

国际奥赛金牌教练 +  
国家奥赛命题研究专家  
联袂编写

科学技术文献出版社



# 金牌奥赛经典教程

## 高二化学



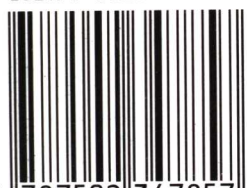
A O S A I

# JINPAI AOSAI CONGSHU



- |            |             |
|------------|-------------|
| 金牌奥赛经典教程   | <b>高一数学</b> |
| 金牌奥赛经典教程   | <b>高二数学</b> |
| 金牌奥赛经典教程   | <b>高一物理</b> |
| 金牌奥赛经典教程   | <b>高二物理</b> |
| 金牌奥赛经典教程   | <b>高一化学</b> |
| ● 金牌奥赛经典教程 | <b>高二化学</b> |
| 金牌奥赛经典教程   | <b>高中生物</b> |

ISBN 7-5023-4785-2



9 787502 347857 >

封面设计 张宇澜

ISBN 7-5023-4785-2/G · 1076 定价:18.00元

◎金牌奥赛

# 金牌奥赛经典教程

## 高二化学

总主编:耿立志 中学奥林匹克竞赛金牌教练  
中科国际奥赛研究中心副主任  
国家首批骨干教师、全国特级教师

总审定:王永胜 中小学奥林匹克竞赛研究专家  
教育部新课程标准研究专家  
博士生导师、教授

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北京

**图书在版编目(CIP)数据**

金牌奥赛经典教程. 高二化学/黄建川主编.-北京:科学技术文献出版社,  
2005.2(重印)

(金牌奥赛)

ISBN 7-5023-4785-2

I. 金… II. 黄… 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(2004)第 093909 号

出 版 者 科学技术文献出版社  
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038  
图书编务部电话 (010)68514027,(010)68537104(传真)  
图书发行部电话 (010)68514035(传真),(010)68514009  
邮 购 部 电 话 (010)68515381,(010)58882952  
网 址 <http://www.stdph.com>  
E-mail: stdph@istic.ac.cn  
策 划 编 辑 科 文  
责 任 编 辑 付秋玲  
责 任 校 对 赵文珍  
责 任 出 版 王芳妮  
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销  
印 刷 者 北京金鼎彩色印刷有限公司  
版 ( 印 ) 次 2005 年 2 月第 1 版第 2 次印刷  
开 本 787×1092 16 开  
字 数 363 千  
印 张 15.75  
印 数 10001~14000 册  
定 价 18.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

## 《金牌奥赛》编委会

主 任 石丽杰 耿立志  
副 主 任 丁 岚(兼高中分册总主编、审定专家组组长)  
何秀勤(兼初中分册总主编)  
王爱军(兼小学分册总主编)  
编 委 窦连辉 马 坤 陈正宜 黄建川  
纪立伏 王晓静 刘小丽 张亚玲

本册主编 黄建川  
副 主 编 刘小丽  
编 委 黄建川 徐彦军 宋焕民 窦贵臣  
杜凤荣 彭树金 赵春喜 邢士清  
刘小丽

# 《金牌奥赛》出版前言

全国第一部由国际奥赛金牌教练和竞赛命题研究专家联合主持编著的含小学、初中、高中三个系列的大型丛书。

全国第一部将国家“十五规划”教育科研子课题《研究性学习与奥林匹克竞赛有效整合》研究成果纳入丛书编著的经典力作。

全国第一部将奥赛与高考、中考有机结合并经实践证明既适合奥赛又适合中、高考的培优宝典。

## 丛书特点

### 权威性

作者群体由来自全国奥赛名校的国际奥赛金牌教练；参与奥赛命题和研究的大学知名教授、博士生导师；从事奥赛一线辅导的国家高级教练及主持中、高考命题研究的特级教师和教育专家组成。

### 标准性

丛书根据中、小学最新课程标准和全国奥赛竞赛规程编著，是对最新考试命题精神的标准解读和诠释。

### 典范性

丛书中每一道试题的编制和确定都经过多道关卡，即从作者编著、主编总纂到编辑审读、状元验题（聘请北大、清华等在读的曾在近年全国及国际奥赛中荣获金牌的本科、硕士、博士认真审读书稿并将全部试题重做一遍）、专家审定，层层把关。因而达到了题题新颖、题题规范、题题经典。



## 高效性

来自教学一线国际、国家奥赛金牌教练,总结自己的实践经验,结合专家的理论指导,鼎力打造完全实战性丛书,可迅速提升考试成绩,此卷在手,理想不再难求。

谨以此书,献给在求学路上奋力拼搏的学子们!

