: 萃取法 分别向盛有这两种气体的容器里倒入适量四氯化碳, 振荡后四氯化碳层为橙红色的是溴蒸气, 无此现象的为 NO_2 。

温馨提示: 随着不断地学习, 还会有新的方法, 继续努力哟! 如:

方法四: 冷却(加热)法 分别将盛有这两种气体的烧瓶浸入沸水中, 颜色明显加深的是 NO_2 气体, 另一种是溴蒸气(因为升高温度 N_2O_4 将分解成 NO_2)。

② 能否用 NaOH 溶液或湿润的碘化钾淀粉试纸来鉴别 NO_2 和 $\text{Br}_2(\text{g})$? 不能。

a. 两种气体均能溶于 NaOH 溶液中, 形成无色溶液: $2\text{NaOH} + 2\text{NO}_2 = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{NaOH} + \text{Br}_2 = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$;

b. 两种气体均具有较强的氧化性,都能使碘化钾淀粉试纸显蓝色: $2\text{NO}_2 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{I}_2$, $\text{Br}_2 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$ 。

知识点四:氮与生活

1. 氮元素在自然界中以什么形态存在?

(1) 游离态:在空气中 N_2 的体积分数为 78%,质量分数为 75%。

(2) 化合态 $\begin{cases} \text{无机物:硝酸盐等} \\ \text{有机物:蛋白质和核酸} \end{cases}$

(3) 游离态的氮和化合态的氮在一定条件下可进行转化,在水体、陆地、空气中不停地进行循环。

2. 氮的氧化物对环境主要有哪些危害?

(1) 氮的氧化物是大气的污染物,主要来自石油产品和煤的燃烧、汽车尾气及硝酸工厂的废气。 NO 也能直接危害生物,如 NO 可使人中毒,中毒原理同 CO ,吸入后同血红蛋白结合。 NO_2 在紫外线的照射下,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,光化学烟雾具有特殊的气味,刺激眼睛,灼伤呼吸器官,使人患病,甚至死亡;另外,光化学烟雾也会直接危害植物,并使空气能见度降低。

(2) 氮的氧化物与空气中的水反应生成硝酸和亚硝酸,是酸雨的成分,酸雨会腐蚀金属、建筑物,破坏森林,污染湖泊等。

(3) 水体中过量的氮会对水体造成污染,进入水体的氮的含量增大,会导致藻类“疯长”,造成水体的富营养化。这种现象发生在海水中,叫“赤潮”;发生在淡水中,叫“水华”。

3. 氮气的主要用途有哪些?

(1) 合成氨、制硝酸的重要原料。

(2) 做保护气。如焊接金属、填充灯泡、防止食品腐烂。

(3) 液氮用做冷冻剂。如在医学上,在冷冻麻醉条件下做手术等;在高科技领域中常用来制造低温环境。

知识迁移: 在新疆与青海两省区交界处有一狭长山谷,有时牧民和牧畜进入后,风和日丽的晴天顷刻电闪雷鸣、狂风大作,人畜皆遭雷击而倒毙。奇怪的是这里牧草茂盛,四季常青,被当地居民称为“魔鬼谷”。请用化学方程式解释“魔鬼谷”牧草茂盛,四季常青的原因:_____。

答案: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$; $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$;
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$