



特别合作 搜狐教育
中学生学习报

魔力! 高效! 经典! 权威!

总主编·程耀尧

魔法化学

体验征服学习考试精彩感觉

超级讲解

高二上·人教版·

Magic

丛书主编 / 黄新



- ◎ 专家领衔, 名校参与, 名师撰写
- ◎ 全面、详细、透彻解析最新教材
- ◎ 情景设置, 自主探究, 启迪思维

著名节目主持人 何灵
魔法教辅品牌代言人



长征出版社
CHANGZHENG PRESS



Magic

总主编·程耀尧

魔力! 高效! 经典! 权威!

魔法化学

超级讲解

高二上·人教版·

丛书主编: 黄新

本册主编: 居北安

编委: 陈春保 陈粹媛 陈平安 陈秀元 程恒锋

程锦成 崔焰军 董柳 范俊楠 冯慧婷

郭智俊 胡金福 柯梅 刘习良 刘炬之

吕超 吕晓燕

汤以兵 陶梅

王燕 吴小兵

余红梅 虞志鸿



NLIC2970183810



长征出版社

CHANGZHENG PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

魔法化学超级讲解/魔法教学与研究中心主编. —北京: 长征出版社, 2004
ISBN 7-80204-032-9

I. 魔… II. 魔… III. 化学课—中学—教学参考资料
IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 109130 号

魔法化学超级讲解高二上

主创设计 / 魔法教育发展研究中心

电 话 / 010—80602977

网 址 / <http://www.magic365.com>

出 版 / 长征出版社

(北京市西城区阜外大街 34 号 邮编: 100832)

行销企划 / 北京九恒世纪文化有限公司

(服务热线: 010—80602977)

经 销 / 全国新华书店

印 刷 / 三河市三佳印刷装订有限公司

开 本 / 880×1230 1/32

字 数 / 5712 千字

印 张 / 165 印张

版 次 / 2005 年 6 月第 1 版

印 次 / 2005 年 6 月第 1 次印刷

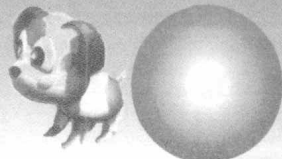
书 号 / ISBN 7-80204-032-9/G · 338

全套定价 / 240.00 元

版权所有·侵权必究



Magic



前言

Preface

这是一套完全以新课程改革为理念的超越式全解类教辅,系魔法教育发展研究中心的专项研究成果。与同类教辅图书相比,具有以下鲜明特点:

权威——丛书在我国基础教育界权威、国内顶级教材专家精心指导下,在国内百余所重点中学的鼎力协助下,由多年在一线从事教学和研究的特、高级教师编写而成。

全面——知识点分布全面,涵盖了中学教学全部课程及教与学的全部过程;吸收了全国各重点中学在教学和备考当中的先进理念、经验;融会了当前考试和教材改革的最新内容。

详细——对教材内容讲解透彻详细,尤其注重对思维方法、理解过程和记忆方法的详细讲解;解题不仅有详细的思路和过程,还对“一题多解”的题有详细的解答。

新颖——以最新教改精神为依据,突出学生主体学习,强调“感受、观察、体验、参与社会生活的能力”,注重构建“情景化”“生活化”的教学氛围,创造“自主性”“探究性”“趣味性”的学习模式。

透彻——对新课标教材、现行教材、教纲、考纲及新课改下的教学模式研究透彻;对问题讲解透彻,一题多问,多处提醒,随处警示,培养发散思维、多向思维、创新思维的能力。

科学——体例设置科学,对知识点各个击破,根据同步学习的需要,真正体现“围绕知识点,突破重点、难点,引发思考,启迪思维”,实现由知识到能力的过渡。

丛书设置了【问题探知】【教材全解】【疑难解析】【拓展探究】【自我测评】等公共栏目,为了充分体现学科和学段的不同,还设置了【考试技巧】【思维整合】等个性化栏目。

丛书是经过多年从事教学研究的专家多次多方研讨、论证后立项,由教学经验丰富的老师编写而成的。但由于时间仓促,难免会有纰漏,恳请各位专家、老师和同学批评指正。

编者



附耳细说——阅读导航

亲爱的同学们，欢迎来到这个学习和成长的乐园，请初到者先注意以下提示，以免迷路。



问题探知

引导你从亲身经历的生活探索发现新知识。



教材全解

对教材中的重点、难点、疑点、易错点、易混淆点、考点进行逐词、逐句、逐图、逐表、逐段透彻解读，对每道例题、习题解题的关键点、技巧点和思维的延伸点、发散点进行详细剖析。



