



云南省全日制普通高级中学学习指导丛书
YUNNAN SHENG QUANRIZHI PUTONG GAOJI ZHONGXUE XUEXI ZHIDAO CONGSHU

化学

HUA XUE

第二册

云南省教育科学研究院 编



云南教育出版社

说 明

为使我省全日制普通高中教师和学生全面地掌握高中新大纲、新教材的教育教学思想,运用新的方法组织课堂教学,进行知识与能力的训练,使高中阶段各科教学充分体现素质教育的要求,我们组织编写了《云南省全日制普通高级中学学习指导丛书》,包括语文、思想政治、英语、历史、地理、数学、物理、化学、生物九个学科。

《云南省全日制普通高级中学学习指导丛书·化学 第二册》依据新教材的教学要求编写而成。内容包括:重点、难点,学法指导,例题解析,同步练习与思考,单元练习和期中、期末测试题及练习参考答案。该书以学用结合、分级提高为指导思想,突出学习的科学性、主动性和有效性,使学生能够在掌握教材的基础上,扩大知识面,提高能力,形成素质。

本书由尹海川、蔡晓兰、魏威光、杜德祥、何文轶、仇赛军、邱晓燕、俞启清等人编写,由云南省中小学教材审定委员会审定。欢迎广大师生在使用中提出宝贵意见,使之日臻完善。

云南省教育科学研究院

目 录

第一章 氮族元素	(1)
第一节 氮和磷	(1)
同步练习	(5)
第二节 氨 铵盐	(7)
同步练习	(11)
第三节 硝酸	(13)
同步练习	(16)
第四节 氧化还原反应方程式的配平	(18)
同步练习	(21)
第五节 有关化学方程式的计算	(22)
同步练习	(27)
单元练习	(28)
第二章 化学平衡	(32)
第一节 化学反应速率	(32)
同步练习	(34)
第二节 化学平衡	(35)
同步练习	(39)
第三节 影响化学平衡的条件	(40)
同步练习	(44)
第四节 合成氨条件的选择	(46)
同步练习	(48)
单元练习	(50)
高中二年级上学期期中测试题	(52)
第三章 电离平衡	(58)
第一节 电离平衡	(58)
同步练习	(60)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(61)
同步练习	(63)

第三节 盐类的水解	(64)
同步练习	(66)
第四节 酸碱中和滴定	(67)
同步练习	(69)
单元练习	(70)
第四章 几种重要的金属	(73)
第一节 镁和铝	(73)
同步练习	(76)
第二节 铁和铁的化合物	(78)
同步练习	(81)
第三节 金属的冶炼	(83)
同步练习	(85)
第四节 原电池原理及其应用	(87)
同步练习	(90)
单元练习	(92)
高中二年级上学期期末测试题	(95)
第五章 烃	(101)
第一节 甲烷	(101)
同步练习	(103)
第二节 烷烃	(104)
同步练习	(106)
第三节 乙烯 烯烃	(107)
同步练习	(110)
第四节 乙炔 炔烃	(112)
同步练习	(113)
第五节 苯 芳香烃	(115)
同步练习	(117)
第六节 石油的分馏	(118)
同步练习	(119)
单元练习	(120)
第六章 烃的衍生物	(124)
第一节 溴乙烷 卤代烃	(124)

同步练习	(127)
第二节 乙醇 醇类	(129)
同步练习	(132)
第三节 有机物分子式和结构式的确定	(134)
同步练习	(137)
第四节 苯酚	(138)
同步练习	(141)
第五节 乙醛 醛类	(142)
同步练习	(145)
第六节 乙酸 羧酸	(147)
同步练习	(150)
单元练习	(152)
 高中二年级下学期期中测试题	 (155)
 第七章 糖类 油脂 蛋白质	 (160)
第一节 葡萄糖 蔗糖	(160)
同步练习	(164)
第二节 淀粉 纤维素	(166)
同步练习	(168)
第三节 油脂	(169)
同步练习	(171)
第四节 蛋白质	(173)
同步练习	(175)
单元练习	(177)
 第八章 合成材料	 (179)
第一节 有机高分子化合物简介	(179)
同步练习	(181)
第二节 合成材料	(182)
同步练习	(183)
第三节 新型有机高分子材料	(184)
同步练习	(186)
单元练习	(187)
 高中二年级下学期期末测试题	 (191)

