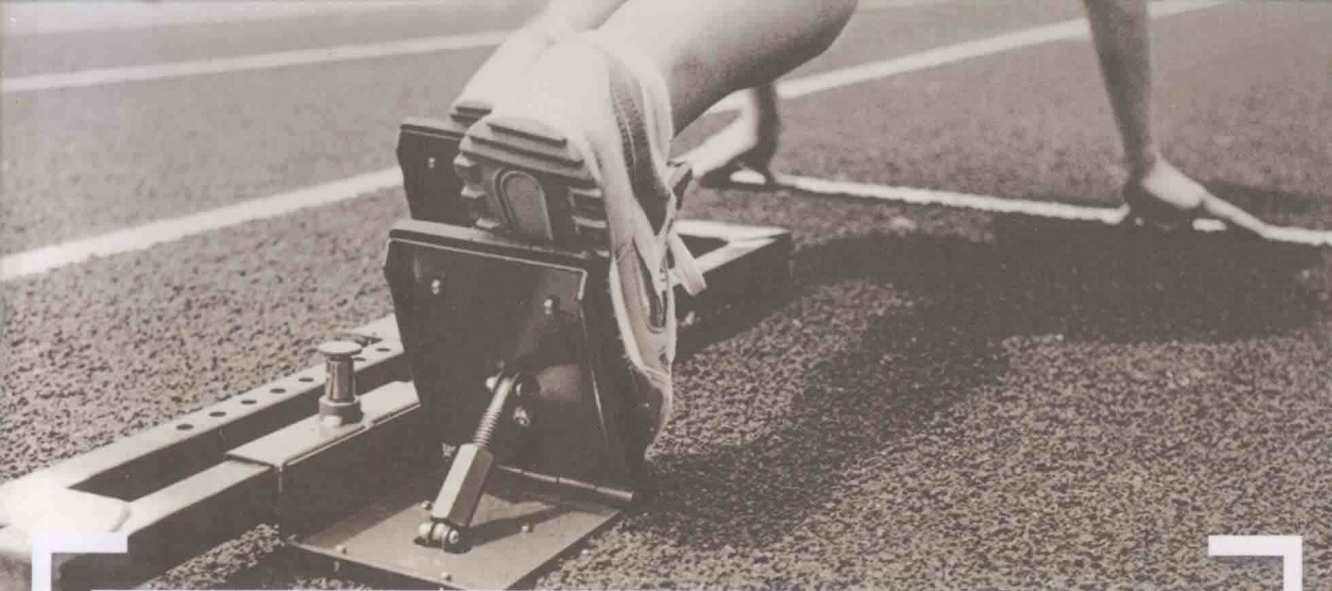




奥赛经典

分级精讲与测试系列



高二化学

◇ 邓立新 / 编著

◆ 湖南师范大学出版社



奥赛经典

分级精讲与测试系列

高二化学

◇ 邓立新 / 编著

◆ 湖南师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

分级精讲与测试系列·高二化学 / 邓立新编著. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2004. 5

(奥赛经典丛书)

ISBN 978 - 7 - 81081 - 428 - 7

I. 分... II. 邓... 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 038745 号

分级精讲与测试系列·高二化学

◇编 著: 邓立新

◇丛书策划: 陈宏平 廖建军 周玉波 何海龙

◇组稿编辑: 何海龙

◇责任编辑: 李巧玲

◇责任校对: 蒋旭东

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址/长沙市岳麓山 邮编/410081

电话/0731. 88853867 88872751 传真/0731. 88872636

网址/http: //press. hunnu. edu. cn

◇经销: 湖南省新华书店

◇印刷: 湖南衡阳顺地印务有限公司

◇开本: 730 × 960 1/16

◇印张: 18

◇字数: 373 千字

◇版次: 2004 年 10 月第 1 版 2009 年 8 月第 6 次印刷

◇印数: 19001—24000 册

◇书号: ISBN 978 - 7 - 81081 - 428 - 7

◇定价: 27.00 元

权威的金牌教练
经典的训练题型
创新的解题秘诀
前沿的竞赛题库
同步的课程阐释

不一般的你实现不一般的梦想！



(作者阵容)

沈文选	教授	金牌教练	湖南师范大学
唐立华	特级教师	金牌教练	华东师范大学附中
冯志刚	特级教师	金牌教练	上海中学
冯跃峰	特级教师	金牌教练	深圳高级中学
王树国	高级教师	金牌教练	湖南师范大学附中
武建谋	特级教师	金牌教练	长沙市一中
黄洪才	高级教师	金牌教练	长沙市一中
彭大斌	特级教师	金牌教练	长沙市一中
邓立新	特级教师	金牌教练	长沙市一中
陈云莎	特级教师	金牌教练	湖南师范大学附中
肖鹏飞	特级教师	金牌教练	湖南师范大学附中
高建军	特级教师	金牌教练	长沙市一中
汪训贤	特级教师	金牌教练	湖南师范大学附中



目标

《奥赛经典丛书》是我社十几年来畅销不衰的品牌图书，在读者中享有盛誉。“分级精讲与测试系列”设计了一个与教材同步学习的奥赛训练计划，计划的目标不仅是提升你的学业成绩，在中考和高考中名列前茅，而且助你在学科奥林匹克初赛和复赛中一展身手，打造不一般的你，实现不一般的梦想。

作者

全部为各学科奥林匹克国际竞赛金牌选手教练，他们培养的选手屡次在国内和国际大赛中获得奖牌，这套系列图书是他们多年心血的结晶和经验的总结。

内容

结合新教材和竞赛大纲，找准最优的训练计划和年级课程教学进程的坐标，分年级精讲经典和新颖的题型，传授全面、创新的解题秘诀，建立和丰富前沿的测试题库。

体例

设计简明、实用，学习规律与训练策略相互照应，将竞赛大纲涉及的内容分年级结合教材的知识要点按专题讲座的形式编写，每讲分三部分：

- ◇竞赛要点 对每个专题中竞赛所涉及的关键问题进行点拨、分析。
- ◇名题精析 对经典的、具有代表性的或新颖的试题进行精辟的剖析、解答，力求让读者掌握更多的、更好的解题方法，且触类旁通、举一反三。
- ◇过关测试 测试题目紧扣专题，题型与竞赛接轨，且附有答案。

化学被科学家誉为“中心科学”。它处在上游的数学、物理学与下游的生物医学等学科之间,在中游起着承上启下的中心学科作用。在新的世纪,化学家将从分子水平深刻揭示生命和许多自然现象的奥秘,将为满足人类衣、食、住、行和健康幸福及社会的各种需求创造更多具有神奇性能的物质。祝愿青少年朋友们通过招报参与化学竞赛,认识和热爱这门从分子、原子水平研究物质组成、结构和性能及其相互转化的基础科学。“少而好学,如日出之阳”。报学中华科学的神圣事业在召唤你们,祝你们成功!

俞汝勤

2003年5月于湖南大学

目 录

第一讲 氮和磷	(1)
第二讲 化学反应速率和化学平衡	(23)
第三讲 电离平衡	(47)
第四讲 几种重要的金属	(76)
第五讲 烃	(101)
第六讲 烃的衍生物	(141)
第七讲 糖类、油脂、蛋白质	(183)
第八讲 合成材料	(209)
湖南省 2001 年高中学生化学竞赛试题	(229)
湖南省 2002 年高中学生化学竞赛试题	(239)
湖南省 2003 年高中学生化学竞赛试题	(248)
参考答案	(258)

第一讲 氮和磷

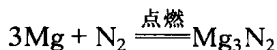
竞赛要点

1. 氮元素的活泼性与氮分子的稳定性

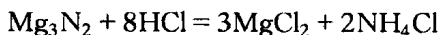
元素性质决定于元素的原子结构,氮元素的原子半径小,吸引电子的能力强,表现出较强的化学活泼性。氮气的稳定性则取决于氮分子的结构,氮分子中有 3 个共价键 ($\text{N} \equiv \text{N}$), 它们的键能很大 ($946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), 当氮气参加化学反应时, 必须打开(破坏)分子中的 3 个共价键。因此, 氮气的性质很不活泼, 只有在高温或放电的条件下, 才与氢、氧、金属发生化学反应。

2. 镁在空气中燃烧

镁在空气中燃烧生成 MgO 的同时, 也有少量的 Mg_3N_2 生成。



Mg_3N_2 不是盐, 但属离子化合物, 其电子式为: $\text{Mg}^{2+} [:\ddot{\text{N}}:]^{3-} \text{Mg}^{2+} [:\ddot{\text{N}}:]^{3-} \text{Mg}^{2+}$ 。它能与水、酸反应, 有关化学方程式为

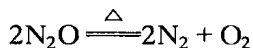


3. 氮有 5 种价态, 能形成 6 种氧化物

N_2O (无色气体)、 NO (无色气体)、 N_2O_3 (暗蓝色气体)、 NO_2 (红棕色气体)、 N_2O_4 (无色气体)、 N_2O_5 (无色晶体)。它们都是大气的污染物, 是产生光化学烟雾和酸雨的主要因素。

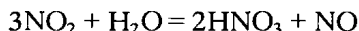
(1) N_2O 。

无色、有甜味的气体, 人吸入后引起神态失常而大笑, 俗称“笑气”。受热后分解出游离的氧气, 因此碳、硫、磷等在 N_2O 中激烈燃烧。



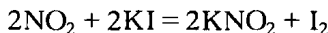
(2) NO 。

中性不成盐氧化物, 易与 O_2 发生化学反应, 生成的 NO_2 与水反应又放出 NO 。



(3) NO_2 。

红棕色气体,有毒,易溶于水,具有强氧化性,可氧化 KI 、 SO_2 、 Cu 等。



另外,还可与碱发生歧化反应。

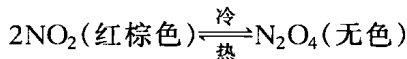


(4) N_2O_3 。

不稳定,易分解,是亚硝酸的酸酐($\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2$),仅存在于冷的稀溶液中,为弱酸,但氧化性比稀 HNO_3 强。

(5) N_2O_4 。

无色易冷凝的气体。 $-10\text{ }^\circ\text{C}$ 以下时仅有 N_2O_4 存在, $140\text{ }^\circ\text{C}$ 以上时仅有 NO_2 存在,压强越大, N_2O_4 越多。



(6) N_2O_5 。

无色晶体,不稳定,具有强氧化性,是硝酸的酸酐($\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$)。

4. 有关 NO 、 NO_2 、 O_2 等混合气体通入水后的计算

(1) NO_2 或 NO_2 和 N_2 与 NO_2 和 NO 的混合气体溶于水。

依据: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,利用气体体积变化差值进行计算。

(2) NO_2 和 O_2 的混合气体溶于水。

由: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$; $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$; 其总的化学反应方程式为:
 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$; 当体积比:

$$V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4:1 \text{ 恰好完全反应,容器内无剩余气体。} \\ > 4:1, \text{ 则 } \text{NO}_2 \text{ 过量,容器内剩余气体为 } \text{NO}, \text{ 体积为过量 } \text{NO}_2 \\ \quad \text{体积的 } 1/3。 \\ < 4:1, \text{ 则 } \text{O}_2 \text{ 过量,容器内剩余气体为过量的 } \text{O}_2。 \end{cases}$$

(3) NO 和 O_2 的混合气体同时通入水中。

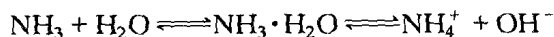
其化学反应方程式为: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$; 总的化学反应方程式为: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 。当体积比:

$$V(\text{NO}):V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4:3, \text{ 恰好完全反应,容器内无剩余气体。} \\ > 4:3, \text{ 则 } \text{NO} \text{ 过量,容器内剩余气体为过量的 } \text{NO}。 \\ < 4:3, \text{ 则 } \text{O}_2 \text{ 过量,容量内剩余气体为过量的 } \text{O}_2。 \end{cases}$$

5. 通常“纯净”的 NO_2 或 N_2O_4 并不纯

因为在常温、常压下能发生 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 反应。由于此可逆反应的发生,使得通常实验测得的 NO_2 的相对分子质量大于它的实验值,或在相同条件下,比相同物质的量的气体体积要小。同理,通常实验测得 N_2O_4 的相对分子质量小于它的实验值,或在相同条件下,比相同物质的量气体体积要大,此外,温度、压强的变化影响平衡的移动。因而可逆反应 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 在解化学题中有很重要的应用。

6. 氨气与水反应生成氨水,呈弱碱性



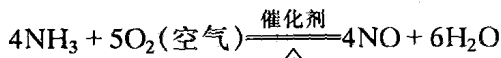
(1) 氨水的密度小于水的密度。

这是因为 NH_3 的相对分子质量小于 H_2O 的相对分子质量。氨水的密度随氨水的浓度增大而减小。

(2) 计算氨水中氨水的物质的量浓度和溶质的质量分数时,溶质应为 NH_3 ,而不是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

7. NH_3 中 N 元素为 -3 价,具有还原性,可与 O_2 、 Cl_2 、 NO 、 CuO 等氧化剂反应

(1) 氨与氧气反应:

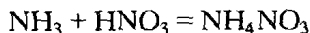


此反应叫氨的催化氧化,是工业上制硝酸的基础。氨催化氧化的实验现象如下:

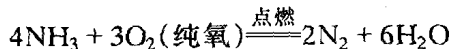
① 铂丝继续保持红热,证明氨的催化氧化反应是放热反应。

② 产生红棕色气体。 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$

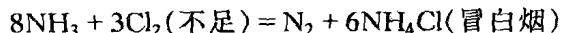
③ 有少量白烟形成。 $3\text{NO} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$



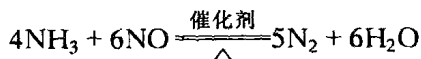
氨在纯氧气中燃烧,产生黄绿色火焰,反应的化学方程式为



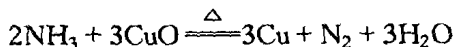
(2) 氨与氯气反应:



(3) 氨和 NO 反应:



(4) 氨与 CuO 反应:



8. 实验室制氨气时,应注意的有关问题

(1)制氨气所用铵盐不能用 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 。因为加热时, NH_4NO_3 易发生爆炸性的分解反应,而 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 易分解生成 CO_2 ,使生成的 NH_3 中混合有 CO_2 杂质。

(2)由于 NH_3 极易溶于水,在制备收集过程中,尽可能地不与水接触,只能采用向下排空气法。

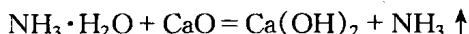
(3)干燥剂不能选用浓 H_2SO_4 、 P_2O_5 、无水 CaCl_2 等,它们均与 NH_3 反应,常用碱石灰干燥。

(4)检验 NH_3 的方法常有:

①用湿润的红色石蕊试纸置于试管口,试纸变蓝色;

②将蘸有浓盐酸的玻璃棒置于试管口,有白烟产生。

(5)实验室制取氨气的另一种很方便、很实用的方法是:加热浓氨水或在浓氨水中加入强碱。如浓氨水跟新制的生石灰作用可生成 NH_3 。



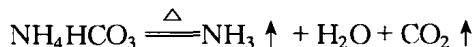
9. “喷泉”实验的原理及意义

“喷泉”实验的原理是利用气体极易被一种液体吸收而形成压强差,气体容器内压强降低,外界大气压把液体压入气体容器内而形成“喷泉”。中学阶段,在水中能形成“喷泉”现象的常见气体有: NH_3 、 HCl 、 HBr 、 HI 等水中溶解度大的气体。 CO_2 、 H_2S 、 Cl_2 等在水中溶解度不大的气体,不能形成“喷泉”,但若将水改成 NaOH 溶液,这些气体在碱性溶液中溶解性显著增大,因而也能形成“喷泉”。

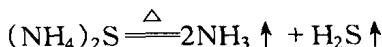
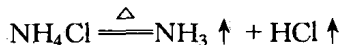
10. 铵盐

铵盐均是离子晶体,不稳定,受热易分解。铵盐的分解产物与组成铵盐相应酸的性质有关,其受热分解规律如下:

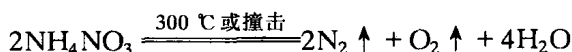
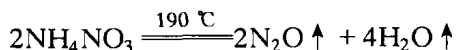
(1)不稳定的氧化性酸的铵盐,受热分解生成 NH_3 和相应酸分解的产物。如



(2)挥发性的无氧化性酸的铵盐,受热分解生成 NH_3 和相应的酸。如

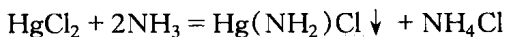


(3)氧化性酸的铵盐分解,一般发生氧化还原反应,温度不同,其分解产物不同。如



11. 氨分子的取代反应

氨分子中的氢被其他原子基团所取代,生成一系列氨的衍生物。如氨基($-\text{NH}_2$)的衍生物,亚氨基(>NH)衍生物或氮化物($\text{N}-$),也可以是氨以它的氨基或亚氨基取代其他化合物中的原子或基团。如

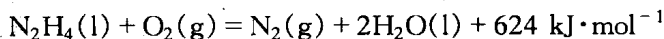


(光气) (尿素)

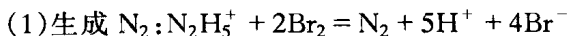
此反应也称为氨解反应。

12. 联氨

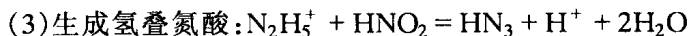
联氨 N_2H_4 (胍) 可看成 NH_3 分子中的一个氢原子被氨基($-\text{NH}_2$)取代的衍生物。纯净的胍为无色可燃性的液体,燃烧时放出大量的热。



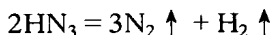
它的烷基衍生物可做火箭燃料。 N_2H_4 是二元弱碱,不稳定,无水胍是一种强还原剂。不过 N_2H_4 与 N_2H_5^+ (胍盐) 用做还原剂时,随着氧化剂的不同,所得的产物也不同。



(2) 生成 N_2 和 NH_4^+ :



纯的氢叠氮酸 HN_3 是一种无色有刺激性气味的液体。它是易燃物质,一受撞击就立即爆炸而分解。



N_3^- 是一种类卤离子,即反应性能类似于卤离子,如 AgN_3 是难溶于水的。 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ 受热或受撞击就爆炸,可用做引爆剂。

13. 硝酸

硝酸是挥发性的强酸,它除了具有酸的通性外,还具有不稳定性和强氧化性。在光照或受热条件下,硝酸会分解。



由此化学反应可推知下列事实:

(1) 浓硝酸一般呈黄色,这是由于硝酸分解产生的 NO_2 溶于硝酸的缘故。

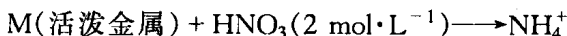
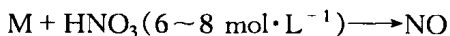
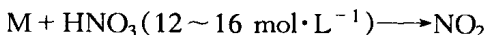
(2) 硝酸浓度越大越易分解,因此,浓硝酸应放入棕色瓶中(避光),阴凉处保存(避免受热分解),瓶塞应用玻璃塞而不能用橡皮塞(酸会腐蚀橡皮塞)。

14. 硝酸具有强氧化性

其本质是 HNO_3 中 +5 价的 N 具有强的得电子能力。硝酸强氧化性的规律如下:

(1) 浓、稀 HNO_3 均具有强氧化性,且浓 HNO_3 氧化性强于稀 HNO_3 。氧化性强弱是指电子能力的大小,即指反应的难易程度,而不是以氧化剂得电子的数目来衡量。如在稀 HNO_3 中滴加石蕊试液,其仅变红色,而在浓 HNO_3 中滴加石蕊试液时,其先变红(H^+ 作用),后褪为无色(氧化作用)。

(2) 浓硝酸一般被还原为 NO_2 , 稀硝酸一般被还原成 NO 。极稀的硝酸还可被还原成 N_2O 、 N_2 或 NH_4NO_3 等。



事实上,不同浓度的 HNO_3 其还原产物都不是单一的,只在某浓度时以某种还原产物为主而已。例如 HNO_3 与 Fe 反应的还原产物,如图 1-1 所示。

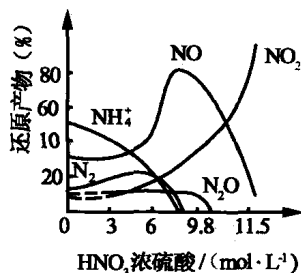
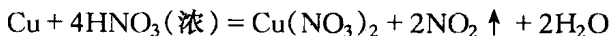


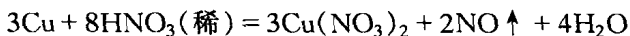
图 1-1

(3) 还原剂一般被氧化成最高价态。硝酸的强氧化性主要表现在与金属、非金属和一些还原性化合物的反应。

① 硝酸与金属反应(除 Pt、Au 外),不论金属活泼与否,一般不生成 H_2 。

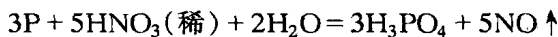
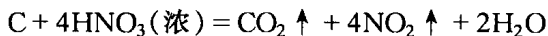


(NO_2 为红棕色气体,实验室制 NO_2)

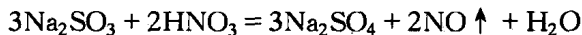


(NO 为无色气体,实验室制 NO)

② 硝酸与非金属单质(如 C、S、P)反应,非金属被氧化成最高价氧化物或最高价氧化物对应的水化物。



③ 硝酸与某些还原性化合物(如 H_2S 、 SO_2 、 FeS 、 Na_2SO_3 、 KI 等)反应,因此实验室不能用 HNO_3 制取 H_2S 、 SO_2 、 HI 等气体。

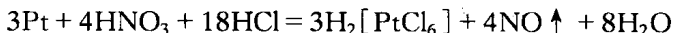
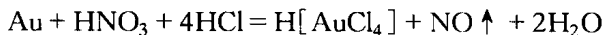


(4) Fe、Cr、Al 与冷的浓 HNO_3 作用,金属表面形成一层不溶于冷的浓 HNO_3 的保

护膜而钝化, Sn、As、Sb、Mo、W 等和浓 HNO_3 作用, 生成含水的氧化物或含氧酸。如 β -锡酸($\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)、砷酸(H_3AsO_4)。

15. 王水

浓 HNO_3 与浓 HCl 的混合液(体积比为1:3)称为王水, 可溶解不能与硝酸作用的金属。如



金和铂能溶于王水, 主要是由于王水中不仅含有 HNO_3 、 Cl_2 和 NOCl (氯化亚硝酸)等强氧化剂, 同时还有高浓度氯离子, 它与金属离子形成稳定的配离子, 如 $[\text{AuCl}_4]^-$ 或 $[\text{PtCl}_6]^{2-}$, 从而降低了溶液中金属离子的浓度, 有利于反应向金属溶解的方向进行。



16. 硝酸工业制法中应注意的几个问题

(1) 循环操作的意义: 工业上在反应进行过程中, 需补充一些空气, 使 NO 的氧化经过多次循环, 尽可能多地转化为硝酸, 提高 NH_3 转化成 HNO_3 的百分率。因此, 在计算中认为 $1 \text{ mol NH}_3 \sim 1 \text{ mol HNO}_3$ 。

(2) 尾气的处理: 尾气中常含有 NO 、 NO_2 有害气体, 可用碱液吸收。



(3) 要将制得的硝酸(50%左右)变为96%以上的浓 HNO_3 , 可用硝酸镁或浓 H_2SO_4 做吸水剂, 将原硝酸蒸馏浓缩。但不能用无水 CaCl_2 和 P_2O_5 做吸水剂。

17. 亚硝酸

亚硝酸(HNO_2)是中强酸, 很不稳定, 逐渐分解为 NO 和 HNO_3 。

在亚硝酸及其盐中, 氮的化合价为+3价, 处于N原子的中间化合价, 因此, 它们既有氧化性又有还原性, 仅能存在于溶液中。在酸性介质中, 亚硝酸及其盐主要表现出氧化性, 可氧化 I^- 、 Fe^{2+} 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 等离子, 遇上强氧化剂时才显还原性。如

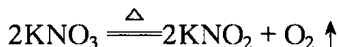


在碱性介质中, HNO_2 及其盐主要表现出还原性。

18. 硝酸盐的分解

在室温下, 所有的硝酸盐都十分稳定, 加热时则分解。分解产物因金属离子的不同而有差异。

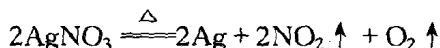
(1) 碱金属、碱土金属以及位于金属活动顺序表镁以前的金属, 其硝酸盐加热生成亚硝酸盐, 放出氧气。



(2) 重金属以及位于金属活动顺序表镁与铜之间的金属的硝酸盐加热时,生成氧化物,放出二氧化氮及氧气。

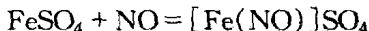
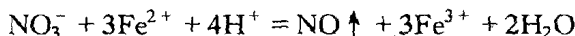


(3) 位于金属活动顺序表铜以后的不活泼金属的硝酸盐加热,生成金属单质,并放出二氧化氮及氧气。



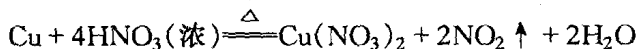
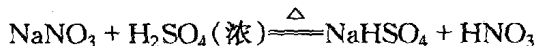
19. 硝酸根的检验方法

(1) 少量的 NO_3^- , 可采用在强酸性溶液中, NO_3^- 被 FeSO_4 还原成 NO , NO 与过量 FeSO_4 加合生成棕色物质 $[\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$, 并在浓 H_2SO_4 与溶液的交界面上, 形成一个棕色环。用此鉴定 NO_3^- 的方法称为棕色环实验。化学反应方程式为



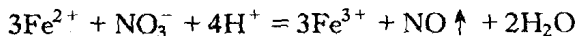
该反应可能受 NO 干扰, 因此可先加 NH_4Cl 和 HCl 跟样品共热, 以除去 NO 。

(2) 将 Cu 片、浓 H_2SO_4 与含 N 的浓溶液或晶体共热, 利用有红棕色气体产生的现象说明有 NO 的存在。以 NaNO_3 为例, 反应的化学方程式如下:



20. NO_3^- 和 HNO_3 的性质比较

NO_3^- 在中性或碱性溶液中氧化性极弱, 通常认为不显氧化性。在溶液中几乎能与所有离子大量共存, 但在酸性溶液中将会出现极强氧化性(形成 HNO_3 溶液), 可氧化许多具有还原性的微粒。如 Fe^{2+} 与 NO_3^- 可以共存, 当向 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中滴加稀盐酸时, 溶液的颜色将由浅绿色变为棕黄色, 反应的化学方程式为



21. 磷酸与碱反应产物的判断

磷酸与碱(或 NH_3) 反应是分步进行的, 控制 H_3PO_4 的物质的量的比例, 可得不同的产物。以一元碱与磷酸反应为例。

(1) 当 $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} = 1$ 时, 只生成磷酸二氢盐(如 NaH_2PO_4)。

(2) 当 $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} = 2$ 时, 只生成磷酸一氢盐(如 Na_2HPO_4)。

(3) 当 $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} = 3$ 时, 只生成磷酸盐(Na_3PO_4)。

(4) 当 $0 < \frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} < 1$ 时, 酸过量, 得磷酸二氢盐 (NaH_2PO_4) 和磷酸的混合物。

(5) 当 $1 < \frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} < 2$ 时, 主要产物是磷酸一氢盐和磷酸二氢盐的混合物 (Na_2HPO_4 和 NaH_2PO_4)。

(6) 当 $2 < \frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} < 3$ 时, 主要产物是正盐和磷酸一氢盐的混合物 (Na_3PO_4 和 Na_2HPO_4)。

(7) 当 $\frac{n(\text{OH}^-)}{n(\text{H}_3\text{PO}_4)} > 3$ 时, 碱过量, 得到正盐和碱的混合物。

总之, 向 H_3PO_4 溶液中逐渐加入强碱溶液时, 按照磷酸二氢盐 $\rightarrow$ 磷酸一氢盐 $\rightarrow$ 正盐的顺序的生成。向强碱溶液中逐渐加入 H_3PO_4 溶液时, 按照正盐 $\rightarrow$ 磷酸一氢盐 $\rightarrow$ 磷酸二氢盐的顺序生成。

名题精析

例 1 已知 25% 氨水的密度为 $0.91 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 5% 氨水的密度为 $0.98 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 若将上述两种溶液等体积混合, 所得氨水的质量分数是 ()。

A. 等于 15% B. 大于 15% C. 小于 15% D. 无法估算

【解析】 假设等质量混合: $25\% \cdot m + 5\% \cdot m = x\% \cdot 2m$, 解得 $x = 15\%$ 。等体积混合时, 由 $m = \rho \cdot V$ 知, 5% 氨水所占质量分数多, 故所得溶液质量分数小于 15%。

【答案】C。

例 2 在标准状况下, 将 NO_2 、 NO 、 O_2 混合后充满容器, 倒置于水中, 完全溶解, 无气体剩余, 若产物也不扩散, 则所得溶液物质的量浓度的数值范围是 ()。

A. $0 < c < \frac{1}{22.4}$

B. $\frac{1}{39.2} < c < \frac{1}{22.4}$

C. $\frac{1}{39.2} < c < \frac{1}{28}$

D. $\frac{1}{28} < c < \frac{1}{22.4}$

【解析】 抓住“无气体剩余”这一关键。若混合气体中无 NO , 则发生 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 的化学反应, 5 mol 混合气体转变为 4 mol HNO_3 , $c_1 = 4 \text{ mol} / 5 \text{ mol} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1/28 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。若混合气体中无 NO_2 , 则发生 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 的化学反应, 7 mol 混合气体转变为 4 mol HNO_3 , $c_2 = 4 \text{ mol} / 7 \text{ mol} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1/39.2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。混合气体中不可能缺一种, 故所得 HNO_3 的物质的量浓度数值在 c_1 与 c_2 之间。

【答案】C。

【点评】 在混合物的计算中, 如果相对含量不定, 则结果无法确定, 可用讨论的方法

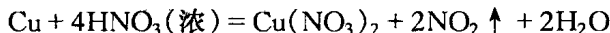
找出最大值和最小值,在这两个极值范围内考虑选项。

例 3 一定量的浓硝酸跟过量的铜粉反应,制取硝酸铜。

(1)写出该反应的化学方程式。

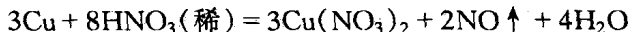
(2)在工业上应选用何种浓度的硝酸来制取硝酸铜,为什么?

【解析】(1)起始阶段是浓 HNO_3 与铜反应。



当生成 NO_2 时,硝酸的利用率是 50%,若有 4 mol HNO_3 反应,产生污染物 NO_2 为 2 mol。

反应中后阶段是稀 HNO_3 跟铜反应。



当生成 NO 时,硝酸的利用率为 75%,若有 4 mol HNO_3 反应,产生污染物 NO 为 1 mol,排空后转化为 1 mol NO_2 。

(2)工业上应选用稀 HNO_3 跟铜反应来制取 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,选用等量稀 HNO_3 可制得更多的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,同时可减少氮的氧化物对空气的污染。

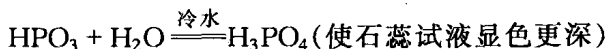
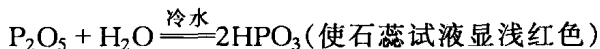
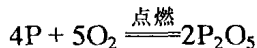
【答案】略。

【点评】若将铜在空气中灼烧后的氧化铜,与稀 HNO_3 反应来制取硝酸铜,则硝酸的利用率达到 100%,且无氮的氧化物生成。

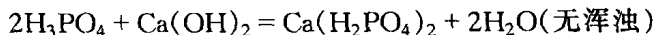
例 4 有一固体单质,质软,在空气中极易燃烧,生成物溶于水,滴入紫色石蕊试液显红色。将此溶液加热,颜色变深。把所得溶液分为两支试管,向第一支试管中滴入少量饱和澄清石灰水,无浑浊出现,若继续滴加,出现白色浑浊,过量则产生白色沉淀。过滤,取少量白色沉淀投入第二支试管,则沉淀消失。试确定该单质是什么,并写出有关反应的化学方程式。

【解析】根据其单质的状态和在空气中极易燃烧的性质,初步确定单质可能为硫或白磷。然后根据其化合物的性质递推,可确定该单质为白磷。

有关反应的化学方程式为



第一支试管:当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不足时:



当继续滴入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 时:

