

形成科学概念
巩固科学知识
获得实验技能

高二化学 实验教程 · 报告册

江西省教育厅教学教材研究室组织编写

江西出版集团
江西科学技术出版社

理科
人教版



前 言

实验是人类认识世界的一种重要活动,是进行科学研究的基础。实验是物理、化学、生物科学的基础,也是这些学科教学的基础。实验教学对于激发学生的学习兴趣,帮助他们形成科学概念,巩固科学知识,获得实验技能,培育实事求是、严肃认真的科学态度和训练科学方法有着重要的意义。因此,加强实验教学是提高这些学科教学质量的重要一环。

为了培养学生具有现代社会需要的普通文化科学基础知识和基本技能,具有基本的学习方法、学习态度和自学的能力,具有创新的精神和分析问题、解决问题的能力,我们组织部分优秀教师编写了这套《实验教程》。《实验教程》按“知识与技能、过程与方法、情感态度和价值观”三维目标的要求,分“演示实验”、“学生实验”、“探究实验”等几部分内容进行编写。

《实验教程》强调学生亲自动手做实验,使学生对科学事实获得具体的、明确的认识;《实验教程》重视培养学生的观察和实验能力,希望学生通过本书的使用逐步具备:规范的实验操作、良好的实验习惯、科学的方法和科学的态度。

因编写时间有限,本书不周之处,敬请指正,以便修订完善。

江西省教育厅教学教材研究室

二〇〇八年七月

C

目录 CONTENTS

第一篇 实验理论

第一节 气体发生装置的选择	1
第二节 常见物质的分离、提纯和鉴别	5
第三节 探究性实验的解题思路	9

第二篇 演示实验

第一节 氮族元素	19
第二节 化学平衡	23
第三节 电离平衡	26
第四节 几种重要的金属	28
第五节 烃	35
第六节 烃的衍生物	41
第七节 糖类 油脂 蛋白质	47

第三篇 分组实验

实验一 氨的制取和性质 铵离子的检验	52
实验二 化学反应速率和化学平衡	56
实验三 电解质溶液	61
实验四 中和滴定	64
实验五 镁、铝、铁及其化合物的性质	69
实验六 原电池原理 金属的电化腐蚀	74
实验七 乙醇、苯酚、乙醛的性质	77
实验八 乙酸乙酯的制取 肥皂的制取	81
实验九 葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素的性质	84
实验十 蛋白质的性质	87
实验十一 实验习题	90

C

目录 CONTENTS

第四篇 经典实验

一、苯的发现	94
二、玻尔与诺贝尔金质奖章	95
三、放射性元素——镭的发现	95
四、肥皂的产生	96
五、霍尔电解制铝	97
六、诺贝尔与 TNT	98
七、湿法炼铜	98

第五篇 实验测试

上学期期中实验测试	100
上学期期末实验测试	104
下学期期中实验测试	108
下学期期末实验测试	112

参考答案

第一篇 实验理论	115
第三篇 分组实验	116
第五篇 实验测试	122



第一篇
实验理论

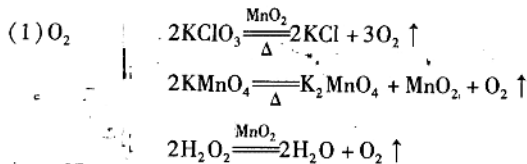
第一节 气体发生装置的选择

一、气体发生装置

1. 设计原则:根据反应原理、反应物状态和反应所需条件等因素来选择反应装置。
2. 装置的基本类型:

装置类型	固体反应物(加热)	固液反应物(不加热)	固液反应物(加热)
装置示意图			
典型气体	O ₂ 、NH ₃ 、CH ₄ 等	H ₂ 、CO ₂ 、H ₂ S等	Cl ₂ 、HCl、CH ₂ =CH ₂ 等
操作要点	(1)试管口应稍向下倾斜,以防止产生的水蒸气在管口冷凝后倒流而引起试管破裂 (2)铁夹应夹在距试管口1/3处 (3)胶塞上的导管伸入试管里面不能太长,否则会妨碍气体的导出	(1)在用简易装置时,如用长颈漏斗,漏斗颈的下口应伸入液面以下,否则起不到液封的作用 (2)加入的液体反应物(如酸)要适当 (3)块状固体与液体的混合物在常温下反应制备气体可用启普发生器制备	(1)先把固体药品加入烧瓶,然后加入液体药品 (2)要正确使用分液漏斗

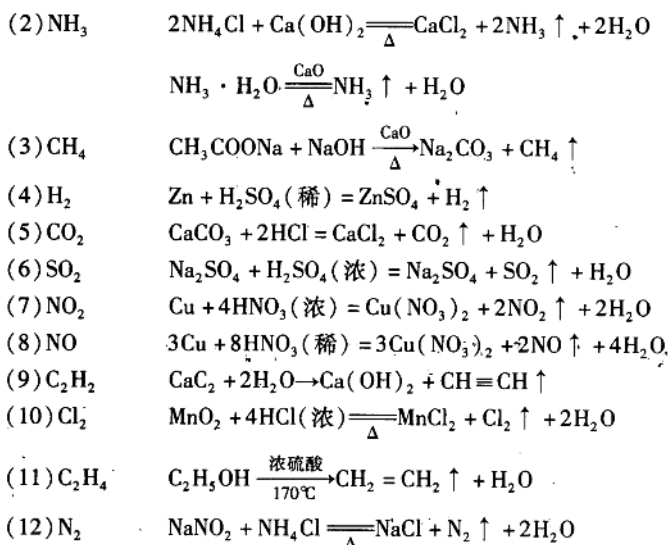
3. 几种气体制备的反应原理:





实验教程

高中化学 Gaozhonghua xue 2 实验教程



二、收集装置

1. 设计原则: 根据收集气体的溶解性或密度。
2. 装置的基本类型:

装置类型	排水(液)集气法	向上排空气集气法	向下排空气集气法
装置示意图			
适用范围	不溶于水(液)的气体	密度大于空气的气体	密度小于空气的气体
典型气体	H_2 、 O_2 、 NO 、 CO 、 CH_4 、 乙烯、乙炔等	Cl_2 、 HCl 、 CO_2 、 SO_2 、 H_2S 等	H_2 、 NH_3 、 CH_4 等

三、净化与干燥装置

1. 设计原则: 根据净化药品的状态及条件。
2. 装置的基本类型:

装置类型	液体除杂剂(不加热)	固体除杂剂(不加热)	固体除杂剂(加热)
装置示意图			



3. 选择气体吸收剂应根据气体的性质和杂质的性质而确定,所选用的吸收剂只能吸收气体中的杂质,而不能与被提纯的气体反应。一般情况下可用以下气体净化剂:

- (1) 易溶于水的气体杂质可用水来吸收。
- (2) 酸性杂质可用碱性物质吸收。
- (3) 碱性杂质可用酸性物质吸收。
- (4) 用干燥剂来吸收。
- (5) 与杂质反应生成沉淀(或可溶物)的物质也可作为吸收剂。

4. 常用的气体干燥剂按酸碱性可分为以下三类:

(1) 酸性干燥剂,如浓硫酸、五氧化二磷、硅胶等。酸性干燥剂能够干燥显酸性或显中性的气体,如 CO_2 、 SO_2 、 NO_2 、 HCl 、 H_2 、 Cl_2 、 O_2 、 CH_4 等气体。

(2) 碱性干燥剂,如生石灰、碱石灰、固体 NaOH 等。碱性干燥剂可以用来干燥显碱性或显中性的气体,如 NH_3 、 H_2 、 O_2 、 CH_4 等气体。

(3) 中性干燥剂,如无水氯化钙等。可以干燥中性、酸性、碱性气体,如 O_2 、 H_2 、 CH_4 等。

在选用干燥剂时,显碱性的气体不能选用酸性干燥剂,显酸性的气体不能选用碱性干燥剂。有还原性的气体不能选用有氧化性的干燥剂。能与被干燥的气体反应的物质不能选作干燥剂,如不能用 CaCl_2 来干燥 NH_3 (因为生成 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$),不能用浓 H_2SO_4 干燥 NH_3 、 H_2S 、 HBr 、 HI 等。

四、气体的净化与干燥

一般情况下,若采用溶液作除杂试剂,则是先除杂后干燥;若采用加热除去杂质,则是先干燥后加热。

对于有毒、有害的气体尾气必须用适当的溶液加以吸收(或点燃),使它们变为无毒、无害、无污染的物质,如尾气 Cl_2 、 SO_2 、 Br_2 (蒸气)等可用 NaOH 溶液吸收;尾气 H_2S 可用 CuSO_4 或 NaOH 溶液吸收;尾气 CO 可用点燃法,将它转化为 CO_2 气体。

五、气体实验装置的设计

1. 装置顺序:制气装置→净化装置→反应或收集装置→除尾气装置。
2. 安装顺序:由下向上,由左向右。
3. 操作顺序:装配仪器→检验气密性→加入药品。

巩固提高

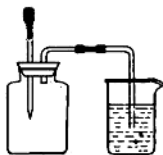
1. 如图所示,集气瓶内充满某混合气体,置于光亮处,将滴管内的水挤入集气瓶后,烧杯中的水会进入集气瓶,集气瓶气体是()

- ① CO 、 O_2 ② Cl_2 、 CH_4 ③ NO_2 、 O_2 ④ N_2 、 H_2

- A. ①② B. ②④ C. ③④ D. ②③

2. 可用下图装置制取(必要时可加热)、净化、收集的气体是()

- A. 铜和稀硝酸制一氧化氮 B. 氯化钠与浓硫酸制氯化氢



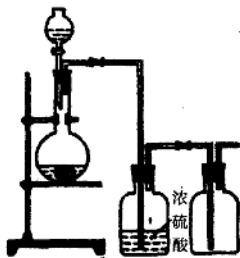


实验教程

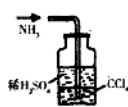
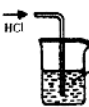
高中化学 [Gaozhonghuaixue] 实验教程

C. 锌和稀硫酸制氢气

D. 硫化亚铁与稀硫酸制硫化氢



3. 用下列实验装置完成对应的实验(部分仪器已省略),能达到实验目的的是()



A. 干燥 Cl_2

B. 吸收 HCl

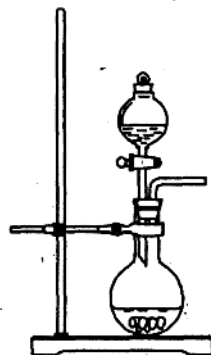
C. 石油的蒸馏

D. 吸收 NH_3

4. 中学实验室可用同一种装置制备不同的气体,若只有右图装置制备气体

(1) 请在下表空格中填上所需药品

所制气体	药品	
	分液漏斗内	烧瓶中
O_2		MnO_2
H_2	稀 H_2SO_4	
NH_3		CaO
NO	稀 HNO_3	Cu
CO_2	稀 H_2SO_4	石灰石
C_2H_4	稀 H_2Si_4	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
C_2H_2		CaC_2



(2) 写出表中药品制备 O_2 的化学方程式

(3) 写出表中药品制备 C_2H_2 的化学方程式

(4) 请画出干燥 NH_3 的装置图,并注明干燥剂和气体流向

(5) 表中给全药品的项目中,不能用于制备相应气体的有(可不填满)

- ① 气体 _____, 理由 _____
- ② 气体 _____, 理由 _____
- ③ 气体 _____, 理由 _____



第二节 常见物质的分离、提纯和鉴别

一、分离和提纯的一般原则

1. 固体与固体混合物:若杂质易分解、易升华时用加热法;若一种易溶,另一种难溶,可用溶解过滤法;若两者均易溶,但其溶解度受温度影响不同,用重结晶法。
2. 液体与液体混合物:若是沸点相差较大时,用分馏法;若互不混溶时,用分液法;若在溶剂中的溶解度相差很大时,用萃取法。
3. 气体与气体混合物:一般可用洗气法。
4. 若不具备上述条件的混合物:可先选用化学方法处理,待符合上述条件时,再选用适当的方法。

二、化学方法分离和提纯物质

对物质的分离一般可先用化学方法对物质进行处理,然后再根据混合物的特点用恰当的分方法进行分离。

三、分离和提纯物质时的注意事项

1. 最好不要引入新的杂质。
2. 不能损耗或减少被提纯物质的质量。
3. 实验操作要简便,不能繁杂。用化学方法除去溶液中的杂质时,要使被分离的物质或离子尽可能除净,需要加入过量的分离试剂,在多步分离过程中,后加的试剂应能够把前面所加入的无关物质或离子除去。

四、分离和提纯无机物溶液常用的方法

1. 生成沉淀法:例如 NaCl 溶液里混有少量的 $MgCl_2$ 杂质,可加入过量的 NaOH 溶液,使 Mg^{2+} 离子转化为 $Mg(OH)_2$ 沉淀(但引入新的杂质 OH^-),过滤除去 $Mg(OH)_2$,然后加入适量盐酸,调节 pH 为中性。
2. 生成气体法:例如在 Na_2SO_4 溶液中混有少量 Na_2CO_3 ,为了不引入新的杂质,可加入适量的稀 H_2SO_4 ,将 CO_3^{2-} 转化为 CO_2 气体而除去。
3. 氧化还原法:例如在 $FeCl_2$ 溶液中含有少量的 $FeCl_3$ 杂质,可通入适量的 Cl_2 将 $FeCl_2$ 氧化为 $FeCl_3$ 。若在 $FeCl_2$ 溶液中含有少量的 $FeCl_3$,可加入适量的铁粉而将其除去。
4. 正盐与和酸式盐相互转化法:例如在 Na_2CO_3 固体中含有少量的 $NaHCO_3$ 杂质,可将固体加热,使 $NaHCO_3$ 分解生成 Na_2CO_3 ,而除去杂质。若在 $NaHCO_3$ 溶液中混有少量的 Na_2CO_3 杂质,可向溶液里通入足量的 CO_2 ,使 Na_2CO_3 转化为 $NaHCO_3$ 。
5. 利用物质的两性除去杂质:例如在 Fe_2O_3 溶液中混有少量的 Al_2O_3 杂质,可利用 Al_2O_3 (两性氧化物,能与强碱溶液反应),往试样里加入足量的 NaOH 溶液,使其中的 Al_2O_3 转化



为可溶性 NaAlO_2 ，然后过滤并洗涤难溶物，即为纯净的 Fe_2O_3 。

五、物质的鉴别

物质的检验通常有鉴定、鉴别和推断三类，它们的共同点是：依据物质的特殊性质和特征反应，选择适当的试剂和方法，准确观察反应中的明显现象，如颜色的变化、沉淀的生成和溶解、气体的产生和气味、火焰的颜色等，来进行判断、推理。

鉴定通常是指对于某一种物质的定性检验，根据物质的化学特性，分别检出阳离子、阴离子。鉴别通常是指对分别存放的两种或两种以上的物质进行定性辨认，可根据一种物质的特性区别于另一种物质，也可根据几种物质的颜色、气味、溶解性和溶解时的热效应等一般性质的不同来加以区别。推断是通过已知的实验事实，根据性质分析推求出被检验物质的组成和名称。我们要综合运用化学知识对常见物质进行鉴别和推断。

1. 常见气体的检验：

常见气体	检验方法
氢气	纯净的氢气在空气中燃烧呈淡蓝色火焰，混合空气点燃有爆鸣声，生成物只有水（不是只有氢气才产生爆鸣声，可点燃的气体也不一定是氢气）
氧气	可使带火星的木条复燃
氯气	黄绿色，能使湿润的碘化钾淀粉试纸变蓝（ O_3 、 NO_2 也能使湿润的碘化钾淀粉试纸变蓝）
氯化氢	无色有刺激性气味的气体，在潮湿的空气中形成白雾，能使湿润的蓝色石蕊试纸变红，用蘸有浓氨水的玻璃棒靠近时会冒白烟。将气体通入 AgNO_3 溶液时有白色的沉淀生成
二氧化硫	无色有刺激性气味的气体，能使品红溶液褪色，加热后又显红色。能使酸性高锰酸钾溶液褪色
硫化氢	无色有臭鸡蛋气味的气体，能使 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 或 CuSO_4 溶液产生黑色沉淀，或使湿润的醋酸铅试纸变黑
氨气	无色有刺激性气味的气体，能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，用蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近时能生成白烟
二氧化氮	红棕色气体，通入水中生成无色的溶液并产生无色的气体，水溶液显酸性。
一氧化氮	无色气体，在空气中立即变成红棕色
二氧化碳	能使澄清石灰水变浑浊，使燃着的木条熄灭（ SO_2 气体也能使澄清的石灰水变浑浊， N_2 等气体也能使燃着的木条熄灭）
一氧化碳	可燃烧，火焰呈淡蓝色，燃烧后只生成 CO_2 ，能使灼热的 CuO 由黑色变成红色
甲烷	无色气体，可燃烧，火焰呈淡蓝色，生成水和 CO_2 ，不能使高锰酸钾溶液和溴水褪色
乙烯	无色气体，可燃烧，燃烧时有明亮的火焰和黑烟，生成水和 CO_2 ，能使高锰酸钾溶液和溴水褪色
乙炔	无色无臭气体，可燃烧，燃烧时有明亮的火焰和浓烟，生成水和 CO_2 ，能使高锰酸钾溶液和溴水褪色

2. 几种重要阳离子的检验：

- (1) H^+ 能使紫色石蕊试液或橙色的甲基橙试液变为红色。
- (2) Na^+ 、 K^+ 用焰色反应来检验时，它们的火焰分别呈黄色、浅紫色（通过钴玻片）。
- (3) Ba^{2+} 能使稀硫酸或可溶性硫酸盐溶液产生白色的 BaSO_4 沉淀，且沉淀不溶于稀硝酸。



(4) Mg^{2+} 能与 NaOH 溶液反应生成白色的 $Mg(OH)_2$ 沉淀。

(5) Al^{3+} 能与适量的 NaOH 溶液反应生成白色的 $Al(OH)_3$ 絮状沉淀,该沉淀能溶于盐酸或过量的 NaOH 溶液。

(6) Ag^+ 能与稀盐酸或可溶性盐酸盐反应,生成白色的 $AgCl$ 沉淀,不溶于稀 HNO_3 。

(7) NH_4^+ 铵盐(或浓溶液)与 NaOH 浓溶液反应,加热后放出使湿润的红色石蕊试纸变蓝的有刺激性气味的 NH_3 气体。

(8) Fe^{2+} 能与少量 NaOH 溶液反应,先生成白色的 $Fe(OH)_2$ 沉淀,迅速变成灰绿色,最后变成红褐色的 $Fe(OH)_3$ 沉淀。或向亚铁盐的溶液里加入 KSCN 溶液,不显红色,加入少量新制的氯水后,立即显红色, $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$ 。

(9) Fe^{3+} 能与 KSCN 溶液反应,变成血红色的 $Fe(SCN)_3$ 溶液,能与 NaOH 溶液反应,生成红褐色的 $Fe(OH)_3$ 沉淀。

(10) Cu^{2+} 蓝色水溶液(浓 $CuCl_2$ 溶液显绿色),能与 NaOH 溶液反应,生成蓝色的 $Cu(OH)_2$ 沉淀,加热后可转变为黑色的 CuO 沉淀。含 Cu^{2+} 的溶液能与 Fe、Zn 片等反应,在金属片上有红色的铜生成。

3. 几种重要的阴离子的检验:

(1) OH^- 能使无色的酚酞、紫色的石蕊和橙色的甲基橙等指示剂分别变为红色、蓝色和黄色。

(2) Cl^- 能与硝酸银反应,生成白色的 $AgCl$ 沉淀,沉淀不溶于稀硝酸。

(3) Br^- 能与硝酸银反应,生成淡黄色的 $AgBr$ 沉淀,不溶于稀硝酸。

(4) I^- 能与硝酸银反应,生成黄色的 AgI 沉淀,不溶于稀硝酸。也能与氯水反应,生成 I_2 ,使淀粉溶液变蓝。

(5) SO_4^{2-} 能与含 Ba^{2+} 溶液反应,生成白色 $BaSO_4$ 沉淀,不溶于硝酸。

(6) SO_3^{2-} 浓溶液能与强酸反应,产生无色有刺激性气味的 SO_2 气体,该气体能使品红溶液褪色。能与 $BaCl_2$ 溶液反应,生成白色 $BaSO_3$ 沉淀,该沉淀溶于盐酸,生成无色有刺激性气味的 SO_2 气体。

(7) S^{2-} 能与 $Pb(NO_3)_2$ 溶液反应,生成黑色的 PbS 沉淀。

(8) CO_3^{2-} 能与 $BaCl_2$ 溶液反应,生成白色的 $BaCO_3$ 沉淀,该沉淀溶于硝酸(或盐酸),生成无色无味、能使澄清石灰水变浑浊的 CO_2 气体。

(9) HCO_3^- 取含 HCO_3^- 的盐溶液煮沸,放出无色无味的 CO_2 气体,气体能使澄清的石灰水变浑浊。

(10) NO_3^- 浓溶液或晶体中加入铜片、浓硫酸等加热,放出红棕色的气体。

4. 几种重要有机物的检验:

(1) 苯 能与纯溴、铁屑等反应,产生 HBr 白雾。能与浓硫酸、浓硝酸的混合物反应,生成黄色的苦杏仁气味的油状(密度大于 1)难溶于水的硝基苯。

(2) 乙醇 能够与灼热的螺旋状铜丝反应,使其表面上黑色的 CuO 变为光亮的铜,并产生有刺激性气味的乙醛。将乙醇与乙酸、浓硫酸的混合物加热反应,生成的气体通入饱和的 Na_2CO_3 溶液中,会有透明油状、水果香味的乙酸乙酯液体浮在水面上。



实验教程

高中化学 Gao zhong hua xue

(3) 苯酚 能与浓溴水反应,生成白色的三溴苯酚沉淀。能与 FeCl_3 溶液反应,生成紫色溶液。

(4) 乙醛 能发生银镜反应,或能与新制的蓝色 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 加热反应,生成红色的 Cu_2O 沉淀。

(5) 鉴别其他物质 用一种试剂来鉴别多种物质时,所选用的试剂必须能和被鉴别的物质中的大多数发生反应,而且能产生不同的实验现象。常用的鉴别试剂有 FeCl_3 溶液、 NaOH 溶液、 Na_2CO_3 溶液、稀 H_2SO_4 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液等。

5. 不用其他试剂来鉴别一组物质,一般情况可从两个方面考虑:

(1) 利用某些物质的特殊性质(如颜色、气味、溶解性等),首先鉴别出来,然后再用该试剂去鉴别其他物质。

(2) 根据一种试剂与其他物质相互反应出现不同现象,来进行综合分析鉴别。

巩固提高

1. 下列除去杂质的方法正确的是()

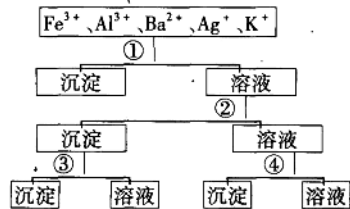
- ① 除去乙烷中少量的乙稀:光照条件下通入 Cl_2 , 气液分离;
 - ② 除去乙酸乙酯中少量的乙酸:用饱和碳酸氢钠溶液洗涤,分液、干燥、蒸馏;
 - ③ 除去 CO_2 中少量的 SO_2 : 气体通过盛饱和碳酸钠溶液的洗气瓶;
 - ④ 除去乙醇中少量的乙酸:加足量生石灰,蒸馏。
- A. ①② B. ②④ C. ③④ D. ②③

2. 下列各组物质仅用蒸馏水不能鉴别出的是()

- A. 苯、酒精、硝基苯
- B. 食盐、烧碱、硝酸铵
- C. 蔗糖、硫酸铜粉末、碳酸钙粉末
- D. 氧化铜、二氧化锰、活性炭

3. 用过量的 H_2SO_4 、 NaOH 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 H_2O 、 NaCl 等溶液,按下图所示步骤分开五种离子。则溶液①、②、③、④是()

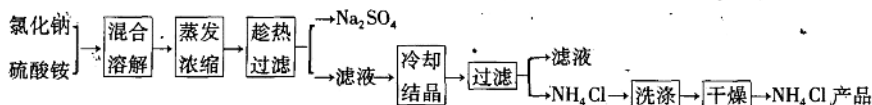
- A. ① NaCl 、② NaOH 、③ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、④ H_2SO_4
- B. ① H_2SO_4 、② NaOH 、③ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、④ NaCl
- C. ① H_2SO_4 、② $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、③ NaOH 、④ NaCl
- D. ① NaCl 、② $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、③ NaOH 、④ H_2SO_4

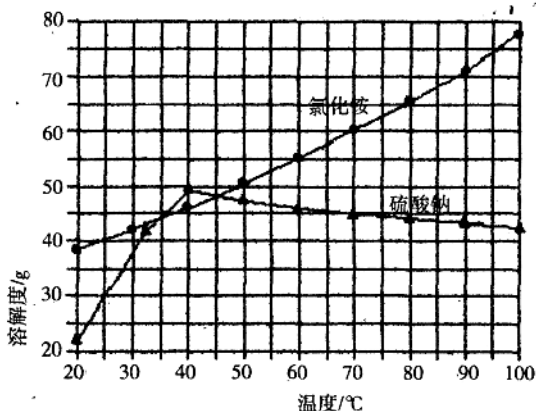


4. 仅用一种试剂鉴别如下物质: 苯、 CCl_4 、 NaI 溶液、 NaCl 溶液、 Na_2SO_3 溶液, 下列试剂中不能选用的是()

- A. 溴水
- B. FeCl_3 溶液
- C. 酸性 KMnO_4 溶液
- D. AgNO_3 溶液

5. 以氯化钠和硫酸铵为原料制备氯化铵及副产品硫酸钠, 工艺流程如下:





氯化铵和硫酸钠的溶解度随温度变化如上图所示。回答下列问题:

- (1) 欲制备 $10.7\text{g NH}_4\text{Cl}$, 理论上需 NaCl _____ g 。
- (2) 实验室进行蒸发浓缩用到的主要仪器有 _____、烧杯、玻璃棒、酒精灯等。
- (3) “冷却结晶”过程中, 析出 NH_4Cl 晶体的合适温度为 _____。
- (4) 不用其它试剂, 检查 NH_4Cl 产品是否纯净的方法及操作是 _____。
- (5) 若 NH_4Cl 产品中含有硫酸钠杂质, 进一步提纯产品的方法是 _____。

第三节 探究性实验的解题思路

探究性实验是指根据一定的实验目的, 利用现有的实验条件, 通过控制实验变量来探究研究对象的未知属性、特性及与其他因素的关系, 依据实验现象推测出结论的实验方法。由于探究者在实验前提出的假设往往比较模糊, 因此对实验结果的预测也就不确定。仅仅把可能出现的实验现象考虑在内, 再由各种现象来推测出最可能的实验结论, 而事实上最后真正的实验结果和相应的结论都只有一种。

探究性实验是化学实验的重要组成部分, 它的侧重点主要是一些易转化成探究性实验的内容和将化学知识应用于日常生活和生产的一些实际问题, 主要体现在以下几个方面:

一、对反应原理的探究

有些演示实验或分组实验的现象不清晰, 实验误差较大和实验的安全性、环保性等不够强, 故有必要对实验的设计进行优化, 对实验的装置进行改装。

例 1: 用下面几种方法可以制得白色的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀。

方法一: 用不含 Fe^{3+} 的 FeSO_4 溶液与用不含 O_2 的蒸馏水配制的 NaOH 溶液的反应来制备。

- (1) 用硫酸亚铁晶体配制上述 FeSO_4 溶液时, 还需加入 _____。
- (2) 除去蒸馏水中溶解的 O_2 , 常采用 _____ 的方法。
- (3) 生成白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀的操作是用长滴管汲取不含 O_2 的 NaOH 溶液, 插入 FeSO_4 溶



液的液面下,再挤出 NaOH 溶液。这样操作的理由是_____。

方法二:在图 1-3-1 所示的装置中,用 NaOH 溶液、铁屑、稀 H_2SO_4 等试剂来制备。

(1)在试管 I 里加入的试剂是_____。

(2)在试管 II 里加入的试剂是_____。

(3)为了制得白色的 $Fe(OH)_2$ 沉淀,在试管 I 和 II 中加入试剂,打开止水夹,塞紧橡皮塞后的实验步骤是_____。

(4)这样生成的 $Fe(OH)_2$ 沉淀能够长时间保持白色,其理由是_____。

[解析]由于演示实验制备 $Fe(OH)_2$ 的效果不佳,该物质制备方法的优化及装置的改进就成为探究性实验的一个弱点,也是 2003 年理综试题的亮点。该题方法一源于教材,只有通过一些辅助措施赶出溶液中的氧气,才可能制得白色的 $Fe(OH)_2$ 沉淀;方法二通过对装置的改进,用制得的 H_2 作保护气,可制得白色的 $Fe(OH)_2$ 沉淀,且能保持较长的时间。



图 1-3-1

[答案]方法一:(1)稀 H_2SO_4 、铁屑 (2)煮沸 (3)避免生成的 $Fe(OH)_2$ 沉淀接触 O_2

方法二:(1)稀 H_2SO_4 、铁屑 (2)NaOH 溶液 (3)检验试管 II 出口处排出的氢气的纯度,当排出的 H_2 纯净时,再夹紧止水夹 (4)试管 I 中反应生成的 H_2 充满了试管 I 和试管 II,且外界空气不容易进入

二、对反应条件的探究

反应条件不同,发生的反应就可能多种多样,这也就是化学的魅力所在。一些看上去很普通的化合物,因反应条件不同会发生预想不到的化学反应,所以要探究实验的结果就必须先探究实验条件。

例 2:为了验证铁与氧气在不同条件下的反应情况,设计如图 1-3-2 所示(部分铁架台已略去)的实验,D 装置是 O_2 的发生装置,A 为铁在有水存在的条件下与 O_2 反应的装置,B 为无锈铁片在加热条件下与 O_2 反应的装置,C 装置是验证在干燥条件下 O_2 与铁反应的装置(C 装置事先干燥过)。

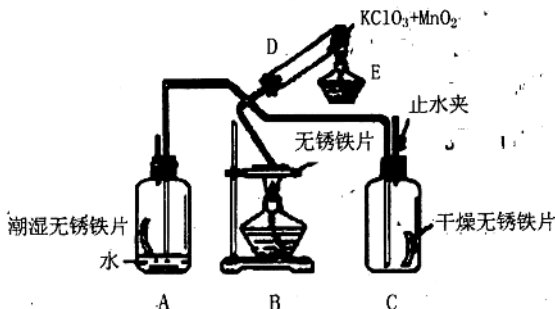


图 1-3-2

请回答下列问题:

(1)为了确保 C 装置按题目所述的条件进行反应,还应在 C、D 之间加装_____。

(2)有各装置的安装及铁片的放置完毕后,开始实验,先打开 C 中的止水夹,其余的操



作步骤为_____。

(3)一段时间后,停止反应,A、B、C中的铁片各有何现象?

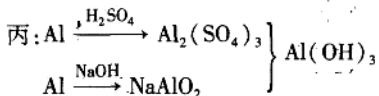
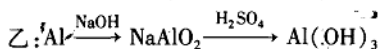
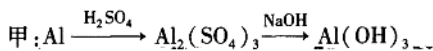
[答案](1)盛浓 H_2SO_4 的洗气瓶或装碱石灰的干燥装置 (2)点燃 E 处酒精灯片刻,再点燃 B 处酒精灯 (3)A 中有红褐色锈斑;B 中有黑色物质生成;C 中无变化

三、对反应途径的探究

制取同一化合物,可经不同的化学反应途径来实现,所以我们应选择最优的途径来制取所需要的化合物,从而达到减少浪费和提高产品纯度的目的。

1. 对反应物利用率的探究。

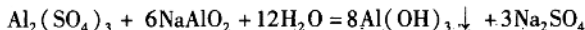
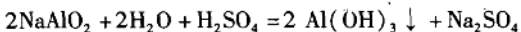
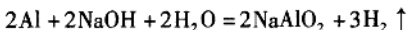
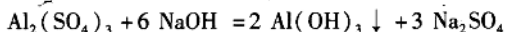
例 3: 以铝屑、稀硫酸、氢氧化钠为原料制取 $Al(OH)_3$, 甲、乙、丙三位同学分别用不同的途径来制备。



要制备等物质的量的 $Al(OH)_3$, 则()

- A. 乙消耗的原料少 B. 三者消耗的原料相同
C. 丙消耗的原料少 D. 甲、乙消耗的原料相同

[解析] 有关的化学方程式如下:



三种方案中消耗 H^+ 、 OH^- 的用量见下表:

方案	生成 1mol $Al(OH)_3$	
	消耗 H^+	消耗 OH^-
甲	3mol	3mol
乙	1mol	1mol
丙	3/4mol	3/4mol

可见丙消耗的原料少。

[答案]C

2. 对反应先后顺序的探究。

例 4: 某课外课程实验小组拟用 50 mL $NaOH$ 溶液吸收 CO_2 气体来制备 Na_2CO_3 溶液, 为了防止通入的 CO_2 气体过量而生成 $NaHCO_3$, 设计了如下实验:

- a. 用 25 mL $NaOH$ 溶液吸收过量的 CO_2 气体, 至 CO_2 气体不再溶解;
b. 小火煮沸 1 ~ 2min;



实验教程

高中化学 Gao zhong hua xue 报 告 册

c. 在所得的溶液中加入另一半(25 mL)NaOH 溶液,使其充分混合。

(1) 此方案能制得较纯净的 Na_2CO_3 ; 写出 a、c 两步的反应方程式: _____。

此方案第一步的实验装置如图 1-3-3 所示。

(2) 反应前,如何检查整个装置的气密性?

(3) 装置 B 中盛放的试剂是 _____, 其作用是 _____。

(4) 在实验室的制法中,装置 A 还可作为下列 _____ (填序号) 气体的发生装置。

- ① NH_3 ② Cl_2 ③ HCl ④ H_2S ⑤ CH_4 ⑥ C_2H_2

下表中的图是尾气处理装置(液体为 H_2O 或 NaOH 溶液), 请将以上六种气体的序号分别填入最适合的装置图的下方空格中:

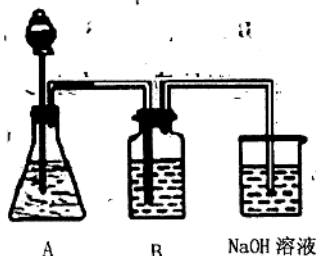


图 1-3-3

装置			
处理的气体			

(5) 已知所用 NaOH 溶液中溶质的质量分数为 40%, 室温下该溶液密度为 $1.44\text{g}/\text{cm}^3$, 假设反应前后溶液的体积不变, 不考虑实验误差, 计算用此种方法制备所得 Na_2CO_3 溶液的物质的量浓度为 _____。

(6) 若实验得到的 Na_2CO_3 溶液物质的量浓度偏低, 在上述实验操作中, 产生误差的可能原因是:

- ① _____。
② _____。

[答案] (1) $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$, $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) ①用弹簧夹夹住 A、B 导管连接处, 先检查 A 的气密性: 塞紧橡皮塞, 从漏斗注入一定量的水, 使漏斗内水面高于锥形瓶内的水面, 停止加水后, 漏斗与锥形瓶中的液面差保持不变, 则说明装置不漏气。然后检查 B 的气密性, 向烧杯中注入少量的水, 使导管浸在水中, 用双手捂住广口瓶片刻, 有气泡冒出, 松开手后有少量的水进入导管, 说明装置 B 不漏气。②也可一次性检查 A、B 的气密性: 向烧杯中注入少量的水, 使导管口浸在水中, 然后从漏斗中注入一定量的水, 使漏斗内的水面高于锥形瓶的水面, 待导管口不再冒气泡后, 观察漏斗中与锥形瓶中的液面差, 若保持不变, 则说明装置不漏气。

(3) NaHCO_3 溶液; 除去 HCl 气体

(4) ④⑥①③②④⑤⑥

(5) $50\text{ mL} \times 1.44\text{g}/\text{cm}^3 \times 40\% \times 10^3\text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \div 40\text{g}/\text{mol} \div 2 \div 50\text{ mL} = 7.2\text{mol}/\text{L}$

(6) ①a 步骤中, 通入 CO_2 的量不足, 未能使 NaOH 完全转化为 NaHCO_3 , 导致 c 步骤生成的 Na_2CO_3 量减少 ②b 步骤中, 加热的时间过短, 未能将 CO_2 驱赶完全, 在 c 步骤中, 溶液中



残存的 CO_2 会消耗部分的 NaOH , 使生成的 Na_2CO_3 量减少

四、对反应结果的探究

1. “实验中的异常现象”成为探究性实验的热点。

在一些常规实验中, 经常会出现一些异常现象, 究竟是什么原因致使出现这些异常现象? 产生这些异常物质? 我们可通过探究性实验来进行分析并解释。

例5: 在一次学生实验中, 学生用铝片分别与稀盐酸、稀硫酸反应, 发现铝片与稀盐酸反应的现象非常明显, 而与稀硫酸却几乎不反应。这和课本上的叙述不一致, 是什么原因呢? 为了寻找原因, 某研究性小组在老师的指导下重新用浓盐酸和浓硫酸配制了一定浓度的溶液, 然后加入纯铝片验证是否确实存在上述现象。实验结果如下表。

(1) 为了探究“铝与稀盐酸、稀硫酸反应的差异原因”, 你能对问题的答案作出哪些假设(或猜想)?

假设① _____。

假设② _____。

酸 \ 反应过程	1 min	2min	5min	15min	20min
3mol/L HCl	少量气泡	较多气泡	大量气泡	反应剧烈	铝片耗尽
1.5mol/L H_2SO_4	均无明显现象(无气泡)				
3mol/L H_2SO_4	均无明显现象(无气泡)				

(2) 为了验证上述假设, 你设计的实验方案之一是(简述所加试剂和探究过程) _____

[解析] 该题要求学生运用类比的方法从题目所给出的表中发现反应特点, 由于角度选择上的差异, 会产生五花八门的猜测, 这就要求细剖题意, 通过对比、评价, 找出原因从最合适的角度作出并解释。至于实验方案的设计, 着重抓住实验的对比性原则, 设置参照实验和对比试验, 根据现象的差异即可验证。

[答案] (1) 假设①: Cl^- 能促进金属铝和 H^+ 的反应

假设②: SO_4^{2-} 能抑制金属铝和 H^+ 的反应

(2) 方案设计:

I. 参照实验: 在 5 mL 3mol/L H_2SO_4 溶液中放入铝片, 观察现象。

II. 对照实验:

①在 5 mL 3mol/L H_2SO_4 溶液中放入同样的铝片, 再加入 0.5g NaCl 晶体, 观察现象。

②在 5 mL 3mol/L H_2SO_4 溶液中放入同样的铝片, 再加入 0.5g Na_2SO_4 晶体, 观察现象。

III. 现象和结论: 若对比实验①产生 H_2 的速率较参照实验快, 对比实验②产生 H_2 的速率与参照实验相当, 则说明 Cl^- 能促进金属铝和 H^+ 的反应。同理, 可设计实验验证 SO_4^{2-} 对反应的影响。

2. 常见实验的探因果也成为探究性实验的落脚点。

有时对某些简单的演示实验进行多角度的探因果, 可深化理解实验, 是源于教材又高