

路路通



高二化学

与新教材同步 重点中学名师主笔

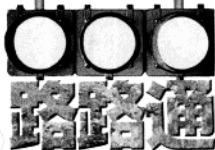
◆丛书主编 / 莫志斌

◆本册主编 / 彭云霞

- 知识要点通晓
- 典型例题通析
- 综合能力通训
- 课本习题通解
- 单元考点通测

◆ 湖南师范大学出版社





丛

书

◆丛书主编 / 莫志斌

◆丛书副主编 / 陈来满 何宪才

高二化学

◆本科主编 / 谭富桃 于尚慈

◆本册主编 / 彭云霞

◆撰稿 / 彭云霞

黎明

罗晨钟

◆湖南师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

路路通丛书·高二化学 / 莫志斌主编. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2002.6

ISBN 7—81081—173—8/G·113

I. 路... II. 莫... 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 (2002) 第 036255 号

路路通丛书·高二化学

丛书主编: 莫志斌

本册主编: 彭云霞

策划组稿: 何海龙

责任编辑: 李巧玲

责任校对: 刘琼琳

湖南师范大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南岳阳印刷厂印刷

730×988 16 开 13.25 印张 336 千字

2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—8200 册

ISBN7—81081—173—8/G·113

定价: 14.00 元

【 前 言 】

《路路通丛书》是一套涵盖中学主要课程（语文、数学、英语、物理、化学）的同步学习辅导用书，根据人民教育出版社最新教材编写。丛书含金量高，特点鲜明，主要体现在以下几个方面：

一、名师主笔。作者来自湖南师范大学附属中学、长郡中学等湖南省重点中学教学第一线的优秀骨干教师。

二、内容适用。丛书紧密结合教材内容，先抓住课本知识要点进行梳理，然后精辟讲解三种难度不一的、涉及中（高）考点的题目（基础题、提高题、强化题），基础一般的同学可以循序渐进，基础较好的同学可以直接攻坚，从中可以掌握学习方法，少走弯路，举一反三。而后则是名师们精心编排的最新的题库，以训练你的综合能力（从后面的答案可以知道自己“能量”的大小）。当然，接着的课本习题解答与提示更具有实用性和启发性。至于每个单元的考点测试题（附答案）则是检验阶段性学习成果的一把好“尺子”。

三、体例新颖。丛书包括五个栏目：知识要点通晓、典型例题通析、综合能力通训、课本习题通解、单元考点通测。体例是依照学生的学习规律而设计的，它主要是能让学生掌握巧学方法，提高综合能力。它不仅能同时满足不同学习程度的学生的需要，而且能使学生更快、更牢固地掌握课堂内外知识，逐步提高分析、解决问题的能力。

四、版式独特。丛书采用国际流行开本，每个版面配有精美的图片，内芯小五号字体，容量更加丰富。

每年暑假推出新书，上下册合为一本，买一本用一年，不但经济合算，而且便于预习与复习，起到有备而“战”、温故而知新的作用。

高三年级的图书根据教育部考试中心《2002年普通高等学校招生全国统一考试说明》编写。初三用书亦与中考紧密结合，实用价值更大。

受教材改版等因素影响，丛书个别分册体例稍有差异。

丛书编写过程中错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者
2002年6月

前 言

1

1117258

目 录

第一章 氮族元素	(1)
第一节 氮和磷	(1)
第二节 氨 铵盐	(7)
第三节 硝酸	(15)
第四节 氧化还原反应方程式的配平	(23)
第五节 有关化学方程式的计算	(28)
单元考点通测	(33)
第二章 化学平衡	(38)
第一节 化学反应速率	(38)
第二节 化学平衡	(43)
第三节 影响化学平衡的条件	(49)
第四节 合成氨条件的选择	(55)
单元考点通测	(58)
第三章 电离平衡	(64)
第一节 电离平衡	(64)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(68)
第三节 盐类的水解	(72)
第四节 酸碱中和滴定	(78)
单元考点通测	(84)
第四章 几种重要的金属	(89)
第一节 镁和铝	(89)
第二节 铁和铁化合物	(96)
第三节 金属的冶炼	(102)
第四节 原电池原理及其应用	(107)
单元考点通测	(113)
第五章 烃	(119)
第一节 甲烷	(119)
第二节 烷烃	(122)
第三节 乙烯 烯烃	(128)

第四节	乙炔 炔烃	(133)
第五节	苯 芳香烃	(138)
第六节	石油 煤	(143)
	单元考点通测	(146)
第六章	烃的衍生物	(150)
第一节	溴乙烷 卤代烃	(150)
第二节	乙醇 醇类	(154)
第三节	有机物分子式和结构式的确定	(158)
第四节	苯酚	(163)
第五节	乙醛 醛类	(167)
第六节	乙酸 羧酸	(171)
	单元考点通测	(176)
第七章	糖类 油脂 蛋白质	(181)
第一节	葡萄糖 蔗糖	(181)
第二节	淀粉 纤维素	(184)
第三节	油脂	(186)
第四节	蛋白质	(189)
	单元考点通测	(192)
第八章	合成材料	(196)
第一节	有机高分子化合物简介	(196)
第二节	合成材料	(198)
第三节	新型有机高分子材料	(201)

第一章

氮族元素

第一节

氮和磷

知识要点



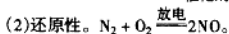
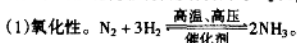
1. 关于氮族元素

氮族元素包括 ${}_{7}\text{N}$ 、 ${}_{15}\text{P}$ 、 ${}_{33}\text{As}$ 、 ${}_{51}\text{Sb}$ 、 ${}_{83}\text{Bi}$ ，位于元素周期表的VA族，最外层均有5个电子，从N到Bi原子半径逐渐增大，非金属性递减，金属性递增。最高价氧化物对应的水化物为 HRO_3 、 H_3RO_4 ，气态氢化物为 RH_3 。主要化合价为-3、0、+3、+5价，氮还有+1、+2、+4价。

氮族元素与同周期所对应的氧族、卤族元素的非金属性比较：氮族元素 < 氧族元素 < 卤族元素。

2. 氮分子结构和化学性质

氮分子的电子式为 $\text{N}::\text{N}:$ ，结构式为 $\text{N}\equiv\text{N}$ 。氮分子的 $\text{N}\equiv\text{N}$ 键很牢固，使氮分子的结构很稳定，在某些情况下，氮气可代替惰性气体使用。但在高温、高压、放电等条件下，氮分子获得足够的能量，使其共价键断裂而与 H_2 、 O_2 等发生化学反应。



(电闪雷鸣、汽车引擎中发生此反应)

3. 氮的常见氧化物

氮的氧化物有： N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5 ， N_2O_5 是 HNO_3 的酸酐， N_2O_3 是 HNO_2 的酸酐，其余均不是酸酐。 NO_2 为红棕色，易与 H_2O 反应生成 HNO_3 和 NO ； NO 不溶于水，易与 O_2 反应生成 NO_2 。

4. 有关 NO 、 NO_2 、 O_2 等混合气体溶于水的计算

(1) NO_2 与 H_2O 。由于 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}\uparrow$ ，可运用差量法来计算。气体体积将减少 $2/3$ ，剩余的气体体积为原来的 $1/3$ 。

(2) NO 与 O_2 与 H_2O 。由于 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ， $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}\uparrow$ ，生成的 NO 又可与 O_2 反应生成 NO_2 ， NO_2 又能与水反应，只要氧气足够，反应就会循环地进行下去，可以使 NO

中的氮元素全部转化为 HNO_3 , 则有: $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 。

当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) = 4:3$ 时, 无剩余气体。

当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) > 4:3$ 时, 剩余气体为 NO 。

当 $V(\text{NO}) : V(\text{O}_2) < 4:3$ 时, 剩余气体为 O_2 。

(3) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。由于 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, 与(2)同理, 可得 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 。

当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) = 4:1$ 时, 无剩余气体。

当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) > 4:1$ 时, 剩余气体为 NO_2 。

当 $V(\text{NO}_2) : V(\text{O}_2) < 4:1$ 时, 剩余气体为 O_2 。

5. 关于磷的性质

(1) 磷的同素异形体的比较。

名 称	白 磷	红 磷
性质	白色蜡状固体, 有毒, 不溶于水, 易溶于 CS_2 , 着火点低 (40°C), 常温下易氧化、易自燃, 能与卤素化合生成卤化磷	暗红色粉末状固体, 无毒, 不溶于水, 也不溶于 CS_2 , 着火点高 (240°C), 常温下不易氧化, 不自燃, 能与卤素化合生成卤化磷
贮存	保存在冷水中, 并密闭	保存在密闭容器中
用途	制高纯度磷酸、燃烧弹、烟幕弹	制取高纯度磷酸、农药、安全火柴
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	

(2) 磷和氮的比较。

磷元素的非金属性比氮元素的非金属性弱, 这主要是氮原子的电子层数少, 原子核对外层电子的吸引力强, 更容易获得电子。磷单质的化学性质比 N_2 更活泼, 容易与 O_2 、 Cl_2 等反应生成 P_2O_5 、 PCl_3 、 PCl_5 。这主要是因为它们的分子结构不同。氮分子的 $\text{N}=\text{N}$ 键很牢固, 使氮分子的结构很稳定。



例 1 砷为第四周期 VA 族元素, 根据其在元素周期表中的位置推测, 砷不可能具有的性质是()。

- A. 砷在通常状况下是固体
- B. 可以有 -3 、 $+3$ 、 $+5$ 等多种化合价
- C. As_2O_3 对应水化物的酸性比 H_3PO_4 弱
- D. 砷的还原性比磷弱

突破口 根据氮族元素的相似性和递变性进行分析、推断。

答案 D

例 2 氮气与其他单质化合一般需高温, 有时还需高压等条件, 但金属锂在常温、常压下就

能与氮气化合生成氮化锂,这是因为()。

①此反应可能是吸热反应;②此反应可能是放热反应;③此反应可能是氮分子不必先分解为原子;④此反应前可能氮分子已分解成原子

A. ①②

B. ②④

C. ②③

D. ①④

突破口 由于氮分子中的 $\text{N}=\text{N}$ 键很牢固,在反应中氮分子要分解成原子,必须要获得足够的能量。因此常温下氮气很难与其他单质反应。

答案 C

例3 某氮的氧化物和一氧化碳在催化剂的作用下充分反应,生成氮气和二氧化碳。若测得氮气和二氧化碳的物质的量之比为 1:2,则该氮的氧化物是()。

A. N_2O

B. NO

C. NO_2

D. N_2O_5

突破口 从反应产物 N_2 和 CO_2 的系数之比为 1:2 得出,参加反应的氮的氧化物 NO_x 和 CO 的系数之比为 2:2,即 $2\text{NO}_x + 2\text{CO} \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$,由氧原子守恒可知 $x=1$,即 NO。

答案 B

例4 将 20 ml 二氧化氮和氨的混合气体,在一定条件下充分反应,化学方程式为 $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 = 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ 。已知参加反应的二氧化氮比氨少 2 ml(气体体积均在相同状况下测定),则原混合气体中二氧化氮和氨的物质的量之比是()。

A. 3:2

B. 2:3

C. 3:7

D. 3:4

突破口 抓住参加反应的二氧化氮比氨少 2 ml,并与题中的化学反应方程式对照,可知参加反应的二氧化氮为 6 ml,氨为 8 ml,即有 14 ml 气体参加了反应,剩余未反应的气体体积为 $20 \text{ ml} - 14 \text{ ml} = 6 \text{ ml}$ 。(1)当二氧化氮过量时, $V(\text{NO}_2) = 6 \text{ ml} + 6 \text{ ml} = 12 \text{ ml}$, $V(\text{NO}_2):V(\text{NH}_3) = 12:8 = 3:2$;(2)当氨过量时 $V(\text{NH}_3) = 8 \text{ ml} + 6 \text{ ml} = 14 \text{ ml}$, $V(\text{NO}_2):V(\text{NH}_3) = 6:14 = 3:7$ 。

答案 A、C

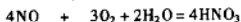
例5 常温下 40 ml NO_2 和 NO 的混合气体中,混入 20 ml O_2 ,把混合气体通过足量的水中,最后剩下的气体在相同状况下体积为 5 ml,求原混合气体中 NO_2 和 NO 各多少毫升?

突破口 剩余气体的体积为 5 ml,可能是氧气,也可能是一氧化氮,故有两种情况。

(1)当剩余 5 ml 气体为氧气,设原混合气体中有 NO_2 为 x ml。

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

$$x \quad \frac{1}{4}x$$



$$40 - x \quad \frac{3}{4}(40 - x)$$

$$\frac{1}{4}x + \frac{3}{4}(40 - x) = 15$$

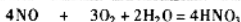
$$x = 30 \text{ ml}$$

则 NO 为 $40 \text{ ml} - 30 \text{ ml} = 10 \text{ ml}$ 。

(2)当剩余 5 ml 气体为一氧化氮时,设原混合气体中有二氧化氮 y ml。

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

$$y \quad \frac{1}{4}y$$



$$(35-y) - \frac{3}{4}(35-y)$$

$$\frac{1}{4}y + \frac{3}{4}(35-y) = 20$$

$$y = 12.5 \text{ ml}$$

则 NO 为 $40 \text{ ml} - 12.5 \text{ ml} = 27.5 \text{ ml}$ 。

答案 (1) 二氧化氮为 30 ml, 一氧化氮为 10 ml。

(2) 二氧化氮为 12.5 ml, 一氧化氮为 27.5 ml。

综合能力 训练

- 氮族元素中最高价含氧酸中酸性最强的是 _____, 常见酸中氧化性最强的是 _____; 气态氢化物中最稳定的是 _____, 其水溶液碱性最强的是 _____。
- 某元素的最高价氧化物为 R_2O_5 , 该元素的气态氢化物中含氢的质量分数为 8.82%, 已知该元素原子核内中子数比核外电子数多 1。试推断:
 - (1) 该元素的名称是 _____, 在元素周期表中的位置是 _____。
 - (2) 该元素的最高价氧化物对应水化物的酸性强弱与同周期元素最高价含氧酸的酸性比较, 由强到弱的顺序是(写化学式) _____。
- 氮气的化学式是 _____, 电子式是 _____, 结构式是 _____。氮分子结构 _____, 常温下化学性质 _____, 但在高温、高压、放电等条件下可以和氢气、氧气等物质发生反应, 反应的化学方程式为 _____。
- 在白炽灯中常加入极少量的红磷, 其作用是 _____; 常充入一定量的氮气, 其作用是 _____。
- 常用的安全火柴盒的侧面涂有红磷和 Sb_2S_3 等, 火柴头上的物质一般是 KClO_3 、 MnO_2 和 S, 其中起氧化剂作用的是()。

A. Sb_2S_3 B. 红磷 C. KClO_3 D. S
- 下列说法不正确的是()。

A. 碱金属元素都有 +1 价化合物 B. 氢元素有 +1、-1 价化合物

C. 卤族元素都有 -1、+7 价化合物 D. 氮族元素都有 +3、+5 价化合物
- 鉴别 NO_2 与溴蒸气, 不宜选用()。

A. AgNO_3 溶液 B. 适当降温

C. 水 D. 湿润的淀粉碘化钾试纸
- 在通常情况下, 下列不能共存于同一容器中的气体是()。

A. NO_2 和 O_2 B. NO 和 NO_2 C. NO 和 O_2 D. H_2 和 O_2
- 实验室保存下列物质: ①溴、②红磷、③钠、④白磷、⑤硫磺, 其中常用水做保护剂的是()。

A. ①④ B. ②④ C. ③④⑤ D. 只有④

10. 红磷和白磷在一定条件下可以互变,这一变化是()。
- A. 物理变化 B. 化学变化 C. 氧化还原反应 D. 不能确定
11. 在两个容器中,控制不同条件,磷和氧气反应分别按如下两种方式进行。容器一: $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$, 容器二: $4P + 3O_2 = 2P_2O_3$, 若在两容器里分别放入 1 mol 磷和 1 mol 氧气, 经充分反应后, 所得 P_2O_3 与 P_2O_5 的物质的量之比是()。
- A. 1:1 B. 3:4 C. 4:5 D. 3:5
12. 在 NO_2 被水吸收的反应中, 发生还原反应和发生氧化反应的物质, 其质量比为()。
- A. 3:1 B. 1:3 C. 1:2 D. 2:1
13. 0.05 mol 红磷在一定量的氯气中燃烧, 结果固体质量增加 7.5 g, 则生成的物质是()。
- A. 只有 PCl_5
B. 只有 PCl_3
C. PCl_3 和 PCl_5 , 其中物质的量为 $PCl_3 > PCl_5$
D. PCl_3 和 PCl_5 , 其中物质的量为 $PCl_3 > PCl_5$
14. 将盛有 NO_2 和 O_2 的混合气体的试管倒立于盛水的水槽中, 最后试管内充入占试管容积 $5/6$ 的水, 则 NO_2 和 O_2 的体积比是()。
- A. 2:1 B. 3:1 C. 5:1 D. 9:1
15. 雷雨时, 植物在土壤中吸收从空气中得到的氮肥是()。
- A. N_2 B. NO C. 稀 HNO_3 D. NO_3^-
16. 下列气体不会造成大气污染的是()。
- A. NO_2 B. NO C. N_2 D. SO_2
17. 甲、乙两学生分别用 NaH_2PO_4 溶液和石灰水进行混合反应实验。他们各在含 0.01 mol NaH_2PO_4 的溶液中滴加石灰水。甲要使溶液中 $H_2PO_4^-$ 完全转化为 PO_4^{3-} , 至少要加入含 _____ mol $Ca(OH)_2$ 的石灰水, 此时发生反应的离子方程式是 _____; 乙要使全部 PO_4^{3-} 都转化为磷酸钙沉淀, 他至少要加入含 _____ mol $Ca(OH)_2$ 的石灰水, 此时反应的离子方程式是 _____。
18. 在适当的温度和压强下, 4 体积某气态化合物完全分解后产生 1 体积磷蒸气(P_4)和 6 体积氢气, 由此可推断该气态化合物的化学式为 _____, 该分解反应的化学方程式为 _____。
19. 实验室的白磷保存于水中, 取出后用滤纸吸干表面的水分, 浸入无水酒精中片刻, 再浸入乙醚中片刻即完全除去水分。已知水与酒精互溶, 酒精与乙醚互溶, 用上述方法可除去水分的原因是 _____。
20. 氮的各种氧化物在加热条件下, 均可跟灼热的铁粉发生化学反应。



若将 0.448 l (标准状况) 的 N_xO_y 通过 5.60 g 灼热铁粉, 充分反应后生成 0.224 l (标准

状况)氮气和 2.32 g Fe_3O_4 , 则氮的氧化物(N_xO_y)的化学式是_____,
参加反应的铁的质量是_____, 在该氧化还原反应中发生的电子转移数是_____。

21. 在常温常压下, 把 30 ml 二氧化氮和氧气的混合气体通入倒置在水槽中充满水的量筒里, 充分反应后, 剩余 5 ml 尾气, 试问在原混合气体里二氧化氮和氧气各多少毫升?
22. 在标准状况下, 将 20.8 ml 二氧化碳和氧气的混合气体, 通过足量的过氧化钠并充分反应后, 再缓缓通入倒扣在水中充有 22.4 ml 一氧化氮的试管中, 当反应完毕时, 试管里恰好充满液体, 试问原混合气体中二氧化碳和氧气各多少毫升?

综合能力通训答案

1. HNO_3 HNO_3 NH_3 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 2. (1) 磷 第三周期第 VA 族 (2) $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ (提示: 根据最高价氧化物 R_2O_5 , 可知元素气态氢化物为 RH_3)

3. N_2 : $\text{N} \vdots \vdots \text{N}$: $\text{N} \equiv \text{N}$ 稳定 不活泼 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温, 高压}} 2\text{NH}_3$ $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$

4. 除去灯泡中残留的氧气 保护灯丝, 延长灯泡的使用寿命 5. C 6. C 7. D 8. C

9. A 10. B 11. C 12. C 13. C 14. A, D 15. D 16. C 17. 0.01
 $3\text{H}_2\text{PO}_4^- + 3\text{Ca}^{2+} + 6\text{OH}^- = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{PO}_4^{3-}$ 0.015 $2\text{H}_2\text{PO}_4^- + 3\text{Ca}^{2+} + 4\text{OH}^- = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 18. PH_3 $4\text{PH}_3 = \text{P}_4 + 6\text{H}_2$ 19. 白磷上残留的水溶解在酒精中, 残留的酒精又溶解在乙醚中 20. NO_2 1.68 g 0.16 mol 21. (1) NO_2 : 20 ml, O_2 : 10 ml (2) NO_2 : 27 ml, O_2 : 3 ml 22. 该气体混合物的计算涉及多个反应, 关键是要根据化学反应方程式, 找出各物质间量的相互关系。 CO_2 : 8.0 ml O_2 : 12.8 ml。

课本习题



一、1. VA 5 氮 2. 5 增大 减弱 减弱 减弱 3. +5 -3 减弱 4. $\text{N} \equiv \text{N}$

5. 15 P_2O_5 6. 燃烧 盛水 7. 水 8. 0 +2 +4 -3 +5

二、1. A 2. D 3. B 4. C 5. C 6. D 7. B

三、1. 在汽车尾气中, 能造成城市光化学污染的物质是 NO 和 NO_2 。除了汽车尾气外, 石油产品和煤的燃烧也会排放出这些污染物。 2. ①着火点不同、毒性不同、在 CS_2 中溶解性不同等性质的差异 ②在氧气中燃烧均生成五氧化二磷及二者在一定条件相互转化等都能说明白磷

和红磷是同素异形体。 3. (提示: 回答气体鉴别题的步骤是①观察辨别颜色, ②根据气体的特性考虑, 进行逐个检验, 因为气体不像溶液一样可取几次分做实验) 观察气体, 呈黄绿色的是 Cl_2 。用带火星木条检验气体, 能使木条燃烧更旺的是 O_2 。能使品红溶液褪色的气体是 SO_2 , 使澄清石灰水变浑浊的是 CO_2 , 最后余下的气体是 N_2 。

$\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$ $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 4. NO_2 气体首先与 H_2O 反应, 即 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 水面上升至容积的大约 2/3 处, 由于生成了 NO , NO 与 O_2 反应又生成了 NO_2 , 即又出现红棕色, NO_2 又能与水反应, 所以液面又上升。

5. X: SO_2 Y: Cl_2 Z: NO_2 (1) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ (2) $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 四、16. 8 l

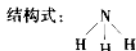
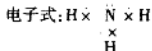
第二节

氨 铵盐

知识要点 通晓



1. 氨分子的结构



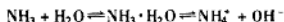
空间构型: 三角锥形, 氮原子位于锥顶, 3 个氢原子位于锥底, N—H 键之间的夹角为 $107^\circ 18'$, 氨分子是由极性键构成的极性分子。

2. 氨的物理性质

(1) 无色, 有刺激性气味。(2) 比空气轻, 密度为 0.771 g/l (标准状况)。(3) 易液化。液氨常用做制冷剂。(4) 极易溶于水。在常温、常压下, 1 体积水中能溶解约 700 体积氨, 并得到氨水。氨水的浓度越大, 密度越小, 氨水的密度小于水的密度。

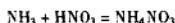
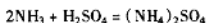
3. 氨的化学性质

(1) 与水反应。

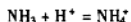


氨的水溶液显碱性, 氨气能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 常用来检验氨气。

(2) 与酸反应。

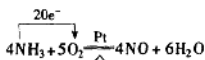


氨与酸反应的实质是:



当挥发性强酸 (如 HCl 、 HNO_3 、 HBr 等) 与氨气在空气中相遇, 便有白烟产生。而 H_2SO_4 、 H_3PO_4 与氨相遇无此现象。

(3) 还原性。

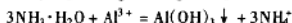
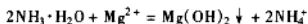


此反应是氨的催化氧化, 工业上常用此法来制备硝酸。

4. 氨水和液氨的区别

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 、 NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+	NH_3

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是一种弱碱,氨水可用于沉淀分离某些金属离子和制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等。



在有关氨水的计算中,通常把 NH_3 当做溶质计算,摩尔质量为 17 g/mol。

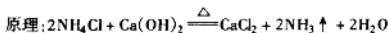
氨水的保存:氨水盛装在玻璃容器、橡皮袋、陶瓷坛或内涂沥青的铁桶里,不能用金属容器直接盛装,因氨水对许多金属有腐蚀作用。

5. 氨气的制法和用途

(1) 实验室制法。

药品:常用铵盐 [NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] 与消石灰。

装置:固-固反应加热装置(与制 O_2 相同)。

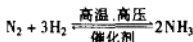


收集:只能用向下排空气法。

干燥:常用碱石灰干燥氨气。不能选用浓 H_2SO_4 、无水 CaCl_2 和 P_2O_5 ,它们均能与 NH_3 发生反应。

检验:①用湿润的红色石蕊试纸(变蓝);②蘸有浓盐酸的玻璃棒接近瓶口(产生白烟)。

(2) 工业制法。

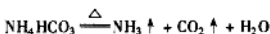


(3) 氨的用途:①制冷剂;②制 HNO_3 ;③制化肥:硝铵、硫铵、尿素等。

6. 铵盐

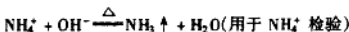
(1) 都是易溶于水的无色离子晶体。

(2) 受热都易分解。



$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4NO_3 在高温下分解,生成物复杂。

(3) 都能与碱反应。



注意 如果是固体铵盐与碱反应,不写离子方程式;铵盐的稀溶液与碱反应又不加热,则为 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,无 NH_3 放出。

(4) 检验方法。

将铵盐与浓 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。

7. NH_3 与 NH_4^+ 的区别

	NH_3	NH_4^+
空间构型	三角锥形	正四面体
电性	中性分子	带正电荷的阳离子
化学性质	易与酸反应 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$	易与碱反应 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

典型例题



例 1 在图 1 所示装置中，烧瓶中充满干燥气体 a，将滴管中的液体 b 挤入烧瓶内，轻轻振荡烧瓶，烧杯中的液体 b 呈喷泉状喷出，最终几乎充满整个烧瓶，则 a 和 b 分别是()。

	a(干燥气体)	b(液体)
A	NO_2	水
B	CO_2	4 mol/l NaOH 溶液
C	Cl_2	饱和 NaCl 水溶液
D	NH_3	1 mol/l 盐酸

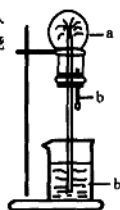


图 1

突破口 应选择 b 液体，因 b 液体极易吸收 a 气体且无其他气体生成，此即抓住题中“最终几乎充满整个烧瓶”的信息。

答案 B、D

例 2 在实验室里可按图 2 所示装置干燥、储存气体 R，多余气体可用水吸收，则 R 是()。

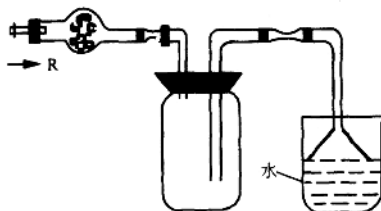


图 2

A. NO_2 B. HCl C. CH_4 D. NH_3

突破口 集气瓶收集的气体是向下排空气法,即气体的密度应比空气小;由倒置漏斗确定该气体是极易溶于水的。

答案 D

例3 生产氯气的化工厂常用浓氨水来检查生产设备和管道是否漏气,如有白烟生成,则说明已发生漏氯,这是为什么?

突破口 从试题给出的信息“如有白烟生成,则说明已发生漏氯”出发,根据氨的性质及元素守恒,“白烟”应是氯化铵小颗粒,再联想氨气有还原性和氯气有强氧化性,两者相遇可能会发生化学反应而产生了氯化氢所致。

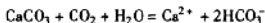
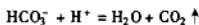
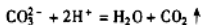
答案 氯气具有强氧化性,在常温下可迅速跟氨气发生氧化还原反应,并生成氯化氢气体,氯化氢气体再与氨气化合生成氯化铵固体,即 $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$,所以有白烟生成,说明设备或管道发生漏氯。

例4 有一瓶白色固体,取少量放入试管中,加入氢氧化钠溶液后加热,有气体a生成,气体a可使湿润的红色石蕊试纸变蓝;另取少量白色固体,加入稀硫酸后有气体b生成,气体b通入澄清石灰水中,有白色沉淀生成,当b过量时,又可见白色沉淀减少,乃至全部消失。取少量白色固体放入蒸发皿中,用酒精灯加热,除有a、b两种气体外,还有水汽生成。从实验中得出气体a无色但有刺激性气味,气体b无色且无刺激性气味。通过上述实验,判断白色固体的组成,并写出相关的离子方程式或化学方程式。

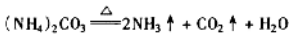
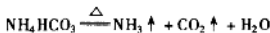
突破口 ①运用实验事实,对气体a和b作出判断;②推出白色固体可能含有的成分;③从白色固体受热分解,产生是气体a、b和水汽,且没有固体残渣,则可对该白色固体作出判断。

答案 ①白色固体跟碱液共热,放出使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体a是氨气,原白色固体属于铵盐。 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

②白色固体跟稀硫酸反应生成的气体跟澄清石灰水反应,生成白色沉淀,气体过量时白色沉淀消失,则无色无刺激性气味的气体b是二氧化碳,原白色固体可能是 NH_4HCO_3 或 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 。



③白色固体受热分解,没有残渣,证明是 NH_4HCO_3 或 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 。



例5 用一充满氨气的烧瓶做喷泉实验,当水充满整个烧瓶后,烧瓶内氨水的物质的量浓度是多少(气体在标准状况下计算)?

突破口 把握好:烧瓶的容积 = 氨气的体积 = 进入烧瓶内水的体积。

解 设烧瓶的容积为 $V \text{ L}$,则

$$\text{氨气的物质的量为} \frac{V \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = \frac{V}{22.4} \text{ mol}.$$

溶液的体积为 V l。

氨水的物质的量浓度为 $\frac{V}{22.4} \text{ mol} \div V \text{ l} = 0.045 \text{ mol/l}$ 。

答案 烧瓶内氨水的物质的量浓度是 0.045 mol/l 。

例 6 在 100 ml NaOH 溶液中加入 NH_4NO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 固体,加热充分反应,图 3 表示加入的混合物质量和产生的气体体积(标准状况)的关系。试计算:

(1) NaOH 溶液的物质的量浓度为 _____

(2) 当 NaOH 溶液的体积为 140 ml , 固体混合物的质量是 51.6 g 时,充分反应后,生成气体的体积(标准状况)为 _____ l。

(3) 当 NaOH 溶液的体积为 180 ml , 固体混合物的质量仍为 51.6 g 时,充分反应后,生成气体的体积(标准状况)为 _____ l。

突破口 (1) 根据图 3 中 34.4 g 混合物和 100 ml NaOH 恰好完全反应,由此求 NaOH 的浓度。

(2) 由 100 ml NaOH 恰好与 34.4 g 混合物完全反应,则 140 ml NaOH 最多只能与 48.16 g 混合物反应,即固体过量,产生氨气由 NaOH 的量计算。

(3) NaOH 过量,生成氨气的体积由固体计算为 $\frac{11.2 \text{ l}}{34.4 \text{ g}} \times 51.6 \text{ g} = 16.8 \text{ l}$ 。

答案 (1) 5 mol/l (2) 15.68 (3) 16.8

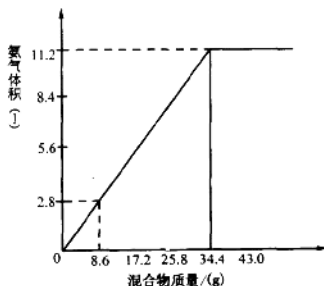


图 3



- 氨分子的电子式是 _____, 结构式是 _____, 经实验测定氨分子呈 _____ 形。氨易溶于水, 氨在水中反应的化学方程式为 _____。氨水中存在的分子有 _____, 存在的主要离子有 _____。除水分子外, 氨水中含量最多的微粒是 _____, 使酚酞试液变红色的是 _____ 离子的性质。
- 实验室常用 _____ 与 _____ 混合加热来制取氨气, 所用铵盐不用硝酸、碳酸是因为 _____; 所选用的碱也不用 NaOH 、 KOH 是因为 _____。除去氨气中的水分常用 _____ 做干燥剂。检验氨气的常用方法是 _____。
- 氨气很容易与 _____ 反应生成铵盐, 所有铵盐都具备的两点重要化学性质是: ① _____