疑难解析

详细解答教材中的疑难问题和你在解题过程中遇到的疑难问题。



拓展探究

引导你学会思维拓展、延伸、发散的方法、技巧和探究方案的设计，自主进行实验或实践活动，培养你独立研究、发现问题、解决问题的能力 and 创新思维能力。



思维整合

对每节讲解的内容和例题进行一对一的归纳总结，指导你进行思维整合。



自我测评

精选精编名题新题，让你自测自评。



目 录

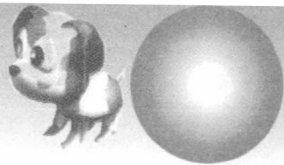
Contents

第一章 氮族元素	1
第一节 氮和磷	1
第二节 氨 铵盐	22
第三节 硝酸	45
第四节 氧化还原反应方程式的配平	62
第五节 有关化学方程式的计算	76
本章小结	95
第二章 化学平衡	109
第一节 化学反应速率	109
第二节 化学平衡	125
第三节 影响化学平衡的条件	144
第四节 合成氨条件的选择	163
本章小结	177
第三章 电离平衡	193
第一节 电离平衡	193
第二节 水的电离和溶液的 pH	208
第三节 盐类的水解	224
第四节 酸碱中和滴定	241
本章小结	258
第四章 几种重要的金属	272
第一节 镁和铝	272
第二节 铁和铁的化合物	295
第三节 金属的冶炼	315
第四节 原电池原理及其应用	330
本章小结	350





Magic



第一章 氮族元素.....

第一章 氮族元素



第一节 氮和磷

问题探知

在新疆和青海两省区交界处,有一狭长山谷,每当牧民和牧畜进入后,风和日丽的晴天顷刻间电闪雷鸣,人、畜遭雷击而倒毙。奇怪的是这里牧草茂盛,四季常青,被当地牧民称为“魔鬼谷”。报载:最近地区工作者揭开了“魔鬼谷”之谜——该地地表浅层处有一巨大磁铁矿,当人畜进入后形成尖端放电,请用化学方程式表示“魔鬼谷”牧草茂盛,四季常青的原因。

教材全解

温故知新

1. 原子间通过_____所形成的相互作用,叫做共价键。
2. 在其他条件相同时,共价键的键长越短,键能越_____,分子也就越_____;成键原子之间的共用电子对数目越_____,键能越_____,分子也就越_____。

思维链接

1. 共用电子对
2. 大 稳定 多 大 稳定

新知识点导学

▲ 知识点 1 氮族元素简析

氮族元素包括氮(N)、磷(P)、砷(As)、锑(Sb)和铋(Bi)等五种元素,它们位于元素周期表的第ⅤA族,第二至第六周期,最外层电子数均为五个。根据氮族元素在周期表中的位置,分析总结出氮族元素的相似性、递变性和特殊性如下:

(1)相似性

- ①最外电子层上均有5个电子,能获得3个电子达到稳定结构,在与 H_2 、金属反应时显-3价。
- ②最高正价均为+5价,最高价氧化物通式为(用R代表氮族元素) R_2O_5 ,对应

Magic

魔法化学(人教版) 超级讲解·高二(上)……………



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 R_2O_3 ,对应水化物通式为 HRO_2 或 H_3RO_3 。

④气态氢化物通式 RH_3 。

(2)递变性

氮(N) 磷(P) 砷(As) 锑(Sb) 铋(Bi) \rightarrow

从左到右:①原子半径逐渐增大;

②元素非金属性逐渐减弱,金属性逐渐增强;

③单质的氧化性逐渐减弱,还原性逐渐增强;

④单质的密度逐渐增大;

⑤非金属单质的熔沸点逐渐升高,金属单质的熔沸点逐渐降低;

⑥气态氢化物的稳定性逐渐减弱,还原性逐渐增强;