金牌奥赛,点石成金,授之以渔!

《金牌奥赛》编委会

2004年8月于北京

# 目 录

---

第一章	氮族元素	(1)
第二章	化学平衡	(28)
第三章	电离平衡	(51)
第四章	几种常见金属	(89)
第五章	烃	(124)
第六章	烃的衍生物	(179)
第七章	糖类 油脂 蛋白质	(215)
第八章	合成材料	(234)



# 第一章 氮族元素



## 目标菜单

### 【基础目标】

1. 掌握氮族元素的原子结构特点及常见化合价。
2. 掌握氮族元素的单质及化合物的相似性、递变性和特性、重要物质的实验室制法。
3. 理解氧化还原反应的有关定义,并能熟练配平氧化、还原反应方程式。
4. 理解有关化学方程式的计算;能熟练进行过量讨论;掌握守恒和差量等计算技巧。

### 【拓展目标】

1. 理解元素周期律,总结非金属元素的共性,提高理论联系实际的应用能力。
2. 对比特性,提高应变能力,能迁移性应用所学知识。
3. 强化思维训练,提高自学能力,突出培养创新意识和能力。



## 备考链接

### 【高考点击】

#### 1. 氮和磷

(1) 氮族元素位于周期表的VA族,最外层有5个电子,氮、磷有较强的非金属性,氮的常见化合价有+1、+2、+3、+4、+5等,氮、磷还有-3价;铋、铊两种金属无负价。

(2) 氮族元素(N、P、As、Sb、Bi)的非金属性逐渐减弱,金属性逐渐增强;氢化物(RH<sub>3</sub>)的稳定性由强到弱;最高价氧化物水化物HRO<sub>3</sub>或H<sub>3</sub>RO<sub>4</sub>(含氧酸)的电离能力由强到弱(原子半径由小到大;最外层电子数相等);氮族元素的非金属性比同周期的氧族元素、卤族元素弱(半径比同周期的卤素和氧族元素大)。

(3) 氮气分子中有N≡N,与其他物质反应需断裂开这种化学键,所以化学性质稳定:

①在放电情况下可与O<sub>2</sub>发生反应,生成NO:  $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$



(无色,有毒,其中毒原理和 CO 相似,可被氧化成红棕色的  $\text{NO}_2$  气体);

②与活泼金属反应:  $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$  ( $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow$ );

③可被豆科植物固定成化合态,成为肥料;

④氮气为空气成分,一般不支持燃烧,不助燃也不灭火。

(4)红磷和白磷。

单质	白磷	红磷
分子结构	正四面体	结构复杂
色、态	白色蜡状	暗红色粉末
溶解性	不溶于水,易溶于 $\text{CS}_2$	不溶于水和 $\text{CS}_2$
毒性	剧毒	无毒
着火点	40 °C、在空气中自燃	240 °C、可燃
保存方法	贮存在水中(少量)	密封
转化	$\text{白磷} \xrightleftharpoons[\text{加热到 } 416\text{ }^\circ\text{C 升华后、冷凝}]{\text{隔绝空气加热到 } 260\text{ }^\circ\text{C}} \text{红磷}$	

①它们互为同素异形体,物理性质不同,化学性质也有差异:白磷易自燃,白磷易溶于  $\text{CS}_2$ ,而红磷不具备这些性质;

②它们的转化要隔绝空气(因为它们可燃烧),且为化学变化;

③ $\text{P}_2\text{O}_5$  有较强的吸水性,为磷酸的偏磷酸两种酸的酸酐。

(5)氮的氧化物都是大气污染物:  $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{N}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}_5$

① $\text{N}_2\text{O}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}_5$  分别是  $\text{HNO}_2$ 、 $\text{HNO}_3$  的酸酐:  $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2$ ;  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$ ;

② $\text{NO}$ (无色)、 $\text{NO}_2$ (红棕色)、 $\text{N}_2\text{O}_4$ (无色)等氧化物可以相互转化:  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ;  
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ;  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$

为了方便计算:  $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ ;  $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ ;