第一章 氮族元素

第一节 氮和磷

【重点、难点】

1. 氮族元素性质的相似性和递变规律。
2. 氮分子的组成和结构及氮气的化学性质。
3. 白磷和红磷的性质。

【学法指导】

1. 氮族元素的原子结构特点、单质及化合物性质的递变。

(1) 原子结构特点。

相同点：最外层电子数相同。这决定了它们的单质及化合物具有某些相似的化学性质。

不同点：电子层数不同。这决定了单质及化合物性质的递变性。

位于周期表第 V A 族，其最高正价为 +5 价，负价为 -3 价。Sb、Bi 无负价。

(2) 单质。

$N_2 \sim Bi$ ，随原子电子层数逐渐增多，原子半径逐渐增大，元素金属性增强，非金属性减弱。

(3) 最高价氧化物通式为 R_2O_5 ，其对应的水化物酸性减弱， $HNO_3 > H_3PO_4 > H_3AsO_4 > H_3SbO_4 > Bi(OH)_3$ 。

(4) 气态氢化物通式为 RH_3 ，其稳定性逐渐减弱， $NH_3 > PH_3 > AsH_3$ ；还原性逐渐增强， $AsH_3 > PH_3 > NH_3$ 。

(5) 单质的熔沸点从 N_2 到 Sb 逐渐升高，但 $Bi < Sb$ 。密度逐渐增大。

2. 氮气。

(1) 氮分子的结构特征。

电子式为： $N :: N$ ；结构式为 $N \equiv N$ ，有叁键，键能大，键牢固，分子稳定。

(2) 氮气的化学性质。

常温下稳定，一定条件（高温、放电或催化剂）下可发生反应。

与 O_2 反应： $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO$ ；

与 H_2 反应: $N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2NH_3$;

与金属反应: $N_2 + 3Mg \xrightarrow{\text{点燃}} Mg_3N_2$ 。

(3) 氮的固定。

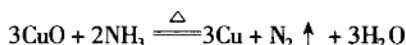
定义: 将空气中游离态氮转化为氮的化合物的方法。

方法 $\left\{ \begin{array}{l} \text{天然固氮: 雷雨天气 } (N_2 \xrightarrow{O_2} NO \xrightarrow{O_2} NO_2 \xrightarrow{H_2O} HNO_3) \\ \text{生物固氮: 根瘤菌} \\ \text{人工固氮: 合成氨等} \end{array} \right.$

(4) 制氮气的方法。

工业制法: 液化空气、燃烧空气 (用 $NaOH$ 除去 CO_2)。

实验室制法: $NaNO_2$ (晶体) + NH_4Cl (饱和溶液) $\xrightarrow{\Delta} N_2 \uparrow + 2H_2O + NaCl$



3. 氮的氧化物。

(1) 氮有多种化合价, 可形成 6 种氧化物: $\overset{+1}{N}_2O$ 、 $\overset{+2}{NO}$ 、 $\overset{+3}{N}_2O_3$ 、 $\overset{+4}{N}_2O_4$ 、 $\overset{+4}{NO}_2$ 、 $\overset{+5}{N}_2O_5$ 。它们都是大气污染物, 其中 N_2O_3 是亚硝酸 (HNO_2) 的酸酐, N_2O_5 是硝酸的酸酐。

(2) NO 和 NO_2 的比较。

NO 是一种不溶于水、无色无味的有毒气体, NO 能与血红蛋白结合, 有较强的还原性, 常温下极易被氧化。 $2NO + O_2 = 2NO_2$, $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ 。

NO_2 是一种红棕色、有刺激性气味的有毒气体, 易溶于水。 $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$, 反应中 NO_2 既是氧化剂又是还原剂, 且氧化剂与还原剂物质的量之比为 1:2。 NO_2 是一种强氧化剂, 能氧化 SO_2 , 能使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝色。

收集方法: NO 只能用排水法, NO_2 只能用排空气法, 若 NO 中混有 NO_2 可用排水法除去。

(3) 光化学污染问题。

NO 和 NO_2 是大气污染物, 空气中的 NO 和 NO_2 主要来自石油和煤燃烧的产物、汽车尾气、生产硝酸的工厂排放的废气等。

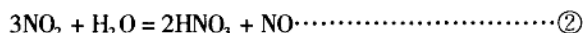
空气中的 NO_2 是造成光化学烟雾的主要因素。 NO_2 在紫外线照射下, 会发生一系列光化学反应, 产生一种有毒烟雾——光化学烟雾, 刺激呼吸器官, 使人生病甚至死亡。

4. 关于氮的氧化物溶于水的几种情况及其计算。

(1) NO_2 与 $NO(O_2)$ 的混合气体溶于水时, 可依据方程式: $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ 来计算 (可用差量法)。

(2) NO 或 NO_2 与 O_2 的混合气体溶于水的推导。





由②×2+①得 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$,

由①×3+②×2得 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 。

有下列三种情况:

① NO_2 与 O_2 的混合气体通入水中, 由 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 可知, 当体积比:

$$V(\text{NO}_2):V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4:1 \text{ 时, 恰好完全反应;} \\ > 4:1 \text{ 时, NO}_2 \text{ 过量, 剩余 NO;} \\ < 4:1 \text{ 时, O}_2 \text{ 过量, 剩余 O}_2。 \end{cases}$$

② NO 与 O_2 的混合气体通入水中, 由 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 可知, 当体积比:

$$V(\text{NO}):V(\text{O}_2) \begin{cases} = 4:3 \text{ 时, 恰好完全反应;} \\ > 4:3 \text{ 时, 剩余 NO;} \\ < 4:3 \text{ 时, 剩余 O}_2。 \end{cases}$$

③ NO_2 、 NO 和 O_2 三种混合气体通入水中, 总反应式: $\text{NO}_2 + \text{NO} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$, 当体积比 $V(\text{NO}_2):V(\text{NO}):V(\text{O}_2) = 1:1:1$ 时, 恰好完全反应。

注意: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ 、 $4\text{NO} + 3\text{O}_2$ 和 $\text{NO}_2 + \text{NO} + \text{O}_2$ 从组成上均相当于 N_2O_5 的组成, 即与 $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$ 等效。所以, 混合气体中只要 N、O 原子的个数比满足 2:5, 即可完全溶于水。

5. 磷及其化合物的性质。

(1) 磷的同素异形体 (白磷和红磷) 的比较。

名 称		白 磷	红 磷
物理性质	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, 易溶于 CS_2	不溶于水, 不溶于 CS_2
	毒性	剧毒	无毒
	着火点	40℃, 易自燃	240℃, 不能自燃
化学性质		与 O_2 反应: $4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$ (白烟) 与 Cl_2 反应: Cl_2 不足时, $3\text{Cl}_2 + 2\text{P} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_3$ (白雾) Cl_2 过量时, $5\text{Cl}_2 + 2\text{P} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_5$ (白烟), 所以, P 在 Cl_2 中燃烧产生白色烟雾, 生成 PCl_3 和 PCl_5 的混合物	
贮存方法		密闭容器, 保存在水中	密封保存
用途		制高纯度磷酸	制农药、安全火柴、烟幕弹等
相互转化		$\text{白磷} \xrightarrow[\text{加热至 } 416^\circ\text{C 升华, 冷却}]{\text{隔绝空气加热至 } 260^\circ\text{C}} \text{红磷}$	

(2) 五氧化二磷。

物理性质：白色固体，具有强烈的吸水性，是酸性干燥剂，但不能干燥 NH_3 等碱性气体。

化学性质： $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_3\text{PO}_4$ (无毒) $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} (\text{冷}) = 2\text{HPO}_3$ (有毒)
 H_3PO_4 和 HPO_3 中磷元素的价态同为 +5 价，酸酐同为 P_2O_5 。

(3) 磷酸。

磷酸的性质：纯净的磷酸是无色晶体。是一种透明、易溶于水、难挥发、稳定性好、无氧化性的中等强度的三元酸，具有酸的通性，可用于制取易挥发、有还原性的酸，如 H_2S 、 HBr 、 HI 等。

磷酸的工业制法： $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 3\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$

【例题解析】

例 1 砷为第四周期 V A 族元素，砷及其化合物不可能具有的性质是 ()。

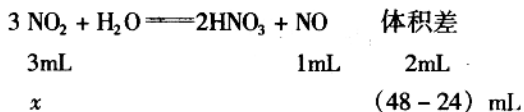
- A. 砷很难与 H_2 直接化合，且 AsH_3 很不稳定
- B. 砷可以在空气中点燃，生成 As_2O_3
- C. As_2O_3 既可与酸反应生成盐和水，也可与碱反应生成盐和水
- D. 砷的最高价氧化物的水化物为砷酸， H_3AsO_4 是一种强酸

解析：同主族元素的性质既有相似性，又有逆变性。砷位于同主族非金属氮、磷和金属锑、铋之间，因此性质上既与磷相似，又表现出一定的两性。A 中因 P 难与 H_2 化合，As 则更难，且 PH_3 不稳定，则 AsH_3 更不稳定，A 正确。B 中磷在空气中可燃烧或自燃，砷也能在空气中点燃，B 正确。C 中由于 As 介于非金属 N、P 和金属 Sb、Bi 之间，从而既有金属性，又有非金属性。其氧化物既有酸性氧化物的性质，又有碱性氧化物的性质，C 正确。D 中 H_3PO_4 是一种中强酸， H_3AsO_4 的酸性应比 H_3PO_4 还要弱，应为弱酸，D 不正确。故选 D。

例 2 把盛有 48mL NO 、 NO_2 混合气体的容器倒置于水中（同温、同压下），待液面稳定后，容器内气体体积变为 24mL，则：

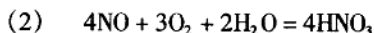
- (1) 原混合气体中， NO 是 _____ mL， NO_2 是 _____ mL。
- (2) 若在剩余的 24mL 气体中通入 6mL O_2 ，待液面稳定后，容器内气体体积变为 _____ mL。
- (3) 若在 24mL 气体中通入 24mL O_2 ，待液面稳定后，容器内气体体积变为 _____ mL。
- (4) 若在原 48mL 的 NO 、 NO_2 气体中通入 _____ mL O_2 ，倒置于水面上，气体会全部被吸收。

解析：(1) 设 NO_2 的体积为 x 。



$$x = \frac{3 \times (48 - 24)}{2} = 36(\text{mL})$$

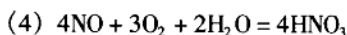
$$V(\text{NO}) = (48 - 36)\text{mL} = 12\text{mL}$$



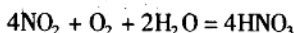
消耗: 8mL 6mL

容器内剩余气体为 NO, 体积为 $24\text{mL} - 8\text{mL} = 16\text{mL}$ 。

(3) 由关系式 $4\text{NO} \sim 3\text{O}_2$ 可知, 24mL NO 只需消耗 18mL O_2 , 所以反应后容器内剩余 O_2 为: $24\text{mL} - 18\text{mL} = 6\text{mL}$ 。



12mL 9mL



36mL 9mL

即通入氧气 $9\text{mL} + 9\text{mL} = 18\text{mL}$, 可使管内气体全部被 H_2O 吸收。

答: 略。

【同步练习】

一、选择题 (每小题有一个或两个选项符合题意)

1. 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此反应中, 氮分子可能不必先分解为原子; ④此反应前氮分子可能先分解成原子。

A. ①② B. ②④ C. ②③ D. ①④

2. 除去 N_2 中含有的少量 H_2 、 CO_2 和水蒸气, 应选用的一组实验操作和顺序是 ()。

①通过浓硫酸; ②通过灼热的 CuO; ③通过浓 NaOH 溶液; ④通过浓盐酸。

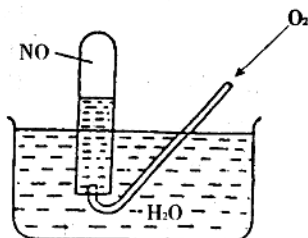
A. ①③② B. ③②④

C. ④②③ D. ③②①

3. 按图进行实验, 试管中装有 12mL NO, 然后间歇而缓慢地通入 8mL O_2 。下列①~⑥是有关实验最终状态的描述: ①试管内气体呈棕色; ②试管内气体无色; ③试管内液面保持不变; ④试管内液面高度上升; ⑤试管内的气体是 NO; ⑥试管内的气体是 O_2 。其中正确的是 ()。

A. ①③ B. ②④⑤

C. ②④⑥ D. ②③⑤



4. 1999 年, 媒体曾报道某研究人员合成和分离了含高能量的正离子 N_5^+ 的化合物 N_5AsF_6 , 对此下列叙述中错误的是 ()。

A. N_5^+ 共有 34 个核外电子

B. N_3^+ 中氮—氮原子间以共用电子对结合

C. 化合物 N_3AsF_6 中 As 的化合价为 +1

D. 化合物 N_3AsF_6 中 F 的化合价为 -1

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

二、填空题

6. NO 分子因污染空气而臭名昭著。近年来, 研究人员发现有少量 NO 在生物体内的许多组织中存在, 它因有扩张血管、增强免疫、增强记忆的功能而成为当前生命科学的研究热点, NO 由此被称为“明星分子”。请回答下列问题:

(1) NO 对环境的危害在于 _____ (填以下项目的编号)。

A. 破坏臭氧层 B. 高温下能使一些金属氧化

C. 造成酸雨 D. 与人体血红蛋白结合

(2) 在含有 Cu^+ 的酶的活化中, 亚硝酸根离子可转为 NO , 写出 Cu^+ 和亚硝酸根离子在酸性水溶液中反应的离子方程式: _____。

(3) 在常温下, 把 NO 气体压缩到 100 个大气压, 在一个体积固定的容器里加热到 $50^\circ C$, 发现气体的压力迅速下降, 但压力降至略小于原压力 $\frac{2}{3}$ 时就不再改变。已知其中一种产物为 N_2O , 则上述变化的化学方程式是 _____。

(4) 解释上题中为什么气体最后的总压力小于原压力的 $\frac{2}{3}$: _____。

7. A、B、C、D 四种气体能发生下列变化: $A + D \rightarrow E + H_2O$, $E + O_2 \rightarrow D$, $C + D \rightarrow B + F$, $B + O_2 \rightarrow C$ 。

已知 C 为红棕色, D 能使石灰水变浑浊, E 常温下是固体, F 是一种酸酐。

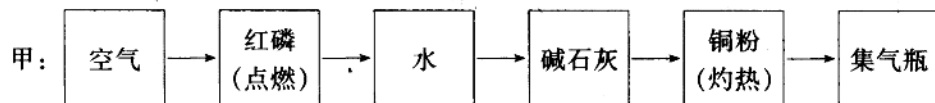
(1) 写出四种气体的化学式: A _____, B _____, C _____, D _____。

(2) 写出 $C + D \rightarrow B + F$ 所表示的化学方程式: _____。

(3) 写出 D 使石灰水变浑浊的反应方程式: _____。

三、实验题

8. 氮元素的化合价较多, 负价态氮与正价态氮之间发生氧化还原反应时会有氮气生成。下面介绍的是甲、乙两位同学设计的两种制备少量氮气的不同实验方案示意图(箭头表示气体的流向)。





(1) 甲、乙两位同学的实验方案是否能制得氮气？甲_____，乙_____（填“能”或“不能”）。

(2) 若不能制得氮气，请说明原因，并指出纠正的办法（如你认为两种方案都能制得氮气，此小题不必回答）。答：_____。

(3) 甲方案中所用的碱石灰是否可换成浓硫酸？说明理由。答：_____。

(4) 甲、乙两位同学若按正确操作制得氮气，相同条件下，用密度法测出氮气的式量为 M （精确到 0.001），若进行比较，有 $M_{\text{甲}}$ _____ $M_{\text{乙}}$ （填“大于”、“等于”或“小于”）。

第二节 氨 铵盐

【重点、难点】

1. 氨分子的组成和结构。
2. 氨的化学性质及氨气的实验室制法。
3. 铵盐的性质和铵离子的检验方法。

【学法指导】

1. 氨。

(1) 氨分子的结构特征。

分子式为 NH_3 ，电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ ，结构式为 $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ，空间构型是三角锥形，键角为

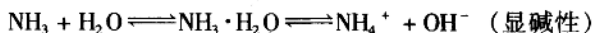
$107^\circ 18'$ ，是极性分子。

(2) 氨的物理性质。

- ① NH_3 是无色有刺激性气味的气体，比空气轻；
- ② 氨易液化得液氨，且 NH_3 极易溶于水；
- ③ 氨水的密度比水小，且氨水浓度越大，密度越小。

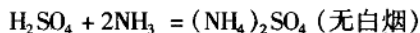
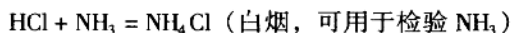
(3) 氨的化学性质。

①能与水反应。



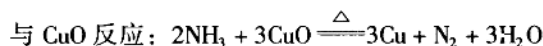
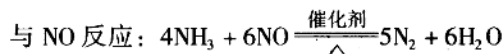
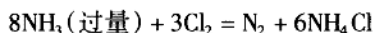
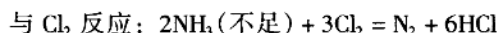
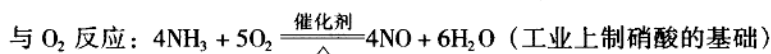
注意：① $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 受热易分解，即 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ；②氨水是混合物，氨水中的粒子有：分子为 H_2O 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，离子为 NH_4^+ 、 OH^- 、 H^+ ，氨水的溶质是 NH_3 ，氨水的主要存在形式是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ；③液氨是纯净物，组成为 NH_3 ，且不显碱性。

②能与酸反应。



注意： NH_3 与挥发性酸反应均产生白烟。

③具有还原性。



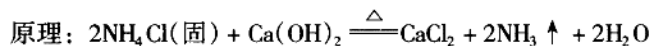
④与某些盐反应。



(4) 氨的制法。

①实验室制法。

原料：铵盐 [NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] 与消石灰混合加热制取 NH_3 。



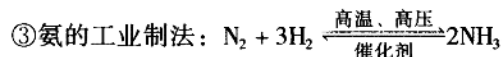
装置：固体 + 固体 $\xrightarrow{\text{加热}}$ ，发生装置器与制 O_2 的相似。

收集：向下排空气法（收集气体的试管口塞棉花团，目的是为防止 NH_3 与空气对流）。

干燥：碱石灰（不能用浓 H_2SO_4 和无水 CaCl_2 干燥）。

检验：湿润的红色石蕊试纸变蓝；蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近瓶口冒白烟。

②实验室快速制 NH_3 的方法：加热浓氨水或用浓氨水加固体 NaOH 。



(5) 氨的用途：生产 HNO_3 、生产化肥、作制冷剂。

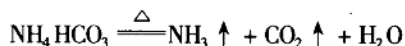
2. 铵盐。

(1) 物理性质：铵盐均为易溶于水的晶体。

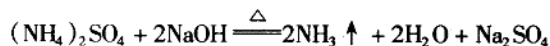
(2) 化学性质。

① 不稳定 (受热易分解)。

加热时, $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$; 冷却时, $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$, 有类似升华的现象但又不是升华, 属于化学变化。



② 与碱反应。



水溶液中铵盐与强碱反应: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (用于 NH_4^+ 的检验)。

(3) NH_4^+ 的检验。

将样品与碱共热后, 产生有刺激性气味的无色气体, 用湿润的红色石蕊试纸检验生成的气体, 变蓝色, 则证明样品中一定有 NH_4^+ 。

3. 氨 (NH_3) 与铵 (NH_4^+) 的比较。

类型	氨	铵
	分子 (中性)	阳离子 (带 1 个单位正电荷)
电子式、结构式	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ \vdots & \\ :\text{N}:\text{H} & \text{N}-\text{H} \\ \vdots & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ \vdots & \\ [\text{H}:\text{N}:\text{H}]^+ & [\text{H}-\text{N}-\text{H}]^+ \\ \vdots & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
空间构型	三角锥形	正四面体
存在形式	可单独存在	不能单独存在, 存在于氨水或铵盐中
性质	气态可与水或酸反应	可与强碱或 (OH^-) 反应
相互转化	$\text{NH}_3 \xrightleftharpoons[+ \text{碱} (\text{OH}^-)]{+ \text{酸} (\text{H}^+)} \text{NH}_4^+$	

4. 喷泉实验形成的条件。

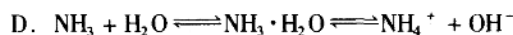
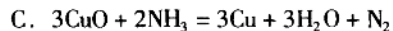
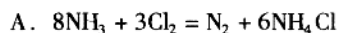
(1) 凡是极易溶于水的气体, 如 NH_3 、 HCl 、 HBr 等, 当它们溶于水后, 由于瓶内的压强突然减小, 形成内外压强差, 大气压将烧杯中的水压入烧瓶中, 因此它们都可做喷泉实验。

(2) 对那些不易溶于水的气体, 只要选用合适的吸收剂, 同样也可做喷泉实验。如烧瓶中充满 CO_2 、 H_2S 、 SO_2 、 Cl_2 等酸性气体时, 用 NaOH 溶液作吸收剂。由于这些气体可与 NaOH 反应而被全部吸收, 因此能使瓶内基本呈真空状态而形成喷泉。故而能否做

喷泉实验要从气体和液体两方面来考虑。

【例题解析】

例1 下列反应中，能表示氨既有还原性又有碱性的是（ ）。

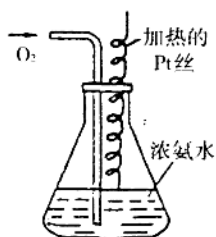


解析：据题目要求，氨在反应时必须表现出两个性质：碱性和还原性。A中发生了氧化反应 $3\text{Cl}_2 + 2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 6\text{HCl}$ ，又发生了酸碱中和反应，氨表现出了碱性， $6\text{HCl} + 6\text{NH}_3 = 6\text{NH}_4\text{Cl}$ 。B中 NH_3 只表现出碱性。C中氨只表现出还原性。D中虽然变化较多，但它只表现出氨的碱性。故选A。

例2 按右图的装置进行实验。

(1) 实验开始一段时间后，可观察到锥形瓶口上方有白烟生成，请将可能观察到的其他现象补齐。

有关化学方程式为



(2) 由于气温的原因，上述实验进行一段时间后现象不太明显，需向锥形瓶内加入（ ）才能看到明显的现象（填代号）。

A. NaOH 固体

B. 生石灰

C. 浓 H_2SO_4

D. NH_4Cl 固体

解析：(1) 在锥形瓶上方的白烟为 NH_4NO_3 ，在锥形瓶口附近有红棕色气体生成，铂丝保持红热。有关化学方程式为： $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Pt}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ， $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ， $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ， $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$ 。

(2) 为了使浓氨水能放出 NH_3 ，由 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 可知，向其中加入强碱、铵盐或加热，均可逸出 NH_3 。由于浓 H_2SO_4 与氨水反应消耗氨则不能放出 NH_3 。故选 A、B、D。

例3 (1) 下列几种气体（括号内为溶剂或反应物溶液），若按右图所示装置实验，能看到喷泉现象的是（ ）。

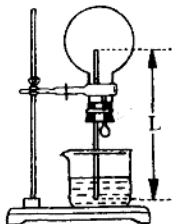
A. $\text{HCl}(\text{H}_2\text{O})$

B. $\text{CO}_2(\text{H}_2\text{O})$

C. $\text{SO}_2(\text{NaOH 溶液})$

D. $\text{NH}_3(\text{KCl 溶液})$

(2) 请回答(1)小题中能形成喷泉的原因。



(3) 某学生试图用氨气去做喷泉实验，结果实验失败，其原因可能是

解析：(1) HCl 、 NH_3 极易溶于水， SO_2 能与 NaOH 溶液反应，因而这三种气体均能产生足够的压力差而形成喷泉， CO_2 微溶于水，不能产生喷泉。故选 A、C、D。

(2) 挤压橡皮管使少量水进入烧瓶后，由于气体易溶于对应液中，使烧瓶内气体减少，压强降低，烧瓶内外产生较大压强差而形成喷泉。

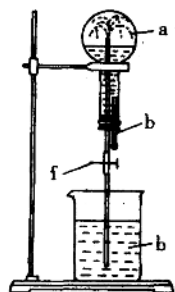
(3) 原因是：①收集到的氨气中混有大量空气；②收集氨气的烧瓶潮湿；③装置漏气等。

【同步练习】

一、选择题（每小题有一个或两个选项符合题意）

1. 在右图的装置中，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	NO_2	水
B	CO_2	$4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液
C	Cl_2	饱和 NaCl 水溶液
D	NH_3	$1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸



2. 通常状况下，下列各组气体可以共存并能用浓硫酸干燥的是（ ）。

- A. NH_3 、 H_2 、 CO_2 B. CH_4 、 H_2S 、 Cl_2
C. NO 、 NO_2 、 O_2 D. HCl 、 SO_2 、 CO

3. 一种盐 X 与烧碱混合共热，可放出无色气体 Y，Y 经一系列氧化再溶于水可得 Z 溶液，Y 和 Z 溶液反应又可生成 X，则盐 X 是（ ）。

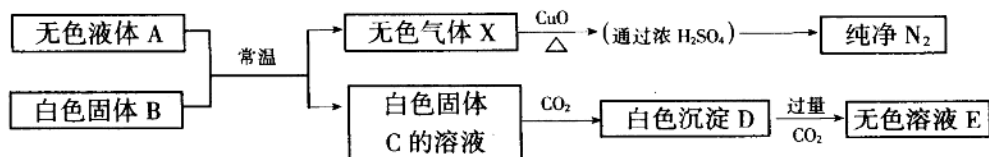
- A. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ B. NH_4NO_3 C. NH_4Cl D. NH_4NO_2

4. 在标准状况下，VL NH_3 溶于 1L 水中，所得溶液的密度为 $d\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，则该氨水的物质的量浓度为（ ）。

- A. $\frac{V}{22.4}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ B. $\frac{Vd}{17V + 22400}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
C. $\frac{V}{22.4(V + 1)}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ D. $\frac{1000Vd}{17V + 22400}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

二、填空题

5. A、B、C、D、E 各物质的关系如下页图所示：



- (1) X 气体的化学式是_____。
- (2) 无色液体 A 是_____，白色固体 B 是_____，A 与 B 反应的化学方程式是_____。
- (3) X 变为 N₂ 的化学方程式是_____，
浓 H₂SO₄ 的作用是_____。
- (4) C 变为 D 的化学方程式是_____，
D 变为 E 的化学方程式是_____。

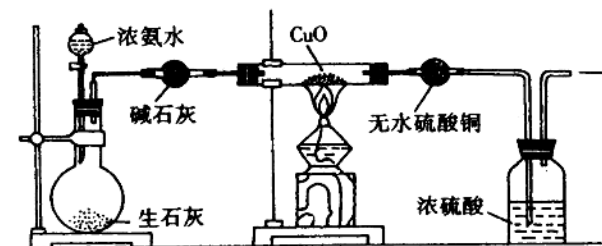
三、实验题

6. 用右图快速制取少量的下列气体，写出装在分液漏斗中的试剂（用 A 表示）和装在锥形瓶中的试剂（用 B 表示，可以是固体或液体）。

- (1) 氧气：A 是_____，B 是_____。
- (2) 氯气：A 是_____，B 是_____。
- (3) 氯化氢气体：A 是_____，B 是_____。
- (4) 氨气：A 是_____，B 是_____。



7. 某课外活动小组在实验室里用下图装置进行实验，验证氨的某些性质，并收集少量纯净氮气。试回答：



- (1) 实验前先将仪器按图连接好，然后_____，再开始实验。
- (2) 实验进行一段时间后，可以观察到硬质试管内黑色的 CuO 粉末变成_____色，盛无水 CuSO₄ 的干燥管内出现_____色，并在最后的出气导管处收集到纯净、干燥的 N₂。根据这些现象，硬质试管中的反应方程式为_____，
这个反应说明氨气具有_____性。
- (3) 烧瓶内盛有生石灰，随着浓氨水的滴入产生氨气，氨气产生的原因是_____。
- (4) 洗气瓶中浓硫酸的作用是_____。