⑦最高价氧化物对应的水化物酸性逐渐减弱。

(3)特殊性

①氮元素最高价含氧酸写法为 HNO_3 ,其余为 H_3RO_4 。

②+5价氮元素有较强氧化性,+5价磷元素则不显氧化性。

③氮元素的变价最多,其氧化物的种类最多,有五种正价,但有六种氧化物(N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5)。



易忽略点提示

①在氮族元素的单质中,氮、磷表现出比较明显的非金属性,砷虽然是金属,但已有一些金属性,锑、铋已具有较明显的金属性。由此可知,在氮族元素的 $\text{N} \rightarrow \text{Bi}$ 中,存在着明显的由非金属性向金属性过渡的现象。

②氮族元素的化合价比较丰富,尤其是氮的价态数颇多,且既有奇数价(-3, +1, +3, +5),又有偶数价(+2, +4)。

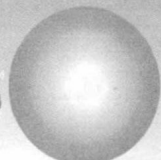
③氮族元素单质的熔沸点的变化规律,不同于其他多数主族元素单质熔、沸点的变化规律,按氮、磷、砷的顺序,单质的熔点、沸点逐渐升高,原因是这些单质的晶体为分子晶体,熔点、沸点的高低与范德华力有关,这与卤素单质、稀有气体单质熔点、沸点的变化规律相似;从锑到铋,单质的熔点、沸点降低,原因是这些单质的晶体为金属晶体,熔点、沸点的高低与化学键有关,这与碱金属单质熔点、沸点的变化规律相似。

④由氮族、氧族、卤族在元素周期表中的位置关系和元素周期律推知,氮族元素的非金属性比同周期的氧族元素、卤素的非金属性弱。

⑤白磷和红磷是磷的同素异形体(由磷元素组成的不同性质的单质)。红磷通常为红棕色粉末状固体,常见的与其颜色相近或相同的物质有:氧化铁(红棕色),液态单质溴(深红棕色),铜单质(红色)。新切开的白磷为柿黄色固体,常见的与其颜色相近的物质有:硫磺(黄色)、过氧化钠(淡黄色)、溴化银(淡黄色)、碘化银(黄色)、



Magic



第一章 氮族元素.....

磷酸银(黄色)。铋是银白色或微显红色的金属,可与之关联的铯是略带金色光泽的金属。

【例 1】砷为第四周期 V A 族元素,根据它在元素周期表中的位置推测,砷不可能具有的性质是 ()

- A 砷在通常情况下是固体
- B 可以有 -3、+3、+5 等多种化合价
- C As_2O_5 对应水化物的酸性比 H_3PO_4 弱
- D 砷的还原性比磷弱

【解析】A 项推测单质的状态,在本族元素中,只有氮的单质在常温下是气态,其他元素的单质在常温下均是固体,故砷是固体;B 项推测化合价,砷在磷的下一周期,根据同族元素的相似性和递变性,可知砷应有 -3, +3, +5 等多种化合价;C 项推测含氧酸的酸性强弱,可根据非金属性的强弱判定,由于非金属性 $As < P$,故酸性 $H_3AsO_4 < H_3PO_4$;D 项推测还原性的强弱,由于原子半径 $As > P$,故砷失去电子的能力比磷强,即还原性 $As > P$ 。

【答案】D



本题考查氮族元素性质的相似性和递变规律及将磷元素性质进行迁移的能力。

▲ 知识点 2 氮的存在及氮气的物理性质

(1) 氮的存在:氮元素以游离态和化合态两种形态广泛存在于自然界中。



①在通常情况下,空气中各组分的体积分数为: N_2 78%、 O_2 21%、稀有气体 0.94%、 CO_2 0.03%,其他杂质为 0.03%。

②氮也以化合态形式存在于很多无机物和有机物中,氮是构成蛋白质和核酸(形式生命的重要物质)不可缺少的元素。

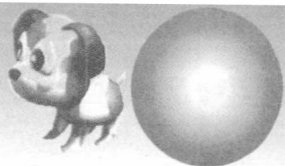
③在自然界中,化合态氮和游离态氮之间进行着连续不断的,具有平衡状态性的循环。(见教材 P1 图)

④氮的固定是指游离态氮转化为化合态氮的过程。固氮包括人工固氮和自然固氮两种类型。例如:雷雨天产生 NO 就属自然固氮,工业上合成氨即是人工固氮。

(2) 氮气的物理性质:纯净的氮气通常是无色的气体,无味、无毒,密度比空气稍小。氮气在水中的溶解度很小,通常状况下,1 体积水中只能溶解大约 0.02 体积的氮气,在压强为 101 kPa 时,氮气在 $-195.8^\circ C$ 时变成无色液体,在 $-209.9^\circ C$ 时变成雪花状固体。



Magic



第一章 氮族元素.....

