



天骄之路中学系列

读想用

Read Think & Use

高二化学

上

主编 李玉屏 许贵忠 (特级教师)



机械工业出版社
China Machine Press





天骄之路中学系列

读想用

Read Think & Use



高二化学(上)

李玉屏 许贵忠 主编



机械工业出版社
China Machine Press

“天骄之路”已在国家商标局注册(注册号:1600115),任何仿冒或盗用均属非法。

因编写质量优秀,读者好评如潮,“天骄之路”已独家被国内最大的门户网站——新浪网(www.sina.com)在其教育频道中以电子版形式刊载;并与《中国教育报》、中国教育电视台合作开办教育、招生、考试栏目。

本书封面均贴有“天骄之路系列用书”椭圆形激光防伪标志(带转动光栅),凡无上述特征者为非法出版物。盗版书刊因错漏百出、印制粗糙,对读者会造成身心侵害和知识上的误解,希望广大读者不要购买。盗版举报电话:(010)82608886。

欢迎访问全国最大的中高考专业网站:“天骄网”(<http://www.tjzl.com>),以获取更多信息支持。

版权所有 翻印必究

图书在版编目(CIP)数据

读想用.高二化学(上)/李玉屏,许贵忠主编.—5版.—北京:机械工业出版社,2006.4
(天骄之路中学系列)

ISBN 7-111-10387-4

I. 读... II. ①李...②许... III. 化学课—高中—教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 023300 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:胡明 版式设计:沈玉莲

封面设计:李文广 责任印制:何全君

北京双青印刷厂印刷

2006 年 5 月第 5 版·第 1 次印刷

880mm × 1230mm 1/32 · 10.75 印张 · 485 千字

定价:14.80 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)82608889、68326294

封面无防伪标均为盗版

读 想 用

本书特点及栏目编排特色

“读想用”丛书的编写思路与众不同,它博采众长,匠心独运,注重实效,融入了近几年高中教学科研的最新成果和高考的最新特点,遵循教、学、练、考的整体原则,以点带面进行透彻详细的解说及训练。

第一章 氮族元素

总体解说全章知识
内容和学习目标。

→ 课前自我构建

一、本章纵览

以氮与磷为主的氮族元素,将在原子结构、化学键、元素周期律等有关理论知识指导下进行学习。

第一节 氮和磷

提炼、拓展重点、难点,
增进认知能力。

→ 要点详析

一、学法指导

学习本节知识要依靠物质结构、元素周期律等理论作指导,从“位—构—性”三者关系去分析理解,不仅使知识系统化便于掌握,还能加深

名师评点易错题型,
避免重蹈覆辙。

→ 误区批答

易错点 误以为溶液体积是氨气与水的体积之和

例 1 在标准状况下,560 体积氨气溶解在 1 体积的水中,求制得氨水中溶质的质量分数?若制得氨水的密度为 $0.91 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,求氨水的物质的量浓度?

精析各种典型题例,
让你触类旁通。

→ 典例剖析

典例 1 氮族元素的性质

例 1 关于氮族元素的叙述正确的是()

A. 它们的单质在常温下都难以与 H_2 化合

培养创新能力,注重
理论应用实际。

→ 综合探究

一、发散题

例 1 从某些方面看,氨与水相当; NH_4^+ 和 H_3O^+ (常简写为 H^+) 相当; NH_2^- 和 OH^- 相当; NH_2^- (有时还包括 N^{3-}) 和 O^{2-} 相当。

萃取真题、模拟題,
总结常考知识点,以
致事半功倍。

→ 高考链接

本节主要考点有:了解氮气分子的结构和化学性质,了解氮的氧化物(NO 、 NO_2)的性质及其对大气的污染与防治方法,掌握硝酸的物

详细解答教材课后
习题,以便更好掌握
教材内容。

→ 课后习题答案

习题(P₈)

一、填空题

1. VA 5 N 2.5 增大 减弱 减弱 减弱

选编多层次习题,巩固基础,提升能力。

→强化评估

基础题

1. 下列关于磷酸的说法正确的是()
- ①和偏磷酸具有相同的酸酐 ②易潮解 ③是一种共价化合物 ④无毒 ⑤工业上可用白磷或磷酸钙来制取 ⑥室温下磷酸是一种无色粘稠状的液体