③因为  $\text{NO}_2$  可以与水反应生成  $\text{HNO}_3$ ,所以它有强氧化性,可助燃。

## 2. 氨和铵盐

(1)氨气是一种极性分子,易液化:其结构呈三角锥形,是极性分子。

(2)氨气是一种易溶于水的气体,可做喷泉实验证明:

①通常 1 体积水可溶解 700 体积  $\text{NH}_3$ ;

②装置的气密性要好,要干燥,收集的气体要装满,实验现象才明显;

③氨水显碱性,加入几滴酚酞可以看到红色的喷泉;

④吸收  $\text{NH}_3$  时(或接触水时)要防止倒吸现象发生。

(3) $\text{NH}_3$  是中学学习的唯一一种遇水显碱性的气体;



①氨水的成分( $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ):  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}^+$ ;易挥发出氨气,应用棕色瓶保存;其密度比水小,越浓的密度越小;

②可以与盐反应生成难溶性的氢氧化物沉淀;

③氨水与液氨的区别和联系:

名称	氨水	液氨
形成	$\text{NH}_3$ 溶于水	$\text{NH}_3$ 液化
物质分类	混合物	纯净物
成分	$\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}^+$	$\text{NH}_3$

(4) $\text{NH}_3$  中 N 元素为最低价,有一定的还原性:

①在催化剂存在时可以被  $\text{O}_2$  氧化( $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ );

② $\text{NH}_3$  在加热时可以被  $\text{CuO}$  氧化( $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 = 3\text{Cu} + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ )。

(5)铵盐受热易分解,能与碱反应制取氨气:

① $\text{NH}_4\text{Cl}$  受热分解是化学变化,遇冷又重新结合成  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,常用于与其他物质的分离。

②用  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  加热制氨气:铵盐不可以用  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,因为它可能受热爆炸;也不用碳酸的铵盐,因为受热分解后有  $\text{CO}_2$  气体引入。

$2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{固}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{固}) \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,其装置与用  $\text{HClO}_3$  或  $\text{KMnO}_4$  制取氧气的装置相同。

③不用排水法收集;不用浓硫酸、 $\text{P}_2\text{O}_5$  等酸性的物质干燥,也不用  $\text{CaCl}_2$  干燥;用红色、湿润石蕊试纸验满;应用向下排空气法收集,并在试管口放少量棉花,以减少气体的相互扩散,使收集的气体更为纯净。

④用湿润的红色石蕊试纸在试管口检验是否收集满,或用蘸有浓盐酸的玻璃棒,有白烟生成(用浓硝酸也有发烟现象),但用浓硫酸则不可以,因为二者不能都挥发成蒸气在空中相遇,没有烟生成。

⑤用浓氨水与生石灰反应,可利用  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  快速制得氨气。

⑥ $\text{NH}_4^+$  的检验与鉴别:加碱,加热,再用红色湿润石蕊试纸检验。

### 3. 硝酸

(1)硝酸是易挥发性的液体:

①沸点低,有刺激性气味;

②98%的硝酸有“发烟”现象。

(2)硝酸是易分解的液体:(不稳定性)

① $4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\text{光或热}} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ;



②浓硝酸由于分解生成的  $\text{NO}_2$  溶解在其中,显黄色,可通少量空气去除;

③硝酸要用棕色瓶保存;要放在冷暗处保存。

(3)硝酸有强氧化性(氮为最高正价,易得电子,反应后化合价降低):

①可与铜等不活泼金属发生反应,且一般不生成  $\text{H}_2$ ;

②在常温下遇铁、铝钝化(不是不发生反应,而是生成了保护层,使反应停止);

③铜与稀硝酸反应生成  $\text{NO}$  ( $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ );

④铜与浓硝酸反应生成  $\text{NO}_2$  ( $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ );

⑤C与浓硝酸反应(其他非金属也有能反应的,如P、S等,一般要加热)

$\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\text{加热}} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

⑥硝酸盐在酸性条件下(即:  $\text{NO}_3^- + \text{H}^+$ )有强氧化性:与  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{S}^{2-}$  (-2价S)、 $\text{SO}_3^{2-}$  (+4价S)、 $\text{I}^-$  等离子发生氧化还原反应;

⑦硝酸还有一般酸的通性:与碱反应;与盐反应;与碱性氧化物反应。

#### 4. 氧化还原反应方程式的配平

(1)熟悉配平方法:

①配平的四个基本步骤:标出变价元素的化合价,列出同种元素在反应前后的化合价变化情况,根据所变化价的最小公倍数求出变价元素的系数,用元素守恒法配平其他未变价元素。

②配平的基本原则:氧化剂化合价降低的总数 = 还原剂化合价升高的总数。

(2)掌握同种元素的变化规律:高价变低价,低价变高价,但不能“越位”,即二者变化的结果最大程度是相同,如:  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{H}_2\text{S} = \text{SO}_2 + \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$  的变化情况是  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightarrow \text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$ ;不可能是  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightarrow \text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$ 。

(3)配平的技巧:

①如:  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ,在配平  $\text{HNO}_3$  前面的系数时应该用变价部分加上未变价部分——部分变价问题( $2 + 3 \times 2 = 8$ );

②如:  $\text{Zn} + \text{As}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{AsH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,在配平时,  $\text{AsH}_3$  前面系数最少是2(因为  $\text{As}_2\text{O}_3$  最少1分子)——最少变化单位;

③如:  $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (歧化)或  $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (归中)等同一元素变价的反应,应列成:

$\text{S} \begin{cases} \rightarrow \text{K}_2\text{S} \cdots \cdots \text{降 } 2 \times 3 \\ \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \cdots \cdots \text{升 } 6 \times 1 \end{cases}$

先求得分项的系数,再求S的总数——先求分再求总( $2 + 1 = 3$ );

④如:  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ,在配平时,  $\text{Cu}_2\text{S}$  中各种元素都变价,列变化时可看成一个整体:

$\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow (\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4) \cdots \cdots \text{升 } 10 \times 3$



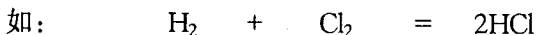
再求各系数——整体计算法

⑤如： $\text{MnO}_4^- + \text{Cl}^- + \underline{\hspace{2cm}} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，配平时应先根据元素守恒或电荷守恒，确定所缺项为  $\text{H}^+$ ，再列变化配平，且在配平未变价元素时，要电荷守恒和质量守恒同时应用。

(4)氧化还原反应的计算：以电子转移守恒为基本技巧(氧化剂所得的电子总数与还原剂所失的电子总数相等，这是这类反应计算题的首选技巧)。

### 5. 有关化学方程式的计算

(1)对于一个化学反应方程式，可以用不同的物理量表示它们的比例，有不同的单位。



表示 1:      2 g              71 g              73 g …质量(单位可用质量的单位)

表示 2:      1 个分子      1 个分子      2 个分子 …分子个数(单位也可用物质的量 mol)

表示 3:      22.4 L              22.4 L              44.8 L      标准状况下体积(也可是同温同压)

表示 4:      2 g                       $N_A$  个              44.8 L      不同的物理量(用阿伏加德定律转换)

(2)多步计算：分步运算太慢，易出错，根据守恒关系找出关系式，化为一步计算，如：将  $\text{FeS}_2$  制成  $\text{SO}_2$ ，将  $\text{SO}_2$  制成  $\text{SO}_3$ ，将  $\text{SO}_3$  制成  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，再用此硫酸中和  $\text{NaOH}$ ，可由硫守恒得关系式： $\text{FeS}_2 \rightarrow 4\text{NaOH}$ ，使计算简化。

(3)过量讨论：

①当反应式中所给的数量为两个以上时，要依据方程式进行讨论，以量少的进行计算。

②当由某物质过量，引起了第二步反应时，就形成了分步讨论计算：

如：若将  $m \text{ mol CO}_2$  缓缓通入  $n \text{ mol Ca(OH)}_2$  的澄清石灰水中，可得沉淀多少？

因为  $\text{CO}_2$  过量后，会发生  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(HCO}_3)_2$  的反应，所以分三种情况：

①  $m \text{ mol CO}_2$  在反应中不足，即不能使  $n \text{ mol Ca(OH)}_2$  完全沉淀，可用  $m \text{ mol CO}_2$  求解。

②  $m \text{ mol CO}_2$  在反应中过量，即能使  $n \text{ mol Ca(OH)}_2$  完全沉淀，并且完全溶解，沉淀为 0。