(2)氮气的化学性质

在高温或放电等苛刻条件下,氮气可与氢气、金属、氧气等反应。

①与氢气反应:在高温、高压和有催化剂存在条件下, N_2 与 H_2 可以直接化合生成 NH_3 ,并放出大量的热;在相同条件下, NH_3 又可分解为 N_2 和 H_2 ,像这样的反应叫做可逆反应。



②与某些活泼金属反应:高温下氮气能与Mg、Ca、Sr、Ba、Li等反应生成金属氮化物如: $3Mg + N_2 \xrightarrow{\text{高温}} Mg_3N_2$ [Mg_3N_2 是一种淡黄色固体,仅存在于固态,遇水剧烈反应生成氢氧化镁和氨气, $Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 \downarrow + 2NH_3 \uparrow$]。

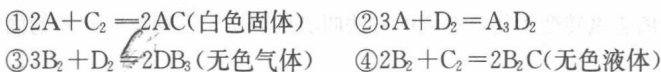
③氮气与氧气的反应: $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ 。



①在雷电作用下,空气中有大量的 N_2 与 O_2 反应,汽车、摩托车等排放的尾气中的NO,也是经过上述反应而生成的。

②氮气与酸、碱、高锰酸钾等均不反应,也不能在空气或氧气中燃烧。

【例3】有A、B、C、D四种短周期元素,已知A元素原子最外层电子数比电子层数少;常温、常压下, B_2 、 C_2 、 D_2 均为双原子的气体分子;这四种元素的单质和化合物之间在一定条件下存在如下的反应(括号内注明的状态为常温常压下的状态):

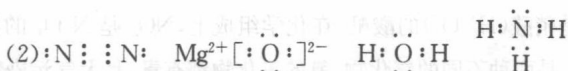


试写出:(1)A的原子结构示意图_____。

(2) D_2 、AC、 B_2C 、 DB_3 的电子式分别为:_____、_____、_____、_____。

【解析】常温、常压下气体为双原子分子的情况只有 H_2 、 N_2 、 O_2 、 F_2 、 Cl_2 ,两者之间能形成无色液体的只有 H_2 和 O_2 ,再根据方程式④的系数,可推知 B_2 和 C_2 ,又由 DB_3 推知 D_2 ,根据AC推知A的价态,且AC又是白色固体,A元素原子最外层电子数比电子层数少且为短周期元素,由它推断出A为Mg。

【答案】(1)



解题规律

这是一道范围性推断题,即首先确定有关物质的可能性范围,然后再根据题设其他信息逐一确定或排除,最终突破全题。



▲ 知识点 4 氮气的重要用途及工业制备氮气

(1) 氮气的重要用途

氮气的性质决定了氮气的用途:

①在一定条件下,氮气与氢气化合生成氨气。在工业上,氮气是合成氨的重要原料。

②在通常状况下,氮气的化学性质很不活泼,因此,它常被用作保护气。例如,焊接金属时用氮气保护金属使其不被氧气;在灯泡中填充氮气以防钨丝被氧化或挥发;粮食、罐头、水果等食品,也常用氮气作保护气,以防止食品腐烂。

③在加压、降温的条件下,氮气可液化,液氮挥发时吸收热量使周围环境的温度降低,因此,液氮可用作制冷剂。例如,在医学上,常用液氮作冷冻剂,在冷冻麻醉条件下做手术等。在高科技领域中常用液氮制造低温环境,如有些超导材料就是在经液氮处理后的低温下才获得超导性能的。

(2) 工业制备氮气

空气中含有大量氮气,空气是工业用氮气的主要来源,生产方法主要是蒸馏液态空气,并制得液态氧。



也可以将空气与碳反应,然后将反应后的气体通过碱液,最后剩余 N_2 。

【例 4】将游离态氮转变为化合态氮的方法叫氮的固定。下列反应起氮的固定作用的是 ()