知识点专题归纳,各个击破。

→本章专题归纳

专题一 铵盐受热分解

铵盐一般均不稳定,受热易分解,分解产物由组成的酸的性质决定,一般有如下规律:

归纳总结本章注意事项、易错易混淆等知识内容。

→注意问题总结

1. 弄清主要的考点

本章的主要考点有:氮族元素的递变规律; N_2 分子的结构和性质; NH_3 分子结构和性质;铵盐及铵根离子检验;硝酸的性质;磷的同素异形体

全面阐释学习规律方法,举一反三,提高解题能力。

→规律方法指津

一、 NO 、 NO_2 、 O_2 混合气体溶于水的有关计算

1. $NO_2 + NO$ 或 $NO_2 + N_2$ 溶于水



根据方程式可知气体体积减 $\frac{2}{3}$, 剩余气体为 NO , 体积是原来气体体积的 $\frac{1}{3}$ 。

对本章的实验进行详细的总结与点拨,增强实验应试能力。

→实验能力点拨

本章实验很多,也是元素化合物中的重要实验。例如:

1. 通过观察演示实验“二氧化氮溶于水”,培养学生的观察、分析、判断能力。

精选历年高考真题,解读命题趋势。

→高考命题探究

氮、磷及其化合物知识内容丰富,涉及面较广,在非金属乃至高中教材中占有重要位置。重要的考点是:

通过测试,查缺补漏,全面提高。

→单元综合测试

一、选择题(本题包括18个小题,每小题4分,共72分,每小题只有一个选项符合题意)

1. 汽车尾气(含有 C_2H_6 、 CO 、 NO 和 SO_2 等)是城市空气的主要污染源。治理方法之一是在汽车排气管上加装“催化转化器”它使 CO 和 NO 反应生成可参与大气生态环境循环的无毒气体,并促进 C_2H_6 充分燃烧及 SO_2 的转化。

贴近教学要求,训练学生的动手动脑能力。

→创新研究学习

工业上用水吸收二氧化氮生产硝酸,生成的气体经过多次氧化、吸收的循环操作使其充分转化为硝酸(假定上述过程中无其他损失)。

- (1) 试写出上述反应的化学方程式。

- (2) 设循环操作的次数为 n , 试写出 $NO_2 \longrightarrow HNO_3$ 转化

目 录

特级教师指导如何学好化学 (1)

状元经验点津 (2)

第一章 氮族元素

课前自我构建 (3)

第一节 氮和磷 (4)

第二节 氨 铵盐 (17)

第三节 硝酸 (32)

第四节 氧化还原反应方程式的
配平 (42)

第五节 有关化学方程式的计
算 (53)

本章专题归纳 (68)

注意问题总结 (69)

规律方法指津 (70)

实验能力点拨 (72)

高考命题探究 (74)

课后习题答案 (77)

单元综合测试 (80)

创新研究学习 (86)

第二章 化学平衡

课前自我构建 (87)

第一节 化学反应速率 (88)

第二节 化学平衡 (97)

第三节 影响化学平衡的条
件 (105)

第四节 合成氨条件的选择 ... (116)

本章专题归纳 (126)

注意问题总结 (128)

规律方法指津 (128)

实验能力点拨 (131)

高考命题探究 (133)

课后习题答案 (134)

单元综合测试 (134)

创新研究学习 (140)

期中测试题 (141)

第三章 电离平衡

课前自我构建 (147)

第一节 电离平衡 (150)

第二节 水的电离和溶液的
pH (159)

第三节 盐类的水解 (168)

第四节 酸碱中和滴定 (178)

本章专题归纳 (190)

注意问题总结 (192)

规律方法指津 (193)

实验能力点拨	(194)
高考命题探究	(196)
课后习题答案	(197)
单元综合测试	(198)
创新研究学习	(203)

第四章

几种重要 的金属

课前自我构建	(204)
第一节 镁和铝	(205)
第二节 铁和铁的化合物 ...	(217)
第三节 金属的冶炼	(229)