③  $m \text{ mol CO}_2$  在反应中，使  $n \text{ mol Ca(OH)}_2$  完全沉淀后，又溶解了一部分，此时就应用第一步剩余的  $\text{CO}_2$  求得又溶解的沉淀，用第一步生成的沉淀减去溶解的沉淀即可，即为  $(2n - m) \text{ mol}$ 。

### 【奥赛拓展】

1.  $\text{PO}_4^{3-}$  的检验：它可与  $\text{Ag}^+$  生成溶于强酸的黄色沉淀，所以一般是先加  $\text{AgNO}_3$ ，生成黄色沉淀后，加  $\text{HNO}_3$  后沉淀又溶解(为防止  $\text{I}^-$  的干扰)。

2. 根据电子守恒推断  $\text{HNO}_3$  的还原产物：硝酸与金属的反应随浓度(或物质的量)的变化量的变化，反应原理也改变(铁与过量的硝酸反应生成  $\text{Fe}^{3+}$ ，与少量的硝酸反应生成



$\text{Fe}^{2+}$ )。不活泼金属与浓度不同的硝酸反应生成不同的还原产物(与浓硝酸反应生成  $\text{NO}_2$ , 与稀硝酸反应生成  $\text{NO}$ )。而活泼金属镁与硝酸反应中, 由于浓度不同, 还原产物有可能为  $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 。

3. 环境保护。消除氮的氧化物为知识内容, 以化工生产或环境保护为背景综合考查物质的性质以及与此相关的理论、实验和计算( $2\text{NaOH} + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ )。



## 题型扫描

### 【基础示例】

**例 1** 砷是主族元素, 它的原子核外有四个电子层, 最外层有 5 个电子, 下列关于它的性质不可能的是

- A. 砷通常情况下是固体  
B. 可以有  $-3$ 、 $+3$ 、 $+5$  等多种化合价  
C.  $\text{As}_2\text{O}_3$  对应水化物的酸性比  $\text{H}_3\text{PO}_4$  弱  
D. 砷的还原性比磷弱

参考答案: D

**思路启迪:** 根据已知可以推知: 砷在元素周期表的位置在第 V A 族、第四周期, 比磷多一个电子层, 这样可排除 A、B、C。做与元素周期律有关的问题, 必须明确该元素的原子结构(确定该元素在元素周期表中的位置), 以找到与它相关(同族)的元素, 再利用该族元素的相似性和递变性或特殊性来解决问题。

**例 2** (2003·苏粤·5) 同温同压下, 在 3 支相同体积的试管中分别充有等体积混合的两种气体, 它们是: ①  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$ ; ②  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$ ; ③  $\text{NH}_3$  和  $\text{N}_2$ 。现将 3 支试管均倒置于水槽中, 充分反应后, 试管中剩余气体的体积分别为  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ , 则下列关系正确的是

- A.  $V_1 > V_2 > V_3$     B.  $V_1 > V_3 > V_2$     C.  $V_2 > V_3 > V_1$     D.  $V_3 > V_1 > V_2$

参考答案: B

**思路启迪:** 假设试管的体积为  $V$ , ①中由于有反应  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$  存在, 试管中剩余气体的体积为  $2V/3$ ; ②中由于有  $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$  存在, 试管中剩余气体的体积为  $3V/8$ ; ③中由于  $\text{NH}_3$  极易溶于水, 试管中剩余气体的体积为  $V/2$ , 故三试管的体积大小为  $V_1 > V_3 > V_2$ 。本类题在求算时, 可以采用取值法, 使计算方法简便(①中每种气体可取 3 体积, ②中可各种取 4 体积), 但要从反应的实际出发, 不可随意取值。此题还可假设生成的溶质不扩散, 比较所得的溶液的物质的量的浓度的大小。

**例 3** 在一支容积为 25 mL 的试管内充满  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合气体, 把试管倒置于水中, 充分反应后, (1) 若无气体剩余, 原混合气体中  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  各多少毫升? (2) 若剩余气体 5 mL, 原混合气体中  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  各多少毫升?

