

高中新课程同步导学

化 学

(二年级上)

济宁市教学研究室 编

山东人民出版社

《高中新课程同步导学》丛书编委会

主 编 徐凤社

副主编 李宗文 张格森 王永兰

编 委 (以姓氏笔画为序)

王永兰 王印国 李宗文 何庆友 张西玖

张格森 吴昭洪 杜维新 单成林 徐凤社

秦修东 袁汝亮 崔衍东

本 册 主 编 杜维新

本册副主编 李庆玉 张德娟

本 册 编 者 宋广宏 丁万宝 马克运 臧德香 胡荣娟

编写说明

教育部于2000年3月颁布了全日制普通高级中学课程计划和教学大纲,到2002年秋季全国高级中学已普遍使用了新编教材。教学大纲的修订和教材的更新,不单单是教学内容的调整,更重要的是教学观念和教学方法的变革。为了适应这种新的变化,我们组织了一批教育观念先进、理论素养较高、业务功底扎实、教学经验丰富的骨干教师,经过反复酝酿、精心策划,编写了这套与新教材相适应的教学辅导用书。目的在于引导学生对学科内的基本内容、知识体系进行归纳、梳理、巩固,在深入探索的基础上,发现疑点,提出有创新价值的问题,然后通过具体的训练,落实所学知识,提高分析问题、解决问题的能力。

本套丛书在编写过程中,尤其在以下几个方面作了较大的努力。

1. 注重科学性。正确处理了获取知识和培养能力的关系,在课本知识和学科知识得以巩固深化的前提下,加大了能力培养的力度,知识阐释和训练设计力求符合教学规律和学生的认知规律,对知识的归纳分析逻辑严密,习题的解析评价科学合理,重视操作能力和综合能力的培养,理科加强了实验技能的训练,文科加强了语言表述的训练,同时也兼顾了学科内综合和跨学科综合能力的同步提升。
2. 突出创新性。依据新的教学理念和新大纲的要求,对教材内容体系进行重新审视和梳理,摒弃了那些与今天的时代特征明显不相符的陈旧认识,更加注重学生的思维质量和认知过程。在训练的设计上,以提高学生的能力为根本出发点,增强了题目的灵活性、开放性,增强了实验类、应用类、主观表述类的试题的数量。栏目的名称、栏目的设计也力求不落窠臼,能给人一种全新的感受。
3. 强调实用性。内容的编排与教学实际、教学程序相吻合,即便于老师配合课堂教学进行同步辅导,又便于学生课下自学,章节重点突出,选择例题典型,参阅资料丰富,答案的解析步骤清晰、齐全,这些都给师生的使用带来极大的便利。

《高中化学新课程同步导学》将帮助学生通过〔学习指导〕栏目,对知识进行归纳整理,使之结构化、网络化;通过〔解题指导〕〔巩固练习〕栏目形成解题思路,促进优化思维过程,力求将知识转化为能力。各栏通过调整学习的策略,努力提高学习的效率。

本书在策划过程中,采纳了许多老师提出的好的建议,特别是在书稿审校时,得到了济宁一中化学老师的大力协助,在此一并表示感谢。对于书中存在的缺点和错误,还望老师和同学们及时批评指正,以便今后加以改进。

编者

2003年8月

目 录

第一章 氮族元素	(1)	本章检测题(B).....	(54)
第一节 氮和磷	(1)	第三章 电离平衡	(57)
第二节 氨 铵盐	(5)	第一节 电离平衡	(57)
实验一 氨的制取和性质 铵离子 的检验	(9)	第二节 水的电离和 溶液的 pH	(61)
第三节 硝酸	(12)	第三节 盐类的水解	(65)
第四节 氧化还原反应方程式 的配平	(16)	实验三 电解质溶液	(70)
第五节 有关化学方程式的 计算	(20)	第四节 酸碱中和滴定	(73)
本章检测题(A)	(23)	实验四 中和滴定	(77)
本章检测题(B).....	(26)	本章检测题(A)	(80)
第二章 化学平衡	(29)	本章检测题(B).....	(82)
第一节 化学反应速率	(29)	第四章 几种重要的金属	(85)
第二节 化学平衡	(33)	第一节 镁和铝	(85)
第三节 影响化学平衡 的条件	(39)	第二节 铁和铁的化合物	(90)
第四节 合成氨条件的选择	(45)	第三节 金属的冶炼	(96)
实验二 化学反应速率和 化学平衡	(48)	第四节 原电池原理及其 应用	(99)
本章检测题(A)	(50)	本章检测题(A)	(103)
		本章检测题(B)	(106)
		参考答案	(110)

第一章 氮族元素

第一节 氮和磷

【学习指导】

一、氮族元素

1. 氮族元素包括 N、P、As、Sb、Bi 五种元素,在周期表中位于 V A 族。氮族元素的原子最外层都有 5 个电子,这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。由于氮族元素的核外电子层数不同,随着原子序数的增加原子半径逐渐增大,导致了氮族元素的单质及化合物在性质上具有递变性和差异性。

2. 氮族元素的相似性和递变性

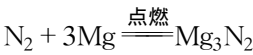
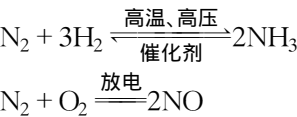
相似性	递变性
①主要化合价为 - 3、+ 3、+ 5 (Sb、Bi 除外)	①氮、磷、砷、锑、铋单质从非金属过渡到金属。
②气态氢化物中都显 - 3 价, 分子式为 RH ₃	②在化学反应中得电子能力减弱, 失电子能力增强。
③最高价氧化物的化学式为 R ₂ O ₅	③最高价氧化物水化物的酸性减弱 HNO ₃ > H ₃ PO ₄ > H ₃ AsO ₄
④最高价氧化物对应的水化物化学式为 H ₃ RO ₄ 或 HRO ₃	强酸 中强酸 弱酸 ④气态氢化物稳定性减弱 NH ₃ > PH ₃ > AsH ₃

二、氮气

1. 纯净的氮气是一种无色无味的气体,密度比空气的稍小。难溶于水,熔点是 - 209.9℃,沸点是 - 195.8℃。

2. 氮气是由氮原子组成的双原子分子。氮分子的电子式为 ::N::N: 结构式为 :N≡N:。由于氮分子中的 N≡N 键很牢固,使氮分子的结构很稳定。通常状况下,氮气的化学性质不活泼。

3. 在一定条件下,氮气能与 H₂、O₂ 及一些活泼金属等发生反应



4. 氮的重要氧化物

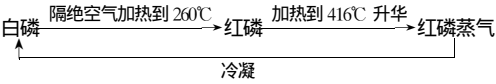
NO 无色、不溶于水的有毒气体,大气的污染物之一。在常温下易被空气中的 O₂ 氧化成 NO₂。

NO₂ 红棕色、有刺激性气味、有毒的气体,易溶于水且与水反应生成 HNO₃ 和 NO。空气中的 NO₂ 在一定条件下易形成光化学烟雾。因此,它是大气的污染物之一。

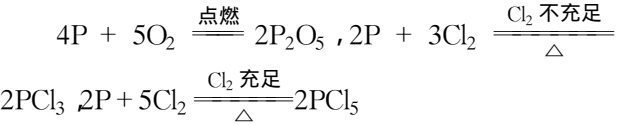
N₂O₃ 是亚硝酸(HNO₂)的酸酐;N₂O₅ 是硝酸(HNO₃)的酸酐。

三、磷

1. 磷的同素异形体间转化:

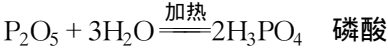


2. 磷的化学性质比 N₂ 活泼,容易与非金属及其它物质发生反应:



3. P₂O₅ 与磷酸(H₃PO₄)

P₂O₅ 白色固体、有极强的吸水性,是磷酸的酸酐,常作干燥剂。



H₃PO₄ 是三元中强酸、具有酸的通性、不易挥发。

【解题指导】

[例 1] 砷为第四周期第 V A 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. 可能有 - 3, + 3, + 5 等多种化合价
- C. As₂O₅ 对应水化物的酸性比 H₃PO₄ 弱
- D. 砷的还原性比磷弱

解析 应根据氮族元素的相似性和递变性回答

该题。

氮族元素单质的状态是由气态到固态,磷为固态,砷必然为固态,同主族元素的化合价相似,氮、磷均有-3、+3、+5等多种化合价,砷作为非金属,也应如此,同主族元素从上到下,金属性增强,非金属性减弱,因此,酸性 $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_3\text{AsO}_4$,还原性 $\text{As} > \text{P}$ 。

[答案]D。

[例2]在含有相同质量的氧原子的一氧化氮、二氧化氮、三氧化二氮、五氧化二氮和一氧化二氮中,含氮原子的质量比为()

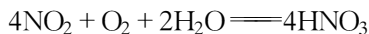
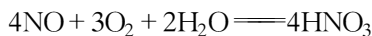
- A. 1:2:3:5:1 B. 1:2:3:4:1
C. 60:30:20:10:5 D. 30:15:20:12:60

解析 解该题关键是抓住相同质量。把化学式统一变形为“ N_xO ”,可得氮原子的质量比为:30:15:20:12:60。

[答案]D。

[例3]有一支容积为12mL的试管内充满 O_2 和 NO_2 的混合气体,将试管倒置于水中,充分反应后(1)若无气体剩余,原混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积分别为多少?(2)若气体剩余2mL,原混合气体中 NO_2 和 O_2 的体积分别为多少?

解析 关于 NO_2 、 NO 、 O_2 混合气体与水反应的计算,可根据总反应方程式进行,有关方程式为:



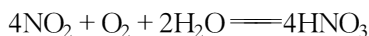
当 NO_2 和 O_2 的混合气体溶于足量的水中,发生如下反应: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$

若 $V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2)=4:1$ 则无气体剩余;

若 $V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2)<4:1$ 则有 O_2 剩余;

若 $V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2)>4:1$ 则有 NO 剩余(因过量的 NO_2 与 H_2O 反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,所以剩余气体是 NO)。

[解答] (1)设原混合气体中 NO_2 体积为 x ,则 O_2 体积为 $(12\text{mL} - x)$



$$\begin{array}{cc} 4 & 1 \\ x & (12\text{mL} - x) \end{array}$$

$$4:x=1:(12\text{mL} - x) \text{ 得 } x=9.6\text{mL}$$

所以 $V(\text{NO}_2)=9.6\text{mL}$ $V(\text{O}_2)=12\text{mL} - 9.6\text{mL}=2.4\text{mL}$

(2)若剩余2mL气体为 O_2 ,设 NO_2 体积为 y ,参加反应的 O_2 体积为 $(10\text{mL} - y)$

$$\text{则 } 4:y=1:(10\text{mL} - y) \quad y=8\text{mL}$$

$$\text{所以 } V(\text{NO}_2)=8\text{mL} \quad V(\text{O}_2)=(10\text{mL} - y) + 2\text{mL}=12\text{mL}$$

(3)若剩余2mL气体为 NO 。设参加反应的 O_2 体积为 Z ,则与 O_2 、 H_2O 反应的 NO_2 体积为 $4Z$ 。



$$\begin{array}{ccc} 3 & & 1 \\ 6\text{mL} & & 2\text{mL} \end{array}$$

$$\text{则 } 6\text{mL} + 4Z = 12\text{mL} - Z$$

$$Z = 1.2\text{mL}$$

所以 $V(\text{O}_2)=1.2\text{mL}$, $V(\text{NO}_2)=10.8\text{mL}$ 。

【巩固练习】A)

一、选择题(每小题只有一个选项符合题意)

1. 对氮族元素性质的描述正确的是()

A. 在气态氢化物中化合价均为+3价

B. 单质的熔、沸点随核电荷数的增大而升高

C. 气态氢化物的稳定性依次增强

D. 非金属性比同周期氧族元素弱

2. 下列气体不会造成大气污染的是()

A. SO_2 B. N_2 C. CO D. NO

3. 下列用途中,应用了氮气性质的不活泼性的是()

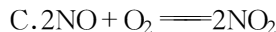
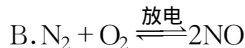
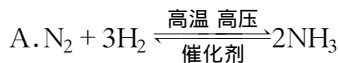
A. 金属焊接时的保护气,和氩气混合填充灯泡

B. 用于合成氨气

C. 医学上,用于作冷冻剂

D. 工业上以氮气为原料之一制硝酸

4. 下列反应中,氮元素被还原的是()



5. 在体积为 $V\text{L}$ 的密闭容器中,通入 $a\text{ mol NO}$ 和 $b\text{ mol O}_2$,反应后容器内氮原子数和氧原子数之比为()

$$\text{A. } \frac{a}{b} \quad \text{B. } \frac{a}{2b}$$

$$\text{C. } \frac{a}{a+2b} \quad \text{D. } \frac{a}{2(a+b)}$$

6. 砷为第四周期VA族元素,根据其在周期表中的位置,推测其不可能具有的性质是()

A. 砷在通常状态下为固体

B. AsH_3 的稳定性比 HBr 的稳定性弱

C. As_2O_3 对应的水化物酸性比 H_3PO_4 强

D. 砷的氧化性比磷弱

7. 某元素 R 的气态氢化物为 RH_3 R 的最高价氧化物中含氧 74% 则 R 的相对原子质量约为()

A. 31 B. 32 C. 15 D. 14

8. 在 NO_2 与水的反应中,发生还原反应与氧化反应的氮元素物质的物质的量之比为()

A. 1:2 B. 1:3 C. 2:1 D. 3:1

9. 将充满 N_2 和 NO_2 共 45mL 的试管,倒立于水槽中,过一段时间气体的体积为 35mL,则原混合气体中 N_2 和 NO_2 的体积比是()

A. 7:2 B. 2:7 C. 1:2 D. 2:1

10. 所有氮的氧化物都能和灼热的铁进行如下反应: $4\text{N}_m\text{O}_n + 3n\text{Fe} \xrightarrow{\text{高温}} n\text{Fe}_3\text{O}_4 + 2m\text{N}_2$ 。现将 2mol N_mO_n 通入足量的灼热铁粉中完全反应,生成 1 mol N_2 和 1 mol Fe_3O_4 ,则氮的氧化物 N_mO_n 是()

A. NO B. NO_2 C. N_2O D. N_2O_5

二、填空题

11. 氮的非金属性比磷_____ (填强或弱,下同)氮气的化学活动性比单质磷_____。

12. 试用几种不同的方法鉴别溴蒸气和 NO_2 两种红棕色气体_____。

13. 空气中的_____是造成光化学烟雾的主要因素,它主要来源于_____。科学家研究表明氮的氧化物 NO_x 可以破坏臭氧层,其过程可简单表示为: $\text{O}_3 + \text{NO} = \text{NO}_2 + \text{O}_2$, $\text{NO}_2 + \text{O} = \text{NO} + \text{O}_2$ 这两个反应循环反复,导致 O_3 在大气平流层中含量减少。因此, NO_x 在破坏臭氧层中起_____作用。臭氧层被破坏的过程可以用一个化学方程式表示为_____。

14. 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 分解反应的化学方程式是_____。

15. 将 VmL NO 和 NO_2 的混合气体通过足量的水,充分反应后,得到一定体积的无色气体 A,将此无色气体 A 与等体积的氧气混合,充分反应后,再通过足量的水,充分反应后还能收集到 5mL 无色气体(以上气体体积均在相同状况下测定)。试回答:

(1) A 是_____其体积是_____ mL。

(2) 计算确定 V 的取值范围:_____。

【巩固练习】B)

一、选择题

1. 下列说法正确的是()

A. 白磷是淡黄色蜡状固体,不溶于水和 CS_2

B. 红磷是暗红色的粉状固体,不溶于水,但能溶于 CS_2

C. 白磷有毒,着火点低,而红磷无毒,着火点比白磷高很多且隔绝空气加热时升华

D. 白磷和红磷是磷的两种同位素

2. 常用的安全火柴盒的侧面涂有红磷和三硫化二锑等,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

3. 城市生活污水中含有磷元素,其中一个重要的来源是家用洗涤剂中含有磷酸钠。处理污水时是否需要除去磷,有以下几种意见,你认为正确的是()

A. 磷是植物生长的营养元素,不必处理

B. 含磷污水排放到自然水中能引起藻类增殖,引起赤潮等现象,必须除去

C. 含磷的污水可以看作磷肥施放到田里,不必处理

D. 污水中的磷会缓慢氧化,发生自燃,不必处理

4. 下列说法不正确的是()

A. 白磷和红磷在一定条件下的转化属于化学反应

B. 磷酸是一种三元酸,可形成两种酸式盐

C. 白磷可用于制造安全火柴

D. 少量白磷应保存在水中

5. 能证明磷元素比氮元素非金属性弱的事实是()

A. 常温常压下单质磷是固体,氮气是气体

B. 磷酸受热不易分解,硝酸受热易分解

C. 磷单质加热时很容易与 O_2 反应,氮气需放电条件下才能与 O_2 反应

D. 磷化氢易被空气中 O_2 所氧化引起自燃,而氮气不能自燃

6. 已知亚磷酸(H_3PO_3)只能生成两种钠盐(NaH_2PO_3 和 Na_2HPO_3),由此推断不正确的说法是()

- A. 亚磷酸中磷呈 +3 价
B. 亚磷酸只有酸式盐而无正盐
C. 亚磷酸有氧化性和还原性
D. 亚磷酸是三元弱酸

7. 下列化肥 ①KNO₃ ②KH₂PO₄ ③过磷酸钙 ④尿素 ⑤(NH₄)₃PO₄ 属于复合肥料的是()

- A. ①②③ B. ②③④
C. ③④⑤ D. ①②⑤

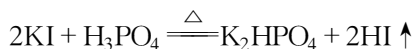
8. 新电灯泡的玻璃柱上涂有一点暗红色物质, 以除去灯泡内残留的氧。该物质是()

- A. 红磷 B. 铜粉
C. Fe₂O₃ D. Cu₂O

9. 0.1 mol 红磷(P)在一定量氯气中燃烧, 其质量增加 15g, 所生成的物质是()

- A. PCl₃ B. PCl₅
C. PCl₃ 和 PCl₅ 混合物 D. 无法判断

10. 实验室里用浓磷酸代替浓硫酸制取溴化氢和碘化氢, 反应方程式为(以制 HI 为例):



对此作出的下列判断中正确的是()

①H₃PO₄ 是高沸点酸 ②H₃PO₄ 的酸性比 HBr、HI 强 ③H₃PO₄ 是二元酸 ④H₃PO₄ 不具有强氧化性 ⑤H₃PO₄ 没有氧化性 ⑥可用浓 H₃PO₄ 代表浓 H₂SO₄ 制 HCl

- A. ①④⑥ B. ②③⑤
C. ①②④⑤⑥ D. ①④⑤⑥

二、填空题

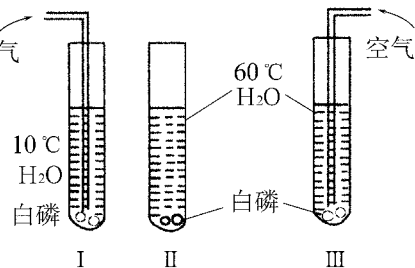
11. 除去红磷中混有的少量白磷, 方法有两种, 其一为物理方法, 做法是_____ ; 其二为化学方法, 做法是_____。

12. (1) 白磷在 O₂ 中燃烧的现象是_____。如果用白磷进行如图所示实验, I、II、III 发生的不同现象是_____。

由此你得出的结论是_____。

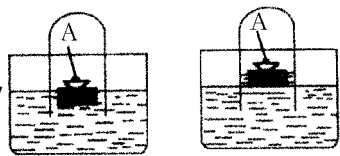
(2) 如下

图所示, 玻璃罩中充满空气, 在木块上蒸发皿中, 放入一块蜡状固体 A, 经过一段时间后



(1X1) 题图

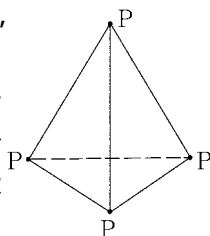
升了约 $\frac{1}{5}$ 的高度。试分析: 固体 A 是____, 水面上升的原因_____。



13. 白磷是由 4 个 (1X2) 题图

磷原子构成的正四面体型分子, 分子结构如右图

(1) 白磷分子中共价键属于_____ 共价键, P₄ 分子属于_____ 分子(填极性、非极性)



(13 题图)

(2) 当 O₂ 不充足时, 白磷与 O₂ 反应中每两个磷原子间结合一个氧原子, 此时所生成化合物分子式为_____。

(3) 如果 O₂ 充足, 白磷燃烧时除每两个磷原子结合一个氧原子外, 每个磷原子还单独结合一个氧原子, 此时生成物化学式为_____。

14. 为方便某些化学计算, 常可将 98% 浓硫酸表示为硫酸水合物形式(H₂SO₄ · $\frac{1}{9}$ H₂O) 或三氧化硫水合物形式(SO₃ · $\frac{10}{9}$ H₂O), 则 98% 浓 H₃PO₄ 表示成磷酸水合物形式为_____, 表示成五氧化二磷水合物形式为_____。

三、计算题

15. 为了配制一种培养液, 需要用含有 NaH₂PO₄ 和 Na₂HPO₄ (它们的物质的量之比为 3:1) 的混合液。每升混合液中含磷元素 0.1 mol。现用 4.0 mol/L 的 H₃PO₄ 溶液和固体 NaOH 配制 2.0 L 混合液, 问需要 H₃PO₄ 溶液多少毫升和 NaOH 多少克?

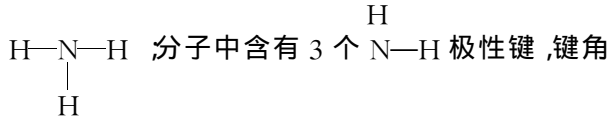
第二节 氨 铵盐

【学习指导】

一、氨

1. 氨的分子结构

氨分子电子式为 $\text{H} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}} : \text{H}$; 结构式为



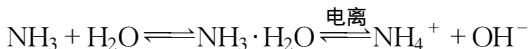
为 $107^{\circ}18'$, 分子空间构型为三角锥形, 是极性分子。

2. 氨气的物理性质

氨气是无色、有刺激性气味的气体, 在标准状况下密度是 0.771 g/L , 比空气小。氨很容易液化。由于氨是极性分子, 氨极易溶于水, 在常温常压下, 1 体积水中约能溶解 700 体积氨。

3. 氨的化学性质

(1) 氨与水的反应



氨溶于水时大部分 NH_3 与 H_2O 结合形成一水合氨 ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可以部分电离成 NH_4^+ 和 OH^- , 所以氨水显弱碱性。

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 不稳定, 受热时分解为 NH_3 和 H_2O 。



氨水对许多金属具有腐蚀作用, 不能用金属容器盛装。

(2) 氨与酸的反应

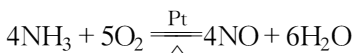
$2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (吸收氨的方法)

$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}$ (氨与氯化氢相遇时, 会生成浓的白烟 (NH_4Cl 小颗粒), 可用来检验氨。)

挥发性的强酸与氨气在空气中相遇都有产生白烟的现象, 如 HCl 、 HBr 、 HI 、 HNO_3 均有白烟产生, 而 H_2SO_4 、 H_3PO_4 则无此现象。

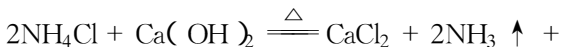
(3) 氨的还原性:

氨的催化氧化



4. 氨的实验室制法

在实验室, 常用加热铵盐 [NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] 和碱 [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] 的混合物的方法来制取氨。



(1) 装置: 固—固反应加热装置, 发生装置与氧气相似。

(2) 收集: 由于氨气易溶于水, 密度比空气小, 所以只能用向下排空气法收集。

(3) 检验: a. 用湿润的红色石蕊试纸 (变蓝); b. 蘸有浓盐酸的玻璃棒接近瓶口 (白烟)。

注意的有关问题:

①制氨气所用的铵盐不能用硝铵、碳铵。因为加热过程中 NH_4NO_3 可能发生爆炸性分解反应, 发生危险; 而碳铵受热极易分解产生 CO_2 , 使生成的 NH_3 中混有 CO_2 杂质。

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

③多余的氨要吸收掉 (可在导管口放一团用水或盐酸浸湿的棉花球), 避免污染空气。

④氨的干燥剂不能选用浓 H_2SO_4 、无水 CaCl_2 、 P_2O_5 等, 它们均能与 NH_3 发生反应。

⑤ NH_3 极易溶于水, 在制备收集过程中, 应尽可能地不与水接触以减少损失和防止倒吸现象。

⑥由于氨水受热分解可产生氨气, 在实验室有时也用加热浓氨水的方法得到氨气。

5. 氨的用途

氨是一种重要的化工产品, 是氮肥工业及制造硝酸、铵盐、纯碱等的重要原料, 也是有机合成工业的重要原料。氨还可作制冷剂。

二、铵盐

1. 定义: 铵根离子 (NH_4^+) 和酸根离子构成的化合物叫做铵盐。

2. 铵盐的性质

(1) 易溶于水的无色晶体。

(2) 与碱反应: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

关系式: $\text{NH}_4^+ \xrightleftharpoons[\text{H}^+]{\text{OH}^-} \text{NH}_3$,

(3) 受热分解反应: $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$;
 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}$ (低温条件)

氯化铵受热分解, 类似于升华, 但不是升华。该反应不是可逆反应, 因为前后两个反应的条件不一样。可以用 NH_4Cl 溶液清洗焊件, 因为氯化铵遇到

灼热的焊体时分解生成 HCl,盐酸与氧化物反应生成可溶于水的氯化物。



3. NH_4^+ 的检验方法

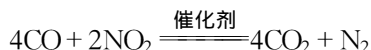
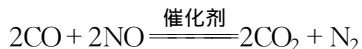
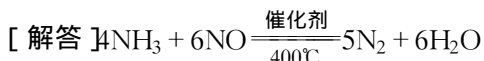
试液加碱、加热,用湿润红色石蕊试纸检验生成的气体,若试纸变蓝,则证明有铵根离子存在。

【解题指导】

【例1】NO是大气污染物。目前有一种治理方法是在 400°C 左右,有催化剂存在的情况下,用氨把 NO 还原为氮气和水,请写出该反应的化学方程式_____。

根据上述反应原理,汽车排放的尾气中所有的 CO 与 NO、 NO_2 等有害气体,也可以在催化剂的作用下转化为无毒气体排放,试写出有关化学方程式_____。

解析 由题目所给出的条件 NO 是氧化剂、 NH_3 是还原剂,且反应后的生成物是 N_2 和水,故可以直接写出反应方程式,当题目引伸到 CO、NO、 NO_2 等有害气体的处理时,应仍从氧化还原反应的角度去分析 CO 作还原剂可以被氧化为 CO_2 、NO、 NO_2 可以作氧化剂还原为 N_2 ,均达到无毒气体的排放要求:



【例2】将 10% 的氨水与 20% 的氨水等体积混合后,所得氨水的质量分数_____15%(填大于、小于或等于)

解析 本题是关于质量分数的计算。由于两溶液是等体积混合,因此必须已知其密度。

设 10% 氨水的密度为 ρ_1 , 20% 氨水的密度为 ρ_2 , 两溶液体积都为 V , 混合后氨水的质量分数为 $x\%$ 。

依题意有: $10\% \rho_1 V + 20\% \rho_2 V = (V\rho_1 + V\rho_2) x\%$

$$\rho_2(20\% - x\%) = \rho_1(x\% - 10\%)$$

因 $\rho_1 > \rho_2$ (浓度小的密度大)

所以 $20\% - x\% > x\% - 10\%$

即 $x\% < 15\%$

【启示】不同浓度的同种物质的溶液等体积混合,符合以下规律:密度大于 1 的混合后的浓度大于两溶液浓度和的 $1/2$;密度小于 1 的,混合后的浓度小于两溶液浓度和的 $1/2$ 。

浓度大的与浓度小的密度若相同,则混合后的浓度等于两溶液浓度和的 $1/2$ 。

【例3】有一瓶白色固体,取少量置于试管中加热,固体逐渐消失,放出水蒸气和其它两种气体,试管内除管口有少量水珠外,没有任何残留物。取 0.350g 这种固体跟过量的碱液反应,生成一种能使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体,这些气体正好能和 30.0mL 0.100mol/L H_2SO_4 完全反应;另取 0.350g 该固体跟足量盐酸反应,放出一种无色、无臭的气体,将这些气体通入过量的澄清石灰水中,得到 0.400g 白色沉淀。

(1) 计算 0.350g 固体中含有的阴离子和阳离子的物质的量。

(2) 根据实验及计算结果确定白色固体是什么? 写出判断的依据。

解析 (1) 从固体与碱液共热时放出能使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体,证明有 NH_4^+ 存在;从固体与酸反应所生成的气体能与石灰水作用产生白色沉淀,证实固体中有 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- 。 $n(\text{CO}_3^{2-} \text{ 或 } \text{HCO}_3^-) = n(\text{CaCO}_3) = \frac{0.400\text{g}}{100\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.004\text{mol}$ $n(\text{NH}_4^+) = 2 \times 0.0300\text{L} \times 0.100\text{mol/L} = 0.006\text{mol}$

(2) 从固体加热分解后,试管内没有任何残留物,以及生成除水蒸气之外只有两种气体,说明该固体中不含任何固体金属离子和其它酸根离子。所以该固体可能是 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 和 NH_4HCO_3 。在 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 中, NH_4^+ 和 CO_3^{2-} 的物质的量之比为 2:1,在 NH_4HCO_3 中, NH_4^+ 和 HCO_3^- 的物质的量之比为 1:1,所以该白色固体是 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 和 NH_4HCO_3 的混合物。

【巩固练习】A)

一、选择题(每小题只有 1 个正确选项)

1. 下列关于氨水的叙述,正确的是()

- A. 氨水具有挥发性
- B. 氨水是液态的 NH_3
- C. 氨水是弱碱性液体能用金属容器盛放
- D. 分别沾有浓氨水和浓 H_2SO_4 的玻璃棒接近时会产生大量白烟

2. 氨是一种重要的致冷剂,原因是()

- A. 氨易溶于水
B. 氨在常温常压下是气体
C. 液氨气化时吸收大量热使周围温度降低
D. 氨由气体变成液体时吸收大量热使周围温度降低

3. 跟氨分子所含的质子总数和电子总数都相同的微粒是()

- A. Na^+ B. Mg^{2+} C. HCl D. HF

4. 下列物质中可用来干燥 NH_3 的是()

- A. 浓 H_2SO_4 B. 碱石灰
C. P_2O_5 D. 无水 CaCl_2

5. 氨气可用来做喷泉实验,主要是由于()

- A. 氨气比空气轻 B. 氨气极易溶于水
C. 氨水呈碱性 D. 氨气易液化

6. 下列各物质分别投入或通入水中,无气体逸出的是()

- A. NO_2 B. 金属钠
C. Na_2O_2 D. NH_3

7. 1L 0.1mol/L 的氨水中含()

- A. NH_3 为 0.1mol
B. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为 0.1mol
C. NH_3 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 共 0.1mol
D. NH_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4^+ 共 0.1mol

8. 在下面的反应中,氨作为氧化剂参加反应是()

- A. $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
B. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Pt}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
C. $2\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = 6\text{HCl} + \text{N}_2$
D. $\text{NH}_3 + \text{NaH} = \text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

9. 密度为 $0.91 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的氨水,质量分数为 25%,该氨水用等体积的水稀释后,所得溶液里溶质的质量分数()

- A. 等于 12.5% B. 大于 12.5%
C. 小于 12.5% D. 无法确定

10. 某混合气体可能有 CO 、 CO_2 、 NH_3 、 HCl 、 H_2 和水蒸气中的一种或几种,当依次通过澄清石灰水(无浑浊现象)、氢氧化钡溶液(有浑浊现象)、浓硫酸、灼热的氧化铜(变红)和无水硫酸铜(变蓝)时,则可断定该混合气体中一定有()

- A. HCl 、 CO_2 、 H_2 B. CO 、 H_2 、 H_2O
C. CO 、 H_2 、 NH_3 D. HCl 、 CO 、 H_2O

11. 下列各组分子中,具有极性键的非极性分子是()

- A. NH_3 和 H_2O
B. CH_4 和 CH_3Cl (一氯甲烷)
C. CO_2 和 CCl_4
D. N_2 和 H_2

二、填空题

12. 通常情况下,氨气是_____色,_____气味的气体,对人的_____、_____、_____等粘膜有_____作用。如果不慎接触过多的氨气,要及时_____。

氨气溶于水可用化学方程式_____表示。大量的氨水一般盛放在_____中,实验室里的氨水应放在_____。工业上制取硝酸是以氨和空气为原料,主要反应过程有三步,写出其化学方程式

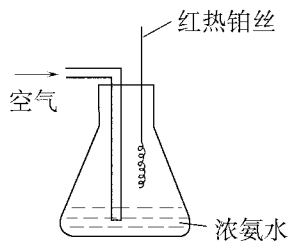
(1)_____

(2)_____

(3)_____

13. 有 A、B、C 三种气体, A 气体在一定条件下能与 O_2 反应生成 B, B 不溶于水,但易与 O_2 反应生成 C; A、C 气体皆易溶于水,所得的溶液可以相互反应生成盐和水,则 A 是_____, B 是_____, C 是_____。

14. 在 50mL 锥形瓶中盛有 20mL 浓氨水,通过玻璃管向氨水中鼓入空气并迅速将烧红的铂丝伸入瓶中并接近浓氨水的液面,试回答:



(1) 向浓氨水中鼓入空气的目的是_____

(14 题图)

(2) 这个反应通常叫做_____反应,化学方程式_____。

(3) 铂丝保持红热,说明此反应是_____反应,生成的红棕色气体是_____,该反应的化学方程式_____。

(4) 实验中,有时看到白烟,此白烟是_____,其生成的原因是_____。

15. 常温下 A 和 B 两种气体组成混合物(相对分子质量: $M_A > M_B$),经分析混合气体中只含有氮和氢两种元素,而且不论 A 和 B 以何种比例混合,氮和氢的质量比大于 14/3。由此可确定 A 为_____, B 为_____,其理由是_____。

_____。
若上述混合气体中氮和氢的质量比为 7:1,则在混合气体中 A 和 B 的物质的量之比为_____,A 在混合气体中的体积百分数为_____ %。

三、计算题

16. 标准状况下,224L NH_3 溶于 1000mL 水中,若所得氨水的密度近似为 $1\text{g}/\text{cm}^3$,求此溶液中 NH_3 的物质的量浓度和质量分数。

【巩固练习】B)

一、选择题

1. 下列性质不是所有铵盐共有的性质是()

- A. 都是晶体
- B. 受热时易爆炸
- C. 与碱共热放出氨气
- D. 能溶于水

2. 如图,在常温常压下,当等体积密闭容器 a 和 b 间隔板被抽去后,整个容器内压强(Pa)为()

11.2L $\text{NH}_3(\text{g})$	11.2L $\text{HCl}(\text{g})$
----------------------------------	---------------------------------

a

b

- A. 约 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$
- B. 约 $2.02 \times 10^5 \text{Pa}$
- C. 约 $\frac{1.01}{2} \times 10^5 \text{Pa}$
- D. 约 0Pa

3. 检验铵盐的方法:将待测物质取出少量放在试管中,以后的操作正确的是()

- A. 加热,用湿润红色石蕊试纸在试管中试之
- B. 用水溶解,用红色石蕊试纸试其溶液
- C. 再加入强碱溶液,加热,滴入酚酞试剂
- D. 加苛性钠浓溶液,加热,用湿润的红色石蕊试纸放在试管口试其是否变蓝

4. 能将 Na_2SO_4 、 NH_4NO_3 、 KCl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 四瓶无色溶液加以区别的一种试剂是()

- A. $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- B. BaCl_2
- C. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- D. AgNO_3

5. 将 NH_4HCO_3 置于干燥的试管中加热,并使放出的气体依次通过盛有过氧化钠和碱石灰的干燥管,最后得到的气体有()

- A. NH_3 、 O_2
- B. H_2O 、 O_2
- C. CO_2 、 O_2
- D. O_2

6. 下列铵盐和过量烧碱混合加热,生成氨气最多的是()

- A. $120\text{g}\text{NH}_4\text{NO}_3$
- B. $66\text{g}(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
- C. $120\text{g}\text{NH}_4\text{Cl}$
- D. $66\text{g}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

7. 下列混合物可用加热方法分离的是()

- A. 碘和氯化铵
- B. 硝酸钾和二氧化锰
- C. 硫酸钾和氯酸钾
- D. 氯化铵和氯化钡

8. 下列微粒中具有相同质子数和电子数的一组微粒是()

- A. NH_3 、 N_2
- B. NH_4^+ 、 H_3O^+
- C. Ne 、 O^{2-}
- D. Na^+ 、 F^-

9. 含有下列某种物质的硫酸铵,经测定含氮为 20.16%,则这种硫酸铵中必混有()

- A. NH_4NO_3
- B. NH_4HCO_3
- C. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- D. NH_4Cl

10. 某温度下,在体积一定的密闭容器中,适量的氨气和氯气恰好完全反应,若反应产物只有 $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$,则反应前后容器中压强比接近于()

- A. 1:11
- B. 11:1
- C. 7:11
- D. 11:7

11. 将质量分数分别为 $5x\%$ 的 A 溶液与 $x\%$ 的 A 溶液等体积混合后,其质量分数小于 $3x\%$,则 A 可能为下列物质中的()

- A. H_2SO_4
- B. NH_3
- C. NaCl
- D. 酒精

12. 甲、乙、丙是三种可溶性且不含有相同离子的离子化合物,它们的阳离子是 NH_4^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} ,阴离子是 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 OH^- ,取等质量的三种化合物配制成相同体积的溶液,其物质的量浓度由大到小顺序是甲>乙>丙,则乙物质可能是()

- A. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- B. NaOH
- C. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
- D. NH_4NO_3

二、填空题

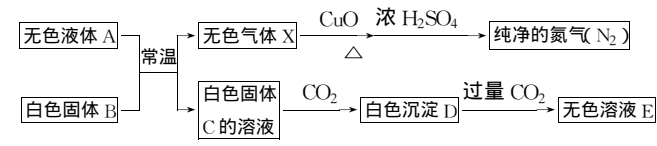
13. A^+ 、 B^+ 两种阳离子,其核外电子总数相同。现将含 A^+ 的盐跟含 B^+ 的碱共热,可以生成一种能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体。则 A^+ 的电子式为_____, B^+ 的离子结构示意图为:_____。

14. 实验室制 NH_3 的气体发生装置与制取_____气体相同,但气体的收集装置不同,原因_____。
_____。收集 NH_3 的试管口处放置一团棉花

的作用是_____ ,氨气是否收集满的检验方法是_____

_____。干燥氨气可将气体通过盛放_____ (填干燥剂)的_____ (填仪器名称)。

15. A、B、C、D、E 各物质的关系如图：



其中 X 是能使红色石蕊试纸变蓝的气体。

(1) 无色液体 A 是_____ , A 与 B 反应的化学方程式为_____。

(2) 由 X 转化为氮气(N₂)的化学方程式为：_____。

(3) 白色固体 C 的化学式为_____ , 写出由 D 转化为 E 的离子方程式：_____。

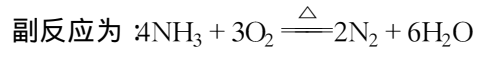
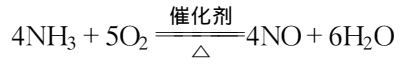
16. 各取一定量的 NaHCO₃ 和 NH₄HCO₃ , 分别

加热到 300℃ 使之完全分解 , 在该温度和相同压强下收集到的气体体积之比是 1:6 , 则原来 NaHCO₃ , 和 NH₄HCO₃ 的物质的量之比是_____。

三、计算题

17. 硝酸铵和硫酸铵混合物 2.12g , 溶解于水后加入足量 NaOH 溶液 , 加热使其完全反应 , 生成的氨气与 30 mL 0.5mol/L 的硫酸正好完全反应 , 则这种混合物中氮元素的质量分数为多少？

18. 氨在高温下进行催化氧化以制取 NO(不考虑 NO 与 O₂ 的反应) 时 , 其主反应为：



今在相同条件下将每升氨混合 10L 空气后通过反应器 , 空气中 O₂ 和 N₂ 的体积分数分别以 20% 和 80% 计 , 上述反应完成后 , 测得混合气体中不含 NH₃ , 而 O₂ 与 N₂ 的物质的量之比为 1:10 , 试求参加主反应的氨占原料氨的体积分数(保留小数点后一位)。

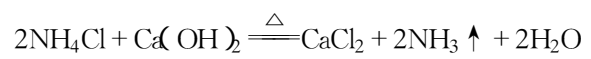
实验一 氨的制取和性质 铵离子的检验

【学习指导】

一、氨气的实验室制法

1. 药品 : NH₄Cl、Ca(OH)₂

2. 原理：



3. 装置类型 : 固体 + 固体 $\xrightarrow{\Delta}$ 气体 ,

与实验室制 O₂ 类似

4. 收集 : 向下排空气法

5. 干燥 : 碱石灰

6. 检验 (1) 用湿润红色石蕊试纸

(2) 用沾有浓盐酸的玻璃棒

7. 在实验室还可以用加热浓氨水或向浓氨水中加入生石灰或烧碱固体制取氨气。

二、氨的喷泉实验证明氨极易溶于水。按课本图 1-11 进行实验 , 操作顺序是先打开橡皮管上的夹子 , 再挤压滴管的胶头 , 使少量水进入烧瓶。

思考 1. 为什么烧瓶内会形成喷泉？

2. 若无胶头滴管 , 怎样操作才能形成喷泉？

3. 若只有少量水通过导管缓缓进入烧瓶 , 并未形成喷泉 , 导致实验失败的可能原因有哪些？

三、用两根玻璃棒分别在浓氨水和浓盐酸里蘸

一下 , 然后将这两根玻璃棒接近 , 可以看到会产生大量的白烟 , 若把浓盐酸改成浓硫酸 , 则没有类似的现象 , 由此说明什么问题？

四、铵盐与碱共热都能产生 NH₃ , NH₃ 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝。实验室就是利用上述性质检验 NH₄⁺ 的存在。

【解题指导】

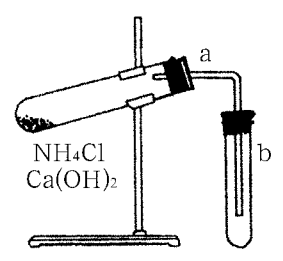
[例 1] 实验室里若用如下图所示装置制取氨气 , 试用表格形式列出图中装置的错误之处 , 并用文字简要说明如何改正。

解析 要判断图示实验装置是否有错误 , 一般的方法是：

一看主体(发生) 装置是否有错：① 实验是否需要加热；② 酒精灯部位是否有错(酒精量、外焰加热、是否缺灯芯)；③ 仪器放置是否有错；④ 夹持仪器的位置是否有错。

二看试剂是否符合实验原理(包括反应物、干燥剂、尾气吸收剂)。

三看收集方法是否有错(排水法、向上排气法、



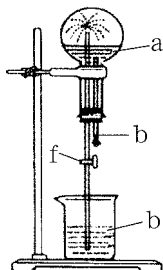
向下排气法、导管伸入的位置等)。

四看是否缺少尾气的吸收装置,对于有毒气体,一定要设计尾气的吸收装置,并选择适宜的吸收剂。

根据上述思路,答案为:

错误之处	应如何改正
①试管 a 管口向上倾斜	应略向下倾斜
②试管 b 管口向上	应向下
③试管 b 塞上橡皮塞	将橡皮塞改为棉花团
④反应物没加热	用酒精灯加热

【例 2】在右图装置中,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,然后打开弹簧夹 f,烧杯中的液体 b 呈喷泉状喷出,最终几乎充满烧瓶。则 a 和 b 分别是()



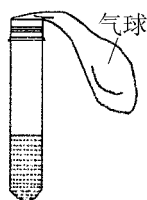
a (干燥气体)	b (液体)	a (干燥气体)	b (液体)
A. NO ₂	水	C. Cl ₂	饱和 NaCl 水溶液
B. CO ₂	4mol/L NaOH 溶液	D. NH ₃	1 mol/L 盐酸

解析 要使液体充满烧瓶,则气体 a 应被 b 溶液完全吸收,其中 NO₂ 与水的反应式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,可以看出生成了 $\frac{1}{3}$ 体积的 NO,水只能占去 $\frac{2}{3}$ 的空间。而 Cl₂ 在 NaCl 饱和水溶液中的溶解度很小,更谈不上充满问题了。

【答案】BD

【例 3】某学生课外活动小组利用下图所示装置分别做如下实验:

(1)在试管中注入某红色溶液,加热试管,溶液颜色逐渐变浅,冷却后恢复红色,则原溶液可能是_____溶液,加热时溶液由红色逐渐变浅的原因是:_____。



(2)在试管中注入某无色溶液,加热试管,溶液变为红色,冷却后恢复无色,则此溶液可能是_____溶液,加热时溶液由无色变红色的原因是_____。

解析 高中化学中涉及的红色溶液有品红、酸的石蕊溶液、碱的酚酞溶液。

(1)中红色溶液随升温而颜色变浅,排除品红的

可能、酸与石蕊的可能,只能是碱与酚酞且随升温而碱性减弱,只能是 NH₃·H₂O(气球也暗示可能有气体出现)的酚酞溶液。

(2)中加热得红色,冷却为无色,说明某物质受加热变化,由品红褪色的现象可以很好的符合。

答案(1)稀氨水和酚酞,稀氨水中的 NH₃ 气逸出,所以溶液的颜色变浅。(2)溶有 SO₂ 的品红溶液,SO₂ 气体逸出,品红恢复红色。

【巩固练习】

1. 可用于在实验室制取氨气的方法是()

- A. 在浓氨水中加固体 NaOH 并加热
- B. 加热氯化铵和氢氧化钠的混合溶液
- C. 加热分解氯化铵晶体
- D. 将 N₂ 与 H₂ 反应

2. 制备干燥氨气所需的药品是()

- A. NH₄Cl 溶液、NaOH 溶液、碱石灰
- B. 饱和氨水
- C. NaOH 溶液、NH₄Cl 晶体、浓 H₂SO₄
- D. NH₄Cl 固体、碱石灰、消石灰

3. 关于铵盐的叙述中,不正确的是()

- A. 水溶液呈碱性
- B. 受热易分解
- C. 无色晶体
- D. 易溶于水

4. 某集气瓶中气体呈红棕色,加入足量水,盖上玻璃片振荡,得橙黄色溶液,气体颜色消失,再打开玻璃片后,瓶中气体又变为红棕色。该瓶中气体可能是()

- A. N₂、NO、Br₂
- B. NO₂、NO、N₂
- C. NO₂、O₂、NO
- D. N₂、O₂、Br₂

5. 下列各组物质,限用一种试剂不能区别的是()

- A. NH₄Cl、(NH₄)₂SO₄、(NH₄)₂CO₃
- B. NH₄Cl、Na₂SO₄、(NH₄)₂SO₄
- C. CaCO₃、NaCl、CuSO₄
- D. KNO₃、NH₄NO₃、Na₂CO₃

6. 给装有下列少量固体物质的试管加热,试管底部物质不可能完全消失的是()

- A. NH₄HCO₃
- B. NaHCO₃
- C. NH₄Cl
- D. (NH₄)₂CO₃

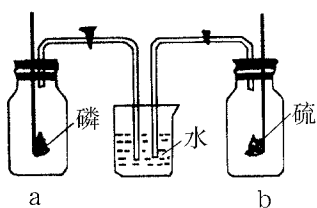
7. 检验铵盐溶液的方法是:将待测物质取出少量,放在试管中,然后()

- A. 加热,用湿润的红色石蕊试纸置于试管口检验
- B. 加强碱溶液后加热,再滴入无色酚酞试液

C. 加热,用蘸有浓盐酸的玻璃棒置于试管口检验

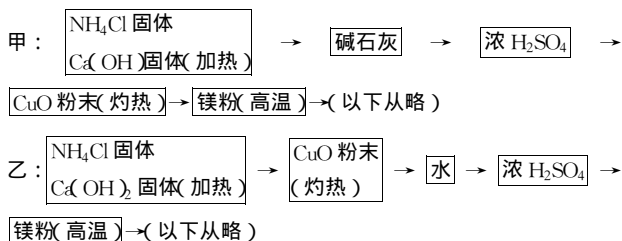
D. 加烧碱溶液后加热,再用湿润的红色石蕊试纸置于试管口检验

8. 将红磷和硫分别在右图所示的两个盛满 O_2 的集气瓶内燃烧,待燃烧完毕后,同时打开装置中的两个活塞,这时观察到()



- A. 水先进入 a 瓶
- B. 水先进入 b 瓶
- C. 水同时进入两瓶
- D. 水不进入任何一瓶

9. 氮跟氧化铜反应可以制备氮气($2NH_3 + 3CuO \xrightarrow{\Delta} 3Cu + 3H_2O + N_2$),而氮气跟镁在高温下反应可得到氮化镁,但氮化镁遇水即反应生成 $Mg(OH)_2$ 和 NH_3 。下面是甲、乙两位学生提出的制备氮化镁的两种实验方案示意框图(实验前系统内的空气已排除,图中简头表示气体的流向。)



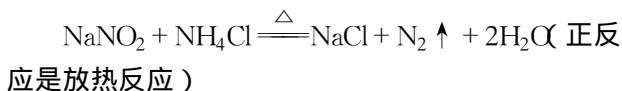
填空和回答问题:

(1)甲、乙两生提出的实验方案是否能制氮化镁?(填“能”或“不能”)甲 ☐ 乙 ☐。

(2)具体说明不能制得氮化镁的原因(如两个方案都能制得氮化镁,此小题不用回答)。

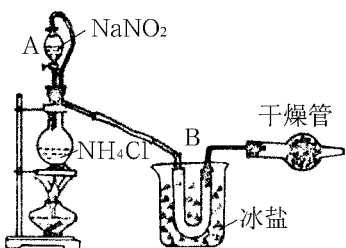
答:_____。

10. 实验室常用饱和 $NaNO_2$ 与 NH_4Cl 溶液反应制取纯净氮气,反应式为:



实验装置如图所示,试回答:

(1)装置中 A 部分的分液漏斗与蒸馏烧瓶之间连接的导管所起的作用是_____ (填写编号) a. 防



止 $NaNO_2$ 饱和溶液蒸发;b. 保证实验装置不漏气;c. 使 $NaNO_2$ 饱和溶液易滴下。

(2)B 部分的作用是_____ a. 冷凝;b. 冷却氮气;c. 缓冲氮气流。

(3)加热前必须进行的一个操作步骤是_____。加热片刻后,即应移去酒精灯以防反应物冲出,其原因是_____。

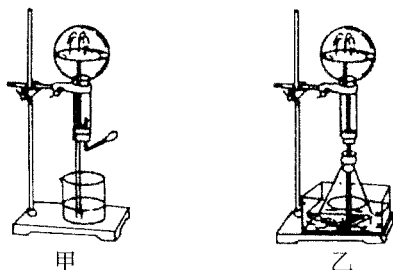
(4)收集 N_2 前,必须进行的步骤是(用文字说明)_____ 收集 N_2 最适宜的方法是(填写编号)_____ a. 用排气法收集在集气瓶中;b. 用排水法收集在集气瓶中;c. 直接收集在球胆或塑料袋中。

11. 喷泉是一种常见的自然现象,其产生原因是存在压强差。

(1)下图甲为化学教学中所用的喷泉实验装置,在烧瓶中充满干燥气体,胶头滴管及烧杯中分别盛有液体。下列组合中不可能形成喷泉的是()

- A. HCl 和 H_2O
- B. O_2 和 H_2O
- C. NH_3 和 H_2O
- D. CO_2 和 $NaOH$ 溶液

(2)某学生积极思考产生喷泉的其他办法,并设计了如下图乙所示的装置。



①在图乙的锥形瓶中,分别加入足量的下列物质,反应后可能产生喷泉的是()

- A. Cu 与稀盐酸
- B. $NaHCO_3$ 与 $NaOH$ 溶液
- C. $CaCO_3$ 与稀硫酸
- D. NH_4HCO_3 与稀盐酸

②在图乙锥形瓶外放一水槽,瓶中加入酒精,水槽中加入冷水后,再加入足量的下列物质,结果也产生了喷泉,水槽中加入的物质可以是()

- A. 浓硫酸
- B. 食盐
- C. 硝酸钾
- D. 硫酸铜

这种方法产生喷泉的原理是_____。

③比较图甲和图乙两套装置,从产生喷泉的原

理来分析,图甲是_____上部烧瓶内气体压强,图乙是_____下部锥形瓶内气体压强(均填增大或减小)。

(3)城市中常见的人造喷泉及火山爆发的原理与上述_____ (填图甲或图乙)装置的原理相似。

第三节 硝 酸

【学习指导】

一、硝酸的性质

1. 物理性质:

(1)纯硝酸为无色、易挥发、有刺激性气味的液体。密度 $1.5027\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$

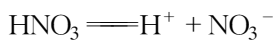
(2)98%以上的硝酸称为“发烟硝酸”,常用浓硝酸的质量分数约为69%。

(3)常用浓硝酸因溶有少量的 NO_2 而呈黄色。

2. 化学性质:

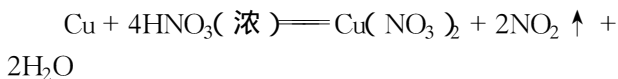
(1)不稳定性 $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{光或}\Delta} 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 硝酸浓度越大越容易分解,浓 HNO_3 应放在棕色瓶中,置于黑暗低温处。

(2)强酸性: HNO_3 是挥发性强酸,具有酸的通性,但与金属作用时常常得不到 H_2 而是产生氮的氧化物。

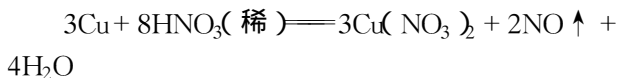


3. 强氧化性

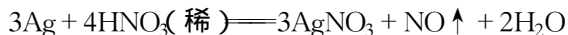
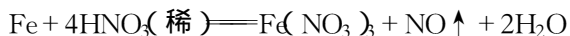
(1)与金属反应



可用于实验室制 NO_2



可用于实验室制 NO



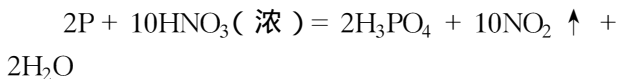
盐酸或稀硫酸与金属反应时,氧化剂是 H^+ 离子,而硝酸与金属反应时氧化剂是酸根离子,浓硫酸与金属反应时氧化剂是硫酸分子。

硝酸是一种强氧化剂,几乎能与所有金属(除金、铂等少数金属)发生氧化还原反应。从上面的反应可以看出,硝酸与金属反应时,主要是 HNO_3 中+5价的氮得到电子,被还原成较低价的氮而形成氮的氧化物(NO_2 、 NO),而不像盐酸与较活泼的金属反应那样放出氢气。

浓硝酸能使铝、铁、镍、钴等金属钝化,因为浓 HNO_3 具有很强的氧化性使金属表面形成一层致密

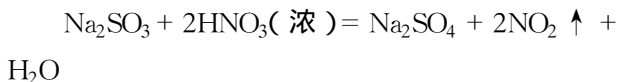
的氧化膜而阻止了金属与酸的进一步接触,所以可以用铝槽车来装运浓硝酸。

(2)与非金属反应



(3)与其他还原剂的反应

硝酸还可与 H_2S 、 FeS 、 SO_2 、 Na_2SO_3 、 KI 、 HBr 、 HI 等具有还原性的物质反应:



(4)王水

浓硝酸与浓盐酸按体积比1:3混合的酸叫王水,具有更强的氧化性,能溶解一些不溶于硝酸的金属。如金、铂等。

三、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。在实验室里是一种重要的化学试剂。

【解题指导】

[例1]下列块状金属在常温下能全部溶于足量浓 HNO_3 的是()

A. Ag B. Cu C. Al D. Fe

解析 浓、稀硝酸都具有强氧化性,能和绝大多数的金属反应(Pt 、 Au 除外)。常温下,浓 HNO_3 能钝化 Fe 、 Al 等。 Ag 、 Cu 都能和硝酸反应,与浓硝酸反应剧烈,与稀 HNO_3 反应比较缓慢,但都反应彻底,故正确选项为A、B。

[例2]38.4mg Cu 跟适量的浓 HNO_3 反应, Cu 全部作用后,共收集到气体22.4mL(标准状况),反应消耗的 HNO_3 的物质的量可能是()

A. $1.0 \times 10^{-3}\text{mol}$ B. $1.6 \times 10^{-3}\text{mol}$

C. $2.2 \times 10^{-3}\text{mol}$ D. $2.4 \times 10^{-3}\text{mol}$

解析 Cu 与浓 HNO_3 反应,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 NO_2 和 H_2O ,但随着反应的不进行,硝酸的浓度逐渐变稀,会有部分 NO 产生。所以,22.4mL气体

可能是 NO_2 和 NO 的混合物。因此,此题可通过列方程求解,但较为繁琐,较简单的解法有守恒法和极值法。

守恒法:

$$\begin{aligned} n(\text{HNO}_3) &= 2n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] + n(\text{NO}_2) + n(\text{NO}) \\ &= 2n(\text{Cu}) + n(\text{气体}) \\ &= \frac{38.4 \times 10^{-3} \text{g}}{64 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 + \frac{22.4 \times 10^{-3} \text{L}}{22.4 \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ &= 2.2 \times 10^{-3} \text{mol} \end{aligned}$$

极值法:

若气体全部为 NO_2 , 消耗 HNO_3 为 $2.4 \times 10^{-3} \text{mol}$ 若气体全是 NO , 消耗 HNO_3 为 $1.6 \times 10^{-3} \text{mol}$ 。正确数值应在 $2.4 \times 10^{-3} \text{mol}$ 与 $1.6 \times 10^{-3} \text{mol}$ 之间, 故应选 C。

[例 3] 用右图中的简易装置可以进行气体的发生和收集。

(1) 实验前应如何检查该装置的气密性?

答: _____。

(2) 拔开试管 a 的橡皮塞, 加入 10mL 6mol/L 硝酸和 1g 薄铜片, 立即将带有导管的橡皮塞塞紧试管口。反应开始时速率缓慢, 逐渐加快。请写出在试管 a 中发生的所有反应的化学方程式。

答: _____。

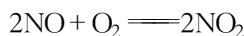
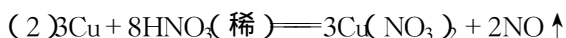
(3) 从反应开始到反应结束, 预期在试管 a 中可观察到哪些现象? 请依次逐一写出。答: _____。

(4) 在反应开始时, 可观察到导管 b 中的水面先沿导管 b 慢慢上升到一定高度, 此后又回落, 然后有气泡从管口冒出。试说明反应开始时, 导管中水面先上升的原因。答: _____。

(5) 试管 c 收集满气体后, 用拇指堵住管口将试管取出水槽。将管口向上, 松开拇指, 片刻后, 再次堵住管口, 将试管又再倒置于水槽中, 松开拇指, 此时可观察到什么现象? 答: _____。

解析 回答本题, 要结合课堂上的演示实验现象及有关 NO 、 NO_2 的性质完成。由于反应开始时速率缓慢, 所以 6mol/L 的 HNO_3 为稀硝酸, 试管 c 中收集得到气体为 NO 。

(1) 把导管 b 的下端浸入水中, 用手紧握试管 a, 若导管口有气泡冒出, 松开手后, 水又会回升到导管 b 中, 说明气密性良好。



(3) ①铜片和稀 HNO_3 反应, 有无色气体产生, 开始反应缓慢, 逐渐加快。②试管 a 上部空间由无色变为红棕色, 又变为无色。③试管 a 中的溶液由无色变成蓝色。④反应结束时, 铜片全部消失。

(4) 由于反应开始时产生的 NO 和试管 a 上部空气中的 O_2 作用生成 NO_2 , NO_2 易溶于水并与水反应, 使装置内气体的压强暂时减小, 所以导管中的水面先上升到一定高度。

(5) ①水进入试管, 上升到一定高度。②试管中气体的颜色由红棕色又变为无色。

【巩固练习】A

一、选择题 (每小题只有一个正确选项)

1. 用铜锌合金制成的假金元宝欺骗行人的事件屡有发生, 下列不易区别其真伪的方法是()

- A. 测定密度 B. 放入硝酸中
C. 放入盐酸中 D. 观察外观

2. 由于少数不法之徒的唯利是图, 假酒、假盐、假药引起中毒的事件屡有发生, 下列物质被误食后, 不会引起中毒的是()

- A. NaNO_2 B. BaSO_4
C. CuSO_4 D. BaCO_3

3. 欲除去铝壶底的水垢[CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$], 最好用()

- A. 浓盐酸 B. 稀硝酸
C. 浓硫酸 D. 浓硝酸

4. 现有下列物质 (1)氯水 (2)氨水 (3)浓硝酸 (4)稀硝酸 (5)烧碱, 其中必须保存在棕色瓶里的是()

- A. (1)(2)(3) B. (1)(3)(4)
C. (1)(3) D. (2)(5)

5. 下列关于浓硝酸和浓硫酸的叙述, 正确的是()

- A. 常温下都用铜容器贮存
B. 露置在空气中, 容器内酸液的质量都减轻
C. 常温下都能与铜较快反应
D. 露置在空气中, 容器内酸液的浓度都降低

6. 下列材料制成的容器既不能用来盛放盐酸, 也不能用来盛放浓 HNO_3 的是()

- A. Al B. Sn C. Cu D. Pt

7. 不能产生 H_2 的反应是()