第四节 原电池原理及其应 用	(238)
本章专题归纳	(250)
注意问题总结	(252)
规律方法指津	(252)
实验能力点拨	(254)
高考命题探究	(256)
课后习题答案	(257)
单元综合测试	(260)
创新研究学习	(266)
期末测试题	(267)
参考答案及提示	(273)

注:每节均包含[要点详析]、[误点批答]、[典例剖析]、[综合探究]、[高考链接]、
[课后习题答案]、[强化评估]七个板块。

特级教师指导如何学好化学

高一、高二学习的阶段虽长,却易被忽视。因为真正的直面高考,当属高三。高三常常被人们认为是可能创造奇迹的一年。我要说的是,高三的奋斗确实能使你的知识产生质的变化,但任何妄想仅靠高三苦拼的思想都是不现实的。复习是在以前学习的基础上进行的,是站在全局高度上的一种综合。

复习很讲究方法,下面就高三复习谈一些经验:第一,要根据老师的进度制定相应的复习计划,最好稍稍超前一点。这样上复习课时重点、难点、弱点了然于胸,就能收到很好的效果。要注意不光是对所学内容进行温习,还要对相近、相反、相关知识点进行比较和辨析。第二,找到一套适合自己的复习方法。每个人都有自己的特点,适用的方法也各不相同。比如目录回忆法,即根据目录来回忆章节的内容,遇到印象模糊或没有印象时,立刻翻到该页仔细阅读。第三,查缺补漏。利用以前的练习本、试卷,把不懂之处、易错处、常错处、常考处一一总结归纳,使自己对自己的情况胸中有数,便于利用有限的时间弥补弱点。化学方程式内容多,要花大力气才能记住。可将一些常见的都抄在一个小本子上,一有空就拿出来看。第四,要注意锻炼培养良好的心理素质。心理素质的好坏直接影响到考场上水平能否正常发挥。高三期间有许多模拟考试,一是为了检查同学们的复习情况,二是为了模拟高考情景,锻炼考生的心理素质。同学们平时就要有意培养自己认真仔细、顽强坚韧的品格。有的同学题目难考不好,题目容易时还是考不好,这就是心理素质不好的表现。面对容易的题,得意忘形,粗心大意,白白丢分,这是同学们最易犯的毛病。其实,若能想到“我难人难,我易人易”,沉着应战,就能取得理想的成绩。第五,要勤于动手,避免纸上谈兵。复习的内容都是以前学过的,一般在脑子里都是有印象的。有的同学复习时,看到这个知识点,觉得真简单,看到那个知识点,认为已经掌握了,于是飞快地跳过去。殊不知,许多东西看似简单,真正运用起来就不是那么回事了。有很多细节问题都是你料想不及的,只有在实际做题过程中慢慢体会。而且,熟能生巧,为了达到“快、准、巧”的目标,做一定量的习题是十分必要的。

考前一个月进入备战阶段。这时运用题海战术显然是不明智的,应该回归课本,把课本内容重新咀嚼一遍。因为高考题主要是围绕课本做文章,偏题、怪题不多。一味地花力气“啃硬骨头”是得不偿失的。这一期间还应放低高考调子,缓解紧张气氛。另外,不要忽视生理的调理。很多同学都习惯于夜间学习,甚至通宵奋战,所以晚上精神比较好,效率也比较高。但高考是在白天进行的,因此要有意识地调节生物钟,使兴奋点处于上、下午。这样,高考时才能处于最佳状态。

状元经验点津

※魏强(清华大学汽车工程系学生,曾获全国化学竞赛二等奖)

化学我个人认为是一门有较多记忆的学科,尤其是高中化学。因为有许多东西要记忆,例如:物质的物理性质,金属有燃烧现象及反应方程式,有机物的反应过程等。所有这些你必须清清楚楚,一定要说一不二,是什么就是什么。决不能含糊,只有这样,才能为你将来的高考打下坚实的基础。记忆的同时也要掌握化学题的计算方法及原理:质量差量法、体积差量法、阿伏加德罗定律,这些方法要在做练习中不断地巩固,直到运用自如,决不能因为题的改变而不会解题,所谓“以不变应万变”的奥秘就在于此。在高考化学中必有化学反应方程式的配平,这对你来说应当是必拿分的题,一定要全拿到分,而且要快,不要在此上面花费太多的时间,因为分数太少了。这就要求你平时对化学反应方程式的配平的掌握一定要熟练,化合价升降法要熟练,多练多写,书上出现的反应方程式一定要熟到提笔就写的程度。化学中另一个重要地方就是有机物了,这里的有关代表物的反应及反应类型一定要清楚。要会由此及彼地写一些有机反应方程式,其实这不难,就看你对题目给出的反应理解了没有,一定要理解再去做,切不可马虎。因为高考中推断有机物分子式或结构简式的题目占有相当大的比重,有机题回答的好,分数的一大部分就已经到手,所以有机方面的学习要学的扎实,各类反应、反应方程式一定要写的滚瓜烂熟,这不是一天、两天就可以成功的,这需要不懈的努力才能达到。记得当时,我在这方面做的也不好,但是我不松懈,一直都在努力,最后终于做到了。我相信,只要有决心什么事都可以成功的。

※王龙(北京大学计算机科学技术系学生,江西省高考理科状元)

化学被称为理科中的文科。题目量较多,单题分值较少,因此波动性不大,比之数、理较为稳定。它需要识记许多内容,包括基本知识、元素及其单质、化合物的性质,基本解题方法等,皆具有某些文科的特点。但它也具有相当的灵活性,如物质推断题中,你好像看到一个魔术师在向你展示其技艺而你不知其所以然。我的化学老师曾经说过,学习化学首先要对各物质性质非常熟悉,因为一些题(如物质推断题)并不能用逻辑推理方式由果推因,只能由一些特征现象“猜”出物质或元素,这就需要对知识很熟悉。在熟悉的基础上要分门别类,列出知识框图,当然这就要求能深刻理解各个概念,否则分类就没有明确标准。就这样一个框套一个框,许多小体系组成若干大体系,再结合,直至整个体系。比如,我通常用元素周期表来形成最基本的框架,下面再细分,哪些族氧化能力强,哪些物质可作半导体……同时记住一些特殊现象,如 CuSO_4 和 H_2S 可生成 H_2SO_4 , 用弱酸 H_2S 产生强酸。这方面内容一般老师都会讲,而且比我们清楚得多,所以我们遇到困惑的地方最好能向老师请教。

以前自我构建

以氮与磷为主的氮族元素,将在原子结构、化学键、元素周期律等有关理论知识指导下进行学习。

氨与硝酸是重要的化工原料,合成氨也是学习化学反应速率与化学平衡的基础。

1. 氮及其化合物的相互转化关系(见图 1-1)

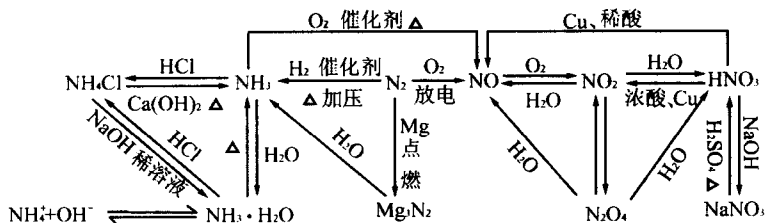


图 1-1

2. 磷及其重要化合物的转化关系(见图 1-2)

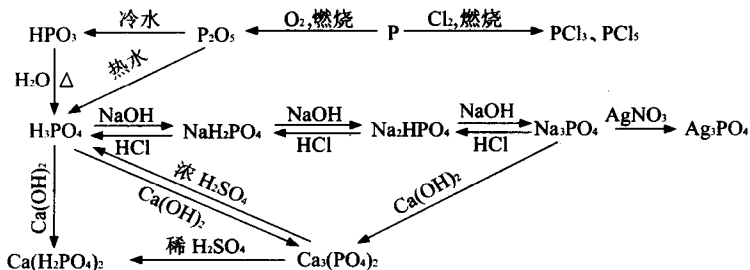


图 1-2

三、能力要求

1. 能运用原子结构知识认识氮族元素性质的相似性和递变规律。
2. 理解 N_2 的分子结构、性质和重要用途及自然界中氮的循环。
3. 了解氮的氢化物(NH_3)和氮的氧化物(NO 、 NO_2)的性质及对大气的污染。
4. 掌握氨气的性质和制法。
5. 掌握硝酸的化学性质。
6. 掌握氧化还原反应方程式的配平及有关计算。

第一节 氮和磷

要点详析

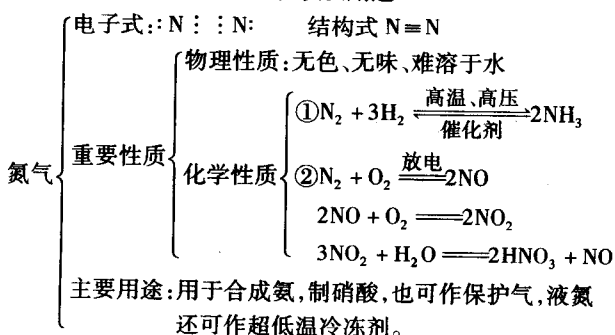
一、学法指导

学习本节知识要依靠物质结构、元素周期律等理论作指导,从“位—构—性”三者关系去分析理解,不仅使知识系统化便于掌握,还能加深和巩固对物质结构、元素周期律的理解。另外,还要抓住分子结构对物质性质的影响,如:氮分子中有三个共价键,分子结构稳定,性质不活泼。要抓住不同价态的氮元素具有不同的氧化性或还原性,形成氧化还原反应知识链,便于理解和记忆。

二、重点聚焦

1. 氮及其化合物

(1) 氮气的分子结构、重要性质及用途



(2) 氮气的工业制备

工业上将空气降温、加压液化, 然后进行蒸馏, 就可以得到氮气和氧气。

(3) 氮的氧化物

- ① 氮的氧化物是大气的主要污染物。在通风橱内制取, 对尾气要进行吸收处理。
- ② 氮的氧化物包括: N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5 等。不确定时可用 NO_x 表

示氮的氧化物。

③氮的氧化物的性质

$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ (本反应在常温下发生,故不能用排空气法收集 NO)

2NO_2 (红棕色) $\rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 在常温常压下 NO_2 与 N_2O_4 总是共存,故通常的 NO_2 或 N_2O_4 并不纯。

$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 由于 NO_2 与水作用除生成硝酸外,还生成有 NO ,故 NO_2 不是硝酸的酸酐。

NO 不溶于水,与 CO 一样能与血红蛋白结合,使血红蛋白失去载氧能力,从而使入中毒。

NO_2 具有强氧化性,如 $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3 + \text{NO}$,亦能使湿润的 KI -淀粉试纸变蓝(不能用此法鉴别 Br_2 和 NO_2)。

N_2O_5 是硝酸的酸酐, N_2O_3 为亚硝酸(HNO_2)的酸酐。

(4) NO_2 和 Br_2 蒸气的鉴别方法

NO_2 和 Br_2 蒸气都是红棕色气体,可用下面四种方法进行鉴别。

①分别向盛有这两种气体的容器里加入适量 AgNO_3 溶液,振荡后有淡黄色沉淀产生的为溴蒸气,无此现象产生的为 NO_2 气体。

②分别向盛有这两种气体的容器里倒入适量水,加盖振荡,水溶液变为橙黄色的是溴蒸气,无此现象的是 NO_2 气体。不过此法要求气体浓度较大,现象才明显。

③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 气体。

④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,另外一种为溴蒸气。

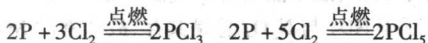
2. 磷及其化合物

(1) 白磷和红磷(见下表)

单质	白磷	红磷
分子结构	P_4 正四面体,分子晶体	结构复杂,分子晶体
色态	白色蜡状固体	暗红色粉末
溶解性	不溶于水,易溶于 CS_2	不溶于水和 CS_2
毒性	剧毒	无毒
着火点、保存	40°C ,易自燃,少量时常贮存在试剂瓶内的水中	240°C ,可燃,贮存在密闭瓶中
用途	制磷酸、燃烧弹、烟幕弹	制磷酸、安全火柴、农药
转化	$\text{白磷} \xrightarrow[\text{加热到 } 416^\circ\text{C 升华后, 冷凝}]{\text{隔绝空气加热到 } 260^\circ\text{C}} \text{红磷}$	