参考答案:

(1)  $V(\text{O}_2) = 5 \text{ mL}$ ,  $V(\text{NO}_2) = 20 \text{ mL}$

(2) ①若剩余气体为  $\text{O}_2$ ,  $V(\text{O}_2) = 9 \text{ mL}$ ,  $V(\text{NO}_2) = 16 \text{ mL}$ ; ②若剩余气体为  $\text{NO}$ ,  $V$



$(O_2) = 2 \text{ mL}$ ,  $V(NO_2) = 23 \text{ mL}$

思路启迪:反应方程式为:



(1)若无气体剩余,则发生反应 I,  $V(O_2) = 5 \text{ mL}$ ,  $V(NO_2) = 20 \text{ mL}$

(2)①若剩余气体为  $O_2$ ,则发生反应 I, 剩余  $O_2$  5 mL, 即参加反应  $NO_2$  和  $O_2$  的为 20 mL ( $O_2$  为 4 mL,  $NO_2$  为 16 mL), 所以得:

$V(O_2) = 9 \text{ mL}$ ,  $V(NO_2) = 16 \text{ mL}$

②若剩余气体为 NO, 则发生反应 I 和 II:

设原有  $O_2$  为  $a \text{ mL}$ , 则原有  $NO_2$   $(25 - a) \text{ mL}$



4                    1

$4a$                      $a$

剩余  $NO_2$ :  $(25 - a) - 4a \text{ mL}$ , 接着发生反应



3                    1

$(25 - a) - 4a$                     5

$\therefore (25 - a) - 4a = 15 \quad a = 2$

即:若剩余气体为 NO,  $V(O_2) = 2 \text{ mL}$ ,  $V(NO_2) = 23 \text{ mL}$

做 NO、 $NO_2$ 、 $N_2O_4$ 、 $O_2$  溶于水的混合计算时,应该先根据量(或可能性)选择反应方程式: $4NO + 3O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$  或  $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$ ,必要时再用反应  $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$  做为  $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$  补充计算。

例 4 (1997·全国)密度为  $0.91 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  的氨水,质量百分比浓度为 25% (即质量分数为 0.25),该氨水用等体积的水稀释后,所得溶液的质量百分比浓度为

A. 等于 12.5%      B. 大于 12.5%      C. 小于 12.5%      D. 无法确定

参考答案:C

思路启迪:若按等质量混合二者,则其质量分数为 12.5%,但氨水的密度比水小,所以,取等体积的结果是,氨水的质量小于水的质量,所以其质量分数比等质量混合小。

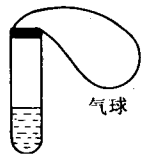
此类问题的关键在于等体积的浓溶液的质量比水(或稀溶液)的质量大还是小。若大则比等质量混合的结果大,否则就小。若换成比水密度大的其他浓溶液,若仍然取等体积的溶液与水(或稀溶液)混合,则相当于多取了浓溶液,所以结果会比等质量混合的结果大。

例 5 (2000·全国)某学生课外活动小组,利用如图所示的装置分别作如下实验:

(1)在试管中注入某红色溶液,加热试管,溶液颜色逐渐变浅,冷却后恢复红色。则原溶液可能是 \_\_\_\_\_ 溶液;加热时溶液由红色逐渐变浅的原因是 \_\_\_\_\_



(2)在试管中注入某无色溶液,加热试管,溶液变为红色,冷却后恢复无色,则此溶液可能是 \_\_\_\_\_ 溶液;加热时溶液由无色变红色的原因是 \_\_\_\_\_。



参考答案:(1)稀氨水和酚酞;稀氨水中的  $\text{NH}_3$  逸出,所以溶液颜色变浅。

(2)溶有  $\text{SO}_2$  的品红溶液; $\text{SO}_2$  气体逸出,品红溶液恢复红色。

思路启迪:此题的装置是密闭的,即在加热时,气体逸出,遇冷时又溶入液体中;前者气体溶入时变红,后者气体溶入时褪色;结合中学所学: $\text{NH}_3$  溶于酚酞中变红,品红溶液通入  $\text{SO}_2$  气体时褪色;再仔细分析,即可得到答案。

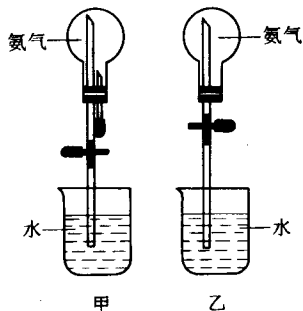
$\text{NH}_3$  是中学所学的唯一一种溶于水显碱性的气体; $\text{SO}_2$  的漂白性是可逆的。

例 6 (2002·全国)如图为氨气喷泉实验的装置(图中夹持装置均已略去)。

(1)写出实验室制取  $\text{NH}_3$  的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(2)收集氨气应使用 \_\_\_\_\_ 收集,要得到干燥的  $\text{NH}_3$  可选用 \_\_\_\_\_ 作干燥剂。

(3)用甲装置进行喷泉实验,上部烧瓶已装满氨气,引发水上喷的操作是 \_\_\_\_\_;该实验的原理是 \_\_\_\_\_。



(4)如果只提供图乙的装置,说明引发喷泉的方法: \_\_\_\_\_。

参考答案:(1)略 (2)向下排空气;碱石灰 (3)打开止水夹,挤出胶头滴管中的水;氨气极易溶于水,致使烧瓶内气体压强迅速减小 (4)打开夹子,用手(或热毛巾等)将烧瓶捂热,氨气受热膨胀,赶出玻璃管内的空气,氨气与水接触,即产生喷泉。

思路启迪:本题的关键在于结合物理规律,上喷的动力来源于内部的压强比外界压强小,即负压。所以要根据化学知识,创造负压就可以了。

例 7 (2000·全国)下列块状金属,在常温时能全部溶于足量浓  $\text{HNO}_3$  的是

- A. Ag                      B. Cu                      C. Al                      D. Fe

参考答案:AB

思路启迪:Ag、Cu、Al、Fe 等金属都能被氧化,但因为是块状固体,则应考虑:“表层是否可能生成致密的氧化膜?”Al、Fe 块被氧化膜覆盖,所以不能被溶解。

硝酸是强氧化性酸,与多金属反应的能力很强,与盐酸混合(王水)几乎能溶解所有的金属(浓硝酸与 Al、Fe 钝化)。

例 8 (2000·上海)铜和镁的合金 4.6 g 完全溶于浓硝酸,若反应中硝酸被还原只产生 4 480 mL 的  $\text{NO}_2$  气体和 336 mL 的  $\text{N}_2\text{O}_4$  气体(都已折算到标准状况),在反应后的溶液中,加入中足量的氢氧化钠溶液,生成沉淀的质量为





A. 9.02 g

B. 8.51 g

C. 8.26 g

D. 7.04 g

参考答案:B

思路启迪:因为两金属都是+2价,可推知每摩尔金属还原得2 mol NO<sub>2</sub>。所以两种金属总的物质的量为 $(4\ 480 + 2 \times 336) \div 44\ 800 = 0.115(\text{mol})$ ,两种氢氧化物的总质量可用于金属离子的质量加上氢氧根离子的质量来计算: $4.6\ \text{g} + 0.115\ \text{mol} \times 2 \times 17\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.51\ \text{g}$

金属与硝酸的反应是典型的氧化还原反应,其计算的技巧是电子得失守恒。它是所有氧化还原反应的计算的技巧。而一般不选择用化学方程式进行计算,因为化学方程式的书写比较复杂,有时与质量守恒同时应用,使计算更简便。

例9 0.03 mol Cu完全溶于硝酸,产生氮的氧化物(NO、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)的混合气体共0.05 mol。该混合气体的平均相对分子质量可能是

A. 30

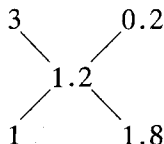
B. 46

C. 50

D. 66

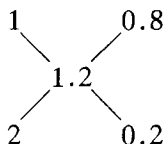
参考答案:BC

思路启迪:0.03 mol Cu与硝酸反应生成硝酸铜,转移电子0.06 mol,相当于0.05 mol氮的氧化物得到了0.06 mol电子(产生1 mol NO、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>分别得到电子3 mol、1 mol、2 mol电子)。从极限角度分析,氮的氧化物可能有两种组合形式,第一种组合是NO和NO<sub>2</sub>,



即两者按1:9的比例混合,可求得平均相对分子质量为44;

第二种组合是NO<sub>2</sub>和N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>,



即两者按4:1的比例混合,可求得平均相对分子质量为55.2。

实际上氮的氧化物以NO、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>等三种形式存在,故混合气体的平均相对分子质量在44~55.2。所以符合题意的是BC两项。

混合物的讨论计算,一般用极限法。即两两计算后,再从中间取值。



参考答案:8;6;1;4

思路启迪:本题为自身的氧化还原反应,可从右边入手:

