

王氏目标控制 教学法书系

品牌越十年

销量逾千万

高中化学 重难点手册

王后雄 主编

必修加选修
GAOZHONG HUAXUE
ZHONGNANDIAN
SHOUCE

供高二年级用

华中师范大学出版社

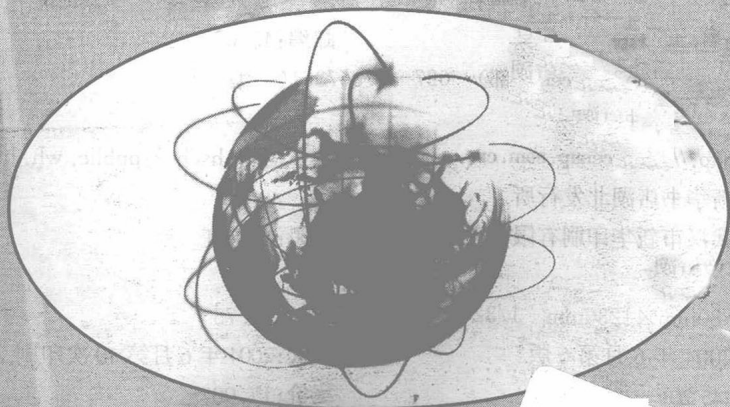
必修加选修

高中化学 重难点手册

(供高二年级用)

王后雄 主编

王氏目标控制
教学法书系



华中师范大学出版社

(鄂)新登字 11 号

图书在版编目(CIP)数据

高中化学重难点手册(必修加选修) 供高二年级用/王后雄主编. —6 版.
—武汉:华中师范大学出版社,2004.6

ISBN 7-5622-1003-9/G · 1236

I. 高… II. 王… III. 化学课—高中—教学参考资料

IV. G 634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 013343 号

高中化学重难点手册(必修加选修) 供高二年级用

主编:王后雄

责任编辑:王 胜 责任校对:张 钟 封面设计:新视点

选题设计:第一编辑室

出版发行:华中师范大学出版社 ©

社址:武汉市珞瑜路 100 号 邮编:430079

电话:027-67863040(发行部) 027-67867361(一编室)

传真:027-67863291

网址:<http://press.ccnup.com.cn> 电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

经销:新华书店湖北发行所

印刷:武汉市新华印刷有限责任公司 督印:方汉江

字数:528 千字

开本:880mm×1230mm 1/32 印张:16.75

版次:2004 年 6 月第 6 版 印次:2004 年 6 月第 10 次印刷

印数:345 201—395 200 定价:17.90 元

本书前 5 版已印 170 万册

欢迎上网查询、购书

敬告读者:本书封面覆有我社激光防伪膜,没有防伪膜的书一律为盗版书。

若发现盗版书,请打举报电话(027)67861321



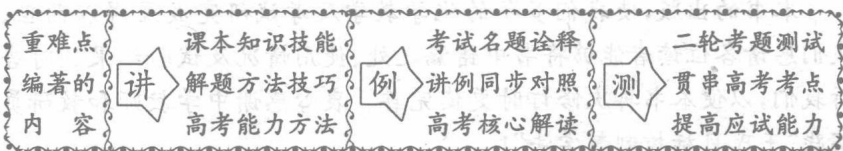
前言

QIANYAN

《我懂过》

《高中化学重难点手册》(3册)出版以来,全国1万多所高级中学,800多个市、县教研室大面积推广“王氏目标控制教学法”,教学质量显著提高,教育教研成果丰硕。该丛书出版后,在全国销量达750多万册,为创中国教辅第一品牌,我们根据2002年4月教育部颁布的《全日制普通高级中学化学教学大纲》和《普通高等学校招生化学学科考试大纲》(新课程版)的精神,对全日制普通高级中学教科书配套用书《高中化学重难点手册》(3册)进行了认真的修订,使本套丛书更能突出“知识技能”、“能力方法”、“情感态度”、“高考能力”等要求。

编写《高中化学重难点手册》旨在帮助学生解析高中化学知识的重点、难点、疑点和考点,使其掌握高考的知识技能和能力方法,扩展学生的视野,启迪解题思维方法,讲授解题思路、规律与技巧,培养学生的学习能力,提高其运用所学知识解决问题的能力。编著者的目的是:对学生,是学法指导;对教师,是教法参考;对教研员,是教学研讨。



高中化学
1

课程与高考大纲双向解读着重对“教学大纲”知识牵引和“高考考纲”能力迁移作精要提出,准确切中“两纲”知识要点与能力要求。

重、难、疑、考四点梳理精析知识要点,挖掘“双基”的内涵与外延,注重知识分类归纳、综合分析比较,加深重点、难点、疑点、考点辨析。

解题规律与技巧课课授思路,节节融规律,题题探方法,力求使学生掌握知识结构和能力方法,最大程度提高科学素质、培养学科能力。

学科能力考题剖析所选例题多为最近几年各类高考题、各省市调研题、诊断题、抽样题、高考科研试测题、普及性竞赛题等。力求从解题



思路方面进行剖析、点拨,阐释考点,强化技能。

A. **高考基本题型训练**相当于高考基础试题(容易题)测试,控制训练层次性。精选的试题突出稳妥而坚实地打好基础,兼容能力培养,控制训练的“度”。

B. “**3+综合+1**”**选考题型训练**相当于高考中难、较难题测试及普及性竞赛水平考试。突出学科应用,重视实验能力、综合能力、创新能力和科学素养的培训。试题力图反映出学生能运用化学视角,去观察生活、生产和社会中的各类有关化学问题,促进对高考知识点的知识、思维和能力的转化和定型。

参考答案与提示:附有训练题和各章检测题的参考答案,并对全部的试题给出了提示和解题过程。

本书为第二册,它是依据现行《全日制普通高级中学教科书(必修加选修)·化学》第二册编写的,供高二学生使用。

本丛书依据著作者“王氏目标控制教学法”的科研成果精心设计体例和构建授课框架,全书由王后雄执笔,是王后雄先生10多年目标控制教学法的理论探讨和实践经验的呕心之作。参加本书科学调研及编写的还有崔炯明、杨剑春、方承利、陈卫良、万长江、程俊、王露萍、陈天庆、胡承国、陈长东、易世家、刘南、贺文凤、陈世华、曹树柏、姜中华、易淑良、陈敏仁、何志刚、吴兴国、徐国畅等老师。

本书的出版,使我们多年的化学教学及考试研究成果得以面世。我们恳请各位读者能够将书中错漏之处、使用情况及试验结果及时告诉我们,以便本书再次修订时更臻完善。衷心感谢中学教师和教研员实践“王氏目标控制教学法”!

通讯地址:武汉华中师范大学逸夫化学楼《中学生理科月刊》编辑部
王后雄(邮编 430079)。

E-mail: whx_edu@sina.com

王后雄
于武昌桂子山



MULU 目 录



第一章 氮族元素	1
第一节 氮和磷	1
◇思路●方法●创新◇ NO_x 与 O_2 、 H_2O 反应的计算技巧	5
第二节 氨 铵盐	16
◇思路●方法●创新◇ 判断实验装置图是否错误的方法	21
第三节 硝酸	34
◇思路●方法●创新◇ 化学试剂存放的一般规律	35
第四节 氧化还原反应方程式的配平	45
◇思路●方法●创新◇	
氧化还原反应方程式的配平方法和技巧	46
第五节 有关化学方程式的计算	55
◇思路●方法●创新◇ 化学计算常用的解题方法和技巧	57
高考实验能力探索	69
高考“3+综合”能力导析	76
第一章检测题	83
第二章 化学平衡	91
第一节 化学反应速率	91
◇思路●方法●创新◇ 比较化学反应速率大小的方法	93
第二节 化学平衡	103
◇思路●方法●创新◇ 等效平衡问题及解题思路	104
第三节 影响化学平衡的条件	114
◇思路●方法●创新◇ 化学平衡图象题的解题规律	116
第四节 合成氨条件的选择	129
◇思路●方法●创新◇ 有关化学平衡的基本计算及规律	130
高考实验能力探索	141
高考“3+综合”能力导析	144



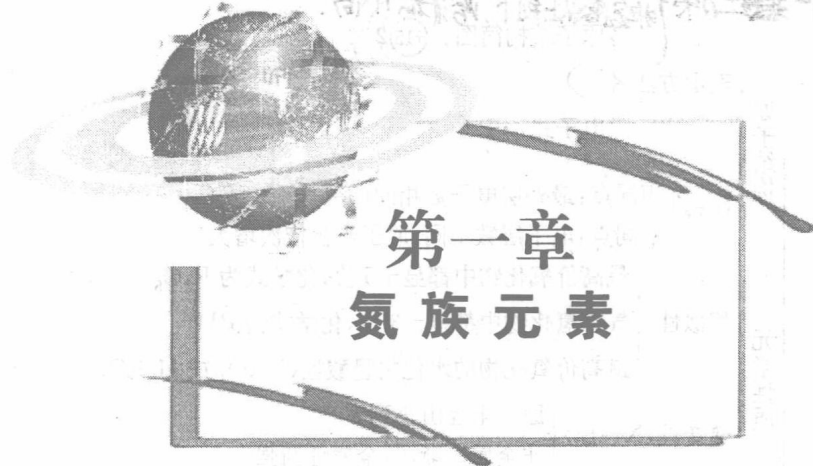
第二章检测题	148
第三章 电离平衡	156
第一节 电离平衡	156
◇思路●方法●创新◇ 影响弱电解质电离平衡的因素	158
第二节 水的电离和溶液的 pH	165
◇思路●方法●创新◇ 有关 pH 计算的解题规律	166
第三节 盐类的水解	175
◇思路●方法●创新◇ 盐类水解的应用	177
第四节 酸碱中和滴定	187
◇思路●方法●创新◇ 中和滴定的误差分析方法	189
高考实验能力探索	196
高考“3+综合”能力导析	201
第三章检测题	205
第四章 几种重要的金属	213
第一节 镁和铝	213
◇思路●方法●创新◇ 图象计算题的解题技巧	216
第二节 铁和铁的化合物	227
◇思路●方法●创新◇ “铁三角”的变化规律	229
第三节 金属的冶炼	238
◇思路●方法●创新◇ 金属的活动性及其发散思维结论	239
第四节 原电池原理及其应用	246
◇思路●方法●创新◇ 原电池的有关解题规律	248
高考实验能力探索	256
高考“3+综合”能力导析	263
第四章检测题	268
第五章 烃	277
第一节 甲烷	277
◇思路●方法●创新◇ 确定烃的分子式的基本方法	279
第二节 烷烃	285
◇思路●方法●创新◇ 定量的烃燃烧耗氧量巧解法	288
第三节 乙烯 炔烃	296
◇思路●方法●创新◇ 平均分子式在解题中的应用	299
第四节 乙炔 炔烃	308



◇思路●方法●创新◇ 由烃的燃烧通式得出的两条规律	310
第五节 苯 芳香烃	320
◇思路●方法●创新◇	
由有机物通式推求有机物分子式的方法	322
第六节 石油的分馏	330
◇思路●方法●创新◇	
碳的质量分数与烃燃烧产生现象的关系	331
高考实验能力探索	336
高考“3+综合”能力导析	340
第五章检测题	345
第六章 烃的衍生物	353
第一节 溴乙烷 卤代烃	353
◇思路●方法●创新◇ 检验卤代烃分子中卤素的方法	355
第二节 乙醇 醇类	361
◇思路●方法●创新◇	
醇类物质的分子结构与化学性质的关系	364
第三节 有机物分子式和结构式的确定	371
◇思路●方法●创新◇ 确定有机物分子式的基本方法	373
第四节 苯酚	380
◇思路●方法●创新◇ “根”、“基”、“官能团”的区别	382
第五节 乙醛 醛类	389
◇思路●方法●创新◇	
能使溴水和酸性 KMnO_4 溶液褪色的有机物	392
第六节 乙酸 羧酸	400
◇思路●方法●创新◇ 酯化反应的几种基本类型	403
高考实验能力探索	418
高考“3+综合”能力导析	425
第六章检测题	431
第七章 糖类 油脂 蛋白质——人类重要的营养物质	439
第一节 葡萄糖 蔗糖	439
◇思路●方法●创新◇ 有机物的结构特点与反应的关系	441
第二节 淀粉 纤维素	447
◇思路●方法●创新◇ 各类有机物的重要反应类型	448



第三节 油脂	455
◇思路●方法●创新◇ 有机合成的常规方法及解题思路	457
第四节 蛋白质	464
◇思路●方法●创新◇ 检验与鉴别有机物的常用方法	465
高考实验能力探索	472
高考“3+综合”能力导析	476
第七章检测题	482
第八章 合成材料	489
第一节 有机高分子化合物简介	489
◇思路●方法●创新◇	
化学实验中加热方式和温度计的选择	490
第二节 合成材料	495
◇思路●方法●创新◇ 常见意外事故的处理方法	496
第三节 新型有机高分子材料	502
◇思路●方法●创新◇ 化学仪器的洗涤方法	503
高考实验能力探索	507
高考“3+综合”能力导析	512
第八章检测题	515
高二期末检测题	522



第一章 氮族元素

第一节 氮 和 磷

课程与高考大纲双向解读

1. 掌握氮族元素的名称、符号、在周期表中的位置及原子结构特点。**e**^①
2. 了解氮族元素性质的相似性和递变规律,并能用有关理论解释其原因。**e**
3. 掌握氮气的分子结构、性质及重要用途。**e**
4. 了解磷的两种同素异形体的有关性质。
5. 掌握运用元素周期律和原子结构理论学习元素化合物知识的方法。
6. 掌握一氧化氮和二氧化氮的重要性质及有关计算。**e**

重、难、疑、考 四点梳理

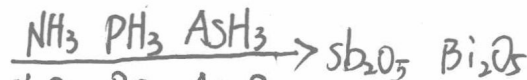
1. 氮族元素

(1) 氮族元素的名称、符号及在周期表中的位置

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

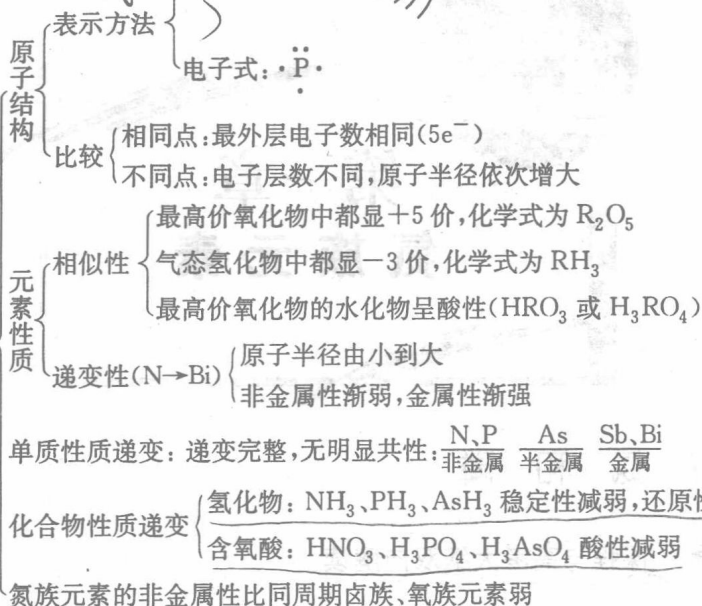
(2) 氮族元素的原子结构及性质比较

① **e**表示学习和考试的重点或难点。



同一主族

金属：从上到下，溶解度降低
非金属：从上到下，溶解度升高
原子结构简图： $(+15)285$



2. 氮的存在、性质及用途

(1) 氮的存在

- 游离态：空气中 N_2 占 78% (体积分数) 或 75% (质量分数)
- 化合态
 - 无机物中： KNO_3 等
 - 有机物中：蛋白质、核酸等

(2) 氮气的工业制法

- 物理方法：空气 $\xrightarrow{\text{液化、蒸发、分离}}$ $\begin{cases} N_2 \\ O_2(\text{液态}) \end{cases}$
- 化学方法：空气 $\xrightarrow{\text{红热的炭}}$ $\begin{cases} CO_2(\text{被吸收}) \\ N_2(\text{余下气体}) \end{cases}$

(3) 氮气的物理性质：无色无味，难溶于水，比空气稍轻。

(4) 氮气的结构和化学性质

① 氮分子结构(结构决定性质)

分子式： N_2 ；电子式： $:\ddot{N}::\ddot{N}:$ ；结构式： $N\equiv N$ 。 $N\equiv N$ 键能大，氮分子结构稳定，性质不活泼。

② 氮气的化学性质

a. 氮气的还原性



注：“放电”相当于高温，在雷雨时会有此反应发生，但反应程度非常小，生成的NO很少，因此此反应不宜用于工业上合成NO。此反应也是汽车尾气含氮氧化物污染物产生的原因。

b. 氮气的氧化性

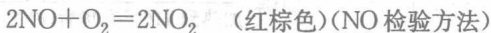


(5) 氮气的用途：合成氨，制氮肥、硝酸，代替稀有气体作保护气等。

3. 氮的氧化物

(1) 主要代表物： $\overset{+1}{\text{N}}_2\text{O}$ 、 $\overset{+2}{\text{N}}\text{O}$ 、 $\overset{+3}{\text{N}}_2\text{O}_3$ 、 $\overset{+4}{\text{N}}\text{O}_2$ 、 $\overset{+4}{\text{N}}_2\text{O}_4$ 、 N_2O_5 ，其中只有 N_2O_3 、 N_2O_5 分别属于 HNO_2 和 HNO_3 的酸酐。

(2) NO：无色有毒气体，难溶于水，主要表现还原性。



注：NO与 O_2 不能共存，收集NO只能用排水法不能用排空气法。

(3) NO_2 ：红棕色、有刺激性气味、有毒的气体，溶于水，跟水反应。

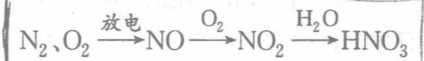


注：① 收集 NO_2 不能用排水法，只能用排空气法。

② NO_2 具有氧化性，可使淀粉KI试纸变蓝。鉴别 NO_2 和溴蒸气不能用淀粉KI试纸，可用加水振荡法或加 AgNO_3 溶液法。

③ 氮的氧化物都是大气污染物，其中 NO_2 是造成光化学污染的主要因素。

④ 在电闪雷鸣的雨天，氮气在空气中发生以下一系列的变化：



这就是“雷雨发庄稼”的道理。

4. 氮元素的化学活动性与氮分子的稳定性的区别

元素的性质取决于元素的原子结构。氮的原子半径小，吸引电子的能力较强，故表现出较强的化学活动性，所以说氮元素是一种较为活泼的非金属元素。

氮气的稳定性则取决于氮分子的结构。氮分子是由两个氮原子共用3对电子结合而成的，氮分子中有3个共价键($\text{N} \equiv \text{N}$)，它的键能很大(946 kJ/mol)，当氮气参加化学反应时，必须打开(破坏)分子中的3个共价键，这就需要吸收很高的能量。因此，在通常情况下，氮气的性质很不活泼，很难跟其他物质发生化学反应。只有在高温或放电条件下，氮分子获得了足够的



能量,使氮分子中的共价键断裂而形成活动性较强的氮原子,才能跟氢、氧、金属等物质发生化学反应。

由此可见,氮元素的化学活动性与氮分子的稳定性是两个不同的概念,它们之间并不矛盾。

5. 磷的性质及用途 (见表 1-1)

表 1-1

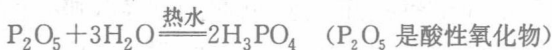
名称		白磷	红磷
① 颜色、状态		白色蜡状固体	红色粉末状固体
② 溶解性	在水中	不溶	不溶
	在 CS ₂ 中	易溶	不溶
③ 毒性		剧毒	无毒
④ 着火点		40℃	240℃
⑤ 相互转化		白磷 $\xrightarrow[\text{加热到 } 416^\circ\text{C 升华后, 冷凝}]{\text{隔绝空气加热到 } 260^\circ\text{C}}$ 红磷	
⑥ 主要化学性质		$4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$ (产生白色的烟)	
		$2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_3$ (Cl ₂ 量不足时)	
		$2\text{P} + 5\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_5$ (Cl ₂ 量过量时)	
⑦ 保存方法		密封保存,少量时保存在水中	密封保存
⑧ 用途		制磷酸、燃烧弹、烟幕弹等	制农药、安全火柴等

可用如下两个实验确定红磷和白磷是磷的同素异形体:

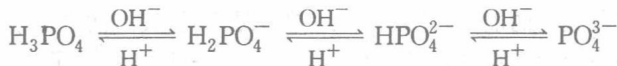
- (1) 白磷和红磷可以相互转化(见表 1-1 中第⑤项)。
- (2) 取相同质量的白磷和红磷,分别在足量的 O₂ 中充分燃烧,所得的五氧化二磷是同一物质,且质量相等。

6. 磷的重要化合物

- (1) P₂O₅: 白色固体,易吸水,是一种酸性固体干燥剂。



- (2) H₃PO₄: 纯净的 H₃PO₄ 是无色晶体,是高沸点、中等强度的三元酸。H₃PO₄ 与碱的中和反应是分步进行的,控制 H₃PO₄ 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。



解题规律与技巧

◇思路●方法●创新◇ NO_x 与 O₂、H₂O 反应的计算技巧

有关混合气体(NO₂、NO、O₂等)与水反应的计算属高考重点计算题型,现分类说明解题思路。

(1) NO₂、NO(或 N₂)混合气体通入水中,一般利用 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,再根据气体差量法计算。 [见例 1]

(2) NO₂、O₂ 混合气体通入水中,由 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 和 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ 可得总反应式: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$,由此可知,当体积比:

$$V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4 : 1, \text{恰好完全反应,无剩余气体,} \\ < 4 : 1, \text{O}_2 \text{ 过量,剩余气体为 O}_2, \text{ [见例 2]} \\ > 4 : 1, \text{NO}_2 \text{ 过量,剩余气体为 NO.} \end{cases}$$

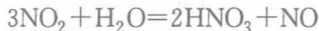
(3) NO、O₂ 混合气体通入水中,根据总反应式: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$,可得出,当体积比:

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

(4) NO、NO₂、O₂ 三种混合气体通入水中,可先求出 NO₂ 和 H₂O 反应生成的 NO 体积,然后按(3)法进行分析计算。

例 1 (天津市调查题) 将一充满 NO₂ 和 NO 混合气体的试管倒立入水槽中,充分反应后,若水上升至 1/4 处,则原混合气体中 NO₂ 和 NO 的体积比为_____。

解析 混合气体只有 NO₂ 和 H₂O 反应,设试管容积为 V。



$$3 \qquad \qquad \qquad 1 \qquad \qquad \qquad \Delta V = 2$$

$$V(\text{NO}_2) \qquad \qquad \qquad \Delta V' = \frac{1}{4}V$$

$$\therefore V(\text{NO}_2) = \frac{3}{8}V, \quad V(\text{NO}) = V - \frac{3}{8}V = \frac{5}{8}V.$$

$$\therefore V(\text{NO}_2) : V(\text{NO}) = 3 : 5.$$

评注 同理可得 NO₂ 和 N₂、CO 等混合气体通入水中的计算方法。

例 2 (广州市质检题) 将一充满 NO₂ 和 O₂ 混合气体的试管倒立





入水中,若试管的容积为 10 mL,充分反应后剩余气体为 1 mL,求原混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积各为多少毫升?

解析 (1) 若 O_2 过量,剩余的 1 mL 气体为 O_2 。

根据 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 得

$$V(\text{NO}_2) = \frac{4}{5} \times 9 \text{ mL} = 7.2 \text{ mL}; \quad V'(\text{O}_2) = \frac{1}{5} \times 9 \text{ mL} = 1.8 \text{ mL},$$

$$V(\text{O}_2) = 1.8 \text{ mL} + 1 \text{ mL} = 2.8 \text{ mL}.$$

(2) 若 NO_2 过量,剩余的 1 mL 气体为 NO 。

先根据 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 得出过量的 NO_2 体积为 3 mL。

再根据 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 计算参加此反应的 NO_2 、 O_2 的体积:

$$V'(\text{NO}_2) = \frac{4}{5} \times 7 \text{ mL} = 5.6 \text{ mL}; \quad V(\text{O}_2) = \frac{1}{5} \times 7 \text{ mL} = 1.4 \text{ mL}.$$

故 $V(\text{NO}_2) = 5.6 \text{ mL} + 3 \text{ mL} = 8.6 \text{ mL}$, $V(\text{O}_2) = 1.4 \text{ mL}$ 。

答: 原混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积分别是 7.2 mL 和 2.8 mL 或 8.6 mL 和 1.4 mL。

评注 当剩余气体不明确时,应分两种情况(即 O_2 或 NO) 讨论计算,最后结果应有两种可能。

学科能力考题剖析

例 1 (春季高考题) 已知元素砷(As)的原子序数为 33, 下列叙述正确的是()。

- (A) 砷元素的最高化合价为 +3
- (B) 砷元素是第 4 周期的主族元素
- (C) 砷原子的第 3 电子层含有 18 个电子
- (D) 砷的氧化物的水溶液呈强碱性

解析 砷为第 V A 族元素,最高化合价为 +5, 故 (A) 错。砷为第 4 周期元素,其原子核外电子排布见图 1-1, 第 3 电子层含有 18 个电子, 故 (B)、(C) 正确。与同族元素氮、磷类似,砷的氧化物的水溶液呈酸性, 故 (D) 错。综上所述, 本题答案为 (B)、(C)。

评注 本题考查了氮族元素性质的相似性、原子结构特征及元素周期表知识。值得注意的是, 应该记住氮族元素的元素符号及元素名称: 氮(N)、



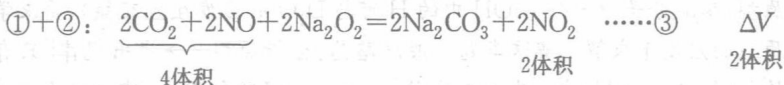
图 1-1

磷(P)、砷(As)、锑(Sb)、铋(Bi)。

例 2 (江苏省竞赛题) 10 mL NO、CO₂ 的混合气体通过足量的 Na₂O₂ 后, 气体的体积变为 5 mL (相同状况), 则 CO₂ 和 NO 的体积比不可能为()。

(A) 1:1 (B) 2:1 (C) 3:2 (D) 1:2

解析 本题涉及到 CO₂、NO 的混合气体通过 Na₂O₂ 时体积变化的计算及讨论问题。



由此可得出下列推断:

(1) 若 $V(\text{CO}_2) = V(\text{NO})$, 反应恰好按③式进行, 反应后

$$V(\text{总}) = \frac{1}{2}[V(\text{CO}_2) + V(\text{NO})].$$

(2) 若 $V(\text{CO}_2) > V(\text{NO})$, 反应按③式进行后, 剩余 CO₂ 按①式进行, 即体积仍减少一半, 反应后 $V(\text{总}) = \frac{1}{2}[V(\text{CO}_2) + V(\text{NO})]$ 。

(3) 若 $V(\text{CO}_2) < V(\text{NO})$, 反应按③式进行后, 剩余 NO 体积不变化, 反应后 $V(\text{总}) > \frac{1}{2}[V(\text{CO}_2) + V(\text{NO})]$ 。

根据上述讨论, 现已知 NO、CO₂ 气体通过 Na₂O₂ 后体积为原来的一半, 故应满足(1)、(2)两种推断结果, (A)、(B)、(C)均符合 $V(\text{CO}_2) \geq V(\text{NO})$, 只有(D)不符, 故答案为(D)。

评注 由本题的解, 可得到如下有关 CO₂、NO 混合气与足量 Na₂O₂

反应体积变化的重要结论:

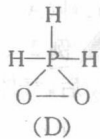
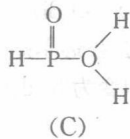
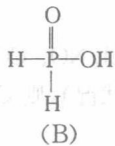
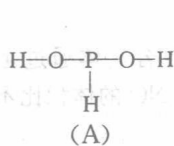
① 当 $V(\text{CO}_2) \geq V(\text{NO})$, 反应后气体的总体积为原混合气体积的 1/2;

② 当 $V(\text{CO}_2) < V(\text{NO})$, 反应后气体的总体积大于原混合气体积的 1/2。

例 3 (全国高考题) 已知磷酸分子 $\left[\begin{array}{ccc} \text{H}-\text{O} & & \text{O}-\text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{P} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H}-\text{O} & & \text{O} \end{array} \right]$ 中的 3 个氢

原子都可以跟重水分子(D₂O)中的 D 原子发生氢交换。又知次磷酸(H₃PO₂)也可跟 D₂O 进行氢交换, 但次磷酸钠(NaH₂PO₂)却不再能跟 D₂O 发生氢交换。由此可推出 H₃PO₂ 的分子结构是()。





解析 由 H_3PO_4 中有 3 个氢原子可以与 D_2O 发生氢交换及题给 H_3PO_4 分子结构知： $-\text{OH}$ 中的氢原子能与 D_2O 中的 D 原子发生氢交换。现 H_3PO_2 能与 D_2O 发生氢交换而 NaH_2PO_2 不能，可以类推推出 H_3PO_2 中只有一个 $-\text{OH}$ ，从而选(B)。

评注 此题为信息给予题，它以一般学生没有接触过的知识实例作为原型(磷酸分子中 3 个 $-\text{OH}$ 中的 H 可与 D_2O 中 D 发生氢交换)，要求学生在原型的启发下求解。解这类题一般思路为：分析原型 \rightarrow 找出规律[只有活泼的氢(能电离的 H)才能发生氢交换] \rightarrow 比较问题和原型，建立联系 \rightarrow 应用规律，完成迁移。

例 4 (北京市海淀区测试题) 在标准状况下，将 O_2 与 NO 按 3 : 4 的体积比充满一个干燥烧瓶，将烧瓶倒置于水中，瓶内液面逐渐上升，最后烧瓶内溶液的物质的量浓度为()。

- (A) 0.045 mol/L (B) 0.036 mol/L
(C) 0.026 mol/L (D) 0.030 mol/L

解析 设 O_2 为 3 mol， NO 为 4 mol，根据 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ，烧瓶内实际存在的是 4 mol NO_2 和 1 mol O_2 。与水作用： $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ ，恰好生成 4 mol HNO_3 ，溶液的体积为 $5 \times 22.4 \text{ L}$ 。故硝酸溶液的浓度为 $4 / (5 \times 22.4) = 0.036 \text{ (mol/L)}$ 。答案为(B)。

评注 解答本题容易出现下列错误：设 O_2 为 3 L， NO 为 4 L，恰好反应生成 $\frac{4}{22.4} \text{ mol HNO}_3$ ，烧瓶容积等于气体体积，为 $3 + 4 = 7 \text{ (L)}$ ，故 HNO_3 的物质的量浓度为 $\frac{4}{22.4} / 7 = 0.026 \text{ mol/L}$ ，选(C)。错误的根本原因在于忽视了 3LO_2 和 4LNO 充入烧瓶即发生反应： $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ，气体实际体积为 $5\text{L}(4\text{LNO}_2 \text{ 和 } 1\text{LO}_2)$ ，故烧瓶容积应为 5L 而不是 7L 。

例 5 (全国高考题) 关于磷的下列叙述中，正确的是()。

- (A) 红磷没有毒性而白磷有剧毒
(B) 白磷在空气中加热到 260°C 可转变为红磷
(C) 白磷可用于制造安全火柴
(D) 少量的白磷应保存在水中

解析 白磷在空气中受热会燃烧生成 P_2O_5 ，只有在隔绝空气的条件