

前言

本书根据教育部有关教育的最新精神和全日制普通高级中学化学(试验修订本)新教材的调整,在原《三点一测丛书·高二化学》的基础上,增补了试验修订本教材中的新内容,根据新教材的内容作了较大调整,删掉了高难题目,并按章节进行编写,以利于与试验修订本教材同步。本书每章均由六个部分组成。

重点难点提示指出了每章的重点、难点,并提出目标要求,以强调学习的目的性。知识点精析对每章的知识点进行了全面归纳和总结,使之系统化、网络化。对重要的知识点还做了深入的分析,以便学生更好地记忆和理解化学知识。知识点应用通过化学的学习,培养学生的观察能力、实验能力、思维能力、自学能力以及运用知识和原理解决化学实际问题的能力,这是化学教学的宗旨。为了强调这一宗旨,引起对能力的足够重视,这部分力图通过典型例题的分析,演示能力要求的水平和方向,并阐释运用知识和原理的方法。综合检测题各章提供了一份练习题,以巩固知识,培养能力。题目由易到难、新颖典型,反映了化学考试题的现状与趋势。章末综合训练题各章提供了一份综合题,增加了历年高考题及创新题。然后,对照答案及评分标准自我评分,查找不足并及时补救。参考答案除每题都有答案外,对于较难且重要的选择题、填空题还做了详解,以便更有效地发挥这些题的导向作用。

本书由郎伟岸执笔。参加本书编写工作的还有刘凤益、李世廉、赵迅、裴涵、商红军、单智侠、薛峰、王文萍、孙岩雪、张俊松、刘彦、陈昕、王雁、陈阳、朱玉才、栾峻莉、张崴、王翰瑛、高明威、孙畅、卞雅丽、詹远达、蔡京南、李兴荣、郭贵明、柏红梅、李兴波、张瑾、李元、王玉权、夏晓冬、柏莉华、万珞、邱菊、李剑容、叶海笛、于姗姗、立海鹰、马月红、王烈、张驰、李冬梅、刘岩、肖艳红、史志新、陈红。

书中不妥之处,敬请广大读者指正。

目 录

第一章 氮族元素	(1)
第一节 氮和磷	(1)
第二节 氨 铵盐	(10)
第三节 硝酸	(18)
第四节 氧化还原反应方程式的配平	(24)
第五节 有关化学方程式的计算	(28)
综合检测题	(34)
章末综合训练题	(41)
参考答案	(52)
第二章 化学平衡	(73)
第一节 化学反应速率	(73)
第二节 化学平衡	(77)
第三节 影响化学平衡的条件	(77)
第四节 合成氨条件的选择	(86)
综合检测题	(91)
章末综合训练题	(101)
参考答案	(112)
第三章 电离平衡	(129)
第一节 电离平衡	(130)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(134)
第三节 盐类的水解	(140)
第四节 酸碱中和滴定	(149)
综合检测题	(154)
章末综合训练题	(160)
参考答案	(170)
第四章 几种重要的金属	(184)
第一节 镁和铝	(184)

第二节 铁和铁的化合物	(198)
第三节 金属的冶炼	(213)
第四节 原电池原理及其应用	(217)
综合检测题	(222)
章末综合训练题	(227)
参考答案	(239)

$$\begin{array}{c}
 \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \\
 \updownarrow \\
 \text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 \xleftarrow{\text{N}_2} \text{NO} \rightleftharpoons \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{HNO}_3 \\
 \uparrow \\
 \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \rightleftharpoons \text{CaHPO}_4
 \end{array}$$

- ## 目标要求

1. 掌握 N、P 单质及其重要化合物的性质、用途。
2. 学会较复杂氧化还原反应方程式的配平。
3. 学会过量问题、多步反应问题的计算方法。
4. 培养理论联系实际和解决实际问题的能力。
5. 训练科学方法。

重点难点提示

1. 氮族元素性质的相似性和递变规律。
2. 氮气的化学性质。

3. 磷的性质。

4. 运用元素周期律和原子结构理论知识指导元素化合物知识学习的方法。

难点

运用物质结构理论学习元素化合物知识的方法。

知识点精析

一、氮族元素

1. 氮族元素

由氮、磷、砷、锑、铋五种元素组成。位于元素周期表中第ⅤA族。从原子结构上看,它们的最外层都有5个电子,这就决定了它们的单质及化合物在化学性质上具有某些相似性。另外,它们的核外电子层数不同,原子半径随着核电荷数的增加而逐渐增大,这是氮族元素的单质及化合物性质上具有递变性和差异性的主要原因。

2. 氮族元素的相似性

(1)最外层均为5个电子,能够结合3个电子达到稳定结构。

(2)在最高价氧化物中,氮族元素都显+5价,化学式为 R_2O_5 。

(3)在其氢化物中,化合价为-3价,化学式为 RH_3 。

(4)最高价氧化物水化物的通式为 HRO_3 或 H_3RO_4 。

注意 ①锑、铋表现出比较明显的金属性。

②氢化物化学式不是 H_3R ,因为它们溶于水形成的溶液不是氢某酸。

③因为氮的原子半径小,所以+5价氮只能以一种含氧酸 HNO_3 的形式存在。

3. 氮族元素的递变性

(1)氮族元素的单质从非金属逐渐过渡到金属。

(2)元素的非金属性 $N > P > As$,金属性 $Sb < Bi$ 。

(3)氢化物的稳定性 $NH_3 > PH_3 > AsH_3$ 。

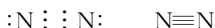
氢化物的还原性 $NH_3 < PH_3 < AsH_3$ 。

(4)最高价氧化物的水化物的酸性 $HNO_3 > H_3PO_4 > H_3AsO_4 > H_3SbO_4$ 。

比较元素非金属性的强弱,可从与氢化合的难易、气态氢化物的稳定性和最高价氧化物的水化物的酸性强弱来看,所以从(3)、(4)可以得出元素的非金属性 $N > P > As$ 。

二、氮气

1. 氮分子结构特征



氮分子是由两个氮原子通过共用三对电子紧密结合而形成的双原子分子。氮氮三键的键能很大(946 kJ/mol),明显大于其他双原子分子,所以,氮分子结构很稳定。通常状况下,化学性质不活泼,在某些情况下,可代替惰性气体用作保护气。

2. 氮气的物理性质

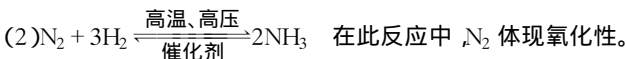
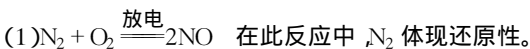
无色,无味,难溶于水(室温时在水中的溶解度为1体积水:0.02体积氮气),沸点 -196°C 。

注意 ①溶解度和沸点都低于氧气。

②氮气分子与CO具有相同的相对分子质量。

3. 氮气的化学性质

化学性质很不活泼,必须在高温、放电或有催化剂存在的条件下,才能与某些物质反应。



4. 氮的固定

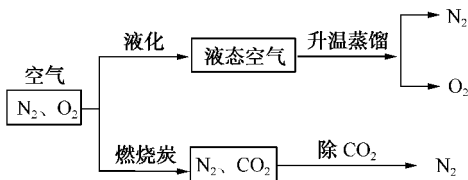
将空气中游离的氮转化为氮的化合物的方法统称为氮的固定。包括:

(1)自然固氮:豆科植物的根瘤菌把空气中的氮气变成硝酸盐,以及雷电时 N_2 与 O_2 反应生成NO等。

(2)人工固氮:合成氨等。

5. 氮气的制法

由空气中分离出 N_2 ,主要有两种方法:



6. 氮气的用途

(1)惰性之用:保护气(充灯泡,焊接金属,保存粮食)。

(2)反应之用:合成氨,制 HNO_3 等。

注意 ①理解： $\boxed{\text{结构}} \rightarrow \boxed{\text{性质}} \rightarrow \begin{cases} \text{存在} \\ \text{制法} \\ \text{用途} \end{cases}$

② $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$ ，“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，因而该反应不宜用于工业上合成NO。

③N元素是动植物的“维生素”，由于 N_2 分子的高稳定性，所以如何解决在较低温度、压强条件下固氮，具有重大的意义。

三、氮的氧化物

1. 氮有多种化合价

-3、+1、+2、+3、+4、+5，可形成6种氧化物。

+1： N_2O ，无色气体，笑气

+2： NO ，无色气体

+3： N_2O_3 ，淡蓝色固体

+4： NO_2 ，红棕色气体

N_2O_4 ，无色气体

+5： N_2O_5 ，无色固体

N_2O_3 是亚硝酸的酸酐： $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_2$

N_2O_5 是硝酸的酸酐： $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$

2. NO和 NO_2

见表1-1。

表 1-1

名称	NO	NO_2
物理性质	无色，不溶于水，有毒气体	红棕色，溶于水，有刺激性气味，有毒气体
化学性质	还原性较强 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	氧化性较强 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 = \text{NO} + \text{SO}_3$ $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$
生成反应	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$ $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O} + 3\text{NO}_2 = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) =$ $3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$

注意 NO_2 具有强氧化性,能使湿润的 KI-淀粉试纸变蓝,所以不能用该试纸来鉴别 NO_2 气体和溴蒸气。可用水或 AgNO_3 溶液来鉴别,前者溶于水溶液无色,溶于 AgNO_3 溶液没有沉淀产生;后者溶于水溶液显橙色,溶于 AgNO_3 溶液产生淡黄色沉淀。

四、磷及其化合物

1. 磷的同素异形体——白磷与红磷

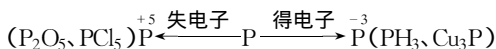
白磷与红磷的比较见表 1-2。

表 1-2

名称	白磷	红磷
颜色状态	白色蜡状固体	暗红色粉末状固体
溶解性	不溶于水,溶于 CS_2	不溶于水和 CS_2
毒性	剧毒	无毒
着火点	40°C ,易自燃	240°C
保存方法	少量保存在水中	密封保存
相互转化	白磷 $\xrightarrow[\text{加热至 } 416^\circ\text{C 升华、冷凝}]{\text{隔绝空气加热至 } 260^\circ\text{C}}$ 红磷	

注意 ① P_4 只能代表白磷,而 P 既可代表白磷又可代表红磷。

② 白磷与红磷物理性质差别很大,但化学性质相似,即均有较强的还原性。

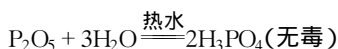


③ 同素异形体间的转化属于化学变化。化学变化的特征是有新物质生成,白磷和红磷是两种不同的物质。化学变化的本质是化学键发生重组,而白磷和红磷分子中 P—P 键亦是不同。转化后它们的结构和性质都发生了变化。

2. 五氧化二磷

(1) 白色固体,有强烈的吸水性,为良好的干燥剂。

(2) 极易与水化合,反应剧烈,是 H_3PO_4 的酸酐。



(3) 是酸性氧化物。

3. 磷酸(资料)

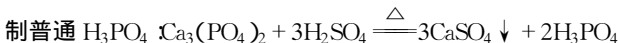
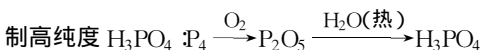
磷酸是中学所涉及的惟一的一种三元中强酸。

(1)性质。

纯净的磷酸为无色晶体,有吸湿性,难挥发,难分解,无强氧化性,具有酸的通性。

注意 磷元素在 H_3PO_4 分子中虽处于最高价,但因其分子具有稳定的磷、氧四面体结构,所以 H_3PO_4 中磷元素不表现氧化性。

(2)制备方法。

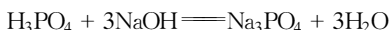
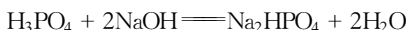


两种方法得到的磷酸的纯度之所以不同,是因为原料的纯度不同。在磷矿石中 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 只是其中的主要成分,而在白磷中则无其他杂质。

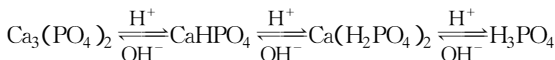
4. 磷酸盐(资料)

由于磷酸是三元酸,所以可以生成三种盐:一种正盐和两种酸式盐。

(1)三种盐的生成及转化。

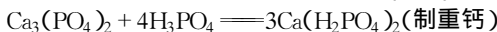
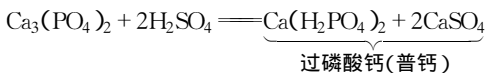


H_3PO_4 与碱的中和反应是分步进行的,控制 H_3PO_4 与碱物质的量的比例,便可得到不同的磷酸盐,也可能是一种或两种的混合物(碱过量时生成正盐,碱不足时生成酸式盐)。



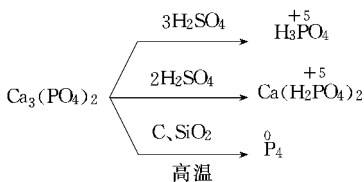
(2)磷肥。

常见的磷肥:①过磷酸钙是 CaSO_4 和 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 的混合物,物质的量之比为 2:1;②重钙 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 。



植物所能直接吸收和利用的只是可溶性的磷酸盐,所以,普钙和重钙都不宜与碱性物质混用($\text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{OH}^- = \text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O}$),否则,产生难溶性的磷酸钙沉淀,使肥效降低。

注意 磷元素在自然界中不可能以游离态形式存在,而主要存在于磷矿石中,所以磷矿石是制取单质磷、磷的化合物的原料。



知识点应用

【例 1】20 世纪 80 年代后期人们逐渐认识到, NO 在人体内起着多方面的生理作用。下列关于 NO 的说法不正确的是 ()

- A. NO 分子中有极性共价键
- B. NO 是造成光化学烟雾的因素之一
- C. NO 是汽车尾气的有害成分之一
- D. NO 分子中所含电子总数为偶数

解析 NO 是与环境问题关系十分密切的物质应给予足够的关注。

答案 D

【例 2】将含有少量水蒸气、硫化氢的空气, 依次通过下列装置(图 1-1)。假定每个装置的作用都是充分的, 试分析 M 气体的成分, 并说明各个装置的作用及现象(提示: CuS 不溶于水和酸)。

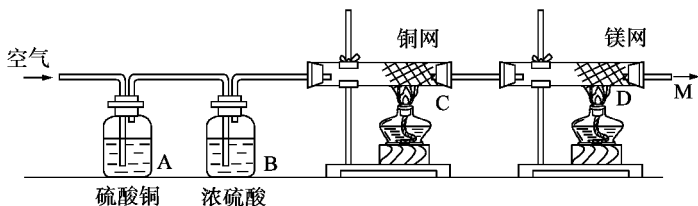


图 1-1

解析 空气的成分: N_2 , O_2 , 少量 CO_2 , 少量 H_2S , 惰性气体, 水蒸气。

A 的作用: 除去 H_2S $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

现象: 会产生少量黑色沉淀。

B 的作用: 干燥, 除去水蒸气, 无明显现象。

C 的作用: 除去 O_2 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$

现象: 铜网由红逐渐变黑。

D 的作用: 除去 N_2 $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$

现象 燃烧(同时发生反应 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{C} + 2\text{MgO}$,从而除去 CO_2)。

由上述分析知 :气体 M 的成分应是惰性气体。可见这套装置的目的是除去混在空气中的杂质 ,验证空气的成分 ,并最终得到惰性气体。

答案 见解析。

【例 3】 如图 1-2 所示玻璃罩中盛满空气 ,在木板上的蒸发皿中放入一块固体 A ,一段时间后 ,发现罩中水面上升了约 $\frac{1}{5}$ 的高度。试分析固体物质 A 为何物以及水面上升的原因。

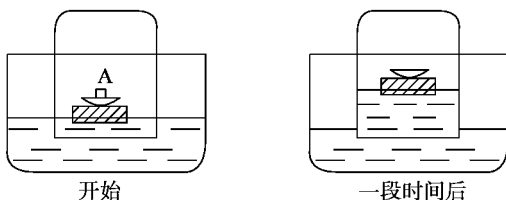


图 1-2

解析 玻璃罩内的水面上升 ,说明里面的气压减小 ,大气压强把水压入罩内 ,即空气的量减少了。A 物质吸收了空气中的某些成分 ,而上升的高度约为 $\frac{1}{5}$,这恰好是空气中 O_2 的体积分数 ,所以 A 应该是在常温下即能迅速与 O_2 反应并且不产生气体的物质 ,故 A 应是白磷。白磷的着火点低 ,在空气中能自燃 ,消耗 O_2 ,使罩内的压强减小(小于外界大气压) ,罩内的水面上升。上升的高度应该是 O_2 在空气中所占的体积比。玻璃罩内剩余的气体主要是 N_2 。

答案 见解析。

综合能力测试

1. 在氮的氧化物中 ,氮元素和氧元素的质量比是 7:12 ,则氮元素的化合价是 ()

- A. +2 B. +3 C. +4 D. +5

2. 下列各组物质中 ,就氮元素而言 ,组内每种物质既有氧化性 ,又有还原性的是 ()

- A. NH_3 、 N_2 、 NO 、 NO_2 B. NH_3 、 NO 、 HNO_3 、 N_2O_3
C. N_2 、 NO 、 N_2O_5 、 N_2O D. N_2 、 NO_2 、 NO 、 N_2O_3

3. 下列性质的排列顺序正确的是 ()

- A. 稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{PH}_3$ B. 酸性 $\text{H}_3\text{AsO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HNO}_3$

C. 氧化性 稀 $\text{HNO}_3 >$ 浓 HNO_3 D. 还原性 $\text{N}_2 >$ 红磷

4. 以下说法中错误的是 ()

A. N_2 不易与其他物质发生化学反应, 是因为 N_2 分子中两个原子形成的共价键键能特别大

B. N_2 可用于制氮肥和硝酸

C. 工业上利用 N_2 的不活性, 在焊接金属时用作保护气

D. 氮的非金属性比磷强, 所以氮气比磷活泼, 易燃烧

5. 下列物质中无毒的是 ()

A. Cl_2

B. 白磷

C. 红磷

D. NO

6. 以下叙述中, 不正确的是 ()

A. 氮族元素是元素周期表中第五族元素

B. 砷虽然是非金属, 但已表现出一些金属性

C. 氮族元素的最高正价与负价绝对值之差等于 2

D. 锑、铋元素有比较明显的金属性

7. 下列除杂质的操作方法正确的是 ()

A. NO 中有少量的 NO_2 : 用水洗涤后再干燥

B. 食盐中有少量的 NH_4Cl : 加过量的烧碱溶液后加热蒸干

C. N_2 中有少量的 O_2 : 通过灼热的铜网

D. 红磷中有少量白磷 : 加热到 40°C , 使白磷自燃

8. 某集气瓶呈红棕色, 加入足量的水, 盖上玻璃片振荡, 得棕色溶液, 气体颜色消失, 再打开玻璃片后, 瓶中气体又变为红棕色。该气体可能是下列混合气体中的 ()

A. N_2 、 NO_2 、 Br_2

B. NO_2 、NO、 N_2

C. NO_2 、 O_2 、NO

D. N_2 、 O_2 、 Br_2

9. 在反应 $8\text{P} + 3\text{KOH} + 9\text{H}_2\text{O} = 3\text{KH}_2\text{PO}_4 + 5\text{PH}_3 \uparrow$ 中, 氧化剂与还原剂的质量比为 ()

A. 8:3

B. 3:8

C. 3:5

D. 5:3

10. Murad 等三位教授最早提出 NO 分子在人体内有独特功能, 近年来此领域研究有很大进展, 因此这三位教授荣获了 1998 年诺贝尔医学及生理学奖。关于 NO 的下列叙述不正确的是 ()

A. NO 可以是某些含低价 N 物质氧化的产物

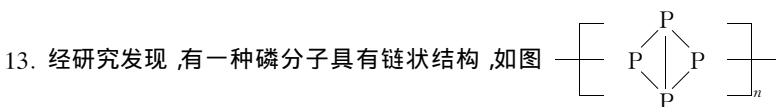
B. NO 不是亚硝酸酐

C. NO 可以是某些含高价 N 物质的还原产物

D. NO 是红棕色有毒气体

11. 砷的原子结构示意图为 _____, 在元素周期表中, 砷元素位于第 _____ 周期 _____ 族, 它的最高价氧化物的水化物的化学式为 _____, 砷酸钠的分子式为 _____, 砷酸钠在酸性条件下可将碘化钾氧化为单质碘, 同时生成亚砷酸钠(Na_3AsO_3)和水, 这个反应的离子方程式为 _____。

12. 在某温度时, 一定量的元素 A 的氢化物 AH_3 , 在一定体积的密闭容器中可完全分解成两种气态单质, 此时压强增加了 75%。则 A 单质的一个分子中有 _____ 个 A 原子。 AH_3 分解的化学方程式为 _____。



所示, 下列说法正确的是

()

- A. 它是一种极性分子, 易溶于水
- B. 分子中每个磷原子以三个共价键结合三个磷原子
- C. 相对分子质量 8 倍于白磷分子
- D. 它和白磷都是磷的同素异形体

14. 磷在空气中充分燃烧后生成 P_nO_m 分子, 其结构如图 1-3 图中圆圈表示原子, 实线表示化学键。

回答下列问题:

(1) 从图中找出磷原子, 将其在图上的圆圈涂黑。

(2) 由图可知, 此氧化物的化学式为 _____。

(3) 分子内的磷原子排列成 _____ 形状, 每个磷原子处于 _____。

(4) 在用实线表示的化学键中, 两原子间的单键表示的是 _____ 键。

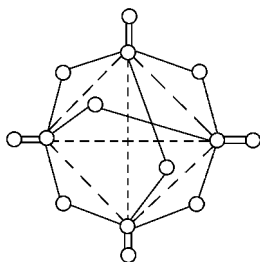


图 1-3



第二节 氮 铵盐

重点难点提示

重点

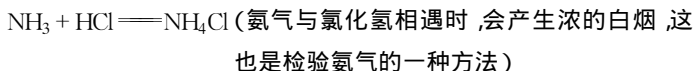
1. 氮(气)的性质和制法。
2. 铵离子的检验。

溶液呈碱性。

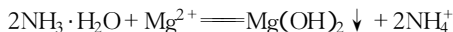
氨气能使湿润的红色石蕊试纸变蓝,是检验氨气的一种方法。

在氨水中氮元素的存在形式有 NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4^+ , 其中最多的为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NH_3 和 NH_4^+ 很少。

与酸反应(生成铵盐):



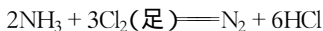
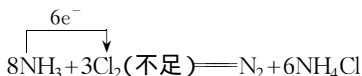
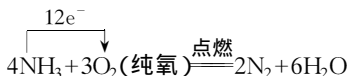
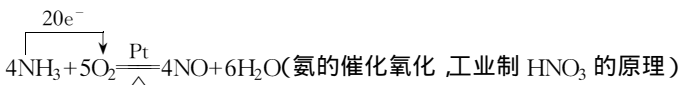
与盐反应:



氨水可用于沉淀分离某些离子或制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等。

(2)还原性。

NH_3 中 N 元素为 -3 价,可被氧化剂氧化。



上述后三个反应,均为置换反应,活泼非金属置换不活泼非金属。

注意 ①氨的碱性表现在两个方面:一是 NH_3 分子直接与 H^+ 以配位键形式形成 NH_4^+ 。如:氨气与酸的直接反应。二是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (一水合氨)能电离出 NH_4^+ 和 OH^- 相当于一元弱碱。如:酸或某些盐与氨水的反应。

②在有关氨水的计算中,通常只把 NH_3 当作溶质计算。

③挥发性的强酸与氨气在空气中相遇,便产生白烟,如 HCl 、 HBr 、 HNO_3 ,遇 NH_3 均有白烟产生。而 H_2SO_4 、 H_3PO_4 、 H_2CO_3 则无此现象。

④氨水和液氨的区别见表 1-3。

表 1-3

名称	氨水	液氨
形成	氨气溶于水	氨气降温加压液化
物质分类	混合物	纯净物
成分	H_2O 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_3 、 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+	NH_3 (极少量的 NH_2^- 、 NH_4^+)

4. 氨气的用途

(1) 制冷剂。

(2) 制化肥: 硫酸、硝酸、尿素等。

(3) 制 HNO_3 。

5. 氨气的制法

(1) 实验室制法。

用铵盐 $[\text{NH}_4\text{Cl}]$ 与消石灰混合加热来制取氨气。

装置: 固-固反应加热装置(参考教材)。

原理 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

收集: 只能用向下排空气法。

干燥: 碱石灰。

检验: 用湿润的红色石蕊试纸接近瓶口(变蓝)或用蘸有浓盐酸的玻璃棒接近瓶口(产生白烟)。

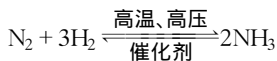
注意 ①制氨气所用铵盐不能用硝酸铵、碳酸铵。因为加热过程中 NH_4NO_3 可能发生爆炸性的分解反应, 发生危险; 而碳酸铵受热极易分解产生 CO_2 , 使生成的 NH_3 中混有较多 CO_2 杂质。

②消石灰不能用 NaOH 、 KOH 代替, 原因是 a. NaOH 、 KOH 具有吸湿性, 易结块, 不利于产生 NH_3 ; b. 在高温下 NaOH 、 KOH 能腐蚀试管。

③干燥剂不能选用浓 H_2SO_4 、无水 CaCl_2 、 P_2O_5 等, 它们均能与 NH_3 发生反应。

④由于 NH_3 极易溶于水, 在制备、收集过程中, 都应尽可能地不与水接触以减少损失和防止倒吸现象。

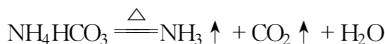
(2) 工业制法。



6. 铵盐

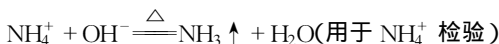
(1) 易溶于水的无色离子晶体。

(2) 易分解。



氧化性酸的铵盐,分解产物受温度的影响。一般在低温下分解可得到 NH_3 和相应酸。如 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HNO}_3$,但随着温度的升高,产物越来越复杂。

(3)与碱反应。



(4) NH_4^+ 检验方法。

将晶体与浓 NaOH 溶液混合共热,再用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体,若试纸变蓝,则有 NH_4^+ ,证明是铵盐。

注意 氨和铵的区别:氨分子是中性分子,能够独立存在,铵是带一个单位正电荷的阳离子,类似于金属离子,所以用“金”字旁,铵只能与另一阴离子共存,氨分子空间构型为三角锥形,极性分子,铵根离子的空间构型为正四面体型,氨易跟酸反应形成铵盐,铵盐则易和碱反应放出氨气,读音不同,氨读 ān,铵读 jiǎn。

知识点应用

【例 1】如图 1-5 所示,实验形成的“喷泉”的颜色为红色。回答下列问题:

(1)烧瓶内装的是什么气体?

(2)为什么会产生此种现象?

(3)假定实验是在标准状况下进行的,喷泉停止后,烧瓶内充满了水。该溶液的物质的量浓度是多少?

(4)实际的情况是,即使每一步都无错误,喷泉停止后,烧瓶也不能被水充满,试分析原因。

解析 这是一道实验现象及原理的综合分析题,难度渐增,所涉及的主要知识点为 NH_3 的溶解性,氨水的碱性。

(1)因为气体溶于水后能使酚酞变红,必为碱性气体氨气,而不是氯化氢。

(2)此种现象包含两层意思。一是“红色”,二是“喷泉”。

当小滴管中的水进入烧瓶后,由于氨气极易溶于水,溶解后烧瓶内压强小于外界大气压,水被压入烧瓶,进入烧瓶内的水进一步溶解 NH_3 ,烧瓶内压强会急剧下降,水会越来越迅速地通过导管上的尖嘴进入瓶内而形成“喷泉”的现象,直

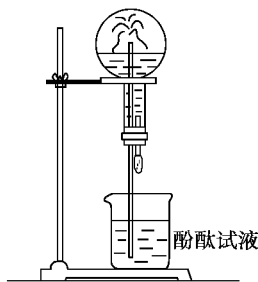


图 1-5