(2) 磷和氯气的反应

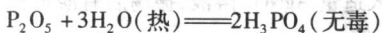
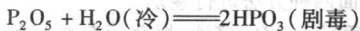
磷在点燃条件下能与 Cl_2 反应,产生白色烟雾。若 Cl_2 量不足,则生成 PCl_3 ;若 Cl_2 过量,则生成 PCl_5 。 PCl_3 是无色液体, PCl_5 是白色固体。



(3) 磷的含氧酸、磷酸盐

磷的几种常见的含氧酸(见下表)

名称	正磷酸	偏磷酸	亚磷酸	次磷酸
化学式	H_3PO_4	HPO_3	H_3PO_3	H_3PO_2
结构式	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{P}-\text{OH} \\ \\ \text{HO} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{P}=\text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{P}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{P}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
磷的化合价	+5	+5	+3	+1



磷酸为无色、透明的晶体。常用的磷酸(质量分数为 83% ~ 98%)是无色黏稠的液体。磷酸是不易分解、高沸点的中强酸,它又是非氧化性酸,因此,在实验室里可用于制取 HI 、 HBr 和 H_2S 等还原性的气体。

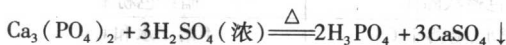
由于磷酸是三元酸,所以可以生成三种盐:一种正盐和两种酸式盐。

例如 H_3PO_4 和 NaOH 的反应方程式有



H_3PO_4 与碱的中和反应是分步进行的,控制 H_3PO_4 与碱的比例,便可得到不同的磷酸盐,碱过量时生成正盐,碱不足时生成酸式盐。

(4) 磷酸的工业制法


 误点批答

易错点 对单质磷的结构认识不清

例题

如图 1-3 所示为白磷在空气中充分燃烧后,生成物分子的结构示意图。其中圆圈表示原子,实线表示化学键。下列关于该生成物的叙述中不正确的是 ()

A. 生成物的化学式为 P_4O_{10}

- B. 分子中磷原子排列成正四面体型
C. 单实线表示的化学键为极性键,双实线表示的为非极性键

D. 分子中每个磷原子都处于一个正四面体的中心

精析 本题考查白磷的燃烧的性质、结构式和化学键。生成物的化学式为 P_4O_{10} , 最简式为 P_2O_5 ; 分子中磷原子排列成正四面体型, 分子中每个磷原子都处于一个正四面体的中心; 单实线和双实线表示的化学键都为极性键。

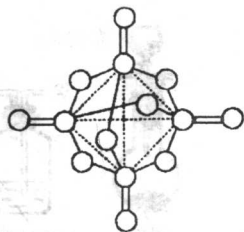


图 1-3

答案 C

易错分析 认为分子内存在非极性键, 实际上含有 $P-O$ 键和 $P=O$ 键。

典例剖析

典例 1 氮族元素的性质

例 1 关于氮族元素的叙述正确的是()

- A. 它们的单质在常温下都难以与 H_2 化合
B. 它们最高价氧化物对应的水化物都是强酸
C. 它们最高价含氧酸的化学式均为 H_3RO_4
D. 它们单质的熔沸点依 $N \rightarrow Bi$ 而升高

精析 A 项 N_2 是氮族元素中非金属性最强的元素, 在通常状况下与 H_2 化合, 其他氮族元素单质也是如此。B 项在氮族元素形成的酸中只有 HNO_3 是强酸, H_3PO_4 为中强酸, 其余为弱酸。C 项中 N 和 Bi 无 H_3RO_4 组成形式的酸。D 项氮族单质熔沸点由 $N \rightarrow Bi$ 既有升高又有降低, 没有规律。

答案 A

小结: 对同族元素可根据其结构的相似性, 理解并推断其性质的相似性, 尤其要掌握好各种元素及其化合物的特性。

例 2 碱石灰和五氧化二磷均能干燥的一组气体是()

- A. N_2 、 O_2 、 NH_3 B. CO 、 NO 、 H_2 C. H_2 、 NO 、 NH_3 D. NO 、 Cl_2 、 N_2

精析 P_2O_5 是一种酸性氧化物, 不能用于干燥碱性气体, 又因其稳定性很好, 是一种氧化能力很弱的物质, 所以可用于干燥 NO 等还原性气体。碱石灰不能用于干燥酸性气体或跟水反应呈酸性的气体, 如 CO_2 、 Cl_2 、 NO_2 等。故答案为 B 项。

答案 B

典例 2 硝酸和氮的氧化物

例 3 用如图 1-4 所示的仪器和药品来验证由铜和适量浓硝酸反应产生的气体中含 NO (仪器可选择使用, N_2 和 O_2 的用量可自由控制)。

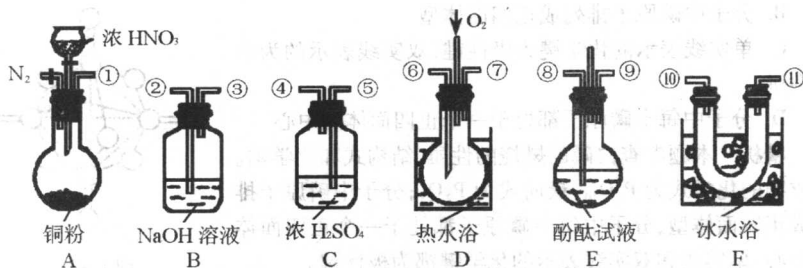


图 1-4

已知: ① $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

② 气体液化温度: NO_2 21°C

NO -152°C

试回答:

(1) 仪器的连接顺序(按左→右连接,填各接口编号)为_____。

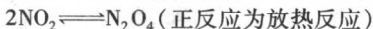
(2) 反应前先通入 N_2 , 目的是_____。

(3) 确认气体中含 NO 的现象是_____。

(4) 装置 F 的作用是_____。

(5) 如果 O_2 过量则装置 B 中发生反应的化学方程式为_____。

精析 铜与浓硝酸反应生成的主要气体是 NO_2 。要想证明含有 NO , 首先必须除去烧瓶 A 中的 O_2 , 因为 NO 接触 O_2 就会被氧化成 NO_2 ; 还要除去水蒸气, 防止 NO_2 与水反应生成 NO ; 要证明 NO 的存在, 必须除去大量存在的 NO_2 气体。从气体液化温度可知, 通过冰水后就能将 NO_2 液化除去。 NO 为无色气体, 在通过 O_2 后有红棕色气体生成, 则说明原无色气体是 NO 。又知 NO_2 与 N_2O_4 存在可逆平衡关系。所以通过 O_2 装置应用热水浴, 以利于无色的 N_2O_4 转化为 NO_2 :



(红棕色)(无色)

若 O_2 过量则 NO 、 NO_2 气体均能被氧化为氮的最高价态, 通入 NaOH 溶液中, 被完全吸收变为硝酸钠。



答案 (1) ①、⑤、④、⑩、⑪、⑥、⑦、②(其中⑩与⑪可颠倒)

(2) 驱赶装置中的空气

(3) 通入 O_2 后装置 D 中有红棕色气体生成

(4) 分离 NO 和 NO_2 (或使 NO_2 液化)



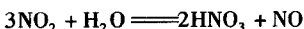
综合探究

一、发散题

例 1 将 20mL 充满 NO 和 NO₂ 的混合气体的试管倒立于盛水的水槽中, 充分反应后, 剩余气体的体积变为 10mL, 求原混合气体中 NO 和 NO₂ 各占多少?

精析与解答 NO 与水不反应, NO₂ 与水反应时每 1 体积的 NO₂ 会生成 1/3 体积的 NO, 所以剩余的气体为未参加反应的 NO 和生成的 NO 气体。

解法一: 设原混合气体中含 NO₂ x mL, 则含 NO (20 - x) mL



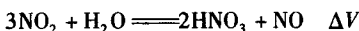
$$\begin{array}{ccc} 3 & & 1 \\ x & & \frac{1}{3}x \end{array}$$

$$\text{由题意: } 20 - x + \frac{1}{3}x = 10$$

$$\text{解得 } x = 15$$

$$\text{则原 NO 的体积: } 20\text{mL} - 15\text{mL} = 5\text{mL}$$

解法二: (差量法) 设原混合气体中含 NO₂ 气体体积为 x mL



$$\begin{array}{ccc} 3 & & 3 - 1 \\ x & & 20\text{mL} - 10\text{mL} \end{array}$$

$$\frac{3}{x} = \frac{3 - 1}{20\text{mL} - 10\text{mL}}$$

$$\text{解得 } x = 15\text{mL}$$

所以原混合气体中含 NO 气体 5mL, NO₂ 气体 15mL。

二、创新题

例 2 可持续发展是全球经济发展的共同课题, 珍惜地球, 保护环境已成为我国的基本国策。汽车尾气(含烃类、CO、SO₂、NO 等物质)是城市空气的污染源。治理方法之一是在汽车排气管上装一个“催化转换器”(用铂、钯合金作催化剂), 它的特点是使 CO 与 NO 反应, 生成两种可参与大气生态环境循环的无毒气体, 并促使烃类充分燃烧及 SO₂ 催化氧化。

(1) 写出 CO 与 NO 在催化剂作用下的反应方程式: _____。

(2) “催化转换器”的缺点是在一定程度上提高了空气的酸度, 其原因是 _____。

(3) 控制城市空气污染源的方法可行的有()

A. 开发氢能源

B. 使用电动车

C. 植树造林

D. 戴上呼吸面具

(4)汽车尾气经“催化转换器”处理后的大量气体使地球的温室效应增强,下列叙述中不正确的应该是()

- A. 如果没有地球的自然温室效应,大多数的生命都将不存在
- B. 全球工业发展造成温室效应的增加,导致全球变暖
- C. 限制发展中国家的工业气体排放,可以使大气中温室气体浓度趋于稳定水平
- D. 森林大幅度地吸收二氧化碳,可缓解全球温室效应的危机

精析 在催化剂作用下把 CO 和 NO 都转化为参与大气生态环境循环的无毒气

体,即转化成 N_2 和 CO_2 ,反应的方程式为: $2NO + 2CO \xrightarrow{\text{催化剂}} 2CO_2 + N_2$ 。同时 SO_2 也在催化剂的条件下转化成 SO_3 ,产生硫酸酸雾,从而提高了空气的酸度。控制城市空气污染源主要是减少煤和汽油的使用。第(4)问是地理课上研究的 CO_2 引起温室效应的问题。其中 C 答案是不正确的,因为仅靠限制发展中国家的工业气体排放,不能达到使全球大气中温室气体浓度趋于稳定水平的目的。

答案 (1) $2CO + 2NO \xrightarrow{\text{催化剂}} 2CO_2 + N_2$

(2) SO_2 转化为 SO_3 ,产生硫酸酸雾

(3)A、B (4)C

三、探究题

例 3 NO 分子因污染空气而臭名昭著。近年来,发现少量的 NO 在生物体内许多组织中存在,因它有扩张血管、免疫、增强记忆的功能而成为当前生命科学的研究热点,NO 亦被称为“明星分子”,请回答下列问题。

(1)NO 对环境的危害在于_____。

- A. 破坏臭氧层
- B. 高温下能使一些金属被氧化
- C. 造成酸雨
- D. 与人体血红蛋白结合

(2)在含 Cu^+ 的酶的活化中心中, NO_2^- 可转化为 NO,写出 Cu^+ 和 NO_2^- 在酸性水溶液中反应的离子方程式:_____。

(3)在常温下,把 NO 气体压缩到 100 个大气压,在一个体积固定的容器里加热到 $50^\circ C$,发现气体的压强迅速下降,压强降至略小于原压强的 $2/3$ 时就不再改变,已知其中一种产物为 N_2O ,写出上述变化的化学方程式_____。

精析 (1)对环境的危害不应包括 D。

(2)应抓住价态变化。 $\therefore NO_2^- \xrightarrow{+3} NO \xrightarrow{+2}$ 所以 $Cu^+ \longrightarrow Cu^{2+}$ 题中给出酸性溶液,所以离子方程式为: $Cu^+ + NO_2^- + 2H^+ = Cu^{2+} + NO + H_2O$

(3)压强迅速下降,说明气体分子数减少,压强为原来的 $2/3$,则气体物质的量为原来的 $2/3$,由于产物之一为 N_2O ,另一产物价态应该升高。所以反应方程式为: