

与2001年最新教材同步

# 高二化学 试验本

主编 陈蔚 王之平

# 创新联想

同步导学

丛书主编 周仲钺 孙彪



龍門書局

# 创新联想 同步导学

## 高二化学试验本

主 编  
副主编  
编 者

陈 蔚  
郭胜荣  
王之平  
柯卫平  
包蓉敏

王之平

郭胜荣  
章林南  
李洁清

焦 林  
叶鸣华  
尤亚芹

龍 門 書 局

2001

版权所有 翻印必究

本书封面贴有科学出版社、龙门书局激光防伪标志，  
凡无此标志者均为非法出版物。

举报电话：(010)64034160 13501151303(打假办)

## 创新联想同步导学

### 高二化学试验本

陈蔚 王之平 主编

责任编辑 王巍 马鹏常

龙门书局出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

北京人卫印刷厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

\*

2001年6月第 一 版 开本：890×1240 A5

2001年6月第一次印刷 印张：11 7/8

印数：1~20 000 字数：405 000

ISBN 7-80160-269-2/G·266

定 价：13.50 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

# 开拓联想思维 培育创新英才

## ——《创新联想同步导学》丛书序

教育是一门艺术,艺术的生命在于创新。

教育是一门科学,科学的力量在于联想。

创新是民族进步的灵魂。具有创新意识、善于学习的莘莘学子是国家持续发展的不竭动力,是中华民族屹立于世界先进民族之林的重要基础。

为了满足广大中学生的需要,我们组织了一大批优秀的特、高级教师编写了这套《创新联想同步导学》丛书,以崭新的教学理念,紧扣各科教学大纲,充分发挥教材的作用,精确把握中、高考的立意方向,准确指点教材重点、难点和误点,培养探索精神,优化学习心态,激发学生的学习热情,充分发掘广大中学生自身的学习潜能,以使他们在 学习过程中主动参与,积极思考,得到真正发展。

本丛书具有四大特点:

**同步性** 初中与 2001 年最新三年制初中教材配套,高一、高二与最新试验修订本教材配套,导学内容与所有各科各单元、章节全程同步。

**实用性** 精编平时练习及备考练习,重点难点有透视,误点有点拨,课本难题有解答。

**综合性** 各科练习内容与相关学科的知识渗透相容、贯通综合,适应中、高考命题意向。

**创新性** 选题新颖,解题方法灵活,重在指导开拓思路,培养知识迁移、多向联想的能力。

“一切为了学生素质的提高”是我们的宗旨。相信《创新联想同步导学》丛书一定会导出广大中学生成功的信心,导出 21 世纪具有联想思维的的创新人才!

启 明

2001 年 5 月

# 开卷明义

本书以创新思维为指导，以提高学生综合素质为目的，设置以下栏目：

## 【要点精析与知识迁移】

把握每章总体，精析重点，化解难点，点拨误点，矫正错误；学科间渗透，知识间交叉，联系实际，开拓视野。

子栏目：重点难点透视      知识点精析

                    知识点迁移      误点点拨

## 【范例剖析与思维发散】

分析解题思路，教给解题方法；范例一题多解，一题多变，多题一法；注释重点、难点、解题关键及技巧；进行知识间纵横联系、逆向思考和发散思维等。

子栏目：典型题解析      课本难题      高考样题

## 【新题展示与创新拓展】

题型新、内容实；提供新信息、新材料、新思路等，提高逆向思维、辩证思维、综合思维、创新思维和实验设计的能力；拓展化学与生产、生活、环境及与其他学科渗透的相关知识。

## 【自我检测与进阶演练】

自我检测：以节为单位的基础训练

进阶演练：以节或单元为单位的能力训练

每学期结束给出期末测试卷 A、B

## 【附录】

附录 I    常用公式及规律

附录 II   本书测试题答案

2001 年 4 月

# 目 录

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| <b>第一章 氮族元素</b> .....    | (1)   |
| 要点精析与知识迁移 .....          | (1)   |
| 范例剖析与思维发散 .....          | (9)   |
| 新题展示与创新拓展 .....          | (15)  |
| 自我检测与进阶演练 .....          | (16)  |
| <b>第二章 化学平衡</b> .....    | (32)  |
| 要点精析与知识迁移 .....          | (32)  |
| 范例剖析与思维发散 .....          | (41)  |
| 新题展示与创新拓展 .....          | (47)  |
| 自我检测与进阶演练 .....          | (50)  |
| <b>第三章 电离平衡</b> .....    | (73)  |
| 要点精析与知识迁移 .....          | (73)  |
| 范例剖析与思维发散 .....          | (84)  |
| 新题展示与创新拓展 .....          | (88)  |
| 自我检测与进阶演练 .....          | (90)  |
| <b>第四章 几种重要的金属</b> ..... | (110) |
| 要点精析与知识迁移 .....          | (110) |
| 范例剖析与思维发散 .....          | (123) |
| 新题展示与创新拓展 .....          | (128) |
| 自我检测与进阶演练 .....          | (130) |
| <b>第一学期期末测试(A)</b> ..... | (150) |
| <b>第一学期期末测试(B)</b> ..... | (155) |



|                            |       |
|----------------------------|-------|
| <b>第五章 烃</b> .....         | (161) |
| 要点精析与知识迁移 .....            | (161) |
| 范例剖析与思维发散 .....            | (177) |
| 新题展示与创新拓展 .....            | (189) |
| 自我检测与进阶演练 .....            | (205) |
| <b>第六章 烃的衍生物</b> .....     | (230) |
| 要点精析与知识迁移 .....            | (230) |
| 范例剖析与思维发散 .....            | (246) |
| 新题展示与创新拓展 .....            | (253) |
| 自我检测与进阶演练 .....            | (259) |
| <b>第七章 糖类 油脂 蛋白质</b> ..... | (282) |
| 要点精析与知识迁移 .....            | (282) |
| 范例剖析与思维发散 .....            | (287) |
| 新题展示与创新拓展 .....            | (293) |
| 自我检测与进阶演练 .....            | (296) |
| <b>第八章 合成材料</b> .....      | (310) |
| 要点精析与知识迁移 .....            | (310) |
| 范例剖析与思维发散 .....            | (315) |
| 新题展示与创新拓展 .....            | (318) |
| 自我检测与进阶演练 .....            | (320) |
| <b>第二学期期末测试(A)</b> .....   | (325) |
| <b>第二学期期末测试(B)</b> .....   | (330) |
| <b>附录 本书测试题答案</b> .....    | (335) |

# 第一章 氮族元素

## 要点精析与知识迁移

### 重点难点透视

1. 氮族元素性质的相似性和递变规律;氮气的化学性质。
2. 氨的化学性质,铵离子的检验。
3. 硝酸的氧化性。
4. 氧化还原反应的本质,用化合价升降法配平氧化还原反应方程式的方法和步骤。
5. 反应物中有一种过量的计算,多步反应的计算。难点是多步反应中反应物与最终产物同量的关系式的确定。

### 知识点精析

#### 一、氮族元素综述

1. 氮族元素在周期表中的位置、原子结构及通性

| 周期 | 名称 | 符号                 | 原子结构示意图                                     | 通 性                                                                                                                                               |
|----|----|--------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | 氮  | ${}_{7}\text{N}$   | $(+7)\overset{2}{\underset{5}{\text{N}}}$   | VA 族元素,最外层 5 个电子;化合价 $-3 \rightarrow +5$ 最高价氧化物 $\text{R}_2\text{O}_5$ ,其对应水化物呈酸性, $\text{H}_3\text{RO}_4$ ( $\text{HRO}_3$ ) 气态氢化物 $\text{RH}_3$ |
| 3  | 磷  | ${}_{15}\text{P}$  | $(+15)\overset{2}{\underset{5}{\text{P}}}$  |                                                                                                                                                   |
| 4  | 砷  | ${}_{33}\text{As}$ | $(+33)\overset{2}{\underset{5}{\text{As}}}$ |                                                                                                                                                   |
| 5  | 锑  | ${}_{51}\text{Sb}$ |                                             |                                                                                                                                                   |
| 6  | 铋  | ${}_{83}\text{Bi}$ |                                             |                                                                                                                                                   |

2. 氮族元素性质递变规律

氮族元素随核电荷数的增加,原子核外电子层数逐渐增多,原子半径逐渐增大,获得电子的趋势逐渐减弱,失电子的趋势逐渐增强,它们的非金属性逐渐减弱,金属性逐渐增强。

3. 氮族元素非金属性弱于同周期的氧族及卤族元素



## 二、认识氮气的主要性质和用途

### 1. 氮气分子的结构特点

电子式为  $\text{N}::\text{N}:$ , 结构式为  $\text{N}\equiv\text{N}$ 。

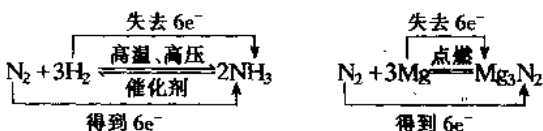
氮分子中有三个共价键, 键能大, 结构稳定。

### 2. 氮气的物理性质

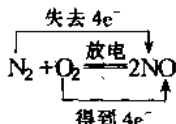
通常状况下, 氮气为无色、无味气体, 比空气稍轻, 难溶于水。液氮沸点  $-196^\circ\text{C}$ 。

### 3. 氮气的化学性质

#### (1) 氧化性



#### (2) 还原性



### 4. 氮气的工业制法及用途

#### (1) 工业制法(分馏液态空气法)

空气  $\xrightarrow{\text{净化、液化}}$  液态空气  $\xrightarrow{\text{分馏}}$  氮气(沸点  $-196^\circ\text{C}$ 、先气化)、氧气(沸点  $-183^\circ\text{C}$ )

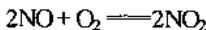
#### (2) 主要用途

合成氨, 制硝酸; 利用氮气的不活泼性, 做为焊接金属的保护气, 充填灯泡; 利用液氮制造低温环境, 用于医学及超导材料等领域。

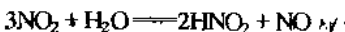
### 5. 氮的几种氧化物, $\text{NO}$ 和 $\text{NO}_2$ 的性质

氮的几种氧化物  $\overset{+1}{\text{N}_2\text{O}}$ ,  $\overset{+2}{\text{NO}}$ ,  $\overset{+3}{\text{N}_2\text{O}_3}$ ,  $\overset{+4}{\text{NO}_2}$ ,  $\overset{+4}{\text{N}_2\text{O}_4}$ ,  $\overset{+5}{\text{N}_2\text{O}_5}$  等

一氧化氮的性质  $\text{NO}$  是无色气体, 不溶于水, 易氧化。



二氧化氮的性质  $\text{NO}_2$  是红棕色气体, 有毒, 溶于水。



$\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$  是大气的主要污染物。

## 三、磷及其化合物的性质、用途

### 1. 磷的两种重要同素异形体——红磷和白磷



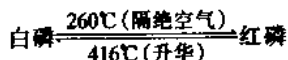
## (1) 白磷和红磷的比较

|      | 白磷(黄磷)                  | 红磷(赤磷)                  |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 状态   | 白色蜡状固体                  | 暗红色粉末                   |
| 溶解性  | 不溶于水, 易溶于 $\text{CS}_2$ | 不溶于水, 不溶于 $\text{CS}_2$ |
| 毒性   | 剧毒                      | 无毒                      |
| 着火点  | $40^\circ\text{C}$ 、易自燃 | $240^\circ\text{C}$ 、可燃 |
| 贮存方法 | 贮存于水中                   | 密闭置于一般试剂瓶中              |
| 用途   | 制磷酸、烟幕弹、燃烧弹             | 农药、火柴                   |

## (2) 磷和氧、卤素的反应

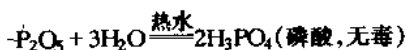


## (3) 相互转化



## 2. 五氧化二磷

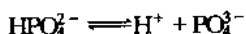
$\text{P}_2\text{O}_5$  是磷酸的酸酐, 白色粉末状, 吸湿性强, 可做干燥剂干燥一些酸性气体。



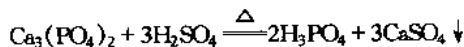
## 3. 磷酸

(1) 难挥发性三元中强酸, 无色晶体, 易溶于水, 稳定难分解。常用磷酸为粘稠液体。

(2) 磷酸有酸的通性, 在水中分步电离:

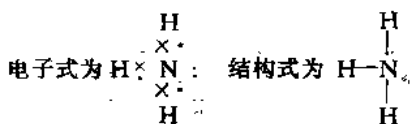


## (3) 磷酸的工业制法



## 四、氨和铵盐

## 1. 氨分子的结构



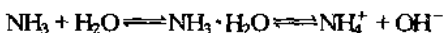
氨分子中有三个 N—H 极性共价键,氮原子有一对孤对电子。氨分子的空间构型为三角锥形,是极性分子。

## 2. 氨的物理性质

无色、有刺激性气味的气体,比空气轻。氨分子间可形成氢键,易液化。氨分子与水分子间可形成氢键,氨极易溶于水。液氨易挥发。

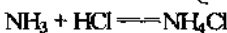
## 3. 氨的化学性质

(1) 氨分子与水分子可结合成弱碱—水合氨( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ),氨水呈弱碱性。

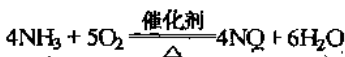


—水合氨不稳定:  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) 氨和酸反应



(3) 氨和氧气的反应



## 4. 氨的实验室制法和检验

(1) 反应原理(铵盐和碱共热)



(2) 发生装置:反应物均为固体且需加热,装置与实验室制  $\text{O}_2$  相同。

(3) 干燥方法:用碱石灰干燥。不能用浓硫酸和无水氯化钙(易生成  $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ )。

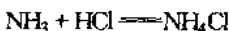
(4) 收集方法:氨极易溶于水又比空气轻,所以采用向下排空气集气法。

(5) 氨的检验(可作为收集时验满的方法)

①使湿润的红色石蕊试纸变蓝。



②用蘸取浓盐酸的玻璃棒接近氨气,可产生大量白烟。



## 5. 氨的用途

液氨气化时可吸收大量的热,可做致冷剂。氨是制硝酸、铵盐、纯碱、合成纤维、塑料、氮肥等的原料。



## 6. 铵盐

(1) 均为晶体,易溶于水

(2) 受热易分解  $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$  $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow$ (3) 和碱反应放出氨气  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (4) 铵盐的形成及其与碱反应的关系  $\text{NH}_3 \xrightleftharpoons[\text{OH}^-]{\text{H}^+} \text{NH}_4^+$ (5) 铵离子的检验 铵盐 + 浓碱液  $\xrightarrow{\Delta}$  氨气

## 五、硝酸的特性

## 1. 硝酸的物理性质

无色、易挥发、有刺激性气味的液体,与水能以任意比混溶。

## 2. 硝酸的化学性质

(1) 硝酸是一元强酸,具有酸的通性。

(2) 硝酸的不稳定性  $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta \text{ 或 光照}} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 注意 ①常用浓硝酸呈黄色(分解产生的 $\text{NO}_2$ 溶于硝酸中);②硝酸的贮存方法(盛放在棕色瓶中,放于冷暗处)。

## (3) 硝酸的强氧化性

浓、稀硝酸都有氧化性,硝酸越浓,其氧化性越强。

①硝酸能和除金、铂等少数金属外的金属发生反应;②常温下浓硝酸使铁铝钝化;③它还能与非金属碳、硫、磷等发生反应;④浓硝酸和浓盐酸的混合物(体积比1:3)叫王水,可溶解金、铂等金属。

## 3. 硝酸的用途

硝酸是一种重要的化工原料,可用于制造炸药、染料、塑料、硝酸盐等;在实验室中,硝酸是一种重要的化学试剂。

## 六、氧化还原反应方程式的配平

## 1. 化合价升降法

氧化还原反应的本质是参加反应的原子间的电子转移(包括电子得失和电子对的偏移),原子间的电子转移可以用元素的化合价的升降来表示。由于电荷守恒,即电子得与失的总数相等,所以,化合价升和降的总数也一定相等,根据这一原则就可以进行氧化还原反应方程式的配平。这一方法通常叫“化合价升降法”。

## 2. 配平的氧化还原反应方程式应符合下列三个要求:

(1) 质量守恒:反应前后各元素的原子总数相等。



(2) 氧化剂和还原剂之间电子转移关系正确。

(3) 电荷守恒: 反应物总电荷数与生成物总电荷数相等, 且电性相同。

### 3. 注意运用适当的方法和技巧

对于一般的氧化还原反应方程式的配平, 通常从反应物开始, 也就是用调整反应物化学式前的化学计量数, 使化合价升降总数相等, 然后用观察法配平生成物化学式前的化学计量数, 这样比较方便。

对于某些自身氧化还原反应或反应物中某一物质部分被氧化(或被还原)的氧化还原反应, 往往可以从生成物着手, 逆向配平, 即先调整生成物化学式前的化学计量数使化合价升降总数相等, 然后用观察法配平反应物化学式前的化学计量数较为方便。

## 七、有关化学方程式的计算

### 1. 有一种反应物过量的计算

当给出两种反应物的量时, 可以通过化学方程式中两种反应物之间量的关系, 先判断出哪种反应物是过量的, 再以不过量的那种反应物的量来进行计算。

### 2. 多步反应的计算

在多步反应中, 由于第一步反应的产物, 即是下一步反应的反应物, 根据化学方程式, 每一步反应的反应物和生成物之间有一定的量的关系, 即物质的量之比是一定的。所以, 可以利用中间物质作为“中介”, 找出已知物质和所求物质之间的量的关系, 列出反应物和产物之间的量的关系式, 进行求解。如果属于同一种元素转化的反应, 也可以直接从元素的转化找出关系式。

## 知识迁移

### 1. 氮的非金属性比磷强, 但氮气没有磷的单质活泼

元素的非金属性可理解为元素原子的得电子能力, 体现在元素对应的气态氢化物的稳定性强弱和最高价氧化物对应水化物的酸性强弱两个方面。氮元素的原子半径比磷元素的原子半径小, 得电子能力强, 氮元素的非金属性比磷元素强, 表现在  $\text{NH}_3$  比  $\text{PH}_3$  稳定,  $\text{HNO}_3$  比  $\text{H}_3\text{PO}_4$  酸性强, 故元素的非金属性取决于元素的原子结构。而非金属单质的活泼性是指其单质在发生化学反应时的难易, 这与原子结构有关, 但主要取决于分子的结构。在氮、磷两元素的单质分子中, 氮分子  $\text{N}_2$  有三个共价键, 键能大, 键很牢固,  $\text{N}_2$  分子因此很稳定; 而白磷和红磷分子中都不存在这样大的共价键键能, 所以  $\text{N}_2$  分子远比白磷和红磷分子稳定, 即氮气没有磷的单质活泼。

### 2. 氮的氧化物溶于水的几种情况

(1)  $\text{NO}_2$  或  $\text{NO}_2$  与  $\text{N}_2$  的混合气体溶于水时可依据:  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$



+ NO 利用气体体积变化差值进行计算。

(2)  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合气体溶于水时, 由导出反应式  $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$  可知, 当体积比  $V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2)$   $\begin{cases} =4:1, \text{恰好反应。} \\ >4:1, \text{NO}_2 \text{ 过量, 剩余气体为 NO。} \\ <4:1, \text{O}_2 \text{ 过量, 剩余气体为 O}_2。 \end{cases}$

(3) NO 和  $\text{O}_2$  同时通入水中时, 其反应是:  $4\text{NO} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO}_2$ ,  $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ , 导出反应式为:  $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 。当体积比

$V(\text{NO}):V(\text{O}_2)$   $\begin{cases} =4:3, \text{恰好完全反应。} \\ >4:3, \text{剩余 NO。} \\ <4:3, \text{剩余 O}_2。 \end{cases}$

(4)  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{O}_2$  三种混合气体通入水中, 可先按(1)求出  $\text{NO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成的 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)的方法进行计算。

值得注意的是  $4\text{NO}_2 + \text{O}_2$  和  $4\text{NO} + 3\text{O}_2$  从组成上均相当于  $2\text{N}_2\text{O}_5$  的组成。即(2)(3)两种情况中的总反应式都与  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$  等效。这不仅是记忆(2)(3)二式的方法, 也为上述问题的解法提供了新的思路。即利用混合气体中的

N、O 原子个数比进行分析判断:  $n(\text{N}):n(\text{O})$   $\begin{cases} <2:5, \text{O}_2 \text{ 剩余。} \\ =2:5, \text{完全反应。} \\ >2:5, \text{剩余 NO。} \end{cases}$

### 3. 溶液中的 $\text{NO}_3^-$

当溶液的酸性较强时相当于形成硝酸溶液, 具有还原性的某些离子不能与其大量共存, 如  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  中任意两者能大量共存, 但三者不能大量共存。即  $\text{NO}_3^-$  在中性或碱性溶液中不表现氧化性, 而在酸性溶液中表现强氧化性。

### 4. 关于多步反应(包括纯度、利用率和产率)的计算

化工生产上从原料到制得产品, 往往需要经过多步反应。在解有关多步反应的计算题时, 首先是分析多步反应中从原料到产品的物质的量的转化关系, 找出关系式。其次, 要掌握以下几个概念:

(1) 产率(%) = 实际产量/理论产量  $\times 100\%$ , 理论产量 > 实际产量。

(2) 原料的利用率(%) = 理论耗用原料量/实际耗用原料量  $\times 100\%$ , 理论耗用原料量 < 实际耗用原料量。

(3) 物质的纯度(%) = 不纯物中所含纯物质的质量/不纯物的总质量  $\times 100\%$ 。

## 误点点拨

### 1. 液氨与氨水的区别



|      | 液 氨                                                                                      | 氨 水                                                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 形 成  | 将氨冷却或加压下液化                                                                               | 氨溶解于水                                                                                                                                  |
| 物质分类 | 纯净物                                                                                      | 混合物                                                                                                                                    |
| 组成微粒 | $\text{NH}_3$ 分子                                                                         | 有 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分子和 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OH}^-$ 等离子                |
| 性 质  | ①不能使干燥的红色石蕊试纸变蓝<br>②受热气化成 $\text{NH}_3$ 气                                                | ①能使红色石蕊试纸变蓝(显碱性)<br>②受热分解产生氨气<br>$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ |
| 存 在  | 常压下冷却到 $-33.35^\circ\text{C}$ , 或常温下加压至 $7 \times 10^5 \sim 8 \times 10^5 \text{Pa}$ 成液态 | 常温常压下水溶液                                                                                                                               |

## 2: 硝酸和金属反应的一般规律

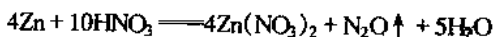
由于在酸性条件下,  $\text{NO}_3^-$  的氧化性强于  $\text{H}^+$  的氧化性, 故反应中  $\text{NO}_3^-$  容易获得电子生成氮的氧化物或氮气, 甚至生成铵盐。

(1) 位于金属活动性顺序中氢后面的不活泼金属(如铜、汞、银等)与浓硝酸反应时, 主要还原生成  $\text{NO}_2$ ; 跟稀硝酸反应时, 主要还原生成  $\text{NO}$ 。

(2)  $\text{Fe}$ 、 $\text{Al}$  等金属与浓硝酸在常温下, 金属被“钝化”, 即在金属表面形成一层致密的金属氧化膜, 阻止反应进一步发生。但铁、铝等金属均可跟热的浓硝酸和冷的稀硝酸反应, 如:



(3)  $\text{Mg}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Zn}$  等金属跟不同浓度的硝酸作用, 能得到氮的不同低价态的还原产物, 如:



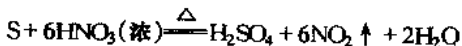
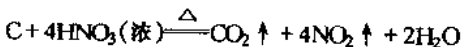
若硝酸更稀, 反应生成氨, 并进一步与过量硝酸作用生成硝酸铵

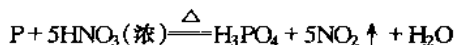


(4) 金、铂等金属跟浓稀硝酸都不反应, 因它们特别稳定, 不易被氧化。

## 3. 硝酸和非金属的反应

硝酸和非金属反应, 反应中非金属单质被氧化成对应的含氧酸或酸酐:





#### 4. 硝酸的浓度与它的氧化能力

硝酸和金属反应时,硝酸被还原的程度取决于酸的浓度和还原剂的强弱。对于同一种金属来说,酸越稀,硝酸被还原的程度越大。如铜与浓硝酸反应中,氮元素价态变化  $N^{+5} \rightarrow N^{+4}$ ,而铜与稀硝酸反应中,氮元素价态变化为  $N^{+5} \rightarrow N^{+2}$ 。但不能由此而误认为稀硝酸的氧化能力强于浓硝酸。某物质氧化性强弱,主要看它与其他物质发生反应时的难易和剧烈程度等。浓硝酸和金属反应时,反应剧烈、速率快,稀硝酸和金属反应时,有些要加热才能发生反应。浓硝酸和金属反应时,最初也生成  $NO$ ,但由于硝酸的浓度大, $NO$  可与硝酸作用生成  $NO_2$ ,所以此时主要产物为  $NO_2$ 。若硝酸较稀,则主要产物为  $NO$ 。

因此,不能简单地就浓、稀硝酸的还原产物,来解释浓、稀硝酸氧化能力的强弱。

#### 5. 磷酸和氢氧化钠反应

磷酸为三元酸,与碱反应时,当碱的用量不同时,可生成不同的磷酸盐。

$n(H_3PO_4) : n(NaOH) = 1:1$ ,生成  $NaH_2PO_4$ ;  $n(H_3PO_4) : n(NaOH) = 1:2$ ,生成  $Na_2HPO_4$ ;  $n(H_3PO_4) : n(NaOH) = 1:3$ ,生成  $Na_3PO_4$ 。当  $n(H_3PO_4) : n(NaOH)$  介于  $1:1$  和  $1:2$  之间时生成  $NaH_2PO_4$  和  $Na_2HPO_4$  的混合物;当  $n(H_3PO_4) : n(NaOH)$  介于  $1:2$  和  $1:3$  之间生成  $Na_2HPO_4$  和  $Na_3PO_4$  的混合物。

6. 用化合价升降法配平氧化还原反应方程式,必须注意规范。例如,箭头画出时,必须对准有化合价变化的元素符号,不可错对其他元素符号,在箭头背上标出“化合价升高”(或化合价降低),不能简化为“升”或“降”。也不能与“标出电子转移的方向和数目”相混淆,将化合价升高写成失去  $e^-$ ,将化合价降低写成得到  $e^-$  等。化合价升降,本质上虽然是由于电子得失引起,但这里是应用“化合价升降法”配平,而非“用电子得失法”配平。

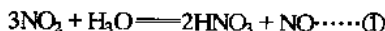
## 思维剖析与思维发展

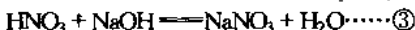
### 典型例题

例1 将 20mL  $NO$  和 50mL  $NO_2$  的混合气体,缓慢地通过足量的  $NaOH$  溶液(假设充分反应),最后剩余的气体是 ( )

- A. 10mL    B. 20mL    C. 0mL    D. 30mL(氮氧化物、硝酸的性质)

分析 此题同时发生以下几个反应:





由①+②+③×2,得  $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , 所以当 NO 体积小于  $\text{NO}_2$  体积, 或将  $\text{NO}_2$  气体通过足量的 NaOH 溶液时, 只要充分反应, 最后均无气体剩余。

答案 C

发散 标准状况下, 将  $\text{O}_2$  和  $\text{NO}_2$  按 1:4 体积比充满一干燥烧瓶, 把烧瓶倒立于水中, 瓶内液面逐渐上升, 最终充满整个烧瓶, 则溶液的物质的量浓度为 (单位 mol/L)

A.  $\frac{1}{28}$

B.  $\frac{1}{14}$

C.  $\frac{1}{12}$

D.  $\frac{1}{22.4}$

分析 设  $\text{O}_2$  体积为 VL, 则  $\text{NO}_2$  的体积为 4VL, 因而烧瓶的体积为 5VL, 由  $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$  知两种气体恰好完全与水反应, 生成  $\text{HNO}_3$  的物质的量为  $4V/22.4\text{mol}$ , 所以溶液中  $\text{HNO}_3$  的物质的量浓度为  $\frac{4V}{22.4} \div 5V = \frac{1}{28} (\text{mol/L})$

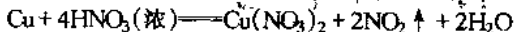
答案 A

例 2 38.4mg 铜跟适量的浓硝酸反应, 铜全部作用后, 共收集到气体 22.4mL (标准状况), 反应消耗的  $\text{HNO}_3$  的物质的量可能为多少?  $[\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}, 3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}]$

分析 本题的要点是铜与硝酸反应的规律, 利用隐含反应进行有关氧化还原反应的计算。由题给信息, 首先认识到的是 Cu 与浓硝酸的反应:  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

但随着反应的进行, 硝酸逐渐被消耗, 反应中生成水的量逐渐增多, 硝酸逐渐被稀释, 浓  $\text{HNO}_3$  逐渐变为稀  $\text{HNO}_3$ , 这时 Cu 与浓  $\text{HNO}_3$  的反应就转化为 Cu 与稀  $\text{HNO}_3$  的反应:  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。则产生的 22.4mL 气体应为 NO 和  $\text{NO}_2$  的混合气, 因此本题可列方程组求解。

解 设反应中消耗的浓  $\text{HNO}_3$  的物质的量为 x, 消耗稀  $\text{HNO}_3$  的物质的量为 y



$$\frac{x}{4} \quad x \quad \frac{x}{2}$$



$$\frac{3y}{8} \quad y \quad \frac{y}{4}$$

$$\text{由题意得} \begin{cases} 64\text{g/mol} \times \left( \frac{x}{4} + \frac{3y}{8} \right) = \frac{38.4}{1000}\text{g} \\ \frac{x}{2} + \frac{y}{4} = \frac{22.4\text{mL}}{22400\text{mL} \cdot \text{mol}^{-1}} \end{cases}$$