- A N_2 和 H_2 反应生成 NH_3
- B NH_3 经催化氧化生成 NO
- C NO 与 O_2 反应生成 NO_2
- D 由 NH_3 制碳铵和硫铵

【解析】B、C、D 都是由一种化合态氮转化另一种化合态氮,不符合题意。

【答案】A

▲ 知识点 5 氮的氧化物

(1) 氮的氧化物的种类

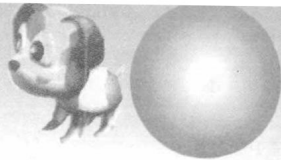
氮的氧化物有 N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5 等六种,其中, N_2O_3 是亚硝酸(HNO_2)的酸酐, N_2O_5 是硝酸(HNO_3)的酸酐;在化学组成上, NO_2 是 N_2O_4 的实验式,实际上 NO_2 和 N_2O_4 是两种不同的氧化物;氮的氧化物都有毒,是大气污染物。

解题技巧

透彻理解把握氮的固定概念,选出适合题意的选项。

Magic

第一章 氮族元素·····



提醒

NO 使人中毒的原理与 CO 相似,吸入后与血红蛋白结合。NO 和 NO₂ 是主要的大气污染物。空气中的 NO 和 NO₂ 主要来自石油和煤燃烧的产物、汽车尾气、制硝酸工厂的废气等。NO、NO₂ 造成的日本东京和英国伦敦的光化学烟雾事件,我国四川乐山大佛腐蚀变形,酸雨造成美国洛杉矶湖泊已无生物。NO、NO₂ 等一旦污染空气,人类将无法逃避、无处可藏。为了我们的家园,为了人类自己,我们应从方方面面注意防止环境污染,保护环境。

(2) 一氧化氮、二氧化氮

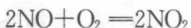
① 物理性质

一氧化氮:通常为无色、无味、难溶于水的气体。

二氧化氮:通常为红棕色、有刺激性气味的气体。

② 化学性质

一氧化氮:不与水反应,在通常情况下易被氧气氧化为二氧化氮。



二氧化氮:易与水反应生成硝酸和一氧化氮,工业上利用这一反应制取硝酸。



在通常情况下,二氧化氮还能自身化合生成无色的四氧化二氮气体。



二氧化氮有较强的氧化性,可使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝。

③ 实验室制备的化学原理

一氧化氮: $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

二氧化氮: $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$



易错点提示

① 一氧化氮易与氧气反应,不溶于水也不与水反应。因此,一氧化氮不能与氧气大量共存,实验室中收集一氧化氮气体用排水法而不用排空气法。

② 二氧化氮易与水反应,难被氧气氧化,因此二氧化氮能与氧气大量共存,实验室中收集二氧化氮气体用向上排空气法而不用排水法。

③ 二氧化氮和四氧化二氮易相互转化($2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$),故通常它们均无纯净物可言。

④ 一氧化氮、二氧化氮有毒,是大气污染物。对化学实验中产生的含有一氧化氮和二氧化氮的尾气必须处理才能排入空气中,可用 NaOH 溶液吸收:



⑤ 在实验室中干燥一氧化氮、二氧化氮气体,可用浓硫酸、氯化钙、五氧化二磷等干燥剂。

⑥ $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$ 的系列反应是自然界中经常发生的重要反

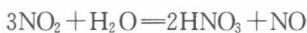
Magic

魔法化学(人教版) 超级讲解·高二(上).....

应。在电闪雷鸣的雨天,会产生放电现象。由于放电,使空气中的 N_2 和 O_2 反应生成了 NO , NO 又被 O_2 氧化成 NO_2 , NO_2 在雨水中反应生成 HNO_3 , 随雨水淋洒到土壤中, 并与土壤中的矿物质作用生成能被植物吸收的硝酸盐, 这样就使土壤中得到了氮, 促进植物的生长。中国有句农谚, 叫做“雷雨发庄稼”的含义就在此。

【例5】将 20 mL 充满 NO 和 NO_2 混合气体的试管倒立于盛有足量的水的水槽中, 充分反应后, 剩余气体的体积变为 10 mL, 求原混合气体中 NO 和 NO_2 的体积分别为多少升?

【解析】方法一: 设原混合气体中 NO_2 的体积为 x , 含 NO 的体积为 $(20-x)$ mL, NO_2 生成 NO 体积为 y 。



$$3 \qquad \qquad \qquad 1$$

$$x \qquad \qquad \qquad y$$

$$y = \frac{1}{3}x$$

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

解得 $x = 15$ mL, 则原混合气体中 NO 的体积为 20 mL - 15 mL = 5 mL。

方法二: (利用差量法) 设原混合气体中的 NO_2 体积为 x 。



$$3 \qquad \qquad \qquad 1 \qquad \qquad 3-1$$

$$x \qquad \qquad \qquad (20-10) \text{ mL}$$

$$x = \frac{3 \times (20-10) \text{ mL}}{3-1} = 15 \text{ mL}$$

则原混合气体中 NO 体积为 20 mL - 15 mL = 5 mL。

【答案】原混合气体中 NO 的体积为 5 mL, NO_2 的体积为 15 mL。

▲知识点6 有关一氧化氮、二氧化氮、氧气的混合气体溶于水的计算

(1) NO_2 、 NO (或 N_2) 混合气体溶于水, 一般用差量法计算。有关方程式为: $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ 。[NO 不与水反应, 也不溶于水。 NO_2 与水反应, 气体体积(同温、同压)减少 $\frac{2}{3}$]

(2) NO_2 和 O_2 的混合气体溶于水时, 由于 $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ 和 $2NO + O_2 = 2NO_2$ 可得出总反应式: $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$, 由此可知, 当体积比:

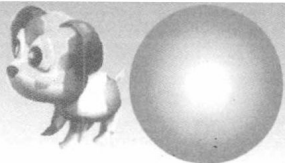
$$V(NO_2):V(O_2) \begin{cases} =4:1 & \text{恰好发生完全反应} \\ <4:1 & O_2 \text{ 过量, 剩余气体为 } O_2 \\ >4:1 & NO_2 \text{ 过量, 剩余气体为 } NO \end{cases}$$

解题规律

NO 不与水反应, NO_2 与水反应时每 1 体积的 NO_2 会生成 $\frac{1}{3}$ 体积为 NO , 所以, 剩余的气体为未参加反应的 NO 和生成的 NO 。



Magic



第一章 氮族元素……………

(3) NO 、 O_2 混合气体溶于水时, 由于 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 和 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 可得总反应式: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 可得出当体积比:

$$V(\text{NO}):V(\text{O}_2) \begin{cases} =4:3 & \text{容器内无剩余气体, 水可充满容器} \\ >4:3 & \text{NO 过量, 容器内剩余气体为过量 NO} \\ <4:3 & \text{O}_2 \text{ 过量, 容器内剩余气体为过量 O}_2 \end{cases}$$

(4) NO 、 NO_2 、 O_2 三种混合气体通入水中, 可先求出 NO_2 和 H_2O 反应生成的 NO , 然后按(3)法进行分析计算。

【例 6】将充满 NO_2 和 O_2 混合气体的量筒倒立于盛有足量水的水槽中, 充分反应后, 保持压强不变, 水进入至量筒体积的一半处停止了, 则原混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积比为多少?

【解析】设混合气体的总体积为 1, 则混合气体中 NO_2 的体积为 x , O_2 的体积为 $(1-x)$ 。

①假定原混合气体中 $V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2) < 4:1$, 则 O_2 过量。



$$\begin{array}{ccc} 4 & & 1 \\ x & & \frac{1}{4}x \end{array}$$

$$\text{剩余 O}_2 \text{ 为 } 1-x-\frac{1}{4}x = \frac{1}{2}$$

$$\text{解得 } x = \frac{2}{5}$$

$$V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2) = \frac{2}{5}:(1-\frac{2}{5}) = 2:3$$

②假定原混合气体中 $V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2) > 4:1$, 则 NO_2 过量。



$$\begin{array}{ccc} 4 & & 1 \\ 4(1-x) & & 1-x \end{array}$$

剩余 NO_2 为 $x-4(1-x)=5x-4$, 由反应式 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 可知

最后剩余的 NO 为 $\frac{1}{3}(5x-4)$, 由 $\frac{1}{3}(5x-4) = \frac{1}{2}$, 解得 $x = \frac{11}{10}$ (不合题意舍去)。

【答案】混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积比为 2:3。

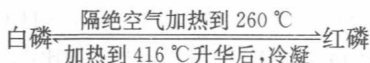
▲ 知识点 7 磷的同素异形体 磷的物理性质 白磷的分子结构

(1) 磷的同素异形体

同素异形体是指由同种元素形成的性质不同单质。同素异形体的物理性质不同, 化学性质相近但不相同。磷有多种同素异形体, 其中主要的是白磷和红磷, 它们之间的相互转化关系为:

解题规律

混合气体溶于水后有剩余气体, 说明 NO_2 和 O_2 的体积比不为 4:1, 则需讨论 NO_2 和 O_2 分别过量时的两种情况。



红磷向白磷转化的实验(见教材 P6 图 1-7)。



易忽略点提示

①实验用的玻璃管要细而长,这样可减少管内空气,并避免磷蒸气向空气中扩散。

②实验时玻璃管要一端封口,另一端敞开,这样既可避免管内空气对流,又能保持管内外气压平衡。

③封闭管口可用较耐热的软木塞,也可用湿纸团,不要用不耐热的橡皮塞。用湿纸团时要使玻璃管以开口端高、封口端低的形式倾斜,以防水的倒流导致玻璃管炸裂。

④对玻璃管加热,要先均匀加热红磷周围处,来预热玻璃管及驱赶管内空气,然后在放红磷的地方加强热,以保证红磷尽快升华。

⑤红磷放在玻璃管的中间为宜,太靠右易使磷蒸气外逸,太靠左加热时易将管塞烧焦。

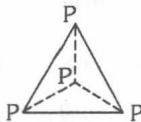
(2)磷的物理性质

①白磷是一种白色或黄色的蜡状固体,有剧毒,不溶于水,易溶于 CS_2 。着火点较低($40\text{ }^{\circ}\text{C}$),当白磷受到轻微的摩擦时就会燃烧,因此,白磷必须贮存在密闭容器中,少量时可贮存在水里。

②红磷是暗红色粉末状固体,无毒,不溶于水,也不易溶于 CS_2 。

(3)白磷的分子结构

白磷的分子式为 P_4 ,空间构型为正四面体型,每个白磷分子中含有 6 个 $\text{P}-\text{P}$ 键,键角为 60° ,如右图所示。白磷分子是通过非极性键结合成的非极性分子,属于分子晶体。

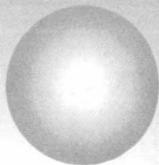


【例 7】(2002, 全国)关于磷的下列叙述中,正确的是 ()

- A 红磷没有毒而白磷有毒
- B 白磷在空气中加热到 $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ 可转变为红磷
- C 白磷可用于制造安全火柴
- D 少量白磷应保存在水中

【解析】白磷有毒,红磷无毒, A 正确;白磷着火点很低($40\text{ }^{\circ}\text{C}$),在空气加热到 $260\text{ }^{\circ}\text{C}$,白磷与空气中氧气反应生成 P_2O_5 ,得不到红磷, B 错误;白磷着火点很低,在空气中缓慢氧化易自燃;白磷不能用于制造火柴, C 错误;少量白磷保存于水中是为了利用水隔离空气,防止白磷氧化, D 正确。

【解答】AD



白磷加热到 260 °C 转变为红磷是指在隔绝空气的条件下。

▲ 知识点 8 磷的化学性质

磷元素的非金属性不是很强,但单质磷的化学性质较活泼,容易与其他非金属等物质反应。在中学化学中磷的重要化学反应有:

(1) 磷与氧气反应

磷在空气中点燃即可燃烧生成五氧化二磷,燃烧时产生大量白烟伴有黄色火焰。 $4P+5O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2P_2O_5$



①着火点:白磷比红磷低很多,当白磷受到轻微的摩擦或被加热到 40 °C 时,就会燃烧。即使在常温下,白磷在空气中也会被缓慢氧化而发出白光,在暗处可以清楚看见。

②白磷和红磷充分燃烧,都生成惟一的产物——白色的五氧化二磷。

(2) 磷与氯气反应

在点燃的条件下,磷亦可在氯气中燃烧,燃烧产物随着反应物物质的量之比的变化而有所不同,燃烧时产生白色烟雾。



综合氮、磷两种元素在周期表中的位置和元素周期律可知,元素的非金属性氮比磷强。比较氮气、磷分别与氧气反应的难易程度可知,在化学性质上,磷单质比氮单质活泼。这两者之间并不矛盾,因为在中学化学里,元素的非金属性可理解为原子得到电子的难易性。原子得电子容易,元素的非金属性强;原子得电子难,元素的非金属性弱。判断元素非金属性强弱的方法中,具有核心性的是元素在周期表中的位置和元素性质的关系,理论依据是元素周期律,判断方法和理论依据中不涉及分子内化学键的问题。单质的活泼性是指单质发生化学反应的难易,化学反应容易(对反应条件要求低),单质活泼性强;化学反应难(对反应条件要求高),单质的活泼性弱。判断单质活泼性强弱的方法中,较直观的是在可比较的化学反应中对反应条件要求的高低、反应剧烈的程度等,从化学键理论的角度来看,物质发生化学反应的实质是旧化学键的断裂和新化学键的形成,物质的活泼性与其分子内的化学键之间有着密切的关系,有资料表明,氮分子中共价键的键能很大,磷分子中共价键的键能较小。

Magic

魔法化学(人教版) 超级讲解·高二(上).....



【例8】(1)白磷在 O_2 中燃烧的现象是_____。如果用白磷进行如下图1所示实验,①②③发生的不同现象是:_____,由此你得出的结论是:_____。

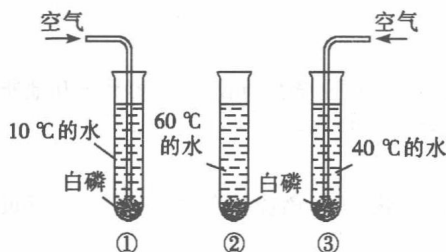


图1

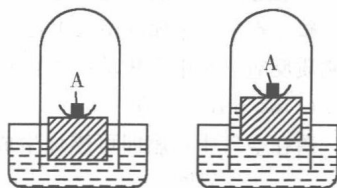


图2

(2)如上图2所示,玻璃罩内充满空气,在木块上的蒸发皿中,放入一块蜡状固体A,经过一段时间后发现水面上升了约 $1/5$ 的高度。试分析:固体A是_____,水面上升的原因是_____。

【解析】分析图1三个装置图的不同点,对照可燃物燃烧的条件,可做出正确的判断。玻璃罩内水面上升了约 $1/5$,说明罩内气体减少约 $1/5$,显然是氧气消耗了。蜡状固体、空气,不需要加热而能消耗 O_2 通过一系列的联想分析,即可阐述水面上升的原因。

【答案】(1)白烟 ①②中不燃烧,③中燃烧 可燃物燃烧的条件是温度达到着火点,与 O_2 接触

(2)白磷 A 吸收了空气中的某种成分,使罩内压强减小,故罩内水面上升,水上升的高度为 $1/5$,恰好是空气中的 O_2 的体积,所以A应为与 O_2 在常温下反应且只产生非气态物质,即白磷

▲ 知识点9 五氧化二磷和磷酸简介及磷的重要用途

(1)五氧化二磷简介:五氧化二磷(P_2O_5)是磷元素的最高价氧化物,在通常状况下为白色固体,其晶体为分子晶体。五氧化二磷是酸性氧化物,是磷酸的酸酐,它与热水反应能生成磷酸(H_3PO_4),与冷水反应生成偏磷酸(HPO_3)。



五氧化二磷有很强的吸水性,但无强氧化性,因此可用五氧化二磷作实验室中气体的干燥剂。应注意的是,显碱性的氨气(NH_3)不能用五氧化二磷进行干燥。

(2)磷酸简介:磷酸是五氧化二磷的对应水化物,是一种中等强度的三元酸,具酸的通性。在电解质属类上,磷酸是弱电解质,在有关离子方程式中以分子式 H_3PO_4 表示磷酸。磷酸难挥发(沸点高),可跟水以任意比互溶,无强氧化性。

有关酸的重要化学反应如下: